

Laboratorio di Nematologia Agraria del C.N.R. - 70126 Bari, Italia

DISTRIBUZIONE VERTICALE E PERSISTENZA
DELL'1,3 DICLOROPROPENE IN TRE TIPI DI TERRENO
DELL'ITALIA MERIDIONALE (1)

di

M. BASILE e F. LAMBERTI (2)

La distribuzione dell'1,3 dicloropropene (1,3-D) nel terreno, in differenti situazioni, e la persistenza di questo composto e dei suoi prodotti di degradazione sono state studiate da vari autori (Hannon *et al.*, 1963; Castro e Belser, 1966; Williams, 1968; Leistra, 1970 e 1971; McKenry e Thomason, 1974; Van Dijk, 1974; McKenry e Thomason, 1976; Roberts e Stoydin, 1976; Baines *et al.*, 1977). Tuttavia, benché i nematodici a base di 1,3-D siano largamente impiegati in Italia, ben poco è noto sulla distribuzione e persistenza nei terreni italiani dei due isomeri, *cis* e *trans*, che questo prodotto compongono.

In prospettiva di una più razionale ed economica utilizzazione di questi composti da parte degli agricoltori, nella lotta contro i nematodi fitoparassiti, si è pensato utile iniziare degli studi intesi a determinarne la distribuzione verticale e la velocità di scomparsa, in relazione all'epoca ed alla dose di somministrazione, in tre località di Puglia e Basilicata con caratteristiche pedologiche differenti.

(1) Vertical distribution and persistence of 1,3 dichloropropene in three soil types in Southern Italy.

(2) Si porgono vivi ringraziamenti ai Sig.ri A. Brandonisio, F. Elia e V. A. Melillo per la collaborazione prestata durante il corso delle prove.

MATERIALI E METODI

Le caratteristiche fisiche del terreno costituente i campi, tutti in località in cui i trattamenti nematocidi vengono eseguiti con una certa frequenza a causa dei problemi fitopatologici ivi esistenti, sono riportate nella Tabella I.

Tab. I - *Caratteristiche fisiche dei terreni utilizzati per lo studio della distribuzione verticale e della persistenza dell'1,3 dicloropropene.*

Tipo di terreno	pH	Argilla < 2 μm (%)	Limo 2-20 μm (%)	Sabbia 20 μm -2 mm (%)	Sostanza organica (%)
Terreno sabbioso di Margherita di Savoia (FG)	7,50	0	0	100	1,05
Terreno sabbioso-limoso di Policoro (MT)	7,00	17,26	35,89	46,85	2,07
Terreno sabbioso-argilloso di S. Pietro Vernotico (BR)	7,76	30,26	15,26	54,48	1,66

In ogni località sono stati preparati due campi uguali. Ciascun appezzamento è stato suddiviso in parcelle di 2 x 2 m, distribuite a caso in quattro blocchi, con un intervallo interparcellare di 50 cm e con uno spazio tra i blocchi di 75 cm. I trattamenti sono stati effettuati distribuendo il prodotto con palo iniettore in fori disposti in quadro, alla distanza di 30 cm l'uno dall'altro, ed alla profondità di 15-17 cm. Le dosi di applicazione per tutti e tre i tipi di terreno sono state di 200, 300 e 500 l/ha di prodotto commerciale, costituito da una miscela in parti eguali di 1,3 dicloropropene e 1,2 dicloropropano. Quattro parcelle non trattate sono state lasciate per testimone. Al fine di verificare l'influenza della temperatura sulla scomparsa del fumigante i trattamenti, nei due campi adiacenti di ciascuna località, sono stati effettuati, alle dosi sopra riportate, in due epoche differenti. In un campo, infatti, le prove sono state condotte in estate (con trattamenti in agosto 1975), nell'altro in inverno (con trattamenti in gennaio 1976). All'atto del trattamento in agosto, nei diversi appezzamenti, la temperatura dello strato superficiale del terreno, tra 0 ÷ 25 cm di profondità, variava tra 25 e 30° C e tra 20 e 27° C a 25 ÷ 50 cm. Quando, invece, il trattamento è stato effettuato in gennaio le temperature del terreno oscillavano tra 5 e 8° C a 0 ÷ 25 cm e tra 8 e 12° C a 25 ÷ 50 cm. L'umidità del terreno, al momento del

