

STRATEGIE DI CONTROLLO DELLA DIABROTICA DEL MAIS (*DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA*)

C. FERRACINI¹, C. JUCKER², M. BLANDINO³, A. REYNERI³, I. RIGAMONTI²,
A. ALMA¹

¹DIVAPRA - Università degli Studi di Torino - via L. da Vinci, 44, 10095 Grugliasco (TO),

²DiPSA - Università degli Studi di Milano - via Celoria, 2, 20133 Milano

³AGROSELVITER - Università degli Studi di Torino - via L. da Vinci, 44,
10095 Grugliasco (TO)
chiara.ferracini@unito.it

RIASSUNTO

Diabrotica virgifera virgifera LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae) è una delle specie più importanti legate alla coltura del mais (*Zea mays* L.) negli Stati Uniti ed in numerosi stati dell'Europa centro-orientale. Lo stadio fenologico più preoccupante è quello larvale; gli stadi giovanili del crisomelide si nutrono dell'apparato radicale delle piante riducendone la stabilità, con conseguenti fenomeni di allettamento. Sopralluoghi sono stati condotti nel biennio 2010-2011 in Piemonte e Lombardia, con lo scopo di valutare il livello d'infestazione del crisomelide, il danno radicale e la produzione di granella. L'influenza di varie pratiche agronomiche quali differenti epoche di semina, utilizzo di geodisinfestanti, l'effetto di stress nutrizionali o di agrotecniche volte a favorire un rapido sviluppo della coltura sono stati valutati nell'ambito del confronto di diversi percorsi colturali. Il numero medio di larve rinvenute in Piemonte e in Lombardia è stato pari a 1,8 e 5,5 nel 2010 e 1,4 e 10,2 nel 2011. L'utilizzo del geodisinfestante alla semina ha evidenziato un aumento della produzione di granella, mentre risultati contraddittori sono stati registrati in merito all'infestazione larvale.

Parole chiave: diabrotica, mais, gestione colturale

SUMMARY

CONTROL STRATEGIES OF THE WESTERN CORN ROOTWORM (*DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA*)

The western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae), is one of the most important pest species of maize (*Zea mays* L.) in the United States and in several countries of central and eastern Europe. Although the adults can sometimes be harmful, larval damage is usually most severe. Most injury is done by the larvae which feed on the root hairs and tissues causing the loss of stability of the plants, which become extremely prone to lodging. Field experiments were performed in the two-year period 2010-2011 in Piedmont and Lombardy regions (NW Italy), with the aim to determine the beetle infestation, the root damage, and the grain yield. The effect of agronomic techniques such as different sowing times, soil insecticides application, agronomic practices were compared to untreated plants. The average number of larvae recorded in Piedmont was 1.8 and 1.4 and in Lombardy 5.5 and 10.2, in 2010 and 2011, respectively. The application of soil insecticide showed an increase of grain yield, while contradictory results were found with regard to the larval infestation.

Keywords: western corn rootworm, maize, agronomic practice

INTRODUZIONE

Diabrotica virgifera virgifera LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae) è uno degli insetti chiave legati alla coltivazione del mais (*Zea mays* L.) negli Stati Uniti ed in numerosi stati

dell'Europa centro-orientale. Dal 1998 è presente in Italia, in particolare nelle regioni settentrionali quali Veneto, Lombardia e Piemonte (Saladini *et al.*, 2009). Malgrado gli adulti si nutrano a carico di foglie e stocchi fiorali, sono le larve che provocano i danni maggiori con la loro attività trofica a carico dell'apparato radicale. Le piante colpite manifestano un ridotto sviluppo radicale, una scarsa capacità di assorbimento di acqua e sono più soggette ad allettamenti (Kahler *et al.*, 1985; Sutter *et al.*, 1990).

Le popolazioni del crisomelide nei principali areali maidicoli del Nord Italia hanno raggiunto negli ultimi anni livelli numerici significativi, in particolare nelle aree dove è comune trovare situazioni di mais in monosuccessione, determinando i primi consistenti e diffusi danni economici alla coltura su larga scala (Reyneri *et al.*, 2009).

Le esperienze fino ad ora maturate per il controllo di questa avversità hanno evidenziato come non esista uno strumento di lotta chimico o di tipo agronomico-preventivo che sia in grado di controllarne completamente la diffusione e i danni (Boriani *et al.*, 2006; Blandino *et al.*, 2010). Le misure di lotta devono condurre a una gestione della popolazione di questo fitofago che ne minimizzi sia il danno economico sia la velocità di diffusione nelle zone non ancora infestate. Occorre quindi individuare quali accorgimenti siano più efficaci, al fine di predisporre dei protocolli di lotta integrata che possano portare in prospettiva a un regime di convivenza accettabile tra l'insetto e la coltura, senza comportare un'insostenibile ulteriore riduzione della redditività dell'azienda agricola.

