

INFLUENZA DELLE LAVORAZIONI DEL TERRENO SUL CICLO BIOLOGICO DI *DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA*

M. PASINI¹, S. GOTTARDI¹, M. VIDALI², N. MORI²

¹Agrea Centro Studi, Via Garibaldi 5/16, 37057 San Giovanni Lupatoto (VR)

²DAFNAE – sez. Entomologia, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD)
max.pasini@agrea.it

RIASSUNTO

Tra il 2015 e il 2017 è stata indagata l'influenza di tre tipi di lavorazione del terreno sul ciclo di sviluppo di *Diabrotica virgifera virgifera*: aratura autunnale, aratura primaverile e ripuntatura primaverile. L'esperimento è stato condotto in campi di mais in monosuccessione e dal mese di giugno di ogni anno è stata valutata l'emergenza degli adulti dal terreno attraverso l'uso di trappole di sfarfallamento, oltre al danno radicale in base alla "Node-Injury Scale". I due inverni interessati dalla sperimentazione sono stati caratterizzati da scarsità di precipitazioni e le temperature sono state generalmente più elevate rispetto alla media del periodo. Nel 2015-16 la popolazione di diabrotica non è stata influenzata dalla lavorazione del terreno e non sono emerse differenze significative nel danno radicale. Per contro nel 2016-17 l'aratura autunnale ha ridotto significativamente la popolazione del fitofago e il danno radicale rispetto alle lavorazioni primaverili. Viene discusso l'effetto dei tre tipi di lavorazione e il loro impatto sul ciclo biologico di *D. virgifera*, soprattutto in relazione alla mortalità dello stadio di uovo nel terreno.

Parole chiave: agricoltura conservativa, mais

SUMMARY

INFLUENCE OF SOIL TILLAGE ON THE LIFE CYCLE OF

DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA

Between 2015 and 2017 the influence of 3 types of soil tillage on the life cycle of *Diabrotica virgifera virgifera* was evaluated: autumn ploughing, spring ploughing and spring subsoiling. The experiment was carried out in maize fields without rotation according to the randomized block scheme with 4 replicates. Every year, from June onwards, the adult emergence from the soil was recorded by means of emergence traps, together with the root damage according to the Node-Injury Scale. During the trials, the two winters were characterized by rain shortage and temperature was generally higher compared to the mean of the period. In 2015-16 the *D. virgifera* populations were not influenced by the soil tillage and no significant differences were detected in the root damage. On the contrary, in 2016-17, the autumn ploughing significantly reduced the population and the root damage in comparison with the spring ploughing. The effect of the different soil tillages and the impact on the life cycle of *D. virgifera* especially on the egg stage in the soil are discussed.

Keywords: Western Corn Rootworm, conservative agriculture, maize

INTRODUZIONE

Diabrotica virgifera virgifera LeConte è un fitofago del mais presente in Italia dal 1998 (Furlan et al., 1998) e in Europa dal 1992 (Baca, 1993). La specie è oggi insediata stabilmente nelle aree maidicole dell'Europa centro-orientale e dell'Italia settentrionale e centrale.

L'insetto presenta un'unica generazione annuale e svolge gran parte del proprio ciclo vitale nel terreno allo stadio di uovo e larva. La schiusura delle uova avviene generalmente nel mese di maggio e le larve si portano verso la radice del mais attratte da composti volatili e dall'anidride carbonica emessi dalle piante. Le uova sono deposte nel terreno in gran numero

dalle femmine nell'estate precedente (luglio-agosto) e a loro è dato il compito di trascorrere l'inverno. La mortalità naturale complessiva da uovo ad adulto è molto elevata, soprattutto nei primi stadi larvali, raggiungendo anche il 99% (Toepfer e Kuhlmann, 2006). Con temperature di -10°C per quattro settimane o -15°C per una settimana, la mortalità delle uova può arrivare a valori vicini al 100%. La soglia di sviluppo per l'insetto viene collocata attorno ai 13°C (Godfrey et al. 1995); la disidratazione e le basse temperature giocano un ruolo fondamentale sulla vitalità delle uova (Calkins e Kirk, 1969; Gray e Tollefson, 1987; Blandino et al., 2014). Le larve si nutrono a scapito delle radici della pianta ospite, mentre gli adulti si cibano delle foglie e delle setole della spiga, causando nei casi più gravi perdite per scarsa fecondazione.

