

LA DIFESA INTEGRATA DAGLI ELATERIDI DELLA PATATA

INTRODUZIONE

La PLV della patata può essere fortemente condizionata dalla presenza di danni (fori) di elateridi sui tuberi. Gli effetti negativi sono solo in parte dovuti a una perdita qualitativa di una percentuale di tuberi ma anche a valutazioni di tipo estetico, sulle quali è sempre più necessario intervenire anche con campagne informative volte a sensibilizzare il consumatore sulla impossibilità attuale di trovare nei tuberi acquistati assenza di fori da elateridi e quindi sull'ineludibilità del consumo di tuberi che presentino qualche foro anche nell'ottica di valorizzare produzioni comunque sane e rispettose di tutte le norme igienico-sanitarie nonché ridurre lo scarto di materia prima che presenta solo difetti lievi..

Quindi per avere una buona gestione della problematica, al progressivo miglioramento delle tecniche di difesa dovrebbero essere associati adeguamenti delle valutazioni merceologiche al momento della consegna/conferimento del prodotto, proveniente dal campo, all'operatore commerciale (Cooperativa, etc.): ciò è fondamentale, alla luce della attuale certezza dell'impossibilità di ottenere produzioni con danno zero, per non penalizzare oltre certi limiti i produttori pena il rischio di ulteriori forti riduzioni delle superfici seminate in Italia.

LA SITUAZIONE ATTUALE

Negli ultimi anni nelle principali aree di coltivazione della patata in Italia e in Europa, i danni causati dagli elateridi sono in forte crescita e stanno diventando il principale fattore limitante per l'economicità della coltura. Anche se la situazione nelle diverse aree produttive italiane è estremamente variabile, le segnalazioni di danni sono in aumento un po' in tutte le regioni anche se la Pianura padana appare l'area maggiormente in sofferenza.

Nel passato la difesa per gli elateridi è stata effettuata, usualmente senza effettuare monitoraggi, alla semina o alla rincalzatura utilizzando prodotti molto persistenti (ultimamente etoprofos e prima ancora fipronil) che, per il loro pessimo profilo eco tossicologico, sono stati revocati. I prodotti che li hanno sostituiti, essenzialmente piretroidi, non hanno né la stessa efficacia né la stessa persistenza.

MIGLIORAMENTO DELLE TECNICHE DI DIFESA

La difesa dalle larve degli elateridi non può che essere messa a punto nel rispetto della legislazione vigente in materia di difesa delle colture (Furlan 2005a; Furlan et al. 2013; 2019). Quest'ultima rende obbligatoria l'applicazione dei principi della Difesa Integrata (DI), che in estrema sintesi sono riconducibili a tre principali: il **primo** prevede la **prevenzione**, cioè di porre in essere, preventivamente, le soluzioni strutturali, prevalentemente agronomiche, (rotazione, varietà resistenti, specifiche zone arborate per aumentare la biodiversità e la presenza di organismi utili) che permettono di ridurre il rischio che le popolazioni di organismi raggiungano livelli tali da causare danni alla coltura; il **secondo** stabilisce che i trattamenti possono essere effettuati solo dopo aver adeguatamente stimato il livello degli organismi nocivi e qualora tale valore sia risultato superiore a una affidabile soglia di danno; il **terzo** stabilisce che in caso di superamento della soglia di danno il trattamento chimico possa essere effettuato solo dopo aver valutato la possibilità di utilizzare in sua sostituzione metodi di controllo non-chimici (agronomici, biologici, fisici, meccanici) purché economicamente, ambientalmente e socialmente sostenibili, e in grado di fornire un adeguato controllo degli organismi nocivi.

Cosa fare subito per ridurre il rischio di danno da elateridi su patata

Le conoscenze oggi disponibili rendono possibile fin da subito l'applicazione di una DI che consenta di produrre patate con bassa incidenza di danni da elateridi senza ricorrere all'uso di geoinsetticidi o perlomeno limitando l'uso di questi ultimi alle sole superfici con popolazioni elevate di elateridi su cui si

intenda comunque seminare patata. Esse devono essere parte di una gestione complessiva dell'azienda agricola: il pataticoltore, per ciascun reparto aziendale, oltre alle altre informazioni agronomiche fondamentali, dovrebbe conoscere quali livelli di popolazione delle principali specie di elateridi sono presenti.