Scopo di questa ricerca è stato quindi quello di indagare l'efficacia di differenti strategie di gestione integrata per contrastare la diffusione e i danni causati dal crisomelide alla coltivazione del mais.

MATERIALI E METODI

Nel biennio 2010-2011 sono stati realizzati quattro campi sperimentali nelle principali aree maidicole del Piemonte e della Lombardia interessate da un'alta infestazione di diabrotica nella campagna agraria 2009 e in quelle precedenti.

In ciascuna località e per ciascun anno di sperimentazione sono stati messi a confronto i seguenti percorsi culturali e di difesa:

- P1: semina tardiva, agrotecnica che preveda un leggero stress per la coltura (assenza della prima irrigazione e concimazione azotata in copertura con urea in un'unica soluzione allo stadio 6-7 foglie ridotta del 20% rispetto a quanto distribuito nelle altre tesi), nessuna difesa con geoinsetticida granulare alla semina;
- P2: semina tardiva, agrotecnica ordinaria, nessuna difesa con geoinsetticida granulare alla semina;
- P3: semina tardiva, agrotecnica ordinaria, difesa con geoinsetticida granulare alla semina;
- P4: semina ordinaria, agrotecnica ordinaria, nessuna concimazione localizzata alla semina, nessuna difesa con geoinsetticida granulare alla semina;
- P5: semina ordinaria, agrotecnica ordinaria, nessuna concimazione localizzata alla semina, difesa con geoinsetticida granulare alla semina;
- P6: semina ordinaria, agrotecnica che preveda un rapido sviluppo della coltura nelle prime fasi di crescita con la concimazione localizzata alla semina con fosfato biammonico (2 q/ha), e la distribuzione del concime azotato in copertura a dose piena frazionata con nitrato ammonico alla 3-4 foglia (40% del totale) e urea allo stadio 6-7 foglie (60% del totale), difesa con geoinsetticida granulare alla semina.

Lo schema utilizzato è stato a blocchi randomizzati con parcelle di 20 metri x 2 file (30 m²) individuate in parcelloni ripetuti di 8-12 file per la lunghezza del campo. Le prove sono state condotte nelle località di Villareggia (TO) e di Binago (CO) nel 2010, e Villareggia (TO) e Orzinuovi (BS) nel 2011. Per lo svolgimento delle prove, è stato necessario che i campi individuati rispondessero a determinate esigenze: pressione culturale (monosuccessione mais da più anni), assenza di rilevanti concimazioni con fertilizzanti organici nelle precedenti due stagioni colturali, assenza di trattamenti insetticidi per il controllo degli adulti di diabrotica o della piralide nella campagna maidicola precedente. L'ibrido seminato nel 2010 è stato Pioneer PR32G44 (classe FAO 600), mentre nel 2011 Pioneer P1758 (classe FAO 700). Il geoinsetticida utilizzato è stato il Force[®] (s.a. tefluthrin) applicato a 20 kg/ha. Nel 2010 la semina ordinaria dei campi sperimentali è stata effettuata il 7 e 23 aprile, mentre quella tardiva il 30 aprile e 19 maggio, rispettivamente a Villareggia e Binago. Nel 2011 la semina ordinaria è stata fatta il 4 e il 5 aprile, mentre la semina tardiva è avvenuta il 6 e il 17 maggio, rispettivamente a Villareggia e Orzinuovi.

I rilievi hanno interessato la valutazione dell'infestazione del fitofago, i danni radicali, la percentuale di piante ginocchiate, la produzione di biomassa e di granella. Per verificare la presenza larvale, le piante sono state scalzate e le radici lavate singolarmente in bacinelle contenenti acqua; le larve, emerse in superficie per flottazione, sono state quindi conteggiate, prelevate e mantenute in alcol 70%. L'entità del danno radicale è stata invece valutata utilizzando l'indice Node-injury Scale (NIS) (Oleson *et al.*, 2005). La presenza degli adulti è stata monitorata con trappole cromotropiche collanti (Pherocon[®] AM/NB), sostituite settimanalmente per 6 settimane a partire dalla comparsa dei primi adulti. L'incidenza delle piante ginocchiate, con portamento "a collo d'oca", è stata misurata in ciascuna parcella alla fioritura a seguito del conteggio delle piante con sintomi su 40 metri lineari. Alla maturazione cerosa è stata misurata la produzione di biomassa della coltura, a seguito del prelievo di 10 piante intere, complete di spiga, per ciascuna parcella e successiva trinciatura, pesatura e determinazione dell'umidità su un sottocampione. Alla maturazione commerciale è stata calcolata la produzione di granella in seguito al prelievo manuale e successiva sgranatura delle spighe prelevate per porzioni di fila della lunghezza complessiva di 8 metri lineari per ciascuna parcella.