Uno dei cardini della lotta integrata è la rottura della monosuccessione, sottraendo la presenza dell'ospite alle larve che nascono l'anno successivo (Furlan et al., 2006). Nelle aree dove la monosuccessione non può essere del tutto abbandonata, si rende necessario intervenire con la difesa chimica, sia contro le larve (applicazioni granulari alla semina o in fase di sarchiatura), che contro gli adulti (applicazione spray soprachioma quando è massima la presenza di femmine adulte mature).

Nell'ottica dell'affermazione della lotta integrata e dell'agricoltura sostenibile, alcuni aspetti agronomici che potrebbero giocare un ruolo importante nella limitazione delle popolazioni di *D. virgifera* meritano di essere indagati più approfonditamente. Tra questi, l'influenza dell'epoca e tipologia delle lavorazioni di preparazione del letto di semina, in mais in monosuccessione è un aspetto che ha ricevuto un'attenzione piuttosto limitata.

Nelle lavorazioni convenzionali, quella principale è l'aratura che può essere eseguita in tarda estate o autunno, ma anche in primavera, alla profondità variabile di 25-45 cm. Nell'ottica dell'agricoltura conservativa in cui è prevista la minima lavorazione senza l'inversione degli strati, può essere efficacemente utilizzata la ripuntatura, come in uso nell'area maidicola dell'alto veneziano.

Nel presente lavoro sono state confrontate per due anni consecutivi tre tecniche di lavorazione diverse e il loro impatto sulle popolazioni di *D. virgifera*: aratura autunnale, aratura primaverile, ripuntatura primaverile.

MATERIALI E METODI

La ricerca si è protratta per 2 cicli culturali di mais in monosuccessione da almeno 4 anni in due diversi appezzamenti non irrigui, situati nell'alto veneziano (Noale), a distanza di due chilometri l'uno dall'altro, in un territorio con elevata incidenza di danni da diabrotica. Nella tabella 1 sono riportati i principali dati agronomici, le tesi a confronto e le date di esecuzione delle diverse lavorazioni.

Le due prove sono state organizzate con uno schema a blocchi randomizzati (3 tesi per 4 repliche). La parcella aveva una superficie di 650 m² e 400 m² rispettivamente nella prova 2015-16 e 2016-17.

Tabella 1. Caratteristiche generali dei campi oggetto di indagine e tesi a confronto

Anno	2016	2017
Dimensioni	1,20 ha	0,90 ha
Cultivar	PR31A34 (Pioneer)	Kelindos (KWS)
Monosuccessione	>4 anni	
Data semina	21 aprile	14 aprile
Densità	8,5 p/m ² (75 cm t.f.)	
Concia seme	Celest	
Concimazione	8-16-24	8-16-24 + urea
Sarchiatura	No	5-10 giugno
Diserbo	Pre-emergenza (Lumax)	
Date lavorazioni	2015-16	2016-17
Aratura autunnale	24 ottobre 2015	14 dicembre 2016
Aratura primaverile	14 marzo 2016	10 aprile 2017
Ripuntatura primaverile	15 marzo 2016	11 aprile 2017

In ogni parcella sono state poste delle trappole di sfarfallamento al fine di controllare il numero di adulti sfarfallati per unità di superficie. Nel 2016 sono state utilizzate gabbie di forma cubica di 1 m di lato con telaio in ferro che insistevano quindi su una superficie di 1 m². Queste erano coperte di rete anti insetto e all'interno contenevano una trappola cromotropica gialla Pherocon®. Il periodo di monitoraggio è stato dal 20/6 all'8/8 ed è stata posta una gabbia per parcella solamente su due blocchi (sei in totale). Nel 2017 sono state utilizzate 36 trappole di emergenza, tre per parcella, riadattate dal modello descritto in bibliografia (Tollefson, 1986), di forma conica, altezza di 1,1 e base di 0,54 m². All'interno al posto della trappola è stato posizionato un bicchiere internamente ricoperto da colla adesiva. Le trappole sono state montate in campo il 16/6 e rimosse l'11/8.