trattamento in agosto, era di 0,8, 4 e 2,5% rispettivamente per la sabbia, per il terreno sabbioso-argilloso e per quello sabbioso-limoso e vicino alla saturazione, per tutti e tre i campi, quando il prodotto è stato somministrato in gennaio. Tutte le parcelle trattate e non, subito dopo i trattamenti estivi, sono state innaffiate in modo da bagnare uno strato superficiale di 2 mm per creare una crosta protettiva che impedisse al D-D di disperdersi nell'atmosfera. Nelle tre località, nei mesi invernali, prima e dopo i trattamenti si sono avute abbondanti precipitazioni, circa 70 mm di pioggia per mese.

Dopo 4, 11, 18, 25, 32, 62, 92, 122, 152 e 182 giorni dal trattamento, da ciascuna parcella sono stati prelevati campioni di terreno a due profondità: 0 ÷ 25 e 25 ÷ 50 cm. Ogni prelievo è stato effettuato lungo le pareti di una buca del diametro di 30 cm, scavata in posizione differente sulla stessa parcella, ad ogni campionamento.

Da ciascun campione di terreno (circa 1 kg), immediatamente immesso e miscelato in un sacchetto di plastica, è stato separato, non appena raccolto, un subcampione di 250 g, al quale, posto in beuta di vetro neutro a collo smerigliato, del volume di 500 ml, sono stati successivamente aggiunti 250 ml di acqua bidistillata fredda (Renzoni *et al.*, 1976). Le beute così preparate sono state riposte in contenitori atermici portatili contenenti ghiaccio secco e trasportate in laboratorio dove sono state conservate in frigorifero sino al momento dell'estrazione e successiva determinazione, effettuata per via gas-cromatografica col metodo descritto da Renzoni *et al.*, (1976), nel giro di 48 ore dal prelievo.

Le quantità di 1,3 dicloropropene cis e trans, determinate fino al limite di rilevazione che, con l'apparecchio adoperato, è stato di 0,002 µg/g di terreno umido, sono state espresse in µg/g di terreno umido. L'effetto dei fattori epoca e dose di somministrazione e profondità e tempo di prelievo e di quello dell'interazione tra loro sulla concentrazione dei due isomeri dell'1,3 dicloropropene presente nel terreno è stato analizzato statisticamente con il metodo dei fattoriali (Lison, 1961).

RISULTATI E DISCUSSIONE

La distribuzione e la persistenza del cis e trans 1,3 dicloropropene nelle varie situazioni considerate sono indicate nelle figure 1, 2 e 3.

Dalla Fig. 1 si deduce l'effetto dell'epoca di somministrazione del fumigante sulla sua scomparsa in terreno sabbioso. La concentrazione dei due isomeri che costituiscono la fase attiva del prodotto scende al di sotto di $0,002 \mu\text{g/g}$ di terreno umido dopo due settimane dal trattamento, nella prova estiva, mentre nel campo sottoposto a fumigazione invernale si mantiene a livelli più alti per oltre due mesi, sino a raggiungere il valore minimo rilevabile al 92° giorno dal trattamento. L'andamento delle curve concentrazione-epoca di