I dati ottenuti dalla sperimentazione di campo sono stati sottoposti all'analisi della varianza (Anova) in conformità con il test di Tukey.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Nel 2010 nell'appezzamento di Villareggia l'infestazione larvale è stata alquanto ridotta (media di campo 1,8 larve/pianta); le tesi seminate a inizio aprile (P4, P5, P6) hanno evidenziato un maggior livello d'infestazione rispetto a quelle seminate tardivamente (P1, P2, P3). L'infestazione più elevata è stata riscontrata nella tesi P6, che si è differenziata statisticamente dalle altre tesi a confronto (tabella 1). L'applicazione di geoinsetticidi alla semina ha ridotto del 19% e del 67% il numero di larve per pianta, rispettivamente per la prima e seconda epoca di semina. Il danno radicale è risultato estremamente basso, con una media di campo di 0,1.

Un significativo aumento dell'incidenza di piante ginocchiate è stato osservato per la tesi P4, in assenza di difesa insetticida alla semina. Come atteso, la produzione di biomassa alla maturazione cerosa è risultata significativamente influenzata dalla data di semina, mentre, nell'ambito della stessa epoca di semina, non si sono osservate differenze significative tra le tesi con geoinsetticida alla semina e i testimoni non trattati.

Tabella 1. Prove sperimentali condotte nel 2010; effetto dei percorsi agronomici sul numero di larve di diabrotica, danno radicale, percentuale di piante ginocchiate, produzione di biomassa e di granella

Località	Percorso agronomico	N° larve ¹	NIS ²	Piante ginocchiate ³ (%)	Produzione biomassa ⁴ (t s.s./ha)	Produzione granella ⁵ (t/ha)
Binago (CO)	P1	4,6 b	0,7 bc	22,92 b	16,6 bc	7,8 ab
	P2	4,5 b	0,5 b	15,21 ab	16,6 bc	8,5 ab
	P3	2,2 a	0,03 a	0,14 a	17,1 bc	7,1 ab
	P4	7,8 cd	1.0 c	65,08 c	13,6 ab	6,8 ab
	P5	8,1 d	0,2 a	15,64 ab	11,0 a	5,7 a
	P6	6,1 bc	0,1 a	2,33 ab	19,1 c	9,0 b
Villareggia (TO)	P1	1,5 bc	0,0 b	0,0 b	19,1 c	11,0 b
	P2	1,5 bc	0,2 a	0,2 b	27,8 ab	15,6 a
	P3	0,5 d	0,0 b	0,0 b	29,2 a	14,0 ab
	P4	2,1 b	0,4 a	10,7 a	18,9 c	NR
	P5	1,7 bc	0,1 b	1,3 b	18,1 c	NR
	P6	3,3 a	0,1 b	1,7 b	21,6 bc	NR

I dati riportati si riferiscono alla media di 4 ripetizioni; per ciascuna località, valori nella stessa colonna seguiti dalla stessa lettera non sono significativamente differenti (test di Tukey; $p < 0,05$)

^{1,2}rilievi effettuati su 15 piante per parcella

³rilievo effettuato su 40 metri lineari per parcella alla fioritura

⁴produzione di biomassa, espressa come sostanza secca, prelievo di 10 piante alla maturazione cerosa in ciascuna parcella

⁵produzione di granella al 14% di umidità. NR: non rilevato per allettamento del campo a seguito di avversità metereologica

