

EFFICACIA AGRONOMICA DI FALSE SEMINE MIRATE ALLA SOSTENIBILITÀ MALERBOLOGICA IN SISTEMI COLTURALI DI TIPO BIOLOGICO

S. BENVENUTI¹, S.MERCATI², M.SELVI², G.CARDINALI², S.FULCERI², V.MERCATI²

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali
Università di Pisa – Via del Borghetto, 80, 56124 Pisa

² Aboca s.p.a. Società Agricola
Stefano.benvenuti@unipi.it

RIASSUNTO

L'evidenza di una difficile sostenibilità malerbologica in sistemi colturali di tipo biologico ha stimolato la necessità di implementare lo studio dei mezzi di lotta che possano supplire alla rinuncia dell'uso di erbicidi convenzionali. In questo ambito, si è ritenuto opportuno studiare le potenzialità agronomiche di "false semine" mirate all'impoverimento dello stock dei semi presenti nel suolo. In un agroecosistema toscano situato in Valtiberina (da oltre un trentennio gestito in "biologico"), sono state testate alcune lavorazioni (fresatura, estirpatura e erpicatura rotativa) mirate sia alla distruzione della flora infestante emersa che allo stimolo di nuove emergenze dovute all'arieggiamento degli orizzonti più superficiali del suolo. I 4-5 interventi effettuati sono stati in grado di ridurre a circa la metà o persino ad 1/3 l'intera banca seme presente (0-30 cm) in funzione della tipologia di intervento. Tuttavia, il migliore risultato agronomico si è verificato nell'orizzonte più superficiale (0-15 cm) dal momento che è questo lo strato maggiormente sottoposto all'azione fisica degli interventi. Le specie maggiormente "depauperate" sono state il *Lolium multiflorum* e la *Sinapis arvensis* dal momento che queste specie hanno una scarsa dormienza dei semi. I periodi di maggiore tasso di emergenza sono risultati strettamente legati alle esigenze termiche di ogni specie evidenziando così i rispettivi periodi di maggiore suscettibilità a germinare. In termini comparativi i risultati migliori sono stati quelli di erpice rotativo e della fresa anche se in questo ultimo caso il problema è legato alle sue spiccate esigenze di "tempera" del suolo. Per contro, in termini di gestione delle malerbe perenni l'estirpatura è risultata l'operazione in grado di gestire al meglio le chiazze di *Convolvulus arvensis* e *Cirsium arvense*. Ne consegue che la sequenza di interventi di erpicatura rotativa ed estirpatura appaiono in sintesi la strategia più opportuna per una gestione preventiva dell'infestazione "incombente" presente nel suolo.

Parole chiave: agricoltura biologica, controllo infestanti, banca seme, germinazione, lavorazioni suolo

SUMMARY

AGRONOMIC EVALUATION OF WEED SUSTAINABILITY AFTER DIFFERENT STALE SEEDBED TECHNIQUES IN ORGANIC AGRICULTURAL SYSTEMS

The evidence of the difficult weed sustainability in organic cropping systems urged the need to implement agronomic strategies which can ensure suitable weed control methods in spite of the lack of conventional herbicides. In this context, it was decided to study the agronomic potential of "stale seedbed" techniques to decrease the soil weed seed bank. In an agricultural ecosystem situated in the Tiber Valley (managed for more than three decades using "organic" cropping systems, some soil tillage methods (rotary tillage, rotary hoeing and harrowing) were tested. The aim was the comparative evaluation of these tillage methods in terms of germination trigger of buried weed seeds as a consequence of the modification of the physical conditions of the shallowest soil layers. The 4-5 "tillage sequences" were able to reduce to about half, or even to 1/3, the entire seed bank (within 0-30 cm) according to the type of soil management. However, the best agronomic results occurred in the most superficial soil layer

(0-15 cm) since it is virtually the only layer where seed germination occurs. The most "depleted" species were *Lolium multiflorum* and *Sinapis arvensis* due to their low degree of seed dormancy. The periods of the highest seedling emergence rate were closely related to the thermal requirements of each species. In comparative terms, the best results were shown by rotary hoeing and rotary tillage even if, in this last case, a problem occurred linked to the higher needs of optimal soil water conditions necessary to the field operability. On the contrary, in terms of perennial weed management, the best agronomic performances were shown by soil harrowing since it was able to minimize the presence of *Convolvulus arvensis* and *Cirsium arvense*. Consequently, the sequence of rotary hoeing and harrowing are recommended since they have a complementary effect. In synthesis, "stale seedbed" technique appears to be a suitable agronomic strategy for a preventive weed management of the soil seed bank.