La difesa insetticida con prodotti chimici di sintesi dovrebbe essere eseguita soltanto in caso di infestazione rilevata mediante monitoraggio degli adulti o delle larve.

1. PREVENZIONE

Può essere vista come 1.1) una serie di scelte coscientemente e attivamente realizzate per ridurre i livelli delle popolazioni di elateridi o 1.2) una scelta tra le opzioni a minor rischio tra gli appezzamenti già comunque coltivati e di cui si raccolgono e analizzano le informazioni essenziali.

1.1 Precessione colturale + lavorazioni

La scelta di rotazioni che non favoriscono lo sviluppo delle popolazioni (Furlan et al. 2017) e/o consentano di aumentare la mortalità delle larve anche meccanicamente con lavorazioni nei momenti di maggior suscettibilità (presenza uova nel terreno, primi stadi larvali) basandosi sui cicli biologici delle specie presenti (Furlan 1994; 1999; 1998; 2004; 2005; Furlan et al. 2004) può ridurre di molto il rischio di danno. Una riduzione delle popolazioni degli elateridi può essere ottenuta anche con l'inserimento nella rotazione strutturale, o dopo aver accertato l'aumento delle popolazioni larvali, di sovesci con piante biocide da sovesciare (Furlan et al. 2009). In pratica:

- 1.1.1 Si può pianificare nella precessione, nell'anno precedente e per quanto possibile più anni prima della coltura della patata, l'inserimento di colture come soia e mais sarchiato che contrastano lo sviluppo delle popolazioni di elateridi e quindi riducono il rischio di danno. A queste vanno abbinate lavorazioni superficiali mirate e la "scopertura" del terreno nei periodi critici (si veda tabella 1, Poggi et al. 2021) per le specie dominanti (incremento della mortalità degli stadi giovanili i);
- 1.1.2 Si possono intensificare le lavorazioni superficiali realizzando degli interventi aggiuntivi mirati nei momenti critici del ciclo degli elateridi. Più lavorazioni superficiali con il relativo disseccamento del terreno e l'eliminazione delle piante in grado di nutrire le larve nei momenti critici (picchi di ovideposizioni e sviluppo larve) riducono le popolazioni di elateridi (la patata come precessione di sé stessa tende a ridurre il rischio);

Tabella 1. Periodi stagionali di maggiore suscettibilità a interventi di controllo agronomico delle principali specie di elateridi.

Specie prevalente	periodi indicativi adatti a ridurre le popolazioni di elateridi con le lavorazioni
	(compreso cambio di coltura e preparazioni del letto di semina)*
<i>Agriotes brevis</i>	fine marzo - inizio maggio
<i>Agriotes sordidus</i>	maggio - giugno
<i>Agriotes ustulatus</i>	inizio giugno-inizio agosto
<i>Agriotes litigiosus</i>	fine maggio - luglio
	*da verificare più specificamente con le trappole a feromoni

- 1.1.3 Si possono inserire delle cover crops biocide o comunque con effetti repellenti/dissuasivi la stagione precedente: Brassicacee ricche di glucosinolati come *Brassica juncea* da incorporare secondo precise procedure (semina nell'autunno di due anni prima e interrimento nella primavera dell'anno precedente), *Crotalaria juncea* (Madras) nella estate precedente.
 - 1.1.3.1 Per quanto concerne le brassicacee (Furlan et al. 2009) i fattori critici per la riuscita dell'intervento, oltre a un buon contenuto di glucosinolati delle piante (specificamente selezionate a tal scopo sono le varietà ISCI20, ISCI99, ISCI TOP) combinato con una buona

biomassa che garantisca 160 μ mol di glucosinolati per litro di terreno, sono una trinciatura spinta (pezzi di pochi cm) seguita da un immediato interrimento nello strato superiore del terreno (primi 15-20 cm) – ad esempio a mezzo aratura superficiale e successiva fresatura – quando la maggior parte delle larve di elateridi è in superficie (terreno più caldo in superficie e sufficientemente umido); la maggiore concentrazione di glucosinolati si ha in periodo di fioritura.

