

Possibilità di applicazione della difesa integrata per il controllo delle virosi nella coltura del mais

Lorenzo Furlan¹, Francesca Chiarini¹, Carlotta Balconi², Chiara Lanzanova², Alessio Torri², Paolo Valoti², Alberto Alma³, Matteo Alessandro Saladini³, Nicola Mori⁴, Mauro Davanzo⁵, Michele Colauzzi⁵

¹Veneto Agricoltura, via dell'Università 14, 35020 Legnaro (PD);

²Consiglio per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura-Unità di Ricerca per la Maiscoltura (CRA-MAC), Via Stezzano, 24 - 24126 Bergamo;

³DISAFA - Dipartimento di Scienze Agrarie Forestali e Alimentari Università degli Studi di Torino, Via Leonardo da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO);

⁴DAFNAE - Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente, Università degli Studi di Padova, Via dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD),

⁵libero professionista.

Introduzione

Il rischio d'infezioni da virus, in particolare da nanismo ruvido, tende ad aumentare con la presenza di vegetazione spontanea e coltivata (*Echinochloa crus-galli*, *Agropyrum repens*, *Cynodon dactylon*, *Triticum aestivum*, *Oryza sativa*, *Hordeum vulgare*) che favorisce le popolazioni dei vettori (in modo particolare *Laodelphax striatellus* (Fallèn) (Hemiptera: Delphacidae). È noto che tale infezione tende ad essere più elevata in talune aree circoscritte con specifiche caratteristiche territoriali (aree di alta pianura con alta incidenza di prati, anche stabili, e aree incolte di Friuli, Veneto e Piemonte (Caciagli, 1991; Furlan *et al.*, 2009). Al fine di individuare l'effettiva potenziale dannosità delle infezioni da virus e la possibilità di applicazione della Difesa Integrata in termini di definizione dei criteri per l'accertamento delle aree con rischio di danno economicamente rilevante e individuazione delle alternative agronomiche di lotta, si è proceduto all'esecuzione di una specifica sperimentazione in diverse località della Pianura Padana nel biennio 2011 e 2012.

Materiali e metodi

Siti

I siti sperimentali sono stati individuati tra quelli in cui la presenza di piante affette da nanismo ruvido era già stata accertata in passato o in zone con nu-

merose aree incolte attorno agli appezzamenti. Per l'elevata presenza di fasce inerbite/prati, talora anche boscate, in prossimità degli appezzamenti, i siti prescelti si possono considerare con un potenziale di media-alta pressione di vettori di virus. Nell'azienda di Premariacco in Friuli, si è scelto un appezzamento in cui la presenza del virus del nanismo ruvido era stata analiticamente accertata nel 2010 (Salvador, 2010). In ciascun sito, per isolare il fattore virosi rispetto ad altri fattori di pressione fitosanitaria sulla coltura, si è cercato di scegliere appezzamenti con basse popolazioni di diabrotica e di elateridi sulla base della valutazione dei fattori di rischio per questi fitofagi (Furlan *et al.*, 2011a).

Tesi a confronto

- Mais sensibile alle virosi DKC 5276 solo fungicida;
- Mais sensibile alle virosi DKC 5276 conciato Poncho®-clothianidin-0,5 mg s.a./seme + fungicida;
- Mais tollerante alle virosi DKC 6666 solo fungicida (solo 2011);
- Mais tollerante alle virosi DKC 6666 conciato Poncho®-clothianidin-0,5 mg s.a./seme + fungicida (solo 2011);
- Mais tollerante alle virosi DKC 6677 solo fungicida;
- Mais tollerante alle virosi DKC 6677 conciato Poncho®-clothianidin-0,5 mg s.a./seme + fungicida;
- PR32G44 solo fungicida;

h) Mais sensibile alle virosi DKC 5276 + trattamento in post emergenza con piretroide (Karate Zeon 200 cc/hl) alla presenza dei vettori del virus (osservazioni trappole).

