



Il coleottero giapponese (*Popillia japonica*), un organismo di quarantena invasivo

Biologia, diffusione, potenziale nocivo e misure di sorveglianza e di lotta

Autori

Patrik Kehrli, Giselher Grabenweger, Joana Weibel, Jana Collatz, Barbara Egger, Anouk Guyer, Christina Sann, Louis Sutter, Kiran Horrocks, Ivan Hiltbold, Manuel Boss, Alain Gaume, Christoph Carlen, Dominique Mazzi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Dipartimento federale dell'economia,
della formazione e della ricerca DEFR
Agroscope

Colophon

Editore	Agroscope Reckenholzstrasse 191 8046 Zurigo www.agroscope.ch
Informazioni	Servizi cantonali
Redazione	Carole Enz
Fotografie	Agroscope, Università di Verona, IPM-Popillia, Cantoni di Basilea, Ticino e Zurigo, EPPO, GAO
Immagine di copertina	Coleotteri giapponesi su un cespuglio di mirtilli, © Tanja Graf
Download	popillia.agroscope.ch
Copyright	© Agroscope 2025
ISSN	2296-9349 (print); 2296-939X (online)
DOI	https://doi.org/10.34776/at581i

Esclusione di responsabilità:

I contenuti della presente pubblicazione sono destinati esclusivamente all'informazione dei lettori. Agroscope si impegna a fornire informazioni corrette, aggiornate e complete, ma non si assume alcuna responsabilità al riguardo. Decliniamo qualsiasi responsabilità per eventuali danni in merito all'attuazione delle informazioni qui contenute. Per i lettori vigono le leggi e le disposizioni in vigore in Svizzera. È applicabile l'attuale giurisprudenza.

Indice

Sintesi	5
1 Introduzione	8
2 Biologia	9
2.1 Morfologia	9
2.1.1 Adulti	10
2.1.2 Uova	11
2.1.3 Larve	12
2.1.4 Pupe	13
2.1.5 Specie indigene di coleotteri simili	14
2.2 Ciclo di vita e riproduzione	15
2.3 Piante ospiti e sintomi dei danni	16
2.3.1 Piante ospiti preferite dagli adulti	16
2.3.2 Danni causati dagli adulti sulle piante ospiti	16
2.3.3 Piante ospiti preferite dalle larve	17
2.3.4 Danni causati dalle larve sulle piante ospiti	17
2.4 Antagonisti naturali	18
2.5 Presenza e diffusione	19
2.6 Diffusione naturale	20
2.7 Diffusione attraverso attività umane	20
3 Aspetti del diritto fitosanitario	21
4 Prevezione, riconoscimento precoce e sorveglianza	22
4.1 Trappole con esca	24
4.1.1 Posizionamento delle trappole	25
4.1.2 Utilizzazione e controllo delle trappole	25
4.1.3 Siti non idonei alla posa delle trappole	25
4.2 Controlli visivi	25
4.3 Campioni di suolo	26
4.4 Sensibilizzazione dell'opinione pubblica	27
5 Danni economici e colture a rischio	29
5.1 Campi sportivi e altre superfici erbose	30
5.2 Campicoltura	31
5.3 Orticoltura	32
5.4 Frutticoltura	33
5.5 Colture di bacche	34
5.6 Viticoltura	35
6 Misure di lotta	37
6.1 Misure preventive	37
6.2 Lotta fisica e meccanica	38
6.3 Gestione degli habitat	40
6.4 Lotta biologica	41
6.4.1 Microrganismi	41

6.4.2 Macrorganismi 44

6.5 Lotta biotecnica 46

6.6 Lotta con insetticidi 48

6.7 Lotta nelle colture 49

7 Conclusioni e prospettive 52

8 Ringraziamenti 54

9 Bibliografia 55

10 Elenco delle illustrazioni 61

11 Elenco delle tabelle 62

Sintesi

Il coleottero giapponese (*Popillia japonica*) è uno scarabeide originario dell'Asia nordorientale, dove è un parassita di limitata rilevanza. La sua presenza negli Stati Uniti è stata rinvenuta per la prima volta nel 1916. Nell'UE e in Svizzera è regolamentato come **organismo di quarantena prioritario** [art. 4 OSaIV, [RS 0.916.20](#)]. Un organismo di quarantena è un organismo nocivo particolarmente pericoloso, che può arrecare danni economici, sociali o ecologici potenzialmente ingenti nel territorio minacciato dalla sua presenza. È dunque indispensabile adottare **misure preventive** che impediscano l'introduzione di organismi di quarantena. La situazione fitosanitaria viene inoltre seguita mediante la sorveglianza del territorio [art. 18 OSaIV [RS 916.20](#)]. Questa sorveglianza, basata sui rischi e finalizzata al riconoscimento precoce, è coordinata dalla Confederazione e messa in opera dai servizi cantonali competenti su tutto il territorio nazionale. Per monitorare la presenza del coleottero giapponese sono utilizzate trappole con esca. Una volta individuato, l'organismo di quarantena soggiace alle misure ufficiali di lotta, con l'obiettivo di eradicarlo (=debellarlo).

Nell'Europa continentale, il coleottero giapponese è stato individuato per la prima volta nel 2014 nell'area di Milano. Nonostante l'esecuzione di misure di eradicazione e contenimento, il coleottero giapponese si è rapidamente diffuso dall'Italia settentrionale ed è stato catturato in territorio svizzero per la prima volta nel 2017 a Stabio (TI), nelle vicinanze del confine. Alla fine del 2024, ampie zone del Ticino e delle valli montane del Vallese a sud del Passo del Sempione erano colonizzate dal coleottero. Inoltre, piccole popolazioni isolate sono state individuate a Kloten (Zurigo), nella regione di Basilea e nei Cantoni di Soletta e Svitto. Nonostante l'obbligo di segnalazione e di lotta, è presumibile che il coleottero giapponese continuerà a diffondersi in Svizzera, soprattutto attraverso attività umane come il commercio di prodotti vegetali e la circolazione di merci e persone. La presente pubblicazione riassume le conoscenze più importanti per la pratica sulla biologia, l'ecologia e il controllo del coleottero giapponese. Inoltre, illustra le basi giuridiche che regolamentano questo organismo di quarantena prioritario e valuta il suo potenziale nocivo per le diverse colture.

Il coleottero giapponese compie generalmente una generazione all'anno. Le femmine depongono 40-60 uova durante l'estate in aree prative, di preferenza umide o irrigate. Da qui le larve emergono e si cibano delle radici nel terreno, mutano due volte prima dell'inverno e poi si ritirano negli strati più profondi del suolo per proteggersi dal freddo. In primavera le larve risalgono verso lo strato radicale dove completano il loro sviluppo e si impupano. All'inizio dell'estate la generazione successiva di coleotteri lascia l'involucro pupale per sfarfallare fuori dal terreno. I coleotteri giapponesi adulti sono di forma ovale, di colore verde-oro metallizzato con elitre marrone ramato e complessivamente non superano le dimensioni di una moneta da cinque centesimi. Si distinguono piuttosto facilmente dalle specie di coleotteri indigeni per i **cinque ciuffi di peli bianchi ai lati dell'addome e altri due sull'ultimo segmento addominale**. L'identificazione di uova, larve e pupe è, invece, più difficile e richiede conoscenze entomologiche.

Sono più di 400 le specie di piante ospiti del coleottero giapponese, ma i coleotteri adulti e le larve si cibano di specie diverse. Gli adulti prediligono piante coltivate come la vite, le drupacee, i meli, vari tipi di bacche, il mais, la soia, i fagioli e gli asparagi. Inoltre, infestano piante ornamentali come le rose, il glicine, la vite canadese e americana e gli arbusti indigeni. Le larve preferiscono specie tra cui festuca, poa e loglio, sebbene si cibino presumibilmente anche delle radici di molte altre graminacee e, occasionalmente, di piante erbacee. I danni causati dall'attività trofica dei coleotteri giapponesi adulti così come delle loro larve non possono essere chiaramente distinti da quelli degli insetti erbivori indigeni. La presenza di coleotteri giapponesi adulti è rivelata da fori sulle foglie. In caso di severa infestazione, l'intero tessuto fogliare fra le nervature è divorato. La presenza di larve di coleottero giapponese nel terreno è segnalata dalla comparsa di chiazze di erba brunastra diradata, che si estendono con il tempo. I danni secondari causati da animali selvatici come cinghiali, tassi o corvi alla ricerca di nutrimento sono spesso più importanti dei danni primari causati dalle larve stesse. I **prati e i pascoli umidi, gli impianti sportivi e ricreativi irrigati** (p. es. campi da calcio, campi da golf, campeggi, piscine, parchi, giardini), nonché i **vivai e gli appezzamenti in cui si producono tappeti erbosi sono particolarmente a rischio di essere danneggiati dalle larve**.

Le larve e gli adulti possono causare **ingenti danni economici alle piante coltivate e ornamentali**. L'Unione europea ha stimato il potenziale danno agronomico annuale a circa 2,4 miliardi di euro, se non vengono adottate misure di lotta efficaci. Per la Svizzera, gli esperti prevedono che, in assenza di misure di lotta, la perdita annua di resa sarà

dell'ordine di decine o addirittura centinaia di milioni di franchi, con un rischio che può variare notevolmente da una coltura all'altra.

I danni ai **campi sportivi e alle superfici erbose**, spesso irrigate, sono causati esclusivamente dalle larve del coleottero giapponese che si cibano delle radici di graminacee. Negli Stati Uniti, per esempio, il costo del reimpianto dei prati infestati ammonta a oltre 150 milioni di dollari l'anno. Anche se i danni, oltre ad aumentare il rischio di incidenti sui campi sportivi, sono per lo più di natura estetica, il ripristino delle aree danneggiate comporta costi elevati.

I coleotteri giapponesi possono essere presenti in gran numero nelle **colture arabili**, come la soia o il mais. Se il coleottero giapponese è presente nella soia insieme ad altri insetti parassiti, la soglia di danno economico può essere raggiunta o superata. Nel caso del mais, inoltre, le zone marginali invase da erbacce possono essere infestate dalle larve. Nelle aree fortemente colpite, i coleotteri adulti possono anche aggregarsi sulla punta delle pannocchie e cibarsi della «barba del mais». Tuttavia, i danni economici sono da temere solo se il rosicchiamento della barba del mais coincide con altri fattori nocivi, come lo stress termico o idrico.

Il coleottero giapponese è polifago, pertanto tra le piante ospiti si annoverano diverse **colture orticole**, tra cui fagioli, mais dolce, pomodori, melanzane, asparagi e rabarbaro. Gli adulti mangiano parzialmente o anche interamente le foglie, indebolendo la pianta e riducendo la commerciabilità del raccolto. Nelle estati secche, possono essere allettanti per la deposizione delle uova anche le aree irrigate per la coltivazione di ortaggi, dove le larve danneggiano direttamente le radici con conseguenti perdite di resa.

Le specie di **alberi da frutto** coltivate in Svizzera sono in gran parte piante ospiti del coleottero giapponese. Gli adulti possono infestare severamente meli, albicocchi, ciliegi, prugni, peschi o anche noccioli. Le foglie sono le prime a essere danneggiate, ma anche i frutti possono essere attaccati in presenza di un numero elevato di coleotteri adulti. In Svizzera, si presume che in particolare la maturazione e la raccolta delle ciliegie, delle albicocche e delle varietà precoci di prugne coincidano con il periodo di volo del coleottero giapponese, mentre la fase suscettibile di maturazione delle mele è probabilmente al di fuori del periodo di volo. Sono quindi particolarmente a rischio i frutti degli albicocchi, dei ciliegi non protetti da reti e delle varietà precoci di prugne.

Il coleottero giapponese può causare danni considerevoli alle **colture di bacche**. Gli adulti si cibano delle foglie e dei frutti di fragole, lamponi, more e mirtilli, compromettendo la capacità fotosintetica delle piante, nonché la resa e la qualità, e quindi la quantità di frutti commerciabili. I danni alle bacche mature sono particolarmente problematici. Inoltre, il raccolto è reso più laborioso perché i frutti danneggiati devono essere separati da quelli intatti.

La **vite** è una delle piante ospiti preferite dai coleotteri giapponesi adulti. In Italia è stata osservata la presenza di oltre 300 coleotteri giapponesi su un singolo ceppo di vite. I coleotteri riducono le foglie a strutture scheletriche traforate, mentre gli acini, per lo più acerbi, vengono raramente attaccati. Sebbene le viti adulte possano tollerare una certa quantità di danni fogliari, le viti giovani sono sensibili alla defogliazione. In generale, si può ipotizzare che l'infestazione da coleottero giapponese aumenti i costi di gestione e porti a perdite di resa e qualità.

Per tutti i rami della produzione agricola, le colture sensibili in prossimità dei luoghi di deposizione delle uova sono più a rischio di subire danni da parte dei coleotteri giapponesi adulti e il rischio è particolarmente elevato per le colture il cui periodo di raccolta coincide con il volo dei coleotteri.

L'eradicazione o il contenimento del coleottero giapponese e la lotta sistematica contro di esso sono possibili solo combinando diverse misure fitosanitarie preventive, meccaniche, fisiche, biologiche, biotecniche e chimiche. La prima e più importante di esse consiste nel prevenirne l'introduzione e la diffusione. A tal fine, è importante prestare attenzione al rientro da zone infestate e nell'acquisto di materiale vegetale a rischio. Nelle aree infestate, si consiglia inoltre di evitare di annaffiare le aree verdi durante il periodo di volo del coleottero giapponese. Il rischio di deposizione delle uova nei vasi e nelle aree sensibili può essere ridotto coprendo il terreno con materiale anti-insetto (p. es. fibre di cocco e altri materiali). Allo stesso modo, le reti per insetti possono evitare che le colture e le piante in vaso subiscano danni fogliari e impedire la deposizione delle uova. L'infestazione può essere ridotta meccanicamente e fisicamente mediante la lavorazione del suolo, la scelta del substrato, la cattura degli esemplari adulti, l'uso di sostanze repellenti come il caolino e l'adattamento mirato della disponibilità di piante ospiti in prossimità di colture sensibili. La lotta biologica svolge un ruolo centrale nella strategia di controllo del coleottero giapponese. Appare particolarmente promettente l'uso di microrganismi, tra cui soprattutto il batterio *Bacillus thuringiensis* var. *galleriae*,

ceppi di funghi entomopatogeni delle specie *Beauveria* e *Metarhizium*, nonché miceti altamente specializzati (=microsporidi) che indeboliscono il sistema immunitario delle larve e le rendono quindi più sensibili ad altri agenti patogeni. Si è dimostrato efficace anche l'uso di nematodi per contrastare le larve nel terreno. In condizioni favorevoli, la loro efficacia può superare il 90%. Negli ultimi cent'anni, negli Stati Uniti sono state introdotte oltre venti specie di parassitoidi esotici, ma solo tre di queste si sono insediate. Di particolare interesse per la Svizzera potrebbero essere la mosca *Istocheta aldrichi* e la vespa *Tiphia vernalis*. Anche se è stato dimostrato che i predatori indigeni, come ragni, uccelli e mammiferi, si nutrono di larve e adulti di coleotteri giapponesi, è difficile utilizzarli in modo mirato a causa del loro comportamento alimentare generalista. L'attrattivo sviluppato per il monitoraggio del coleottero giapponese può essere utilizzato anche nella lotta biotecnica al parassita mediante trappole di massa o in combinazione con reti trattate con insetticidi di lunga persistenza (=LLIN). I risultati iniziali di questi metodi di lotta sono promettenti ed entrambi possono essere utilizzati all'interno e all'esterno delle superfici coltivate. Infine, l'impiego di insetticidi convenzionali è un metodo semplice ed economico per contrastare in modo rapido ed efficace i parassiti. In particolare, in prove condotte in Italia, i principi attivi acetamiprid, deltametrina e fosmet hanno dimostrato una notevole efficacia contro i coleotteri adulti per contatto diretto e per contatto con superfici trattate una settimana prima (per i principi attivi autorizzati in Svizzera, si rimanda alle relative pagine web dell'[Ufficio federale della sicurezza alimentare e di veterinaria](#), USAV).

L'introduzione accidentale del coleottero giapponese e la sua progressiva diffusione rappresentano una delle maggiori sfide degli ultimi anni per il Servizio fitosanitario federale e i servizi cantonali competenti. Il coleottero giapponese non costituisce una minaccia soltanto per l'agricoltura, ma anche per le aree ricreative e i parchi pubblici e privati. A differenza di numerosi altri insetti nocivi introdotti di recente in Svizzera, il coleottero giapponese è presente in Nordamerica da oltre un secolo. Pertanto, si dispone di vaste conoscenze sulla sua biologia, la sua ecologia e le strategie di lotta. Vanno sottolineate due caratteristiche particolari: in primo luogo, oltre all'agricoltura, sono colpiti anche molti spazi ricreativi, parchi e giardini pubblici e privati; in secondo luogo, esiste una netta separazione spaziale tra la presenza di uova, larve e pupe e quella dei coleotteri adulti. Ciò significa che le misure fitosanitarie nell'habitat dei coleotteri adulti hanno scarse probabilità di successo se non si impedisce parallelamente la costante ricolonizzazione dalle aree dove sono presenti le larve, spesso difficilmente reperibili. **Lo sviluppo di strategie di protezione sostenibili deve quindi andare oltre l'appezzamento coltivato e consistere in una combinazione di misure diverse, anche se spesso queste, da sole, sono solo parzialmente efficaci. Le strategie di lotta integrate devono essere adattate alle colture, alle caratteristiche del paesaggio e alle piante ospiti presenti.**

In sintesi, riteniamo che le conoscenze acquisite negli Stati Uniti e, più recentemente, in Italia e in Ticino costituiscano una base preziosa per la lotta al coleottero giapponese. Tuttavia, attualmente è difficile delimitare le colture a rischio in Svizzera, stimare il potenziale di danno del coleottero giapponese su piccola scala e valutare il danno finanziario per l'economia e la società. Si presume comunque che **le superfici erbose irrigate, come i campi sportivi e da golf, le aree di produzione di tappeti erbosi, i parchi pubblici e i giardini privati saranno particolarmente infestati dalle larve. Inoltre, le colture sensibili vicine ai luoghi di ovideposizione saranno maggiormente a rischio di subire danni da parte dei coleotteri giapponesi adulti, soprattutto se il periodo del raccolto coincide con il periodo di volo.**

1 Introduzione

Originario dell'Asia nordorientale, il coleottero giapponese (*Popillia japonica*) è stato introdotto all'inizio del XX secolo negli Stati Uniti, dove si è ampiamente diffuso e si è insediato localmente anche in Canada. Mentre nel suo areale d'origine il coleottero giapponese è un parassita di scarsa rilevanza, in Nordamerica causa ogni anno danni per diverse centinaia di milioni di dollari (USDA, 2015). In Europa, questo scarabeide è stato rinvenuto per la prima volta negli anni 1970 nelle Azzorre, dove è tuttora presente nonostante le misure di eradicazione messe in atto. Nel 2014 l'Italia ha segnalato vicino a Milano un focolaio che non è stato possibile eradicare e dal quale questo organismo di quarantena ha continuato a diffondersi nonostante le misure di contenimento adottate. Di conseguenza, nel 2017 sono stati catturati per la prima volta esemplari di coleotteri giapponesi in territorio svizzero, a Stabio (TI), nelle vicinanze del confine. Il parassita ha rapidamente colonizzato il Ticino meridionale. Nel 2023 sono stati catturati coleotteri anche nel Cantone Vallese, a sud del Passo del Sempione. Una piccola popolazione isolata è stata individuata anche a Kloten (Zurigo) nel 2023, una nella regione di Basilea nel 2024 e altre nei Cantoni di Soletta e Svitto. Inoltre, dal 2021 sono stati catturati singoli individui lungo le principali vie di comunicazione a nord delle Alpi.

In Svizzera, come in Europa, il coleottero giapponese è regolamentato come organismo di quarantena prioritario. Esiste dunque l'obbligo di segnalazione e di lotta (OSaIV; [RS 0.916.20](#)). La presenza confermata del coleottero giapponese comporta quindi, a seconda della situazione, misure di eradicazione o di contenimento. Le attività umane, tra cui la circolazione di persone e merci e il commercio di prodotti vegetali, consentono la propagazione di coleotteri adulti, uova e larve su lunghe distanze. Inoltre, i coleotteri possono coprire diversi chilometri in volo attivo.

Nei capitoli seguenti approfondiamo la biologia e l'ecologia del coleottero giapponese nonché le basi giuridiche che lo regolamentano. Inoltre, valutiamo il pericolo che esso rappresenta per diverse colture e illustriamo misure di lotta contro questo organismo di quarantena attuate oggi come previsto dalla legge. Infine, presentiamo ulteriori misure di lotta attuate in aree di diffusione precedentemente colonizzate.

2 Biologia

Il coleottero giapponese (*Popillia japonica*) è stato descritto per la prima volta nel 1841 dall'entomologo inglese Edward Newman. Nell'ordine dei Coleoptera (coleotteri), questa specie appartiene alla famiglia degli scarabeidi (sottofamiglia Rutelinae), alla quale appartengono anche il maggiolino, il grande maggiolino di San Giovanni e la cetonia dorata (v. 2.1.5 Specie indigene di coleotteri simili). Il genere *Popillia* comprende più di 300 specie, la maggior parte delle quali è originaria dell'Africa e dell'Asia (EPPO, 2006; EFSA, 2023). Finora, il coleottero giapponese è l'unico rappresentante di questo genere presente nell'Europa centrale.

2.1 Morfologia



Figura 1: Fasi di vita del coleottero giapponese (© Doris Ortner, Spotteron, IPM-Popillia www.popillia.eu).

I coleotteri giapponesi adulti possono essere chiaramente identificati con un po' di pratica, mentre identificare uova, larve e pupe (Figura 1) è più difficile e richiede, oltre ai necessari strumenti ottici, ossia un buon microscopio binoculare (EPPO, 2006), anche conoscenze di entomologia.

2.1.1 Adulti



Figura 2: Coleottero giapponese adulto e confronto delle dimensioni (© Christian Schweizer & Christian Linder, Agroscope)

I coleotteri giapponesi adulti hanno un corpo di forma ovale, sono lunghi 8–12 mm (Figura 2) e complessivamente non superano le dimensioni di una moneta da cinque centesimi. Il capo e il pronoto sono di colore verde-oro metallizzato, mentre le elitre sono di un marrone ramato. L'addome, le antenne e le zampe sono nere lucide. **Sono caratteristici i cinque ciuffi di peli bianchi ai lati dell'addome e altri due sull'ultimo segmento addominale (all'estremità dell'addome se osservato dall'alto).** I singoli ciuffi sono nettamente separati l'uno dall'altro e formati da peli corti e setolosi. Non vanno confusi con i peli lunghi e fini, distribuiti in modo piuttosto diffuso, delle specie indigene come il maggiolino di San Giovanni e la carruga degli orti oppure con le macchie bianche dei maggiolini e delle cetonie dorate, che consistono di squame bianche ravvicinate. Le femmine sono generalmente più grandi dei maschi e il dimorfismo sessuale si evidenzia nella forma della tibia e del tarso delle due zampe anteriori (Figura 3). Lo sperone tibiale dei maschi (Figura 3a) è più appuntito e molto ricurvo verso l'esterno, i tarsi sono più corti e robusti di quelli delle femmine. Lo sperone tibiale delle femmine (Figura 3b) è meno incurvato fino a essere completamente diritto e nettamente arrotondato sulla punta (EPPO, 2006).

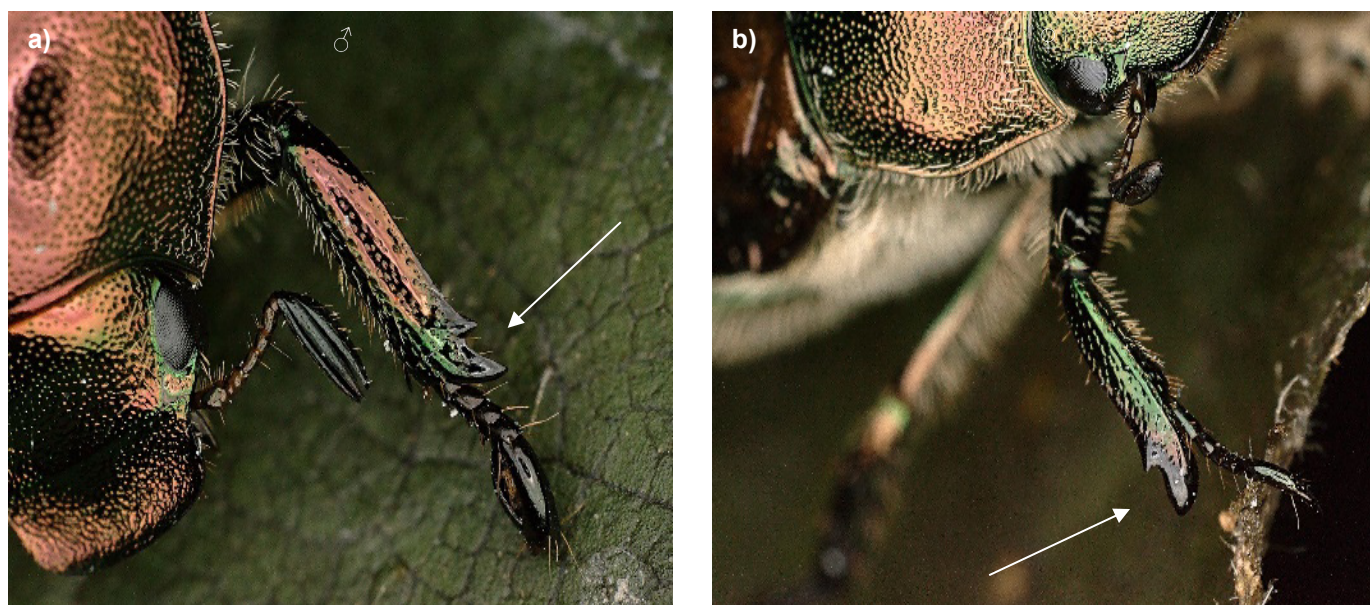


Figura 3: Sperone tibiale a) di un maschio e b) di una femmina di coleottero giapponese. Nel maschio (♂) lo sperone è appuntito e fortemente ricurvo verso l'esterno, mentre nella femmina (♀) è più arrotondato e meno ricurvo (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

2.1.2 Uova



Figura 4: Uova del coleottero giapponese (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Le dimensioni e la forma delle uova appena deposte è molto variabile. Possono essere sferiformi con un diametro di 1,5 mm, ellissoidi con 1,5 mm di lunghezza e 1,0 mm di larghezza o quasi cilindriche (Figura 4). Il colore varia da trasparente a bianco crema e la superficie esterna è caratterizzata da un motivo esagonale. Durante lo sviluppo embrionale il volume raddoppia e le uova assumono forma sferica (EPPO, 2006). Le sole caratteristiche morfologiche non consentono di attribuire inequivocabilmente le uova alla specie.

