

STRATEGIE DI CONTROLLO CHIMICO DI *CYPERUS ESCULENTUS* NEL MAIS

M. MILAN¹, T. POZZI², A. MUSCARÀ², S. FOGLIATTO¹
F. DE PALO¹, F. VIDOTTO¹, A. FERRERO¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA)
Università di Torino, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (To)

²Agricola 2000 s.c.p.a, Tribiano (MI), Italy
marco.milan@unito.it

RIASSUNTO

Nello studio sono stati posti a confronto programmi gestionali finalizzati al controllo dell'infestazione di *Cyperus esculentus* basati sull'impiego di diserbanti attualmente disponibili sul mercato, applicati in diverse epoche (pre-emergenza, post-emergenza, pre+post-emergenza, post-emergenza precoce, post-emergenza tardivo). Per ciascun programma gestionale sono state individuate una o più linee operative caratterizzate dall'impiego di erbicidi singoli o in miscela. Gli effetti sulle malerbe delle diverse linee confrontate sono stati valutati determinando la densità di infestazione, il grado di copertura e l'efficacia visiva complessiva. Tra tutti i programmi gestionali confrontati, il diserbo di post-emergenza rappresenta la soluzione tecnica capace di assicurare il migliore controllo dell'infestazione di *C. esculentus*. Alcune linee operative individuate nell'ambito del diserbo di pre-emergenza possono altresì rappresentare una valida soluzione, ma la loro efficacia può risultare fortemente influenzata dalle condizioni meteorologiche precedenti e successive all'esecuzione degli interventi di diserbo, le quali possono ridurre notevolmente la mobilità e l'attività delle molecole erbicide impiegate.

Parole chiave: erbicida, periodo di applicazione, diserbo

SUMMARY

CHEMICAL CONTROL OF *CYPERUS ESCULENTUS* IN CORN

The study aimed at comparing different *Cyperus esculentus* control strategies, based on the application of herbicides currently available on the market, applied at different crop stages (pre-emergence, post-emergence, pre+post-emergence, early post-emergence, late post-emergence), alone or in mixture. The effects of the different weed control strategies on *C. esculentus* infestations were assessed by measuring plant density, ground cover and by visually evaluating the overall efficacy. The results of the study showed that the most effective control strategy for *C. esculentus* was the herbicide application in post-emergence. However, some control strategies applied in pre-emergence may also provide good weed control even though their success may be strongly affected by adverse weather conditions, that may occur before and after the treatment, which can reduce the mobility and the activity of the applied herbicides.

Keywords: herbicide, application time, herbicide application

INTRODUZIONE

La competizione esercitata dalle piante infestanti è responsabile in diverse colture di significativi cali della produzione (Ferrero et al., 2016). In talune colture, come il mais e la soia, in assenza di interventi di controllo della vegetazione infestante la produzione può risultare totalmente compromessa. La disponibilità di una vasta gamma di prodotti erbicidi caratterizzati da un ampio spettro di azione, unitamente al ricorso a buone pratiche agronomiche e, laddove possibile, ad interventi meccanici di controllo consente generalmente di ottenere ottimali risultati produttivi.

La comparsa e la conseguente diffusione di nuove specie infestanti così come il passaggio di alcune malerbe da specie sporadicamente presenti nei campi coltivati a specie dominanti, è sempre più fonte di preoccupazione. A questo riguardo, un esempio può essere rappresentato dal *Cyperus esculentus* L., una pianta erbacea perenne appartenente alla famiglia delle ciperacee la cui presenza negli areali agricoli era, fino a qualche anno fa relegata per lo più ai margini delle aree coltivate o lungo i canali irrigui. Negli ultimi anni, la presenza di questa infestante si è però via via estesa, arrivando ad interessare gli interi appezzamenti coltivati. La notevole plasticità adattiva di questa ciperacea, insieme alla sua forte invasività, garantiscono a questa specie un elevato adattamento a diverse tipologie di suoli, così come a condizioni di siccità, di asfissia e di limitate risorse nutritive. *C. esculentus* sopravvive alla stagione invernale prevalentemente attraverso i tuberi (Follak et al., 2016; Stoller et al., 1987). Tali organi di moltiplicazione possono essere danneggiati dalle basse temperature, ma il tasso di mortalità dipende della durata del periodo di gelo e dalla profondità alla quale si trovano i tuberi.