Keywords: weed control, seed bank, germination, soil tillage

INTRODUZIONE

Le difficoltà della gestione delle malerbe, in sistemi colturali di tipo biologico, impone un ampio e diversificato utilizzo dei mezzi agronomici disponibili per contrastare l'infestazione. Tra questi giocano un ruolo cruciale quei metodi preventivi che sono mirati ad impoverire lo stock di semi nel suolo. Tali operazioni risultano di crescente importanza dal momento che riducono il potenziale di invasività delle future colture. Questi interventi, da tempo identificati col termine "false semine", sono una delle strategie agronomiche più importanti per "forzare" le emergenze mediante quella preparazione del letto di semina che è in grado di stimolare la germinazione dei semi in seguito alle favorevoli condizioni ecologiche che si creano nel suolo (Benvenuti *et al.*, 2006). I flussi di emergenza, costituiscono infatti la maggiore causa di impoverimento di semi nel suolo. Purtroppo questo effetto non si protrae in profondità, anche se ciò dipende dal tipo di attrezzo utilizzato (Lamour e Lotz, 2007), ma è circoscritto agli orizzonti di suolo più superficiali. Infatti, oltre i 10 cm di interramento, i semi sono sottoposti a condizioni ecologiche, prevalentemente ipossiche (Benvenuti, 2003), che ne inibiscono la germinazione in modo proporzionale al grado di profondità (Benvenuti *et al.*, 2001). Va inoltre sottolineato che la germinazione dei semi interrati è prevenuta anche dalla dormienza dei semi (Baskin e Baskin, 2004) dal momento che molte specie si sono evolute proprio per prolungare nel tempo il flusso di germinazione. E' questa una vera e propria strategia di sopravvivenza (Brown e Venable, 1986) in quanto riduce il rischio di germinare in modo sincronizzato nei periodi che precedono eventuali disturbi ecologici naturali od antropici. Conseguentemente, l'efficacia agronomica della falsa semina è ostacolata al contempo sia dalle condizioni di dormienza endogena del seme (fisica, fisiologica, morfologica, etc.), che dalla dormienza "forzata" imposta dall'interramento. Con tale operazione ci si deve accontentare quindi di poter ridurre il quantitativo di semi solo superficialmente anche se tale riduzione può essere ottimizzata sia dalla ripetizione delle medesime operazioni nel tempo. L'affinamento del suolo può essere effettuato sia con attrezzature rotative (ad esempio fresa, ed alcune tipologie di erpice), che non, come ad esempio estirpatore, erpice a dischi etc..

Tale vasta gamma di attrezzi utilizzabili per la preparazione del letto di semina è stata spesso sperimentata per finalità di fertilità fisica (Roger-Estrade *et al.*, 2004), chimica (Balesdent *et al.*, 2000) e biologica (Crittenden *et al.*, 2014) del suolo ma relativamente scarse sono le informazioni sul loro effetto sulla dinamica della banca seme.

Lo scopo di questo lavoro è focalizzato a quantificare la riduzione della banca seme di infestanti in seguito a diversificate modalità di false semine. In altre parole, lo scopo della sperimentazione è stato quello di quantificare la riduzione dell'infestazione "incombente", a

livello di seme, e di verificare le migliori modalità di intervento possibili. Tale sperimentazione è stata effettuata in un agroecosistema gestito con sistemi colturali di tipo biologico che, a causa della evidente insostenibilità malerbologica, ha necessitato di misure addizionali di lotta.

Si è quindi ritenuto opportuno verificare strategie agronomiche mirate all'impoverimento del sopraccitato stock di semi lo stimolo delle emergenze mediante "false semine".. A tal fine, è stato programmato un protocollo di interventi mirato a "sacrificare" una stagione colturale primaverile-estiva per ridurre il maggior numero possibile di semi germinabili.

MATERIALI E METODI

Sono stati selezionate tre diverse operazioni di preparazione del letto di semina che rappresentano alcune delle più diffuse modalità di lavorazione complementare del suolo: fresatura, estirpatura ed erpicatura mediante erpice rotativo. Tali operazioni, come è ben noto, si differenziano non solamente in termini di efficacia agronomica in termini di arieggiamento del suolo (e quindi di stimolo germinativo per i semi di malerbe interrati), ma anche in termini di rapidità di passaggio, di consumo energetico nonché di diversificate esigenze di "tempera del terreno". In un grande appezzamento di terreno (circa 10 ha) presso Gricignano (Valtiberina, AR) sono state delimitate tre grandi parcelle sperimentali (oltre 3 ha ognuna) all'interno delle quali sono state testate alcune modalità di "false semine" mediante passaggi ripetuti (circa 1 mese) delle seguenti attrezzature: 1) fresa 2) estirpatore 3) erpice rotativo (tabella 1).

