

A. PATRUNO¹, L. CAVAZZA¹ e C. CAMPAGNA²

¹ Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee, Università di Bologna

² Istituto di Entomologia «Guido Grandi», Università di Bologna.

Verifiche dell'influenza di un detersivo-insetticida su alcune proprietà fisiche del terreno

Da alcuni anni si rileva che, presso un elevato numero di aziende agrarie dell'Emilia-Romagna, è invalso l'uso di trattare i pereti con certi detersivi allo scopo di combattere *Psylla piri* L. (Rhynchota: Psyllidae). Si tratta di un uso che, seppure molto diffuso, è formalmente illegale, dato che questi detersivi non sono registrati come presidi sanitari da distribuire su frutti destinati all'alimentazione umana.

Il prodotto commerciale più usato in pratica a questo scopo è il Last (R) (nome registrato dalla SNIA CASA, S.p.A. di Roma). L'interesse per questo impiego di detersivi non è solo di natura scientifica, né tecnicamente limitato alla loro efficacia insetticida come tale, ma risiede soprattutto nella possibilità di combattere la Psilla con prodotti meno tossici per l'uomo e che non sembrano nocivi per altri insetti, inclusi i predatori.

Rinviando ad altro lavoro per quanto riguarda il problema entomologico, si è voluto, per quanto riguarda l'oggetto di questa ricerca, estendere l'esame ad un aspetto collaterale dell'impiego di questo detersivo, precisamente all'eventuale alterazione che il continuato uso di sostanze così fortemente tensioattive come i detersivi potrebbe provocare sulle caratteristiche fisiche, specialmente quelle idrologiche, del terreno agrario.

MATERIALI E METODI

Per una prima parte della ricerca si utilizzarono le parcelle di una prova di confronto in campo tra due criteri di lotta a *P. piri* consistenti l'uno nell'impiego dell'insetticida più comunemente utilizzato a questo scopo, l'Amitraz, e l'altro nell'impiego del tensioattivo anionico Last, la cui composizione risulta essere: dodecilbensolfonato di sodio 12%; urea 8%; ammidi 2%; solfato di sodio 70%; umidità 8%. La prova fu condotta nell'Azienda centrale della Cooperativa Massarenti di Molinella (BO) su pereto di 17 anni con la cv. «Butirra Hardy» allevata a palmetta, e fu seguita dall'Istituto di Entomologia «G. Grandi» dell'Università di Bologna. L'area parcellare era di 0,45 ha con due ripetizioni ma

con disposizione sistematica delle parcelle, del che si è dovuto tener conto in fase di analisi statistica dei dati; più in particolare le due ripetizioni di uno stesso trattamento risultavano effettuate su filari in successione. Le due varianti confrontate furono:

- a) due trattamenti (nelle epoche tecnicamente più idonee a colpire la prima generazione di neanidi e cioè il 27.5. ed il 25.6. 1982) con Amitraz e precisamente, ogni volta, con 16,7 hl/ha di soluzione di 300 g/hl di prodotto insetticida (simbolo I);
- b) due trattamenti (in epoca diversa dalle precedenti, in quanto tecnicamente più idonea al «lavaggio» della melata, e cioè il 2.7 ed il 10.7.1982) con Last in forma liquida (questa forma permette di ridurre notevolmente la formazione di schiuma in fase di preparazione) e precisamente ogni volta con 26,7 hl/ha di soluzione di 200 g/l di detersivo (simbolo D) come prodotto commerciale.

In questa nota non si fa cenno agli aspetti entomologici dell'esperimento. Il 1.7, giorno precedente il primo trattamento con detersivo, ed il 5.10, immediatamente prima della lavorazione successiva all'ultimo trattamento, sono stati prelevati dalla stessa superficie del terreno (spessore 5 cm) 4 campioni per ogni parcella e precisamente 2 ad 1/3 e 2 ai 2/3 della lunghezza della parcella, e per ciascuna di queste coppie: uno sull'interfila centrale della parcella, a metà tra due alberi, e l'altro lungo l'asse dell'interfilare adiacente. I campioni di terreno sono stati poi seccati all'aria e sottoposti ad esame della stabilità di struttura all'acqua.

