

ANDREA PERUZZI*, MARCO FONTANELLI*, CHRISTIAN FRASCONI*,
LUISA MARTELLONI*, MICHELE RAFFAELLI*

Strategie nel controllo sostenibile delle infestanti nell'impianto delle macroterme da tappeto erboso

I. PERCHÉ LA GESTIONE SOSTENIBILE DELLA FLORA SPONTANEA NEI TAPPETI ERBOSI?

Quando si parla di gestione sostenibile della flora spontanea, all'impiego nullo o ridotto di erbicidi chimici, subito viene da pensare all'agricoltura biologica e biodinamica. È noto, infatti, che l'attuale esigenza di un numero sempre più nutrito di consumatori è proprio quella di cercare cibi sani e "sicuri", perché è ormai opinione comune che la minaccia più concreta per un potenziale "inquinamento" dell'organismo possa derivare proprio da ciò che mangiamo (Piton, 2010; Piva, 2010). Quando però dalla cronaca sportiva, o più precisamente da quella che riguarda il tanto amato e popolare gioco del calcio, emergono fatti insoliti che coinvolgono proprio la salute di famosi campioni, beniamini e mattatori di folle esultanti di centinaia di sostenitori, l'eco mediatico risuona forte, molto forte, e la paura comincia a "spostarsi" verso minacce che prima non erano state considerate. Il nesso è semplice e immediato: le piante si mangiano – sulle piante si gioca, e di conseguenza: se la verdura e la frutta possono essere inquinate allora può essere inquinato anche il campo di calcio, perché sempre di piante di parla!

Chi scrive è sicuro che queste elucubrazioni sicuramente hanno invaso almeno una volta, almeno per un attimo, la mente di molti tifosi e appassionati di calcio che hanno sentito parlare di un "certo" Mario Balotelli, che l'11 marzo 2011 ha dovuto abbandonare il campo di gioco durante una partita di Europa League, con la faccia tutta gonfia a causa di un'allergia di origine

* DiSAAA-a, Università di Pisa



Fig. 1 I calciatori Mario Balotelli (a sinistra) e Giuseppe Sculli (a destra) che escono dal campo di gioco a causa di forti attacchi allergici (fonte leggo.it ed ilcorrieredellaserà.it)

sconosciuta (The Telegraph, 2011) (fig. 1). Tale pensiero forse può aver sfiorato anche la mente di molti sostenitori laziali, il 7 marzo 2011, giorno in cui l'attaccante Giuseppe Sculli è stato costretto a farsi sostituire, dopo aver segnato ben due gol contro il Palermo, a causa di una forte reazione allergica manifestatasi con un preoccupante arrossamento della pelle, anche in questo caso senza che la vera causa sia stata identificata (Eurosport, 2011) (fig. 1).

A questi fatti se ne sommano altri ben più gravi e non necessariamente connessi ai precedenti. Molti recenti lavori scientifici pubblicati su riviste internazionali mediche riportano infatti un significativo aumento dei casi di sclerosi laterale amiotrofica (SLA), una gravissima patologia neurologica degenerativa, nei giocatori italiani di calcio (oltre 40 calciatori deceduti precocemente) rispetto alla media della popolazione (Al-Chalabi e Leigh, 2005; Belli e Vancore, 2005; Chiò et al., 2005; Taioli, 2007). Tale minaccia appare ancora più inquietante quando un fenomeno simile è stato osservato anche nel football americano (Abel, 2007) e addirittura nel sud dell'Inghilterra, dove tre calciatori dilettanti, tra di loro amici, sono stati purtroppo colpiti da questa terribile malattia (Wicks et al., 2007).

Le cause ancora sono ignote e i pareri discordanti, comunque, tra i vari fattori potenzialmente scatenanti la SLA, alcuni legati al calcio mentre altri allo sport in generale, sono stati annoverati: il duro esercizio fisico a cui gli atleti sono sottoposti (Chiò et al., 2005); i traumi ripetuti (Chiò et al.,

2005); l'assunzione di integratori alimentari e farmaci, legali e illegali (Chiò et al., 2005; Belli e Vancore, 2005); squilibri fisiologici che possono causare un eccessivo rilascio di radicali liberi (Barber e Shaw, 2010); l'esposizione degli atleti stessi a sostanze potenzialmente tossiche distribuite sul campo (ad esempio fertilizzanti ed erbicidi) (Chiò et al., 2005). Su quest'ultimo punto, anche se può rappresentare solo una delle potenziali cause di malessere degli sportivi, vale comunque la pena, se possibile, lavorarci sopra, trovando delle valide alternative a basso impatto ambientale, che permettano di eliminare o ridurre al minimo la presenza di residui chimici in campo. È inoltre importante pensare che tali rischi possono potenzialmente essere corsi da tutti, in quanto più o meno tutti godiamo di spazi verdi, sportivi o ricreativi.

La stessa Unione Europea sta lavorando molto al riguardo. Il Regolamento 1107/2009, ad esempio, garantisce che non vengano commercializzati principi attivi potenzialmente pericolosi per la salute umana e per l'ambiente, mettendo al bando tutte le sostanze "a rischio", sia per applicazioni agricole che nell'ambito del verde urbano e sportivo. La Direttiva 2009/128/CE riguarda invece l'utilizzo sostenibile dei prodotti fitosanitari, dove al punto 12 si fa specifico riferimento «alla riduzione dell'uso di pesticidi o dei rischi in aree specifiche». Gli stati membri devono garantire «che l'uso di pesticidi sia ridotto al minimo o vietato in specifiche aree», come ad esempio «le aree utilizzate dalla popolazione o da gruppi vulnerabili definiti all'articolo 3 del regolamento (CE) n. 1107/2009, quali parchi e giardini pubblici, campi sportivi e aree ricreative, cortili delle scuole e parchi gioco per bambini, nonché in prossimità di aree in cui sono ubicate strutture sanitarie». Qui si apre un grande capitolo che riguarda non solo i campi sportivi, professionali e non, ma più in generale la gestione del verde urbano e delle superfici dure in città. L'impiego di erbicidi in questo contesto può infatti causare danni decisamente ingenti, come l'inquinamento delle acque di falda (Peruzzi et al., 2009; Kempenaar e Spijker, 2004; Kristoffersen et al., 2004; Revitt et al., 2002), e inoltre anche erbicidi notoriamente "poco impattanti", molto comuni in ambiente urbano, possono però minare significativamente la salute dei cittadini (Richard et al., 2005).