2.1.3 Larve

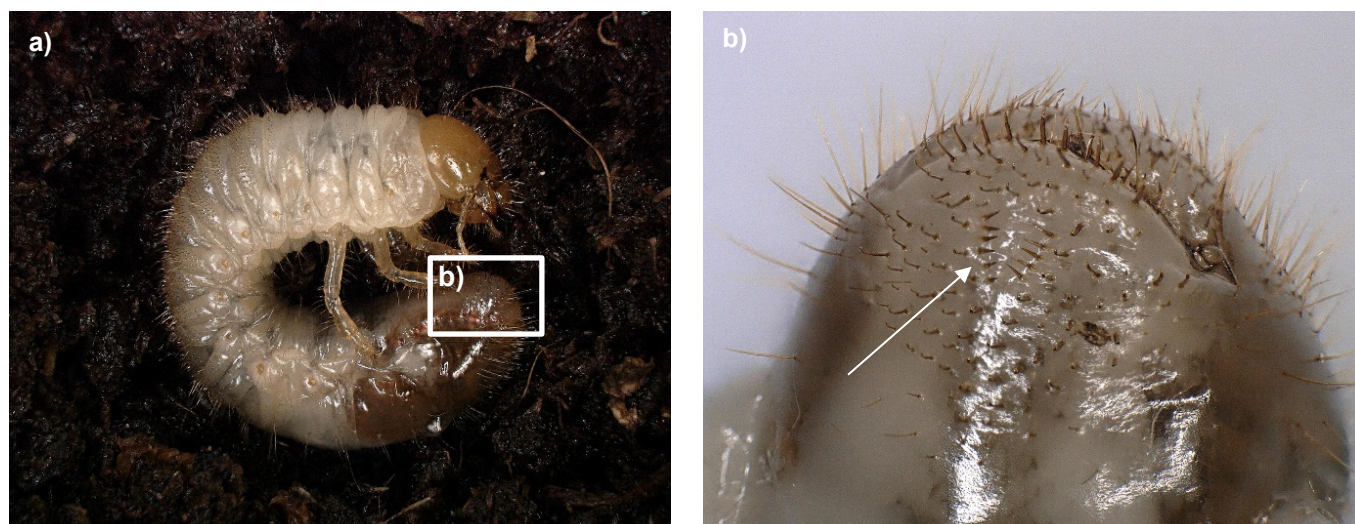


Figura 5: a) Larva ricurva a forma di C di coleottero giapponese al terzo stadio e b) vista dettagliata delle due file mediali di spine disposte in una forma a V (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Le larve degli scarabeidi si contraddistinguono per la tipica forma ricurva a C e il corpo biancastro. A seguito dell'attività trofica, la pelle sottile dell'estremità posteriore dell'addome lascia trasparire il materiale fecale, pertanto assume una colorazione grigio-nerastra. Le larve possiedono inoltre una capsula cefalica marrone nettamente staccata e fortemente rigida, con un apparato boccale ben visibile. Anche le tre parti sternali marroni sono ben visibili, chiaramente strutturate e perfettamente funzionanti. Le larve del coleottero giapponese (Figura 5a) passano attraverso tre stadi, nel primo dei quali sono lunghe solo 1,5 mm e poco colorate. La lunghezza dorsale del secondo stadio misura 1–2 cm e quella del terzo 2–3 cm.

Le larve possono essere chiaramente assegnate a una specie specifica sulla base delle file mediali di spine disposte in modo caratteristico sul lato ventrale dell'ultimo segmento addominale. Sono visibili solo con una potente lente d'ingrandimento o con un microscopio binoculare. Nella *P. japonica* si osservano **5–7 spine per lato, disposte in una forma a V** (Figura 5b). Si trovano direttamente davanti alla fessura anale, che attraversa trasversalmente e in linea retta l'estremità dell'addome. Questa caratteristica permette di distinguere chiaramente le larve di coleottero giapponese da quelle delle specie indigene (EPPO, 2006).

2.1.4 Pupe



Figura 6: Pupa del coleottero giapponese (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Lo sviluppo si completa con uno stadio di prepupa e la pupa. La prepupa è una larva pienamente sviluppata che ha cessato di alimentarsi e ha ridotto la sua attività a causa di cambiamenti fisiologici interni. Si differenzia dal terzo stadio larvale solo per il fatto che l'intestino è vuoto e l'estremità dell'addome è quindi di colore bianco, come il resto del corpo. Le pupe (Figura 6) del coleottero giapponese sono lunghe in media 14 mm e larghe 7 mm. Assomigliano ai coleotteri adulti, ma ali, zampe e antenne risultano ancora non funzionanti e sono aderenti al corpo. Il colore varia da crema, al marrone chiaro e, per finire, al verde metallico. I maschi si distinguono dalle femmine per la presenza, sui segmenti addominali posteriori, di un'eruzione trilobata che copre ventralmente i genitali in via di sviluppo. Questa caratteristica permette di distinguere i due sessi anche nello stadio pupale (EPPO, 2006).

2.1.5 Specie indigene di coleotteri simili

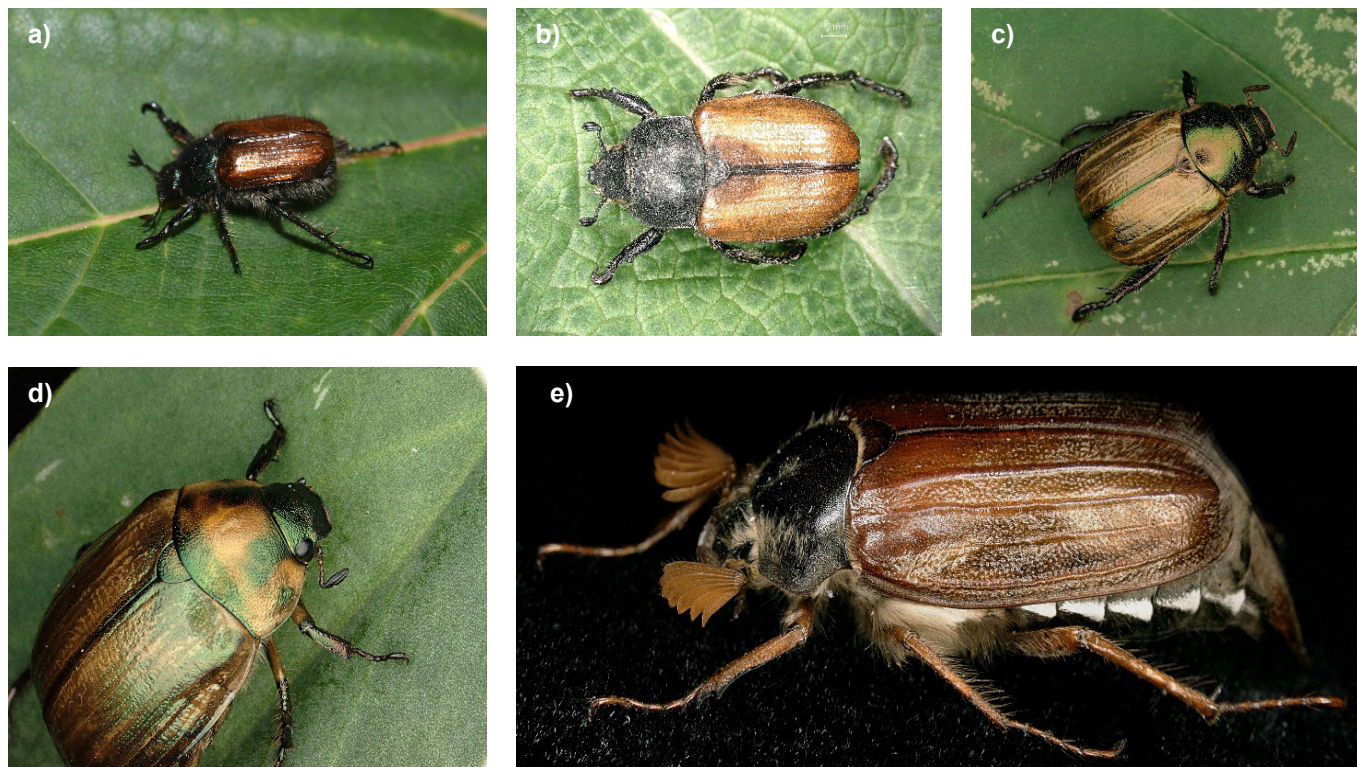


Figura 7: Diversi scarabeidi indigeni: a) carruga degli orti (*Phyllopertha horticola*), b) *Anisoplia villosa*, c) *Mimela junii*, d) *Anomala dubia* ed e) maggiolino comune (*Melolontha melolontha*) (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

I coleotteri giapponesi adulti si distinguono piuttosto facilmente dalla maggior parte degli scarabeidi indigeni (Figura 7). Per forma, colore e dimensioni, i più simili al coleottero giapponese sono la diffusa carruga degli orti (*Phyllopertha horticola*), l'ispido *Anisoplia villosa* e il raro *Mimela junii*. A differenza di queste specie (fig. 7a–c), *P. japonica* presenta tuttavia i caratteristici **cinque ciuffi di peli bianchi su ciascun lato dell'addome e altri due ciuffi sull'ultimo segmento addominale**. Un altro elemento distintivo è il caratteristico comportamento in presenza di una minaccia, **in quanto gli adulti divaricano un solo paio di zampe in caso di pericolo** (Figura 8). Questo comportamento è estraneo alle specie simili di coleotteri indigeni.



Figura 8: Quando si sente minacciato, il coleottero giapponese adulto divarica un solo paio di zampe (© Christian Schweizer, Agroscope).

2.2 Ciclo di vita e riproduzione

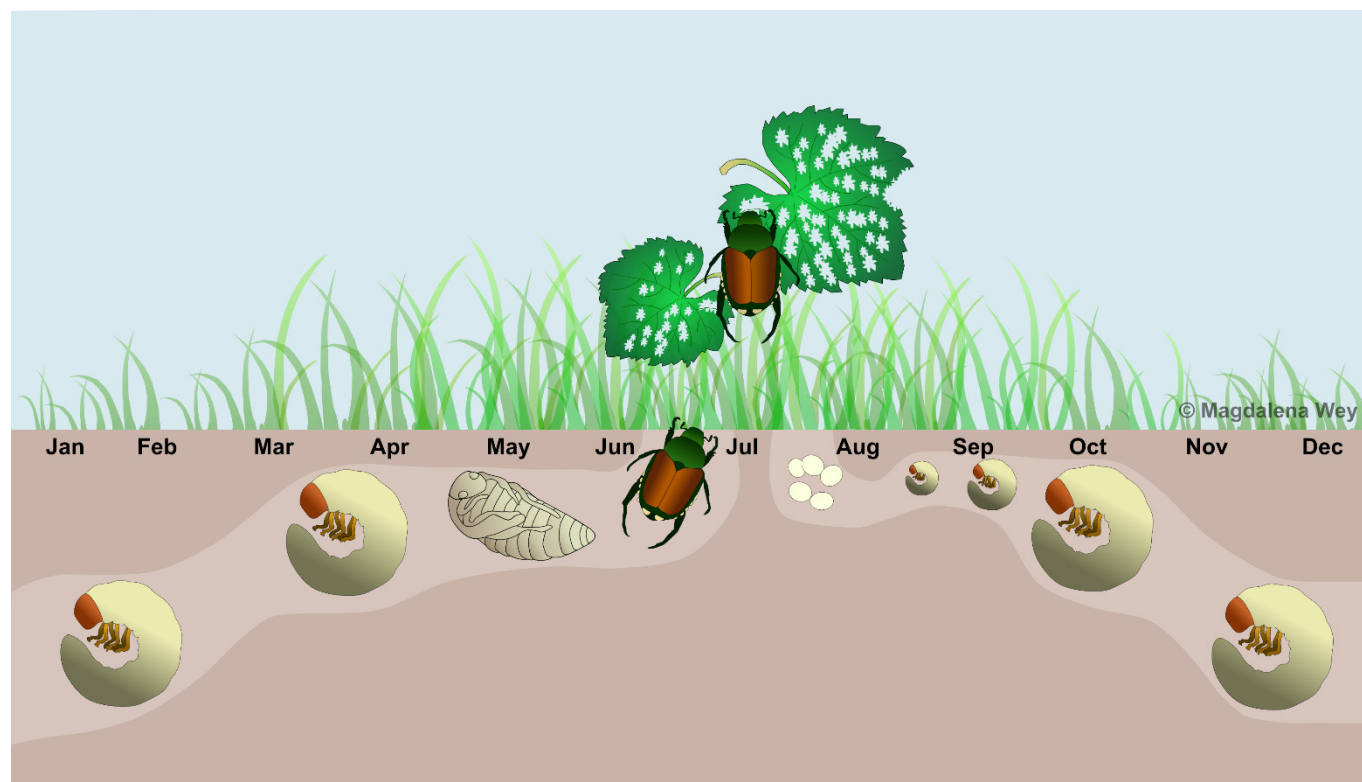


Figura 9: Ciclo di vita del coleottero giapponese (© Magdalena Wey, Agroscope).

Come tutti gli insetti, anche nel coleottero giapponese la temperatura esterna influenza la sopravvivenza, lo sviluppo, il ciclo di vita e la riproduzione dei singoli individui nonché la fenologia, la dinamica delle popolazioni e la distribuzione della specie (Régnière et al., 2012). Nella maggior parte della sua area di diffusione naturale e invasiva, *P. japonica* compie una generazione all'anno (Figura 9), mentre nelle regioni e negli anni più freddi il ciclo riproduttivo può durare due anni (EPPO, 2016). Anche in Svizzera si presume che il coleottero giapponese completi il suo ciclo vitale entro un anno nella maggior parte delle località di pianura.

Le femmine di coleottero giapponese possono accoppiarsi più volte e deporre complessivamente 40–60 uova durante l'estate. Solitamente **le uova vengono deposte in prati umidi o irrigati**, singolarmente o in piccoli gruppi privilegiando i terreni con un'umidità medio-alta. A questo scopo, le femmine scavano talvolta una sorta di cavità nei primi 10 cm del terreno (Potter & Held, 2002). Dopo circa due settimane le larve emergono e cominciano a cibarsi delle radici. La loro attività può modificare anche la struttura del suolo (MacLeod et al., 2024). La maggior parte delle larve fa la muta due volte prima dell'inverno e poi si ritira fino a 30 cm di profondità nel suolo per proteggersi dal freddo. Quando in primavera le temperature superano 12,8 °C, le larve terminano il periodo di ibernazione (Gilioli et al., 2022) e tornano nello strato radicale dove completano il loro sviluppo. Lo stadio di prepupa produce un bozzolo di terra in cui avviene l'impupamento. Le pupe sono ben mimetizzate in questo bozzolo e sono quindi difficili da individuare nel terreno. I coleotteri adulti sfarfallano dopo una o due settimane: i maschi lasciano il terreno per primi e le femmine hanno già uova mature (Régnière et al., 1981). Poco dopo lo sfarfallamento, i coleotteri iniziano a cibarsi di foglie, germogli e frutti di numerose piante ospiti e a riprodursi (EPPO, 2016).

Nelle aree attualmente colonizzate della Svizzera, il coleottero giapponese compie una generazione all'anno. La durata di vita degli adulti è solitamente di 4–6 settimane. I coleotteri adulti iniziano a volare e ad accoppiarsi in maggio e giugno. Il periodo di volo dura da metà maggio a settembre con un picco in luglio. I coleotteri sono attivi soprattutto a temperature comprese tra 20 e 35 °C, con poco vento e un'umidità dell'aria superiore al 60 %. La fenologia di *P. japonica* può essere prevista con l'aiuto di modelli (ad es. Régnière et al., 1981; Ebbenga et al., 2022b; Gilioli et al., 2022). L'inizio del volo degli adulti viene spesso calcolato sommando i gradi giorno medi a partire dal 1° gennaio, con il valore soglia inferiore di 15 °C e quello superiore di 21,7 °C (Ebbenga et al., 2022b). Secondo questo modello, il primo 10 % dei coleotteri adulti viene catturato nelle trappole fino a 257 °C gradi giorno sommati. Inoltre, tali calcoli

ipotizzano che, nelle regioni in cui la somma annuale dei gradi giorno con temperatura superiore a 10 °C è inferiore a 1422 °C, lo sviluppo larvale dura due anni. Nelle regioni più calde, invece, si compie una generazione all'anno.

I modelli matematici per l'Italia settentrionale indicano inoltre che la struttura della popolazione di *P. japonica* segue un modello logistico e quindi si sviluppa lungo una curva sigmoide (=a forma di S). Ciò significa che la popolazione di coleotteri giapponesi rimane piuttosto ridotta nei due-tre anni successivi alla colonizzazione iniziale, rendendo difficile il riconoscimento precoce del parassita. In seguito, la popolazione aumenta rapidamente negli habitat adatti e, 4–5 anni dopo la prima comparsa, si possono catturare in una trappola oltre duecento coleotteri adulti al giorno. Secondo questi modelli previsionali, la massima densità di popolazione di *P. japonica* in assenza di misure di lotta si raggiunge 7–8 anni dopo la colonizzazione (Gotta et al., 2023).

2.3 Piante ospiti e sintomi dei danni

Lo spettro di piante ospiti del coleottero giapponese comprende **più di 400 specie vegetali appartenenti ad almeno 79 famiglie** (EPPO, 2016; Tayeh et al., 2023; EPPO, 2024). Va notato, tuttavia, che i coleotteri adulti e le larve si nutrono di specie vegetali diverse. Per questo motivo approfondiamo prima lo spettro alimentare dei coleotteri adulti e i danni causati dalla loro attività trofica, poi descriveremo le piante ospiti delle larve e i sintomi di danno causati.

2.3.1 Piante ospiti preferite dagli adulti

Tra le piante ospiti dei coleotteri giapponesi adulti si annoverano le piante coltivate, le piante ornamentali e le piante selvatiche. Viti (*Vitis* spp.), drupacee (*Prunus* spp.), meli (*Malus* spp.), noccioli (*Corylus avellana*), more e lamponi (*Rubus* spp.), mirtilli (*Vaccinium* spp.), mais (*Zea mays*), soia (*Glycine max*), luppolo (*Humulus lupulus*), erba medica (*Medicago sativa*), fagioli (*Phaseolus vulgaris*) e asparagi (*Asparagus officinalis*) sono le piante coltivate più colpite. L'attività trofica dei coleotteri adulti interessa tuttavia anche numerose piante ornamentali molto diffuse come la rosa (*Rosa* spp.), il glicine (*Wisteria* spp.) e la vite canadese e americana (*Parthenocissus* spp.). Il coleottero si nutre anche del fogliame di arbusti indigeni, soprattutto aceri (*Acer* spp.), tigli (*Tilia* spp.), pioppi (*Populus* spp.), querce (*Quercus* spp.), olmi (*Ulmus* spp.), salici (*Salix* spp.) e prugnoli spinosi (*Prunus spinosa*). Inoltre, nelle aree europee infestate sono state rinvenute tracce di defogliazione anche su molte piante erbacee come l'ortica (*Urtica* spp.), l'enotera (*Oenothera* sp.) e la potentilla (*Potentilla* sp.) (EPPO, 2016).

2.3.2 Danni causati dagli adulti sulle piante ospiti

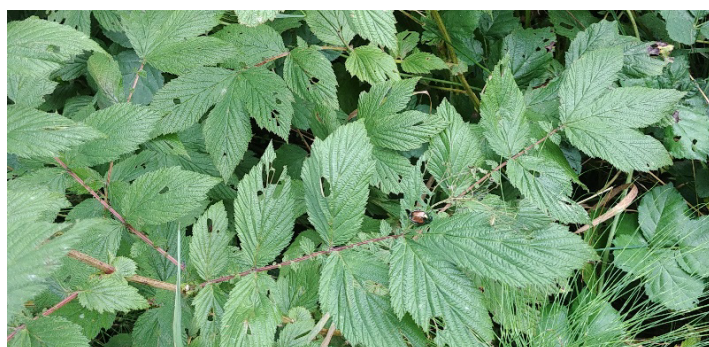
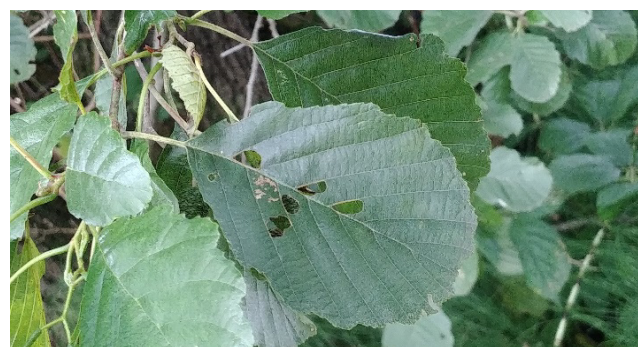


Figura 10: Danni alle foglie di diverse piante ospiti (© Mauro Jermini & Patrik Kehrli, Agroscope).

I **danni causati dall'attività trofica** dei coleotteri giapponesi adulti **sono facilmente riconoscibili, tuttavia aspecifici**, poiché anche altri insetti con un apparato boccale masticatore (ad es. altre specie di scarabeidi, crisomelidi (Chrysomelidae), bruchi) o anche le lumache possono provocare gli stessi sintomi. Tra i sintomi che lasciano presupporre la presenza di coleotteri giapponesi adulti vi sono i **fori sulle foglie delle piante ospiti** (Figura 10). Quando la densità di popolazione è elevata, tutti i tessuti tra le nervature della foglia possono essere consumati, il che può portare alla completa scheletrizzazione delle foglie, mentre le nervature rimangono intatte (=scheletro delle nervature). Le foglie fortemente danneggiate si imbruniscono rapidamente e, con il tempo, cadono. Sulle piante ospiti con foglie sottili e venature fini, così come sui petali dei fiori, i coleotteri mangiano parti intere e di forma irregolare. Anche i frutti mostrano sintomi di danno irregolari.

I **coleotteri si riuniscono spesso in gruppi e cominciano a consumare le foglie fresche in cima alla pianta**, poi infestano progressivamente le parti sottostanti (EPPO, 2016). A volte i coleotteri mangiano singole piante, lasciandole completamente spoglie, mentre le piante vicine non mostrano quasi tracce di attività trofica. La defogliazione indebolisce la pianta e può ridurre la quantità e la qualità del raccolto, mentre i danni su frutti e fiori hanno un impatto diretto sulla commerciabilità.

2.3.3 Piante ospiti preferite dalle larve

Lo spettro delle piante ospiti delle larve di coleottero giapponese è meno noto, poiché il loro sviluppo sotterraneo rende difficile determinare quali piante supportino il ciclo vitale delle larve. Di quali radici si cibino le larve dipende in primo luogo dalle varietà di piante presenti nelle immediate vicinanze del luogo di deposizione delle uova. **Tra le varietà più importanti nelle superfici inerbite** si annoverano la **festuca** (*Festuca* spp.), la **poa** (*Poa* spp.) e il **loglio** (*Lolium* spp.) (EPPO, 2016), tuttavia si presume che le larve possano cibarsi delle radici di molte graminacee e, occasionalmente, anche di piante erbacee. Inoltre, le femmine preferiscono deporre le uova in terreni umidi, ma non bagnati, e indisturbati. Le aree ideali per la deposizione delle uova sono quindi prati e pascoli umidi, superfici erbose irrigate e zone umide.

2.3.4 Danni causati dalle larve sulle piante ospiti



Figura 11: Attività trofica delle larve di coleottero giapponese in un prato, con conseguente ingiallimento e diradamento del manto erboso (© Servizio fitosanitario cantonale, Cantone Ticino).

Le larve del coleottero giapponese danneggiano le radici delle loro piante ospiti, ma i sintomi dell'attività trofica sono aspecifici, come per gli adulti. Assomigliano in particolare all'alimentazione larvale del maggiolino (*Melolontha* spp.). I segni della presenza di larve di coleottero giapponese nel terreno sono l'apparizione di chiazze di erba brunastra che si allargano con il tempo (Figura 11). Inizialmente si assiste a un diradamento del manto erboso accompagnato da ingiallimento o avvizzimento dell'area. In caso di stress idrico, queste superfici erbose possono anche deperire completamente a fine estate o a inizio autunno. In presenza di una forte infestazione, la cotica erbosa si stacca e si solleva facilmente come un tappeto, poiché le radici sono completamente separate dalle parti superficiali della pianta. Nelle specie vegetali sensibili, i sintomi dell'infestazione sono visibili già a partire da 15-20 larve per m² (Crutchfield et al., 1995). In altre specie vegetali, invece, non è possibile riconoscere alcuna infestazione anche con 600 larve per m². In generale i danni sono meno visibili con un'irrigazione e una concimazione sufficienti nonché a temperature più basse (Crutchfield et al., 1995).

Quando la densità delle larve nel suolo è molto elevata, gli animali selvatici come cinghiali, tassi e corvi che cercano le larve nei prati causano danni indiretti ben visibili (EPPO, 2016). Questi danni secondari sono spesso più importanti di quelli provocati dalle larve. Sono particolarmente a rischio i prati e i pascoli umidi, gli impianti sportivi e ricreativi irrigati, come i campi da calcio, i campi da golf, gli ippodromi, i campeggi, le piscine all'aperto, i parchi e i giardini, i vivai nonché gli appezzamenti in cui si producono tappeti erbosi e i pascoli irrigati.

2.4 Antagonisti naturali

Negli anni 1920 la fauna degli antagonisti naturali del coleottero giapponese nella sua area di distribuzione asiatica è stata studiata approfonditamente per identificare delle specie da importare negli Stati Uniti per la lotta biologica classica. In Giappone sono state trovate sette specie di parassitoidi che attaccano *P. japonica*, tra cui cinque specie della famiglia delle mosche tachinidi, che parassitano esclusivamente i coleotteri adulti, e due parassitoidi larvali della famiglia dei Tachinidi (Ditteri) e degli Scolidi (Imenotteri), che attaccano le larve. Di questi parassitoidi, tre specie di tachinidi erano relativamente comuni, precisamente *Istocheta aldrichi*, *Hamaxia incogrua* e *Prosenia siberita*, la prima delle quali aveva il più alto tasso di parassitizzazione (Clausen et al., 1927; Clausen et al., 1933). Sono predatori noti le formiche (Formicidae) e i carabidi (Carabidae), poiché sono stati osservati mentre si cibano di uova e larve (Terry et al., 1993; Zenger & Gibb, 2001). Inoltre, i coleotteri adulti e le larve vengono mangiati da varie specie di uccelli, tra cui i corvi (*Corvus* spp.), gli storni (Sturnidae) e i gabbiani (Laridae). Anche le talpe (Talpidae), i cinghiali (Suidae) e presumibilmente i tassi e le volpi si cibano delle larve nel suolo (Sim, 1934). Inoltre, i coleotteri e le larve sono suscettibili ai microrganismi entomopatogeni, ad esempio i funghi dei generi *Metarhizium*, *Beauveria* e *Ovavesicula*, nonché i batteri dei generi *Paenibacillus* e *Rickettsia*. Le larve sono inoltre attaccate da nematodi entomopatogeni dei generi *Steinernema*, *Heterorhabditis* ed *Hexamermis* (Figura 12) (CABI, 2022).