Questa specie presenta inoltre una notevole capacità di colonizzare le aree in cui ha modo di insediarsi, soprattutto mediante le lavorazioni che diffondono nell'appezzamento i tuberi (Follak et al., 2016; Stoller et al., 1987). Nel caso del mais, le perdite di produzione causate dalla competizione esercitata da *C. esculentus* possono variare, in relazione alla diversa densità di infestazione, alle condizioni di umidità del suolo ed alla durata della competizione, tra il 7 ed il 79% (Keeley, 1987). Secondo uno studio condotto da Stoller et al., (1979), nel mais con una densità di circa 300 tuberi/m² la perdita di produzione è stimata intorno al 17%, mentre in presenza di un'infestazione più intensa (1200 tuberi/m²) allora le perdite possono raggiungere il 41%. Il controllo chimico di *C. esculentus* può risultare particolarmente difficile soprattutto per la limitata disponibilità di molecole erbicide in grado di devitalizzare gli organi di moltiplicazione sotterranei, e selettivi per le colture a ciclo estivo, quali ad esempio il mais.

In relazione a questi aspetti, il Centro di saggio di Agricola 2000, Società di servizi e sperimentazione in agricoltura, e il Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) dell'Università di Torino, hanno condotto nel 2016 e nel 2017 una sperimentazione allo scopo di porre a confronto diverse strategie di gestione del *C. esculentus* nella coltura del mais, basate sull'impiego di sostanze attive ad azione erbicida attualmente disponibili sul mercato, ricorrendo ai formulati più comunemente impiegati nell'areale in cui è stata eseguito lo studio. La sperimentazione ha avuto principalmente l'obiettivo di fornire informazioni di orientamento agli operatori agricoli sulle diverse possibili strategie di controllo di *C. esculentus* in questa importante coltura.

MATERIALI E METODI

Lo studio è stato realizzato nel biennio 2016-2017 presso l'azienda agricola Valsecchi, sita nel comune di Olmo (LO), su un terreno franco-limoso interessato nell'ultimo quinquennio dalla coltivazione di mais e soia.

La semina della coltura è avvenuta il 18 aprile nel 2016 e il 15 maggio nel 2017, impiegando in entrambi i casi l'ibrido Kalumet. L'appezzamento sperimentale è stato allestito secondo un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con tre ripetizioni. Ogni parcella, della superficie di 12,5 m², era separata da quella adiacente per mezzo di stradini di accesso. Tenendo in considerazione la non uniforme distribuzione dell'infestazione da parte di *C. esculentus* all'interno dell'appezzamento, in ogni parcella è stata individuata un'area testimone di 1,5 m². Nel 2016 il diserbo di pre-emergenza è stato eseguito il giorno successivo alla semina (19 aprile), mentre quello di post emergenza è stato effettuato il 16 maggio (post-precocce) ed il 27 maggio (post-tardivo), quando la coltura si trovava rispettivamente alla 2^a e 4^a foglia.

Nel 2017 il diserbo di pre-emergenza è stato eseguito due giorni dopo la semina della coltura (17 maggio), mentre gli interventi di post-emergenza precoce sono stati effettuati il 31 maggio. In entrambi gli anni l'efficacia erbicida delle diverse strategie poste a confronto è stata valutata attraverso l'esecuzione di rilievi malerbologici in diversi momenti successivi alle applicazioni, utilizzando una scala percentuale da 0 a 100, con valori di efficacia considerati buoni a partire dall'85%. Il rilievo di densità (piante/m²) e del grado di copertura (%) di *C. esculentus* e delle altre infestanti presenti è stato eseguito il 23 giugno nel 2016 e il 27 giugno nel 2017. I trattamenti erbicidi sono stati eseguiti con un'attrezzatura sperimentale utilizzando un volume di acqua di 400 L/ha.

Nel biennio di sperimentazione sono stati posti a confronto diversi programmi gestionali impiegando diverse miscele di prodotti. Sulla base dei risultati ottenuti nel 2016, le miscele di prodotti utilizzate in quella campagna che non avevano manifestato dei risultati soddisfacenti in termini di efficacia nei confronti del ciperò, sono state sostituite con nuove miscele.

In particolare nel 2016 sono stati posti a confronto cinque programmi gestionali (Tabella 1):

- diserbo di pre-emergenza (pre);
- diserbo di pre-emergenza + post emergenza precoce (pre+post precoce);
- diserbo di pre-emergenza + post emergenza tardivo (pre+post tardivo);
- diserbo di post-emergenza precoce (post precoce);
- diserbo di post-emergenza tardivo (post tardivo)

Per ciascun programma gestionale sono state individuate una o più linee operative caratterizzate dall'impiego di erbicidi o miscele di erbicidi. In particolare, sono state utilizzate 2 differenti miscele di prodotti erbicidi nella strategia pre, 1 nella strategia pre+post precoce, 4 nella strategia pre+post-tardivo, 1 in quella di solo post-precoce, e 6 nella strategia di solo post-tardivo (tabella 1).