Tabella 1. Rappresentazione schematica della cronologia delle operazioni colturali e delle analisi della banca seme effettuate.

Agrotecnica "falsa semina"	Date						
	Analisi banca seme	"False semine"					Analisi banca seme
	15/1	12/3	21/4	4/6	27/7	10/9	30/9
Fresa	•	- ¹	•	•	•	•	•
Estirpatore	•	•	•	•	•	•	•
Erpice rotativo	•	•	•	•	•	•	•

¹ Non effettuato per condizioni di tempera del terreno sfavorevoli a questa operazione

Il criterio adottato per la frequenza delle false semine è stato quello di attendere una consistente emergenza, facendo attenzione di intervenire, con il successivo passaggio, prima di quello stadio fenologico di maturazione dei semi che avrebbe costituito un indesiderato "ingresso" di semi nel suolo. Altro criterio utilizzato è stato quello di non rispettare un calendario rigoroso in termini di sincronizzazione delle tre operazioni di preparazione del letto di semina ma di attendere un accettabile stato di tempera del suolo evitando così di intervenire sperimentalmente in modo illogico "dilandando" la fertilità fisica del suolo in termini di struttura. In altre parole è stato ritenuto opportuno di "saltare" eventuali "turni" nel caso di avverse condizioni pedo-climatiche.

A tal fine, ogni grande parcella è stata suddivisa in 3 sub-parcelle (circa 1 ha ognuna), che hanno rappresentato da repliche in uno schema sperimentale a blocchi randomizzati.

L'area in esame è stata utilizzata da oltre 30 anni per la coltivazione di colture medicinali gestite con sistemi colturali di tipo biologico. Durante questo lungo periodo erano state alternate colture medicinali a ciclo poliennale come *Passiflora incarnata* (5-6 anni), *Echinacea pallida* (2-3 anni), *Malva officinalis* (1-2 anni) oppure annuale (*Matricaria chamomilla*).

A metà del mese di gennaio 2015 è stato effettuato il campionamento della banca seme che è stato poi ripetuto a fine sperimentazione (30 settembre 2015). Su ognuna delle parcelle sperimentali sono stati prelevati i campioni di suolo (50 per parcella) mediante una apposita sonda metallica in grado di prelevare "carote" di suolo del diametro di 4 cm. Tale raccolta è stata effettuata procedendo a zig-zag lungo gli assi longitudinali delle parcelle in modo da rappresentare uniformemente l'intera superficie. I prelievi sono stati effettuati a due profondità: superficiale (0-15 cm) e profonda (15-30 cm). I campioni sono stati quindi essiccati all'aria, in modo da evitare indesiderate germinazioni, e sottoposti, dopo alcune settimane, all'estrazione dei semi. Si è proceduto mediante una procedura già validata (Benvenuti e Macchia, 2006) mediante l'uso di una comune idro-pulitrice in grado di avere un getto regolabile di una miscela aria-acqua. Per tale lavaggio i campioni sono stati posti in un apposito cilindro metallico dotato di una "capsula" apicale rimuovibile in grado di trattenere semi e residui grazie ad una sottile maglia metallica (0,25 mm). Il livello di compattamento del suolo, soprattutto nello stato più profondo, ha indotto a procedere ad un pre-trattamento mediante un ammolamento (24 h) delle carote in una soluzione disperdente costituita da esametafosfato di sodio (1%). I semi sono stati quindi estratti, unitamente allo scheletro ed ai residui vegetali, e separati da questa matrice mediante l'utilizzo di opportune lenti di ingrandimento (10 x). L'identificazione è stata effettuata mediante l'ausilio di un microscopio ottico e l'uso di appositi manuali di riconoscimento dei semi. Durante i vari periodi che sono intercorsi tra i vari interventi di "falsa semina" sono stati effettuati dei rilievi floristici mirati a verificare i periodi di più intensa emergenza delle specie principali. A tal fine sono stati effettuati alcuni lanci (30 lanci) di un telaio metallico di dimensioni note (20 x 30 cm) su ognuna delle 9 grandi parcelle sperimentali. Ciò è stato effettuato prima di ogni operazione di falsa semina campionando così la totalità delle emergenze avvenute nel periodo compreso tra due successivi interventi. In alcuni periodi sono inoltre stati effettuati dei rilievi mirati a quantificare, in ogni parcella, le chiazze di infestazione delle malerbe a ciclo perenne derivanti da organi vegetativi. Il criterio utilizzato è stato quello di conteggiare le chiazze di infestazione di dimensioni che raggiungono 1 m².

