

Impiego in agricoltura dei residui delle foglie di tabacco provenienti dalla lavorazione delle sigarette

G. Nota, D. Naviglio, R. Romano, M. Ugliano, A. De Vito, L. Schiavo, A. Battaglia
Dipartimento di Scienza degli Alimenti, Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Durante il processo produttivo delle sigarette, le manifatture tabacchi producono uno scarto sotto forma di fine polvere che deriva dall'eccessiva triturazione delle foglie di tabacco; esso viene parzialmente riciclato, ma la maggior parte, a causa dell'alto contenuto di nicotina deve essere smaltito come rifiuto tossico in discariche speciali. In questo lavoro viene valutata la possibilità di impiegare la polvere di tabacco quale fertilizzante di terreni agricoli, invece di destinarlo all'incenerimento, procedura, quest'ultima, molto costosa per le manifatture tabacchi. Nella sperimentazione realizzata, la polvere di tabacco, indicata comunemente con il termine di polverino, è stata mescolata al terreno agricolo, rispettivamente trattato e non trattato con letame. Il contenuto di nicotina e i suoi potenziali metaboliti, la nornicotina e la cotinina, sono stati monitorizzati nel terreno in tempi differenti. Nel terreno letamato la nicotina è scomparsa dopo un giorno dall'aggiunta del polverino di tabacco al terreno, mentre in quello non letamato essa è scomparsa dopo circa sette giorni. Non sono state riscontrate tracce di metaboliti della nicotina nel terreno dopo la sua degradazione. La crescita della lattuga e la germinazione dei semi di bietola nel terreno non hanno evidenziato alcuna alterazione e la massa vegetale prodotta è stata proporzionale alla polvere di tabacco aggiunta al terreno. Infine, l'analisi sensoriale effettuata sulle lattughe cresciute sul terreno aggiunto di polvere di tabacco ha evidenziato che non vi sono differenze apprezzabili se esse sono confrontate con lattughe cresciute nei controlli.

Parole chiave: polvere di tabacco, manifatture tabacchi, fertilizzante, sigarette, nicotina, terreno, HPLC, lattuga, bietola.

During the productive process of cigarettes tobacco manufacturers produce a waste in the form of powder that results from the excessive mincing of the tobacco leaves; they partially recycle it, but due to its high nicotine content the majority of it must be disposed as a toxic waste in special dumps. This paper examines the possibility of disposing of the tobacco powder using it as a fertilizer in agricultural lands, instead of reducing it to ash in incinerators; the latter procedure is very expensive for tobacco manufactures. In our experiment the tobacco powder was mixed with agricultural soil and respectively treated and not treated with stable manure. The content of nicotine and its potential metabolites, nornicotine and cotinine, in the soil was monitored at different times. In the



manured soil nicotine disappeared after one day from the addition of tobacco powder to the land, while in the non manured one it disappeared after about seven days. There was no trace of the metabolites of nicotine in the soil after its degradation. The growing of lettuces and the germination of swiss chard seeds in lands mixed with tobacco powder did not show any alteration, and the produced vegetable mass was proportional to the quantity of tobacco powder mixed with the soil. Finally, the sensorial analysis pointed out that there was no difference between the plants grown in the soil treated with tobacco powder and in the non treated one.

Key words: tobacco powder; tobacco manufacture, fertilizer, cigarettes, nicotine, soil, HPLC, lettuce, swiss chard.

Introduzione

Durante la triturazione delle foglie secche di tabacco, necessaria per la produzione delle sigarette, viene prodotta una polvere in conseguenza dell'eccessivo sminzamento delle foglie. Solo una parte, ed in certe condizioni, di questa polvere può essere riutilizzata; di conseguenza, le manifatture tabacchi devono ricorrere allo smaltimento della parte eccedente. In Italia, a causa dell'alto contenuto di nicotina, la polvere di tabacco viene classificata come rifiuto tossico (Gazzetta Ufficiale, 1984). Se si esamina la sua composizione chimica, riportata in tabella 1, si può dedurre che la concentrazione della sostanza organica, il rapporto in peso tra il carbonio totale e l'azoto, l'alta concentrazione del fosforo e del potassio e, non ultimo, il basso contenuto di umidità rendono questo scarto un materiale nobile per essere impiegato in agricoltura. In letteratura sono riportati dei tentativi di eliminare la nicotina dilavando con acqua la polvere di tabacco e aggiungendo microorganismi particolari capaci di degradarla. Tuttavia questo procedimento risulta attualmente tedioso e lungo e difficilmente applicabile a quantità industriali di polvere di tabacco (Civilini *et al.*, 1997).