In una seconda parte della ricerca si operò in laboratorio su una certa massa di terreno prelevata nell'interfilare di una parcella non trattata con detersivo, dallo stesso campo della prova precedentemente descritta. Lotti di questo terreno, seccato all'aria e passato al setaccio di 2 mm, ciascuno equivalente a 0,5 kg di terreno completamente secco, furono uniformemente trattati con dosi diverse, crescenti in ragione geometrica, di Last (prodotto commerciale) e precisamente con 25 cm³ per lotto di soluzione alle concentrazioni di 1,24 - 3,80 - 11,44 - 34,28 - 102,85 g/l in acqua distillata, oltre ad un testimone trattato con sola acqua. Questa serie di dosi ha per ragione 3 ed il termine intermedio è pari ad una concentrazione dello 0,57‰ di prodotto commerciale nel terreno secco, e corrisponde ad una somministrazione complessiva abbondante di Last (20 kg ha⁻¹ anno⁻¹) con l'ipotesi che tutta questa quantità resti accumulata subito dopo l'ultimo trattamento entro i primi 3 mm superficiali del terreno (ipotesi molto pessimistica). Il trattamento più diluito corrispondente ad 1/9 di questa dose e quello più concentrato a 9 volte questa dose. L'incorporazione dei liquidi nel terreno è stata effettuata mediante pompa irroratrice, rimescolando accuratamente con cucchiaio i 500 g di terreno dopo ogni erogazione di circa 3 cm³. Dopo il trattamento i vari lotti furono lasciati seccare all'aria per due settimane prima di essere sottoposti alle varie determinazioni di laboratorio.

Le determinazioni di stabilità di struttura all'acqua sono state effettuate,

per i campioni sia della prova di campo che di quella di laboratorio, su materiale setacciato con diametro compreso tra 1 e 2 mm, ripetendo due volte ogni determinazione. Si adottò il metodo di Tiulin-Meyer modificato e combinato con quello di Hénin, che prevede la ripetizione della determinazione su tre sottocampioni, uno tal quale e gli altri sottoposti a pretrattamenti con alcool e con benzene. L'indice di stabilità di struttura è stato calcolato (Cavazza, 1981) come rapporto percentuale tra residuo aggregato (frazione rimasta sul setaccio dopo l'oscillazione in acqua e detratta della sabbia grossa⁽¹⁾) e materiale agglomerabile (quantità totale del campione detratta della sabbia grossa).

Circa i parametri idrologici, sui soli campioni della prova di laboratorio fu determinato il potere di ritenzione dell'acqua ai potenziali di $-0,1$ bar e di -15 bar (metodo della camera a pressione a piastra, per il potenziale più alto, ed a membrana per l'altro) valori corrispondenti, all'incirca, rispettivamente alla capacità idrica di campo ed al coefficiente di avvizzimento. Queste determinazioni furono ripetute su due sottocampioni prelevati da ogni lotto di terreno trattato.

L'analisi statistica dei dati ottenuti nella prova di laboratorio fu effettuata secondo lo schema a randomizzazione completa. Nell'isolamento di alcune componenti polinomiali, si è operato tanto tenendo rigorosamente separato il testimone non trattato, quanto assumendo in prima approssimazione che il testimone avesse efficacia paragonabile ad una dose pari ad $1/3$ di quella minima trovata e perciò di circa 21 ppm sul terreno secco. Circa i dati di campo, a causa della mancata randomizzazione dei trattamenti, si sono considerate come unico parcellone le due parcelle costituite dalle due ripetizioni; l'effetto dei trattamenti risultò, pertanto, senza ripetizioni. All'interno dei parcelloni si distinsero gli effetti, per loro natura sistematici, di posizione lungo l'asse del parcellone (questo effetto assorbì l'effetto dei blocchi inizialmente predisposti) e del confronto filare/interfilare. Questi due effetti erano tra loro e con i trattamenti nella relazione tipica di uno schema a parcelle incrociate (split-block sec. Steel e Torrie, criss-cross sec. Pearce); essi furono saggiati rispetto alle rispettive componenti dell'interazione con i trattamenti. Tutti i fattori in esame furono considerati «fissi». L'analisi statistica è stata effettuata sulle medie delle due determinazioni per campione e separatamente per i tre pre-trattamenti.