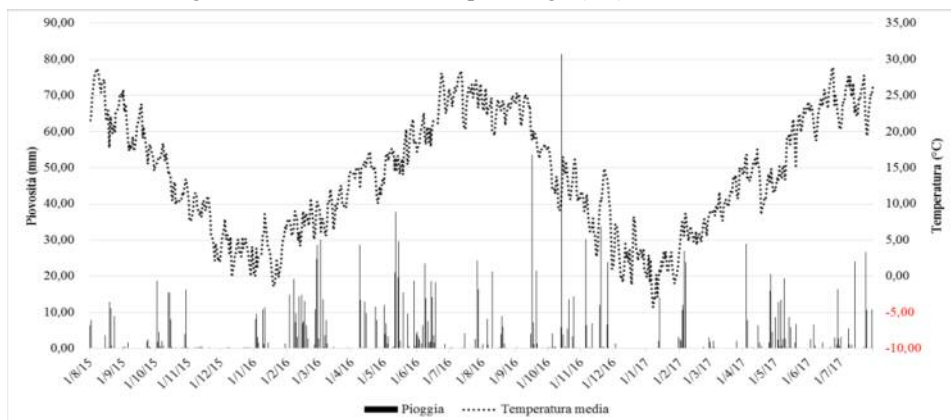
Oltre al monitoraggio degli adulti è stato valutato il danno radicale attraverso l'osservazione diretta degli apparati radicali. Il 28/6/16 e il 16/6/17, in corrispondenza del momento di massima presenza del danno radicale, sono stati prelevati 120 apparati radicali, 10 per parcella e classificati secondo la scala di dannosità "Node Injury Scale" (0=nessun danno, 1= un nodo radicale completamente danneggiato; 2=due nodi danneggiati; 3=tre nodi o più danneggiati) (Oleson et al., 2005) che meglio correla le rosure con la perdita di resa e l'allettamento causato da diabrotica.

I dati climatici sono stati rilevati dalla vicina stazione agrometeorologica di Campodarsego (PD) gestita da ARPAV Regione Veneto. I dati raccolti sono stati analizzati con Anova e test di Tukey previa trasformazione, ove previsto dal tipo di variabile e dalle condizioni di omogeneità della varianza.

RISULTATI

I due inverni sono stati caratterizzati da scarsità di pioggia per oltre 40 giorni di seguito (figura 1). L'inverno 2016 è trascorso con temperature medie relativamente elevate con una minima assoluta -6,5°C il 19 gennaio. L'inverno 2017 si è spinto oltre con minima assoluta -9,8°C il 9 gennaio, seppure mediamente elevate sono state le temperature di dicembre 2016. Le due annate sono state piuttosto anomale per la carenza idrica invernale, ma non possono essere considerate eccezionali.

Figura 1. Andamento meteorologico e piovosità nel periodo di sperimentazione.
Dati ARPAV Regione Veneto Stazione Campodarsego (PD)



Nel 2016 (tabella 2) il picco degli sfarfallamenti è stato rilevato il 2/7 con 4,1 adulti per m² per giorno sulle parcelle arate in primavera. Nelle parcelle ripuntate in primavera il picco è stato registrato il 12/7 con 3,55 adulti per m² per giorno e infine, nelle parcelle arate in autunno, il 12/07 il valore rilevato è stato di 1,70 adulti per m² per giorno. A partire dal 12/7 è stato registrato un calo degli sfarfallamenti fino al 28/7 quando sono stati rilevati valori vicini allo zero. Dall'analisi statistica non è emersa alcuna differenza significativa tra i diversi trattamenti durante l'intero anno.