2. LE INFESTANTI E IL TAPPETO ERBOSO

Le erbe infestanti rappresentano un grosso problema nell'ambito dei tappeti erbosi, così come in agricoltura, o forse, in alcuni casi, anche in maggior misura, dato che lo standard estetico richiesto è molto alto. Le malerbe vanno

direttamente a inficiare in maniera fortemente negativa sulla qualità del tappeto, che è determinata dall'uniformità, dalla tessitura e dal colore (Brecke, 2007; McCarthy e Murphy 1994; Turgeon, 1985; Turgeon et al., 1994). Le infestanti più temibili sono quelle a foglia larga, che, proprio a causa della forma stessa della pianta, così diversa da quella dell'essenza desiderata, interrompono visivamente l'omogeneità del tappeto, come ad esempio il *Taraxacum officinalis* (Brecke, 2007). Altre infestanti a foglia stretta, invece, (*Poaceae*) possono svilupparsi in "patches" (chiazze), compromettendo l'uniformità del tappeto pur avendo foglie più simili all'essenza coltivata (Brecke, 2007).

Inoltre le erbe infestanti su tappeto erboso possono dare effetti cromatici negativi, legati ad esempio a una tonalità di verde della foglia molto diversa da quella dell'essenza, problema particolarmente sentito nei green dei campi da golf. Le avventizie poi, come del resto anche in agricoltura, competono con la specie coltivata per l'approvvigionamento delle risorse principali per la vita delle piante, come la luce, l'acqua e gli elementi nutritivi (Brecke, 2007).

Prima comunque di entrare più nello specifico sui metodi di lotta alle malerbe su tappeto erboso, con particolare riferimento alle specie macroterme, è necessario effettuare una sintetica digressione sulle diverse tecniche di impianto, in quanto tali operazioni risultano tra loro molto legate.

3. LE TECNICHE DI IMPIANTO DELLE MACROTERME DA TAPPETO ERBOSO

Le specie macroterme da tappeto erboso, che sono caratterizzate da un ciclo fotosintetico C_4 , risultano particolarmente indicate per l'ambiente mediterraneo, in quanto presentano una maggiore tolleranza alla siccità e hanno un fabbisogno idrico inferiore rispetto alle specie microterme (Croce et al., 2001). Hanno come svantaggio quello di andare in dormienza durante l'inverno, condizione fisiologica che ne causa l'ingiallimento delle foglie, motivo per cui spesso viene effettuata la trasemina di una specie invernale. Le essenze più diffuse appartengono ad esempio i generi *Cynodon*, *Zoysia*, *Paspalum* e *Buchloe* (Croce et al., 2001), che possono essere propagate per seme oppure mediante organi vegetativi. Di seguito è brevemente riportata la descrizione delle principali tecniche di propagazione impiegabili per l'impianto di un tappeto erboso di specie macroterme.

Semina. È senz'altro il sistema più semplice ed economico (Volterrani e Magni, 2006), anche se comunque la maggior parte delle specie estive da tappeto erboso viene propagata mediante organi vegetativi (Wiecko, 2007). Alcune specie comunemente usate come essenza "estiva" per tappeto erboso

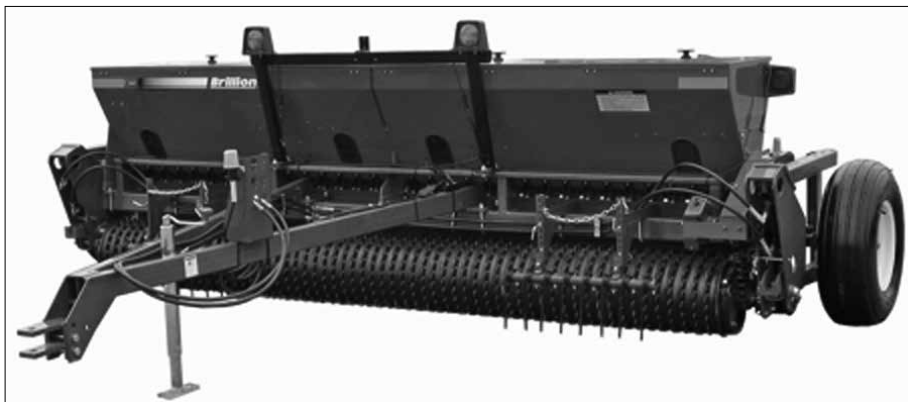


Fig. 2 *Seminaatrice da tappeto erboso* (fonte: www.brillionfarmeq.com)

possono comunque essere seminate, come ad esempio alcune varietà di *Cynodon* o *Zoysia* (Wiecko, 2007). È naturalmente molto importante, come in tutte le semine di qualsiasi coltura, rispettare l'epoca di impianto più idonea e congeniale alle esigenze fisiologiche dell'essenza. Nel caso delle macroterme l'epoca migliore è senz'altro la fine della primavera (Volterrani e Magni, 2006) (fig. 2).

Stolonizzazione. Tecnica diffusa per l'impianto di macroterme, la stolonizzazione consiste nel propagare vegetativamente l'essenza mediante impiego di stoloni, strutture in grado di differenziare tutti gli organi vitali di una nuova pianta e che, grazie alla crescita orizzontale che li contraddistingue, garantiscono una veloce e omogenea copertura del terreno circostante (Volterrani e Magni, 2006; Wiecko, 2007; Ruemmele et al., 1993). Il materiale si ottiene da un tappeto erboso maturo, materiale che viene distribuito a spaglio sul terreno lavorato, operazione a cui seguiranno interventi di irrigazione e di parziale copertura degli stoloni con sabbia, terreno o torba (Volterrani e Magni, 2006; Wiecko, 2007). Un particolare tipo di stolonizzazione è rappresentato dalla tecnica dello *sprigging*, che consiste nella disposizione del materiale di propagazione in solchi spaziati circa 15-20 cm (Volterrani e Magni, 2006; Wiecko, 2007; Ruemmele et al., 1993). Ciò permette di migliorare l'efficienza dell'impianto limitando il materiale di partenza del 50% circa, anche se risulta generalmente più dispendioso in termini di manodopera (Volterrani e Magni, 2006; Wiecko, 2007). La tecnica della stolonizzazione è particolarmente indicata per le specie macroterme, e sostanzialmente riservata solo a esse, poiché molti ibridi di alta qualità sono sterili (Volterrani e Magni, 2006).

