

## EFFICACIA ERBICIDA DELLA SOLARIZZAZIONE NELLA COLTIVAZIONE DELLA LATTUGA

V. CANDIDO<sup>(1)</sup>, D. CASTRONUOVO<sup>(2)</sup>, G. LUCARELLI<sup>(1)</sup>, C. MANERA<sup>(2)</sup>,  
V. MICCOLIS<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Università degli Studi della Basilicata, Dipartimento di Scienze dei Sistemi Colturali, Forestali e dell'Ambiente, Viale dell'Ateneo Lucano, 10 – 85100 Potenza

<sup>(2)</sup> Dipartimento Tecnico Economico per la Gestione del Territorio Agricolo e Forestale, Viale dell'Ateneo Lucano, 10 - 85100 Potenza [candido@unibas.it](mailto:candido@unibas.it)

### RIASSUNTO

Si riportano i risultati di una ricerca condotta presso l'Azienda Agricola Sperimentale "Pantanello" (40°20'N; 16°48'E) di Metaponto (MT) con l'obiettivo di valutare l'attitudine solarizzante, in serra e pieno campo, di un film plastico biodegradabile lattescente a base di amido di mais e di un laminato tradizionale (LDPE trasparente). Dopo aver solarizzato il terreno per 60 giorni, a partire dal 16 luglio 2003, sono state effettuate in successione due coltivazioni di lattuga (*Lactuca sativa* var. *longifolia* cv Bacio) in autunno-inverno 2003 e nella primavera del 2004. Delle suddette coltivazioni sono stati valutati il grado d'inerbimento a fine ciclo e la risposta produttiva in relazione al film solarizzante impiegato. I risultati ottenuti hanno evidenziato l'efficacia erbicida della solarizzazione sia in pieno campo sia in serra anche con l'impiego del film plastico biodegradabile, con una riduzione media dell'inerbimento dell'80 % rispetto al testimone non solarizzato con effetti positivi sui livelli produttivi (+27 %). In serra *Cyperus rotundus* L. è risultata resistente al trattamento termico. L'emergenza di *Melilotus sulcatus*, in serra, e di *Lathyrus ochrus*, in pieno campo, è stata favorita dalla solarizzazione risultando quasi nulla nel terreno non solarizzato.

**Parole chiave:** serra, pieno campo, film biodegradabile, LDPE, produzione

### SUMMARY

#### HERBICIDAL EFFECTIVENESS OF SOIL SOLARIZATION IN LETTUCE CROP

A research was carried out close to "Pantanello" experimental farm (40°20'N; 16°48'E) at Metaponto (Southern Italy), with the aim to evaluate the effectiveness of soil solarization on weed control and yield increase of lettuce crops. Solarization was performed for 60 days in 2003, beginning on July 16, under a plastic-greenhouse and in open field by using and comparing 2 plastic films: a corn starch biodegradable film and a LDPE one; an unsolarized control was also considered. After solarization two lettuce cultivations (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia* L. cv Bacio) were grown in the same soil: the first crop took place during autumn-winter 2003, the second one followed in 2004 spring period. Soil solarization hardly reduced the number and dry weight of weeds. In greenhouse *Cyperus rotundus* L. was resistant to solar heating. *Lathyrus ochrus* (L.) DC., in open field, and *Melilotus sulcatus* Desf., in greenhouse, were more present in solarized soil than in untreated one. Solarization increased yield of 27 %, as average, both in greenhouse and in open field without differences between the two plastic films.

**Keywords:** plastic-greenhouse, open field, biodegradable film, LDPE, yield

### INTRODUZIONE

La solarizzazione, ovvero la copertura con film plastico trasparente del terreno, preventivamente arato, fresato e umettato, durante la stagione calda, è una tecnica a basso impatto ambientale rispetto ai trattamenti chimici nel controllo di patogeni tellurici ed erbe