- 1.1.3.2 anche per *Crotalaria* un buon investimento (seme piccolo, duro) e buone condizioni colturali che consentano la produzione di abbondante biomassa sono i fattori critici per avere una riduzione del rischio di danno per la patata dell'anno successivo; da seminare prima possibile a inizio estate; poiché l'emergenza è lenta, la pulizia del letto di semina è fondamentale per evitare una eccessiva competizione delle infestanti.
- 1.1.4 Si possono inserire piante che migliorino i terreni in generale, favorendo l'aumento del contenuto di sostanza organica e della biodiversità; in generale una maggiore complessità a livello di biocenosi dell'ecosistema suolo tende a renderlo più stabile e a ridurre incrementi eccessivi anche di fitofagi ipogei.

1.2 Scelta degli appezzamenti a minor rischio

In primo luogo vanno evitati, per quanto possibile, appezzamenti in terreni torbosi e/o che nell'anno (o 2 anni) precedenti hanno ospitato colture favorevoli allo sviluppo delle popolazioni di elateridi come prato di graminacee, medica, doppie colture (cereali vernini-mais, loiessa-mais, loiessa-soia, ...), in generale i terreni che negli anni precedenti hanno avuto copertura continua di vegetazione, in cui il rischio di attacco di fitofagi ipogei (non solo elateridi ma anche numerosi altri fitofagi, particolarmente specie diverse di scarabeidi) è più elevato (Furlan et al. 2017). Il monitoraggio degli adulti o delle larve permette di individuare a livello di appezzamento i terreni con un maggiore rischio di danno per i tuberi.

1.3 Scelta varietale – suscettibilità

Per quanto accertato in campo e in prove in ambiente controllato, tutte le varietà attualmente maggiormente seminate, aventi un buon profilo agronomico e validità commerciale, hanno una certa suscettibilità agli attacchi di larve di elateridi. Appare tuttavia anche accertato che il livello di suscettibilità ha ampia variabilità. Recenti studi finalizzati a reperire informazioni su preferenza/non preferenza varietale hanno evidenziato significativi livelli di tolleranza agli attacchi di elateridi di alcune nuove selezioni clonali italiane costituite presso il CREA-Cerealcoltura e Colture Industriali di Bologna (Furlan et al. 2019).

In generale le varietà da trasformazione industriale presentano una suscettibilità, a parità di popolazione di elateridi, tendenzialmente inferiore.

1.4 Scelta varietale improntata alla precocità

Varietà più precoci che possano essere raccolte presto riducono significativamente il rischio di danno ai tuberi per due fondamentali motivi: il minor numero di giorni di esposizione al danno in campo a parità di popolazione di elateridi nel terreno, la minor pressione da parte di larve di elateridi che man mano nel corso della stagione calda raggiungono dimensioni tali da causare danno apprezzabile ai tuberi.

In presenza di elevate popolazioni di larve di *A. ustulatus* (Furlan, 1994, 1998) e *A. litigiousus* (Furlan 1999; 2005) possono ridurre di molto o anche azzerare, specialmente se abbinate ad una raccolta precoce, il danno in quanto le patate vengono tolte dal terreno prima che un significativo numero di larve (derivanti dalle ovideposizioni dell'anno precedente e piccole in primavera) raggiunga dimensioni tali da fare danno mentre buona parte delle larve più grandi in primavera entrerà nelle fasi di pre-pupa, pupa (ovviamente non dannose) prima o durante la formazione e accrescimento dei tuberi. Con popolazioni prevalenti di *A. sordidus* una varietà precoce può evitare il danno da larve derivanti dalle ovideposizioni della stessa stagione che cominciano a raggiungere dimensioni tali da arrecare danno significativo ai tuberi nella seconda parte dell'estate (Furlan 2004a; Furlan et al. 2004).

1.5 Epoca di semina precoce

Per le motivazioni descritte al punto 1.4, una epoca di semina più precoce possibile, che favorisca una raccolta precoce, ridurrà il rischio di danno, soprattutto in presenza di alcune specie di elateridi.