I dati sono stati elaborati come densità assoluta (numero di individui per m²) e/o densità relativa (% individui rispetto al totale). In ogni caso i dati espressi come percentuale sono stati sottoposti alla trasformazione angolare e, dopo il test dell'omogeneità, sono stati sottoposti all'analisi della varianza (Anova) utilizzando il test di Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$ e $P < 0,01$) per la separazione delle medie.

RISULTATI

La tabella 1 mostra i periodi nei quali è risultato agronomicamente opportuno intervenire con le "false semine" in conseguenza dello stato di tempera del suolo e dello stadio fenologico della fitocenosi emersa (prima della fioritura e maturazione dei semi).

Come si può osservare sono stati effettuati ben cinque interventi durante la stagione primaverile-estiva. Ciò è stato possibile grazie ad un andamento climatico (tabella 2) tutto sommato fortunato, per lo scopo sperimentale in oggetto, in quanto non troppo piovoso (l'eccessiva piovosità avrebbe ostacolato le condizioni di tempera del suolo), ma sufficiente a stimolare la germinazione ed emergenza dei semi interrati.

Va tuttavia sottolineato che i cinque interventi sono stati possibili per gli interventi di estirpatura e erpicatura rotativa ma non per quelli di fresatura. Infatti, questa ultima operazione non è stata possibile nella prima data (12 marzo) in quanto questo attrezzo è più esigente in termini di “tempera” del suolo (decisamente sub-ottimale in quella data).

Tabella 2. Andamento meteorologico durante il periodo sperimentale

Parametro meteorologico	Mesi dell'anno 2015								
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET
Pioggie (mm)	43	76	136	51	75	67	45	55	65
Temperatura max (°C)	10	11	14	19	24	28	34	31	26
Temperatura min (°C)	-1	0	1	5	10	15	18	17	12

L'analisi quanti-qualitativa della banca seme, prime ed al termine dei vari interventi agronomici sperimentati, è stata schematizzata nella tabella 3. Oltre ad i nomi scientifici sono state riportate alcune informazioni botaniche (famiglia di appartenenza) e biologiche (gruppo biologico secondo la classificazione di Raunkjær). Come si può osservare il quantitativo di “banca seme” nel suolo superava valori di 100.000 semi/m². Va sottolineato che circa il 40% è costituito da una sola specie: la *Sinapis arvensis* brassicacea tipicamente e marcatamente diffusa nei vari agroecosistemi della Valtiberina. Seguono in termini quantitativi infestanti come *Portulaca oleracea* (15.650 semi/m²), *Echinochloa crus galli* (12.340 semi/m²), *Amaranthus retroflexus* (8.525 semi/m²). Queste 4 specie costituiscono oltre il 70% dell'intera entità di semi nel suolo. Seguono poi altre importanti e temute infestanti come il *Lolium multiflorum* (7.640 semi/m²) ed il *Chenopodium album* (4.330 semi/m²). Complessivamente sono state rilevate ben 50 specie.

Appare inoltre opportuno citare la presenza di una bassa ma non trascurabile componente di specie a ciclo biologico perenne appartenenti al gruppo biologico delle emicriptofite e geofite che, sebbene abbiano raggiunto solo l'1,5% dell'intera banca seme, esse sono in grado di propagarsi anche vegetativamente mediante rizomi e/o stoloni.

La medesima tabella 3 mostra inoltre il successo agronomico della sperimentazione in termini di impoverimento dei semi durante la stagione primaverile-estiva 2015.

Infatti, i circa 108.000 semi per m², presenti nel periodo invernale, si sono quasi dimezzati nel caso di ripetute false semine mediante estirpatore (64.770 semi/m²) e persino divenute circa 1/3 nel caso delle parcelle sottoposte a ripetuti interventi con la fresa (36.310 semi/m²) o con l'erpice rotativo (35.205 semi/m²). In questi ultimi 2 casi i semi dell'infestante più diffusa, la *Sinapis arvensis*, si sono ridotti a circa ¼ evidenziando un evidente successo nella lotta agronomica verso questa specie. Ancora più sensibile alle operazioni di falsa semina è risultato il *Lolium multiflorum* anche in questo caso soprattutto in seguito all'uso della fresa (dai 7.640 semi/m² a soli 1.055) e dell'erpice rotativo (ridotti a 1.820 semi/m²). Di ancor più cruciale importanza agronomica è inoltre la disposizione della banca seme negli orizzonti di suolo, superficiale e profondo, rilevata al termine della sperimentazione.