A Binago non si è verificata un'infestazione larvale particolarmente elevata (media di campo 5,5 larve/pianta). L'infestazione più elevata è stata riscontrata nelle tesi della prima semina (tesi P4, P5, P6); in particolar modo la tesi P5, geodisinfestata, ha mostrato il più elevato numero di larve, differenziandosi dalla tesi P6. Quest'ultima, anch'essa geodisinfestata alla semina e con una concimazione aggiuntiva, non si è differenziata statisticamente dal testimone P4, pur in presenza di circa 2 larve/pianta in meno, e nemmeno dalle tesi P1 (seconda semina, stress) e P2 (seconda semina, non trattato). Il rilievo sui sintomi ha fatto registrare nella tesi P4 un numero elevato di piante sintomatiche (66,78%). Nelle altre tesi invece i sintomi sono sempre stati molto contenuti, o addirittura pressoché assenti (tesi P3). Il danno radicale è risultato in media abbastanza contenuto, con una media di campo di 0,4. Complessivamente si può notare una riduzione del danno significativa nelle tesi che erano state geodisinfestate, sia in prima che in seconda semina (P3, P5, P6). Relativamente alla produzione di biomassa alla maturazione cerosa, le tesi in seconda semina sono risultate tutte

simili tra di loro. Tra quelle in semina anticipata invece si sono osservate differenze significative tra la tesi P6 e le tesi P4 e P5 che hanno portato ad una produzione areica inferiore. La resa granellare media del campo è stata di 7,5 t/ha. Le tesi non si sono sostanzialmente differenziate tra loro, tranne che nel caso della tesi P6, con una produzione di 9 t/ha, in confronto alla P5, che ha mostrato la resa inferiore. Le basse rese sono state grandemente influenzate dalle condizioni meteorologiche e in particolare dal fatto che nel campo si è osservato in diversi punti ristagno idrico o ruscellamento.

Nel 2011 nel campo sperimentale di Villareggia l'infestazione larvale più elevata è stata osservata per la tesi testimone P4, mentre l'infestazione media rilevata è stata pari a 1,4 larve/pianta (tabella 2).

Tabella 2. Prove sperimentali condotte nel 2011; effetto dei percorsi agronomici sul numero di larve di diabrotica, danno radicale, percentuale di piante ginocchiate, produzione di biomassa e di granella

Località	Percorso agronomico	N° larve ¹	NIS ²	Piante ginocchiate ³ (%)	Produzione biomassa ⁴ (t s.s./ha)	Produzione granella ⁵ (t/ha)
Orzinuovi (BS)	P1	8,8 a	1,5 b	60,38 c	29,5 ab	17,9 a
	P2	15,0 b	1,6 b	17,98 b	24,7 a	17,4 a
	P3	13,9 b	0,5 a	0,25 a	34,2 b	18,6 ab
	P4	8,3 a	1,4 b	0,0 a	33,5 b	20,4 bc
	P5	7,9 a	0,4 a	0,0 a	33,7 b	21,2 c
	P6	7,2 a	0,5 a	0,0 a	31,7 ab	22,0 c
Villareggia (TO)	P1	0,5 b	0,0 a	0,0 a	22,8 bc	14,0 d
	P2	1,5 a	0,0 a	0,0 a	24,6 ab	16,4 bc
	P3	0,5 b	0,0 a	0,0 a	27,0 a	17,8 a
	P4	3,1 a	0,1 a	0,0 a	16,4 d	15,0 c
	P5	0,7 b	0,0 a	0,0 a	21,1 c	17,6 ab
	P6	2,1 a	0,0 a	0,0 a	21,9 bc	17,6 ab

I dati riportati si riferiscono alla media di 4 ripetizioni; per ciascuna località, valori nella stessa colonna seguiti dalla stessa lettera non sono significativamente differenti (test di Tukey; $p < 0,05$)

^{1,2}rilevi effettuati su 15 piante per parcella

³rilevato effettuato su 40 metri lineari per parcella alla fioritura

⁴produzione di biomassa, espressa come sostanza secca, prelievo di 10 piante alla maturazione cerosa in ciascuna parcella

⁵produzione di granella al 14% di umidità

L'applicazione di geoinsetticidi alla semina ha ridotto del 77% e 67% il numero di larve per pianta, rispettivamente per la prima e seconda epoca di semina. Analogamente al 2010, il danno radicale è risultato essere estremamente contenuto e in nessuna tesi sono state osservate

piante ginocchiate o allettate. Per la semina tempestiva, il trattamento geoinsetticida (P5) ha aumentato significativamente la produzione di biomassa e di granella rispetto al testimone (P4). Tale vantaggio produttivo è in parte da attribuire anche al controllo esercitato dall'insetticida sull'attacco di elateridi nelle prime fasi di crescita delle piante. L'applicazione del geoinsetticida (P3) con la semina tardiva ha determinato un aumento significativo della produzione di granella, ma non in biomassa, rispetto al testimone (P2).