Fungicida comune a tutti: Metalaxil+fludioxonil (Celest*) alla dose di 1 l/t di seme.

La tecnica colturale, di tipo convenzionale con aratura e lavorazioni complementari, è stata omogenea nei singoli appezzamenti in prova. In tutti si è proceduto al trattamento contro la piralide tra il 10 e il 25 luglio al fine di ridurre la possibile incidenza del fitofago sulla variabilità all'interno del campo e quindi meglio isolare il principale fattore allo studio (virosi).

Le principali caratteristiche agronomiche di ciascuna prova sono sintetizzate in Tabella 1.

Parcelle

La dimensione delle singole parcelle è stata di 45 – 60 m² (m 3 – 4,5 X m 15-20) e i rilievi effettuati nella porzione centrale (8 – 10 m) delle 2 file centrali con 4 ripetizioni.

Strip test (parcelloni)

La dimensione dei parcelloni è variata da 400 a 1500 m² (m 3 – 9 di larghezza per la lunghezza dell'appezzamento allo studio).

Seme omogeneo proveniente da uno stesso lotto. Ripetizioni da 2 a 6 per sito.

Rilievi

Al centro di ciascuna parcella (su 8-10 m delle due file centrali nelle parcelle, in due sub-parcelle di 20 m x 2-4 file centrali nei parcelloni) allo stadio di 4-6 foglie e 8-12 foglie sono stati eseguiti i seguenti rilievi:

A1 Investimenti e attacchi prime fasi

A1.1 numero piante normali (nessun sintomo);

A1.2 numero piante con sintomi di attacco da elateridi;

A1.3 numero piante con sintomi di attacco di altri fitofagi ipogei;

A1.4 numero piante con sintomi di virosi "nansismo ruvido" (raccolta campioni fuori area di saggio per analisi);

A1.5 numero piante con sintomi di altre virosi: ingiallimenti non riconducibili a erosioni da elateridi (raccolta campioni fuori area di saggio per analisi);

A1.6 numero piante con afidi (verdi, neri) o cicaline;

A2 Valutazione pre-raccolta

Sulle stesse aree di saggio sono stati condotti i seguenti rilievi:

A2.1 piante totali;

A2.2 piante senza spiga (non attribuibili a virus);
A2.3 piante con sintomi di attacco da virus – nansismo ruvido: sintomo specifico, consistente in piante con internodi molto raccorciati, con tessuti ingrossati e più scuri ed escrescenze biancastre sulla pagina inferiore delle foglie);

A2.4 altri fitofagi (afidi, ragnetto rosso): osservazione piante sub-parcelle distinguendole in 3 categorie "afidi" e 3 categorie "ragnetto rosso": 0 = nessuna presenza significativa; 1 = presenza 1 -2 colonie non estese; 2 = diverse colonie che coprono superficie significativa di foglie e culmo.

A3 Produzione

Prove parcellari

Eliminazione regolare delle testate, misura della lunghezza della parcella residue e loro raccolta con mietitrebbia parcellare o convenzionale; prelievo campione granella di circa 1 kg per determinazione umidità e peso ettolitrico.

Strip test (parcelloni)

Si è proceduto come sopra ma utilizzando mietitrebbie convenzionali e carri-pesa.

A4 Presenza di *Laodelphax striatellus*

Nel periodo maggio-agosto la presenza del vettore è stata monitorata con l'ausilio di trappole cromotropiche gialle (Super Color Gialle® 24x40 cm o Temo-O-cid® 24x40 cm). Per ogni sito indagato sono state posizionate a 1 m di altezza da terra delle trappole lungo i bordi (nella fascia inerbata) ed al centro degli appezzamenti in prova nel periodo fine aprile - agosto. Le trappole sono state raccolte e sostituite ogni 7-15 giorni. Gli esemplari catturati sono stati successivamente classificati in laboratorio con l'ausilio dello stereo microscopio. Dopo la classificazione, la maggior parte degli individui sono stati conservati a -20°C per le indagini molecolari.