L'impiego del polverino di tabacco come ammendamento in agricoltura significherebbe la trasformazione di un materiale di rifiuto in uno commerciabile. La presenza nel polverino di circa l'1% in peso di nicotina, un composto noto come tossico, impone particolari condizioni di utilizzo. La nostra ipotesi sperimentale è quella di aggiungere la polvere di tabacco al terreno agricolo precedentemente trattato con letame al fine di aumentare la carica micro-

bica e di conseguenza rendere più facile la naturale decomposizione della nicotina. In ogni caso, il terreno è stato coltivato solamente dopo la completa degradazione della nicotina, in modo tale da evitare che essa possa agire sulle piante come erbicida.

Materiali e metodi

Materiale

Le piante di lattuga e i semi di bietola sono stati comprati presso ditte specializzate del settore, abituali fornitori della Facoltà di Agraria di Portici. Il polverino di tabacco utilizzato proviene da una delle Manifatture Tabacchi della regione Campania. Il terreno agricolo dove si sono svolti gli esperimenti è una proprietà della Facoltà di Agraria di Portici.

Reattivi

Acetonitrile, metanolo e acido trifluoroacetico utilizzati sono di grado di purezza per HPLC (Fluka Chemie, Buchs, Switzerland), nicotina, normicotina e cotinina di grado analitico (Fluka Chemie, Buchs, Switzerland). Acqua per HPLC prodotta da un sistema Milli-Q Plus (Millipore Corporation, Bedford, MA, USA).

Strumentazione

Cromatografo liquido mod. SCL 6A attrezzato con rivelatore spettrofotometrico UV mod. SPD-6A e integratore elettronico mod. C-R6A (Shimadzu, Tokyo, Japan). Colonna a fase inversa con fase stazionaria fenile "Luna" (Phenomenex, Torrance, CA, USA): l=250 x4.6 mm; diametro delle particelle: 5 µ; porosità: 90 Å.

Condizioni cromatografiche. Flusso: 1 mL/min; loop: 100 µL.

Tabella 1 - Analisi chimico-fisica del polverino di tabacco

Parametro	Valore
Umidità(105 °C)	7.7 %
pH (dil. 1:5)	5.69
Cond. elettr. spec.	16.3 mS/cm
Ceneri (550 °C)	35.4 % (s. s.)
Carbonio organico (bicromato)	36.0 % (s. s.)
Sostanza organica (f=1.724)	62.1 % (s. s.)
Azoto totale (Kjeldahl)	2.38 % (s. s.)
Rapporto Carbonio/Azoto	15.1
Fosforo (P ₂ O ₅)	0.5 % (s. s.)
Calcio	3.7 % (s. s.)
Magnesio	0.55 % (s. s.)
Potassio (K ₂ O)	0.4 % (s. s.)
Nicotina	1.50 % (s. s.)

Eluenti: riserva A (acqua 100% e acido tiffuoroacetico 0,1%) e riserva B (acetonitrile 90%, metanolo 10% e acido tiffuoroacetico 0,1%). Gradiente: t=0 min., riserva B=5%; t=15 min., B=100%. Rivelazione a 265 nm.