1.6 Raccolta precoce

L'epoca di raccolta è una scelta con ripercussioni potenzialmente molto importanti sul livello di danno da elateridi. In generale raccogliere in tempi stretti, non appena la consistenza della buccia lo rende possibile, tende sempre a ridurre il danno da elateridi per tre ragioni principali:

- si tolgono le patate dal terreno prima che le larve giovani di diverse specie raggiungano una dimensione tale da danneggiare la coltura;
- si evita che i tuberi restino esposti agli attacchi senza che vi siano le piante in vegetazione ad attrarre, e quindi sottrarre dall'attacco ai tuberi, numerose larve in fase di alimentazione;
- si riduce in generale il tempo di esposizione agli attacchi e quindi la probabilità di avere elevata incidenza di patate erose (si vedano dati sul danno ai tuberi in funzione dell'epoca di raccolta, Furlan et al. 2010).

2. VALUTAZIONE DEL LIVELLO DELLE POPOLAZIONI - SEMINARE OVE È MINORE LA DENSITÀ DI ELATERIDI

La più importante strategia di lotta è individuare e destinare alla coltura gli appezzamenti ove non ci sono popolazioni di elateridi elevate, in grado di danneggiare in modo significativo i tuberi. Per accertare la consistenza delle popolazioni delle principali specie di elateridi in un determinato appezzamento sono disponibili dei sistemi di monitoraggio per gli adulti e per le larve. Fermo restando che la soglia di danno in termini di densità di larve di elateridi è molto più bassa per la patata che per altre colture come il mais, oggi è possibile individuare con costi modesti i livelli di popolazione degli elateridi (Furlan et al. 2020). Resta comunque da accertare una specifica soglia di danno che correli le catture effettuate con un danno alla raccolta.

2.1 Monitoraggio degli adulti: Sono oggi a disposizione strumenti affidabili e di facile utilizzo, le trappole a feromoni YATLORf (Furlan et al. 2001 a, b, c); il loro corretto utilizzo (allegato 1) consente di valutare la consistenza delle popolazioni degli elateridi e individuare con accettabile precisione se vi sono e dove sono porzioni aziendali a maggior rischio. Le specie di elateridi da monitorare e quindi le esche da usare nelle trappole a feromoni variano a seconda delle zone e delle rotazioni e sono riportate nella tabella 1

Tabella 1 – Specie da monitorare nelle diverse regioni

Aree geografiche	Specie da monitorare
Regioni centro meridionali	<i>A. brevis</i> , <i>A. sordidus</i> e <i>A. lineatus</i>
Veneto, Friuli	<i>A. brevis</i> , <i>A. sordidus</i> , <i>A. litigiosus</i> o <i>A. ustulatus</i>
Emilia-Romagna	<i>A. brevis</i> , <i>A. sordidus</i> e <i>A. litigiosus</i>
Piemonte	<i>A. brevis</i> , <i>A. sordidus</i> e <i>A. lineatus</i>

Per specie come *A. sordidus*, *A. brevis* e *A. ustulatus* si è potuto dimostrare come al crescere dei livelli di cattura degli adulti aumenti la probabilità di aumento della densità di larve (Furlan et al. 2020).

Catture elevate di adulti (centinaia di esemplari per trappola per stagione) indicano un rischio di presenza di elevate popolazioni larvali che possono essere stimate con specifico monitoraggio con trappole alimentari da interrare come da metodologia riportata nell'allegato 2.

2.2 Monitoraggio delle larve: inizialmente le trappole possono essere messe secondo un reticolo m 30–50 X 30–50; in un secondo tempo possono essere infittite per individuare con maggiore precisione le aree infestate (si veda allegato 2 per le istruzioni complete).

3. LE ALTERNATIVE NON CHIMICHE PER CONTROLLARE LE POPOLAZIONI DANNOSE. LE STRATEGIE DI PROTEZIONE DAGLI ELATERIDI (AGRONOMICHE E BIOLOGICHE)

Conoscendo, grazie ai monitoraggi descritti al punto 2 se alcune specie di elateridi presentano livelli di popolazione in grado di causare danni significativi è possibile applicare efficaci strategie di difesa agronomica (si veda prevenzione) e/o biologica, alternative all'uso degli insetticidi di sintesi.

Negli appezzamenti maggiormente infestati la difesa può essere realizzata alla semina o alla rincalzatura e proseguita in fertirrigazione durante la fase di sviluppo del tubero impiegando sostanze e/o formulati non chimici.