RISULTATI

Per quanto riguarda la prova di campo, la stabilità di struttura è risultata in media significativamente maggiore nel terreno lungo i filari rispetto a quello della mezzeria dell'interfilare (53,4% contro 34,9% senza pretrattamento; MDS: 9,5 per 0,05 P) e ciò verosimilmente per maggiore efficacia dei cementi organi-

⁽¹⁾ La sabbia grossa è stata ottenuta dopo lavaggio e disgregazione tra le dita, sotto un getto d'acqua, del materiale proveniente dall'oscillazione in acqua su setaccio con fori di 0,2 mm e successivo essiccamento in stufa a 105 °C.

ci (indice di stabilità del 16,1% contro 7,0%, MDS: 3,8 per 0,05 P in seguito a trattamento con benzene), più che per altre cause fisiche o chimico-fisiche (differenza non significativa tra 79,1% e 72,8% dopo trattamento con alcol); questo effetto sembra attribuibile alla maggior quantità di residui vegetali accumulatisi lungo il filare, alle minori lavorazioni quivi effettuate e ad una certa protezione dall'azione battente delle piogge, esercitata dalla chioma degli alberi. Non significativa è risultata in generale l'influenza della posizione lungo l'asse della parcella come, oltre che di scarso interesse, quella media tra le due epoche di prelevamento dei campioni.

È invece importante rilevare che la differenza media tra il parcellone trattato con Last (43,5% di stabilità su campioni non pretrattati) e quello trattato con Amitraz (44,8%) non risulterebbe significativa nemmeno se saggiata rispetto all'interazione di 3° ordine tra tutti i fattori considerati, che pure non può essere presa come valido termine di confronto data la mancanza di ripetizioni; con più forte ragione si ha motivo di non ritenere importante, ammesso pure che ci sia, la differenza di effetto tra i due trattamenti.

Dai dati di stabilità di struttura del terreno, ottenuti nella prova di laboratorio, l'influenza della dose di Last non è risultata significativa né su campioni tal quali (36,8 del testimone contro 36,3 della dose più alta) né su quelli pretrattati con alcol (67,8 contro 69,3), mentre molto importante e statisticamente significativa (allo 0,01 P) è risultato questo effetto sui campioni pretrattati con benzene (fig. 1; MDS: 4,23 per 0,01 P). Ciò potrebbe suggerire che il Last, seppure solo a dosi eccezionalmente elevate e assolutamente non riscontrabili nella pratica, rafforzi favorevolmente la funzione cementante della materia umica nel terreno, ma si potrebbe anche e più semplicemente pensare che il detersivo, all'atto della determinazione (immersione in acqua del campione pretrattato) operi alle interfacce tra materia organica, benzene ed acqua, in modo da ridurre l'attesa azione dirompente sui grumi, lasciando interporre l'acqua tra benzene e materia organica.

Se si considerano le caratteristiche idrologiche dei terreni trattati, si rileva (fig. 2; interazione «dosi di Last x potenziali» molto significativa) che, mentre l'umidità trattenuta al potenziale di $-0,1$ bar (ossia, approssimativamente, alla capacità idrica di campo) tende ad aumentare un poco con le dosi più basse di detersivo e poi alle dosi più alte provate diminuisce, l'umidità a -15 bar (cioè pressappoco il coefficiente di avvizzimento delle piante mesofile), invece, prima diminuisce (minimo di 12,6% in corrispondenza di 190 ppm di detersivo) e poi comincia rapidamente ad aumentare, continuando a salire sino all'ultima dose provata (differenza di 4,90% tra il minimo ed il massimo osservati; MDS: 3,18 allo 0,05 P).

A questa interazione (particolarmente grande e molto significativa è l'interazione tra componente quadratica della dose di detersivo per potenziali dell'acqua) corrisponde una variazione dell'acqua disponibile massima (ADM) del terreno (valutabile come differenza tra le umidità ai due potenziali provati) al variare della dose di detersivo. Dalla fig. 3 si rileva che l'A.D.M. cresce col crescere