Elaborazione dei dati

I dati sono stati elaborati mediante ANOVA con successivo test di Tukey, software XLSTAT versione 2009.1.01. I dati percentuali sono stati trasformati in gradi arcoseno (radice quadrata x) prima dell'analisi.

Risultati

Investimenti ed attacchi

Gli investimenti sono risultati buoni (Tabella 2) e, analogamente a quanto riscontrato in precedenti spe-

Tabella 1 - Principali caratteristiche dei campi sperimentali e delle tecniche adottate.

Regione	PV		COMUNE	Azienda	Terreno	Schema di campo	Epoche di semina	Coltura precedente	Data di semina	Densità di semina (pp/m ²)	Trattamento insetticida post-emergenza
Friuli	UD	2011	Orsaria di Pre-marfacco	De Sabbata	medio impasto	parcellare	2	mais	1 apr, 27 apr	7,84/7,01	19-mag
Friuli	UD	2012	Orsaria di Pre-marfacco	De Sabbata	medio impasto	parcellare	1	mais	2-mag	7,84	no
Friuli	UD	2011	Camino al Tagliamento	Panigutti	medio impasto	strip	1	mais	12-apr	7,67	no
Veneto	VE	2011	S. Donà di Piave	Bogoni	medio impasto	strip	1	mais	9-apr	7,24	22-apr
Veneto	VE	2012	S. Donà di Piave	Bogoni	medio impasto	strip	1	mais	30-apr	7,2	no
Veneto	VE	2011	S. Donà di Piave	Florian	medio impasto	strip	1	mais	9-apr	7,21	22-apr
Veneto	VE	2011	S. Donà di Piave	Florian	medio impasto	strip	1	mais	7-apr	7,02	no
Veneto	RO	2011	Ceregno	Sasse Rami	medio impasto ar-gilloso	strip	1	frumento	12-apr	7,24	27-apr
Veneto	RO	2012	Ceregno	Sasse Rami	medio impasto ar-gilloso	strip	1	soia	18-apr	7,13	22-mag
Veneto	TV	2011	Mogliano Veneto	Diana	medio impasto ar-gilloso	parcellare	1	colza	14-apr	7,45	16-apr
Veneto	TV	2012	Mogliano Veneto	Diana	medio impasto ar-gilloso	parcellare	1	colza	3-apr	7,8	14-mag
Veneto	VE	2011	Caorle	Vallevecchia	sabbioso-limoso	parcellare	1	sorgo	14-apr	7,24	15-apr
Veneto	VE	2012	Caorle	Vallevecchia	sabbioso-limoso	parcellare	1	soia	10-apr	7,62	18-mag
Veneto	VE	2011	Eraclea	Moizzi	medio impasto	strip	1	soia	14-apr	7,24	22-apr
Veneto	PD	2011	Legnaro	Corte	medio impasto	strip	1	frumento	29-apr	7,01	23-mag
Lombardia	BG	2011	Bergamo	CRA MAC	medio impasto	parcellare	2	mais	22 apr, 16 giu	6,00	1° semina 30-giu, 2° semina 5-lug
Lombardia	BG	2012	Bergamo	CRA MAC	medio impasto	parcellare	1	mais	10-apr	6,5	15-mag
Piemonte	TO	2011	Cavour	Bertinotto	medio impasto	strip	1	mais	12-apr	7,41	20-mag
Piemonte	TO	2012	Cavour	Podere Pignatelli	medio impasto	strip	1	mais	5-apr	7,41	18-mag

Tabella 2 - Effetto del tipo di ibrido e della concia insetticida del seme sullo stato sanitario della coltura di mais; tutte le prove (parcellari e strip) ed epoche di semina (precoce-ordinaria, ritardata) considerate (13 prove, 11 prima epoca, 2 seconda epoca). Anno 2011.
I valori seguiti dalle stesse lettere non sono significativamente diversi al $P < 0.05$.