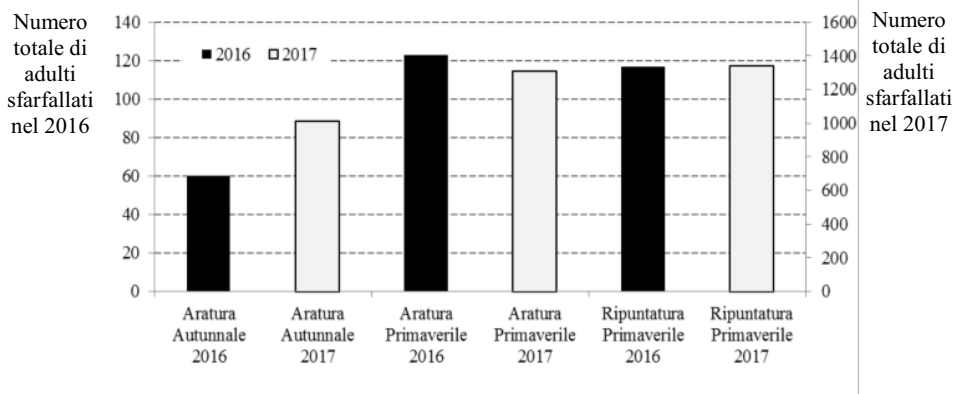
Il numero totale di adulti catturati per m² nel 2016 è stato di 60, 123 e 117 individui rispettivamente per aratura autunnale, aratura primaverile e ripuntatura (figura 2).

Tabella 2. Catture (media $\pm$ errore standard) di *D. virgifera virgifera* nelle diverse tesi. Lettere differenti indicano differenza statistica per $p \leq 0,05$ al test Tukey

2016	27/6	2/7	12/7	20/7	28/7	1/8	8/8
Aratura Autunnale	0,2 $\pm$ 0,2 a	1,4 $\pm$ 1,0 a	1,7 $\pm$ 0,2 a	0,3 $\pm$ 0,2 a	0,0 $\pm$ 0,0 a	0,1 $\pm$ 0,1 a	0,2 $\pm$ 0,2 a
Aratura Primaverile	0,1 $\pm$ 0,1 a	4,1 $\pm$ 0,5 a	2,8 $\pm$ 0,4 a	0,9 $\pm$ 0,1 a	0,4 $\pm$ 0,2 a	0,3 $\pm$ 0,0 a	0,0 $\pm$ 0,0 a
Ripuntatura Primaverile	0,0 $\pm$ 0,0 a	1,8 $\pm$ 0,2 a	3,6 $\pm$ 1,3 a	1,3 $\pm$ 1,1 a	0,1 $\pm$ 0,0 a	0,3 $\pm$ 0,3 a	0,2 $\pm$ 0,1 a

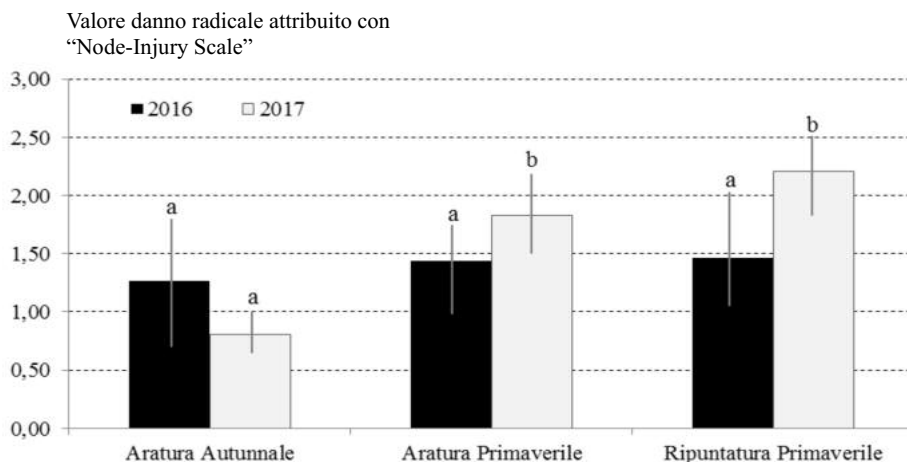
2017	23/6	30/6	8/7	14/7	22/7	28/7	4/8	11/8
Aratura Autunnale	15,0 $\pm$ 0,7a	21,4 $\pm$ 1,4a	10,5 $\pm$ 0,8a	8,8 $\pm$ 0,9 a	5,2 $\pm$ 0,8 a	2,5 $\pm$ 0,6a	1,8 $\pm$ 0,4 a	1,3 $\pm$ 0,2 a
Aratura Primaverile	21,1 $\pm$ 1,8a	30,6 $\pm$ 1,4ab	19,1 $\pm$ 1,8b	8,9 $\pm$ 1,1 a	3,1 $\pm$ 0,5 a	0,9 $\pm$ 0,2 a	1,3 $\pm$ 0,5 a	0,3 $\pm$ 0,1 a
Ripuntatura Primaverile	15,3 $\pm$ 1,5a	37,0 $\pm$ 1,8b	20,0 $\pm$ 1,2b	9,1 $\pm$ 1,0 a	3,5 $\pm$ 0,3 a	0,9 $\pm$ 0,2 a	0,8 $\pm$ 0,1 a	0,5 $\pm$ 0,2 a