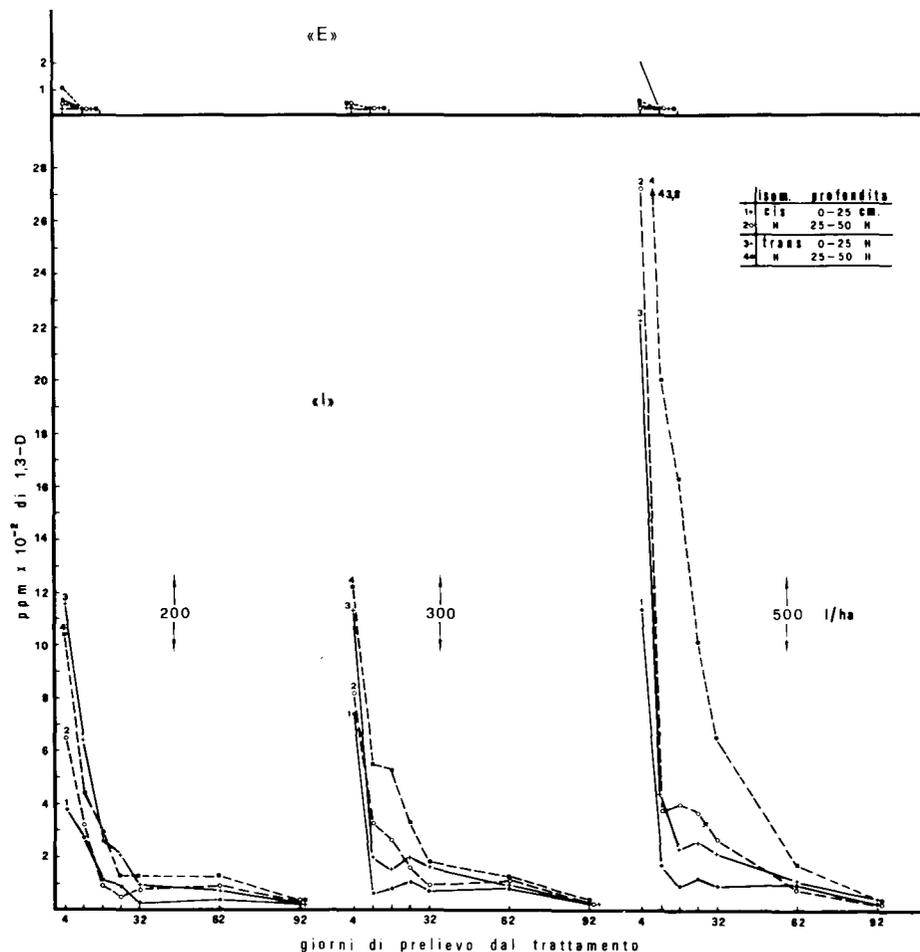


Fig. 1 - Distribuzione verticale e persistenza dell'1,3-D in un terreno sabbioso in agro di Margherita di Savoia (FG); « E », somministrazione in estate; « I », somministrazione in inverno.

campionamento, lineare per la prova estiva, assume un andamento simile ad una iperbole equilatera per il terreno fumigato in inverno; in esso la velocità di scomparsa dei due isomeri, rapidissima per tutte le dosi nel primo mese dopo il trattamento, si riduce notevolmente nei successivi due, sino a raggiungere il limite di concentrazione minima quantificabile (0,002 $\mu\text{g/g}$). Le temperature estive superiori ai 20° C e l'assenza di precipitazioni durante l'estate hanno favorito la rapida diffusione e dispersione del fumigante nel terreno sabbioso. I due isomeri si sono comportati in maniera simile sia per quanto riguarda la velocità di scomparsa che per quanto riguarda le quantità presenti alle due profondità rilevate (0 ÷ 25 e 25 ÷ 50), con valori di concentrazione più elevati nello strato più profondo. In questo tipo di terreno, da un punto di vista statistico, influenza significativa sulle concentrazioni dell'isomero cis viene esercitata dai fattori, epoca di trattamento, dosi di somministrazione, profondità ed epoca di campionamento e su quelle dell'isomero trans dagli stessi fattori tranne la profondità di campionamento (Tab. II). Nella stessa tabella sono riportati anche i valori di F e la significatività statistica relativi alle possibili interazioni.