Nel 2017, sono stati invece confrontati 3 programmi gestionali (tabella 2):

- diserbo di pre-emergenza (pre);
- diserbo di pre-emergenza + post emergenza precoce (pre+post);
- diserbo di post-emergenza precoce (post precoce);

Anche in questa campagna sono state individuate una o più linee operative caratterizzate dall'impiego di erbicidi o miscele di erbicidi. In particolare sono state utilizzate 8 diverse miscele nella strategia pre, 4 nella strategia pre+post e 4 nella strategia di solo post (tabella 2)

RISULTATI E DISCUSSIONE

Campagna 2016

Diserbo di pre-emergenza (pre)

Entrambe le miscele impiegate in pre-emergenza hanno fatto rilevare un soddisfacente livello di controllo di *C. esculentus* (tabella 1 e tabella 3, figura 1). La densità di infestazione è risultata pari a 18 piante/m² nella tesi 1 (terbutilazina+S-metolaclor+isossafutolo) e 13 piante/m² nella tesi 2 (mesotrione+terbutilazina+S-metolaclor). La copertura osservata nelle due parcelle trattate è risultata assai modesta e compresa tra 1,6% (linea 2) e 5% (linea 1). Nel rilievo di efficacia visiva eseguito a 63 GDT, i valori di efficacia sono risultati superiori al 90% in entrambe le linee (tabella 3 e figura 1).

Diserbo pre-emergenza + post-precoce (pre+post precoce)

Questo programma gestionale è stato basato sull'impiego della miscela costituita da isossaftutolo+tiencarbazone-metile in pre-emergenza, seguita in post-emergenza precoce dall'S-metolaclor. L'efficacia, nei confronti di *C. esculentus*, osservata a 63 GDT è stata superiore all'83%, con un grado di copertura inferiore al 6% e una densità media di 14 piante/m² (tabella 3, figura 1).

Tabella 1. Strategie gestionali confrontate e rispettive linee operative nella campagna 2016

Linea operativa	Prodotti impiegati nelle diverse linee
Strategia 1	Diserbo pre-emergenza
1	Primagram Gold (4 L/ha) + Merlin Flexx (2,2 L/ha)
2	Lumax (4,5 L/ha)
Strategia 2	Diserbo pre-emergenza + post-emergenza precoce
3	Adengo (2 L/ha) + Dual Gold (1,25 L/ha)
Strategia 3	Diserbo pre-emergenza + post-emergenza tardivo
4	Adengo (2 L/ha) + Basagran GS (1,1 kg/ha)
5	Stomp Aqua (2,5 L/ha) + Basagran GS (1,1 kg/ha) + Biolid UP (1,1 L/ha)
6	Primagram Gold (4 L/ha) + Basagran GS (1,1 kg/ha)
7	Afalon DS (1,1 L/ha) + Merlin Flexx (2,2 L/ha) + Fenoxilene Max (0,56 L/ha) + Silwet Fastex (0,4 L/ha)
Strategia 4	Diserbo post-emergenza precoce
8	Adengo (2 L/ha) + Permit (0,05 kg/ha)
Strategia 5	Diserbo post emergenza tardivo
9	Basagran GS (1,1 kg/ha) + Drake 26 (1,5 L/ha) + Silwet Fastex (0,4 L/ha)
10	Basagran GS (1,1 kg/ha) + Callisto (1 L/ha) + Fenoxilene Max (0,56 L/ha) + Silwet Fastex (0,4 L/ha)
11	Arigo (0,33 kg/ha) + Basagran GS (1,1 kg/ha) + Codacide (2,5 L/ha)
12	Arigo (0,33 kg/ha) + Basagran GS (1,1 kg/ha) + Biolid UP (1,1 L/ha)
13	Permit (0,05 kg/ha)
14	Harmony 50 SX (15 g/ha) + Bromoxinil (1,2 L/ha) + Codacide (2 L/ha)
15	Testimone non trattato

Tutte le parcelle ad eccezione di quelle non trattate sono state soggette ad un'applicazione di post-emergenza con Nisshin Extra 6 OD (nicosulfuron) per il controllo di *Sorghum halepense*.

Composizione dei formulati impiegati:

Dual Gold (S-metolaclor); Primagram Gold (terbutilazina + S-metolaclor); Lumax (terbutilazina + S-metolaclor + mesotrione); Merlin Flexx (isossaftutolo + cyprosulfamide); Stomp Aqua (pendimetalin); Adengo (isossaftutolo + tiencarbazone metile + cyprosulfamide); Callisto 480 (mesotrione); Permit (halosulfuron-metile); Arigo (mesotrione + nicosulfuron + rimsulfuron); Afalon DS (linuron); Harmony 50 SX (tifensulfuron); Bromotril (bromoxinil); Fenoxilene Max (MCPA); Basagran GS (bentazone); Drake 26 (sulcotrione) Coadiuvanti: Sylwet Fastex (Eptametiltrisilossano); Biolid Up (olio minerale); Codacide (olio di colza)