Figura 12: Larve di coleottero giapponese attaccate da un nematode del genere *Hexamermis* (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

2.5 Presenza e diffusione

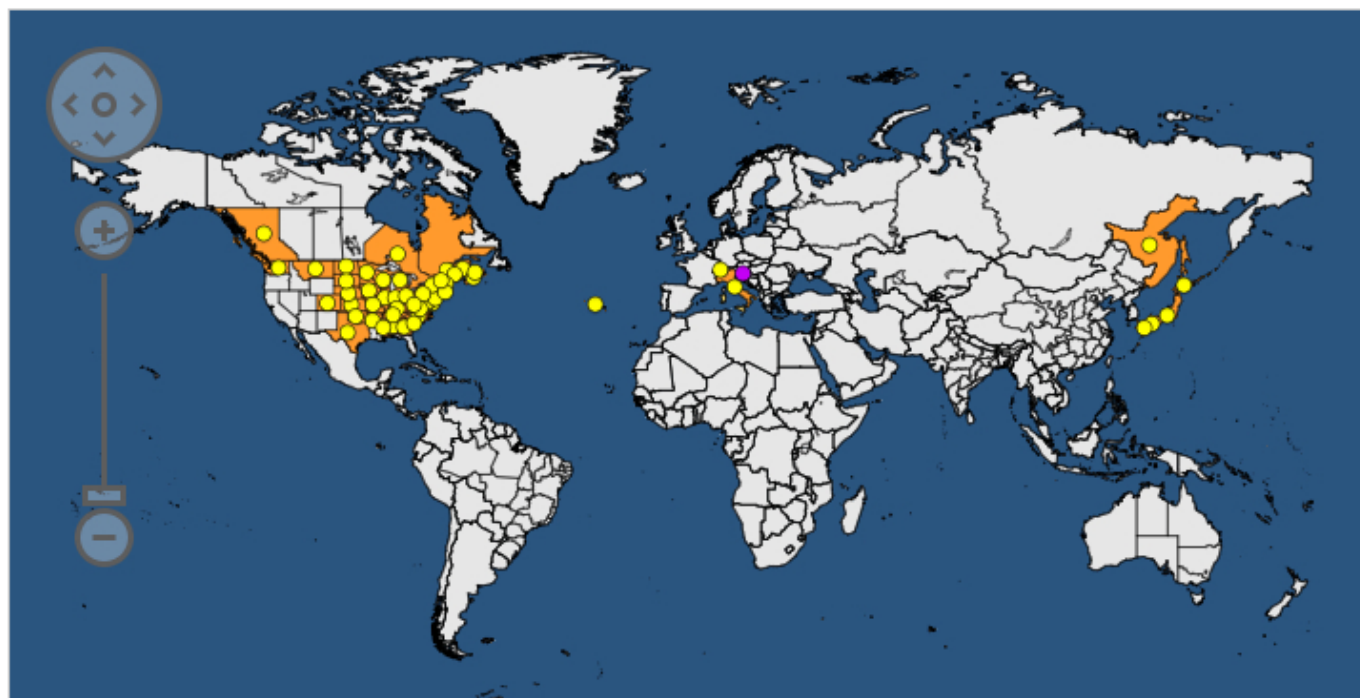


Figura 13: Mappa di distribuzione globale del coleottero giapponese, in cui la risoluzione regionale è imprecisa in quanto i singoli Paesi e Stati federali hanno un unico colore (© EPPO Global Database, ultimo aggiornamento 7.11.2024, <https://gd.eppo.int/taxon/POPIJA/distribution>).

Il coleottero giapponese è originario del Giappone settentrionale e delle isole Curili russe. In seguito all'introduzione antropica, il coleottero giapponese si è insediato in Nordamerica, nelle Azzorre e, più recentemente, nell'Italia settentrionale, da dove ha colonizzato la Svizzera meridionale (Figura 13) (EPPO, 2024). Ci sono inoltre segnalazioni non confermate in Vietnam (2011), Bhutan (2015), Cina, Taiwan e Corea del Sud (2020) (Streito & Chartois, 2022), sebbene la segnalazione coreana non sia stata confermata nonostante un'indagine approfondita. Si tratta quindi probabilmente di un caso di confusione con la specie affine *Popillia quadriguttata*. Anche le segnalazioni in Cina sono considerate non valide o inaffidabili (EPPO, 2016). In generale, si ritiene che *P. japonica* possa essere presente in tutte le regioni in cui la temperatura media del suolo, a una profondità compresa tra 0,5 e 1 metro, si colloca tra 17,5 e 27,5 °C e non scende sotto -9,4 °C in inverno (CABI, 2022). **L'Europa centrale sembra quindi essere particolarmente adatta**, mentre i Paesi dell'Europa settentrionale sono meno esposti al rischio di infestazione (Borner et al., 2023).

Negli Stati Uniti, il coleottero giapponese è stato rinvenuto per la prima volta nel 1916 in un vivaio del New Jersey. Ad eccezione della Florida, oggi il coleottero giapponese è ampiamente diffuso in tutti gli Stati orientali, mentre in Canada la sua presenza è limitata alle regioni meridionali dell'Ontario e del Québec. Nei primi anni 1970, *P. japonica* è stata identificata per la prima volta sull'isola portoghese di Terceira, nelle Azzorre. Oggi si è estesa a nove isole delle Azzorre. **Nell'Europa continentale la presenza del coleottero giapponese è stata segnalata per la prima volta nel 2014**, quando è stato dichiarato un focolaio nel «Parco naturale lombardo della Valle del Ticino», nell'Italia settentrionale. Circa 180 esemplari adulti sono stati raccolti vicino a Turbigo su una striscia lunga 2 km. Sebbene non si conosca la via di introduzione, il luogo del ritrovamento si trova nelle immediate vicinanze dell'aeroporto di Milano Malpensa e di una base aerea americana, il che suggerisce che questi coleotteri giapponesi siano stati importati con l'aereo (EPPO, 2016). Da allora, questa popolazione si è diffusa in tutta l'Italia settentrionale e ha raggiunto la Svizzera tre anni dopo.

Il coleottero giapponese è stato catturato sul suolo svizzero per la prima volta nel 2017 a Stabio, comune ticinese di frontiera. Da allora, il numero di insetti catturati è aumentato rapidamente e la popolazione si è estesa verso nord, raggiungendo nel 2024 anche alcune aree del piano di Magadino. Nel 2023 sono state catturate per la prima volta diverse migliaia di coleotteri anche nel Cantone Vallese, a sud del Passo del Sempione. È presumibile che questa popolazione sia migrata naturalmente dall'Italia settentrionale. Sempre nel 2023 è stata scoperta una piccola popolazione isolata a Kloten, nel Cantone di Zurigo. Nel 2024, altre piccole popolazioni isolate sono state rinvenute nella

regione di Basilea e nei Cantoni di Soletta e Svitto. Inoltre, è stata rilevata una piccola popolazione nell'area di Briga-Visp, nel Cantone Vallese. A nord delle Alpi, singoli individui, probabilmente trasportati come «passeggeri clandestini», sono stati ripetutamente catturati nelle trappole installate dal 2021 nel quadro della sorveglianza del territorio. Alla fine della stagione 2024, tuttavia, è emerso da successive verifiche che si trattava di rinvenimenti isolati.

Anche se le analisi sull'origine genetica dell'invasione di coleotteri giapponesi negli Stati Uniti non sono del tutto conclusive, molti indizi lasciano presumere che le diverse invasioni abbiano avuto origine nel Giappone centrale o settentrionale. Diversi lignaggi giapponesi sono stati introdotti negli Stati Uniti negli ultimi cent'anni (Nardi et al., 2024). Inoltre, le informazioni genetiche indicano che i coleotteri invasivi delle Azzorre provengono dal sud-est del Nordamerica, mentre in Italia gli individui sono stati introdotti dalla regione nord-orientale del Nordamerica (Strangi et al., 2024). Pertanto, le **popolazioni delle Azzorre e dell'Italia settentrionale hanno avuto origine molto probabilmente da due introduzioni indipendenti** (Nardi et al., 2024).

2.6 Diffusione naturale

La **maggior parte dei voli di individui adulti di *P. japonica* copre brevi distanze inferiori al chilometro** (EFSA, 2023). Nonostante ciò, negli Stati Uniti pochi coleotteri marcati sono stati rinvenuti fino a 3,2 chilometri di distanza dal loro luogo di rilascio (Fleming, 1972), mentre in Italia alcuni individui marcati hanno volato per 12 km in un giorno (Lessio et al., 2022). Tuttavia, la maggior parte dei coleotteri giapponesi adulti è stata catturata in un raggio compreso tra 1 e 7 km dal luogo di rilascio dopo una settimana, in linea con gli studi condotti negli Stati Uniti (Hamilton, 2003). Negli Stati Uniti la propagazione del parassita dal punto di introduzione è stata stimata tra i 3,2 e i 24 km all'anno, mentre l'area d'infestazione nelle Azzorre si è inizialmente ampliata di circa 2 km all'anno. (EPPO, 2016). **In Italia la velocità di diffusione è stimata a 4,5–13,8 km all'anno**, fermo restando che è direttamente proporzionale all'idoneità dell'habitat (Gilioli et al., 2024).

2.7 Diffusione attraverso attività umane

Attraverso le attività umane, il coleottero giapponese ha percorso notevoli distanze in breve tempo (Borner et al., 2024). **Un particolare pericolo di disseminazione di coleotteri adulti come «passeggeri clandestini» è rappresentato dalle persone che tornano dalle aree infestate con mezzi motorizzati, nonché da merci e beni importati dalle aree infestate** (Hamilton, 2003; USDA, 2015; EPPO, 2016). I primi ritrovamenti di *P. japonica* avvengono dunque spesso nei pressi di aeroporti, stazioni, aree di servizio autostradali, aree di movimentazione di container, porti, campeggi e centri di smistamento merci (Borner et al., 2024). Sporadicamente sono stati introdotti individui anche con i raccolti, ad esempio nella frutta importata. Le uova e le larve, invece, sono disseminate soltanto con il trasporto del terriccio e il commercio di rotoli di tappeto erboso o di materiale vegetale con la terra.

3 Aspetti del diritto fitosanitario

La Convenzione internazionale per la protezione dei vegetali stipulata nel 1951 [RS 0.916.20](#) (*International Plant Protection Convention*, IPPC) pone le basi della «cooperazione internazionale per lottare contro gli organismi nocivi ai vegetali e ai prodotti vegetali e contro la loro diffusione internazionale». La Convenzione è stata firmata e ratificata da 185 parti contraenti nel mondo. L'IPPC è stata riconosciuta come convenzione internazionale dall'Organizzazione mondiale del commercio (*World Trade Organisation*, WTO) che è responsabile di stabilire le norme fitosanitarie e di armonizzare le misure fitosanitarie che riguardano il commercio. Oltre che dall'IPPC, la salute dei vegetali è disciplinata anche dall'Accordo tra la Confederazione Svizzera e la Comunità europea sul commercio di prodotti agricoli [RS 0.916.026.81](#), che prevede tra l'altro la creazione di uno spazio unico relativamente alla salute delle piante. Ciò comporta l'abbattimento delle barriere commerciali, preservando la sicurezza fitosanitaria, di conseguenza numerose disposizioni e basi giuridiche relative alla salute delle piante sono molto simili in Svizzera e nell'UE.

I coleotteri giapponesi sono classificati come organismi di quarantena prioritari sia nell'UE (EFSA, 2018, 2023) sia in Svizzera (art. 4 dell'ordinanza del 31 ottobre 2018 sulla salute dei vegetali, OSaIV, [RS 916.20](#)). Un organismo di quarantena è un organismo nocivo particolarmente pericoloso, che può arrecare danni economici, sociali o ecologici potenzialmente ingenti nel territorio minacciato dalla sua presenza, dove non è ancora stato rinvenuto o non è ampiamente diffuso. Per questo motivo sono importanti le misure preventive, tra cui il controllo delle merci alla frontiera per prevenire l'importazione di tali organismi. Anche la sorveglianza della situazione fitosanitaria, per esempio con la sorveglianza del territorio (art. 18 OSaIV [RS 916.20](#)), è una misura importante per riconoscere tempestivamente focolai di organismi di quarantena. Una volta rinvenuto, l'organismo di quarantena sottostà a misure ufficiali di lotta. Alcuni organismi di quarantena sono classificati come prioritari poiché possono causare danni potenzialmente molto ingenti. Inoltre, gli organismi di quarantena sottostanno all'obbligo di segnalazione e di lotta.

Sono generalmente due le strategie cui si ricorre per contrastare gli organismi di quarantena:

- se il parassita viene scoperto in un momento in cui sembra ancora possibile debellarlo, si persegue la **strategia di eradicazione** (art. 13 OSaIV [RS 916.20](#));
- se invece si constata che l'eradicazione non è più possibile, viene perseguita la **strategia di contenimento** il cui obiettivo è prevenire, o per lo meno rallentare l'ulteriore diffusione dell'organismo nocivo. Un altro obiettivo della strategia di contenimento è la riduzione dei danni causati (art. 16 OSaIV [RS 916.20](#)).

Se la presenza di un organismo di quarantena è confermata da un laboratorio designato dal Servizio fitosanitario federale (art. 11 OSaIV [RS 916.20](#)), devono essere adottate tutte le misure ufficiali di lotta. L'ufficio federale competente, d'intesa con i servizi cantonali, stabilisce le misure e la strategia da adottare.

4 Prevenzione, riconoscimento precoce e sorveglianza

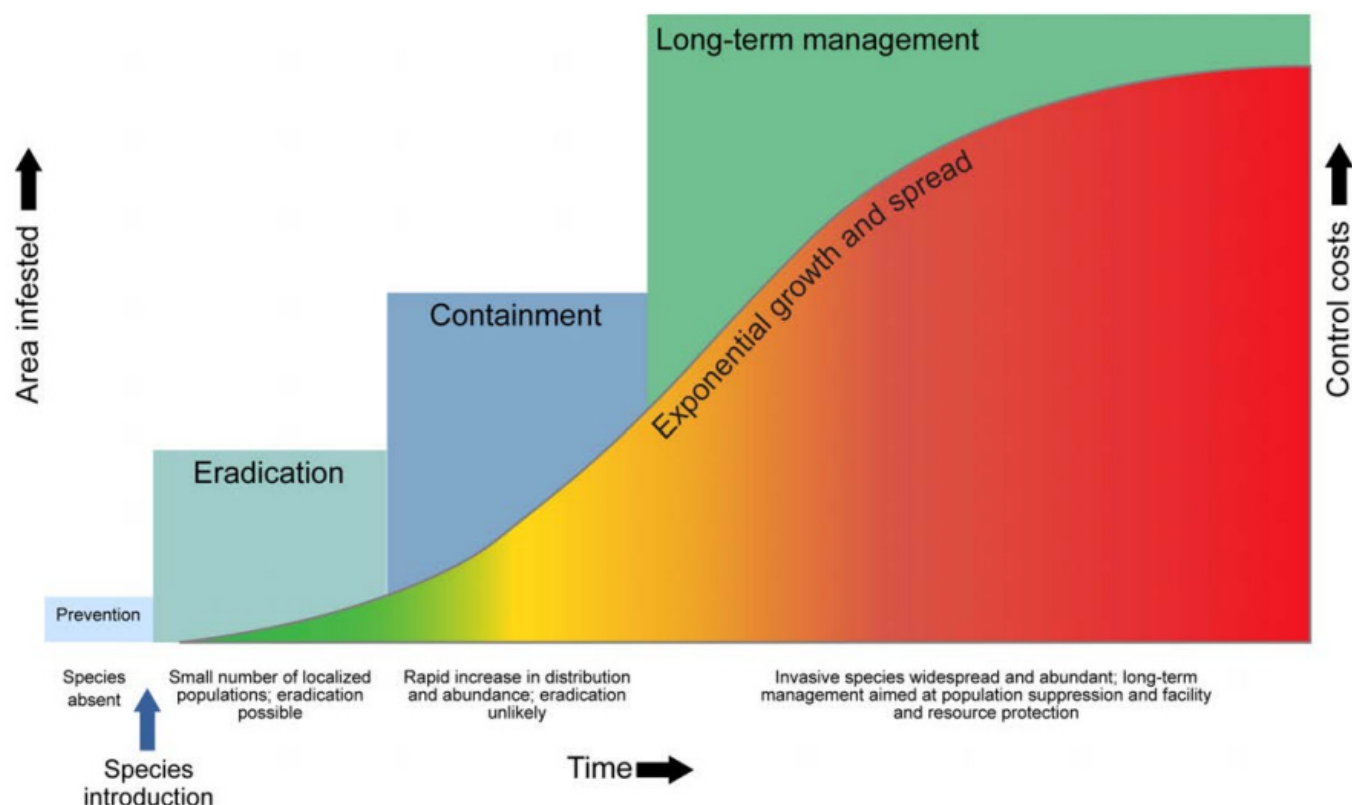


Figura 14: Curva d'invasione di un organismo nocivo invasivo con dinamiche di popolazione e prospettive di lotta (© United States Government Accountability Office (GAO) 2015. AQUATIC INVASIVE SPECIES Additional Steps Could Help Measure Federal Progress in Achieving Strategic Goals. GAO-16-49. <https://www.gao.gov/products/gao-16-49>).

Le basi giuridiche consentono di stanziare fondi pubblici per adottare misure contro *P. japonica*. Queste misure sono efficaci in momenti diversi dalla comparsa del parassita. Quanto più precocemente vengono adottate le misure nelle fasi di introduzione e diffusione, tanto più sono efficienti in termini di costi (Figura 14).

- Assenza: prevenzione dell'introduzione e sorveglianza per il riconoscimento precoce.
- Numero esiguo di individui e popolazioni locali: indagine di delimitazione e monitoraggio, prevenzione della propagazione, misure di eradicazione.
- Crescita della popolazione: indagine di delimitazione e prevenzione della propagazione, misure di eradicazione.
- Vasta diffusione con elevata densità: gestione a lungo termine.

Per la sorveglianza e il monitoraggio (=termine per indicare la sorveglianza di un'area in cui l'organismo in questione è stato identificato) nelle diverse situazioni vengono applicati e osservati standard internazionali (EPPO, 2016; EFSA, 2020; IPPC, 2021, 2024) che descrivono il livello di conoscenze e il consenso internazionali anche relativamente al metodo ottimale di sorveglianza e diagnostica. Ciò consente una sorveglianza efficace e il raffronto internazionale dei risultati.

La **prevenzione dell'introduzione** si concentra sulle vie di propagazione risultanti dalla diffusione naturale e dalle attività umane (v. 2.6 Diffusione naturale, 2.7 Diffusione attraverso attività umane e 6.1 Misure preventive) e, in particolare, sui potenziali punti d'ingresso individuati su queste basi di *P. japonica* in Svizzera. Ne conseguono le seguenti misure e attività, basate sui rischi:

- scambi commerciali: legislazione con vincoli per determinati prodotti;

- controllo delle importazioni: controllo sistematico delle merci provenienti da Paesi terzi che rappresentano un rischio per l'importazione di *P. japonica*;
- informazioni ai privati: i privati sottostanno all'obbligo legale di prevenire la propagazione e la popolazione viene regolarmente sensibilizzata.

La **sorveglianza per il riconoscimento precoce** (o **sorveglianza del territorio**) è una sorveglianza coordinata e basata sul rischio attuata a livello nazionale mediante trappole con esca (v. [4.1](#) Trappole con esca). Viene messa in opera durante il periodo di volo degli adulti nelle zone dove *P. japonica* è ritenuta assente. La collaborazione tra il Servizio fitosanitario federale e i servizi cantonali segue i principi dell'Organizzazione europea e mediterranea per la protezione delle piante EPPO (2016) e dell'Autorità europea per la sicurezza alimentare EFSA (2023). Vengono sorvegliati i siti che presentano un rischio elevato di comparsa del coleottero giapponese a causa della sua diffusione naturale o della sua introduzione attraverso le attività umane (siti a rischio). Poiché la circolazione di persone e di merci in particolare è una delle principali cause di diffusione, i siti a rischio comprendono le aree di servizio autostradali e i luoghi in prossimità di stazioni ferroviarie, aeroporti, autoporti/parcheggi per camion, centri di smistamento, zone di trasbordo e centri commerciali (Borner et al., 2024). Nel 2024 sono state collocate e regolarmente controllate più di 250 trappole con esca per il riconoscimento precoce nelle aree della Svizzera in cui il coleottero giapponese non è presente. Nell'ambito del riconoscimento precoce si rinuncia invece a effettuare ispezioni visive (v. [4.2](#) Controlli visivi) e prelevare campioni di suolo (v. [4.3](#) Campioni di suolo), poiché è molto limitata la probabilità di rinvenire visivamente individui in piccole popolazioni e una tale misura sarebbe sproporzionata rispetto al notevole dispendio di tempo che richiederebbe.

Il riconoscimento precoce è importante per una lotta tempestiva ed efficace contro *P. japonica*. La probabilità di successo dell'eradicazione aumenta in misura decisiva se il coleottero giapponese viene rinvenuto prima che si propaghi su vasta scala.

L'**indagine di delimitazione** è una forma di sorveglianza che consente di determinare il più rapidamente possibile l'estensione di un'infestazione da coleottero giapponese dopo la conferma della presenza di uno o più individui. Crea la base di dati per la delimitazione dell'area in cui vengono poi disposte e attuate misure di controllo adeguate. A seconda della fase del ciclo di vita del coleottero giapponese e delle dimensioni stimate della popolazione, si ricorre a trappole con esca, ispezioni visive o campioni di suolo. Nella selezione dei siti per questi controlli, si considera l'ambiente circostante, che può estendersi fino a sei chilometri attorno al luogo di ritrovamento. La localizzazione dei siti a rischio, delle vie di comunicazione e degli habitat particolarmente idonei in quest'area consente una sorveglianza efficace e basata sul rischio, tenendo sempre conto dei comportamenti tipici del coleottero giapponese.

Il **monitoraggio** serve come base per

- eventuali adeguamenti dell'area delimitata,
- la sorveglianza del numero di coleotteri presenti nel focolaio d'infestazione e della dinamica della popolazione,
- la verifica dell'efficacia delle misure,
- la verifica dell'assenza degli organismi nocivi dalla zona cuscinetto immediatamente adiacente all'area infestata.

Per il monitoraggio si ricorre a tutte le possibilità di sorveglianza del coleottero giapponese. I coleotteri giapponesi adulti possono essere individuati in superficie mediante ispezioni visive delle piante ospiti o trappole con esca. Per rinvenire le larve, invece, è necessario un campionamento dello strato superficiale del suolo, poiché esse si trovano esclusivamente nel terreno.

4.1 Trappole con esca



Figura 15: Trappole con esca per la sorveglianza di coleotteri giapponesi adulti (© Joana Weibel, Agroscope).

Le trappole con esca (Figura 15) facilitano il rinvenimento dei coleotteri giapponesi grazie alla loro efficacia in un raggio di diverse centinaia di metri (EPPO, 2016). Attraggono gli esemplari adulti con un attrattivo che contiene il feromone sessuale femminile ('Japonilure' [(R,Z)-5-(1-decencyl)-dihydro-2(3H)-furanone]) e sostanze di segnalazione vegetali (=caïromoni; fenilproprionato + eugenolo + geraniolo in proporzione 3:7:3). Le trappole attirano sia i coleotteri maschi che quelli femmine. I coleotteri volano verso le trappole e cadono attraverso un imbuto in un contenitore dal quale non possono più uscire. Anche se la trappola è molto efficace, non riuscirà mai ad attirare e catturare tutti i coleotteri nei paraggi. A seconda della situazione, le trappole con esca vengono installate in siti selezionati con obiettivi diversi (riconoscimento precoce, delimitazione, cattura di massa). Esse consentono di identificare localmente singoli coleotteri e piccole popolazioni e, nel caso di popolazioni stabili, forniscono informazioni sul periodo di volo e sull'evoluzione delle dimensioni della popolazione nel corso degli anni. Dal momento che la loro attrattività promuove il rischio che il coleottero giapponese si diffonda ulteriormente, vengono installate solo su ordine dei servizi cantonali o federali competenti. I coleotteri catturati nelle trappole con esca sono generalmente rappresentativi della presenza e del rapporto tra i sessi della popolazione (Legault et al., 2024), quindi sono uno strumento attendibile per la sorveglianza.

Di seguito sono descritti i criteri generali da osservare nell'installazione di una trappola con esca. Questi criteri si basano sulle raccomandazioni dell'EPPO (2016) e dell'EFSA (2023).

4.1.1 Posizionamento delle trappole

L'ubicazione e le distanze tra le trappole si adeguano alla situazione. In generale si presume che una **distanza inferiore a 200 m non sia indicata** né opportuna per effettuare una sorveglianza ben ripartita spazialmente (EPPO, 2016). Inoltre, le trappole dovrebbero essere collocate a una distanza di 3–7,5 m dalle piante ospiti per evitare che i coleotteri attirati dalla trappola si posino sulle piante. Sarebbe ideale posizionare le trappole in luoghi soleggiati, poiché la luce diretta del sole favorisce la diffusione dell'attrattivo e quindi ne aumenta l'efficacia. L'altezza ideale dell'imbuto per un'accessibilità ottimale da parte dei coleotteri è di 30-60 cm dal suolo nel caso di prati o alberi ad alto fusto e all'altezza delle piante ospiti come le rose o le viti.

4.1.2 Utilizzazione e controllo delle trappole

L'attrattivo è efficace per un massimo di tre mesi. Se le trappole dovessero rimanere installate più a lungo, sarebbe opportuno sostituire l'attrattivo appena prima del picco di volo in luglio per ottenere la massima efficacia possibile. L'intervallo di controllo di una trappola dipende dal tipo e dallo scopo della sorveglianza e dalla necessità di ottenere più o meno rapidamente informazioni per eventuali provvedimenti da adottare. In generale la **sorveglianza mediante le trappole viene attuata durante il periodo di volo del coleottero giapponese da metà maggio a settembre**, solitamente con un intervallo di controllo di due settimane, che per il riconoscimento precoce viene intensificato durante il picco di volo in luglio. Per l'indagine di delimitazione, i controlli sono più frequenti poiché è necessario ottenere rapidamente ulteriori informazioni sulla propagazione di questo organismo di quarantena. I servizi cantonali competenti notificano regolarmente le tempistiche del controllo e il numero di coleotteri catturati al Servizio fitosanitario federale in base all'obbligo di notifica.