Preparazione della curva di calibrazione della nicotina

Pesare circa 100 mg di nicotina e trasferirli quantitativamente in un matraccio da 100 mL; sciogliere la nicotina in una quantità minima di acqua ultrapura e portare a volume (soluzione A). Trasferire 10 mL della soluzione A in un matraccio da 100 mL e portare a volume con acqua ultrapura (soluzione B). In ciascuno di cinque matracci da 100 mL trasferire rispettivamente 5, 10, 15, 20 e 25 mL della soluzione B. Le concentrazioni della nicotina nelle soluzioni standard saranno di 5, 10, 15, 20 e 25 mg/L. Iniettare le cinque soluzioni standard nel cromatografo liquido e riportare le aree dei picchi ottenute per la nicotina in funzione delle rispettive concentrazioni.

Procedura di analisi della nicotina nel terreno

1) *Prelievo del campione di terreno per l'analisi della nicotina.* In un contenitore dalla bocca larga contenente 50,0 mL di metanolo, accuratamente pesato, porre circa 50 g di terreno da analizzare. Chiudere ermeticamente il contenitore e pesare; per differenza risalire al peso del campione di terreno prelevato.

2) *Estrazione della nicotina dal terreno.* Aggiungere 50,0 mL di acqua ultrapura al contenitore del campione ed agitare per cinque minuti; lasciare riposare la soluzione fino alla decantazione del terreno. Centrifugare una porzione della soluzione e filtrarla su filtro a 0,2 micron; infine, iniettare nel cromatografo liquido. Risalire alla concentrazione della soluzione attraverso la retta di calibrazione.

3) *Determinazione del contenuto di acqua nel terreno.* Pesare accuratamente circa 20 grammi di terreno in una capsula tarata. Portare a secchezza in stufa a 105 °C per un'ora e pesare. La differenza di peso tra le due misure rappresenta l'umidità del suolo. Ripetere tale determinazione per cinque volte e riportare il valore medio dell'umidità.

4) *Calcolo.* Il contenuto di nicotina nel terreno analizzato viene calcolato attraverso la seguente formula:

$$\text{Nicotina sul terreno secco mg/kg} = \frac{100 \times C}{P - W}$$

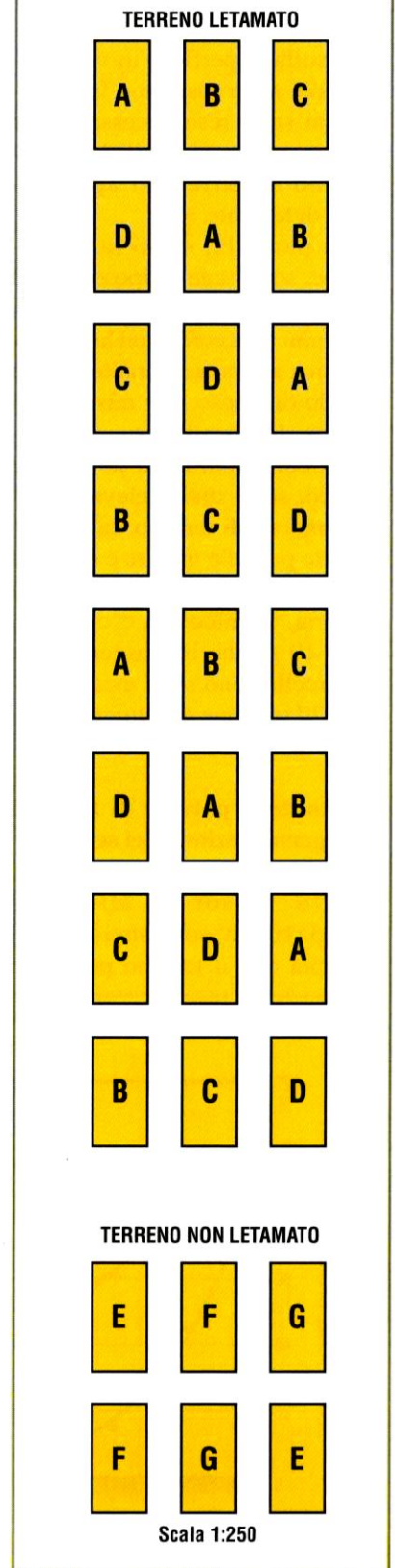
dove: C rappresenta la concentrazione della nicotina nella soluzione del campione di terreno (mg/L); P è il peso del campione di terreno (g); W è il contenuto di acqua nei P g di campione pesato (g).