Tabella 3. Dinamica dello stock di semi prima e dopo la dinamica delle “false semine”

Specie	Famiglia botanica	Gruppo biologico	Stock di semi prima degli interventi	Stock di semi dopo lavorazioni		
				Fresa	Estirpatore	Erpice rotativo
				(n m ⁻²)		
<i>Abutilon theophrasti</i>	Malvaceae	Terofite	430	170	305	155
<i>Alopecurus myosuroides</i>	Graminaceae	Terofite	235	90	140	90
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amarantaceae	Terofite	8.525	3.410	5.050	3.155
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulaceae	Terofite	755	300	405	280
<i>Avena spp.</i>	Graminaceae	Terofite	65	25	40	25
<i>Bromus sterilis</i>	Graminaceae	Terofite	65	25	35	25
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Brassicaceae	Terofite	80	30	45	30
<i>Cerastium glomeratum</i>	Cariofillaceae	Terofite	25	10	15	10
<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae	Terofite	4.330	1.735	2.580	1.605
<i>Cirsium arvense</i>	Asteraceae	Geofite	450	180	270	165
<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae	Geofite	65	25	35	25
<i>Conyza canadensis</i>	Asteraceae	Terofite	55	20	30	20
<i>Cynodon dactylon</i>	Graminaceae	Emicriptofite	140	55	85	50
<i>Daucus carota</i>	Apiaceae	Emicriptofite	55	25	35	20
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Graminaceae	Terofite	235	95	145	85
<i>Echinochloa crus galli</i>	Graminaceae	Terofite	12.340	4.935	7.405	4.565
<i>Euphorbia helioscopia</i>	Euforbiaceae	Terofite	135	55	80	50
<i>Fumaria officinalis</i>	Papaveraceae	Terofite	345	135	205	125
<i>Galium aparine</i>	Rubiaceae	Terofite	45	15	30	15
<i>Geranium dissectum</i>	Geraniaceae	Terofite	75	30	35	25
<i>Heliotropium europaeum</i>	Boraginaceae	Terofite	35	15	20	15
<i>Lactuca serriola</i>	Asteraceae	Terofite	15	5	10	5
<i>Lamium amplexicaule</i>	Lamiaceae	Terofite	35	15	25	15
<i>Lamium purpureum</i>	Lamiaceae	Terofite	125	50	75	50
<i>Lolium multiflorum</i>	Graminaceae	Terofite	7.640	1.055	3.595	1.820
<i>Malva officinalis</i>	Malvaceae	Emicriptofite	35	15	25	15
<i>Matricharia chamomilla</i>	Asteraceae	Terofite	320	125	195	120
<i>Mercurialis annua</i>	Euforbiaceae	Terofite	75	30	45	25
<i>Papaver rhoeas</i>	Graminaceae	Terofite	950	380	570	355
<i>Picris echioides</i>	Asteraceae	Terofite	155	60	95	55
<i>Picris hieracioides</i>	Asteraceae	Emicriptofite	120	45	75	45
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae	Emicriptofite	85	35	50	30
<i>Poa annua</i>	Graminaceae	Terofite	2.330	930	1.395	860
<i>Poa trivialis</i>	Graminaceae	Terofite	1.450	580	870	530
<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae	Terofite	1.650	660	990	610
<i>Polygonum convolvulus</i>	Polygonaceae	Terofite	35	10	20	15
<i>Polygonum persicaria</i>	Polygonaceae	Terofite	1.850	740	1.110	685
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Terofite	15.650	4.260	9.390	5.790
<i>Ranunculus arvensis</i>	Ranunculaceae	Terofite	650	260	390	240
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Brassicaceae	Terofite	75	30	45	25
<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae	Emicriptofite	355	145	220	130
<i>Senecio vulgaris</i>	Asteraceae	Terofite	465	185	280	170
<i>Setaria viridis</i>	Graminaceae	Terofite	1.120	445	670	415
<i>Sinapis arvensis</i>	Brassicaceae	Terofite	42.450	11.980	25.470	10.700
<i>Solanum nigrum</i>	Solanaceae	Terofite	45	20	25	15
<i>Sonchus asper</i>	Asteraceae	Terofite	95	40	55	35
<i>Sonchus oleraceus</i>	Asteraceae	Terofite	120	45	75	40
<i>Stellaria media</i>	Cariofillaceae	Terofite	385	150	230	145
<i>Verbena officinalis</i>	Verbenaceae	Emicriptofite	255	100	135	125
<i>Veronica persica</i>	Scrofulariaceae	Terofite	1.335	535	650	605
Totale			108.420	36.310	64.770	35.205