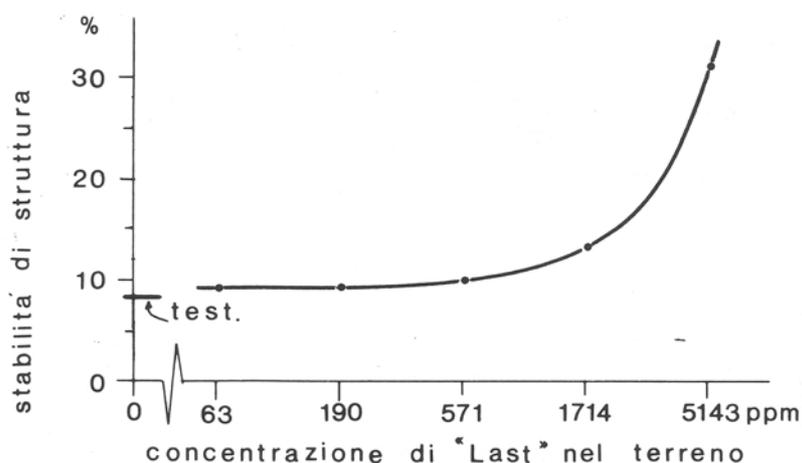


Fig. I - Influenza delle dosi di «Last» sulla stabilità di struttura in campioni pretrattati con benzene. Scala logaritmica in ascissa.

delle dosi sino a circa 190 ppm di detersivo, per poi decrescere. È interessante notare che, con dosi verosimilmente rinvenibili nelle condizioni pratiche, si possa trovare un aumento dell'A.D.M. dal 12,6 al 16,5 cioè del 3,9% di umidità in % del terreno secco, pari ad un aumento di quasi un terzo (+31,1%) della capacità idrica utile del terreno non trattato.

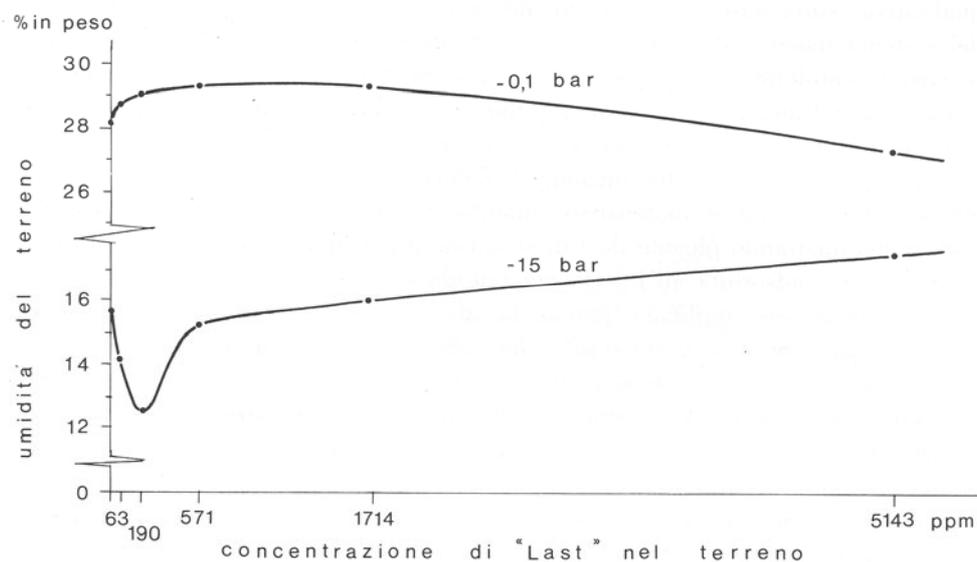


Fig. II - Influenza delle dosi di «Last» sull'umidità del terreno rispettivamente a $-0,1$ bar (approssimativamente capacità idrica di campo) ed a -15 bar (coefficiente di avvizzimento convenzionale).