Diserbo di pre-emergenza + post-emergenza tardivo (pre+post tardivo)

In questo programma gestionale sono state confrontate 4 diverse tesi operative (tabella 1 e tabella 3, figura 1). Nel complesso nessuna delle tesi impiegate ha mostrato un soddisfacente livello di controllo di *C. esculentus* (figura 1 e tabella 1). La densità di infestazione osservata nelle diverse tesi nel rilievo eseguito il 23 giugno (66 GDT dal trattamento di PRE e 27 GDT dal post tardivo) è risultata mediamente superiore a 22 piante/m², con le densità maggiori

rilevate nella tesi 7 (linuron+isossafutolo+bentazone+MCPA+coadiuvante Silwet Fastex), 165 piante/m² e nella tesi 5 (pendimetalin+bentazone+coadiuvante biolid UP), 136 piante/m². La tesi 6 (terbutilazina+S-metolaclor in pre-emergenza, bentazone in post-emergenza) ha fatto rilevare l'efficacia più elevata (71%). Anche nella tesi 5 è stata riscontrata un'efficacia del tutto insoddisfacente nei confronti di *C. esculentus* (tabella 3 e figura 1).

Diserbo di post-emergenza precoce (post precoce)

In questo programma gestionale è stata utilizzata unicamente la miscela di isossafutolo+tiencarbazone + halosulfuron-metile (tabella 1 e tabella 3, figura 1). La densità media di infestazione osservata a distanza di 37 GDT è risultata di 11 piante/m², con un grado di copertura di appena l'1%. È opportuno segnalare che già a distanza di una settimana dal trattamento erbicida, l'efficacia visiva osservata è risultata pari all'80% (tabella 1). L'ottimale controllo di *C. esculentus* da parte di questa miscela è in larga misura da attribuirsi alla sostanza attiva halosulfuron-metile. Questa sostanza attiva presenta infatti una specifica azione di controllo nei confronti delle ciperacee, ed è a questo scopo ampiamente impiegata nel controllo delle infestanti appartenenti a questa famiglia botanica nella coltura del riso. L'azione dell'halosulfuron-metile, sebbene nel complesso esiziale nei confronti del ciperaceo, si presenta tuttavia più lenta rispetto ad altre sostanze attive. A questo riguardo va osservato che una prima attività erbicida nei confronti di *C. esculentus* può essere associata alla miscela isossafutolo +tiencarbazone-metile. Considerando tuttavia che già altri studi hanno permesso di evidenziare la scarsa efficacia dell'isossafutolo nel controllo di *C. esculentus*, è verosimile ritenere che una prima e più precoce attività erbicida sia stata legata all'azione della sostanza attiva tiencarbazone-metile (tabella 3 e figura 1).

Diserbo di post-emergenza tardivo (post tardivo)

Il programma gestionale basato esclusivamente sugli interventi eseguiti in post-emergenza tardivo, ha visto il confronto tra sei diverse tesi operative (tabella 1 e tabella 3, figura 1). La tesi 13, basata sull'impiego della sola sostanza attiva halosulfuron-metile, ha fatto rilevare il più elevato controllo nei confronti di *C. esculentus*, con un'efficacia visiva a 55 GDT superiore al 91%. La densità di infestazione rilevata nel rilievo eseguito a 28 GDT, è risultata 84 piante/m². Questo valore, osservato a distanza di circa un mese dal trattamento erbicida, appare elevato. Occorre tuttavia considerare che la maggior parte degli individui, pur presentando un aspetto esteriormente sano, manifestava degli imbrunimenti, visibili tuttavia solo sezionando il fusto. A distanza di circa 4 settimane dal trattamento, un'ottimale controllo dell'infestazione è stato registrato anche nella tesi 10 (bentazone + mesotrione + MCPA + coadiuvante Silwet Fastex). Il valore di densità osservato è risultato infatti molto basso, pari a 21 piante/m² ed un'efficacia visiva superiore al 68%. Occorre tuttavia segnalare che al momento dell'ultimo rilievo (55 GDT), è stata osservata una recrudescenza dell'infestazione, con valori di efficacia visiva non superiori al 28,3%. Le altre tesi hanno tutte fatto rilevare valori di efficacia anche di molto inferiori al 50%, con livelli di copertura da parte della sola ciperacea compresi tra il 22 ed il 44%. La risposta meno soddisfacente è stata in particolare osservata nelle tesi 11 (mesotrione + nicosulfuron + rimsulfuron + bentazone) e nella tesi 12 (mesotrione + nicosulfuron + rimsulfuron) (tabella 3 e figura 1).