Nella Fig. 2 sono rappresentate le curve concentrazione/epoca di campionamento nel terreno sabbioso-argilloso di S. Pietro Verotico. La persistenza dell'1,3-D è diversa per i due trattamenti eseguiti in epoche diverse, anche se le concentrazioni finali, a 92 giorni dal trattamento, si equivalgono. Solo nel terreno trattato in gennaio con la dose più elevata di D-D sono state rilevate, a 122 giorni dal trattamento, quantità non dosabili di 1,3-D. L'andamento di tutte le curve per entrambi gli isomeri è simile, con scomparsa rapidissima nel primo mese, e molto più lenta in seguito. Tuttavia la concentrazione rilevata nello strato profondo è risultata minore di quella dello strato superficiale, per la fumigazione invernale, mentre per il trattamento estivo essa è stata molto più bassa nello strato profondo solo per i primi 11 giorni, per diventare simile a quella degli strati più superficiali successivamente. I valori medi di concentrazione dei due isomeri cis e trans, rilevati nel terreno fumigato, in due epoche differenti, sono stati influenzati in maniera statisticamente significativa dalla profondità ed epoca di campionamento. Gli effetti, epoca di trattamento e dosi di somministrazione, sono risultati altamente significativi per la sola forma cis, mentre non lo sono per la forma trans. Tutte le interazioni tra i quattro effetti: dose ed epoca di trattamento e profondità ed epoca di campionamento non

Tab. II - *Distribuzione verticale e persistenza dell'1,3-D in tre tipi di terreno: cause di variazione e significatività statistiche dei dati relativi alle prove.*

Cause di variazione	F calcolato e significatività statistica					
	Isomero Cis 1,3-D			Isomero Trans 1,3-D		
	terreno sabbioso	terreno sabbioso-limoso	terreno sabbioso-argilloso	terreno sabbioso	terreno sabbioso-limoso	terreno sabbioso-argilloso
Epoca di trattamento	54,97**	27,19**	33,04**	35,90**	29,37**	1,93
Dosi di somministrazione	8,40**	10,28**	3,40*	3,19*	9,27**	2,67
Profondità di campionamento	5,20*	20,05**	23,92**	3,64	21,80**	5,42**
Epoca di campionamento	14,40**	12,28**	62,04*	12,00**	11,35**	23,21**
Epoca di trattamento x dose di somministrazione	7,93**	3,60*	4,88**	3,54*	4,77**	0,31
Epoca di trattamento x profondità di campionamento	5,87**	12,77**	0,36	3,64	16,12**	1,59
Epoca di trattamento x epoca di campionamento	12,23**	5,68**	11,40**	10,90**	6,12**	0,96
Dose di somministrazione x profondità di campionamento	3,90*	2,00	0,84	1,18	2,50	0,47
Dose di somministrazione x epoca di campionamento	2,13**	2,20*	1,28	1,90*	1,55	1,60
Profondità di campionamento x epoca di campionamento	0,76	4,11**	13,56**	1,09	3,69**	1,70*
Epoca di trattamento x dose di somministrazione x profondità di campionamento	4,33**	3,84*	0,72	1,27	2,27	0,07
Epoca di trattamento x dose di somministrazione x epoca di campionamento	1,87*	1,17	2,52**	1,90*	0,79	0,40
Epoca di trattamento x profondità di campionamento x epoca di campionamento	0,84	2,00*	0,96	1,00	2,72	0,14
Dose di somministrazione x profondità di campionamento x epoca di campionamento	0,60	0,97	0,68	0,54	0,74	0,39
Epoca di trattamento x dose di somministrazione x profondità di campionamento x epoca di campionamento	0,77	0,28	0,72	0,54	0,64	0,21

** Significativo per P = 0,01

* Significativo per P = 0,05.