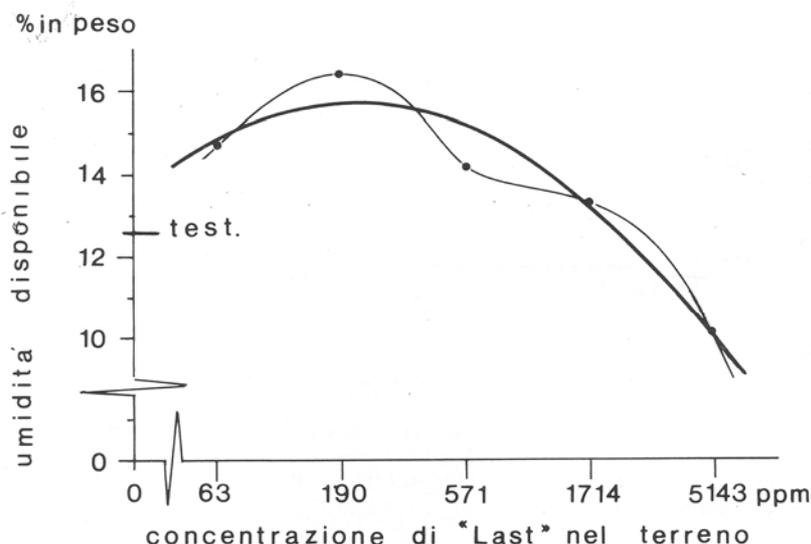


Fig. III - Influenza della dose di «Last» sull'acqua disponibile massima del terreno. Scala logaritmica in ascissa. Linea sottile = adattata ad occhio; linea spessa = parabola adattata mediante calcolo di regressione (vi si è attribuita la conc. di 21 ppm al testimone).

DISCUSSIONE

Un'interpretazione delle manifestazioni ora descritte può essere fatta, in via qualitativa, sulla base del teoricamente ben noto comportamento di detersivi e del sistema fisico costituito dal terreno. Si considererà la classica formula del potenziale capillare: $\psi_{pc} = 2\gamma \cos \alpha / rgQ_l$ in cui γ è la tensione superficiale del liquido; α è l'angolo di contatto liquido-solido alla separazione di queste due fasi con l'aria; r è il raggio del poro; g l'accelerazione di gravità e Q_l la massa volumica dell'acqua. La dissoluzione di detersivo nell'acqua modifica tanto il γ abbassandolo (sostanza ipotensiva), quanto α , diminuendolo (azione «bagnante»). Somministrando piccole dosi di sostanza attiva, questa si ripartisce tra fase liquida e fase adsorbita all'interfaccia liquido-solido in rapporto che cresce col crescere della dose applicata (perché la fase adsorbita procede verso la saturazione). In particolare si può pensare che sulle porzioni più idrofile delle superfici del terreno (p. es. le non abbondanti cariche negative agli spigoli dei foglietti di argille) le molecole polari del detergente vengano adsorbite fissandosi per l'estremo idrofilo e perciò occupando il sito precedentemente idrofilo ed esponendo all'esterno il proprio estremo idrofobo; ci sarebbe così da attendersi una diminuzione di adsorbimento di acqua, che spiegherebbe l'iniziale abbassamento dell'umidità a -15 bar in fig. 2.

Sulla porzione meno idrofila della superficie solida, invece, spesso costituita da materia umica molto stabile, il detergente opera rendendo queste superfici bagnabili (le molecole sarebbero adsorbite in senso opposto) e perciò ne risulta

aumentata l'estensione del velo d'acqua ricoprente il terreno; sull'acqua prevalentemente contenuta in pori e non in veli, poi, il contemporaneo abbassamento dell'angolo di contatto α fa aumentare rapidamente, tendendo a portarlo vicino ad 1, il termine $\cos \alpha$ dell'espressione prima citata e permettendo così il riempimento di molti pori più grossi. Ci si deve attendere, pertanto, che queste manifestazioni siano più evidenti a dosi piuttosto grandi di detersivo (p. es. tratto successivo a quello iniziale nella curva a -15 bar e prima parte della curva a -0,1 bar in fig. 2) con effetto favorevole del detersivo sull'umidità del terreno.

Col crescere della dose di detersivo aumenta poco la quota adsorbita (e perciò le manifestazioni ora considerate), mentre aumenta di più la quota in soluzione; ancora più rapidamente cresce la concentrazione del detersivo all'interfaccia acqua-aria (adsorbimento positivo superficiale) e perciò decresce la tensione superficiale del liquido (γ). Ciò riduce il potenziale capillare a parità di umidità, e perciò, a parità di potenziale, l'equilibrio si realizza ad umidità più bassa (solo pori più piccoli riescono a trattenere acqua a questo potenziale). Ci si deve attendere, perciò, che, specie ad elevati potenziali dell'acqua, a cui prevale l'effetto capillare (curva a -0,1 bar in fig. 2) l'umidità trattenuta tenda gradualmente a diminuire col crescere della dose di detersivo, come infatti si verifica. L'andamento della curva in fig. 3 è la logica conseguenza di questa interpretazione.

