

ERBICIDI NATURALI PER UNA GESTIONE SOSTENIBILE DI ECOSISTEMI ANTROPIZZATI

S. BENVENUTI¹, M. MAZZONCINI, G. FLAMINI², P.L. CIONI²

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Ambientali e Agro-Ambientali, Università di Pisa, Via del Borghetto, 80, 56124 Pisa.

²Dipartimento di Farmacia, Università di Pisa, Via Bonanno 6, 56126 Pisa.

INTRODUZIONE

La crescente esigenza di sistemi colturali eco-compatibili ha stimolato la ricerca di una gestione “non chimica” della flora infestante. Gli oli essenziali sono una categoria molto promettente sia di pesticidi naturali in generale che di erbicidi. I terpenoidi, in particolare i monoterpeni ed i sesquiterpeni, sono i fitochimici particolarmente attivi nel generare l’inibizione di germinazione e crescita delle infestanti (Benvenuti et al., 2017). La loro completa biodegradabilità assicura inoltre una loro assoluta compatibilità per l’ecosistema circostante al sito di applicazione. Al momento, l’affermazione agronomica degli erbicidi naturali ottenuti da oli essenziali solitamente estratti da specie aromatiche (menta, origano, timo etc.) o da agrumi (aranci, limoni, bergamotto etc.) è limitata dai costi elevati. Tuttavia molte specie spontanee hanno una buona concentrazione di queste sostanze e conseguentemente possono costituire una risorsa economicamente sostenibile di erbicidi naturali. Lo scopo della sperimentazione effettuata è stato quello di testare l’attività “*in vitro*” ed “*in vivo*” di oli essenziali utilizzando la biodiversità delle asteracee spontanee ampiamente disponibili nei vari ecosistemi.

Per procedere alle varie fasi sperimentali sono state raccolte 20 diverse specie della sopraccitata famiglia botanica allo stadio di fine fioritura. Le sommità fiorite sono state essiccate e sottoposte ad estrazione degli oli essenziali. Si è quindi proceduto sia alla valutazione della resa negli oli essenziali estratti che del potenziale produttivo per unità di superficie (m²) utilizzando in valori di biomassa (in sostanza secca) ottenuti dopo l’essiccazione in stufa delle piante raccolte. I test di valutazione “*in vitro*” dell’inibizione germinativa hanno preso in esame le 10 specie quantitativamente più promettenti come resa in oli essenziali. I test di inibizione di germinazione e crescita sono stati effettuati su 2 importanti malerbe: *Amaranthus retroflexus* e *Setaria viridis*. I test di germinazione sono stati effettuati in capsula Petri del diametro di 15 cm (2 cm di altezza) opportunamente dotate di carta da filtro (Whatman n. 1) per il mantenimento dell’umidità. Gli oli essenziali sono stati inseriti (mediante micropipette) su contenitori di vetro concavi (1 µl l⁻¹, 10 µl l⁻¹ e controllo con sola acqua distillata) in modo da saturare il volume interno delle capsule opportunamente sigillate mediante parafilm ed incubate alla temperatura di 25°C. I test “*in vivo*” sono stati effettuati su plantule germinate su piccoli vasi di 5 cm di diametro e di altezza di 7 cm utilizzando un comune substrato a base di torba. Alla comparsa dei cotiledoni e delle prime “foglie vere” le plantule sono state irrorate con una soluzione acquosa di oli essenziali (0, 10, 100 and 1000 mg L⁻¹). Il volume irrorato è stato standardizzato a 30 g m⁻², simulando una normale distribuzione di glifosate. La foto 1 sintetizza il protocollo sperimentale effettuato.



Foto 1. Fase di estrazione degli oli essenziali (A), di test di germinazione “*in vitro*” (B), fase di distribuzione degli oli essenziali in post-emergenza (C) ed effetto erbicida (sinistra) rispetto al controllo (destra) (D).