Le procedure per la determinazione della nornicotina e della cotinina nella polvere di tabacco, sia nel terreno che nei vegetali, sono state realizzate allo stesso modo della procedura riportata per la nicotina. Le rette di calibrazione della nornicotina e della cotinina sono state realizzate nello stesso intervallo di concentrazione utilizzato per la nicotina. La procedura per l'analisi della nicotina è riportata e discussa in un precedente lavoro (Nota *et al.*, 2000).

Condizioni sperimentali per l'impiego della polvere di tabacco nella pratica agronomica

Al fine di definire le migliori condizioni di uso del polverino è stata individuata un'area di circa 300 metri quadrati per la sperimentazione. Il terreno è stato arato ed è stato aggiunto del letame in ragione di 80 quintali per ettaro in accordo con la pratica agricola comune. La superficie così trattata è stata suddivisa in 24 parcelle disposte su tre file. Alle sei parcelle indicate con la lettera A (vedi Fig. 1), considerate come riferimento non è stato aggiunto polverino. Ad una seconda serie di parcelle, indicate con la lettera B sono stati aggiunti 25 quintali per ettaro; alla terza serie di parcelle indicate con la lettera C sono stati aggiunti 50 quintali per ettaro ed infine alla quarta serie di parcelle, indicate con la lettera D, sono stati aggiunti 100 quintali di polverino di tabacco. Per seguire la velocità della degradazione della nicotina nel terreno non trattato con letame, sono state preparate altre sei parcelle. A ciascuna coppia di queste sei parcelle è stata aggiunta una quantità di polverino di tabacco di 25, 50 e 100 quintali per ettaro. Queste vengono indicate con le lettere E, F e G. Dopo que-

Figura 1 - Distribuzione randomizzata dei lotti di terreno concimati e non concimati



sta operazione il terreno è stato rivoltato per una profondità di circa 20 cm. I lotti sono stati distribuiti sulla superficie in una maniera del tutto casuale e le ripetizioni si sono rese necessarie per studiare la riproducibilità del fenomeno su differenti appezzamenti di terreno.

Le parcelle, dopo la preparazione, sono state a riposo per 10 giorni e sono state innaffiate ogni due giorni in accordo con la normale pratica agricola. Durante questo periodo di riposo, per misurare la velocità di degradazione della nicotina contenuta nella polvere di tabacco, sono stati prelevati alcuni campioni di terreno da ciascuna delle parcelle trattate e non con il letame e analizzati in termini di nicotina, nornicotina e cotinina. Dopo 10 giorni, in ciascuna delle 24 parcelle sono state messe a dimora 77 piantine di lattuga (*lactuca sativa*).

Effetto della polvere di tabacco sulla germinazione dei semi di bietola

Otto vassoi di alluminio (40x35x10 cm) sono stati riempiti a coppia con il terreno prelevato

dalle parcelle A, B, C e D; tali coppie di vassoi sono stati indicate con i numeri 1, 2, 3 e 4 rispettivamente. Dopo dieci giorni, in ciascun contenitore sono stati piantati 40 semi di bietola (*beta vulgaris cicla*) al fine di valutare quanto potesse incidere la polvere di tabacco sulla germinabilità dei semi e sulla conseguente crescita delle piante di bietola. I due contenitori indicati con il numero 1, riempiti con il terreno proveniente dalla parcella A non conteneva polvere di tabacco e per questo motivo è stato preso come riferimento. I due contenitori 2 sono stati riempiti con il terreno proveniente dalle parcelle B, mentre 3 e 4 con i terreni provenienti rispettivamente da C e da D.