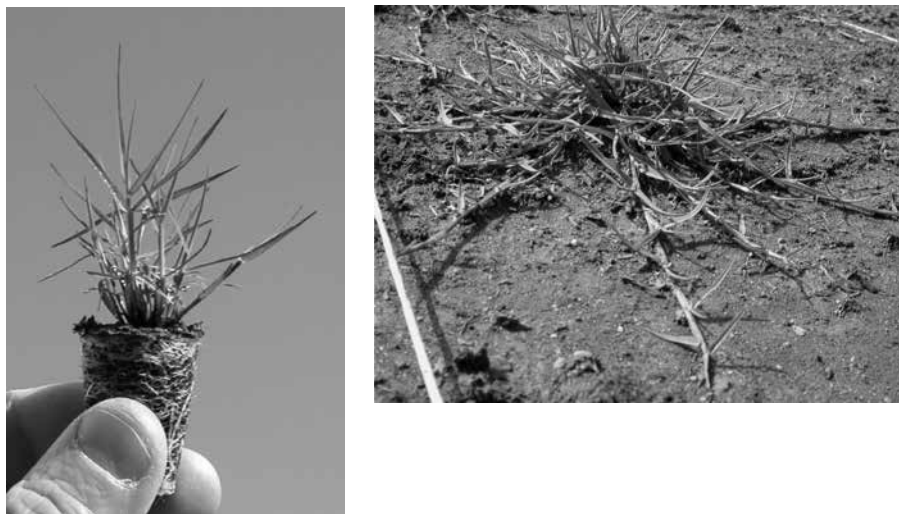


Fig. 3 *Piantina pre-radicata di specie macroterma da tappeto erboso (sinistra) e pianta trapiantata che si sta sviluppando (a destra)* (fonte: Azienda Pacini)

Plugging. Consiste nell'impiego di piccole zolle di tappeto erboso maturo (*plugs*) di dimensioni variabili tra i 25 e 400 cm², ed è la tecnica più indicata per alcune essenze (ad esempio *Zoysia* spp.) (Volterrani e Magni, 2006). Grazie alla capacità delle specie macroterme di crescere orizzontalmente mediante rizomi e stoloni la superficie nuda del terreno viene colonizzata, e per questo, a seconda del clima e dalla specie, sono necessarie generalmente una o due stagioni vegetative affinché il manto sia completamente insediato (Volterrani e Magni, 2006; Wiecko, 2007; Ruemmele et al., 1993). Vantaggio di questa tecnica è il ridotto impiego di materiale vegetale, mentre come svantaggi possiamo elencare un discreto dispendio di manodopera e spesso una difformità di livello tra i *plugs* e il tappeto insediato, che può risultare più basso (Volterrani e Magni, 2006; Wiecko, 2007).

Impiego di plantule preradicate (Erbavoglio system hi-turf®). Sistema brevettato dall'Azienda vivaistica Pacini di Pisa, consiste nel trapiantare piantine allevate in panetto di torba. Rispetto al *plugging* convenzionale consente una maggiore uniformità, una maggiore percentuale di attecchimento e una minore necessità di cure post-trapianto, poiché le piantine messe a dimora hanno il vantaggio di avere sia radici che foglie perfettamente attive (Volterrani e Magni, 2006; Volterrani et al., 2008; Volterrani et al., 2009). Inoltre rappresenta l'unica tecnica che può prevedere l'impianto su sodo, ad esempio su tappeto di microterma devitalizzato, senza quindi la necessità di lavorare il terreno (fig. 3).



Fig. 4 *Impiego di tappeto erboso in rotoli*

Prato in rotoli. Consiste nell'impiego di tappeto erboso precoltivato e raccolto in rotoli. Il grande vantaggio di questa tecnica è l'immediato ottenimento di un tappeto erboso maturo senza dover ricorrere alle numerose cure necessarie per garantire l'insediamento del manto nell'ambito delle altre tecniche di propagazione. Tra gli svantaggi troviamo invece l'elevato costo del materiale, l'elevata quantità di materiale e comunque la manodopera per la posa (Volterrani e Magni, 2006; Wiecko, 2007; Ruemmele et al., 1993) (fig. 4).

4. IL CONTROLLO DELLA FLORA SPONTANEA SU TAPPETO ERBOSO

I metodi di lotta alle erbe infestanti applicabili sui tappeti erbosi sono sostanzialmente gli stessi che possiamo trovare in agricoltura, considerando naturalmente che abbiamo in questo caso a che fare con una coltura perenne sottoposta a continui sfalci.

Possiamo al riguardo sostanzialmente utilizzare due diversi criteri di classificazione, basandoci sulla tipologia di mezzo impiegato oppure sul momento di applicazione. Per quanto riguarda il primo criterio i metodi di lotta possono basarsi sull'impiego di mezzi chimici oppure fisici, entrambi applicabili in maniera preventiva (prima dell'impianto della coltura oppure immediata-

mente dopo la messa a dimora) oppure in maniera diretta dopo l'impianto della coltura (secondo criterio di classificazione) (Bàrberi, 2002). In questa sede saranno descritte sostanzialmente le macchine impiegabili su tappeto erboso, sia nel caso di utilizzo di mezzi chimici che fisici, e alcune indicazioni al fine di poter condurre una difesa sostenibile e quanto più possibile a ridotto impatto ambientale, senza passare in rassegna i principi attivi utilizzabili, per i quali rimandiamo a pubblicazioni specifiche (Brecke, 2007; Otto, 2001; Rapparini, 1996).

È comunque importante precisare che a seconda del tipo di impianto la lotta alle malerbe può assumere connotati diversi e rivestire un ruolo più o meno "fondamentale". Ad esempio nel caso di impianto mediante tappeto in rotoli pre-coltivato i rischi di infestazione sono senz'altro più ridotti in quanto viene posto a dimora un manto maturo e già competitivo. La gestione delle avventizie si limita solo agli interventi di post-impianto quando necessari. Qualora invece si decida di ricorrere alla semina, alla stolonizzazione oppure al *plugging* la gestione diventa più difficile e deve prevedere anche l'impiego di metodi preventivi, poiché abbiamo a che fare con una coltura che deve affrancarsi e con le avventizie che hanno a disposizione ampi spazi di terreno nudo per potersi sviluppare. Un caso particolare è quello del *plugging* di macroterme mediante piantine pre-radicate effettuato su terreno sodo, dove il lavoro preventivo consiste nella devitalizzazione della flora pre-esistente, che può essere caratterizzata dalle sole specie spontanee oppure anche da un tappeto di microterme (che può presentare a sua volta specie spontanee...) nel caso di una conversione del tappeto stesso.

4.1 *Mezzi chimici*

La lotta chimica alle malerbe può essere effettuata in maniera preventiva, applicando erbicidi prima dell'impianto o prima della semina, con lo scopo di eliminare la flora presente prima dell'impianto ed evitare una reinfestazione nel periodo immediatamente successivo alla semina. A questo scopo possono essere impiegati erbicidi sistemici ad azione dissecante (p.a. glyphosate), se l'obiettivo principale è quello di eliminare la flora presente, oppure erbicidi residuali di pre-impianto qualora si voglia avere una copertura nel periodo successivo all'impianto/emergenza. In questo caso possono essere utilizzati principi attivi come l'Oxadiazon, sostanza alla quale la maggior parte delle specie macroterme da tappeto erboso sono tolleranti (Brecke, 2007). Trattamenti erbicidi specifici possono inoltre essere impiegati anche nel caso di tra-

semina di specie invernali su manto estivo in dormienza (Mitra et al., 2007).