Campagna 2017

Diserbo di pre-emergenza (pre)

Questa strategia ha visto il confronto tra otto diverse linee di diserbo di pre-emergenza (Tabella 2 e Tabella 3, Figura 2). Nel complesso nessuna delle linee confrontate ha presentato

un soddisfacente livello di controllo di *C. esculentus*. Tale risposta è, soprattutto per alcune miscele impiegate, principalmente da attribuirsi alla scarsità di precipitazioni del periodo immediatamente successivo all'esecuzione dei diserbanti (0 mm nei 18 giorni successivi al trattamento). Al rilievo eseguito a distanza di 62 GDT dal trattamento di pre-emergenza, in nessuna delle strategie utilizzate è stata osservata un'efficacia visiva superiore al 52%. Per quanto riguarda la densità di infestazione, i valori più bassi sono stati rilevati nella linea 7 (flufenacet + isossaflutolo + sulcotrione) - (13 piante/m²) e nella linea 9 (pendimetalin + mesotrione) - (40 piante/m²). I valori di densità di infestazione più elevati sono stati osservati nelle tesi 4 (mesotrione + S-metolaclor + terbutilazina) e nella tesi 6 (terbutilazina + flufenacet + sulcotrione), rispettivamente con 157 e 117 piante/m². Rispetto alla stagione precedente, la miscela di mesotrione + terbutilazina + S-metolaclor ha fatto rilevare risultati del tutto insoddisfacenti.

Tabella 2. Strategie gestionali confrontate e rispettive linee operative nella campagna 2017

Linea operativa	Prodotti impiegati nelle diverse linee
Strategia 1	Diserbo pre-emergenza
2	Primagram Gold (4 L/ha) + Merlin Flexx (2,2 L/ha)
3	Stomp Aqua (2,25 L/ha) + Merlin Flexx (2,2 L/ha)
4	Lumax (4,5 L/ha)
5	Primagram Gold (4,5 L/ha) + Sulcogan (1,5 L/ha)
6	Subitex (2,25 L/ha) + Sulcogan (1,5 L/ha)
7	Cadou WG (1,0 kg/ha) + Merlin Flexx (2,2 L/ha) + Sulcogan (1,5 L/ha)
8	Stomp Aqua (2,25 L/ha) + Sulcogan (1,5 L/ha)
9	Stomp Aqua (2,25 L/ha) + Callisto 480 (0,33 L/ha)
Strategia 2	DISERBO PRE-EMERGENZA + POST-EMERGENZA
1	Adengo (2 L/ha) + Mondak 21 S (1,2 L/ha)
10	Stomp Aqua (2,25 L/ha) + Callisto 480 (0,16 L/ha) + Callisto 480 (0,16 L/ha)
11	Stomp Aqua (2,25 L/ha) + Callisto 480 (0,33 L/ha)
12	Adengo (2 L/ha) + Dual Gold (1,25 L/ha)
Strategia 3	Diserbo post-emergenza
13	Adengo (2 L/ha) + Permit (0,05 kg/ha)
14	Adengo (2 L/ha)
15	Permit (0,05 kg/ha) + Laudis (1,8 L/ha)
16	Permit (0,05 kg/ha) + Laudis (1,8 L/ha) + Sylwet Fastex (0,4 L/ha)
17	Testimone n. t.

Tutte le parcelle ad eccezione di quelle non trattate sono state soggette ad un'applicazione di post-emergenza con Nisshin Extra 6 OD (nicosulfuron) per il controllo di *Sorghum halepense*

Composizione dei formulati impiegati:

Dual Gold (S-metolaclor); Primagram Gold (terbutilazina + S-metolaclor); Lumax (terbutilazina + S-metolaclor + mesotrione); Sulcogan (sulcotrione); Merlin Flexx (isossaflutolo + cyprosulfamide); Stomp Aqua (pendimetalin); Adengo (isossaflutolo + tiencarbazone metile + cyprosulfamide); Mondak 21S (dicamba); Laudis (tembotrione + isossadifen etile); Subitex (terbutilazina + flufenacet); Cadou WG (flufenacet); Callisto 480 (mesotrione); Permit (halosulfuron-metile). Coadiuvanti: Sylwet Fastex (Eptametiltrisilossano)