Anno 2011	Investimento alla raccolta		piante attaccate da elateridi	piante sintomi nanismo ruvido 1° rilievo	piante sintomi nanismo ruvido rilievo intermedio	piante sintomi nanismo ruvido (raccolta)						
	Tesi	totali (piante/m ²)	con spiga (piante/m ²)	% piante	% piante	% piante	% piante					
sensibile DKC5276	6,34	a	6,30	a	1,13	a	0,19	a	0,16	a	0,25	a
sensibile DKC5276+poncho®	6,50	a	6,47	a	0,69	a	0,02	b	0,05	ab	0,05	b
sensibile DKC5276+post emergenza	6,34	a	6,32	a	1,04	a	0,07	ab	0,09	ab	0,16	ab
tollerante DKC6666	6,29	a	6,25	a	0,72	a	0,02	b	0,04	b	0,06	b
tollerante DKC6666+poncho®	6,48	a	6,45	a	0,64	a	0,01	b	0,01	b	0,02	b
tollerante DKC6677	6,39	a	6,34	a	0,74	a	0,02	b	0,09	ab	0,13	ab
tollerante DKC6677+poncho®	6,47	a	6,44	a	0,68	a	0,01	b	0,02	b	0,02	b
PR32G44 no insetticida	6,23	a	6,14	a	0,99	a	0,05	b	0,07	ab	0,11	ab
F _{7,24} (ANOVA)	1,426		1,730		1,331		4,066		3,224		3,318	
P	0,193		0,100		0,234		0,000		0,002		0,002	

rimentazioni, gli attacchi di fitofagi ipogei sono risultati irrilevanti o bassi in tutte le stazioni (Balconi *et al.*, 2010a, 2010b, 2011, Furlan *et al.* 1989, 2002, 2007, 2009, 2011a, 2011b, relazioni APENET 2009 e 2010).

In talune prove fallanze, localmente con densità apprezzabile, sono state causate da uccelli nella fase di emergenza - 3 foglie ma gli investimenti finali degli ibridi trattati con clothianidin non sono risultati statisticamente diversi da quelli non trattati. Comun-

que la densità di piante non appare un fattore in grado di aver inciso significativamente sui risultati dei diversi ibridi.

Fitofagi epigei

La presenza di fitofagi epigei (afidi, cicaline, altica) è stata molto bassa in tutti i campi sperimentali e mai tale da incidere significativamente sui risultati dei diversi ibridi. La pressione di piralide è risultata bassa in tutte le parcelle di ogni sito (percentuale di piante

Tabella 3 - Effetto del tipo di ibrido e della concia insetticida sul seme sullo stato sanitario della coltura di mais; tutte le prove (parcellari e strip) ed epoche di semina (precoce-ordinaria, ritardata) considerate (13 prove, 11 prima epoca, 2 seconda epoca). Anno 2012.
I valori seguiti dalle stesse lettere non sono significativamente diversi al $P < 0,05$.

Anno 2012	Investimento (6-10 foglie vere)	piante attaccate da fitofagi (elateridi+nottue)		piante con sintomi nanismo ruvido		piante senza sintomi da fitofagi o virosi		
		pp/m ²	% piante	% piante	% piante			
sensibile DKC5276	6,08	a	5,34	a	0,00	a	94,00	a
sensibile DKC5276+poncho®	5,99	a	2,42	a	0,00	a	97,57	a
sensibile DKC5276+post emergenza	6,16	a	1,77	a	0,00	a	98,20	a
tollerante DKC6677	6,16	a	2,53	a	0,00	a	97,47	a
tollerante DKC6677+poncho®	6,03	a	2,43	a	0,11	a	97,43	a
PR32G44 no insetticida	5,79	a	1,94	a	0,05	a	97,98	a
F _{5,92} (ANOVA)	0,864		2,223		0,811		2,279	
P (tesi)	0,507		0,055		0,543		0,050	

Tabella 4 - Effetti dell'uso dei concianti sulla produzione di mais.
I valori con almeno una lettera in comune non sono significativamente diversi al $P < 0,05$.