3.1 Farine/pellets biocide: nel caso si intenda procedere alla semina della patata in appezzamenti a rischio ove è già stata accertata la presenza di apprezzabili popolazioni di larve è possibile affiancare alle strategie sopra descritte degli interventi di tipo biologico con farine/pellets biocidi (ad esempio Biofence®, Nutrien), appositamente ottenute da pannelli vegetali, che avendo un elevato contenuto di glucosinolati reagiscono grazie all'enzima mirosinasi nel terreno producendo isotiocianati, composti gassosi che hanno dimostrato in condizioni controllate, ma anche di pieno campo, una elevata attività nei confronti delle larve di elateridi (Furlan et al. 2004b; 2010). Le farine/pellets biocidi, che hanno un contenuto di azoto organico (6%), possono essere utilizzate a seconda della specie per interferire sulle popolazioni in anticipo (ad esempio nell'estate-autunno precedenti alla semina per ridurre le popolazioni di *A. ustulatus* o *A. litigiosus* che danneggerebbero la coltura di patata nella stagione successiva) o prima della semina **purché le condizioni di temperatura e umidità del terreno abbiano determinato la permanenza delle larve nello strato superficiale del terreno. Il fattore critico per la riuscita dell'intervento è, oltre a un buon contenuto di glucosinolati del materiale combinato con la dose per ha (tra 1 e 2 t/ha) che garantisca 160 µmoli di glucosinolati per litro di terreno, un omogeneo interrimento delle farine nello strato superiore del terreno (primi 15-20 cm) – ad esempio a mezzo aratura superficiale e successiva fresatura – quando la maggior parte delle larve di elateridi è in superficie (terreno più caldo in superficie e sufficientemente umido).** Farine e pellets biocidi possono anche essere utilizzati a seconda della specie per interferire sulle popolazioni in anticipo, particolarmente se distribuite, programmando le colture in rotazione, nei periodi di presenza degli stadi più suscettibili delle specie di elateridi prevalenti in zona.

3.2 Sostanze di derivazione naturale: Sono in commercio diverse sostanze di origine vegetale, fra cui oli essenziali e tannini, che possono essere impiegati in fertirrigazione per evitare gli attacchi ai tuberi. Va precisato che si tratta soprattutto di concimi e non di prodotti fitosanitari. In alcuni casi in prove eseguite in ambiente controllato, hanno fornito risultati interessanti ma sono ancora da valutare in vista di un possibile impiego di campo.

3.3 Entomopatogeni (come funghi e nematodi): le sperimentazioni in laboratorio, in ambiente controllato e in pieno campo hanno evidenziato un buon potenziale di isolati/prodotti a base di funghi entomopatogeni appartenenti alla specie *Metharizium spp.* Nel 2021 un prodotto commerciale (Attracap®, Biocare GmbH; Brandl et al., 2017) a base di *Metarhizium brunneum* Cb15-III – con proprietà entomopatogene ha avuto anche in Italia una autorizzazione eccezionale. Si tratta di un prodotto formulato in granuli che va applicato alla semina che agisce con una strategia “attract & kill” in quanto contiene nella formulazione un lievito che produce anidride carbonica che attrae gli elateridi. Attualmente non si hanno ancora notizie su un suo possibile impiego anche nella campagna 2022.

- . Gli isolati/prodotti a base di *Beauveria bassiana* hanno invece evidenziato un modesto potenziale per la protezione delle patate dai danni da elateridi. Attualmente è disponibile un formulato (Naturalis® ceppo ATCC 74040) registrato oltre che per un impiego alla semina, anche per un impiego frazionato in fertirrigazione che con questa modalità applicativa,

Di recente è stato registrato anche su patata un geoinsetticida granulare per il biocontrollo delle larve di elateridi a base della sostanza naturale *spinosad* (Success® GR, Corteva) da utilizzarsi alla semina ed alla rincalzatura: è un agente di contenimento degli insetti dannosi di derivazione naturale della famiglia

chimica degli spinosoidi, sostanze derivate da tossine prodotte dal batterio *Saccharopolispora spinosa*; prime valutazioni nel 2021 non sono state positive.