Altro capitolo molto importante quando si parla di controllo chimico delle malerbe su tappeto erboso è quello dell'impiego dei fumiganti per la disinfezione del terreno, che vengono impiegati per controllare preventivamente un'ampia gamma di avversità tra cui le erbe infestanti (Brecke, 2007). Il bromuro di metile è adesso stato bandito e rimangono come alternative, recentemente ammesse per l'applicazione negli stati membri dell'Unione Europea, solo alcuni principi attivi come Dazomet e Metam (Colla e Gullino, 2010; Reg. (EU) No 540/2011; Reg. (EU) 359/2012).

Partendo dalla descrizione delle operatrici per la distribuzione degli erbicidi, è importante precisare come sia molto importante, al fine comunque di condurre una gestione sostenibile delle malerbe, impiegare irroratrici efficienti e moderne che limitino al massimo la perdita di prodotto e consentano di impiegare dosi di principio attivo molto contenute. È importante quindi limitare la quantità di prodotto distribuito fuori bersaglio, evento che vede come sua causa principale il fenomeno della deriva, che consiste nel trasporto delle gocce in un punto lontano rispetto a quello di irrorazione, dovuto all'azione del vento. Naturalmente più le gocce sono piccole più sono sottoposte a deriva (Fishel e Ferrel, 2010).

Sono attualmente disponibili sul mercato soluzioni di diversa tipologia e costo che sono in grado di abbattere notevolmente la deriva del prodotto. La più semplice di queste è rappresentata dagli ugelli antideriva, applicabili a una comune irroratrice a barra, che permettono di ottenere gocce grandi perché miscelate con aria, che conseguentemente sono meno suscettibili a essere trasportate dal vento (Fishel e Ferrel, 2010). Altra importante tecnologia è quella di cui sono dotate le irroratrici a barra di tipo "misto" (dette anche aerossistite), che garantiscono una polverizzazione della soluzione di tipo meccanico, in quanto le gocce vengono generate da ugelli convenzionali come in una comune irroratrice, mentre il trasporto verso il bersaglio viene garantito da un getto di aria generato da un ventilatore che passa attraverso diffusori posti su una apposita manichetta posizionata sopra la barra stessa (Ozkan, 2000). Questo tipo di soluzione diviene fondamentale specialmente nel caso in cui si decida di irrorare gocce piccole e di impiegare un volume di miscela erbicida a ettaro bassa o molto bassa. Inoltre questo tipo di tecnologia migliora decisamente la penetrazione delle gocce all'interno della vegetazione, consentendo di deporre correttamente il prodotto anche sulla pagina inferiore delle foglie (Ozkan, 2000). Un'altra applicazione decisamente molto interessante è quella delle coperture striscianti, consistenti in speciali carter a forma di campana che garantiscono l'applicazione del prodotto sul bersaglio au-



Fig. 5 Intervento di diserbo su di un green di un campo da golf effettuato con una attrezzatura dotata di copertura strisciante (a sinistra, fonte Fishel e Ferrel, 2010) e irroratrice portata equipaggiata con coperture striscianti e ugelli centrifughi (fonte: www.agricenter.it)

mentando la qualità della distribuzione e riducendo la deriva del 70% circa rispetto a soluzioni convenzionali, come osservato nell'ambito di prove sperimentali condotte negli Stati Uniti, dove, tra l'altro, alcune ditte specializzate producono questo tipo di macchine proprio per l'effettuazione di trattamenti erbicidi su tappeti erbosi funzionali, come ad esempio quelli che caratterizzano i campi da golf (Fishel e Ferrel, 2010) (fig. 5). Tale tipo di copertura viene adottata anche da aziende costruttrici italiane che hanno pensato inoltre di impiegare formulati concentrati (senza alcuna diluizione in acqua), sempre nell'ottica di una maggiore efficienza e di un minor impiego del prodotto. In particolare queste macchine, oltre alla copertura, sono dotate di ugelli centrifughi che attuano una polverizzazione molto spinta del formulato (diametro medio delle gocce compreso tra 50 e 100 μm) mediante dischi rotanti a regimi molto elevati (20.000 giri min^{-1}) (Peruzzi et al., 2009) (fig. 5).

Altra importante tecnologia, volta a migliorare la qualità della distribuzione è quella basata sulla carica elettrostatica positiva delle gocce mediante elettrodi ad alto voltaggio, che consente, in virtù della naturale elettronegatività della vegetazione, sia di ridurre la deriva, sia di aumentare il numero di deposizioni sui culmi e sulla pagina inferiore delle foglie (Ozkan, 2000). Tale applicazione trova impiego non solo in ambito agricolo, ma sempre più anche in contesti legati alla gestione del verde urbano e ricreativo.

Come ultimo punto relativo alla lotta chimica "sostenibile" è inoltre opportuno ricordare che sono in via di sviluppo alcuni bioerbicidi, costituiti sostanzialmente da patogeni specifici in grado di attaccare selettivamente le malerbe. Un esempio di prodotto che è stato commercializzato vede la sua applicazione proprio nei tappeti erbosi: è il caso del CAMPERICO, prodotto

a base di un batterio in grado di attaccare la *Poa annua*, infestante temibile specialmente nel caso di tappeti ad alto pregio, come quelli utilizzati nei campi da golf. Tale prodotto non ha riscosso molto successo a causa della elevata suscettibilità e sensibilità del batterio ai cambiamenti ambientali (Peruzzi et al., 2009). Naturalmente questo settore della ricerca risulta ancora in fase piuttosto embrionale pertanto richiede ulteriori studi affinché questa applicazione possa essere inserita nei contesti reali di lavoro.

In conclusione, sebbene esistano tecnologie che permettono una distribuzione degli erbicidi più efficiente e caratterizzata da maggiore sicurezza ambientale, appare opportuno precisare che l'utilizzo di strategie chimiche non garantisce comunque la piena tutela dell'agro-ecosistema e soprattutto della salute degli operatori e di coloro che usufruiscono a vario titolo dei tappeti erbosi e quindi, per perseguire una reale sostenibilità della gestione della flora spontanea è assolutamente necessario ricorrere a strategie di tipo fisico, fondamentalmente basate sull'utilizzo di mezzi termici (Frasconi et al., 2010; Peruzzi, 2010).

4.2 *Mezzi fisici*

L'impiego dei mezzi fisici può essere, così come nel caso della lotta chimica, effettuato in maniera sia preventiva che diretta di post-emergenza. Come metodo preventivo possiamo considerare sia la semplice lavorazione e preparazione del terreno, consistente in particolare in questo caso nell'effettuazione di una serie di interventi superficiali, con macchine quali ad esempio gli erpici strigliatori, al fine di far emergere ed eliminare le infestanti (falsa semina) (Bàrberi, 2002), oppure gli interventi di disinfezione/pastorizzazione del terreno.