Nella tabella 1 sono illustrati i diversificati livelli di inibizione generati dalle più ricche di oli essenziali delle 20 specie testate (Foto 2). Mentre l’*Amaranthus retroflexus* è stato fortemente inibito da tutti gli oli essenziali già alla dose minore (10 µg L⁻¹) la *Setaria viridis* è risultata più tollerante a questa bassa concentrazione. Tuttavia anche questa specie ha mostrato una totale inibizione della germinazione a dosi superiori di oli essenziali (100 µg L⁻¹) ottenuti da *Artemisia annua* e *Xanthium strumarium* mostrando una ottima performance agronomica di questi fitochimici da *Achillea millefolium*, *Anthemis cotula* e *Artemisia verlotiorum* riducendo la germinazione della *Setaria viridis* intorno a circa il 20%. Sovrapponendo la potenzialità di resa in oli essenziali (dati non mostrati) e l’attività di inibizione germinativa i risultati più promettenti sono stati ottenuti dalle 2 specie di *Artemisia* e da *Xanthium strumarium*.



Foto 2. Elenco delle 20 specie utilizzate come potenziale risorsa di oli essenziali utilizzabili come erbicida naturale.

Tabella 1. Inibizione della germinazione delle 2 infestanti testate incubate in presenza di dosi crescenti di oli essenziali ottenuti da 10 diverse asteracee spontanee.

Weed	Plant source of ESSENTIAL OIL	Concentration ($\mu\text{g L}^{-1}$)		
		0	10	100
<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Achillea millefolium</i>	85 ± 6.5	6 ± 0.5	0
	<i>Anthemis cotula</i>		15 ± 0.9	5 ± 0.3
	<i>Artemisia annua</i>		0	0
	<i>Artemisia verlotiorum</i>		0	0
	<i>Bidens tripartita</i>		22 ± 2.2	7 ± 0.5
	<i>Helianthus tuberosus</i>		24 ± 2.4	0
	<i>Helicrysum italicum</i>		19 ± 1.8	0
	<i>Inula viscosa</i>		18 ± 1.6	0
	<i>Othanthus maritimus</i>		5 ± 0.4	0
	<i>Xanthium strumarium</i>		0	0
<i>Setaria viridis</i>	<i>Achillea millefolium</i>	77 ± 5.6	49 ± 4.4	18 ± 1.5
	<i>Anthemis cotula</i>		51 ± 4.9	21 ± 1.8
	<i>Artemisia annua</i>		32 ± 3.3	0
	<i>Artemisia verlotiorum</i>		35 ± 3.5	19 ± 1.2
	<i>Bidens tripartita</i>		74 ± 5.6	50 ± 4.2
	<i>Helianthus tuberosus</i>		72 ± 5.3	55 ± 4.5
	<i>Helicrysum italicum</i>		59 ± 5.2	35 ± 3.1
	<i>Inula viscosa</i>		60 ± 5.6	33 ± 3.0
	<i>Othanthus maritimus</i>		55 ± 5.1	24 ± 2.1
	<i>Xanthium strumarium</i>		22 ± 1.8	0

Nella tabella 2 è illustrata l'attività fitocida delle diverse dosi di oli essenziali ottenuti dalle 5 asteracee più promettenti (in relazione ai sopraccitati test "in vitro") sulle 2 malerbe irrorate a 2 diversi stadi fenologici. Come si può osservare l'effetto delle 2 specie del genere botanico *Artemisia* e lo *Xanthium strumarium* sono risultate decisamente apprezzabili già alle dosi più basse nel caso dello stadio fenologico cotiledonare anche se talvolta seguito da resilienza. Alla dose maggiore l'effetto è stato "risolutivo" (privo di resilienza) anche nel caso dello stadio fenologico della "terza foglia vera". È evidente l'azione erbicida di contatto la cui resilienza risulta in funzione sia della dose distribuita che dello stadio fenologico delle malerbe testate.

Tale efficacia di prodotti naturali estratti da specie spontanee desta ottimismo non solamente sotto un profilo agronomico per la sopraccitata efficacia agronomica ma anche dal punto di vista economico. Si tratta infatti di piante "rustiche" la cui eventuale coltivazione presuppone scarse esigenze agronomiche e quindi costi di produzione sostenibili. Non richiedono, ad esempio, particolari spese sia sotto un profilo idrico che nutrizionale.