4.1.3 Siti non idonei alla posa delle trappole

Il bosco non è un luogo idoneo alla posa delle trappole, poiché non costituisce un habitat ideale per il coleottero giapponese. Lo sviluppo delle larve nei suoli boschivi è subottimale e la gamma di piante ospiti è limitata (Langford et al., 1940; Tayeh et al., 2023). Inoltre, l'efficacia degli attrattivi è limitata dalla fitta vegetazione.

Le zone umide costituiscono siti ad alto rischio poiché offrono prevalentemente condizioni ideali per lo sviluppo delle larve e consentono solo limitatamente di adottare misure di lotta. Di conseguenza, in generale non vi vengono collocate trappole con esca per evitare di attirare coleotteri dalle vicinanze, a meno che non si avvalori il sospetto che i coleotteri giapponesi siano già presenti in queste zone.

4.2 Controlli visivi

Il controllo visivo è una forma di ispezione puntuale e basata sui rischi. Segue le raccomandazioni dell'EPPO (2016) e dell'EFSA (2023). In generale non si procede a un'ispezione completa delle aree da esaminare, bensì sono selezionati siti specifici dove è più probabile rinvenire coleotteri giapponesi. Ciò è dovuto al fatto che i coleotteri giapponesi possono essere rinvenuti visivamente quasi sempre solo a partire da una determinata densità di individui. Se la densità è troppo bassa, il dispendio di tempo per i controlli visivi è sproporzionato.

I luoghi in cui è probabile individuare anche visivamente i coleotteri giapponesi sono le piante ospiti preferite nelle immediate vicinanze di un luogo di ritrovamento, di un luogo ideale per l'ovideposizione o in siti a rischio. Viene effettuato un controllo visivo anche nei luoghi in cui non possono essere collocate trappole o prelevati campioni di suolo. I controlli visivi non sono necessari all'interno di aree boschive poiché sinora non vi sono stati rinvenuti coleotteri giapponesi.

Nell'esecuzione dei controlli visivi è importante considerare le condizioni ambientali che influenzano l'attività del coleottero giapponese. In generale l'osservazione dovrebbe avvenire in condizioni di sole e di assenza di vento, in modo che i coleotteri non si nascondano. Con temperature inferiori a 21 °C l'attività di volo si riduce, quindi i coleotteri sono rinvenibili soprattutto sulle piante ospiti (Kreuger & Potter, 2001).

I danni fogliari sono un valido indizio per verificare se i coleotteri giapponesi sono presenti sulla pianta o nelle immediate vicinanze (v. 2.3.2 Danni causati dagli adulti sulle piante ospiti). **Le sole tracce di defogliazione non dimostrano la presenza di *P. japonica*, poiché alcuni insetti erbivori indigeni producono danni simili.** La presenza di *P. japonica* può essere accertata in modo definitivo e sicuro solo se sono osservati individui adulti sulla pianta.

4.3 Campioni di suolo



Figura 16: Campione di suolo per individuare larve di coleottero giapponese (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Dal momento che i coleotteri giapponesi adulti e le loro larve colonizzano habitat diversi, è necessario identificare le superfici infestate per adottare misure di lotta mirata contro le larve. Tuttavia, il fatto che le larve vivono nascoste nel suolo delle superfici erbose rende molto difficile rinvenire il coleottero giapponese nei suoi stadi giovanili. Inoltre, ciò è possibile solo estraendo e selezionando accuratamente i campioni di suolo, il che richiede tempo e lavoro. Attualmente non esistono alternative affidabili al prelievo di campioni di suolo. Sono in corso ricerche sia sull'uso di cani da fiuto che snidano le larve di coleottero giapponese sia su approcci biologici-molecolari attraverso il rilevamento di materiale genetico nell'ambiente (=eDNA) (Milián-García et al., 2023).

Il metodo classico di campionamento del suolo (Figura 16) è indicato solo se si ipotizza la presenza di una vasta popolazione di larve in un'area. Purtroppo, non è possibile utilizzare come indicatori i danni causati dall'attività trofica in superficie, poiché la cotica erbosa di prati umidi è visibilmente danneggiata solo a partire da un centinaio di larve per metro quadrato. Tuttavia, se i sintomi dell'infestazione da larve sono visibili o se si osservano danni secondari causati da predatori, come il dissodamento a opera dei cinghiali o lo scalzamento dei corvi (v. [2.3.4](#) Danni causati dalle larve sulle piante ospiti), vi sono buoni motivi per cercare le larve in modo mirato e prelevare campioni di suolo. Anche grossi assembramenti di coleotteri adulti sulle piante ospiti possono indicare la presenza di siti adatti allo sviluppo delle larve nelle vicinanze.

Il prelievo di campioni su una superficie può essere casuale o distribuito lungo transetti. Sono da preferire le aree marginali (p. es. nei pressi delle siepi, che possono aver attirato gli esemplari adulti) e umide (non impregnate d'acqua), dove è maggiore la probabilità di rinvenire larve.

Poiché le larve molto giovani sono difficili da individuare, i campioni devono essere prelevati quando gran parte della popolazione di larve ha raggiunto almeno il secondo o, meglio, il terzo stadio larvale. Fino a quando il terreno non si è raffreddato con l'inizio dell'inverno, le larve possono ancora essere trovate nello strato superiore del suolo. In primavera, inoltre, è importante non aspettare lo stadio pupale prima di scavare, poiché le pupe si trovano in un

bozzolo di terra mimetizzato con il substrato circostante. Il periodo ideale è prima dell'inverno, da metà settembre circa fino al calo netto delle temperature, e nella primavera successiva, tra marzo e aprile.

Il metodo per prelevare campioni di suolo è molto semplice: con una vanga si ritaglia un quadrilatero di circa 20 cm x 20 cm e una profondità anch'essa di circa 20 cm e lo si pone su un telo di plastica. La cotica erbosa e poi il terreno scavato devono essere accuratamente setacciati con le mani. Le larve rinvenute vengono raccolte e immerse in acqua bollente (riscaldata con un fornello da campeggio) per circa dieci minuti. Questo passaggio impedisce alle larve di annerirsi dopo la morte, così che le spine disposte nella caratteristica forma a V rimangono meglio visibili (Figura 5b). I campioni possono essere conservati in alcol al 70% fino alla loro identificazione.

Teoricamente è possibile determinare con metodi statistici il numero di campioni di suolo che dovrebbero essere prelevati per unità di superficie per rilevare effettivamente una popolazione larvale (IPPC, 2008), ma in pratica queste raccomandazioni sono spesso inattuabili, poiché comporterebbero il prelievo di diverse centinaia o migliaia di campioni, a seconda della superficie. Come regola di massima, un numero di circa 50 campioni sulla superficie di un campo da calcio è sufficiente per trovare larve in un'area moderatamente infestata (circa il 5% dell'area presenta danni da attività trofica delle larve). Per infestazioni molto basse (0,1%), invece, sarebbero necessarie migliaia di campioni. Per questo motivo, come menzionato in precedenza, non è giustificabile cercare le larve se si prevedono basse infestazioni, come nel caso di piccole popolazioni poco dopo l'introduzione. Si parla di forte infestazione in presenza di 250–500 larve/m², vale a dire che un campione di 20x20x20 cm di terreno porta alla luce circa 10–20 larve.

4.4 Sensibilizzazione dell'opinione pubblica

Gruppi d'interesse competenti, come i produttori/le produttrici o gli amanti della natura, distinguono abbastanza facilmente i coleotteri giapponesi adulti da altre specie di coleotteri indigeni (v. [2.1.5 Specie indigene di coleotteri simili](#)). Il primo focolaio nell'Europa continentale, precisamente nel Parco naturale lombardo della Valle del Ticino, è stato scoperto grazie alla segnalazione di un naturalista per hobby (EPPO, 2016). È dunque importante sensibilizzare questi gruppi di persone sul coleottero giapponese per individuarne tempestivamente la presenza. Le esperienze compiute negli Stati Uniti dimostrano che lo sviluppo e la realizzazione di una campagna di sensibilizzazione dell'opinione pubblica sono decisivi per il successo di programmi di eradicazione (USDA, 2015). Le misure di sensibilizzazione (Figura 17) dovrebbero rivolgersi in particolare a persone che si occupano di piante e prodotti vegetali nonché alle autorità e a gruppi d'interesse responsabili delle aree o degli habitat a rischio elevato, p. es. vivai, campi sportivi, campi da golf, parchi e punti d'entrata e di uscita da un territorio. Per attuare tali misure si può ricorrere, per esempio, ad articoli su riviste specializzate, internet, app sul cellulare e workshop con agricoltori e agricoltrici, proprietari terrieri, giardinieri, entomologi dilettanti ecc. Inoltre, vengono redatte schede tecniche con immagini e testi che facilitano il riconoscimento e l'identificazione del coleottero giapponese.

Nel quadro di questo lavoro di sensibilizzazione viene indicato a chi notificare eventuali ritrovamenti. Chi rinviene coleotteri giapponesi al di fuori delle aree infestate è tenuto a **notificare immediatamente la sua osservazione, se possibile corredata di fotografie, al [servizio cantonale](#) competente**.



**Aiutateci a proteggere
la Svizzera dal coleottero
giapponese!**

Coleottero giapponese (*Popillia japonica*)
Un insetto che minaccia gli spazi verdi,
i boschi e le colture



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale dell'agricoltura UFAG
Ufficio federale dell'ambiente UFAM
Servizio fitosanitario federale SFF

GRAZIE!

Figura 17: [Opuscolo dell'Ufficio federale dell'agricoltura sul coleottero giapponese.](#)

5 Danni economici e colture a rischio



Figura 18: Rosa infestata da coleotteri giapponesi (© Tanja Graf, Agroscope).

Le larve e gli adulti del coleottero giapponese possono causare ingenti danni economici alle piante coltivate e ornamentali. L'Unione europea ha classificato il coleottero giapponese come il secondo principale organismo di quarantena per le piante coltivate indigene dopo il batterio *Xylella fastidiosa* (Sanchez et al., 2019). I danni primari sono causati dai coleotteri adulti che si cibano di foglie, fiori e frutti. Si ritiene che la vite, le drupacee, le pomacee, vari tipi di bacche nonché il mais, la soia, il luppolo, i fagioli e gli asparagi siano le piante coltivate più a rischio in Svizzera. Ma l'attività trofica dei coleotteri adulti colpisce anche le piante ornamentali come la rosa (Figura 18), il glicine e la vite canadese e americana. Le stime del potenziale di danno sono generalmente incerte.

Poiché le larve si nutrono preferibilmente delle radici di graminacee nei prati e nei pascoli umidi e nelle superfici erbose irrigate, il coleottero giapponese è il parassita dei prati attualmente più diffuso negli Stati Uniti. Tuttavia, anche le radici del mais, della soia o delle fragole possono essere infestate, con conseguenti perdite di raccolto o, addirittura, la morte delle piante.

Negli Stati Uniti si stima che la lotta intercolturale contro le larve e gli adulti costi ogni anno oltre 460 milioni di dollari. Le perdite dovute alle sole larve ammontano a 234 milioni di dollari all'anno, di cui circa un terzo viene speso per la lotta e il resto per la sostituzione delle superfici erbose infestate (USDA, 2015). In assenza di misure di lotta efficaci, il potenziale danno agronomico causato dal coleottero giapponese in caso d'infestazione nell'Unione europea viene stimato fino a 2,4 miliardi di euro l'anno da Sanchez et al. (2019), mentre Straubinger et al. (2022), tenendo conto degli scenari peggiori e migliori, stimano la perdita per colture come mais, soia, mele, pesche, ciliegie e uva tra i 30 milioni e i 7,8 miliardi di euro. I danni economici colpiscono in particolare i Paesi vitivinicoli come Francia e Italia. Per la Svizzera, nel 2019 l'Ufficio federale dell'agricoltura ha previsto, sulla base di pareri di esperti, perdite di

rendimento imputabili al coleottero giapponese dell'ordine di decine o addirittura centinaia di milioni di franchi svizzeri all'anno.

Di seguito forniamo una valutazione del potenziale di danno per le singole filiere produttive, tenendo conto che **le colture in prossimità dei siti di ovideposizione sono particolarmente a rischio di danni causati da coleotteri giapponesi adulti**.

5.1 Campi sportivi e altre superfici erbose



Figura 19: Campo sportivo a) infestato da larve di coleottero giapponese e b) dove gli adulti sfarfallano (© Servizio fitosanitario cantonale, Cantone Ticino).

I danni alle superfici erbose (Figura 19) sono causati esclusivamente dalle larve di *P. japonica* che si cibano in prevalenza di radici di graminacee. Le femmine preferiscono deporre le uova in superfici con un sottosuolo umido, nel quale le larve hanno un'elevata probabilità di sopravvivenza (Potter et al., 1996). Per questo motivo, popolazioni particolarmente numerose di larve possono formarsi nelle superfici erbose irrigate di impianti sportivi, campi da golf, parchi e giardini privati. Il danno a queste aree non è affatto marginale, bensì ha un impatto economico significativo. Si stima che nei soli Stati Uniti la sostituzione delle superfici erbose infestate costi oltre 150 milioni di dollari all'anno (USDA, 2015).

Il danno si manifesta in due modi diversi. In primo luogo, le larve del coleottero giapponese danneggiano direttamente il tappeto erboso cibandosi delle radici. Ad alte densità di popolazione, nel prato si formano dapprima macchie gialle e successivamente «nidi» di cotica erbosa danneggiata, brunastra (Potter, 1998). Alle nostre latitudini, danni simili sono causati dai maggiolini degli orti nei campi da golf (Strasser et al., 2005). In secondo luogo, le larve sono una preda ambita per corvi, cinghiali, tassi e volpi. Quasi un secolo fa è stato osservato che **i danni secondari, causati dall'attività di scavo dei predatori, possono essere notevolmente più gravi del danno primario provocato dalle larve** (Sim, 1934).

I danni alle superfici erbose sono principalmente di natura estetica, ma il ripristino delle aree danneggiate è molto oneroso. Inoltre, il terreno irregolare e la mancanza di stabilità della cotica erbosa aumentano il rischio di infortuni sui campi sportivi (Potter, 2003). Non va peraltro sottovalutato il fatto che i prati infestati possono diventare luoghi ideali allo sviluppo delle larve in caso di misure di eradicazione e di contenimento.

5.2 Campicoltura



Figura 20: Infestazione da coleottero giapponese su a) mais e b) soia (© Giselher Grabenweger e Tanja Graf, Agroscope).

I coleotteri giapponesi sono talora rinvenuti in numero elevato nelle colture arabili (Figura 20), come il mais o la soia. Il mais può essere infestato dalle larve di coleottero giapponese, di cui in genere si constata una presenza numerosa nelle zone marginali dei campi di mais coperte da erbacce (Figura 20a). In singoli casi economicamente irrilevanti, l'attività trofica sulle radici porta le piante ad assumere il tipico portamento «a collo d'oca» dovuto al piegamento degli steli che riprendono a crescere con una curvatura alla base. In aree fortemente infestate, è stato altresì osservato che i coleotteri adulti possono accumularsi sulle punte delle pannocchie e consumare la «barba del mais» se la fioritura coincide con il periodo di volo, il che può compromettere la fecondazione delle pannocchie (Fleming, 1972; Edwards, 1999). **Secondo studi recenti, tuttavia, i danni sarebbero stati sovrastimati negli studi precedenti e il danno economico sarebbe da temere solo se il danno sulla barba del mais coincidesse con altri fattori nocivi, come lo stress da calore o siccità (Edwards, 1999).**

La soia, di cui il coleottero giapponese è un parassita frequente, è una delle principali colture arabili negli Stati Uniti (Hammond, 1994). Così come per il mais, anche per la soia si ipotizza che i danni causati dal coleottero giapponese siano stati sovrastimati in studi meno recenti. La soglia di danno economico viene solitamente raggiunta solo quando la presenza del coleottero giapponese è concomitante a quella di altri insetti nocivi (Ribeiro et al., 2022). Inoltre, può essere raggiunta sporadicamente se le foglie sono seriamente danneggiate poco prima della raccolta delle fave di soia (Shanovich et al., 2019).

5.3 Orticoltura



Figura 21: Coleotteri giapponesi su una foglia di melanzana (© Luca Jelmini, Servizio fitosanitario cantonale, Cantone Ticino).

Diverse colture orticole rientrano tra le piante ospiti del coleottero giapponese (Fleming, 1972; EFSA, 2023). Le principali sono fagioli, mais dolce, pomodori, melanzane (Figura 21), asparagi e rabarbaro (Regione Piemonte, 2019; Tayeh et al., 2023; EPPO, 2024). Quando i coleotteri adulti sono numerosi, secondo Tayeh et al. (2023) sono a rischio anche cavoli, piselli, carote, meloni, zucche, cetrioli, sedano e indivia. **L'elevato numero di colture e la loro coltivazione su piccola scala nelle tipologie più svariate di paesaggio rendono particolarmente difficile valutare correttamente l'effettivo potenziale di danno del coleottero giapponese per l'orticoltura.**

I danni causati dagli adulti si manifestano nella rosura delle foglie. Da un lato, questo indebolisce le piante e ne inibisce la crescita; dall'altro, i danni causati al raccolto ne precludono la commerciabilità. Quando non paga selezionare le piante indenni, la perdita può colpire intere aree, con conseguenti perdite economiche pesanti. Inoltre, commercianti e consumatori non tollerano la presenza di coleotteri adulti sui prodotti. I residui di organismi animali sono un problema importante, soprattutto negli ortaggi trasformati come gli spinaci o i piselli, poiché i coleotteri non vengono riconosciuti ed eliminati dalle macchine per la raccolta e durante le fasi di lavorazione.

Le superfici erbose umide e soleggiate sono preferite per l'ovideposizione (Potter & Held, 2002), ma anche le aree orticole irrigate con un suolo soffice possono essere adatte per deporvi le uova durante i mesi estivi asciutti (Fleming, 1972). La scelta del luogo di deposizione delle uova determina la fonte di cibo per le larve, che sono sedentarie, e le radici degli ortaggi possono essere danneggiate, portando alla morte delle piante e al diradamento della coltura. A causa dello stile di vita sotterraneo delle larve, c'è il rischio che la loro presenza venga scoperta solo quando la coltura è gravemente danneggiata e le misure adottate non sono più efficaci (Fleming, 1972). L'attività trofica sugli ortaggi a radice ne deteriora la qualità e rende invendibile il raccolto.

5.4 Frutticoltura



Figura 22: Prugne infestate da coleotteri giapponesi (© a) Tanja Graf, Agroscope, b) Giovanni Dal Zotto, Università di Verona).

La maggior parte delle specie di frutta coltivate in Svizzera sono piante ospiti di *P. japonica*. Meli, albicocchi, ciliegi, prugni (Figura 22), peschi o anche noccioli possono essere fortemente infestati dai coleotteri adulti (Fleming, 1972; Regione Piemonte, 2019; Shanovich et al., 2021). Inoltre, *P. japonica* può servirsi di cotogni e castagni come piante ospiti (Fleming et al., 1934). I peri sembrano meno interessanti, poiché vengono infestati solo sporadicamente da individui adulti (Fleming, 1972). Una perdita di massa fogliare fino al 50 % in caso di forte infestazione nuoce inoltre alla crescita dei germogli delle piante ospiti l'anno successivo (Fleming, 1972). Nelle colture frutticole il coleottero giapponese infesta prima le foglie, ma ad alta densità di popolazione può cibarsi anche dei frutti e danneggiarli (Fleming et al., 1934; Hawley & Metzger, 1940). Mentre uno studio condotto da Pires e Koch (2020) sulla varietà di mele SweetTango ha mostrato che i coleotteri non danneggiano la buccia delle mele intatte, negli Stati Uniti sono stati osservati alcuni danni da rosura sulle mele (Fleming et al., 1934; Hawley & Metzger, 1940). In generale i coleotteri adulti preferiscono la frutta matura o danneggiata (Smith, 1923; Fleming et al., 1934).

L'EFSA stima che il potenziale danno economico causato dal parassita sulle drupacee può raggiungere fino al 20 % di perdita del raccolto se si verificano le seguenti condizioni: alta densità di popolazione, lungo periodo di volo, impiego limitato di reti di copertura e scarsa disponibilità di prodotti fitosanitari efficaci (EFSA, 2023). Sulla base delle esperienze maturate negli Stati Uniti e in Italia e tenendo conto delle pratiche agricole (raccolta precoce), si stima che nelle regioni europee di coltivazione delle drupacee si possa verificare una perdita di raccolto del 5% (Korycinska & Baker, 2017; EFSA, 2023). Un'ulteriore stima quantifica il danno potenziale annuo di *P. japonica* in assenza di misure di lotta a 140 000 franchi nelle colture di ciliegie (Straubinger et al., 2022). Secondo la nostra valutazione, tuttavia, è possibile che il danno potenziale sia sottostimato per le ciliegie e sovrastimato per le mele, poiché valutiamo i periodi di maturazione delle colture frutticole a rischio e il periodo di volo del coleottero giapponese diversamente da Straubinger et al. (2022). In Svizzera, si può generalmente ipotizzare che la maturazione e la raccolta di ciliegie, albicocche e di specie precoci di prugne coincidano con il periodo di volo del coleottero giapponese, il che rende le colture particolarmente suscettibili ai danni. D'altro canto, in Svizzera la fase di maturazione delle mele suscettibile agli attacchi del coleottero giapponese adulto è presumibilmente al di fuori del suo periodo di volo. Si può quindi supporre che i frutteti, in particolare gli albicocchi, i ciliegi non protetti da reti e varietà precoci di prugne, siano a rischio di infestazione con danni ai frutti. Riteniamo improbabili i danni diretti a mele, pere, nocciole, mele cotogne o castagne, tuttavia, la massa fogliare di queste colture potrebbe essere gravemente danneggiata in singoli casi.

Sino ad oggi, non ci sono prove nella letteratura scientifica che le larve del coleottero giapponese si sviluppino su larga scala nel sottosuolo degli alberi da frutto e vi causino danni diretti. Si presume quindi che i frutteti non ubicati in prossimità di luoghi idonei alla proliferazione di larve di *P. japonica* siano a basso rischio.

5.5 Colture di bacche

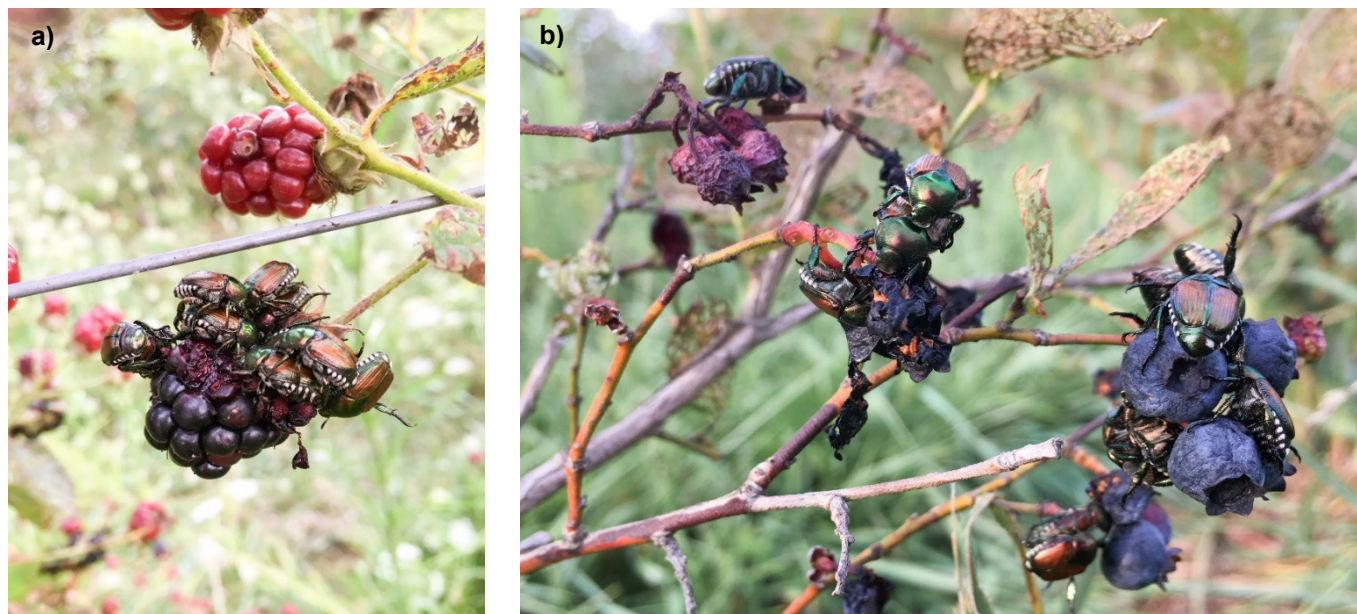


Figura 23: a) More e b) mirtilli infestati da coleotteri giapponesi (© Tanja Graf, Agroscope).

I coleotteri giapponesi causano danni ingenti alle piante da bacca come le fragole, i lamponi, le more e i mirtilli (Figura 23). I coleotteri adulti si cibano di foglie e di frutti compromettendo la capacità fotosintetica delle piante e la percentuale di frutti commerciabili può ridursi notevolmente. L'attività trofica sulle bacche mature è particolarmente problematica, poiché riduce notevolmente non solo la resa, ma anche la qualità, con conseguenti perdite di mercato. In colture fortemente infestate, il raccolto è spesso inutilizzabile, poiché i frutti danneggiati non sono più commerciabili (Burkness et al., 2022). Per i produttori e le produttrici in regioni con coltivazioni intensive di bacche e una forte infestazione, tali danni possono essere economicamente devastanti, poiché la coltura è spesso orientata a standard di qualità elevati e le perdite sono difficilmente compensabili. Inoltre, la raccolta dei frutti è più laboriosa poiché i frutti danneggiati devono essere separati da quelli intatti. La rimozione manuale dei coleotteri, unita a onerose misure di controllo, costituisce un ulteriore aggravio e un aumento dei costi di produzione.

Il periodo di volo dei coleotteri giapponesi coincide con il periodo di raccolta di molte specie di bacche (Bushway et al., 2008; Burkness et al., 2020). **In questo periodo la presenza dei coleotteri adulti può essere massiccia e causare danni ingenti.** Se si ricorre a misure di protezione, come la copertura con reti o i trattamenti con prodotti fitosanitari, la perdita potenziale di raccolto nelle colture di bacche è stimata al 15 % (Santoiemma et al., 2021; EFSA, 2023).