In questo caso la tecnica risulta molto più costosa e assolutamente più efficace e può essere realizzata mediante impiego di vapore e di vapore attivato (Gay et al., 2010a e 2010b; Peruzzi et al., 2011 e 2012) (fig. 6).

Come nel caso dell'impiego dei fumiganti chimici, è importante ricordare che la disinfezione del terreno non è una tecnica specifica per il controllo delle malerbe ma rappresenta un trattamento in grado di controllare avversità di diversa natura. Sono a disposizione sul mercato diverse tipologie di macchine, tra le più interessanti delle quali possiamo trovare una operatrice semovente che effettua interventi a punto fisso discontinui mediante una piastra equipaggiata con speciali iniettori conformati a puntale (Gay et al., 2010a e 2010b), oppure una operatrice semovente cingolata che effettua trattamenti



Fig. 6 *Trattamento di disinfezione del terreno con vapore attivato effettuato con l'operatrice Celli Ecostar SC 600*

in continuo con vapore attivato (vapore con l'aggiunta di sostanze a reazione esotermica). Quest'ultima macchina può essere dotata di barre di iniezione diverse e in grado di parzializzare il flusso del vapore a diverse profondità. Di particolare interesse per il controllo delle avventizie risulta una barra di iniezione posta in corrispondenza del carter della zappatrice rotativa, che ha il compito di interrare la sostanza a reazione esotermica (Peruzzi et al., 2011).

Al riguardo, è apparso opportuno riportare in questo lavoro alcuni dei risultati ottenuti in uno specifico esperimento condotto su queste tematiche e recentemente pubblicati su una rivista internazionale (Peruzzi et al., 2012) che evidenziano come tra 0 e 7 cm di profondità, la tipologia di barra più superficiale sia riuscita a controllare il 100% e poco meno del 100% dell'emergenza delle piante spontanee utilizzando rispettivamente vapore attivato e solo vapore (fig. 7).

Una particolare applicazione di controllo preventivo delle malerbe è quella di devitalizzarle mediante trasferimento di calore prima del trapianto oppure della semina oppure anche in pre-emergenza. Tale tecnica può essere adottata

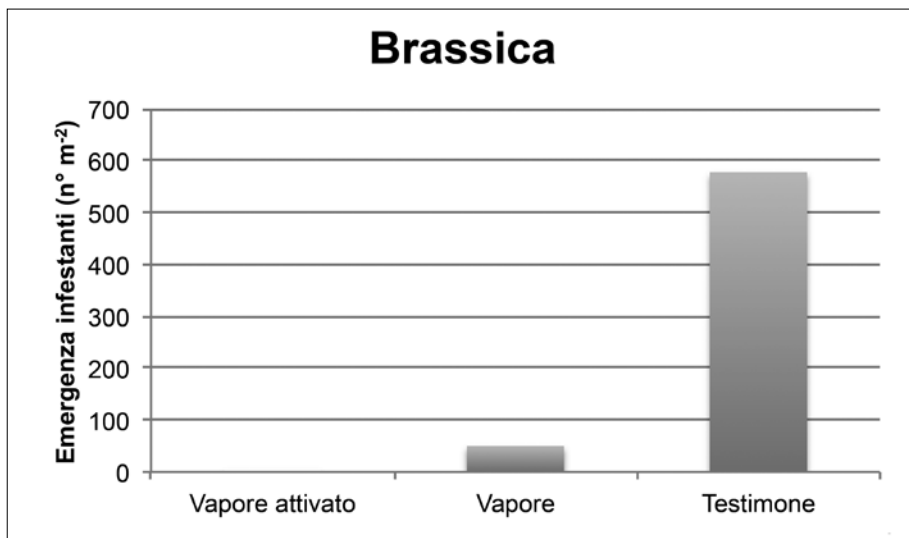


Fig. 7 Controllo delle infestanti ottenuto mediante vapore attivato tra 0 e 7 cm di profondità nel terreno, impiegando vapore puro oppure attivato con CaO, utilizzando una operatrice semovente (da Peruzzi et al., 2012, dati del secondo anno di prove)

anche per devitalizzare un tappeto erboso di microterme al fine di convertirlo a una specie macroterma mediante plug su sodo di piantine pre-radicate. A tale scopo può efficacemente essere utilizzato il pirodiserbo che consiste nell'impiego di una fiamma libera per indurre uno shock termico alle piante target (Peruzzi, 2009). L'acqua dei tessuti va incontro a ebollizione e genera la rottura delle membrane cellulari e la fuoriuscita del protoplasto, con conseguente disseccamento della parte aerea della pianta. Tale tecnica può rappresentare una valida alternativa all'impiego di erbicidi totali come ad esempio il glyphosate oppure il gluphosinate ammonium, che vengono generalmente distribuiti per disseccare il manto pre-esistente.

Lo stesso tipo di trattamento è possibile effettuarlo con vapore, che viene distribuito direttamente sulla vegetazione anziché iniettato nel terreno, realizzando in tal modo un intervento preventivo in quanto attuato sempre prima dell'impianto. È importante considerare che il calore umido (vapore) anche se è caratterizzato da una temperatura massima di 100 °C (molto inferiore rispetto a quella della fiamma libera che generalmente supera i 1500 °C) risulta di solito più efficace del pirodiserbo in quanto il calore latente contenuto nel vapore stesso consente di trasferire al tessuto vegetale una grande quantità di energia (Peruzzi, 2009).

Al riguardo, i risultati ottenuti in esperienze specifiche realizzate nell'am-

TRATTAMENTO	RIDUZIONE COPERTURA VEGETALE (%)
Glyphosate	99,98
Vapore 15000 kg/ha + CaO	99,74
Piroliserbo 189 kg/ha	97,96

Tab. 1 *Riduzione della copertura vegetale ottenuta su tappeto erboso maturo di Festuca arundinacea in conversione, utilizzando metodi sia chimici che fisici. Le differenze tra i valori riportati non sono statisticamente significative*

bito del progetto finanziato dal MiPAAF “Sistemi avanzati per la produzione vivaistica di tappeti erbosi di specie macroterme a uso multifunzionale a basso consumo idrico ed energetico” hanno mostrato come sia possibile impiegare i trattamenti fisici (sia piroliserbo che vapore) per devitalizzare tappeti erbosi di specie microterme come *Festuca arundinacea* (tab. 1) e *Lolium perenne* senza alcuna differenza statisticamente significativa rispetto all’utilizzo di erbicidi a base di Glyphosate (tab. 1 e fig. 8).