La tabella 4 mostra la disposizione della banca seme nei due vari orizzonti di suolo analizzati prima e dopo le varie operazioni colturali. Durante l'inverno la disposizione dei semi era diffusa quasi uniformemente su entrambi gli orizzonti anche se con una predominanza statisticamente significativa ($p < 0,05$) di quello superficiale. Al contrario, al termine della sperimentazione si è verificato un forte impoverimento del solo strato superficiale in quanto è stato quello interessato da fenomeni di germinazione ed emergenza.

Tabella 4. Disposizione della banca seme lungo il profilo superficiale (0-15 cm) e profondo (15-30 cm) prima e dopo le diversificate operazioni di "falsa semina". Gli asterischi a fianco dei valori indicano il livello di significatività della disposizione superficiale o profonda dei semi (*= $p \leq 0,05$, **= $p \leq 0,01$)

		Prima della sperimentazione	Agrotecnica della "falsa semina"		
			Fresa	Estirpatore	Erpice rotativo
		Densità relativa (% semi rispetto al totale)			
Significatività		*	**	**	**
Orizzonte suolo	Superficiale (0-15 cm)	58	12	25	14
	Profondo (15-30 cm)	42	88	75	86

La tabella 5 mostra i periodi in cui si sono verificati i maggiori tassi di emergenza delle 6 specie più diffuse. I dati, raccolti nelle tre diversificate situazioni di lavorazioni del suolo, sono stati riuniti tra loro per la mancanza di alcuna interazione significativa. Come si può osservare la *Sinapis arvensis* e il *Lolium multiflorum* hanno mostrato un andamento simile e caratterizzato da una spiccata precocità di emergenza. In entrambi i casi il mese di aprile è stato quello che ha mostrato oltre il 40% di emergenza. La loro scarsa tolleranza alle temperature più elevate (e probabilmente per le maggiori esigenze idriche), è stata confermata dagli esigui tassi di emergenza verificatisi durante i periodi di piena estate.

Tabella 5. Dinamica di emergenza delle sei più diffuse infestanti espresse come densità relativa % (quantitativo di plantule in un determinato periodo in % rispetto all'emergenza totale cumulata durante tutto il periodo sperimentale)

Specie	Periodi di sperimentazione					
	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre
	Emergenza (densità relativa % rispetto al totale)					
<i>Amaranthus retroflexus</i>	15	35	23	7	5	15
<i>Chenopodium album</i>	34	25	11	8	4	18
<i>Echinochloa crus galli</i>	11	24	31	12	8	14
<i>Lolium multiflorum</i>	47	29	4	5	3	12
<i>Portulaca oleracea</i>	5	14	30	25	18	8
<i>Sinapis arvensis</i>	42	16	10	5	8	28

Un simile, ma più tardiva emergenza, è stata mostrata da *Chenopodium album* specie che, seppur essendo tipicamente associata a colture a ciclo primaverile-estivo, ha mostrato un tasso di emergenza decisamente più precoce rispetto ad *Amaranthus retroflexus* specie decisamente più macroterma in quanto a ciclo fotosintetico “C4”.

Resta un altro importante aspetto agronomico da riportare: le relazioni tra tipologia di false semine e dinamica di sopravvivenza delle specie a ciclo perenne.

La tabella 6 mostra la dinamica di evidenti chiazze di infestazione (popolazioni ricoprenti almeno un m² di superficie) in seguito alla diversa tipologia di lavorazioni del suolo. Come si può osservare l’erpice rotativo, ed ancor più, la fresa, implicano la comparsa di alcune chiazze di infestazione di specie in grado di propagarsi vegetativamente come il *Cirsium arvense* ed il *Convolvulus arvensis*.

Tabella 6. Chiazze di infestazione (popolazioni attigue di piante in un area di almeno 1 m²) delle due prevalenti infestanti a ciclo perenne rilevate in tre successivi periodi di sperimentazione nelle diversificate strategie di falsa semina. Le medie con lettere diverse per ogni specie (entro un determinato periodo di sperimentazione) sono statisticamente diverse per $p < 0,05$

Specie	Agrotecnica di falsa semina	Periodi di sperimentazione		
		Precoce (aprile-maggio)	Intermedia (giugno-luglio)	Tardiva (agosto-settembre)
Chiazze di infestazione (n./ha)				
<i>Cirsium arvense</i>	Fresa	7 a	3 a	16 a
	Estirpatore	0 c	0 b	0 c
	Erpice rotativo	2 b	0 b	3 b
<i>Convolvulus arvensis</i>	Fresa	16 a	5 a	27 a
	Estirpatore	0 c	0 b	0 c
	Erpice rotativo	4 b	0 b	12 b

Al contrario, l’estirpatore ha mostrato una evidente attività nel “ripulire” il suolo da specie perenni in seguito alla loro movimentazione in superficie seguita da rapido disseccamento dovuto a quell’elevato irraggiamento solare che è tipico dei periodi estivi.