Risultati e discussioni

Degradazione della nicotina

Nella figura 2 sono riportati i risultati dell'analisi della nicotina nei campioni di terreno prelevati dalle parcelle differentemente trattate. Come si può vedere, nelle nostre condizioni sperimentali, la nicotina contenuta nel terreno le-

tamato si degrada completamente in un giorno, mentre in assenza di letame, essa si degrada in sette giorni. L'incremento della flora microbica apportato dal letame aumenta la velocità della degradazione della nicotina. In nessun campione di terreno è stata evidenziata la presenza né di nornicotina che di cotinina. L'analisi della grandezza delle particelle della polvere di tabacco utilizzata mostra che il diametro oscilla tra 0,10 e 0,15 mm; questa particolare caratteristica, insieme con la forma regolare dei grani di polvere, favorisce un rapido e completo mescolamento con il terreno e di conseguenza una rapida interazione con esso che porta ad una rapida degradazione della nicotina.

Valutazione dello sviluppo delle piante

Dopo 40 giorni, necessari per il completamento dello sviluppo delle piante di lattuga, tutte le piante giunte a maturazione mostravano una regolare apparenza. Le piante provenienti dalle parcelle trattate con la polvere di tabacco apparivano più grandi di quelle provenienti dalle parcelle non trattate (vedi

Figura 2 - Degradazione della nicotina rispetto al tempo nel terreno concimato e nel terreno non concimato

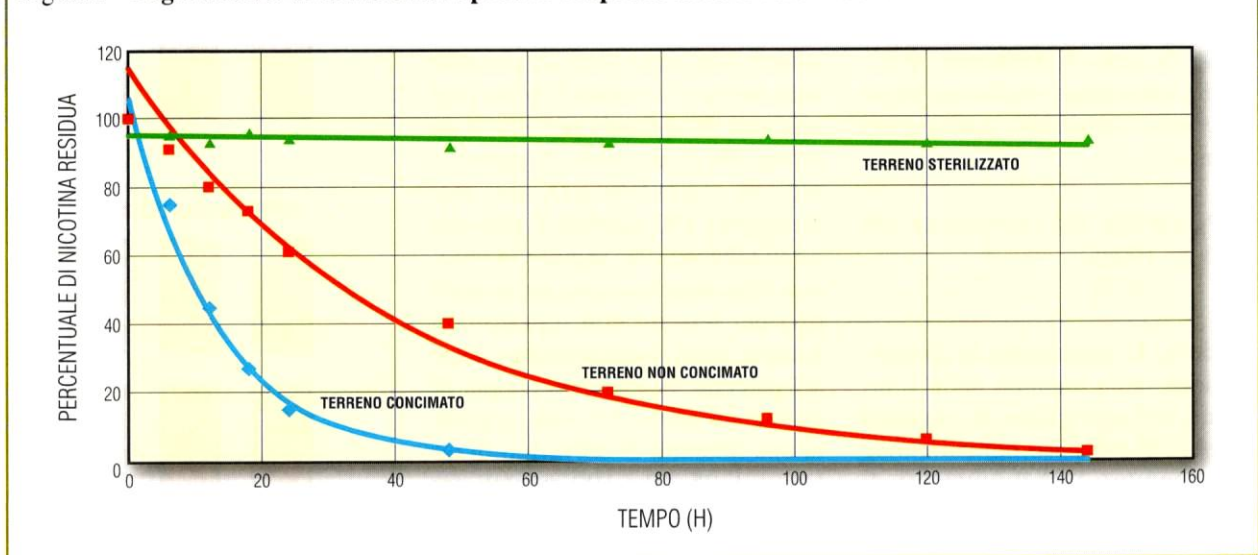


Figura 3 - Piante di lattuga giunte a maturazione. Particolare delle parcelle A, B, C e D



Tabella 2 - Prospetto della produzione della lattuga coltivata sul terreno concimato e variamente addizionato di polvere di tabacco (sono riportati il numero di piante messe a dimora, la percentuale di crescita, la massa vegetale prodotta e i relativi incrementi percentuali)