Il piroliserbo può inoltre essere utilizzato anche come mezzo diretto di controllo delle avventizie di post-trapianto, in quanto le specie macroterme da tappeto erboso sono generalmente molto tolleranti allo shock-termico e in grado comunque di sviluppare velocemente nuove strutture vegetative tramite rizomi o stoloni. A tale riguardo, sempre facendo riferimento all’esito degli esperimenti condotti nell’ambito del precedentemente citato progetto di ricerca finanziato dal MiPAAF, nella figura 9 sono riportati sinteticamente alcuni dei risultati ottenuti sottoponendo le tre specie di macroterme da tappeto erboso a trattamenti più o meno intensi di piroliserbo in post-trapianto in tre diversi stadi di sviluppo.

Dall’osservazione del grafico appare evidente come queste specie (e in particolare il *Cynodon* e il *Paspalum*) siano in grado di tollerare dosi di GPL senz’altro sufficienti a controllare la maggior parte delle infestanti, soprattutto considerando quelle a foglia larga, che causano generalmente un danno estetico maggiore rispetto a quello imputabile alla presenza di graminacee (figg. 9, 10, 11).

I risultati relativi a specifiche sperimentazioni condotte in Danimarca sul possibile impiego dell’erpice strigliatore (abbinato ad altre pratiche comuni quali differenti livelli di fertilizzazione, la trasemina, il taglio verticale del feltro e il “top-dressing”) per l’effettuazione del controllo meccanico delle infestanti in post-emergenza, hanno altresì evidenziato come, pur ottenendo un apprezzabile riduzione della presenza di piante spontanee in stadio giovanile, questa strategia non sia in grado di rimuovere le avventizie in stadio avanzato di sviluppo e quindi caratterizzate da un rilevante livello di ancoraggio e di



Fig. 8 *Trattamento di pirodiserbo (alto a sinistra) e con vapore (alto a destra) per devitalizzare un tappeto di microterme nell'ambito di una conversione verso un impianto di macroterme ed effetto dell'intervento (in basso)*

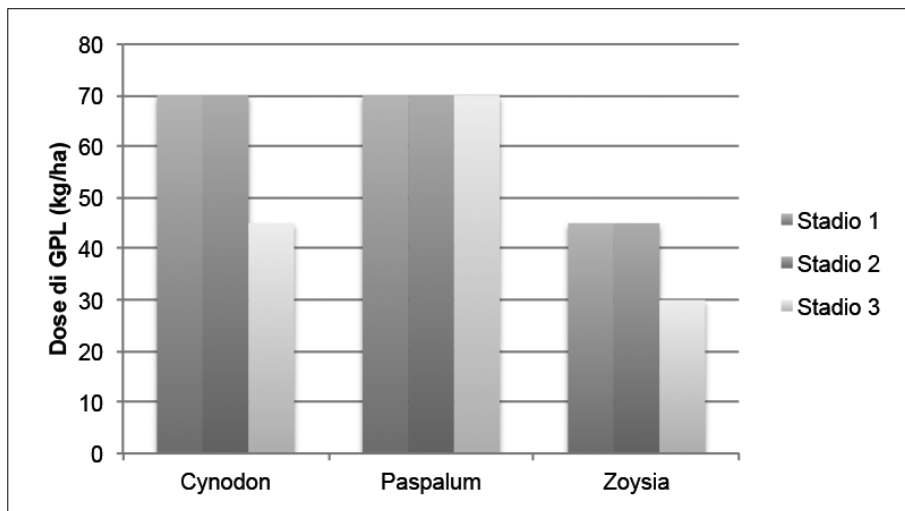


Fig. 9 *Tolleranza della specie macroterme al pirodiserbo, considerando una soglia variabile dal 30 al 45% circa, in termini di perdita di biomassa e per tre diversi stadi vegetativi (1, 2 e 3 settimane dal trapianto)*



Fig. 10 *Banco prova impiegato per effettuare test di tolleranza di specie macroterme da tappeto erboso al pirodiserbo*

insediamento (Larsen et al., 2004). Il pirodiserbo, utilizzato su tappeti di macroterme dotate di elevata tolleranza, sembra invece in grado permettere un buon controllo anche delle piante spontanee ben insediate.

5. CONCLUSIONI

Attualmente, stiamo assistendo a una crescente attenzione dell'opinione pubblica riguardo alla tutela dell'ambiente e della salute. La gestione "non-chimica" delle aree verdi ricreative-sportive, sia pubbliche che private, può rappresentare, a questo riguardo, un passo importante che dovrebbe essere effettuato e messo in atto, non solo e non tanto perché viene "caldamente" raccomandato dagli attuali regolamenti dell'Unione Europea, ma soprattutto perché le attività ricreative, i giochi e la passione sportiva non corrano il rischio di rivelarsi pratiche potenzialmente molto pericolose per la salute dei cittadini e in particolare dei bambini, che possono realmente veder seriamente pregiudicato il loro futuro e il

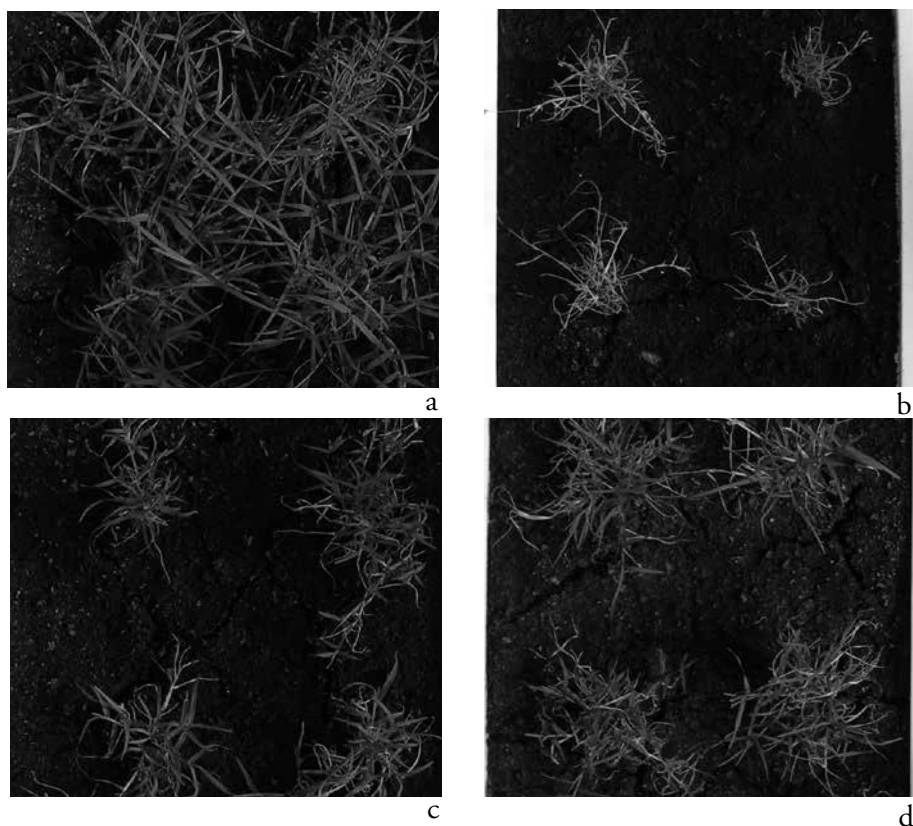


Fig. 11 *Trattamento di pirodiserbo su piante di Cynodon dactylon: testimone non trattato (foto a) ed effetto di un trattamento a dosi decrescenti (foto b, c, d)*

loro diritto a una crescita sana e non influenzata da contatti con sostanze tossiche e nocive per l'organismo (quali gli erbicidi), che possono essere causa o "concausa" di gravi patologie.