È noto che, quando grumi di terreno secco vengono bruscamente a contatto dell'acqua, si hanno manifestazioni di sgretolamento del grumo stesso dovute alla compressione di aria da parte dell'acqua attratta nei pori del terreno. Una riduzione della tensione superficiale del liquido (come è realizzata dal pretrattamento con alcol, secondo Hénin) riduce perciò questa azione e rende più stabili gli aggregati del terreno. Una tale azione del detersivo usato, insieme alla possibilità che questo possa favorire il bagnamento delle superfici umiche idrofobe entro il terreno, sembrano spiegare soddisfacentemente l'aumento di stabilità registrato in fig. 1 alle maggiori concentrazioni di detersivo, anche se solo sui campioni pretrattati con benzene e resi così più esposti a entrambi questi meccanismi.

CONCLUSIONI

Tanto dalla prova di campo, di carattere orientativo, quanto dall'esperimento di laboratorio non emergono motivi di preoccupazione circa l'azione sul terreno dei trattamenti con Last applicati come mezzo di lotta contro *P. piri* L. Anche con le concentrazioni più elevate applicabili in pratica e supponendo il prodotto dell'intera annata accumulato in uno strato superficiale di soli 3 mm di terreno, senza alcuna decomposizione né dilavamento, ipotesi del tutto improbabile, non c'è da attendersi alcuna alterazione delle proprietà fisiche del terreno. A queste concentrazioni, anzi, le prove di laboratorio indicano un netto miglioramento della capacità di ritenzione di acqua utile nel terreno, seppure ciò sia del tutto privo di valore pratico per l'esiguità dello spessore del terreno interessato. Solo se accidentalmente grandi quantità di detersivo, per es. oltre il 2‰ in peso del

terreno, venissero versate sul terreno stesso, si potrebbe avere una certa riduzione di detta capacità di ritenzione (come massimo di acqua disponibile), ma forse anche un qualche miglioramento della stabilità di struttura del terreno all'azione dell'acqua.

Gli effetti delle varie dosi di detersivo sull'umidità trattenuta dal terreno ai due potenziali dell'acqua di $-0,1$ bar e -15 bar, così come sulla struttura del terreno, risultano facilmente interpretabili in base alle note proprietà dei detersivi, al loro comportamento in soluzione acquosa, alle caratteristiche delle superfici dei solidi costituenti il terreno agrario, ai processi di sgretolamento degli aggregati terrosi.

RIASSUNTO

Si è studiata l'influenza dei trattamenti con un detersivo commerciale, «Last», usato come insetticida nei confronti di *Psylla Pyri* L. (Rhynchota, Psyllidae), sulla stabilità di struttura e sulla curva di ritenzione del terreno.

Non si sono riscontrate differenze significative sulla stabilità di struttura nelle prove di pieno campo. Nelle prove di laboratorio l'acqua disponibile è leggermente aumentata con dosi relativamente basse del prodotto; con dosi più alte del 2% (non impiegate nella pratica), si è avuto un leggero decremento dell'acqua disponibile, ma la struttura è risultata leggermente più stabile.

Effect of a detergent-insecticide on some physical soil properties

SUMMARY

Experiments were carried out to observe the effect of treatments with a commercial detergent, «Last», used as an insecticide against *Psylla piri* L., on soil structure stability and moisture retentivity of soil.

No significant differences were detected on soil structure stability in an open field trial. In laboratory tests the retention of available moisture increases somewhat at relatively low treatment rates; at the unpractical rates higher than 2% a slight decrease of available water occurs, but a somewhat more stable soil structure.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- CAVAZZA L., 1981. - Fisica del terreno agrario. - Ed. UTET.
HENIN S., GRAS R. e MONNIER G., 1973. - Trad. in ital. da Zanini E.: Il Profilo colturale. - Edagricole, Bologna.
STEEL R.G.D. e TORRIE J.H., 1980. - Principles and procedures of statistics. 2^a ED. - Ed. McGraw-Hill Kogakusha LTD.