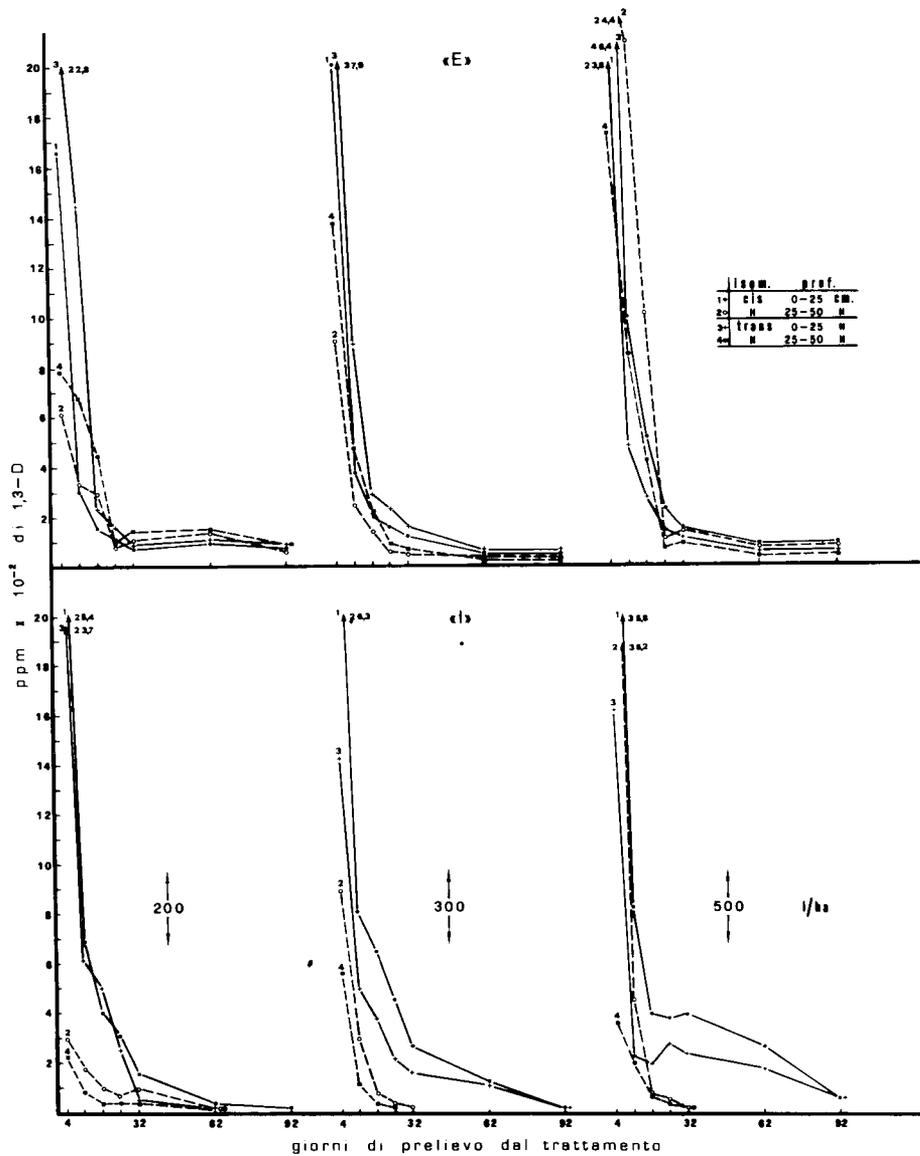


Fig. 2 - Distribuzione verticale e persistenza dell'1,3-D in un terreno sabbioso-argilloso in agro di San Pietro Vernotico (BR); « E », somministrazione in estate; « I », somministrazione in inverno.

sono significative per l'isomero trans, tranne l'interazione profondità/epoca di campionamento. Per la forma cis invece sono risultate significative tre interazioni di I ordine ed una di II ordine (Tab. II).

La Fig. 3 illustra l'andamento delle curve concentrazione/epoca di prelievo in terreno sabbioso-limoso di Policoro. Nel caso di tratta-