Lotto	Polverino aggiunto	Piante coltivate	Crescita	Massa vegetale	Incremento rispetto al riferimento	Peso medio delle piante	Incremento rispetto al riferimento
A	0 q/ha	462	92%	127 kg	-	300 g	-
B	25 q/ha	462	88%	133 kg	4.7 %	328 g	9.3%
C	50 q/ha	462	90%	148 kg	17 %	357 g	19%
D	100 q/ha	462	89%	158 kg	24 %	385 g	28%

Fig. 3). Nella tabella 2 viene riportato il numero delle piante di lattuga ed accanto a questo compare la percentuale di crescita nelle parcelle A, B, C e D; ancora si riporta l'incremento percentuale della massa vegetale delle parcelle B, C e D in confronto con la massa vegetale della parcella A presa come

riferimento. Come si può vedere il peso totale delle piante provenienti dalle parcelle A, B, C e D sono proporzionali alla quantità di polverino utilizzato. È anche interessante notare che l'incremento del peso medio delle piante dei lotti B-D in confronto con il peso medio delle piante della parcella A.

Effetto della polvere di tabacco sulla germinazione dei semi di bietola e sulla crescita delle relative piante

L'osservazione dei contenitori dopo una settimana dalla semina ha evidenziato che i semi di bietola hanno germinato per una quantità compresa tra 82 e 90% sia nei

Figura 4 - Confronto delle piantine di bietola dopo un mese dalla messa a dimora e a maturazione raggiunta

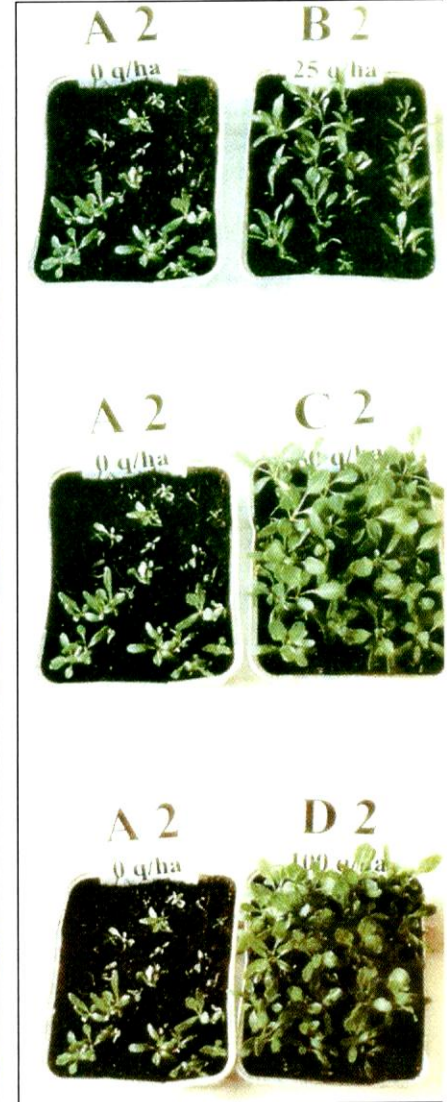
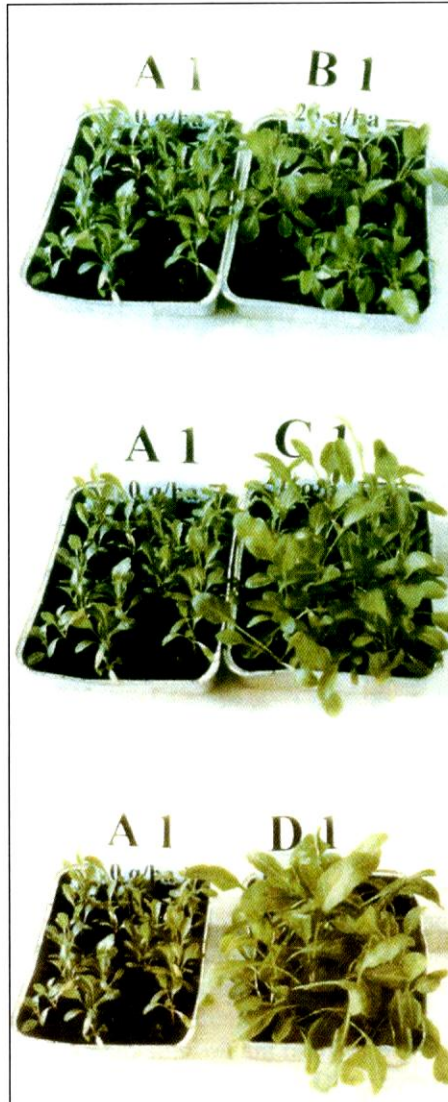
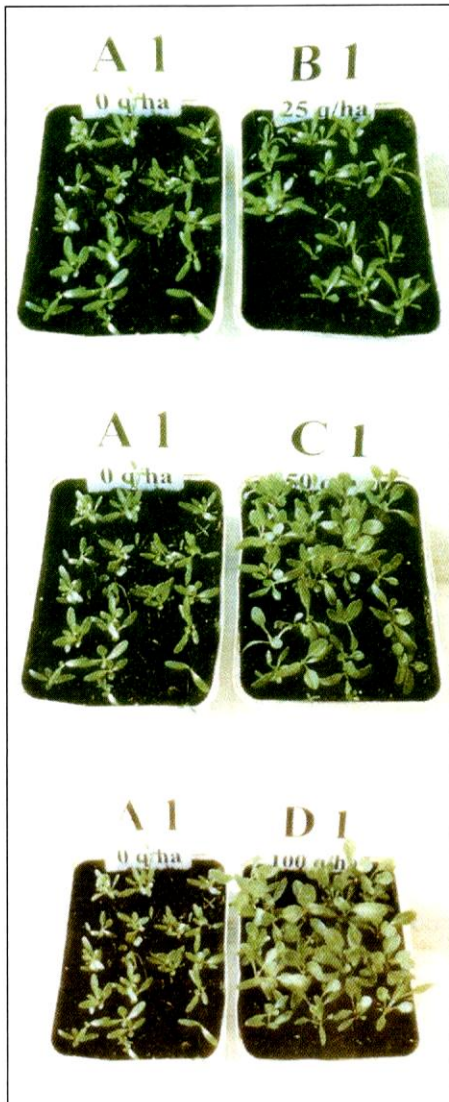
1 mese
dalla semina