Le strategie di controllo della flora spontanea sui tappeti erbosi di specie macroterme, basate sull'impiego del calore (sia secco che umido) rappresentano senza alcun dubbio una ottima alternativa all'impiego dei diserbanti, essendo perfettamente in grado di garantire una gestione efficace e efficiente sia in fase preventiva (prima dell'impianto), che selettiva-curativa (dopo l'impianto). A tale riguardo, i risultati ottenuti nell'ambito del progetto triennale "Sistemi avanzati per la produzione vivaistica di tappeti erbosi di specie macroterme a uso multifunzionale a basso consumo idrico ed energetico", finanziato dal MiPAAF, che ha avuto inizio nel 2009 e terminerà a fine ottobre del

2012, hanno fornito risposte decisamente esaurienti, consentendo di mettere a punto le tecnologie e di acquisire le conoscenze necessarie per passare dalla fase sperimentale a quella attuativa su larga scala.

RIASSUNTO

L'impatto degli agrofarmaci sull'ambiente e sulla salute dei cittadini è solitamente un tema molto dibattuto e di grande interesse tra gli addetti ai lavori e non. L'attenzione si sta inoltre "espandendo" dall'agricoltura alle cosiddette aree extra-agricole, come ad esempio gli spazi verdi a scopo ricreazionale oppure gli impianti sportivi. La gestione non-chimica dei tappeti erbosi riveste in questo contesto un ruolo fondamentale. In particolare una delle avversità principali da contenere è rappresentata dalle erbe infestanti. In questo lavoro sono descritti i principali metodi per un controllo sostenibile delle malerbe su specie da tappeto erboso, con particolare riferimento a quelle macroterme. I mezzi chimici possono costituire un potenziale pericolo se distribuiti in maniera non corretta o con macchine non idonee, ma è possibile ottenere una efficienza elevata qualora si impieghino attrezzature con accorgimenti tecnologici specifici per diminuire la deriva, come ad esempio irroratrici miste oppure dotate di campane striscianti. Per quanto riguarda i mezzi fisici, è possibile impiegare con successo operatrici specifiche che utilizzano vapore o fiamma libera per il controllo delle malerbe su specie da tappeto erboso macroterme in pre e post-impianto. L'efficacia di questi ultimi mezzi è stata testata dall'Università di Pisa nell'ambito di recenti prove sperimentali finanziate del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MiPAAF).

ABSTRACT

The impact of agrochemicals on environment and human health is a very debated topic among practitioners and common people. This concern is spreading from agriculture to non-agricultural areas, like public parks and gardens, sports and recreation grounds. Non-chemical turfgrass management plays a very important role in this context, where weed control is often one of the major issues. In this work the main methods for a sustainable weed control in turfgrasses, focusing mainly on warm season species, are described. Herbicides can be harmful if sprayed incorrectly or by using improper equipment. Anti-drift technologies like air-assisted or shielded sprayers, can maximize the treatment efficiency. Concerning physical means, innovative technologies, based on steaming or flaming, can be successfully used for pre and post-establishment weed control in turfgrasses. The effectiveness of these last means has been tested within specific trials carried out by the University of Pisa, which has been founded by the Italian Ministry of Agriculture (MiPAAF).

BIBLIOGRAFIA

ABEL E.L. (2007): *Football increases the risk for Lou Gehrig's disease, amyotrophic lateral sclerosis*, «Perceptual and Motor Skills», 104, pp. 1251-1254.

- AL-CHALABI A., LEIGH N. (2005): *Trouble on the pitch: are professional football players at increased risk of developing amyotrophic lateral sclerosis*, «Brain», 128, pp. 451-453.
- BARBER S. & SHAW P.J. (2010): *Oxidative stress in ALS: Key role in motor neuron injury and therapeutic target*, «Free Radical Biology & Medicine», 48, pp. 629-641.
- BÀRBERI P. (2002): *Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues?*, «Weed Research», 42, pp. 176-193.
- BELLI S. & VANCORE N. (2005): *Proportionate mortality of Italian soccer players: Is amyotrophic lateral sclerosis an occupational disease?*, «European Journal of Epidemiology», 20, pp. 237-242.
- BRECKE B.J. (2007): *Weed Management in Warm-Season Turfgrass*, in *Handbook of Turfgrass Management and Physiology*, Editor M. Pessarakli, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, USA, pp. 65-94.
- CHIÒ A., BENZI G., DOSSENA M., MUTANI R., MORA G. (2005): *Severely increased risk of amyotrophic lateral sclerosis among Italian professional football players*, «Brain», 128, pp. 472-476.
- COLLA P., GULLINO M.L. (2010): *L'Europa si mobilita per fumiganti più sostenibili*, «L'Informatore Agrario», 4, pp. 53-55.
- CROCE P., DE LUCA, A., MONCIONI M., VOLTERRANI M., BEARD J.B. (2001): *Warm-season turfgrass species and cultivar characterizations for mediterranean climate*, «International Turfgrass Society Research Journal», 9, pp. 855-859.
- DIRETTIVA 2009/128/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 21 ottobre 2009, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea n. L 309 del 24/11/2009, pp. 71-86 (disponibile on-line sul sito web <http://eur-lex.europa.eu>).
- EUROSPORT (2011): *Player in 'allergic reaction to pitch'* (disponibile on line sul sito web <http://uk.eurosport.yahoo.com>).
- FISHEL F.M., FERRELL J.A. (2010): *Managing pesticide drift*, Agronomy Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, document PI232.
- FRASCONI C., FONTANELLI M., RAFFAELLI M., SORELLI F., GINANNI M., MARTELLONI L., PERUZZI A. (2010): *Strategie e macchine innovative per la gestione termica della flora infestante in area urbana su superfici dure e su tappeti erbosi*, Atti della giornata tenuta a San Piero a Grado (PI) il 15 ottobre, per l'Accademia dei Georgofili, pp. 67-79.
- GAY P., PICCAROLO P., RICAUDA AIMONINO D., TORTIA C. (2010a): *A high efficiency steam soil disinfestation system, part I: Physical background and steam supply optimisation*, «Biosystems Engineering», 107, pp. 74-85.
- GAY P., PICCAROLO P., RICAUDA AIMONINO D., TORTIA C. (2010b): *A high efficacy steam soil disinfestation system, part II: Design and testing*, «Biosystems Engineering», 107, pp. 194-201.
- KEMPENAAR C., SPIJKER J.H. (2004): *Weed control on hard surfaces in The Netherlands*, «Pest Management Science», 60, pp. 595-599.
- KRISTOFFERSEN P., LARSEN S.U., MØLLER J., HELSE T. (2004): *Factors affecting the phase-out of pesticide use in public areas in Denmark*, «Pest Management Science», 60, pp. 605-612.
- LARSEN S.U., KRISTOFFERSEN P., FISCHER J. (2004): *Turfgrass management and weed control without pesticides on football pitches in Denmark*, «Pest Management Science», 60, pp. 579-587.
- MCCARTHY L.B., MURPHY T.R. (1994): *Control of turfgrass weeds*, in *Turf weeds and their*