infestanti. L'efficacia del trattamento dipende dalla localizzazione geografica dell'area, dall'ambiente di applicazione (serra o pieno campo) e dalle caratteristiche chimico-fisiche del materiale di copertura del suolo. La solarizzazione funziona bene in pieno campo nei paesi caldi ed in serra in quelli temperati, se si supera, per un congruo periodo di tempo la soglia di 37 - 40° C, livello termico minimo per una significativa riduzione della carica di microrganismi dannosi (Katan, 1981). Con la solarizzazione si modifica il regime termico ed idrico del terreno, ma anche il suo contenuto in elementi nutritivi e la composizione dell'aria tellurica (Restuccia *et al.*, 1994), fattori che insieme concorrono al controllo di parassiti ed erbe infestanti. L'azione erbicida dipende dalle temperature raggiunte nel terreno e dalla loro persistenza oltre i valori tollerati dagli organi di propagazione delle malerbe; le specie a germinazione primaverile-estiva risultano meno suscettibili alle alte temperature rispetto a quelle che germinano in autunno-inverno (Restuccia *et al.*, l.c.); inoltre, le specie poliennali sono più resistenti di quelle annuali. Il crescente interesse per un'agricoltura eco-compatibile ha permesso una maggiore diffusione della solarizzazione, però, bisogna anche considerare le conseguenze ambientali connesse alla necessità di raccolta e smaltimento del materiale plastico dopo il trattamento (Miccolis, 2001). Il problema è di grande rilevanza se si considera, che attualmente il consumo mondiale di manufatti plastici in agricoltura ammonta a più di 3,4 milioni di t/anno (Pacini, 2004), di cui circa 650.000 t sono impiegate per pacciamatura e solarizzazione. La sostituzione dei film plastici tradizionali con laminati leggeri, multistrato ultra sottili, o con quelli degradabili può certamente contribuire a risolvere il problema. Nel presente lavoro si riportano i risultati di una ricerca condotta nella pianura metapontina, in Basilicata, su terreno sottoposto a solarizzazione con differenti film plastici, in pieno campo ed in serra, per valutare l'efficacia erbicida di tale mezzo fisico sul controllo della flora infestante in coltura di lattuga.

## MATERIALI E METODI

Le prove sperimentali hanno avuto luogo a Metaponto (MT) presso l'Azienda Agricola Sperimentale Dimostrativa "Pantanello" (40° 24' N; 16° 48' E; 10 m s.l.m.) sia in serra che in pieno campo. È stata impiegata una serra-tunnel in metallo e plastica (LDPE di 200 µm di spessore) avente una cubatura di 3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> ed un terreno sabbioso, alcalino (pH 8,4), molto povero in azoto totale e sostanza organica, e ben dotato in fosforo e potassio scambiabile. In pieno campo è stata utilizzata una superficie di terreno di medio impasto, a reazione leggermente alcalina (pH 7,7), con un basso contenuto in azoto totale e sostanza organica e ben dotato in fosforo e potassio scambiabile. Il trattamento di solarizzazione è stato effettuato dal 16 luglio al 16 settembre 2003 impiegando per la copertura del suolo 2 film plastici, di cui uno tradizionale (LPDE da 50 µm) ed uno biodegradabile lattescente (Mater-bi) a base di amido di mais da 40 µm di spessore. Inoltre, è stato anche considerato un testimone scoperto (terreno non solarizzato) realizzando così 3 tesi sperimentali che sono state distribuite, in serra ed in pieno campo, secondo lo schema a blocchi randomizzati con 3 ripetizioni con parcelle elementari di 15 m<sup>2</sup>. Prima della stesura dei film è stata posta al centro di ciascuna parcella una colonna di sonde PT100, interrate alla profondità di 10, 20 e 30 centimetri, per il rilievo della temperatura con acquisizione ogni 30 minuti dei dati tramite un data-logger CR10x. Tutto il terreno interessato dal trattamento termico è stato preventivamente umettato fino alla capacità idrica di campo mediante un impianto irriguo a microportata di erogazione con ali gocciolanti distanti 50 cm tra loro e con gocciolatori di 2-3 l/h ogni 20 cm. Dopo la solarizzazione il terreno ha ospitato, in successione, due coltivazioni di lattuga impiegando la cv Bacio (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia* L.) i cui trapianti sono stati effettuati il 29/10/2003 ed il 19/03/2004 con piantine, allo stadio di 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> foglia vera, pre-coltivate in contenitori

alveolati. È stata adottata una densità di 13,3 piante per m<sup>2</sup> collocando le piantine a 30 cm su file distanti 50 cm tra loro. La concimazione è stata effettuata in copertura per fertirrigazione, somministrando complessivamente 110 kg/ha di N, 100 di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50 di K<sub>2</sub>O. A fine solarizzazione e alla conclusione di ogni ciclo colturale (fine febbraio e fine maggio) sono stati effettuati rilievi floristici mediante classificazione, conteggio e pesata di tutte le erbe infestanti considerando, per ogni parcella, un'area di saggio di 2 m<sup>2</sup>. Campioni rappresentativi di ciascuna specie infestante sono stati essiccati in stufa ventilata (75°C) allo scopo di determinarne la percentuale in sostanza secca necessaria al calcolo della biomassa secca epigea delle malerbe. Ad ogni raccolta della lattuga, su aree di saggio di 3 m<sup>2</sup> per parcella, sono stati contati e pesati tutti i cespi commerciabili e, di 10 di essi, è stato determinato il peso medio; successivamente, tutti i cespi sono stati pesati nuovamente dopo la 'toelettatura' con eliminazione delle foglie più esterne, di quelle ingiallite e di quelle danneggiate. Su 10 cespi 'toelettati' è stato determinato il peso medio, l'altezza, il diametro ed il contenuto (%) in sostanza secca dopo essiccazione in stufa ventilata fino al raggiungimento del peso costante. L'analisi statistica (ANOVA) di tutti i dati rilevati è stata condotta separatamente per i due ambienti (serra e pieno campo) e mantenendo disgiunti i due cicli colturali. Le medie statisticamente differenti sono state separate col test di Duncan.