Tabella 7. Struttura botanica della banca seme in termini di densità relativa % di dicotiledoni e graminacee (monocotiledoni) nell’orizzonte di suolo superficiale (0-15 cm) prima e dopo la stagione di interventi di false semine. I valori delle varie tipologie di intervento sono stati raggruppati in quanto statisticamente analoghi tra loro. L’elevata significatività (**= $p < 0,01$) è riferita alla densità relativa dei due raggruppamenti floristici prima e dopo la stagione di false semine.

Raggruppamento botanico	Banca seme (densità relativa %)		Significatività
	Prima sperimentazione	Dopo sperimentazione	
Dicotiledoni	78	96	**
Graminacee	22	4	

Altra aspetto floristico importante da verificare è l'effetto che le false semine esercitano sulla composizione botanica raggruppata in dicotiledoni e graminacee (monocotiledoni) della banca seme residua rilevata nell'orizzonte superficiale.

La tabella 7 mostra l'incidenza delle graminacee, nello strato di suolo più superficiale (0-15 cm), prima e dopo la dinamica di interventi di falsa semina. Come si può osservare, l'iniziale composizione dello è formato da circa il 20% di semi di graminacee che tende a ridursi a meno del 5% al termine del periodo di sperimentazione.

DISCUSSIONE

I risultati della diminuzione della banca seme illustrati nella tabella 3 evidenziano una interessante efficacia agronomica delle “false semine” effettuate. Appare infatti un ottimo risultato agronomico aver ridotto la banca seme a circa 1/3 nei casi del ripetuto uso della fresa o dell'erpice rotativo. Queste operazioni infatti esercitano una frantumazione delle zolle di suolo decisamente maggiore rispetto all'estirpatore stimolando così l'arieggiamento e la germinazione dei semi. D'altra parte il risultato più evidente ed importante è l'impoverimento di semi in quell'orizzonte di suolo superficiale (tabella 4) dal momento che sarà quello che originerà nuove emergenze nella coltura successiva. Tale impoverimento superficiale implica la non inversione degli orizzonti di suolo, nella gestione della successiva coltura, per non dilapidare il vantaggio agronomico dovuto ad un depauperamento dei semi vitali nell'orizzonte di cruciale importanza nel modulare la dinamica di emergenza. L'adozione di minime lavorazioni consentirà di non riportare in superficie quella consistente banca seme che risulta “poco disturbata” in quanto poco sensibile agli interventi di “false semine” effettuati. Ciò si è verificato in seguito alle condizioni di ipossia che tipicamente si creano all'aumentare dell'interramento (Benvenuti, 2003) e ciò ha in pratica impedito un effetto di “bonifica malerbologica” negli strati più profondi. L'induzione alla germinazione è risultata particolarmente evidente in specie con semi poco dormienti come *Sinapis arvensis* e *Lolium multiflorum* evidenziando di non avere le basi fisiologiche che consentono ai semi interrati di acquisire longevità e persistenza nel tempo (Gallagher *et al.*, 2006). Di notevole importanza è inoltre l'analisi dei “calendari” di emergenza delle più diffuse infestanti.. I periodi di maggiore efficacia per quest'ultime specie sono quelli più precoci (aprile) evidenziando che è in questo periodo primaverile che queste specie sono meglio gestibili (tabella 5). Al contrario la *Portulaca oleracea* risulta “vulnerabile”, mediante le “false semine” nei periodi di piena estate. Condizioni favorevoli ad una emergenza nei periodi più caldi, seppur in modo più “diluito” durante l'estate, sono stati rilevati in specie come *Amaranthus retroflexus* ed *Echinochloa crus galli*.