Nell'appezzamento di Orzinuovi è stata rilevata una consistente infestazione larvale (media di campo 10,2 larve/pianta), con una maggior presenza nelle tesi della seconda semina, in particolare nelle tesi P2 (non trattata) e P3 (trattata), che si sono differenziate da tutte le altre. Nelle parcelle seminate in anticipo non sono stati osservati sintomi quali colli d'oca o allettamenti. In seconda semina invece sono state osservate numerose piante allettate (60,3%) nella tesi P1, sottoposta a stress agronomico. A fronte della forte infestazione, le tesi geodisinfestate, sia in prima che in seconda semina (P3, P5, P6), hanno mostrato un danno radicale significativamente inferiore rispetto alle altre. Per la produzione di biomassa, tra le tesi in prima semina non sono state osservate differenze significative, mentre in quelle in seconda semina è stato possibile notare una differenza tra la non trattata e la trattata. Nel caso della produzione di granella, le tesi in semina anticipata non si sono differenziate significativamente tra loro. Le parcelle seminate in seconda epoca hanno mostrato una media inferiore alle prime, ma anche in questo caso non si sono differenziate tra loro.

In merito ai risultati ottenuti durante il biennio di sperimentazione, risulta difficoltoso trarre delle conclusioni in quanto i dati sono piuttosto discordanti e, a parte il caso del campo di Orzinuovi nel 2011, le infestazioni larvali si sono attestate su valori medio-bassi.

In merito all'infestazione larvale, sia a Binago sia a Villareggia, la presenza degli stadi preimmaginali è stata inferiore nei campi seminati in seconda epoca, mentre a Orzinuovi si è osservata la situazione opposta. L'utilizzo del geodisinfestante solo in alcuni casi ha permesso di ridurre il numero di larve sia nel caso della seconda semina sia della semina in epoca normale. Spesso si è trattato di una riduzione relativa, in quanto le tesi si sono differenziate solo tendenzialmente, ma non in modo significativo. L'utilizzo del geodisinfestante ha invece permesso di ridurre i danni provocati dall'insetto, in entrambe le epoche. A livello di produzione, sia di biomassa secca in maturazione cerosa sia di granella, in generale si è potuto osservare un incremento nelle tesi "protette", perché trattate con insetticidi o perché gestite agronomicamente in maniera ottimale, rispetto al testimone. Si tratta d'incrementi che raramente hanno il conforto della significatività statistica in quanto spesso contrastate dall'effetto di eventi climatici o dalla naturale capacità di reazione della pianta.

I dati raccolti in questa sperimentazione evidenziano tuttavia che ci sono significativi ambiti per ridurre i danni causati dalle larve dell'insetto, mediante l'applicazione di percorsi di lotta integrata, senza dover ricorrere all'avvicendamento culturale.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano i dottori F. Amato, E. Busato, N. Corsi, E. Gonella, F. Legnani, G. Pavia, E. Piazza, M. A. Saladini, D. Tenni, G. Testa, F. Tota, D. Venegoni per la collaborazione fornita durante le attività di campo.

LAVORI CITATI

- Blandino M., Reyneri A., Amato F., Testa G., 2010. Come comportarsi in campo per difendersi dalla diabrotica. *L'Informatore Agrario*, 5, 54-57.
- Boriani M., Agosti M., Kiss J., Edwards C.R., 2006. Sustainable management of the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae), in

- infested area: experiences in Italy, Hungary and the USA. *Bullettin OEPP/EPPO*, 36, 531-537.
- Kahler A.L., Olness A.E., Sutter G.R., Dybing C.D., Devine O.J., 1985. Root damage by western corn rootworm and nutrient content in maize. *Agronomy Journal*, 77, 769-774.
- Oleson D.J., Park Y.L., Nowatzki T.M., Tollefson J.J., 2005. Node-injury scale to evaluate root injury by corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology* 98 (1), 1-8.
- Reyneri A., Blandino M., Ferro P., Turchi A., 2009. Diabrotica in Piemonte, i numeri dell'infestazione. Supplemento a *L'Informatore Agrario*, 44, 20-23.
- Saladini M., Michelatti G., Alma A., Borreani G., Tabacco E., 2009. Sorgo in rotazione al mais per combattere la diabrotica. *L'Informatore Agrario*, 13, 50-52.
- Sutter G.R., Fisher J.R., Elliott N.C., Branson T.F., 1990. Effect of insecticide treatments on root lodging and yields of maize in controlled infestations of western corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology* 83, 2414-2420.

Lavoro realizzato nell'ambito del progetto "IDIAM - Interventi per contrastare la diffusione e i danni da diabrotica nella maiscoltura italiana" finanziato dal MIPAAF.