Tesi allo studio	Produzione granella mais	
	2011 t/ha (14%)	2012 t/ha (14%)
sensibile DKC5276	11,41 b	7,54 a
sensibile DKC5276+poncho®	11,87 ab	7,49 a
sensibile DKC5276+post emergenza	11,48 b	7,00 a
tollerante DKC6666	11,80 ab	tesi assente
tollerante DKC6666+poncho®	12,13 ab	tesi assente
tollerante DKC6677	12,40 ab	7,93 a
tollerante DKC6677+poncho®	12,71 a	8,27 a
PR32G44 no insetticida	12,09 ab	7,94 a
Significatività	**	non significativo
F (ANOVA)	3,409	1,728
P (tesi)	0,002	0,135
GDL (errore)	256	95

spezzate sopra e sotto spiga inferiori al 5%) e quindi tale fattore si ritiene non possa avere determinato apprezzabile variabilità negli esperimenti.

Nottue

Gli attacchi di nottue sono risultati assenti o trascurabili (<0,1% delle piante) in tutti i campi sperimentali del 2011. Son stati osservati attacchi in alcuni campi nel 2012.

Incidenza virosi

In entrambi gli anni l'incidenza delle piante con sintomi di nanismo ruvido è risultata molto bassa; la presenza dei sintomi è stata riscontrata in soli 2 appezzamenti su 17 ed è risultata di gran lunga inferiore al 1% delle piante osservate (Tabelle 2 e 3) malgrado la scelta di appezzamenti con particolari fattori di rischio per la malattia. L'incidenza è risultata significativa, sia pur sempre contenuta, solo in un sito (Friuli, Premariacco, anno 2011) ove la presenza della virosi era stata accertata anche per via analitica nel 2010 (Salvador, 2010).

Il clothianidin utilizzato in concia ha ridotto significativamente l'incidenza della malattia (Tabelle 2 e 3); analoghi bassi livelli di incidenza della malattia sono stati riscontrati negli ibridi tolleranti anche non concianti con l'insetticida. Il trattamento insetticida di post emergenza ha evidenziato livelli inferiori di danno rispetto al testimone ma non significativi all'analisi statistica.

Non sono state rilevate piante con sintomi di altri virus.

Produzioni

Per quanto concerne le produzioni (Tabella 4), i dati evidenziano differenze contenute e non statistica-

mente significative tra ibridi trattati e non trattati con il conciante insetticida.

Presenza di *Laodelphax striatellus*

Il fitofago vettore è stato catturato nella grande maggioranza dei siti campionati nelle fasce inerbite contermini agli appezzamenti in prova (Tabella 5) mentre al centro dei campi di mais in prova, non è mai stata rilevata la presenza del vettore.

Tabella 5 - Presenza del vettore del virus del nanismo ruvido del mais nei siti utilizzati per la sperimentazione.

Azienda	Presenza di <i>Laodelphax striatellus</i>	
	2011	2012
De Sabbata	si	si
Panigutti	non rilevato	non rilevato
Bogoni	no	no
Florian	si	si
Sasse Rami	si	si
Diana	si	si
Vallevecchia	si	si
Moizzi	si	non rilevato
Corte	no	non rilevato
CRA MAC	si	non rilevato
Bertinetto Pignatelli	si	si

I campionamenti hanno inoltre evidenziato la presenza di numerose specie di cicaline potenziali vettrici di virus ai bordi degli appezzamenti.