- control*, Editors A.J. Turgeon, D.M. Kral, M.K. Viney, Reston Publishing Company, Reston, Virginia, USA pp. 209-248.
- MITRA S., BHOWMIK P.C., UMEDA K. (2007): *Weed Management Practices Using ALS-Inhibiting Herbicides for Successful Overseeding and Spring Transition*, Editor M. Pessarakli, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, U.S.A., pp. 95-114.
- OTTO S. (2001): *Il diserbo dei tappeti erbosi*, in *Malerbologia*, Editori P. Catizone e G. Zanin, Pàtron Editore, Bologna, pp. 817-824.
- OZKAN H.E. (2000): *Reducing spray drift*, Ohio State University Extension Bulletin (disponibile on-line sul sito web <http://ohioline.osu.edu>).
- PERUZZI A. (2009): *La gestione fisica della flora spontanea in area urbana*, «I quaderni del Centro Enrico Avanzi dell'Università di Pisa» n. 9, Felici Editore, Pisa.
- PERUZZI (2010): *Strategie e macchine operatrici innovative per i trattamenti termici per la disinfezione/disinfestazione del terreno ed il controllo della flora infestante in agricoltura ed in area urbana*, Atti della giornata tenuta a San Piero a Grado (PI) il 15 ottobre, per l'Accademia dei Georgofili, pp. 7-27.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., GINANNI M., FONTANELLI M., FRASCONI C. (2011): *An innovative self-propelled machine for soil disinfection using steam and chemicals in an exothermic reaction*, «Biosystems Engineering», 110, pp. 434-442.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., FRASCONI C., FONTANELLI M., BÀRBERI P. (2012): *Influence of an injection system on the effect of activated soil steaming on Brassica juncea and the natural weed seedbank*, «Weed Research», 52, pp. 140-152.
- PITON (2010): *Meno aziende e più superficie ma è solo un effetto "virtuale"*, «AzBio, supplemento al n. 35 di Terra e Vita», pp. 4-7.
- PIVA (2010): *Obiettivo, valorizzare la materia prima bio*. «L'Informatore Agrario», 31, pp. 40-41.
- RAPPARINI G. (1996): *Il diserbo delle colture*, Edizioni L'Informatore Agrario, Verona.
- REGOLAMENTO 1107/2009 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 21 ottobre 2009, relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari e che abroga le direttive del Consiglio 79/117/CEE e 91/414/CEE. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea n. L 309 del 24/11/2009, pp. 1-50 (disponibile on-line sul sito web <http://eur-lex.europa.eu>).
- REGOLAMENTO DI ESECUZIONE 540/2011 DELLA COMMISSIONE, del 25 maggio 2011, recante disposizioni di attuazione del regolamento (CE) n. 1107/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda l'elenco delle sostanze attive approvate. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea n. L 114/1 del 24/06/2012 (disponibile on-line sul sito web <http://eur-lex.europa.eu>).
- REGOLAMENTO DI ESECUZIONE 359/2012 DELLA COMMISSIONE, del 25 aprile 2012, che approva la sostanza attiva metam, in conformità al regolamento (CE) n. 1107/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari e che modifica l'allegato del regolamento di esecuzione (UE) n. 540/2011 della Commissione. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea n. L 114/1 del 24/06/2012 (disponibile on-line sul sito web <http://eur-lex.europa.eu>).
- REVITT D.M., ELLIS J.B., LLEWELLYN N.R. (2002): *Seasonal removal of herbicides in urban runoff*, «Urban Water», 4, pp. 13-19.
- RICHARD S., MOSLEMI S., SIPAHUTAR H., BENACHOUR N., SERALINI G.E. (2005): *Differential effects of glyphosate and roundup on human placental cells and aromatase*, «Environmental Health Perspectives», 113, pp. 716-720.
- RUEMMELE B.A., ENGELKE M.C., MORTON S.J. (1993): *Evaluating methods of establish-*

- ment for warm-season turfgrasses, «International Turfgrass Society Research Journal», 132, pp. 910-916.
- TAIOLI E. (2007): *All causes mortality in male professional soccer players*, «European Journal of Public Health», 17, pp. 600-604.
- TELEGRAPH STAFF AND AGENCIES (2011): *Mario Balotelli grass allergy caps bad night for Manchester City against Dynamo Kiev in Europa League*, The Telegraph (disponibile online sul sito web <http://www.telegraph.co.uk>).
- TURGEON A.J. (1985): *Turfgrass Management*, Reston Publishing Company, Reston, Virginia, U.S.A., pp. 416.
- TURGEON A.J., KRAL D.M., VINEY M.K. (1994): *Turf weeds and their control*, ASA and CSSA, Madison, Wisconsin, U.S.A., pp. 259.
- VOLTERRANI M., MAGNI S. (2006): *Le tecniche di insediamento dei tappeti erbosi*, «Phytomagazine», 15, pp. 51-58.
- VOLTERRANI M., GROSSI N., LULLI F., GAETANI M. (2008): *Establishment of warm season turfgrass species by transplant of single potted plants*, in Proceedings of the 2nd International Conference on Turfgrass, «Acta Horticulturae», 783, pp. 77-83.
- VOLTERRANI M., GROSSI N., LULLI F., GAETANI M., MAGNI S. (2009): *L'impiego di piante preradicate per l'insediamento di specie macroterme da tappeto erboso*, «dal Seme», 3, pp. 36-42.
- WICKS P., GANESALINGHAM J., COLLIN C., PREVETT M., LEIGH N.P., AL-CHALABI A. (2007): *Three soccer playing friends with simultaneous amyotrophic lateral sclerosis*, «Amyotrophic Lateral Sclerosis», 8, pp. 177-179.
- WIECKO G. (2007): *Management of Tropical Turfgrasses*, Editor M. Pessaraki, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, U.S.A., pp. 114-138.