5.6 Viticoltura



Figura 24: Viti infestate da coleotteri giapponesi (© Tanja Graf e Joana Weibel, Agroscope).

La vite (*Vitis vinifera* L.) è una delle piante ospiti preferita dal coleottero giapponese (Klein, 2022). Tra giugno e luglio nei vigneti italiani infestati si osserva un numero elevato di adulti (Figura 24). In Piemonte sono già stati contati 200–300 coleotteri per ceppo, con picchi di oltre 1000 individui adulti (Bosio et al., 2022). Il potenziale di danno per la viticoltura italiana è stato stimato a circa 50 milioni di euro all'anno, che rappresentano il 75 % del danno totale a livello nazionale (Straubinger et al., 2022). Da un sondaggio socioeconomico è emerso che i viticoltori italiani prevedono maggiori costi di gestione e presumono che un'ulteriore propagazione del coleottero comporterà almeno moderate perdite di resa e di qualità per la maggior parte dei vigneti (Straubinger et al., 2023). Si stima che un'infestazione di coleotteri giapponesi riduca il reddito netto annuo in media di 2727 euro per ettaro, di cui 1715 euro sono dovuti ai costi più elevati di manodopera e il resto a perdite di resa (966 euro) e a ulteriori misure fitosanitarie (47 euro). Anche se la coltivazione potrà continuare nella maggior parte dei vigneti, i viticoltori e le viticoltrici intervistati ritengono probabile l'abbandono della coltivazione in più di un quarto degli appezzamenti per motivi economici. Tuttavia, il sondaggio ha rilevato anche che i viticoltori e le viticoltrici colpiti valutano la robustezza delle loro viti superiore rispetto a quella delle viti dei colleghi non colpiti (Straubinger et al., 2023).

Negli Stati Uniti, il picco di volo del coleottero giapponese coincide con l'invaiaura (BBCH 83). Nei vigneti particolarmente a rischio la superficie fogliare può ridursi anche del 50 % (Hammons et al., 2010a). Una perdita fogliare limitata fino al 6,5 % non ha ripercussioni dirette sulla crescita dei germogli, la resa e la qualità dell'uva (Boucher & Pfeiffer, 1989). Tuttavia, una forte attività trofica sulle giovani piante in vaso con tralicci di supporto ha ridotto l'assimilazione del carbonio nella vite e il contenuto di solidi solubili dell'uva (grado zuccherino) e nel contempo ha aumentato l'acidità titolabile del mosto pressato (Boucher & Pfeiffer, 1989; Mercader & Isaacs, 2003b). Inoltre, i danni fogliari hanno ridotto la resistenza al freddo delle viti appena piantate (Hammons et al., 2010b). Esistono anche differenze varietali nella suscettibilità delle viti giovani all'attività trofica del coleottero giapponese sulle foglie (Gu & Pomper, 2008; Hammons et al., 2010a). Gu & Pomper (2008) hanno testato 32 varietà di uva di diverse specie di *Vitis* e hanno constatato che le varietà ibride europee e francesi presentavano danni fogliari maggiori rispetto alle cultivar americane o alle cultivar americane con un background di *V. labrusca*. Nello studio di Hammons et al. (2010a), le giovani viti di altre cultivar hanno mostrato una crescita ridotta, accompagnata da un numero inferiore di grappoli con meno acini per grappolo e da un aumento ritardato del grado zuccherino e del pH. Allo stesso tempo, le giovani viti di altre varietà hanno mostrato una reazione minima o nulla alla defogliazione da parte del coleottero giapponese. Nel complesso, le viti giovani di tutte le cultivar testate hanno tollerato un grado di defogliazione fino al 20 % (Hammons et al., 2010a). Mercader & Isaacs (2003a) hanno concluso che le piante giovani di *V. labrusca* della cultivar 'Niagara' possono tollerare i danni fogliari causati da 40 coleotteri giapponesi per due settimane. Anche nel vigneto i danni

fogliari alle viti adulte aumentano proporzionalmente al numero di coleotteri giapponesi. Ciò può influenzare negativamente il tenore zuccherino, il pH, l'acidità titolabile e il tenore di fenoli (Ebbenga et al., 2022a). Occorre tuttavia considerare che in questo esperimento, in cui diverse densità di popolazioni di coleotteri giapponesi sono state rinchiusi sotto reti a partire dallo stadio BBCH 75 (=acini grandi come piselli) fino alla vendemmia su viti di 6-7 anni della varietà Frontenac, la qualità dell'uva nel vigneto non differiva dalla variante posta sotto una rete senza coleotteri rinchiusi. Il livello di infestazione naturale non ha mai raggiunto l'infestazione delle varianti testate, ma era comunque considerevole con undici coleotteri per ceppo (Ebbenga et al., 2022a). In un altro studio (Henden & Guédot, 2022) condotto nel Wisconsin, è stato dimostrato che i vigneti vicini ai pascoli presentavano una densità di coleotteri maggiore rispetto a quelli circondati da colture arabili. Inoltre, è stato riscontrato un numero significativamente maggiore di coleotteri giapponesi adulti e di danni fogliari più gravi ai margini dei vigneti rispetto al centro.

Il coleottero giapponese riduce in prevalenza le foglie a strutture scheletriche traforate, ma in alcune varietà le foglie possono essere divorate completamente. La maggior parte degli acini non ancora maturi è raramente infestata da coleotteri giapponesi (Pfeiffer, 2012) tuttavia, se accade, i grappoli feriti possono attirare altri parassiti (ad es. le vespe) e favorirne l'attività trofica (Hammons et al., 2009). Generalmente i coleotteri giapponesi adulti cominciano a mangiare le foglie giovani nella parte apicale della vite, di conseguenza i danni sono maggiori nelle parti superiori della parete fogliare (Gu & Pomper, 2008; Pfeiffer, 2012). Sebbene le viti adulte possano tollerare una certa quantità di danni fogliari, le viti giovani sono suscettibili alla defogliazione totale e dovrebbero quindi essere protette, ad esempio con cilindri di plastica (Pfeiffer, 2012). In generale, si può presumere che in Svizzera **i vigneti e soprattutto i giovani impianti in prossimità dei luoghi idonei alla proliferazione delle larve di coleottero giapponese**, come i campi sportivi e i campi da golf irrigati, nonché i prati o i pascoli umidi, **siano maggiormente a rischio** e che *P. japonica* vi causerà i danni maggiori. In ogni caso, sino ad oggi non ci sono prove nella letteratura scientifica che le larve del coleottero giapponese si sviluppino nel sottosuolo dei vigneti.

6 Misure di lotta

Nella parte seguente della pubblicazione sono descritte le misure che vengono attuate nell'ambito della lotta contro il coleottero giapponese prevista dalla legge. Per ottenere una panoramica più completa, illustriamo anche le misure di controllo impiegate per contenere i danni causati da *P. japonica* in altre regioni del mondo, dove il parassita è presente da più tempo. Le misure descritte si basano in gran parte su riferimenti bibliografici ed esperienze compiute all'estero, in particolare negli Stati Uniti. Sono inoltre integrati i risultati di recenti studi europei condotti nelle regioni infestate dell'Italia settentrionale o della Svizzera meridionale, nonché in laboratori di quarantena (ad es. IPM-Popillia, www.popillia.eu).

L'eradicazione o il contenimento così come la lotta sistematica contro il coleottero giapponese hanno possibilità di successo solo combinando diverse misure fitosanitarie preventive, meccaniche, fisiche, biologiche, biotecniche e chimiche. Poiché il coleottero giapponese si riproduce spesso al di fuori delle superfici agricole, in particolare parchi ricreativi, campi sportivi, margini dei boschi, zone golenali o zone residenziali con giardini privati, è indispensabile seguire un approccio integrato. A seconda della situazione, i metodi in questione devono essere combinati per attuare una strategia di lotta sostenibile per la società, l'economia e l'ambiente. In generale, l'approccio integrato è necessario poiché tutte le singole misure conosciute hanno solo un'efficacia limitata e mai completa.

Per evitare qualsiasi fraintendimento, si sottolinea ancora una volta che gli ordini di eradicazione o contenimento del coleottero giapponese emanati dalle autorità sono vincolanti. Molte delle misure descritte di seguito sono applicate nel quadro delle strategie ufficiali di eradicazione e contenimento, soprattutto quelle la cui efficacia è dimostrata da tempo. Tuttavia, altri metodi di lotta, alcuni dei quali ancora in fase di sviluppo, non sono attuabili nell'ottica del diritto fitosanitario. Desideriamo presentarli comunque di seguito, in quanto fanno parte di strategie integrate di protezione fitosanitaria in altri Paesi e potrebbero rivestire un certo interesse per la Svizzera in futuro.

6.1 Misure preventive

La prima e più importante misura preventiva consiste nel prevenire l'introduzione e la diffusione dei coleotteri giapponesi. I coleotteri adulti possono essere introdotti come «passeggeri clandestini» al rientro da zone infestate o nel trasporto di merci attraverso i confini delle zone infestate. Il pericolo di introdurre uova o larve deriva unicamente dal trasporto di terriccio o dal commercio di rotoli di tappeto erboso, piante in vaso o materiale vegetale con la terra tra regioni diverse (Gotta et al., 2023). È dunque importante osservare le disposizioni di legge (v. 3. Aspetti del diritto fitosanitario e 4. Prevenzione, riconoscimento precoce e sorveglianza), attuare le raccomandazioni della Confederazione e dei cantoni nonché rimanere vigili e prudenti al rientro da zone infestate e nell'acquisto di materiale vegetale a rischio. Una misura efficace è rinunciare all'acquisto e al trasporto di materiale vegetale da regioni infestate o, quantomeno, importare soltanto materiale vegetale certificato con il passaporto fitosanitario. Per impedire la propagazione si applica fundamentalmente la decisione generale per impedire la diffusione di *P. japonica* ([FF 2024 2951](#)), che contiene misure concernenti il materiale di compostaggio, il materiale vegetale ricavato dalla manutenzione del verde, veicoli e attrezzi impiegati per la lavorazione del suolo o con terriccio, lo strato superficiale del suolo fino a una profondità di 30 cm, vegetali con radici in substrato o terriccio e tappeti erbosi.



Figura 25: Piante in vaso coperte per proteggerle dalla deposizione delle uova di coleottero giapponese (© Servizio fitosanitario cantonale, Cantone Ticino).

Se non è già stato disposto dalle autorità competenti, nelle zone infestate dal coleottero giapponese è opportuno rinunciare all'**irrigazione delle aree verdi durante il periodo di volo del coleottero giapponese**. Poiché le femmine di coleottero giapponese preferiscono deporre le uova in superfici erbose umide (Allsopp et al., 1992), per esempio le superfici verdi regolarmente irrigate in giardini, parchi e campi sportivi, questa misura le rende meno allettanti, pertanto riduce la densità delle larve nel suolo. L'irrigazione mirata e la concimazione dopo il periodo di volo dei coleotteri (Crutchfield et al., 1995) può compensare completamente o almeno parzialmente i danni causati alla superficie erbosa dalla siccità estiva. Nelle zone infestate è possibile **ridurre la probabilità che vengano deposte uova nelle superfici a rischio o nei vasi anche mediante coperture a prova di insetto** sopra la terra (ad es. fibre di cocco e altri materiali) (Figura 25) (Mori et al., 2022; Gotta et al., 2023). Anche le **reti a maglie fini** collocate sopra le piante in vaso possono diminuire notevolmente la deposizione delle uova e l'attività trofica sulle foglie (Anselmi, 2022). Per le colture suscettibili agli attacchi del coleottero giapponese come le ciliegie, le albicocche, le prugne o le bacche, già protette con reti antigrandine o coperture contro la pioggia, conviene valutare l'utilizzo di reti di protezione laterali. Le colture già protette con reti antinsetto contro parassiti come la drosfila del ciliegio (*Drosophila suzukii*) o alcune specie di tortricidi saranno al riparo anche dal coleottero giapponese.

6.2 Lotta fisica e meccanica

L'adozione di misure preventive, tra cui rinunciare a irrigare o utilizzare materiali di copertura, non solo aiuta a rendere meno idonei i siti per l'ovideposizione, ma può anche impedire lo sviluppo di larve o lo sfarfallamento di adulti di *P. japonica*. Esistono poi altre misure, come la lavorazione meccanica del suolo, la cattura degli individui adulti e

l'utilizzo di repellenti (=mezzi che allontanano gli insetti). Queste misure hanno l'obiettivo di uccidere le larve o, almeno, di tenere a distanza gli adulti.

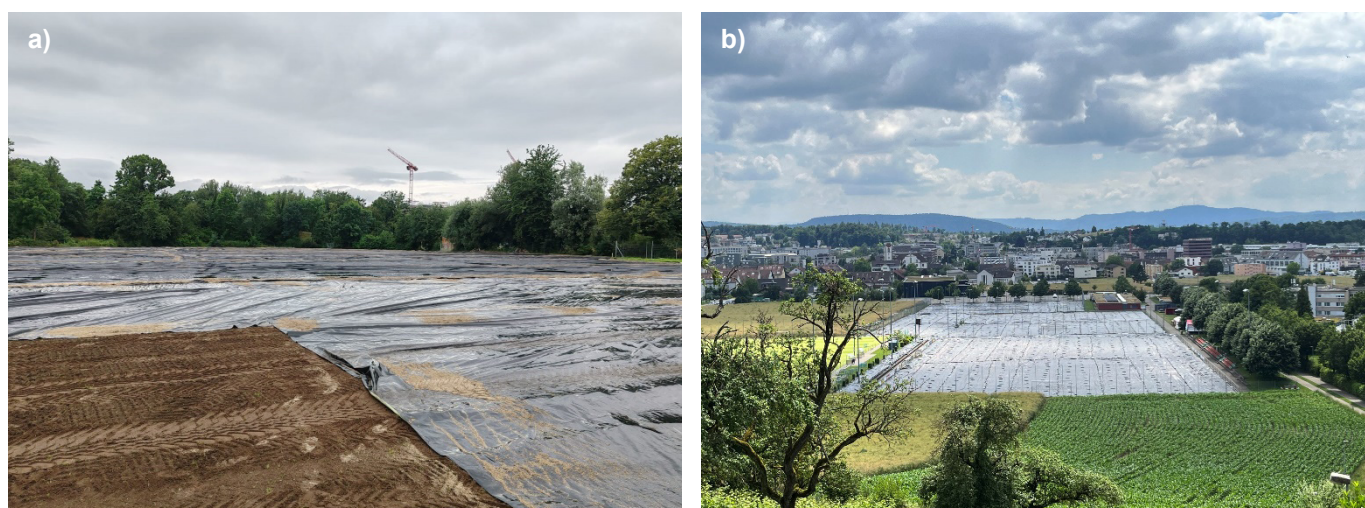


Figura 26: Campi sportivi coperti per ridurre l'ovideposizione e/o lo sfarfallamento di coleotteri giapponesi adulti © a) Eleonor Fiechter, Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, Cantone di Basilea Campagna, b) Fiona Eyer, Strickhof, Cantone Zurigo).

Per il loro sviluppo, le larve hanno bisogno di una certa massa di radici e di un terreno umido. Ciò significa che uno strato superficiale del suolo secco con poche radici vive non è favorevole allo sviluppo delle larve (Pavasini, 2021) e un regime asciutto dall'autunno alla primavera riduce lo sfarfallamento dei coleotteri all'inizio dell'estate. Renkema & Parent (2021) hanno constatato inoltre che nella coltivazione di mirtilli non tutti i substrati sono parimenti idonei allo sviluppo delle larve di coleottero giapponese. In particolare, uno strato pacciamante di compost, trucioli di legno e segatura ha aumentato significativamente la mortalità delle larve. I teli di copertura, posti su un'ampia superficie del suolo di terreni erbosi irrigati come i campi sportivi (Figura 26) prima dell'inizio del volo possono ridurre lo sfarfallamento degli adulti. Sotto la copertura, gli insetti non riescono a risalire in superficie, quindi non sono in grado di sfarfallare, non si cibano a sufficienza e muoiono.



Figura 27: Fresatura della cotica erbosa contro le larve nel suolo (© Eleonor Fiechter, Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, Cantone di Basilea Campagna).

Negli appezzamenti palesemente infestati è possibile una lotta diretta contro le larve mediante la lavorazione meccanica del suolo (Figura 27). In proposito occorre prestare attenzione che al momento della lavorazione le larve si trovino nella cotica erbosa o nello strato più superficiale del suolo. Rivoltare meccanicamente il terreno (fresatura) fino a una profondità di almeno 15 cm in condizioni di siccità uccide molte larve. Alcuni individui vengono danneggiati meccanicamente durante la lavorazione del terreno e altri muoiono di fame poiché la distruzione delle piante ospiti priva le larve della loro fonte di cibo. L'inizio dell'autunno è il periodo più adatto per questa lavorazione del terreno, poiché il picco di volo dei coleotteri è concluso e la schiusa delle uova è terminata. Tuttavia, per essere efficace, l'intervento deve essere effettuato prima che le popolazioni svernanti si ritirino negli strati più profondi del suolo (EPPO, 2016).



Figura 28: Raccolta di singoli coleotteri giapponesi nel vigneto (© Servizio fitosanitario cantonale, Cantone Ticino).

In presenza di pochi esemplari adulti di coleotteri giapponesi concentrati in una zona ristretta, si può ricorrere alla rimozione manuale (Figura 28) per ridurre localmente la popolazione e limitare i danni (Switzer & Cumming, 2014). Questa misura è comunque molto dispendiosa e generalmente non redditizia.

In senso più ampio, fa parte della lotta fisica anche l'uso di repellenti per proteggere le piante coltivate. Da studi condotti per alcuni anni negli Stati Uniti e in Piemonte, **l'impiego del caolino ha generato risultati interessanti** (Lalancette et al., 2005; Bosio et al., 2022). Lo strato grigio-biancastro di questa polvere di roccia a base di silicato di alluminio riduce la defogliazione delle viti, per cui dovrebbe essere utilizzato all'inizio del volo. Sono invece inefficaci sostanze repellenti come l'estratto di neem (*Azadirachta indica*) e la zeolite (Bosio et al., 2022). Sembra che una soluzione di saponina a base di erba medica (*Medicago sativa*) riduca i danni sulla vite (Iovinella et al., 2023). Anche i fitoecdisteroidi (=metaboliti secondari delle piante che proteggono dagli insetti) hanno avuto un effetto repellente sui coleotteri giapponesi in esperimenti in gabbia (Jurenka et al., 2017).

6.3 Gestione degli habitat

A lungo termine, il controllo della disponibilità di piante ospiti può rappresentare un altro modo per limitare le popolazioni di coleottero giapponese. Ad esempio, è possibile rimuovere localmente le piante ospiti preferite. Tuttavia, questa misura di controllo è raramente possibile. Nel contempo, altri studi dimostrano che, ad esempio, **piantare degli ibridi di bermudagrass** (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*) **riduce l'ovideposizione nelle superfici erbose** (Wood et al., 2009). Inoltre, è emerso che i coleotteri giapponesi si spostavano più lentamente nei campi di soia con

file di sorgo (*Sorghum bicolor*) rispetto alle monocolture di soia (Bohlen & Barrett, 1990). È stato studiato anche l'impiego di gerani (*Pelargonium × hortorum*) come pianta compagna per la protezione dai coleotteri giapponesi, poiché sono tossici per gli adulti e li paralizzano temporaneamente (Fleming, 1972; Potter & Held, 1999). I loro fiori sono molto allettanti per i coleotteri adulti e lo rimangono; quindi, se ne cibano ripetutamente nonostante i conseguenti sintomi di paralisi. Tuttavia, la loro attrattività è relativa. Per i coleotteri giapponesi i fiori di geranio sono più allettanti delle foglie di tiglio (*Tilia cordata*), di cui si cibano volentieri, ma meno delle foglie di lampone (Maxey et al., 2009). Infine, sembra che l'impianto di peonie (*Paeonia lactiflora*) in prossimità delle superfici erbose favorisca i parassitoidi e aumenti la parassitizzazione delle larve di coleottero giapponese (Rogers & Potter, 2004b).

6.4 Lotta biologica

La lotta biologica svolge un ruolo fondamentale nello sviluppo di strategie di lotta efficaci contro il coleottero giapponese per due motivi: in primo luogo, il parassita invasivo non si limita in alcun modo alle superfici coltivate, bensì è presente nelle zone residenziali e nelle aree ricreative oltre che ai margini dei boschi, vicino ai flussi d'acqua o nelle aree naturali protette. Per limitare i rischi per la salute umana e l'ambiente, in questi habitat l'impiego di molte misure fitosanitarie è impossibile o fortemente limitato. Secondariamente, una riduzione duratura delle popolazioni di coleottero giapponese può essere ottenuta soltanto se la lotta è rivolta, oltre che agli adulti, anche alle larve nei suoli di prati, pascoli e superfici erbose, dove è generalmente escluso il ricorso a insetticidi convenzionali.

La ricerca di antagonisti naturali del coleottero giapponese ha una lunga tradizione soprattutto negli Stati Uniti, dove il potenziale di diversi insetti utili per la lotta biologica dei parassiti invasivi è stato approfonditamente studiato. Negli Stati Uniti vengono condotti esperimenti sulla lotta biologica al coleottero giapponese sin dagli anni 1920. Se inizialmente, nell'ambito dei metodi classici, venivano liberati antagonisti esotici, in seguito è diventato prioritario l'uso di microrganismi indigeni (Potter & Held, 2002).

6.4.1 Microrganismi

Per microrganismi si intendono piccoli organismi viventi visibili soltanto al microscopio, come i batteri, i funghi o anche i microsporidi. Non sono visibili a occhio nudo, perché costituiti da una o poche cellule.

6.4.1.1 Batteri



Figura 29: Larva di coleottero giapponese infestata da *Bacillus thuringiensis* var. *galleriae* (BTG) (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Paenibacillus popilliae e *Paenibacillus lentimorbus* sono batteri che provocano la cosiddetta «Milky Disease» nelle larve del coleottero giapponese. La massiccia moltiplicazione dei batteri all'interno delle larve causa un intorbidimento del liquido corporeo nella cavità addominale, visibile a occhio nudo. L'addome non è quindi più trasparente, ma assume una colorazione latte.

Questi batteri erano utilizzati già negli anni 1940 per la lotta biologica contro il coleottero giapponese (Fleming, 1972). Sino a qualche anno fa era ancora disponibile un prodotto commerciale negli Stati Uniti. Con l'applicazione dei batteri il tasso d'infezione aumenta lentamente all'interno della popolazione, quindi anche l'effetto di contenimento si manifesta lentamente. Le popolazioni di larve possono comunque ridursi in modo significativo e duraturo per diversi anni (Hutton & Burbutis, 1974). Secondo quanto riportato dagli Stati Uniti, tuttavia, sembra che in passato ci sia stato un calo della virulenza, per cui l'efficacia contro *P. japonica* è ora rimessa in questione (Dunbar & Beard, 1975; Redmond & Potter, 1995). I prodotti contenenti *Paenibacillus* come organismo di biocontrollo non sono attualmente disponibili in Europa.

Inoltre, *Bacillus thuringiensis* var. *galleriae* (BTG) è stato testato con successo negli Stati Uniti contro i coleotteri giapponesi adulti, anche se l'uso di granulati a base di spore di BTG contro le larve non ha prodotto risultati soddisfacenti (Redmond et al., 2020). Degli esperimenti condotti in laboratorio hanno dimostrato che l'applicazione diretta del BTG è efficace contro le larve (Figura 29, Agroscope, dati non pubblicati). Tuttavia, poiché il BTG è efficace solo se consumato attivamente dagli insetti ospiti e raramente le formulazioni in granulo sono ingerite direttamente dalle larve, manca tuttora un metodo di applicazione adeguato.

6.4.1.2 Funghi entomopatogeni



Figura 30: Coleottero giapponese infestato da *Metarhizium brunneum* (© Hanna Neuenschwander, Agroscope).

I funghi entomopatogeni dei generi *Beauveria* e *Metarhizium* sono utilizzati con successo in Europa per controllare insetti molto simili al coleottero giapponese, come il maggiolino, il maggiolino di San Giovanni e la carruga degli orti (Keller et al., 1997; Keller & Schweizer, 2008). Solitamente, il substrato di orzo su cui vengono coltivati il micelio e le spore del fungo viene traseminato con apposite seminatrici nel suolo di prati, pascoli e superfici erbose in cui è stata rilevata una forte infestazione di larve. Gli esperimenti condotti negli Stati Uniti (Behle et al., 2015) hanno indotto a sperare che una strategia di lotta simile potesse essere efficace anche contro le larve del coleottero giapponese. Tuttavia, gli studi condotti nel laboratorio di quarantena svizzero e nell'area infestata dell'Italia settentrionale non hanno avuto successo. In particolare Graf et al. (2023) hanno constatato che le larve di *P. japonica* sono molto resistenti alle infezioni sia di *B. brongniartii* sia di *M. brunneum*, mentre gli individui adulti (Figura 30) sono risultati molto sensibili agli stessi ceppi fungini. L'impiego di funghi entomopatogeni contro le larve di coleottero giapponese nel suolo sembra dunque essere poco promettente, mentre questi antagonisti sono in linea di principio utilizzabili contro gli individui adulti. Attualmente sono in fase di sviluppo nuovi metodi di applicazione di funghi entomopatogeni contro i coleotteri giapponesi adulti (Wey et al., submitted).

6.4.1.3 Microsporidi

I microsporidi sono un gruppo di miceti altamente specializzati che non sono ancora stati studiati come antagonisti del coleottero giapponese in Europa. Negli Stati Uniti, una specie di questo gruppo, *Ovavesicula popilliae*, è stata utilizzata con successo, almeno a livello locale, per la lotta contro *P. japonica*. *Ovavesicula popilliae* attacca l'apparato escretore (precisamente i tubuli malpighiani) delle larve del coleottero giapponese nel terzo stadio larvale, causando l'ingrossamento e la perdita di funzionalità. La malattia non uccide le larve, ma ne indebolisce il sistema immunitario e le rende più suscettibili ad altri patogeni. Piombino et al. (2020) hanno potuto così dimostrare che la mortalità invernale delle larve di coleottero giapponese infettate da *O. vesicula* era tre volte superiore a quella delle larve sane. Smitley et al. (2022) hanno collegato una riduzione significativa delle popolazioni di coleotteri giapponesi nei campi da golf del Michigan all'insediamento di *O. vesicula* e al conseguente aumento dei tassi d'infezione. Tuttavia, poiché i microsporidi sono parassiti obbligati, non è possibile una produzione di massa su substrati di coltura artificiali, il che rappresenta un grosso ostacolo alla produzione e alla commercializzazione di un prodotto fitosanitario.

basato su di essi. Questo patogeno sembra comunque svolgere un ruolo decisivo nel controllo naturale del coleottero giapponese, almeno in alcune zone degli Stati Uniti. In Europa non sono ancora stati rilevati microsporidi sul coleottero giapponese, ma non è stato ancora condotto uno studio più dettagliato sulla loro presenza nelle larve di scarabeidi indigeni.