Figura 2. Numero totale di adulti sfarfallati nelle diverse tesi nel 2016 e 2017. Non sono state rilevate differenze significative per $p \leq 0,05$ al test Tukey



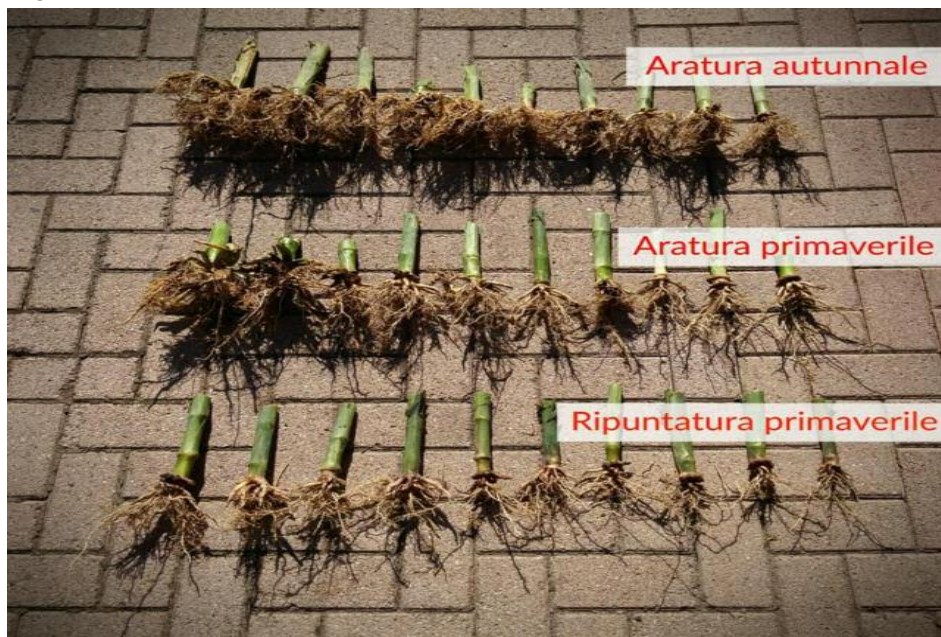
Nel 2017 (tabella 2) il picco degli sfarfallamenti è stato registrato il 30/6 con 21, 31 e 37 adulti per m^2 per giorno, rispettivamente per aratura autunnale, aratura primavera e ripuntatura primavera. Dall'analisi statistica è emerso che sia il 30/6 che l'8/7, l'aratura autunnale ha significativamente diminuito la popolazione rispetto alla ripuntatura primavera. Nell'arato in autunno sono stati catturati 1.011 individui per m^2 , nell'arato in primavera 1.311 e nel ripuntato 1.343 (figura 2).