Le prime sperimentazioni di pieno campo eseguite con nematodi entomopatogeni (*Steinernema carpocapsae* e *Heterorhabditis bacteriophora*) distribuiti in fertirrigazione, hanno dato dei risultati incoraggianti, ma l'efficacia effettiva e la corretta strategia di utilizzo sono ancora da mettere a punto.

Articoli citati

- Brandl M.A., Schumann M., Przyklenk M., Patel A., Vidal S. (2017) - Wireworm damage reduction in potatoes with an attract-and-kill strategy using *Metarhizium brunneum*. *J Pest Sci* 90: 479.
- Furlan L. (1994) - Il ciclo biologico di *Agriotes ustulatus* Schaller (Coleoptera:Elateridae) nell'Italia Nord-orientale. XVII Congresso Nazionale di Entomologia, Udine 13-18 giugno 1994: 601-604.
- Furlan L. (1998) - The biology of *Agriotes ustulatus* Schaller (Col., Elateridae). II. Larval development, pupation, whole cycle description and practical implications. *J. Appl. Ent.*, 122: 71-78.
- Furlan L. (1999) - Elateridi ed altri insetti terricoli: impariamo a conoscerli. *Il Divulgatore*, 7: 7-11.
- Furlan L. (2004) - The biology of *Agriotes sordidus* Illiger (Col., Elateridae). *J. Appl. Ent.*, 128, 9/10, 696 – 706.
- Furlan L. (2005) - Gli Elateridi: possibile limitarne i danni. *Il Gazzettino della Patata*, 5, 28-36
- Furlan L. (2005b) - An IPM approach targeted against wireworms: what has been done and what still has to be done. *IOBC/wprs Bull.* 28(2): 91-100.
- Furlan L., Tóth M., Yatsinin V., Ujvary I. (2001a) - The project to implement IPM strategies against *Agriotes* species in Europe: what has been done and what is still to be done. *Proceedings of XXI IWGO Conference, Legnaro Italia, 27 ottobre – 3 Novembre 2001*, 253 - 262.
- Furlan L., Tóth M., Yatsinin V., Ujvary I. (2001a) - The project to implement IPM strategies against *Agriotes* species in Europe: what has been done and what is still to be done. *Proceedings of XXI IWGO Conference, Legnaro Italia, 27 ottobre-3 Novembre 2001*: 253-262.
- Furlan L., Tóth M., Parker W.E., Ivezić M., Pancic S., Brmez M., Dobrinčić R., Barčić J.I., Muresan F., Subchev M., Toshova T., Molnar Z., Ditsch B., Voigt D. (2001b) - The efficacy of the new *Agriotes* sex pheromone traps in detecting wireworm population levels in different european countries. *Proceedings of XXI IWGO Conference, Legnaro Italia, 27 ottobre-3 Novembre 2001*: 293-304.
- Furlan L., Bonetto C., Patalano G., Lazzeri L. (2004a) - Potential of biocidal meals to control wireworm populations. *Agroindustria*, 3(3): 313-316.
- Furlan L., Garofalo N., Toth M. (2004b) - Biologia comparata di *Agriotes sordidus* Illiger nel Nord e Centro-sud d'Italia. *L'Informatore Fitopatologico*, 2004, 11: 32-37.
- Furlan L., Bonetto C., Costa B., Finotto A., Lazzeri L. (2009) - Observations on natural mortality factors in wireworm populations and evaluation of management options. *IOBC/wprs Bull.*, 45, 436-439.
- Furlan L., Bonetto C., Costa B., Finotto A., Lazzeri L., Malaguti L., Patalano G., Parker W. (2010) - The efficacy of biofumigant meals and plants to control wireworm populations. *Ind. Crops Prod.*, 31:245-254.
- Furlan L., Vasileiadis V.P., Sattin M. (2013) - Difesa integrata per le colture erbacee. *L'Informatore Agrario*, 7, Supplemento Difesa delle Colture, 12-15
- Furlan L., Contiero B., Chiarini F., Colauzzi M., Sartori E., Benvegnù I., Giandon P. (2017) - Risk assessment of maize damage by wireworms (Coleoptera: Elateridae) as the first step in implementing IPM and in reducing the environmental impact of soil insecticides. *Environ Sci Pollut Res*, 24:236-251, DOI: 10.1007/s11356-016-7692-z
- Furlan L., Benvegnù I., Casadei N., Matteo R., Lazzeri L., Parisi B. (2019) - Strategie di difesa integrata dagli elateridi della patata. *L'Informatore Agrario*, 45, 50-55
- Furlan L., Contiero B., Chiarini F., Benvegnù I., Toth M. (2020) - The use of click-beetle pheromone traps to optimize the risk assessment of wireworm (Coleoptera: Elateridae) maize damage. *Sci Rep* 10, 8780, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64347-z>
- Parisi B., Furlan L., Matteo R., Casadei N., Benvegnù I., Lazzeri L. (2017) - Biofumigazione della patata per contenere gli elateridi. *L'Informatore Agrario*, 21, 53-56.
- Poggi S., Le Cointe R., Lehnhus J., Plantegenest M., Furlan L. (2021) - Alternative Strategies for Controlling Wireworms in Field Crops: A Review. *Agriculture*, 11, 436, <https://doi.org/10.3390/>