6.4.2 Macrorganismi

Per macrorganismi si intendono organismi pluricellulari quasi sempre visibili a occhio nudo. Tra questi si annoverano nematodi, insetti, ragni e acari. Sono utilizzati nella lotta biologica, in quanto mangiano o infettano certi organismi nocivi.

6.4.2.1 Nematodi



Figura 31: Larva di coleottero giapponese infettata da nematodi della specie *Heterorhabditis bacteriophora* (© Giseler Grabenweger, Agroscope).

L'impiego di nematodi nella lotta contro le larve nel suolo ha dato buoni risultati. Alcuni prodotti contenenti nematodi come organismi di biocontrollo per la lotta contro le larve del coleottero giapponese sono già disponibili sul mercato europeo. I generi *Heterorhabditis* e *Steinernema* sono stati i più studiati. In condizioni ambientali favorevoli è stato dimostrato sia negli Stati Uniti sia in Europa che l'efficacia di *H. bacteriophora* contro le larve del coleottero giapponese (Figura 31) può superare il 90 % (Villani & Wright, 1988; Klein & Georgis, 1992; Marianelli et al., 2017; Torrini et al., 2020; Sciandra et al., 2024). Oltre ai ceppi disponibili in commercio, sono stati testati anche ceppi di questi generi presenti in natura nelle aree infestate. In alcuni casi, tali ceppi di nematodi adattati localmente sono risultati più efficaci dei ceppi disponibili in commercio (Simões et al., 1993; Torrini et al., 2020). Il successo dei trattamenti con i nematodi dipende in gran parte dall'accuratezza dell'applicazione, che è preferibile effettuare nelle ore serali, con il minore irraggiamento solare diretto possibile. I nematodi devono essere iniettati direttamente nel suolo con una quantità sufficiente di acqua (la cosiddetta "tecnica CULTAN") o sommersi con altra acqua dopo l'applicazione superficiale. Anche la temperatura del suolo ha un ruolo importante: non appena comincia a scendere in autunno, i nematodi riducono la loro attività. Inoltre, il primo e il secondo stadio larvale del coleottero giapponese sono più suscettibili all'infestazione da nematodi rispetto al terzo; pertanto, si consiglia di effettuare le applicazioni di nematodi a fine estate (a partire da fine agosto), quando le larve sono ancora giovani e le temperature del suolo superano i 12–15 °C.

6.4.2.2 Parassitoidi

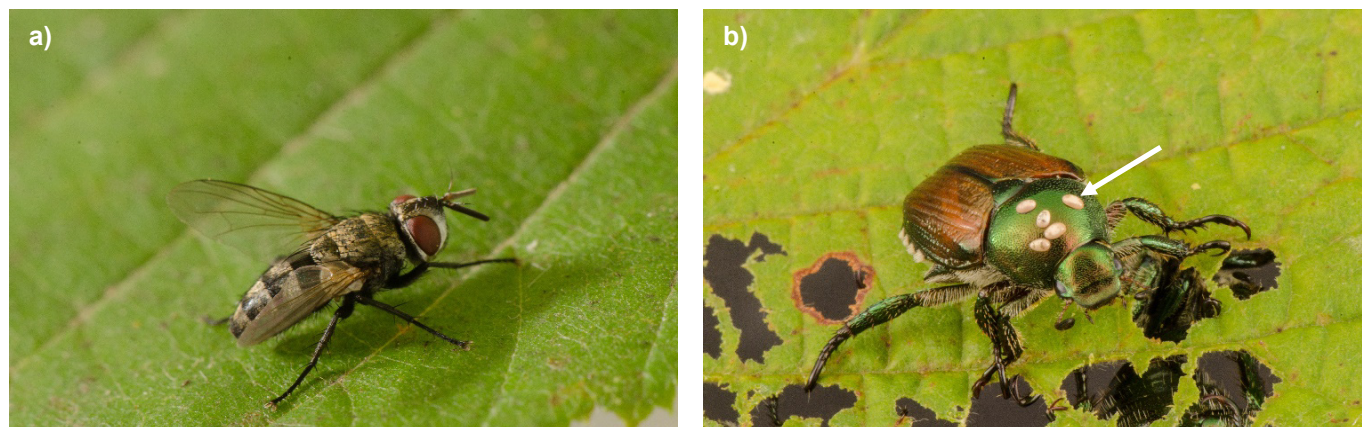


Figura 32: La mosca a) *Istocheta aldrichi* è un parassitoide che b) depone le uova sul pronoto dei coleotteri giapponesi adulti (© Tim Haye, CABI).

Negli Stati Uniti sono state introdotte oltre venti specie di parassitoidi esotici, ma solo tre di esse sono riuscite a insediarsi: *Istocheta aldrichi*, *Tiphia vernalis* e *Tiphia popillivora* (Potter & Held, 2002).

Istocheta aldrichi (Figura 32a) è una mosca parassitoide (Diptera, Tachinidae), le cui femmine depongono le uova sul pronoto dei coleotteri giapponesi adulti (Figura 32b), preferibilmente sulle femmine. Dopo alcuni giorni, le larve della mosca emergono e penetrano attraverso l'esoscheletro nel corpo del coleottero, di cui si nutrono. Nei giorni successivi, il parassitoide svuota completamente l'insetto ospite, causandone la morte. Sono diversi i motivi per cui *I. aldrichi* è un candidato promettente per la lotta biologica classica in Europa. Nel nord del Giappone sono stati osservati tassi di parassitizzazione fino al 90 %, che contribuiscono al controllo della popolazione locale di *P. japonica* (Clausen et al., 1927; Fleming, 1968). In Nordamerica, invece, i tassi di parassitizzazione variano tra l'1 % e il 70 % (Cappaert & Smitley, 2002; McDonald & Klein, 2007; O'Hara, 2014; Shanovich et al., 2019). Le aree di diffusione note di *I. aldrichi* nel Giappone settentrionale (Clausen et al., 1927) e in Nordamerica (Fleming, 1968; Cappaert & Smitley, 2002; Shanovich et al., 2019; Shanovich et al., 2021) presentano caratteristiche climatiche simili ad ampie regioni dell'Europa (Kottek et al., 2006). Ciò induce a credere che le condizioni climatiche europee sarebbero adatte all'insediamento della specie. Sebbene non siano stati condotti test di specificità dell'ospite prima della sua introduzione negli Stati Uniti, *I. aldrichi* è ritenuta specifica (King, 1931; Shanovich et al., 2019), il che suggerisce un basso rischio per gli organismi non bersaglio. Nonostante ciò, per garantire la biosicurezza è necessario effettuare test di specificità nei confronti di specie indigene non bersaglio. In Svizzera, sono in corso ricerche sull'idoneità climatica e sulla specificità di *I. aldrichi* in un laboratorio di quarantena (CABI, 2023).

Tiphia vernalis è una vespa parassitoide (Hymenoptera, Tiphidae) che parassitizza le larve di coleottero giapponese dopo lo svernamento. In primavera, queste vespe utilizzano le sostanze odorose emesse dalle larve stesse e dalle loro feci per localizzare i loro ospiti nel suolo, stordirli e deporvi le uova. Le larve di *T. vernalis* sono ectoparassiti (=vivono e si nutrono sulla parte esterna del loro ospite) e si cibano prima del liquido corporeo, poi dei tessuti della larva, causandone la morte. *Tiphia vernalis* è quindi un altro candidato promettente per la lotta biologica classica contro il coleottero giapponese. La specie si caratterizza per tassi elevati di parassitizzazione e un notevole controllo della popolazione negli Stati Uniti (Balock, 1934; Gardner, 1938; King & Parker, 1950; Rogers & Potter, 2003; McDonald & Klein, 2007; McDonald et al., 2020). L'area di diffusione conosciuta della vespa parassitoide fa supporre l'idoneità climatica dell'Europa (Clausen et al., 1927; Clausen et al., 1933; Krombein, 1948; Fleming, 1968; Reding & Klein, 2001; Rogers & Potter, 2004a; Ramoutar & Legrand, 2007; McDonald et al., 2020) ed evidenzia una sincronia tra ospite e parassitoide a diverse latitudini negli Stati Uniti (King, 1931; Rogers & Potter, 2004b). Non si è invece a conoscenza che *T. vernalis* infesti *P. japonica* nella sua area di diffusione naturale in Giappone. La specie è stata introdotta negli Stati Uniti dalla Corea, dopo che si è dimostrata l'idoneità dell'ospite in condizioni di laboratorio (Fleming, 1968). Oltre alle specie del genere *Popillia*, questa vespa può attaccare diversi altri scarabeidi (Clausen et al., 1932; Reding & Klein, 2001), tuttavia la *T. vernalis* nordamericana mostra un comportamento mirato alla ricerca di larve di coleottero giapponese e una spiccata capacità di distinguere i suoi ospiti, il che suggerisce uno spettro limitato di ospiti (Rogers & Potter, 2002). In considerazione del suo potenziale di lotta biologica, sarebbe opportuno accertare la biosicurezza di *T. vernalis* nei confronti delle specie non bersaglio europee in condizioni di

quarantena. Un'analisi completa della biosicurezza costituisce oggi la base per autorizzare i potenziali candidati alla lotta biologica classica in Svizzera ai sensi dell'ordinanza sull'utilizzazione di organismi in sistemi chiusi.

Per quanto riguarda l'ultima delle tre potenziali specie di parassitoidi menzionate, le informazioni su *T. popilliavora* sono insufficienti per valutarne l'idoneità per la lotta biologica in Europa. Rinunciamo quindi a presentarla in dettaglio.

6.4.2.3 Predatori



Figura 33: Ragno zebra che ha catturato nella sua rete due coleotteri giapponesi adulti (© Tanja Graf, Agroscope).

In Svizzera esiste una serie di predatori che si nutrono di coleotteri giapponesi adulti o delle loro larve, ma tutti questi predatori hanno un ampio spettro di prede e non utilizzano esclusivamente i coleotteri giapponesi come fonte di cibo. Ad esempio, i ragni si nutrono di coleotteri adulti (Figura 33); inoltre vari uccelli e mammiferi sono già stati indicati come predatori delle larve nel suolo (v. 2.4 Antagonisti naturali) (Sim, 1934). Nonostante che i predatori possano avere un'influenza misurabile sulle popolazioni di *P. japonica* (Potter & Held, 2002; EPPO, 2016), un impiego mirato di predatori indigeni per lottare contro il parassita invasivo è precluso dal loro comportamento alimentare non specifico.

6.5 Lotta biotecnica

I metodi biotecnici comprendono la cattura di massa mediante trappole con esca e trappole a rete munite di attrattivi. I coleotteri vengono attirati in un luogo specifico utilizzando erogatori di feromoni basati sul feromone sessuale delle femmine e su un attrattivo floreale (v. 4.1 Trappole con esca) per poi catturarli con l'ausilio di trappole o avvelenarli con reti trattate con insetticidi. Queste due misure biotecniche di lotta possono essere utilizzate all'interno e all'esterno delle superfici coltivate.

Le trappole impiegate per la cattura di massa sono solitamente dotate di un grande contenitore per raccogliervi un numero elevato di maschi e femmine. **La cattura di massa può indebolire le popolazioni localmente isolate in**

un'area d'infestazione ristretta (Potter & Held, 2002; Switzer et al., 2009; EPPO, 2016). Negli Stati Uniti sono state installate trappole per la cattura di massa nelle vicinanze di piantagioni di sambuco e mirtilli per proteggere le colture da *P. japonica*. Nell'arco di tre anni sono stati catturati diversi milioni di coleotteri giapponesi adulti e, parallelamente, sono stati osservati solo pochi individui adulti nelle colture per cui i danni sono rimasti piuttosto limitati (Piñero & Dudenhoefter, 2018). In Cina è stata inoltre studiata la cattura di massa di *Popillia quadriguttata*, un organismo simile. La cattura di massa ha ridotto il numero di coleotteri adulti del 93 % e le larve nel suolo del 90 % (Chen et al., 2014a). In uno studio successivo è stata stabilita anche una correlazione positiva tra le catture di adulti di *P. quadriguttata* e la protezione di mais, soia e cavoli (Chen et al., 2014a; Chen et al., 2014b).

L'impiego di trappole con attrattivo comporta tuttavia anche il rischio di attirare un numero maggiore di coleotteri rispetto a quelli ritenuti nelle trappole (Wawrzynski & Ascerno, 1998) o di attirarli in aree non ancora infestate. È importante che le trappole siano regolarmente svuotate, poiché l'odore di conspecifici in decomposizione ha un effetto repellente sui coleotteri giapponesi restanti (Giovanni Bosio, comunicazione personale). Nelle strategie di eradicazione e contenimento l'uso di trappole di massa deve quindi essere ben pianificato e coordinato a livello regionale. Un impiego incontrollato della cattura di massa mediante trappole con esca nelle abitazioni e nei giardini privati è sconsigliato, in quanto potrebbe addirittura favorire la diffusione del parassita invasivo (EPPO, 2016).



Figura 34: Coleotteri giapponesi che sono stati attratti mediante una trappola con esca su una rete trattata con insetticidi (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

L'impiego di **reti trattate con insetticidi** (=Long-Lasting Insecticide-treated **Nets**, abbr.: LLIN) è stato originariamente sviluppato per proteggere le persone dalle zanzare che possono trasmettere la malaria o la febbre gialla. In seguito, è stato esteso all'agricoltura per una lotta mirata contro i parassiti delle colture (Gotta et al., 2023). Contro i coleotteri giapponesi sono state testate reti trattate con i piretroidi alfacipermetrina e deltametrina. I coleotteri giapponesi adulti sono attirati mediante l'uso di attrattivi verso la rete trattata con insetticidi (Figura 34) dove entrano in contatto con l'insetticida, si avvelenano e muoiono. **I primi risultati di test condotti in Italia sono promettenti** e la forma delle LLIN può essere progettata in modo piuttosto flessibile; tuttavia, una superficie più ampia e orizzontale aumenta le possibilità di atterraggio e il tempo di permanenza dei coleotteri sulla rete. Nel complesso le LLIN sono efficaci sul campo per un mese circa (Paoli et al., 2023), inoltre sembra che poche LLIN per ettaro siano sufficienti per un effetto di controllo (Paoli et al., 2024). I primi risultati ottenuti in Svizzera sono altrettanto promettenti. In uno studio pilota condotto nel 2024, il numero di coleotteri giapponesi adulti negli appezzamenti trattati con LLIN si è all'incirca dimezzato rispetto alle superfici non trattate (Agroscope, dati non pubblicati).

La cattura di massa e le LLIN sono misure di lotta interessanti rispetto all'applicazione su larga scala di insetticidi chimici, in quanto controllano in modo mirato il coleottero giapponese grazie agli attrattivi specifici, riducendo così il rischio per altri organismi viventi e l'ambiente. Lannan & Guédot (2024) hanno testato un metodo simile di lotta contro il coleottero giapponese negli Stati Uniti. In uno studio durato due anni, sono stati appesi erogatori di feromoni ai

marginì di vigneti commerciali, dopo di che quest'area marginale è stata trattata con un insetticida ad ampio spettro (=irrorazione spot). L'efficacia di questa misura è risultata simile alla variante operativa del viticoltore in termini di numero di coleotteri adulti nel vigneto e di danni fogliari, ma la quantità di insetticida applicato è stata ridotta del 96 % (Lannan & Guédot, 2024). L'irrorazione spot comporta tuttavia il rischio di attirare un gran numero di parassiti in un appezzamento che altrimenti non sarebbe infestato. L'effetto di questa misura potrebbe quindi dipendere molto dall'attrattività della coltura e dalla presenza di altre piante ospiti nelle immediate vicinanze della coltura da proteggere.

6.6 Lotta con insetticidi



Figura 35: Impiego di insetticidi per eradicare l'infestazione da coleottero giapponese (© Fiona Eyer, Strickhof, Cantone Zurigo).

L'uso di insetticidi biologici o sintetici convenzionali è spesso un sistema semplice ed economico per lottare contro i parassiti in modo rapido ed efficace (Figura 35). Nel secolo scorso, l'uso di insetticidi ad ampio spettro per controllare le crescenti popolazioni di coleottero giapponese negli Stati Uniti era molto diffuso in ragione della loro efficacia e del costo relativamente basso (Gotta et al., 2023). Gli effetti collaterali sugli organismi non bersaglio e l'impatto negativo sulla salute umana e sull'ambiente hanno tuttavia indotto a limitarne l'uso e ad adeguare i metodi applicativi (Althoff & Rice, 2022). Oggi negli Stati Uniti si utilizzano contro gli individui adulti di coleottero giapponese prodotti fitosanitari a base di principi attivi quali bifentrina, carbaryl, ciflutrin, deltametrina e permetrina (USDA, 2015).

Dai primi esperimenti condotti tra il 2017 e il 2019 contro i coleotteri giapponesi adulti nei vigneti italiani è emerso che i piretroidi deltametrina, lambda-cyhalothrin e acrinatrina erano i più efficaci contro i coleotteri, seguiti da acetamiprid e chlorantraniliprole (Bosio et al., 2022; Gotta et al., 2023). L'azadiractina, il piretro, un preparato a base di sapone, il clorpirifos-metile, il tiamethoxam, il tau-fluvalinate, l'etofenprox e lo zolfo hanno invece mostrato un effetto minimo o nullo (Bosio et al., 2022). Nel 2021 le prove sono state estese ad altre colture, tra cui pesco, mais e due specie di piante ornamentali con complessivamente venti diversi principi attivi testati. Acetamiprid, deltametrina, fosmet, pirimicarb, lambda-cyhalothrin, etofenprox, indoxacarb e abamectina hanno evidenziato una notevole efficacia contro i coleotteri adulti sia nel contatto diretto con il prodotto fitosanitario sia nel contatto con le superfici trattate poco prima (Santoemma et al., 2021; Gotta et al., 2023). Il chlorantraniliprole non si è invece dimostrato efficace in

tutti i test, mentre il sulfoxaflor e il metaflumizone erano debolmente efficaci solo dopo il contatto diretto. Nessuna efficacia o un grado molto basso di efficacia è stato raggiunto da azadiractina, chlorpirifos-metile, piretrina, olio di colza, flupyradifurone, spinosad, una miscela di olio di paraffina e cipermetrina nonché il fungo *Beauveria bassiana*. Una settimana dopo l'applicazione, tuttavia, solo i principi attivi acetamiprid, deltametrina, sulfoxaflor e fosmet sono risultati ancora efficaci a contatto diretto con i residui dell'irrorazione (Santoiemma et al., 2021). Solo pochi di questi principi attivi sono autorizzati in Svizzera e a gennaio 2025 nessun prodotto fitosanitario è omologato in via ordinaria contro il coleottero giapponese. Alcuni insetticidi contro *P. japonica* sono stati autorizzati per un periodo limitato nell'ambito di omologazioni in situazioni di emergenza. Il loro impiego è tuttavia imperativamente soggetto alle direttive dei servizi fitosanitari cantonali (le decisioni generali pertinenti possono essere consultate sul sito internet dell'[Ufficio federale della sicurezza alimentare e di veterinaria](#), USAV).

Il controllo diretto delle larve di *P. japonica* con insetticidi convenzionali nel suolo è difficile e oggi non è praticamente più possibile per motivi di sicurezza e ambientali, ma per completezza menzioniamo alcune conoscenze acquisite sul controllo delle larve nel suolo. Negli Stati Uniti, tra gli anni 1970 e 1990 diversi insetticidi appartenenti ai gruppi di principi attivi organofosfati, carbammati, neonicotinoidi, diacilidrazine e piretroidi sono stati testati contro le larve nel suolo. A causa della scarsa efficacia e/o dell'elevata tossicità per gli organismi non bersaglio, l'impiego di molti di questi principi attivi è stato poi vietato alla fine del XX secolo (Potter & Held, 2002). Oggi, tuttavia, i principi attivi imidacloprid, halofenozide, trichlorfon e chlorantraniliprole sono ancora utilizzati nei vivai e nelle superfici erbose degli Stati Uniti per la lotta contro le larve nel suolo (USDA, 2015) e i primi due stadi larvali risultano più suscettibili agli insetticidi rispetto all'ultimo (Oliver et al., 2009). In Svizzera, invece, l'uso di insetticidi classici nel suolo non è più consentito. La lotta contro le larve di coleottero giapponese nel suolo viene quindi effettuata prevalentemente utilizzando nematodi entomopatogeni (v. [6.4.2.1 Nematodi](#)).

Un promettente metodo di lotta per il futuro contro il coleottero giapponese potrebbe essere il silenziamento genico mediante l'applicazione di molecole di RNA.

Le molecole di RNA specifiche per ogni specie vengono assorbite dall'organismo bersaglio, perturbano funzioni vitali essenziali e ne causano la morte. I primi risultati di uno studio di laboratorio sull'efficacia di questo metodo contro gli adulti di *P. japonica* lasciano ben sperare (Carroll et al., 2023).

Dobbiamo peraltro segnalare che negli Stati Uniti sono già insorte resistenze agli insetticidi applicati nel suolo contro il coleottero giapponese (Niemczyk & Lawrence, 1973). Inoltre, il periodo di maturazione di alcune colture come ciliegie, albicocche o diverse specie di bacche coincide con il picco del volo dei coleotteri giapponesi adulti, limitando fortemente i trattamenti chimici a causa dei periodi di attesa da rispettare prima della raccolta. Infine, gli insetticidi omologati per l'agricoltura biologica (in particolare i prodotti a base dei principi attivi azadiractina, olio di colza, spinosad o il fungo *Beauveria bassiana*) sono spesso poco efficaci contro i coleotteri giapponesi adulti (Piñero & Dudenhoeffer, 2018).

6.7 Lotta nelle colture

Oggi vengono utilizzate numerose misure di lotta per eradicare e contenere il coleottero giapponese. Le strategie di eradicazione locali per debellare singoli focolai di infestazione e le strategie di contenimento regionali per prevenire l'ulteriore propagazione di questo organismo di quarantena sono sempre costituite da varie misure con impieghi intercolturali e su vasta scala. Le misure utilizzate sono elencate e spiegate nel piano di emergenza nazionale per la sorveglianza e la lotta contro il coleottero giapponese. Pertanto, nella presente pubblicazione non ci soffermeremo ulteriormente su queste misure di lotta prescritte dalle autorità. Vorremmo piuttosto presentare in questa sede le prospettive a lungo termine sulle misure fitosanitarie che potrebbero essere utilizzate nelle colture già menzionate, se il coleottero giapponese dovesse diffondersi su vasta scala.

È evidente che la protezione delle colture a rischio potrà essere raggiunta in futuro solo attraverso un approccio di controllo integrato e intercolturale. È quindi indispensabile che le strategie fitosanitarie siano costituite da diverse misure attuate congiuntamente da più attori a livello regionale. Ciò è necessario perché le uova, le larve e le pupe sono separate spazialmente dagli adulti e tutte le singole misure oggi conosciute hanno un grado di efficacia limitato. Strategie fitosanitarie efficaci e sostenibili consisteranno quindi in varie misure di lotta a carattere preventivo, meccanico, biologico, biotecnico e chimico.

Occorre osservare al riguardo che **solo pochissime colture sono danneggiate contemporaneamente da larve e da coleotteri giapponesi adulti**. Questa situazione potrebbe verificarsi più facilmente nelle colture di ortaggi e di bacche, poiché le uova sono presumibilmente deposte anche in prossimità di graminacee, dentro e tra le colture. Nei frutteti è improbabile che gli alberi subiscano danni diretti se le larve di coleottero giapponese si sviluppano nel sottosuolo. I suoli dei vigneti, per lo più non irrigati e poco profondi, non ci sembrano idonei allo sviluppo di un numero elevato di larve nel sottosuolo erboso. Inoltre, nelle colture arabili una lotta diretta contro le larve sarà raramente redditizia, anche quando le larve di coleottero giapponese infestano localmente le radici del mais (Figura 20a).

A nostro avviso, la lotta diretta contro le larve sarà economicamente vantaggiosa solo in determinate superfici erbose irrigate. Qui **l'impiego di nematodi svolgerà un ruolo fondamentale** (Tabella 1), in quanto attualmente è **l'unica misura di lotta efficace per controllare le larve di coleottero giapponese nel suolo**, senza danneggiare la superficie erbosa. Per contrastare la diffusione del parassita, i produttori e le produttrici di tappeti erbosi dovrebbero evitare di propagare le larve. Laddove le larve si sviluppano direttamente nelle colture, l'ovideposizione e lo sviluppo delle larve possono essere ridotti con un'irrigazione adeguata. Per garantire che le colture non vengano danneggiate direttamente da questa misura e che la qualità del raccolto sia garantita, è necessario irrigare secondo il fabbisogno (Tabella 1). La copertura del terreno con teli di plastica o pacciamature o l'adattamento del substrato possono ridurre la deposizione di uova nelle superfici erbose o nelle colture di ortaggi e bacche. Inoltre, una lavorazione mirata del terreno, sia nelle colture annuali sia in quelle perenni, può restringere lo spettro di piante ospiti e la disponibilità di cibo per le larve e uccidere direttamente le larve presenti nel terreno. Nei prati, in particolare, la semina di ibridi di bermudagrass, che riducono l'ovideposizione, può limitare i danni primari e secondari causati dalle larve. Anche le colture miste potrebbero mitigare i danni economicamente insostenibili dovuti all'attività trofica degli adulti in determinate colture. Inoltre, nelle colture annuali sarebbe opportuno coltivare le colture sensibili lontano dai luoghi idonei alla proliferazione delle larve.

Le reti forniscono una protezione particolarmente efficace contro i danni causati dagli adulti di coleottero giapponese. La percentuale di colture speciali protette da reti continuerà presumibilmente ad aumentare, soprattutto in prossimità dei luoghi adatti allo sviluppo delle larve (Tabella 1). Attualmente è difficile immaginare vigneti completamente protetti da reti, ma la loro parete fogliare può essere protetta utilizzando la polvere di roccia a base di caolino. L'impiego su larga scala del caolino sarà tuttavia difficile in altre colture, poiché il raccolto viene spesso commercializzato direttamente e quindi non può presentare tracce visibili di irrorazione. In piccoli appezzamenti con colture particolarmente redditizie, anche la rimozione manuale di coleotteri giapponesi adulti potrebbe costituire una misura ipotizzabile, ma riteniamo che tale attività su larga scala sia economicamente insostenibile alle condizioni attuali. Probabilmente non sarà possibile evitare completamente l'uso di insetticidi convenzionali contro i coleotteri giapponesi adulti, ma le quantità applicate e i residui sul raccolto possono essere ridotti in modo significativo con l'irrorazione spot. Attirare in modo mirato gli adulti con attrattivi in determinate aree della coltura, che sono successivamente trattate con insetticidi convenzionali, è quindi una misura promettente per proteggere le colture molto attrattive. Questa misura può essere attuata in tutte le colture e riduce significativamente la quantità di prodotti fitosanitari utilizzati. Gli attrattivi possono essere impiegati anche per attirare coleotteri giapponesi adulti in una trappola o in una rete trattata con insetticidi (=LLIN). La cattura di massa e le LLIN possono essere utilizzate in modo estensivo all'interno e all'esterno delle superfici agricole coltivabili (Tabella 1).