La reale applicazione di questi prodotti potrà essere effettuata non solo per il controllo delle infestanti in sistemi colturali biologici ma anche per la gestione della flora infestante dell'ecosistema urbano dal momento che in questo caso la presenza dell'uomo assume un ruolo cruciale per poter sostituire questi prodotti a quelli di origine sintetica oggi ancora largamente considerati "convenzionali". Un ulteriore settore di applicazione potrà essere quello di una progressiva sostituzione del glifosate, nonostante la sua spiccata efficacia fitocida e il suo basso costo, nell'attività vivaistica. L'idea di sostituire e/o affiancare nuovi prodotti naturali a questo indiscusso "leader" è infatti una delle sfide agronomiche dell'immediato futuro.

Tabella 2. Attività fitocida dei 10 diversi oli essenziali testati in “post-emergenza” sulle 2 malerbe selezionate.

Infestanti	Specie da cui sono stati estratti gli oli essenziali	Stadio fenologico	Concentrazione (mg L ⁻¹)		
			10	100	1000
<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Achillea millefolium</i>	Cotiledonare	•	•••	•••
	<i>Artemisia annua</i>		••	•••	•••
	<i>Artemisia verlotiorum</i>		•	•••	•••
	<i>Othanthus maritimus</i>		•	•••	•••
	<i>Xanthium strumarium</i>		••	•••	•••
	<i>Achillea millefolium</i>	Terza foglia vera	•	••	•••
	<i>Artemisia annua</i>		•	••	•••
	<i>Artemisia verlotiorum</i>		•	••	•••
	<i>Othanthus maritimus</i>		•	••	•••
	<i>Xanthium strumarium</i>		•	•••	•••
<i>Setaria viridis</i>	<i>Achillea millefolium</i>	Cotiledonare	•	••	•••
	<i>Artemisia annua</i>		••	•••	•••
	<i>Artemisia verlotiorum</i>		•	••	•••
	<i>Othanthus maritimus</i>		•	••	•••
	<i>Xanthium strumarium</i>		••	•••	•••
	<i>Achillea millefolium</i>	Terza foglia vera	•	••	•••
	<i>Artemisia annua</i>		•	••	•••
	<i>Artemisia verlotiorum</i>		•	••	•••
	<i>Othanthus maritimus</i>		•	••	•••
	<i>Xanthium strumarium</i>		••	•••	•••

Tossicità: •= assente o trascurabile, ••= evidente ma seguita da resilienza, •••= totale.

I risultati ottenuti appaiono quindi promettenti per poter ipotizzare una filiera agronomica dedicata alla coltivazione di specie erbacee per la produzione di erbicidi naturali. E' sorprendente la possibilità di eliminare “erbacce” utilizzando altre “erbacce” (Foto 3). D'altra parte la spiccata rusticità di queste specie spontanee garantisce una loro produttività in biomassa ed oli essenziali anche a bassi input agronomici. In conclusione la vasta gamma di informazioni sui meccanismi di allelopatia, scientificamente molto interessanti trovano una reale applicazione come erbicidi naturali di post-emergenza. In sintesi gli oli essenziali sono una concreta opportunità di innovazione agronomica dedicata alla gestione della flora spontanea sia dei vari agroecosistemi che dell'ecosistema urbano. A tal fine sono in corso ulteriori sperimentazioni indirizzate a valutare l'effettiva applicabilità degli oli essenziali come erbicida naturale cercando di validare non solamente il risultato agronomico di tali prodotti ma anche la loro sostenibilità economica.



Foto 3. Asteracee risultate più promettenti: *Artemisia annua* (A), *Artemisia verlotiorum* (B), *Xanthium strumarium* (C).

LAVORI CITATI

Benvenuti, S., Cioni, P. L., Flamini, G., & Pardossi, A. (2017). Weeds for weed control: Asteraceae essential oils as natural herbicides. *Weed research*, 57(5), 342-353.