2 mesi
dalla semina



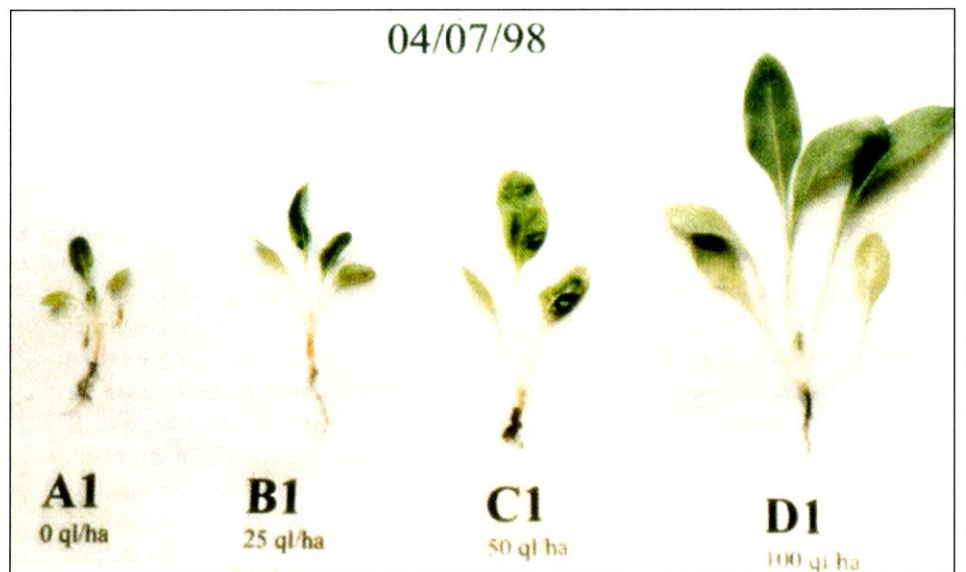
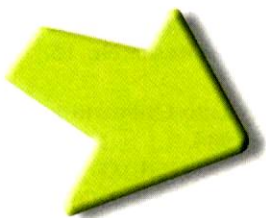
1 mese
dalla semina