Questo è verosimilmente da ricondursi al carattere particolarmente siccitoso della stagione primaverile. L'assenza pressoché totale di precipitazione dopo i trattamenti di pre-emergenza ha ostacolato la mobilità lungo il profilo del suolo delle sostanze attive costituenti la miscela, ed in particolare dell'S-metolaclo, erbicida che nella stagione precedente aveva presentato una buona efficacia nei confronti di *C. esculentus*. Tali considerazioni possono essere estese anche alla miscela di S-metolaclo + terbutilazina + isossafutolo (linea 2), la quale analogamente alla linea 4 ha fatto rilevare in questa stagione un'efficacia molto modesta nei confronti della ciperacea (densità di 157 piante/m² e efficacia visiva a 62 GDT del 22%), mentre nella campagna precedente la risposta era stata molto soddisfacente. Le due linee contenenti la sostanza attiva pendimetalin (linea 8 e linea 9) associate rispettivamente a sulcotrione e mesotrione, hanno fatto registrare dei risultati diversi in base al trichetone presente nella miscela. In particolare, l'abbinamento pendimetalin + mesotrione ha presentato i migliori risultati in termini di efficacia visiva (52%) sia nel confronto diretto con l'altro trichetone, sia tra tutte le linee confrontate. Occorre tuttavia segnalare che la densità di infestazione è risultata comunque elevata (40 piante/m²) con una copertura del 58%. La linea 3 basata sulla miscela di pendimetalin + S-metolaclo + isossafutolo, non ha altresì mostrato risultati incoraggianti, ma anche in questo caso occorre evidenziare la probabile ridotta azione della sostanza attiva caratterizzata dalla maggiore attività nei confronti di *C. esculentus*, ovvero S-metolaclo, in ragione delle condizioni di estrema siccità del suolo (tabella 3 e figura 2).

Diserbo di pre-emergenza+post-emergenza (pre+post)

In questa strategia sono state confrontate quattro linee operative (tabella 2 e tabella 3, figura 2). La linea 1, basata sull'impiego di isossafutolo + tiencarbazone in pre-emergenza seguito da un passaggio in post-emergenza con dicamba, ha fatto rilevare risultati insoddisfacenti. L'efficacia visiva su *C. esculentus*, osservata al rilievo del 17 luglio (62 GDT di pre e 47 GDT dal post), è risultata inferiore al 7% con una densità media di infestazione di 195 piante/m² e una copertura del 68% al rilievo del 27 giugno.

La linea 10 (pendimetalin + mesotrione) prevedeva due applicazioni di mesotrione, una da eseguirsi in pre-emergenza insieme al pendimetalin, l'altra in post-emergenza. Tale soluzione non si è dimostrata efficace nei confronti di *C. esculentus*. L'efficacia visiva è risultata infatti del 10%, con un valore di densità di infestazione di 147 piante/m² ed un valore di copertura del 45%. La linea 11 presentava la stessa miscela in sostanze della linea 10, con la sola differenza dell'unico trattamento in post-emergenza con il mesotrione. L'efficacia osservata è risultata persino inferiore alla linea precedente facendo rilevare livelli di copertura più elevati (intorno all'80%). La linea 12, è stata tra le proposte in questa strategia di controllo, quella caratterizzata dalla maggiore efficacia, sebbene con valori non superiori al 37%, una densità di infestazione a 42 GDT dal trattamento di pre-emergenza e 28 GDT da quello di post-emergenza, di 75 piante/m² ed una copertura del 25% (tabella 3 e figura 2).

Diserbo di post-emergenza (post)

Questa strategia è stata quella caratterizzata dalla migliore azione di controllo nei confronti di *C. esculentus* (tabella 2 e tabella 3, figura 2). La migliore risposta è stata osservata nella linea 13 (isossafutolo + tiencarbazone + halosulfuron-metile), dove è stata rilevata una densità di infestazione a 47 GDT dal trattamento di post-emergenza di 21 piante/m² ed un'efficacia visiva del 96%. L'elevata efficacia osservata in questa linea è da attribuirsi in prevalenza all'azione dell'halosulfuron-metile.

Le linee 15 e 16 sono basate sulla stessa miscela di sostanze attive (halosulfuron-metile + tembotrione), con la sola differenza che nella linea 16 è presente nella miscela anche il

coadiuvante Sylwet fastex. Entrambe hanno fatto rilevare una più che soddisfacente azione di controllo della ciperacea, con percentuali di efficacia visiva superiori all'85% e valori di densità media compresi tra 29 piante/m² (linea 15) e 64 piante/m² (linea 16). In quest'ultima linea, sebbene il valore di densità di infestazione risulti elevato, va segnalato che gli individui presenti nelle parcelle al momento del rilievo si trovavano in uno stadio vegetativo precoce e si trattava verosimilmente di probabili ricacci. Tale ipotesi trova conferma nella percentuale di copertura da parte della ciperacea osservata al momento del rilievo, non superiore al 9%.

Un controllo parziale e nel complesso non sufficiente di *C. esculentus* è stato invece osservato nella linea 14 (isossafutolo + tiencarbazone). In questa la linea a distanza di 28 GDT di post-emergenza l'efficacia visiva non superava il 43% con una densità media di infestazione di 59 piante/m² (tabella 3 e figura 2).