Le future strategie fitosanitarie contro il coleottero giapponese saranno molto probabilmente costituite da una combinazione di misure diverse che vanno oltre questo elenco di opzioni di controllo (Tabella 1). Attualmente non sappiamo quale rilevanza avranno in futuro i repellenti, gli antagonisti biologici o il silenziamento genico nel controllo del coleottero giapponese, poiché la loro applicazione deve essere ancora sviluppata ed è necessario superare ostacoli amministrativi. Inoltre, non è ancora dato sapere in quale forma e con quali attori i possibili luoghi di sviluppo delle larve, come i prati e i pascoli umidi, saranno attivamente protetti dalla colonizzazione da parte del coleottero giapponese. Tuttavia, singole misure di controllo, come la prevenzione della propagazione del coleottero, la regolazione dell'irrigazione, la copertura del suolo, la copertura delle colture con reti di protezione, la cattura di massa e l'impiego di nematodi e insetticidi, possono certamente essere attuate anche in orticoltura o nei vivai, in funzione della situazione.

Tabella 1: Valutazione della rilevanza delle misure esposte per il futuro controllo del coleottero giapponese nelle colture. Una X indica un'applicazione promettente e, quindi, probabile della misura nel rispettivo gruppo di colture, una (X) corrisponde a un'applicazione parzialmente promettente e, quindi, possibile della misura nel gruppo di colture e le caselle vuote indicano misure poco promettenti e, quindi, un'applicazione improbabile nel gruppo di colture.

Misure di lotta	Superfici erbose	Colture in pieno campo	Ortaggi	Frutta	Bacche	Viti
Misure preventive						
Prevenire la propagazione	X					
Scelta del sito		(X)	X		(X)	
Regolazione dell'irrigazione	X		(X)	(X)	(X)	
Copertura del suolo	(X)		(X)		(X)	
Copertura con reti			X	X	X	(X)
Lotta meccanica						
Adeguamento del substrato del suolo	(X)				(X)	
Lavorazione del suolo		X	X		(X)	
Cattura			(X)		(X)	
Polveri di roccia (caolino...)		(X)		(X)	(X)	X
Altri repellenti	Il futuro impiego locale contro gli adulti non è escluso					
Gestire la disponibilità di piante ospiti	X	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
Lotta biologica						
Batteri (Bt...)	In futuro è immaginabile l'impiego locale contro le larve					
Funghi		In futuro è immaginabile l'impiego locale contro gli adulti				
Microsporidi	In futuro è immaginabile l'impiego locale contro le larve					
Nematodi	X		X		(X)	
Parassitoidi	In futuro è immaginabile l'impiego per regolare la popolazione regionale					
Predatori	L'impiego mirato è difficilmente immaginabile anche in futuro					
Lotta biotecnica						
Cattura di massa	X	(X)	(X)	X	X	X
LLIN (reti trattate con insetticidi)	X	(X)	(X)	X	X	X
Attrattivi e irrorazione spot		X	X	X	X	X
Lotta con insetticidi						
Insetticidi tradizionali		X	X	X	X	X
Silenziamento genico	In futuro è immaginabile l'impiego locale					

7 Conclusioni e prospettive

L'introduzione accidentale del coleottero giapponese nell'Europa continentale e la progressiva diffusione dell'infestazione dall'Italia alla Svizzera **pongono il Servizio fitosanitario federale e i servizi cantonali competenti di fronte a una delle maggiori sfide degli ultimi anni**. L'organismo nocivo **non rappresenta una minaccia solo per l'agricoltura, ma anche per gli spazi ricreativi pubblici e privati e i parchi**. La classificazione del coleottero giapponese come organismo di quarantena prioritario ha implicato la prescrizione di misure di eradicazione e contenimento in conformità agli obblighi fitosanitari internazionali e alla legislazione fitosanitaria svizzera.

La progressiva diffusione del coleottero giapponese e i modelli matematici (Borner et al., 2023), che prevedono l'idoneità degli habitat per la sua ulteriore diffusione e l'insediamento, indicano che il coleottero giapponese si stabilirà a lungo termine in tutta la Svizzera e in gran parte dell'Europa. Il presente testo tratta quindi non solo le attuali misure di eradicazione e contenimento prescritte dalle autorità, ma anche metodi di controllo del parassita che non sono ancora stati completamente sviluppati o omologati, ma che potrebbero essere applicati in futuro.

A differenza di altri insetti alloctoni nocivi come la drosfila del ciliegio (*Drosophila suzukii*) o la cimice marmorizzata (*Halyomorpha halys*), che sono stati introdotti in Svizzera negli ultimi anni quasi direttamente e per lo più inaspettatamente dai loro luoghi di origine, ossia il sud-est asiatico, il coleottero giapponese è presente in Nordamerica da oltre un secolo. La sua biologia ed ecologia sono dunque ben conosciute. Sono state inoltre già acquisite esperienze pluriennali sull'efficacia delle diverse strategie di lotta. Tuttavia, queste conoscenze sono solo parzialmente trasferibili in Svizzera a causa del numero elevato di piante ospiti, dell'efficacia limitata delle singole misure fitosanitarie e dell'influenza delle peculiarità regionali sul successo di tali misure.

Finora in Svizzera l'infestazione da coleottero giapponese non ha causato gravi danni economici. Da un lato, le popolazioni dell'organismo nocivo stanno ancora crescendo, dall'altro, in alcune regioni più infestate, ad esempio nel Ticino meridionale o nella regione alpina del Sempione, vengono coltivate colture poco sensibili. Nel Ticino meridionale la vite, una delle piante ospiti preferite dal coleottero giapponese nella regione, subisce danni fogliari durante il suo volo che sono comunque compensati al livello attuale di infestazione e non compromettono ancora seriamente la maturazione dell'uva. Tuttavia, nelle regioni in cui si coltivano ortaggi in pieno campo, frutta o bacche, sono prevedibili danni che pregiudicano seriamente la quantità e la qualità del raccolto.

Rispetto a molti altri insetti nocivi all'agricoltura, il coleottero giapponese presenta due caratteristiche particolari che devono essere prese in considerazione nello sviluppo di strategie di lotta. **In primo luogo, colpisce anche molti spazi ricreativi pubblici e privati e parchi**. La collaborazione e lo scambio tra questi settori non sono ancora ben consolidati, ma saranno estremamente importanti in futuro per ridurre e controllare in modo duraturo la presenza del coleottero giapponese in una regione. **In secondo luogo, esiste una netta separazione spaziale tra l'habitat di uova, larve e pupe e quello dei coleotteri giapponesi adulti**. Ciò implica che le misure fitosanitarie nell'habitat dei coleotteri adulti hanno scarse probabilità di successo a lungo termine se non si impedisce parallelamente il costante ricambio dalle zone di sviluppo delle larve, spesso difficili da rinvenire. A ciò si aggiunge che **le possibilità di intervento negli habitat delle larve sono spesso limitate** (ad es. lungo i flussi d'acqua, nelle zone umide protette o negli spazi ricreativi).

È comunque certo che una protezione delle colture è raggiungibile solo con un approccio integrato e intercolturale a livello di paesaggio. Le strategie di lotta devono quindi essere costituite da diverse misure che, prese individualmente, sono solo parzialmente efficaci. Inoltre, tali strategie di lotta integrate devono essere adattate alle caratteristiche del paesaggio e alla disponibilità di piante ospiti. I prodotti fitosanitari chimici di sintesi svolgono un ruolo centrale nella lotta contro il coleottero giapponese negli Stati Uniti. Per una lotta efficace, il loro impiego non potrà essere completamente evitato nemmeno in Svizzera. Tuttavia, in combinazione con altre misure di lotta, la protezione fitosanitaria con prodotti chimici può essere ridotta al minimo.

L'impiego di nematodi entomopatogeni si è rivelato promettente per la lotta contro le larve di *P. japonica* nei prati e nei giardini. L'efficacia di un'applicazione di nematodi può raggiungere oltre il 90 %, ma dipende molto dall'accuratezza dell'applicazione e dalle condizioni ambientali prevalenti nelle aree trattate. Anche l'uso di attrattivi in combinazione con trappole o reti trattate con insetticidi è un approccio interessante e promettente. Sebbene le reti trattate comportino anche l'impiego di prodotti fitosanitari chimici di sintesi, questo innovativo metodo di applicazione ha effetti collaterali minimi sugli organismi non bersaglio e sull'ambiente.

Lo sviluppo di altri metodi di lotta biologica richiede del tempo. Ad esempio, è stato dimostrato che i funghi entomopatogeni non sono adatti all'uso nel suolo a causa della scarsa sensibilità delle larve. I coleotteri giapponesi adulti sono invece molto suscettibili alle infezioni fungine. I funghi entomopatogeni in combinazione con gli attrattivi potrebbero quindi contribuire al controllo del coleottero giapponese, che non ha antagonisti specializzati noti nelle regioni in cui si è insediato di recente, compresa la Svizzera. Negli Stati Uniti sono stati pertanto rilasciati diversi antagonisti provenienti dalla regione di origine del coleottero giapponese (=lotta biologica classica). Alcuni di essi si sono insediati dopo il rilascio e ora contribuiscono a regolare le popolazioni del parassita. Tuttavia, il rilascio di antagonisti alloctoni richiede indagini preliminari approfondite, che sono già state avviate in Svizzera per due possibili candidati, anche se l'omologazione di un insetto utile alloctono in Svizzera è laboriosa e può richiedere diversi anni.

Le conoscenze acquisite negli Stati Uniti e, più recentemente, in Italia e in Ticino costituiscono una base preziosa per la lotta al coleottero giapponese, ma **oggi è difficile delimitare localmente le colture a rischio in Svizzera, stimare il potenziale danno causato dal coleottero giapponese su piccola scala e quantificare con precisione i possibili danni finanziari per l'economia e la società svizzera**. Presumiamo tuttavia che soprattutto le **superfici erbose irrigate, come i campi sportivi, i campi da golf, le aree di produzione di tappeti erbosi, i parchi e i giardini privati e pubblici saranno maggiormente colpiti** dall'infestazione delle larve, ma anche i prati e i pascoli umidi potranno essere infestati in misura minore. Inoltre, **le colture sensibili in prossimità di luoghi adatti alla proliferazione delle larve saranno esposte a un rischio superiore di essere danneggiate da coleotteri giapponesi adulti. Il rischio è particolarmente elevato per le colture in cui il periodo di maturazione e raccolta coincide con il periodo di volo del coleottero**. Per contrastare questi pericoli, nei prossimi anni saranno necessarie intense attività di ricerca che, da un lato, permettano di comprendere meglio le dinamiche di popolazione e di diffusione di questo parassita invasivo anche su piccola scala. Dall'altro, è necessario sviluppare ulteriormente gli approcci di lotta biologica e biotecnica che si sono dimostrati promettenti negli ultimi anni. **La distribuzione spaziale delle larve e degli adulti, spesso al di fuori delle aree agricole, richiede una stretta collaborazione tra tutti gli attori interessati a livello regionale**. È un aspetto importante sia per le misure di eradicazione e contenimento prescritte dalle autorità in conformità alla legislazione fitosanitaria, sia per le possibili strategie di lotta future qualora il coleottero giapponese perdesse lo status di organismo di quarantena. Le conoscenze esistenti e i progetti di ricerca in corso dovrebbero consentire di sviluppare e mettere in opera strategie di lotta efficaci e sostenibili contro il coleottero giapponese in Svizzera.

8 Ringraziamenti

Si ringraziano Cristina Marazzi e Luca Jelmini (Servizio fitosanitario cantonale, Cantone Ticino) nonché Eleonor Fiechter (Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, Cantone di Basilea Campagna), Fiona Eyer (Strickhof, Cantone Zurigo), Tim Haye (CABI) e Doris Ortner (Spotteron, www.popillia.eu) per il materiale illustrato messo a disposizione. Desideriamo inoltre ringraziare anche i nostri colleghi di Agroscope, attuali, ex o in pensione, Tanja Graf, Mauro Jermini, Christian Linder, Hanna Neuenschwander, Christian Schweizer e Magdalena Wey per averci fornito le loro fotografie e illustrazioni.

9 Bibliografia

- Allsopp, P. G., Klein, M. G., & McCoy, E. L. (1992). Effect of soil moisture and soil texture on oviposition by Japanese beetle and Rose chafer (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology*, 85(6), 2194-2200. <https://doi.org/10.1093/jee/85.6.2194>
- Althoff, E. R., & Rice, K. B. (2022). Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) invasion of North America: history, ecology, and management. *Journal of Integrated Pest Management*, 13(1). <https://doi.org/10.1093/jipm/pmab043>
- Anselmi, L. (2022). *Indagini sui mezzi di contenimento fisici per il controllo di Popillia japonica nella filiera vivaistica* University of Verona J. Verona, IT.
- Balock, J. W. (1934). The status of *Tiphia Vernalis* Rohwer, an imported parasite of the Japanese beetle, at the close of 1933. *Journal of Economic Entomology*, 27(2), 491-496. <https://doi.org/10.1093/jee/27.2.491>
- Behle, R. W., Richmond, D. S., Jackson, M. A., & Dunlap, C. A. (2015). Evaluation of *Metarhizium brunneum* F52 (Hypocreales: Clavicipitaceae) for control of Japanese beetle larvae in turfgrass. *Journal of Economic Entomology*, 108(4), 1587-1595. <https://doi.org/10.1093/jee/fov176>
- Bohlen, P. J., & Barrett, G. W. (1990). Dispersal of the Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in strip-cropped soybean agroecosystems. *Environmental Entomology*, 19(4), 955-960. <https://doi.org/10.1093/ee/19.4.955>
- Borner, L., Martinetti, D., & Poggi, S. (2023). A new chapter of the Japanese beetle invasion saga: predicting suitability from long-invaded areas to inform surveillance strategies in Europe. *Entomologia Generalis*, 43(5), 951-960. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2023/2073>
- Borner, L., Martinetti, D., & Poggi, S. (2024). A hitchhiker's guide to Europe: mapping human-mediated dispersal of the invasive Japanese beetle. *NeoBiota*, 94, 1-14. <https://doi.org/10.3897/neobiota.94.126283>
- Bosio, G., Piazza, E., & Giacometto, E. (2022). *Popillia japonica*, una specie in progressiva diffusione. *L'Informatore Agrario*, 21, 53-59.
- Boucher, J. T., & Pfeiffer, D. G. (1989). Influence of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) foliar feeding on 'Seyval Blanc' grapevines in Virginia. *Journal of Economic Entomology*, 82(1), 220-225. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/jee/82.1.220>
- Burkness, E. C., Ebbenga, D. N., & Hutchison, W. D. (2020). Evaluation of foliar insecticide control of adult Japanese beetle in raspberry, 2019. *Arthropod Management Tests*, 45(1). <https://doi.org/10.1093/amt/tsaa009>
- Burkness, E. C., Ebbenga, D. N., Toninato, A. G., & Hutchison, W. D. (2022). Exclusion and repulsion of *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) using selected coverings on high tunnel structures for primocane red raspberry. *Insects*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/insects13090771>
- Bushway, L., Pritts, M., & Handley, D. (2008). Raspberry and blackberry production guide for the Northeast, Midwest, and Eastern Canada (NRAES-35). <https://ecommons.cornell.edu/items/7fc985a7-6ac4-44c9-a509-703d4b69f1f0>
- CABI. (2022). *Popillia japonica* (Japanese beetle). <https://doi.org/10.1079/cabicompndium.43599>
- CABI. (2023). CABI to investigate using parasitic fly as a classical biological control agent against Japanese beetle. *CABI News*. <https://www.cabi.org/news-article/cabi-to-investigate-using-parasitic-fly-as-a-classical-biological-control-agent-against-japanese-beetle/>
- Cappaert, D. L., & Smitley, D. R. (2002). Parasitoids and pathogens of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in Southern Michigan. *Environmental Entomology*, 31(3), 573-580. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-31.3.573>
- Carroll, E., Kunte, N., McGraw, E., Gautam, S., Range, R., Noveron-Nunez, J. A., Held, D. W., & Avila, L. A. (2023). Gene silencing in adult *Popillia japonica* through feeding of double-stranded RNA (dsRNA) complexed with branched amphiphilic peptide capsules (BAPCs). *Frontiers in Insect Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/finsc.2023.1151789>
- Chen, R.-Z., Klein, M. G., Li, Q.-Y., & Li, Y. (2014a). Mass trapping *Popillia quadriguttata* using *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) pheromone and floral lures in Northeastern China. *Environmental Entomology*, 43(3), 774-781. <https://doi.org/10.1603/en13319>
- Chen, R.-z., Klein, M. G., Li, Y., Li, Q.-y., & Sheng, C.-f. (2014b). Japanese beetle lures used alone or combined with structurally related chemicals to trap NE China scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 17(4), 871-877. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aspen.2014.09.002>
- Clausen, C., Gardner, T., & Sato, K. (1932). Biology of some Japanese and Chosenese grab parasites (Seoliidae). *USDA Technical Bulletins*, 308, 27 pp. <https://ageconsearch.umn.edu/record/163226/files/tb308.pdf>
- Clausen, C. P., Jaynes, H. A., & Gardner, T. R. (1933). Further investigations of the parasites of *Popillia japonica* in the Far East. *USDA Technical Bulletins*, 366, 51 pp. <https://ageconsearch.umn.edu/record/163566/files/tb366.pdf>
- Clausen, C. P., King, J. L., & Teranishi, C. (1927). *The parasites of Popillia japonica in Japan and Chosen (Korea), and their introduction into the United States*. US Department of Agriculture.
- Crutchfield, B. A., Potter, D. A., & Powell, A. J. (1995). Irrigation and nitrogen fertilization effects on white grub injury to Kentucky bluegrass and tall fescue turf. *Crop Science*, 35(4), 1122-1126. <https://doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500040034x>

- Dunbar, D. M., & Beard, R. L. (1975). Present status of milky disease of Japanese and Oriental beetles in Connecticut. *Journal of Economic Entomology*, 68(4), 453-457. <https://doi.org/10.1093/jee/68.4.453>
- Ebbenga, D. N., Burkness, E. C., Clark, M. D., & Hutchison, W. D. (2022a). Impact of adult *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) foliar feeding injury on fruit yield and quality of a temperate, cold-hardy wine grape, 'Frontenac'. *Frontiers in Insect Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/finsec.2022.887659>
- Ebbenga, D. N., Hanson, A. A., Burkness, E. C., & Hutchison, W. D. (2022b). A degree-day model for forecasting adult phenology of *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) in a temperate climate. *Frontiers in Insect Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/finsec.2022.1075807>
- Edwards, C. R. (1999). Japanese beetle. In K. L. Steffey, M. E. Rice, J. All, D. A. Andow, M. E. Gray, & J. W. van Duyn (Eds.), *Handbook of corn insect pests* (pp. 90-91). Entomological Society of America. <https://bioone.org/ebooks/esa-handbooks/Handbook-of-Corn-Insects/9/Pest-Information/10.4182/EIOG7808.44.119.pdf>
- EFSA. (2018). Pest categorisation of *Popillia japonica*. C. Bragard, K. Dehnen-Schmutz, F. Di Serio, P. Gonthier, M. A. Jacques, J. A. Jaques Miret, A. F. Justesen, C. S. Magnusson, & P. Milonas (Eds.), *EFSA Journal* (Vol. 16, pp. e05438). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5438>
- EFSA. (2020). General guidelines for statistically sound and risk-based surveys of plant pests. E. Lázaro, S. Parnell, A. V. Civera, J. Schans, M. Schenk, J. C. Abrahantes, G. Zancanaro, & S. Vos (Eds.), *EFSA Supporting Publications* (Vol. 17, pp. 1919E). <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2020.EN-1919>
- EFSA. (2023). Pest survey card on *Popillia japonica* EFSA Supporting Publications (pp. 2022:EN-7809). <https://efsa.europa.eu/plants/planthealth/monitoring/surveillance/popillia-japonica>
- EPPO. (2006). *Popillia japonica*. EPPO Bulletin, 36(3), 447-450. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2006.01039.x>
- EPPO. (2016). PM 9/21(1) *Popillia japonica*: procedures for official control. EPPO Bulletin, 46(3), 543-555. <https://doi.org/10.1111/epp.12345>
- EPPO. (2024). *Popillia japonica* (POPIJA). <https://gd.eppo.int/taxon/POPIJA>
- Fleming, W. E. (1968). *Biological control of the Japanese beetle* (Vol. 1383). US department of Agriculture.
- Fleming, W. E. (1972). *Biology of the Japanese beetle*. US Department of Agriculture.
- Fleming, W. E., Metzger, F. W., & Osburn, M. R. (1934). *Protection of orchard and shade trees and ornamental shrubs from injury by the Japanese beetle*. US Department of Agriculture.
- Gardner, T. R. (1938). Influence of feeding habits of *Tiphia vernalis* on the parasitization of the Japanese beetle. *Journal of Economic Entomology*, 31(2), 204-207. <https://doi.org/10.1093/jee/31.2.204>
- Gilioli, G., Sperandio, G., Simonetto, A., Ciampitti, M., Cavagna, B., Bianchi, A., Battisti, A., Mori, N., De Francesco, A., & Gervasio, P. (2024). Predicting the spatio-temporal dynamics of *Popillia japonica* populations. *Journal of Pest Science*. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01738-x>
- Gilioli, G., Sperandio, G., Simonetto, A., Colturato, M., Battisti, A., Mori, N., Ciampitti, M., Cavagna, B., Bianchi, A., & Gervasio, P. (2022). Modelling diapause termination and phenology of the Japanese beetle, *Popillia japonica*. *Journal of Pest Science*, 95(2), 869-880. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01434-8>
- Gotta, P., Ciampitti, M., Cavagna, B., Bosio, G., Gilioli, G., Alma, A., Battisti, A., Mori, N., Mazza, G., Torrini, G., Paoli, F., Santoiemma, G., Simonetto, A., Lessio, F., Sperandio, G., Giacometto, E., Bianchi, A., Roversi, P. F., & Marianelli, L. (2023). *Popillia japonica* – Italian outbreak management. *Frontiers in Insect Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/finsec.2023.1175138>
- Graf, T., Scheibler, F., Niklaus, P. A., & Grabenweger, G. (2023). From lab to field: biological control of the Japanese beetle with entomopathogenic fungi. *Frontiers in Insect Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/finsec.2023.1138427>
- Gu, S., & Pomper, K. W. (2008). Grape cultivar feeding preference of adult Japanese beetles. *Hortscience*, 43(1), 196-199. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.1.196>
- Hamilton, R. M. (2003). *Remote sensing and GIS studies on the spatial distribution and management of Japanese beetle adults and grubs* [Purdue University]. West Lafayette (USA).
- Hammond, R. (1994). Japanese beetle. *Handbook of soybean insect pests*. Entomological Society of America, Lanham, MD, 64-65.
- Hammons, D. L., Kurtural, S. K., Newman, M. C., & Potter, D. A. (2009). Invasive Japanese beetles facilitate aggregation and injury by a native scarab pest of ripening fruits. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(10), 3686-3691. <https://doi.org/10.1073/pnas.0811097106>
- Hammons, D. L., Kurtural, S. K., & Potter, D. A. (2010a). Impact of insecticide-manipulated defoliation by Japanese beetle (*Popillia japonica*) on grapevines from vineyard establishment through production. *Pest Management Science*, 66(5), 565-571. <https://doi.org/10.1002/ps.1908>
- Hammons, D. L., Kurtural, S. K., & Potter, D. A. (2010b). Japanese beetle defoliation reduces primary bud cold hardiness during vineyard establishment. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61(1), 130-134. <https://doi.org/10.5344/ajev.2010.61.1.130>
- Hawley, I. M., & Metzger, F. W. (1940). *Feeding habits of the adult Japanese beetle*. US Department of Agriculture.
- Henden, J., & Guédot, C. (2022). Effect of surrounding landscape on *Popillia japonica* abundance and their spatial pattern within Wisconsin vineyards. *Frontiers in Insect Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/finsec.2022.961437>
- Hutton, P. O., Jr., & Burbutis, P. P. (1974). Milky disease and Japanese beetle in Delaware. *Journal of Economic Entomology*, 67(2), 247-248. <https://doi.org/10.1093/jee/67.2.247>