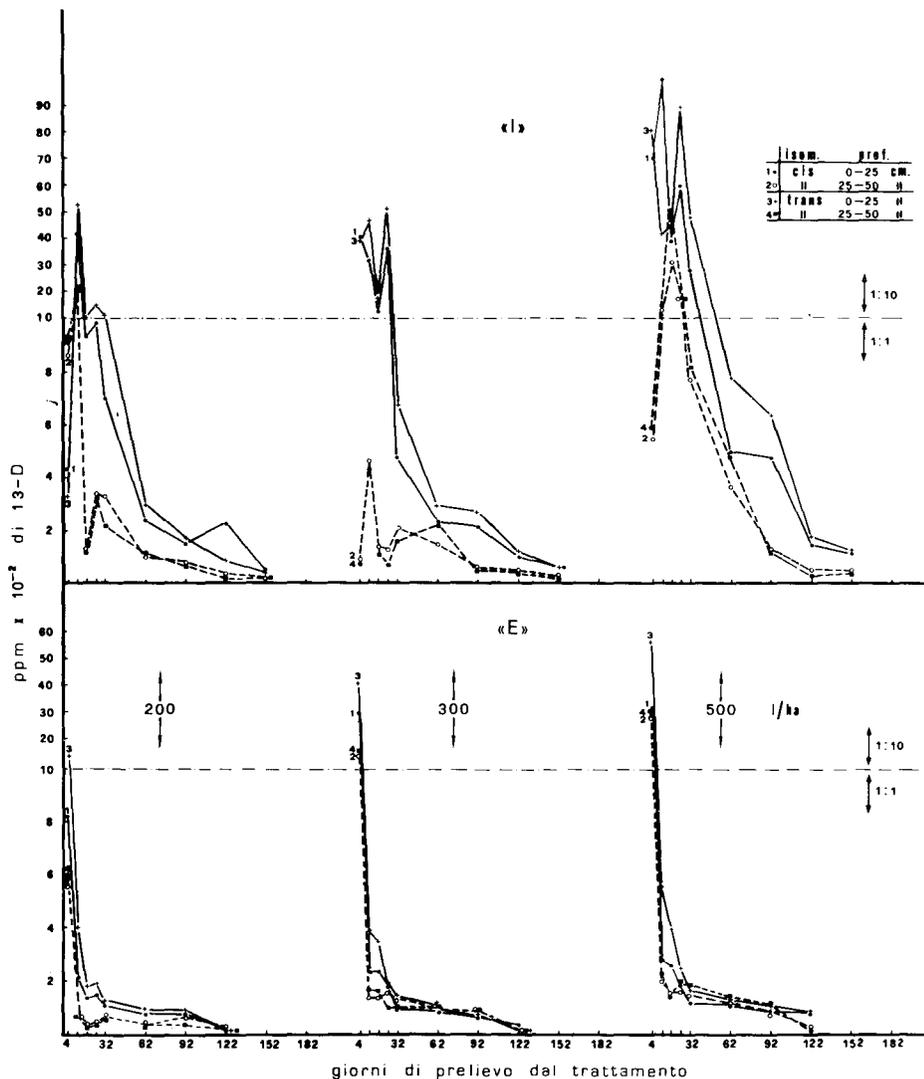


Fig. 3 - Distribuzione verticale e persistenza dell'1,3-D in un terreno sabbioso-limoso in agro di Policoro (MT); « E », somministrazione in estate; « I », somministrazione in inverno.

mento estivo le curve di degradazione presentano una pendenza molto accentuata, quasi verticale, nei primi 11 giorni per assumere, successivamente, un andamento quasi orizzontale sino alla scomparsa del fumigante 122 giorni dopo il trattamento. Le concentrazioni a profondità maggiore non sono mai più alte di quelle degli strati superficiali, e la velocità di scomparsa è pressoché uguale alle due profondità considerate. Nella prova invernale l'andamento del fenomeno non è più così regolare. Le curve presentano picchi molto pronunciati sia per le profondità inferiori che per quelle superiori, nel primo mese dopo la fumigazione, per decrescere poi, regolarmente, sino ad indicare la scomparsa del prodotto 152 giorni dopo il trattamento. Questa anomalia delle curve concentrazione/epoca di campionamento con presenza di elevato contenuto di 1,3-D nel terreno, mette in evidenza gli effetti sfavorevoli delle basse temperature e dell'elevato contenuto in acqua, per le abbondanti precipitazioni, sulla diffusione del fumigante in questo terreno con oltre il 50% di limo e argilla. I valori medi di accumulo del D-D nel terreno fumigato sono stati influenzati significativamente dai singoli effetti: epoca di trattamento, dosi di somministrazione e profondità ed epoca di campionamento. Inoltre gli effetti delle interazioni di I ordine sono risultati quasi tutti significativi per entrambi gli isomeri e solo alcune delle interazioni di secondo ordine sono risultate significative per la forma cis (Tab. II).