Figura 3. Valore danno radicale (media $\pm$ errore standard) attribuito con "Node-Injury Scale" Lettere differenti nello stesso anno indicano differenza statistica al test di Tukey per $p \leq 0,05$



Nel 2016, l'indice NIR è stato di 1,27 per aratura autunnale, 1,44 per aratura primaverile e 1,46 per ripuntatura primaverile (figura 3). Dall'analisi statistica non sono emerse differenze significative. Nel 2017 invece, i dati raccolti hanno prodotto differenza significativa tra lavorazione autunnale e primaverile, con valori di 0,81 per aratura autunnale, 1,83 per aratura primaverile e 2,21 per ripuntatura primaverile (figure 3 e 4).

Figura 4. Danno radicale nelle diverse tesi nel 2017



DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Secondo alcune ricerche la lavorazione del terreno autunnale e il rivoltamento del substrato espone maggiormente le uova svernanti agli agenti atmosferici; in particolare, la disidratazione e le basse temperature avrebbero un ruolo importante sulla vitalità delle forme svernanti del fitofago (Calkins e Kirk, 1969; Gray e Tollefson, 1987; Blandino et al., 2014).

Nonostante l'inverno 2015-16 sia stato caratterizzato da temperature minime contenute (-6,5°C) e assenza di precipitazioni per periodi prolungati, l'analisi dei risultati del 2016 non ha mai evidenziato differenze significative tra le diverse lavorazioni e ciò può essere attribuito alla bassa densità di popolazione del fitofago ma anche alla minore capacità di cattura delle trappole di emergenza utilizzate durante il primo anno di sperimentazione, nonché a una scarsa tempestività di campionamento delle radici. Come è noto in queste sperimentazioni la lettura del danno radicale trae vantaggio dalla precocità dell'epoca di rilievo in quanto il mais, soprattutto in qualche ibrido, è in grado di generare radici secondarie piuttosto in fretta come risposta al danno subito. In ogni caso le indicazioni ottenute nel 2016 hanno consentito di migliorare la qualità della sperimentazione dell'anno successivo.

L'inverno 2016-17 è stato caratterizzato da lunghi periodi con assenza di precipitazioni e da temperature minime (-9,8°C) largamente più basse rispetto all'anno precedente. Questi parametri climatici hanno sicuramente favorito la buona riuscita dell'esperimento aumentando

la mortalità delle forme svernanti del fitofago nell'ipotesi di una maggiore esposizione alle basse temperature con il rivoltamento del terreno ottenuto con aratura autunnale. In corrispondenza del picco delle catture, la lavorazione autunnale ha infatti significativamente ridotto la popolazione degli adulti rispetto alla lavorazione primaverile e alla sola ripuntatura. Il campionamento sugli apparati radicali ha confermato che il danno da diabrotica sulle radici delle parcelle arate in autunno è significativamente inferiore rispetto alle parcelle lavorate durante la primavera. L'effetto potrebbe essere dovuto a una combinazione di rottura del suolo in autunno e rivoltamento del terreno. In primavera, la sola rottura con ripuntatura e la rottura associata con il rivoltamento ottenuta con l'aratura non hanno mai mostrato differenze statistiche. Il "trend" tuttavia mostra che l'aratura primaverile ha quasi sempre avuto sfarfallamenti e danni radicali inferiori rispetto alla ripuntatura primaverile.