Conclusioni

La sperimentazione ha evidenziato che: 1) l'incidenza delle virosi è bassa e limitata ad areali specifici, ove vi è significativa presenza della malattia; 2) il clothianidin utilizzato come conciante riesce a ridurre significativamente l'incidenza del nanismo ruvido anche su ibridi sensibili; 3) analoga riduzione dell'incidenza della malattia può essere raggiunta utilizzando ibridi resistenti senza impiego d'insetticidi; 4) i trattamenti in post-emergenza non hanno ridotto significativamente l'incidenza della malattia; i risultati finora conseguiti non consentono di stabilire se questo sia dovuto al momento di esecuzione o all'inefficacia in sé del trattamento.

Ringraziamenti: parte della ricerca è stata svolta nell'ambito del Progetto APENET finanziato dal MiPAAF; si ringraziano per l'essenziale contributo alla realizzazione della sperimentazione: Fabio Roverso, Antonio Barbieri, Francesco Fagotto, Paolo Giacobbi, Gianluca Governatori e Francesco Salmaso.

Bibliografia citata

- Apenet - Relazione sull'attività svolta e sui primi risultati ottenuti nell'ambito del progetto Apenet per la tematica "Effetti del mais conciato sulle api". Risultati 2009. Scaricabile on-line <http://www.reterurale.it/apenet>.
- Apenet - Relazione sull'attività svolta e sui primi risultati ottenuti nell'ambito del progetto Apenet per la tematica "Effetti del mais conciato sulle api". Risultati 2010. Scaricabile on-line <http://www.reterurale.it/apenet>.
- Balconi C., Mazzinelli G., Berardo N., Motto M. (2011) Analysis of insecticide seed coatings for protection of corn kernels, seedlings and plants. *Maize Gen. Coop. News Lett.* 85.
- Balconi C., Mazzinelli G., Ferrari A., Valoti P., Motto M. (2010) a Mais: primo anno di sperimentazione nell'ambito del progetto Apenet. *Apoidea*, 7: 17-19.
- Balconi C., Mazzinelli G., Motto M. (2010) b The neonicotinoid insecticide seed coatings for protection of corn kernels, seedlings and for plant yield. *Maize Gen. Coop. News Lett.* 84.
- Caciagli P. (1991) Recent observations on the epidemiology of maize rough dwarf virus. *Phytoparasitica* 19(3): 240 (abs).
- Furlan L. (1989) Analisi delle possibilità di riduzione dell'impiego di geodisinfestanti nella coltura del mais nel Veneto. *L'Informatore Agrario*, 17: 107-115.
- Furlan L., Caciagli P., Causin R., Di Bernardo A. (2009) Il seme di mais va protetto solo quando serve. *L'Informatore Agrario*, 5: 36-44.
- Furlan L., Canzi S., Toffoletto R., Di Bernardo A. (2007) Effetti sul mais della concia insetticida del seme. *L'Informatore Agrario*, 5, 92-96.
- Furlan L., Cappellari C., Porrini C., Radeghieri P., Ferrari R., Pozzati M., Davanzo M., Canzi S., Saladini M.A., Alma A., Balconi C., Stocco M. (2011a) Difesa integrata del mais: come effettuarla nelle prime fasi. *L'Informatore Agrario*, 7, Supplemento Difesa delle Colture, 15-19.
- Furlan L., Cappellari C., Radeghieri P., Ferrari R., Pozzati M., Saladini M.A., Alma A., Balconi C., Davanzo M., Canzi S., Maini S., Burgio G., Porrini C. (2011b) Incidenza dei danni da fitofagi ipogei su mais e valutazione della necessità di difesa. XXIII Convegno Nazionale di Entomologia, Genova, 13-16 giugno 2011.
- Furlan L., Di Bernardo A., Boriani M. (2002) Proteggere il seme di mais solo quando serve. *L'Informatore Agrario*, 8: 131-140.
- Salvador C., 2010 - Artropodofauna dell'agroecosistema a mais in relazione a diverse tecniche di coltivazione. Tesi di laurea, Università di Trieste.