CONCLUSIONI

Dai risultati di queste indagini si può concludere che non esistono sostanziali differenze nella distribuzione verticale dell'1,3-D nei tre tipi di terreno studiati. La resistenza mostrata, infatti, dal terreno sabbioso-limoso alla penetrazione dell'1,3-D negli strati più profondi, quando il prodotto è stato somministrato in gennaio (Fig. 3), fenomeno questo messo in evidenza anche da Renzoni *et al.*, (1978), è da attribuirsi, a nostro avviso, più ad un intasamento degli spazi liberi del terreno provocato dall'eccesso d'acqua in esso presente, che ad una reale resistenza meccanica e chimica esercitata da questo tipo di terreno nei confronti dei gas che si diffondono dal punto di iniezione del prodotto. Si osservano invece notevoli differenze nella velocità di degradazione del prodotto a seconda che esso venga somministrato in estate o in inverno (Tab. II). Ciò dimostrerebbe, d'ac-

cordo con McKenry e Thomason (1974), che più che la struttura granulometrica di un terreno hanno importanza, sugli effetti della fumigazione, la temperatura ed il grado di umidità del medesimo.

Particolarmente rapida è stata la scomparsa dell'1,3-D dal terreno sabbioso fumigato in agosto. Resta comunque da vedere se le perdite siano principalmente dovute ad una dispersione del prodotto per una carenza di coesione del substrato o ad un'effettiva degradazione. Nel primo caso si avrebbe un limitato effetto del trattamento, nel secondo, invece, l'efficacia dello stesso non dovrebbe essere pregiudicata in quanto il primo prodotto di degradazione dell'1,3-D, l'alcol-cloro-allilico è piuttosto stabile ed altrettanto tossico quanto l'1,3-D nei confronti dei nematodi (Baines *et al.*, 1977). Tuttavia, l'effetto concentrazione del prodotto/tempo di esposizione dei diversi nematodi nei vari strati del terreno vanno appropriatamente studiati se si vuol prevedere il grado di controllo che ci si debba aspettare da un trattamento in determinate condizioni, come anche andrebbero studiati gli effetti collaterali dei residui dell'1,3-D e dell'alcol-cloro-allilico sulla crescita delle piante che, nei terreni trattati, si intende mettere a dimora. A questo punto ci sembra utile rendere noto che da un'indagine da noi condotta per stabilire la possibilità e l'entità di inquinamento della falda freatica dei pozzi degli arenili di Margherita di Savoia non è risultata, all'analisi gas-cromatografica, presenza nemmeno in tracce di residui di 1,3-D nelle acque provenienti dal sottosuolo di campi trattati, per stagioni successive e nei cui strati soprastanti il prodotto era presente in concentrazioni apprezzabili.

R I A S S U N T O

Sono state studiate per via gas-cromatografica la distribuzione verticale e la persistenza dell'1,3 dicloropropene in tre tipi di terreno dell'Italia meridionale. Le curve di scomparsa del fumigante sono risultate simili nei 3 appezzamenti, rilevando una rapida riduzione delle concentrazioni dello stesso nel corso dei primi 30 giorni dal trattamento ed una minore scomparsa dal 30esimo al 90esimo giorno, durante i quali le concentrazioni del prodotto si sono mantenute costanti su valori generalmente inferiori a $2 \mu\text{g} \times 10^{-2}/\text{g}$ di terreno umido. La scomparsa del prodotto, alle due profondità di 0÷25 e di 25÷50 cm, si è verificata dopo 18, 92 e 122 giorni dal trattamento rispettivamente nel terreno sabbioso, sabbioso-argilloso e sabbioso-limoso, se somministrato d'estate, e dopo 92, 122 e 152 giorni rispettivamente negli stessi terreni, se trattati d'inverno. In tutti i casi le velocità di scomparsa degli isomeri *cis* e *trans* dell'1,3-D è risultata eguale o di poco differente. La distribuzione verticale dell'1,3-D non sembra essere stata influenzata dalle caratteristiche granulometriche dei terreni studiati.