In prospettiva futura, nasce l'interesse di approfondire il ruolo del rivoltamento del terreno e il ruolo della sola rottura autunnale, confrontando la ripuntatura autunnale con l'aratura autunnale. Se l'efficacia della ripuntatura autunnale risultasse paragonabile all'aratura, si potrebbero associare gli aspetti positivi dell'agricoltura conservativa con la riduzione della pressione della diabrotica negli appezzamenti di mais in monosuccessione. Inoltre è stata osservata una precocità negli sfarfallamenti sulle parcelle arate in primavera rispetto agli altri trattamenti (tabella 2). Questo potrebbe essere correlato con la diversa velocità di riscaldamento del terreno. Soprattutto nella primavera 2016, la presenza di copertura vegetale sulla superficie delle parcelle lavorate in autunno e nelle parcelle scarificate, potrebbe aver rallentato il processo di riscaldamento del suolo e avere di conseguenza ritardato il ciclo della diabrotica nel terreno. La differente velocità di sviluppo nel terreno delle larve non dovrebbe influenzare fortemente la dinamica del danno: qualche giorno di ritardo nel ciclo del fitofago permette alla coltura di crescere e rispondere meglio alla sottrazione di radici, anche se con pressioni medio basse la dannosità dovrebbe rimanere sostanzialmente invariata. I dati ottenuti dimostrano la fattibilità della lavorazione autunnale come tecnica di controllo, o meglio, di riduzione della popolazione di diabrotica nell'areale maidicolo della provincia di Venezia. Si deve comunque sottolineare che la riduzione del danno economico in appezzamenti fortemente infestati si ottiene primariamente con l'avvicendamento culturale (Furlan et al., 2014). Tuttavia, in un contesto economico-culturale di aziende agricole che necessitano di quantità di mais da destinare all'alimentazione del bestiame e/o alla produzione di energia, il ritorno alla lavorazione autunnale, in particolare all'aratura, potrebbe contribuire ad aumentare la redditività della coltura. Viene comunque richiesta un'attenta analisi economica e agronomica, perché l'aratura, rispetto alla lavorazione conservativa, richiede più energia e riduce maggiormente la sostanza organica.

LAVORI CITATI

- Baca F., 1993. New member of the harmful entomofauna of Yugoslavia *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae). IWGO Newsletter 13, 1-2, 21-22.
- Blandino, M., G. Berrino, A. Reyneri, C. Ferracini, M. A. Saladini, A. Alma, I. E. Rigamonti, C. Jucker, M. Agosti, F. Amato and P. Stassi. 2014. Monitoraggio diabrotica, quali soglie di intervento. *L'Informatore agrario*, (9): 15.
- Calkins, C. O. and V. M. Kirk. 1969. Effect of Winter Precipitation and Temperature on Overwintering Eggs of Northern and Western Corn Rootworms. *Journal of Economic Entomology*, 62(3): 541-543.
- Furlan L., Vettorazzo M., Ortez A., Frausin G., 1998. Western Corn Root worm (*Diabrotica virgifera virgifera*) presence in Italy. 5TH International IWGO Workshop on *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, Rogaska Slatina, 27-29 October 1998, Abstracts, 23-24.

- Furlan L., Bariselli M., Canzi S., Vettorazzo M., Michelatti G., Frausin G., Governatori G., Tessari L., Sottovia A., Baldi I., Travaglini G., Bianco M., Emanuelli A., Faraglia B., 2006. Diffusione di *Diabrotica virgifera virgifera* in Italia e strumenti per un controllo integrato. *Atti Giornate Fitopatologiche*, I, 159-166.
- Furlan, L., I. Benvegnù, A. Checchin, A. Sartori, M. Vale, G. Frigimelica, M. Davanzo, S. Canzi, E. Sartori, F. Codato, O. Bin, V. Nadal, D. Giacomel and B. Contiero. 2014. Difesa integrata del mais: come applicarla in campo. *L'Informatore agrario*, (9 Supplemento A): 11.
- Godfrey, L. D., L. J. Meinke, R. J. Wright and G. L. Hein. 1995. Environmental and Edaphic Effects on Western Corn Root worm (Coleoptera: Chrysomelidae) Overwintering Egg Survival. *Journal of Economic Entomology*, 88(5): 1445-1454.
- Gray, M. E. and J. J. Tollefson. 1987. Influence of Tillage and Western and Northern Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) Egg Populations on Larval Populations and Root Damage. *Journal of Economic Entomology*, 80(4): 911-915.
- Oleson, J. D., Y. L. Park, T. M. Nowatzki and J. J. Tollefson. 2005. Node-injury scale to evaluate root injury by corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of economic entomology*, 98:1-8.
- Toepfer S., Kuhlmann U., 2006. Constructing life-tables for the invasive maize pest *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Europe. *Journal of Applied Entomology*, 130, 4, 193–205.