Tabella 3. Densità media di infestazione (steli/m²) e efficacia visiva (%) di *C. esculentus* nel 2016 (a sinistra) e nel 2017 (a destra)

Tesi	Densità di infestazione (steli/m ² ±ES)	Efficacia visiva* (%)	Tesi	Densità di infestazione (steli/m ² ±ES)	Efficacia visiva* (%)
Testimone n. t.	166,9 (±19,0)	-	Testimone n. t.	214,7 (±25,1)	-
Pre	13,5 (±5,9)	91,8	Pre	94,2 (±38,9)	28,9
1	13 (±6,6)	89,7 ab	1	195 (±49,1)	6,7 g
2	14 (±5,3)	94,0 ab	3	64 (±34,8)	33,3 cd
Pre+post precoce	14 (±5,3)	83,3	4	157 (±45,9)	23,3 de
3	14 (±5,3)	83,3 b	5	83 24,6	50,0 b
Pre+post tardivo	97,8 (±24,5)	32,9	6	117 32,7	21,7 def
4	62 (±37,8)	38,3 d	7	13 (±7,6)	11,7 efg
5	136 (±19,9)	0,0 f	8	85 (±22,5)	33,3 cd
6	28 (±10,9)	71,7 c	9	40 (±15,9)	51,7 b
7	165 (±29,4)	21,7 e	Pre+post	135,5 (±38,8)	17,5
Post precoce	11 (±3,6)	99,0	2	75 (±24)	21,7 def
8	11 (±3,6)	99,0 a	10	147 (±43,6)	10,0 fg
Post tardivo	93,3 (±28,3)	54,1	11	245 (±56,9)	1,7 g
9	39 (±14,2)	63,3 c	12	75 (±30,8)	36,7 c
10	21 (±14,7)	68,3 c	Post	10,7 (±)	55,6
11	162 (±24,3)	18,3 e	13	21 (±9,8)	93,3 a
12	108 (±48,6)	26,7 e	14	59 (±20,5)	35,0 cd
13	84 (±27,8)	94,7 ab	15	29 (±14)	85,0 a
14	146 (±40,1)	30,0 de	16	64 (±17)	89,0 a

*A lettere uguali corrispondono differenze non significative ($p \leq 0,05$ Student-Newman-Keuls test). Rilievo di efficacia visiva effettuato, nel 2016, a 62 GDT dal trattamento di pre-emergenza e 24 GDT dal trattamento di post-emergenza. Nel 2017 il rilievo è stato effettuato a 61 GDT dal trattamento di pre-emergenza e a 47 dal trattamento di post-emergenza.

Figura 1. Densità media di infestazione (steli/m²) rilevata nelle diverse strategie gestionali impiegate nella campagna 2016

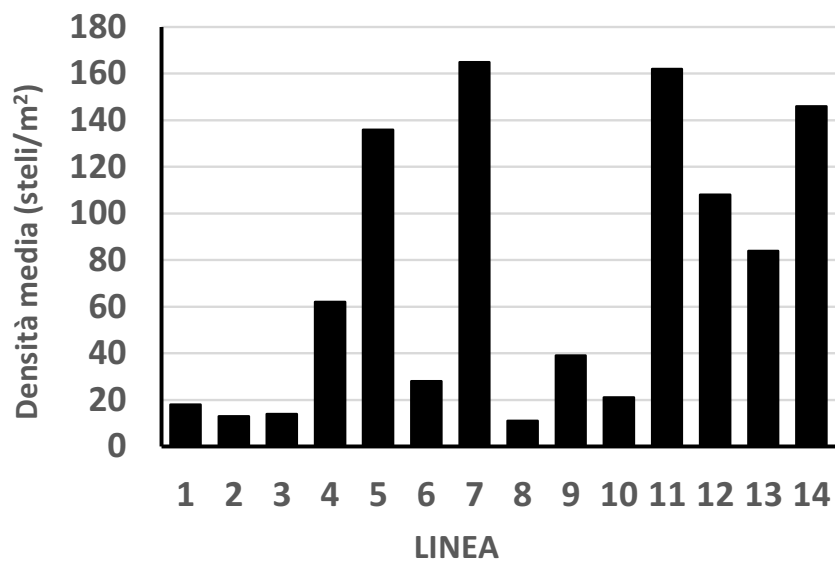
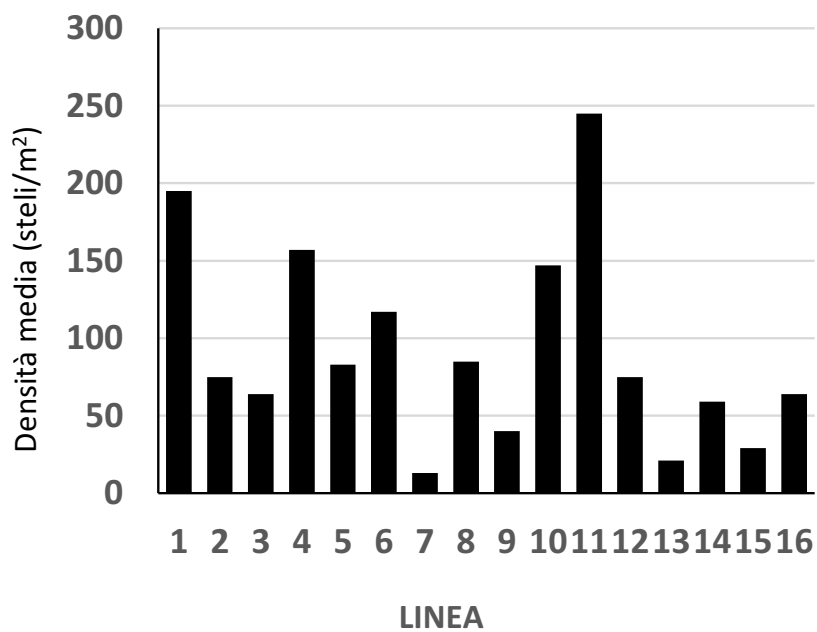