S U M M A R Y

Vertical distribution and persistence of 1,3 dichloropropene in three soil types in Southern Italy.

The vertical distribution and persistence of 1,3 dichloropropene were studied by gas-chromatography in three soil types in Southern Italy. The degradation curves of the fumigant were similar for the three soils: they showed a rapid decrease in concentration during the first month and a much slower degradation from 35-90 days after treatment, a period during which the concentration remained more or less constant at about $2 \mu\text{g} \times 10^{-2}/\text{g}$ of soil. The chemical was detectable up to 18, 92 and 122 days after application respectively in sandy, sandy-clay and sandy-loamy soils in summer and 92, 122 and 152 days respectively in winter, both at 0-25 and 25 cm depths. In all cases the velocity of degradation of the two isomers cis and trans 1,3-D was similar. The granular structure of the soil did not seem to affect the vertical distribution of the chemical in the soils studied.

LAVORI CITATI

- BAINES R. C., KLOTZ L. J. e DE WOLFE T. A., 1977 - Some biocidal properties of 1,3 D and its degradation product. *Phytopathology*, 67: 936-940.
- CASTRO C. E. e BELSER N. O., 1966 - Hydrolysis of cis-and trans- 1,3 dichloropropene in wet soil. *J. Agric. Food Chem.*, 14: 69.
- HANNON C. I., ANGELINI J. e WOLFORD R., 1963 - Detection of dichloropropene-dichloropropane in soil by gas chromatography. *J. Gas Chromatogr.*, 1: 27-32.
- LEISTRA M., 1970 - Distribution of 1,3 dichloropropene over phases in soil. *J. Agric. Food Chem.*, 18: 1124-1126.
- LEISTRA M., 1971 - Diffusion of 1,3 dichloropropene from a plane source in soil. *Pestic. Sci.*, 2: 75-79.
- LISON L., 1961 - Statistica applicata alla biologia sperimentale. Casa Editrice Ambrosiana (Milano) pp. 160-164.
- McKENRY M. V. e THOMASON I. J., 1974 - 1,3 dichloropropene and 1,2 dibromothane compounds. *Hilgardia*, 42: 393-438.
- McKENRY M. V. e THOMASON I. J., 1976 - Dosage values obtained following pre-plant fumigation for perennials. I. 1,3 dichloropropene nematicides in eleven field situations. *Pestic. Sci.*, 7: 521-534.
- RENZONI G., ELIA F. e LAMBERTI F., 1976 - Determinazione di piccole quantità di 1,3 dicloropropene in terreno mediante gas-cromatografia. *Nematol. medit.*, 2: 201-209.
- RENZONI G., ELIA F. e LAMBERTI F., 1978 - Dinamica dell'1,3 dicloropropene in tre tipi di terreno dell'Italia meridionale in prove di laboratorio. *Nematol. medit.*, 6: 97-106.
- ROBERTS R. T. e STOYDIN G., 1976 - The degradation of (Z) - and (E) - 1,3 dichloropropene and 1,2 dichloropropane in soil. *Pestic. Sci.*, 7: 325-335.
- VAN DIJK H., 1974 - Degradation of 1,3 dichloropropene in the soil. *Agro-Ecosystems*, 1: 193-204.
- WILLIAMS I. H., 1968 - Recovery of cis- and trans-dichloropropene residues from two types of soil and their detection and determination by electron capture gaschromatography. *J. Econ. Entomol.*, 61: 1432-1435.
- U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 1951 - Soil survey manual. Handbook, 18, pp 205-223.

Accettato per la pubblicazione il 4 aprile 1978.