- Iovinella, I., Barbieri, F., Biazzi, E., Sciandra, C., Tava, A., Mazza, G., Marianelli, L., Cini, A., Roversi, P. F., & Torrini, G. (2023). Antifeedant and insecticidal effects of alfalfa saponins in the management of the Japanese beetle *Popillia japonica*. *Journal of Applied Entomology*, 147(8), 651-660. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jen.13153>
- IPPC. (2008). International Standards for phytosanitary measures. IPPC Secretariat (Ed.), *International Standard for Phytosanitary Measures*. Rome: FAO. https://assets.ippc.int/static/media/files/publication/en/2016/11/01_2008_ISPMs_1-31_book_En.pdf
- IPPC. (2021). Surveillance. IPPC Secretariat (Ed.), *International Standard for Phytosanitary Measures* (Vol. 6). Rome: FAO. <https://www.ippc.int/en/publications/615/>
- IPPC. (2024). Requirements for the establishment of pest free areas. IPPC Secretariat (Ed.), *International Standard for Phytosanitary Measures* (Vol. 4). Rome: FAO. <https://www.ippc.int/en/publications/614/>
- Jurenka, R., Russell, K., & O'Neal, M. (2017). Phytoecdysteroids as antifeedants towards several beetles that include polyphagous and monophagous feeding guilds. *Pest Management Science*, 73(8), 1633-1637. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ps.4500>
- Keller, S., & Schweizer, C. (2008). Engerlingsbekämpfung mit Pilzen. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie*, 16, 361-364.
- Keller, S., Schweizer, C., Keller, E., & Brenner, H. (1997). Control of white grubs (*Melolontha melolontha* L.) by treating adults with the fungus *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology*, 7(1), 105-116. <https://doi.org/10.1080/09583159731090>
- King, J., & Parker, L. B. (1950). *The Spring tiphia: an imported enemy of the Japanese beetle*. US Department of Agriculture.
- King, J. L. (1931). The present status of the established parasites of *Popillia japonica* Newman. *Journal of Economic Entomology*, 24(2), 453-462. <https://doi.org/10.1093/jee/24.2.453>
- Klein, M. (2022). *Popillia japonica* (Japanese beetle) <https://doi.org/10.1079/cabicompndium.43599>
- Klein, M. G., & Georgis, R. (1992). Persistence of control of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) sarvae with Steinernematid and Heterorhabditid nematodes. *Journal of Economic Entomology*, 85(3), 727-730. <https://doi.org/10.1093/jee/85.3.727>
- Korycinska, A., & Baker, R. (2017). Exploiting the high-resolution JRC-MARS European climatic dataset for pest risk mapping. *EPPO Bulletin*, 47(2), 246-254. <https://doi.org/10.1111/epp.12378>
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., & Rubel, F. (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3), 259-263. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>
- Kreuger, B., & Potter, D. A. (2001). Diel feeding activity and thermoregulation by Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) within host plant canopies. *Environmental Entomology*, 30(2), 172-180. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-30.2.172>
- Krombein, K. V. (1948). Liberation of Oriental scolioid wasps in the United States from 1920 to 1946 (Hymenoptera: Scolidae, Tiphidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 41(1), 58-62. <https://doi.org/10.1093/aesa/41.1.58>
- Lalancette, N., Belding, R. D., Shearer, P. W., Frecon, J. L., & Tietjen, W. H. (2005). Evaluation of hydrophobic and hydrophilic kaolin particle films for peach crop, arthropod and disease management. *Pest Management Science*, 61(1), 25-39. <https://doi.org/10.1002/ps.943>
- Langford, G. S., Crosthwait, S., & Whittington, F. (1940). The value of traps in Japanese beetle control. *Journal of Economic Entomology*, 33(2), 317-320. <https://doi.org/10.1093/jee/33.2.317>
- Lannan, M. C., & Guédot, C. (2024). Attract-and-kill for managing *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) abundance and leaf injury in commercial vineyards. *Journal of Economic Entomology*. <https://doi.org/10.1093/jee/toae031>
- Legault, S., Doyon, J., & Brodeur, J. (2024). Reliability of a commercial trap to estimate population parameters of Japanese beetles, *Popillia japonica*, and parasitism by *Istocheta aldrichi*. *Journal of Pest Science*, 97(2), 575-583. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01666-w>
- Lessio, F., Pisa, C. G., Picciau, L., Ciampitti, M., Cavagna, B., & Alma, A. (2022). An immunomarking method to investigate the flight distance of the Japanese beetle. *Entomologia Generalis*, 42(1), 45-56. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2021/1117>
- MacLeod, G. R., Richmond, D. S., & Filley, T. R. (2024). Invasive Japanese beetle (*Popillia japonica* Newman) larvae alter structure and carbon distribution in infested surface soil. *Science of The Total Environment*, 918, 170687. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170687>
- Marianelli, L., Paoli, F., Torrini, G., Mazza, G., Benvenuti, C., Binazzi, F., Sabbatini Peverieri, G., Bosio, G., Venanzio, D., Giacometto, E., Priori, S., Koppenhöfer, A. M., & Roversi, P. F. (2017). Entomopathogenic nematodes as potential biological control agents of *Popillia japonica* (Coleoptera, Scarabaeidae) in Piedmont Region (Italy). *Journal of Applied Entomology*, 142, 311-318. <https://doi.org/10.1111/jen.12470>
- Maxey, L., Laub, C., & Pfeiffer, D. (2009). Effects of geranium exposure on Japanese beetle (*Popillia japonica*) feeding on primocane-bearing raspberries. Proceedings of the 85th Cumberland-Shenandoah fruit workers conference.
- McDonald, R., Puttler, B., Klein, M., Oliver, J., Grundler, J., Brown, M. E., Wilcox, B., & Burfitt, C. (2020). Establishment of *Tiphia vernalis* (Hymenoptera: Tiphidae), a naturalized parasitoid of the Japanese beetle,

- Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae), in Meramec State Park, Sullivan, Missouri, USA. *Journal of Entomological Science*, 55(1), 130-136. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-55.1.130>
- McDonald, R. C., & Klein, M. G. (2007, December 9-12). *Recent IPM advances using parasitoids to suppress Japanese beetle populations*. ESA Annual Meeting, San Diego (USA). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16786.99523>
- Mercader, R. J., & Isaacs, R. (2003a). Damage potential of Rose chafer and Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in Michigan vineyards. *The Great Lakes Entomologist*, 36(3 & 4), 9. <https://doi.org/10.22543/0090-0222.2091>
- Mercader, R. J., & Isaacs, R. (2003b). Phenology-dependent effects of foliar injury and herbivory on the growth and photosynthetic capacity of nonbearing *Vitis labrusca* (Linnaeus) var. Niagara. *American Journal of Enology and Viticulture*, 54(4), 252-260. <https://doi.org/10.5344/ajev.2003.54.4.252>
- Milián-García, Y., Pyne, C., Lindsay, K., Romero, A., & Hanner, R. H. (2023). Unveiling invasive insect threats to plant biodiversity: Leveraging eDNA metabarcoding and saturated salt trap solutions for biosurveillance. *PLoS ONE*, 18(8), e0290036. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290036>
- Mori, N., Santoiemma, G., Glazer, I., Gilioli, G., Ciampitti, M., Cavagna, B., & Battisti, A. (2022). Management of *Popillia japonica* in container-grown nursery stock in Italy. *Phytoparasitica*, 50(1), 83-89. <https://doi.org/10.1007/s12600-021-00948-2>
- Nardi, F., Boschi, S., Funari, R., Cucini, C., Cardaioli, E., Potter, D., Asano, S.-I., Toubarro, D., Meier, M., Paoli, F., Carapelli, A., & Frati, F. (2024). The direction, timing and demography of *Popillia japonica* (Coleoptera) invasion reconstructed using complete mitochondrial genomes. *Scientific Reports*, 14(1), 7120. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57667-x>
- Niemczyk, H., & Lawrence, K. (1973). Japanese beetle: evidence of resistance to cyclodiene insecticides in larvae and adults in Ohio. *Journal of Economic Entomology*, 66(2), 520-521. <https://doi.org/10.1093/jee/66.2.520>
- O'Hara, J. E. (2014). New tachinid records for the United States and Canada. *The Tachinid Times*, 27, 34-40. http://www.nadsdiptera.org/Tach/WorldTachs/TTimes/TT27_e-prints/OHara2014_34-40_TTT_New%20records.pdf
- Oliver, J. B., Reding, M. E., Youssef, N. N., Klein, M. G., Bishop, B. L., & Lewis, P. A. (2009). Surface-applied insecticide treatments for quarantine control of Japanese beetle, *Popillia japonica* Newman (Coleoptera: Scarabaeidae), larvae in field-grown nursery plants. *Pest Management Science*, 65(4), 381-390. <https://doi.org/10.1002/ps.1701>
- Paoli, F., Barbieri, F., Iovinella, I., Sciandra, C., Barzanti, G. P., Torrini, G., Sabbatini Peverieri, G., Mazza, G., Benvenuti, C., Sacco, D., Martinetti, D., Roversi, P. F., & Marianelli, L. (2024). Comparison of different attract-and-kill device densities to control the adult population of (Coleoptera: Scarabaeidae). *Pest Management Science*, 80, 6236-6242. <https://doi.org/10.1002/ps.8352>
- Paoli, F., Iovinella, I., Barbieri, F., Sciandra, C., Sabbatini Peverieri, G., Mazza, G., Torrini, G., Barzanti, G. P., Benvenuti, C., Strangi, A., Bosio, G., Mori, E., Roversi, P. F., & Marianelli, L. (2023). Effectiveness of field-exposed attract-and-kill devices against the adults of *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae): a study on duration, form and storage. *Pest Management Science*, 79(9), 3262-3270. <https://doi.org/10.1002/ps.7504>
- Pavasini, M. (2021). *Gestione integrata di Popillia japonica nella filiera vivaistica* University of Verona]. Verona, IT.
- Pfeiffer, D. G. (2012). Japanese beetle and other Coleoptera feeding on grapevines in eastern North America. In *Arthropod Management in Vineyards*: (pp. 403-429). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4032-7_17
- Piñero, J. C., & Dudenhoefter, A. P. (2018). Mass trapping designs for organic control of the Japanese beetle, *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Pest Management Science*, 74(7), 1687-1693. <https://doi.org/10.1002/ps.4862>
- Piombino, M., Smitley, D., & Lewis, P. (2020). Survival of Japanese beetle, *Popillia japonica* Newman, larvae in field plots when infected with a microsporidian pathogen, *Ovavesicula popilliae*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 174, 107434. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107434>
- Pires, E. M., & Koch, R. L. (2020). Japanese beetle feeding and survival on apple fruits. *Bioscience Journal*, 36(4), 1327-1334. <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n4a2020-50364>
- Potter, D. A. (1998). *Destructive turfgrass insects: biology, diagnosis, and control*. John Wiley & Sons.
- Potter, D. A. (2003). Managing insect pests of sport fields: problems and prospects *1st International Conference on Turfgrass Management and Science for Sports Fields* (661 ed., pp. 449-461): International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.661.62>
- Potter, D. A., & Held, D. W. (1999). Absence of food-aversion learning by a polyphagous scarab, *Popillia japonica*, following intoxication by geranium, *Pelargonium × hortorum*. In S. J. Simpson, A. J. Mordue, & J. Hardie (Eds.), *Proceedings of the 10th International Symposium on Insect-Plant Relationships* (pp. 83-88). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-1890-5_9
- Potter, D. A., & Held, D. W. (2002). Biology and management of the Japanese beetle. *Annual Review of Entomology*, 47(1), 175-205. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145153>
- Potter, D. A., Powell, A. J., Spicer, P. G., & Williams, D. W. (1996). Cultural practices affect root-feeding white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) in turfgrass. *Journal of Economic Entomology*, 89(1), 156-164. <https://doi.org/10.1093/jee/89.1.156>

- Ramoutar, D., & Legrand, A. (2007). Survey of *Tiphia vernalis* (Hymenoptera: Tiphidae), a parasitoid wasp of *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae), in Connecticut. *Florida Entomologist*, 90(4), 780-782, 783. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2007\)90\[780:SOTVHT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2007)90[780:SOTVHT]2.0.CO;2)
- Reding, M. E., & Klein, M. G. (2001). *Tiphia vernalis* (Hymenoptera: Tiphidae) parasitizing oriental beetle, *Anomala orientalis* (Coleoptera: Scarabaeidae) in a nursery. *The Great Lakes Entomologist*, 34(2), 8. <https://doi.org/10.22543/0090-0222.2049>
- Redmond, C. T., & Potter, D. A. (1995). Lack of efficacy of in vivo- and putatively in vitro-produced *Bacillus popilliae* against field populations of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) grubs in Kentucky. *Journal of Economic Entomology*, 88(4), 846-854. <https://doi.org/10.1093/jee/88.4.846>
- Redmond, C. T., Wallis, L., Geis, M., Williamson, R. C., & Potter, D. A. (2020). Strengths and limitations of *Bacillus thuringiensis galleriae* for managing Japanese beetle (*Popillia japonica*) adults and grubs with caveats for cross-order activity to monarch butterfly (*Danaus plexippus*) larvae. *Pest Management Science*, 76(2), 472-479. <https://doi.org/10.1002/ps.5532>
- Regione Piemonte. (2019). *Popillia japonica* descrizione dei danni e indicazioni per possibili strategie di difesa. https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2019-06/popillia_danni_difesa.pdf
- Régnière, J., Powell, J., Bentz, B., & Nealis, V. (2012). Effects of temperature on development, survival and reproduction of insects: Experimental design, data analysis and modeling. *Journal of Insect Physiology*, 58(5), 634-647. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2012.01.010>
- Régnière, J., Rabb, R. L., & Stinner, R. E. (1981). *Popillia japonica*: Simulation of temperature-dependent development of the immatures, and prediction of adult emergence. *Environmental Entomology*, 10(3), 290-296. <https://doi.org/10.1093/ee/10.3.290>
- Renkema, J. M., & Parent, J.-P. (2021). Mulches used in highbush blueberry and entomopathogenic nematodes affect mortality rates of third-instar *Popillia japonica*. *Insects*, 12(10), 907. <https://doi.org/10.3390/insects12100907>
- Ribeiro, A. V., Cira, T. M., MacRae, I. V., & Koch, R. L. (2022). Effects of feeding injury from *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) on soybean spectral reflectance and yield. *Frontiers in Insect Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/finsc.2022.1006092>
- Rogers, M. E., & Potter, D. A. (2002). Kairomones from scarabaeid grubs and their frass as cues in below-ground host location by the parasitoids *Tiphia vernalis* and *Tiphia pygidialis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 102(3), 307-314. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2002.00951.x>
- Rogers, M. E., & Potter, D. A. (2003). Effects of spring imidacloprid application for white grub control on parasitism of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) by *Tiphia vernalis* (Hymenoptera: Tiphidae). *Journal of Economic Entomology*, 96(5), 1412-1419. <https://doi.org/10.1093/jee/96.5.1412>
- Rogers, M. E., & Potter, D. A. (2004a). Biology of *Tiphia pygidialis* (Hymenoptera: Tiphidae), a parasitoid of Masked chafer (Coleoptera: Scarabaeidae) grubs, with notes on the seasonal occurrence of *Tiphia vernalis* in Kentucky. *Environmental Entomology*, 33(3), 520-527. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-33.3.520>
- Rogers, M. E., & Potter, D. A. (2004b). Potential for sugar sprays and flowering plants to increase parasitism of white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) by Tiphid wasps (Hymenoptera: Tiphidae). *Environmental Entomology*, 33(3), 619-626. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-33.3.619>
- Sanchez, B., Barreiro-Hurle, J., Soto Embodas, I., & Rodriguez-Cerezo, E. (2019). *The Impact Indicator for Priority Pests (I2P2): A tool for ranking pests according to Regulation (EU) 2016/2031* (Vol. 10).
- Santoemma, G., Battisti, A., Gusella, G., Cortese, G., Tosi, L., Gilioli, G., Sperandio, G., Ciampitti, M., Cavagna, B., & Mori, N. (2021). Chemical control of *Popillia japonica* adults on high-value crops and landscape plants of northern Italy. *Crop Protection*, 150, 105808. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105808>
- Sciandra, C., Barbieri, F., Ancillotto, L., Torrini, G., Marianelli, L., Iovinella, I., Paoli, F., Paolo Barzanti, G., Benvenuti, C., Federico Roversi, P., & Mazza, G. (2024). Can we manage alien invasive insects without altering native soil faunal communities? A field trial on *Popillia japonica*. *Ecological Indicators*, 161, 111955. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111955>
- Shanovich, H. N., Dean, A. N., Koch, R. L., & Hodgson, E. W. (2019). Biology and management of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in corn and soybean. *Journal of Integrated Pest Management*, 10(1). <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz009>
- Shanovich, H. N., Ribeiro, A. V., & Koch, R. L. (2021). Seasonal abundance, defoliation, and parasitism of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in two apple cultivars. *Journal of Economic Entomology*, 114(2), 811-817. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa315>
- Sim, R. J. (1934). Small mammals as predators on Japanese beetle grubs. *Journal of Economic Entomology*, 27(2), 482-485. <https://doi.org/10.1093/jee/27.2.482>
- Simões, N., Laumond, C., & Bonifassi, E. (1993). Effectiveness of *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis bacteriophora* against *Popillia japonica* in the Azores. *Journal of Nematology*, 25(3), 480. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2619391/>
- Smith, L. B. (1923). *Feeding habits of the Japanese beetle which influence its control* (Vol. 1154). U.S. Dept. of Agriculture. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.109044>
- Smitley, D., Hotchkiss, E., Buckley, K., Piombiono, M., Lewis, P., & Studyvin, J. (2022). Gradual decline of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) populations in Michigan follows establishment of *Ovavesicula popilliae* (Microsporidia). *Journal of Economic Entomology*, 115(5), 1432-1441. <https://doi.org/10.1093/jee/toac085>

- Strangi, A., Paoli, F., Nardi, F., Shimizu, K., Kimoto, T., Iovinella, I., Bosio, G., Roversi, P. F., Carapelli, A., & Marianelli, L. (2024). Tracing the dispersal route of the invasive Japanese beetle *Popillia japonica*. *Journal of Pest Science*, 97(2), 613-629. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01653-1>
- Strasser, H., Zelger, R., Pernfuss, B., Längle, T., & Seger, C. (2005). EPPO-based efficacy study to control *Phyllopertha horticola* in golf courses. *Bulletin OILB SROP (France)*, 28, 189-192.
- Straubinger, F. B., Benjamin, E. O., Venus, T. E., & Sauer, J. (2022). The economic importance of early pest control: new insights from potential *Popillia japonica* infestation in Europe. *AgriRxiv*. <https://doi.org/10.31220/agriRxiv.2022.00151>
- Straubinger, F. B., Venus, T. E., Benjamin, E. O., & Sauer, J. (2023). Private management costs of *Popillia japonica*: a study of viticulture in Italy. *Frontiers in Insect Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/finsc.2023.1176405>
- Streito, J., & Chartois, M. (2022). *Popillia japonica* (Newman, 1838): *Historique de l'invasion*. INRAE. <http://ephytia.inra.fr/fr/C/27017/Agir-Historique-de-l-invasion>
- Switzer, P. V., & Cumming, R. M. (2014). Effectiveness of hand removal for small-scale management of Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology*, 107(1), 293-298. <https://doi.org/10.1603/ec12303>
- Switzer, P. V., Enstrom, P. C., & Schoenick, C. A. (2009). Behavioral explanations underlying the lack of trap effectiveness for small-scale management of Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology*, 102(3), 934-940. <https://doi.org/10.1603/029.102.0311>
- Tayeh, C., Poggi, S., Desneux, N., Jactel, H., & Verheggen, F. (2023). Host plants of *Popillia japonica*: a review. *Recherche Data Gouv*, V2, UNF:6:657Ao271KA610h656jsXEMdmg== [fileUNF]. <https://doi.org/10.57745/SXZNQF>
- Terry, L. A., Potter, D. A., & Spicer, P. G. (1993). Insecticides affect predatory arthropods and predation on Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) eggs and Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) pupae in turfgrass. *Journal of Economic Entomology*, 86(3), 871-878. <https://doi.org/10.1093/jee/86.3.871>
- Torrini, G., Paoli, F., Mazza, G., Simoncini, S., Benvenuti, C., Strangi, A., Tarasco, E., Barzanti, G. P., Bosio, G., Cutino, I., Roversi, P. F., & Marianelli, L. (2020). Evaluation of indigenous entomopathogenic nematodes as potential biocontrol agents against *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) in Northern Italy. *Insects*, 11(11), 804. <https://doi.org/10.3390/insects11110804>
- USDA. (2015). *Managing the Japanese beetle: a homeowner's handbook* (A. P. H. I. S. United States Department of Agriculture, Ed.). United States Department of Agriculture <https://www.aphis.usda.gov/sites/default/files/JBhandbook.pdf>
- Villani, M. G., & Wright, R. J. (1988). Entomogenous nematodes as biological control agents of European chafer and Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae infesting turfgrass. *Journal of Economic Entomology*, 81(2), 484-487. <https://doi.org/10.1093/jee/81.2.484>
- Wawrzynski, R. P., & Ascerno, M. E. (1998). Mass trapping for Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) suppression in isolated areas. *Journal of Arboriculture*, 24(6), 303-307. <https://doi.org/10.48044/jauf.1998.038>
- Wey, M., Neuenschwander, H., Hoesli, E., Maurhofer, M., & Grabenweger, G. (submitted). Autodissemination of *Metarhizium brunneum*: A strategy for biological control of adult Japanese beetles. *Journal of Pest Science*.
- Wood, T. N., Richardson, M., Potter, D. A., Johnson, D. T., Wiedenmann, R. N., & Steinkraus, D. C. (2009). Ovipositional preferences of the Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) among warm- and cool-season turfgrass species. *Journal of Economic Entomology*, 102(6), 2192-2197. <https://doi.org/10.1603/029.102.0623>
- Zenger, J. T., & Gibb, T. J. (2001). Identification and impact of egg predators of *Cyclocephala lurida* and *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) in turfgrass. *Environmental Entomology*, 30(2), 425-430. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-30.2.425>

10 Elenco delle illustrazioni

Figura 1: Fasi di vita del coleottero giapponese (© Doris Ortner, Spotteron, IPM-Popillia www.popillia.eu).....	9
Figura 2: Coleottero giapponese adulto e confronto delle dimensioni (© Christian Schweizer & Christian Linder, Agroscope).....	10
Figura 3: Sperone tibiale a) di un maschio e b) di una femmina di coleottero giapponese. Nel maschio (♂) lo sperone è appuntito e fortemente ricurvo verso l'esterno, mentre nella femmina (♀) è più arrotondato e meno ricurvo (© Giseler Grabenweger, Agroscope).	11
Figura 4: Uova del coleottero giapponese (© Giseler Grabenweger, Agroscope).	11
Figura 5: a) Larva ricurva a forma di C di coleottero giapponese al terzo stadio e b) vista dettagliata delle due file mediali di spine disposte in una forma a V (© Giseler Grabenweger, Agroscope).	12
Figura 6: Pupa del coleottero giapponese (© Giseler Grabenweger, Agroscope).	13
Figura 7: Diversi scarabeidi indigeni: a) carruga degli orti (<i>Phyllopertha horticola</i>), b) <i>Anisoplia villosa</i> , c) <i>Mimela junii</i> , d) <i>Anomala dubia</i> ed e) maggiolino comune (<i>Melolontha melolontha</i>) (© Giseler Grabenweger, Agroscope).	14
Figura 8: Quando si sente minacciato, il coleottero giapponese adulto divarica un solo paio di zampe (© Christian Schweizer, Agroscope).	14
Figura 9: Ciclo di vita del coleottero giapponese (© Magdalena Wey, Agroscope).	15
Figura 10: Danni alle foglie di diverse piante ospiti (© Mauro Jermini & Patrik Kehrl, Agroscope).	16
Figura 11: Attività trofica delle larve di coleottero giapponese in un prato, con conseguente ingiallimento e diradamento del manto erboso (© Servizio fitosanitario cantonale, Cantone Ticino).	17
Figura 12: Larve di coleottero giapponese attaccate da un nematode del genere <i>Hexameris</i> (© Giseler Grabenweger, Agroscope).	18
Figura 13: Mappa di distribuzione globale del coleottero giapponese, in cui la risoluzione regionale è imprecisa in quanto i singoli Paesi e Stati federali hanno un unico colore (© EPPO Global Database, ultimo aggiornamento 7.11.2024, https://gd.eppo.int/taxon/POPIJA/distribution).....	19
Figura 14: Curva d'invasione di un organismo nocivo invasivo con dinamiche di popolazione e prospettive di lotta (© United States Government Accountability Office (GAO) 2015. AQUATIC INVASIVE SPECIES Additional Steps Could Help Measure Federal Progress in Achieving Strategic Goals. GAO-16-49. https://www.gao.gov/products/gao-16-49).....	22
Figura 15: Trappole con esca per la sorveglianza di coleotteri giapponesi adulti (© Joana Weibel, Agroscope).	24
Figura 16: Campione di suolo per individuare larve di coleottero giapponese (© Giseler Grabenweger, Agroscope).....	26
Figura 17: Opuscolo dell'Ufficio federale dell'agricoltura sul coleottero giapponese	28
Figura 18: Rosa infestata da coleotteri giapponesi (© Tanja Graf, Agroscope).	29
Figura 19: Campo sportivo a) infestato da larve di coleottero giapponese e b) dove gli adulti sfarfallano (© Servizio fitosanitario cantonale, Cantone Ticino).	30
Figura 20: Infestazione da coleottero giapponese su a) mais e b) soia (© Giseler Grabenweger e Tanja Graf, Agroscope).	31
Figura 21: Coleotteri giapponesi su una foglia di melanzana (© Luca Jelmini, Servizio fitosanitario cantonale, Cantone Ticino).	32
Figura 22: Prugne infestate da coleotteri giapponesi (© a) Tanja Graf, Agroscope, b) Giovanni Dal Zotto, Università di Verona).	33
Figura 23: a) More e b) mirtilli infestati da coleotteri giapponesi (© Tanja Graf, Agroscope).	34
Figura 24: Viti infestate da coleotteri giapponesi (© Tanja Graf e Joana Weibel, Agroscope).	35
Figura 25: Piante in vaso coperte per proteggerle dalla deposizione delle uova di coleottero giapponese (© Servizio fitosanitario cantonale, Cantone Ticino).	38
Figura 26: Campi sportivi coperti per ridurre l'ovideposizione e/o lo sfarfallamento di coleotteri giapponesi adulti © a) Eleonor Fiechter, Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, Cantone di Basilea Campagna, b) Fiona Eyer, Strickhof, Cantone Zurigo).	39
Figura 27: Fresatura della cotica erbosa contro le larve nel suolo (© Eleonor Fiechter, Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, Cantone di Basilea Campagna).	39
Figura 28: Raccolta di singoli coleotteri giapponesi nel vigneto (© Servizio fitosanitario cantonale, Cantone Ticino).	40
Figura 29: Larva di coleottero giapponese infestata da <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>galleriae</i> (BTG) (© Giseler Grabenweger, Agroscope).	42
Figura 30: Coleottero giapponese infestato da <i>Metarhizium brunneum</i> (© Hanna Neuenschwander, Agroscope).	43
Figura 31: Larva di coleottero giapponese infestata da nematodi della specie <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (© Giseler Grabenweger, Agroscope).	44

Figura 32: La mosca a) *Istocheta aldrichi* è un parassitoide che b) depone le uova sul pronoto dei coleotteri giapponesi adulti (© Tim Haye, CABI).45

Figura 33: Ragno zebra che ha catturato nella sua rete due coleotteri giapponesi adulti (© Tanja Graf, Agroscope).46

Figura 34: Coleotteri giapponesi che sono stati attratti mediante una trappola con esca su una rete trattata con insetticidi (© Giseler Grabenweger, Agroscope).47

Figura 35: Impiego di insetticidi per eradicare l’infestazione da coleottero giapponese (© Fiona Eyer, Strickhof, Cantone Zurigo).48

11 Elenco delle tabelle

Tabella 1: Valutazione della rilevanza delle misure esposte per il futuro controllo del coleottero giapponese nelle colture. Una X indica un’applicazione promettente e, quindi, probabile della misura nel rispettivo grupo di colture, una (X) corrisponde a un’applicazione parzialmente promettente e, quindi, possibile della misura nel gruppo di colture e le caselle vuote indicano misure poco promettenti e, quindi, un’applicazione improbabile nel gruppo di colture.51