Piantine di bietola giunte a maturazione



Confronto diretto tra le piantine provenienti dai quattro vassoi





due contenitori non trattati che in quelli trattati con diverse quantità di polvere di tabacco. Tutte le piante di bietola non hanno mostrato nessun difetto. Le piante dei contenitori trattati con la polvere di tabacco apparivano in modo inequivocabile più grandi di quelle dei contenitori non trattati (vedi Fig. 4).

Nella tabella 3 si riporta il numero di semi di bietola seminati, la percentuale di successo delle piante dei contenitori 1-4, la massa vegetale prodotta nei contenitori 1-4 e la percentuale di incremento della massa vegetale dei contenitori 2-4 rispetto alla massa vegetale del contenitore 1 preso come riferimento. Nella stessa tabella si riporta il peso medio delle piante dei contenitori 1-4 e l'incremento nel peso medio delle piante dei contenitori 2-4 comparati con il peso medio delle piante del contenitore 1 preso come riferimento. Come si può notare i pesi delle masse vegetali dei contenitori 1-4 sono proporzionali alla quantità di polvere di tabacco utilizzata. L'incremento del peso della massa vegetale dei contenitori 2-4 è notevole confrontato con la massa vegetale dei contenitori 1.

Analisi chimica e sensoriale delle piante

Nonostante la scomparsa della nicotina dal suolo, dopo appena un giorno dall'aggiunta della polvere di tabacco, le piante di lattuga di ciascuna parcella sono state analizzate in termini di nicotina. La nicotina non è stata ritrovata in nessun campione analizzato. Anche la ricerca dei metaboliti della nicotina ha evidenziato una loro assenza completa.

L'analisi sensoriale ha dimostrato, attraverso test triangolari, che non ci sono differenze organolettiche apprezzabili tra le piante di lattuga trattate con polverino e quelle non trattate con un livello di significatività maggiore del 99%.

Conclusioni

La polvere di tabacco, in alternativa al costoso processo di termodistruzione, può essere vantaggiosamente utilizzata in agricoltura come fertilizzante. Il contenuto tossico della nicotina può essere neutralizzato mescolando la polvere di tabacco con il terreno e lasciandolo riposare per due giorni se il terreno è letama-

to e per dieci giorni se il terreno non è letamato. Per la varietà delle piante utilizzate nella nostra sperimentazione, la massa vegetale prodotta è proporzionale alla quantità di polvere di tabacco impiegata per unità di superficie, almeno per l'intervallo 25 e 100 q/ha sperimentato. I risultati dell'analisi sensoriale mostrano che non ci sono differenze organolettiche tra la lattuga cresciuta su un terreno trattato con polverino con lattughe coltivate su terreno non trattato.

Gli esperimenti sulla germinabilità delle bietole ci hanno consentito di sostenere che almeno per questa varietà, la polvere di tabacco esercita un effetto benefico.

Sono in corso ulteriori esperimenti per analizzare l'effetto del polverino su altre colture diverse da quelle utilizzate in questo lavoro. Infine, sono in corso prove per verificare se ci possono essere effetti negativi a causa di trattamenti reiterati con polvere di tabacco di un stesso appezzamento di terreno.

BIBLIOGRAFIA

CIVILINI M., DOMENIS C., SEBASTIANUITO N. and DE BERIO M. *Nicotine decontamination of tobacco agro-industrial waste and its degradation by micro-organism*. Waste Management and Research. 15, 349-358, (1997).

G.U. - Supplemento Ordinario n. 253, 13 settembre 1984.

NOTA G., NAVIGLIO D., UGLIANO M. and ROMANO R. *Determination of nicotine in the soil mixed with tobacco powder as fertilizer*. Analytical Letters, 33(2), 265-275 (2000).