Come usare le trappole per il monitoraggio

- (1) Come utilizzare le trappole a feromoni: le trappole vanno installate sul terreno, con la punta della base ben interrata per dare stabilità. Nel caso la trappola sia posta in una coltura fitta è opportuno aggiungere nel fondo una pastiglia insetticida per evitare l'attività trofica di carabidi ed altri predatori che in tali condizioni riescono a penetrare all'interno della trappola. Il fondo della trappola è del tipo alto se utilizzata per monitorare *Agriotes ustulatus*. Piatto per tutte le altre specie. Le esche sono capsule Kartel 730 attivate con le singole sostanze attrattive. Esse possono essere poste in 3 posizioni: bassa, media, alta. Ciascuna trappola può essere usata per più anni e può essere innescata con le esche per più specie contemporaneamente. Posizione capsula, periodo di monitoraggio, ispezioni, cambio esca: *A. brevis*: posizione bassa, da 15 marzo per 70 giorni circa, la capsula non necessita sostituzione. *A. sordidus*: posizione bassa o media se usato unitamente a brevis, da 15 aprile per 60 giorni, cambio capsula ogni 30 giorni. *A. lineatus*: posizione bassa o media, da 1° aprile per 90 giorni, cambio capsula ogni 30 giorni; *A. ustulatus*: posizione media da 5 giugno per 45 giorni, cambio capsula ogni 20 giorni; *A. litigiosus*: posizione media o alta, da 15 maggio per 60 giorni, cambio capsula 30 giorni. Per ridurre il numero di trappole da utilizzare, ciascuna può essere innescata con più feromoni procedendo come nel seguente esempio: installare prima il feromone *A. brevis* tra il 10-15 marzo in posizione BASSA, poi attorno il 15 aprile aggiungere il feromone sordidus in posizione MEDIA; attorno il 15 maggio si sostituirà il feromone sordidus; il 5 giugno si sostituirà il feromone brevis con ustulatus; a inizio luglio si sostituirà il feromone ustulatus. Raccolta adulti catturati: ai cambi e aggiunta di esche, alla rimozione della trappola dal campo.
- (2) Monitoraggio delle popolazioni larvali: le trappole sono costituite da vasetti in plastica drenanti (diam. 10 cm) riempiti per metà con vermiculite e 30 ml di semi di mais più 30 ml di semi di frumento, quindi colmati con altra vermiculite; dopo essere stati abbondantemente bagnati, vanno interrati in modo che il bordo superiore risulti a 5 cm dalla superficie del terreno. All'atto dell'interramento saranno collocati sopra i vasetti circa 2 cm di terra, un sottovaso rovesciato (diam. 18 cm) e infine si copre tutto con altro terreno per arrivare alla superficie. Dopo 10-15 giorni i vasetti vanno osservati sminuzzando fra le mani la vermiculite frammista ai semi ed alle radici formatesi, per individuare le larve di elateridi presenti, stimando così il numero medio di larve per trappola. Condizioni e periodi di campionamento: un buon funzionamento si può avere in terreni nudi (senza o con poca vegetazione) con buona umidità superficiale e temperature superiori ai 9 °C. Nelle condizioni italiane i periodi solitamente più adatti sono fine estate – autunno dopo le prime piogge (settembre – inizio novembre) e fine febbraio – inizio maggio.