Per quanto la fresa abbia mostrato dei buoni risultati è tuttavia emersa una non scontata “operatività primaverile” in seguito alle maggiori esigenze di “tempera” che questa attrezzatura essa implica. In marzo non è stato infatti possibile effettuare l'intervento previsto per un eccesso idrico che tuttavia non ha impedito una regolare operatività alle altre due modalità di intervento. Tuttavia, l'estirpatore non ha mostrato la stessa induzione alla germinazione dell'epicatura rotativa in quanto ha lasciato un terreno più grossolano (dati non mostrati). Tale maggiore zollosità ha, in altre parole, ridotto lo stimolo germinativo in quanto meno in grado di favorire quella diffusione gassosa che è alla base dello stimolo germinativo (Benvenuti, 2003). Nonostante questa minore efficacia nei confronti dei semi, l'estirpatore ha mostrato comunque una interessante azione nei confronti del “rinettamento” delle malerbe perennanti (tabella 6). Infatti, i passaggi con questo attrezzo hanno implicato una decisamente minore dinamica di sopravvivenza delle malerbe perenni. Al contrario le due malerbe perenni rilevate (*Convolvulus arvensis* e *Cirsium arvense*), quasi assenti nelle parcelle gestite con

l'estirpatore, hanno dato luogo a non trascurabili chiazze di infestazione nel caso dell'uso dell'erpice rotativo ed, ancor più, della fresa. Ciò è evidentemente in relazione alla moltiplicazione degli organi riproduttivi ipogei che, divisi dagli organi rotativi, sono stati quindi in grado di generare nuovi individui e di generare le sopraccitate "chiazze" di infestazione. Infine, indipendentemente dalla tipologia di "false semine" effettuate (tabella 7), il raggruppamento botanico più sottoposto ai positivi effetti di riduzione dello stock di semi superficiali (0-15 cm) è quello delle graminacee. Ciò evidenzia la buona gestibilità di questa famiglia botanica mediante la sperimentata "forzatura" germinativa nei periodi di maggiore suscettibilità a germinare. Ciò conferma che queste monocotiledoni tendono a formare una cosiddetta banca seme "transitoria" dovuta a semi poco dormienti e scarsamente longevi (Thompson e Grime, 1979).

CONCLUSIONI

Le "false semine" appaiono una importante strategia agronomica che potrà affiancare ai metodi meccanici "curativi" biologici e/o convenzionali anche una filosofia di gestione "preventiva" dell'infestazione. Del resto ciò non costituisce una vera scoperta ma piuttosto una riscoperta di quei periodi di quella ormai antica pratica del "maggese nudo" che oggi può merita di essere rivalutata. In conclusione, quella proposta non è una innovazione agronomica dedicata a quella rivalutazione di quelle antiche tradizioni rurali che rivestono un ruolo cruciale in termini di "sostenibilità" dei sistemi culturali di tipo biologico.

LAVORI CITATI

- Balesdent, J., Chenu C., Balabane M. 2000. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil and Tillage Research*, 53, 215-230.
- Baskin J.M., Baskin C.C., 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*, 14, 1-16.
- Benvenuti S., Macchia, M., Miele S., 2001. Quantitative analysis of emergence of seedlings from buried weed seeds with increasing soil depth. *Weed Science*, 49, 528-535.
- Benvenuti, S., 2003. Soil texture involvement in germination and emergence of buried weed seeds. *Agronomy Journal*, 95, 191-198.
- Benvenuti S., Macchia, M., 2006. Seedbank reduction after different stale seedbed techniques in organic agricultural systems. *Italian Journal of Agronomy*, 1, 11-22.
- Brown J.S., Venable D.L., 1986. Evolutionary ecology of seed-bank annuals in temporally varying environments. *American Naturalist*, 31-47.
- Crittenden S.J., Eswaramurthy T., de Goede R.G.M., Brussaard L., Pulleman M.M., 2014. Effect of tillage on earthworms over short-and medium-term in conventional and organic farming. *Applied Soil Ecology*, 83, 140-148.
- Gallagher R.S., Fuerst E.P., Basra, A.S., 2006. The ecophysiological basis of weed seed longevity in the soil. *Handbook of Seed Science and Technology*, 5, 521-557.
- Lamour, A., Lotz, L.A., 2007. The importance of tillage depth in relation to seedling emergence in stale seedbeds. *Ecological Modelling*, 201, 536-546.
- Masin, R., Loddo, D., Benvenuti, S., Otto, S., Zanin, G., 2012. Modeling weed emergence in Italian maize fields. *Weed Science*, 60, 254-259.
- Roger-Estrade J., Richard G., Caneill J., Boizard H., Coquet Y., Defossez P., Manichon, H., 2004. Morphological characterisation of soil structure in tilled fields: from a diagnosis method to the modelling of structural changes over time. *Soil and Tillage Res*, 79, 33-49.
- Thompson, K., Grime, J.P., 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *The Journal of Ecology*, 67, 893-921.