Figura 2. Densità media di infestazione (steli/m²) rilevata nelle diverse strategie gestionali impiegate nella campagna 2017



CONCLUSIONI

La sperimentazione condotta nel corso delle due campagne agrarie ha permesso di individuare alcune strategie operative in grado di controllare efficacemente l'infestazione da parte di *C. esculentus*. L'azione degli interventi di pre-emergenza può risultare risolutiva solo in presenza di un andamento climatico favorevole all'attivazione dei diserbanti stessi. A questo riguardo va segnalato il comportamento dell'S-metolaclor, sostanza attiva che nella campagna 2016 aveva manifestato, anche sinergicamente con altre sostanze attive, una buona azione nei confronti della ciperacea, ma che nel 2017, in considerazione dell'assenza di precipitazioni primaverili ha fatto rilevare risultati del tutto insoddisfacenti. L'efficacia dell'S-metolaclor nei confronti di *C. esculentus* è peraltro confermata da altri studi (Boyd, 2015; Miller e Dittmar, 2014). In entrambe le campagne, gli interventi di pre-emergenza seguiti da applicazioni di post-emergenza non hanno garantito un soddisfacente controllo dell'infestazione di *C. esculentus*. I risultati raccolti nel corso dei due anni di sperimentazione hanno permesso di evidenziare che la strategia di post-emergenza rappresenta probabilmente la scelta più ragionevole in termini di efficacia di controllo della malerba. A questo riguardo, i migliori risultati sono stati ottenuti con le miscele contenenti la sostanza attiva halosulfuron metile – la cui attività nei confronti del ciperaceo è ben nota (Günnigmann e Becker, 2016) - ed in particolare dalla miscela costituita da halosulfuron-metile + tiencarbazone-metile + isossaflutolo. In questo caso l'azione più lenta esercitata dalla sulfonilurea è stata ben coadiuvata dall'attività del tiencarbazone-metile, la cui azione nei trattamenti di post-emergenza è stata favorita, in entrambe le campagne sperimentali, dalle buone condizioni di umidità del terreno.

LAVORI CITATI

- Boyd N. S., 2015. Evaluation of Preemergence Herbicides for Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus*) Control in Tomato. *Weed Technology*, 29, 3, 480-487.
- Ferrero A., Pozzi T., Fogliatto S., Vidotto F., Milan M., 2016. *Efficacia di diverse strategie di gestione delle infestanti nel mais*. Atti giornate fitopatologiche. Chianciano Terme (SI), 8-11 marzo, 1, 571-579.
- Follak S., Belz R., Bohren C., De Castro O., Del Guacchio E., Pascual-Seva N., Schwarz M., Verloove F., Essl F., 2016. *Biological flora of Central Europe: Cyperus esculentus L.* Perspectives in plant ecology, evolution and systematics, 23, 33-51.
- Günnigmann, Albert; Becker, Daniel, 2015. Permit – *A new herbicide for control of Cyperus esculentus in maize*. Cheminova Deutschland GmbH & Co. KG, Stade, Germany.
- Keeley P. E., 1987. Interference and interaction of purple and yellow nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*) with crops. *Weed technology*, 1, 1, 74-81.
- Miller M. R., Dittmar P. J., 2014. Effect of PRE and POST-Directed Herbicides for Season-Long Nutsedge (*Cyperus* spp.) Control in Bell Pepper. *Weed Technology*, 28, 3, 518-526.
- Soller E.W., Sweet R. D., 1987. Biology and life cycle of purple and yellow nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). *Weed technology*, 1, 1, 66-73.
- Stoller E. W., Wax L.M., Slife F. W., 1979. *Yellow nutsedge (Cyperus esculentus) competition and control in corn*. *Weed science*, 27, 1, 32-37.