## RISULTATI

### Temperature del suolo durante la solarizzazione

Per descrivere il comportamento termico dei differenti film plastici durante la solarizzazione, è stato calcolato il numero di ore, per ciascun film e alle diverse profondità del suolo, durante le quali è stata raggiunta e superata, sia in serra che in pieno campo, la soglia di 40 °C. Dalla tabella 1 si può osservare che le somme termiche realizzate in ambiente protetto a tutte le profondità sono state superiori rispetto al pieno campo e che la permanenza di tali temperature nelle tesi solarizzate è stata sempre superiore al testimone scoperto.

Tabella 1 - Permanenza (ore) delle temperature uguali o superiori ai 40 °C alle diverse profondità nel terreno durante la solarizzazione

| Solarizzazione | Profondità terreno | Ore per intervallo di temperatura (n.) |         |        |           |         |        |
|----------------|--------------------|--|---------|--------|-----------|---------|--------|
|                |                    | P i e n o                              |         |        | S e r r a |         |        |
|                |                    | 40-50 °C                               | > 50 °C | Totali | 40-50 °C  | > 50 °C | Totali |
|                | 10 cm              | 0                                      | 0       | 0      | 455       | 0       | 455    |
| Testimone      | 20 cm              | 0                                      | 0       | 0      | 224       | 0       | 224    |
|                | 30 cm              | 0                                      | 0       | 0      | 5         | 0       | 5      |
|                | 10 cm              | 351                                    | 8       | 359    | 828       | 193     | 1021   |
| LDPE           | 20 cm              | 176                                    | 0       | 176    | 926       | 2       | 928    |
|                | 30 cm              | 0                                      | 0       | 0      | 855       | 0       | 855    |
|                | 10 cm              | 196                                    | 0       | 196    | 640       | 103     | 743    |
| Mater-bi       | 20 cm              | 90                                     | 0       | 90     | 786       | 0       | 786    |
|                | 30 cm              | 0                                      | 0       | 0      | 817       | 0       | 817    |

Il film in LDPE ha manifestato in entrambi gli ambienti un comportamento termico superiore al biodegradabile (Mater-bi). In pieno campo la temperatura di 40°C non è stata mai raggiunta nel suolo solarizzato alla profondità di 30 cm; a 20 cm tale soglia è stata superata per 176 e 90 ore, rispettivamente, dall'LDPE e dal film biodegradabile, mentre, a 10 cm le suddette temperature sono state mantenute nel suolo per 359 dall'LDPE, per 196 ore dal Mater-bi e mai dal testimone. Con l'LDPE sono stati superati i 50 °C per 8 ore a 10 cm di profondità. Infine, a tutte le profondità del terreno scoperto in pien'aria non sono state mai raggiunte temperature uguali o superiori ai 40°C. In serra le temperature ≥40°C sono state

mantenute per 1021- 928 e 855 ore dall'LDPE, rispettivamente, alle profondità di 10 - 20 e 30 cm, e per 743 - 786 e 817 ore dal film biodegradabile, mentre, nel testimone, la suddetta soglia termica è stata raggiunta per un congruo numero di ore soltanto alle profondità di 10 cm (455 ore) e di 20 cm (224 ore) e solo per 5 ore a 30 cm. Inoltre, le temperature a 10 cm del terreno solarizzato sono state superiori ai 50°C per 193 e 103 ore con l'impiego, rispettivamente, dell'LDPE e del biodegradabile, mentre, alle maggiori profondità tale soglia termica è stata superata soltanto con l'LDPE per 2 ore e a 20 cm. La minore azione termica del Mater-bi è da mettere in relazione alla sua rapida degradazione. In serra il suddetto film ha presentato i primi segni di degradazione 30 giorni dopo la sua posa in opera. Il film plastico, comunque, è rimasto aderente al suolo per tutto il periodo della solarizzazione. In pieno campo la degradazione è iniziata già dopo 15 giorni dall'avvio della solarizzazione, e al 30° giorno, il laminato si presentava completamente lacerato lasciando scoperta buona parte della superficie del suolo grazie anche all'azione del vento.

### 1° Rilievo floristico (fine solarizzazione)

Il rilievo floristico effettuato a fine settembre 2003 (tabella 2), dopo la solarizzazione, ha fatto emergere una più ampia composizione floristica delle parcelle di pieno campo (4 specie censite) rispetto a quelle protette sotto serra (2 specie). *Portulaca oleracea* è risultata la sola specie presente nei due ambienti; *Setaria viridis*, *Amaranthus retroflexus* e *Convolvulus* spp. sono state rinvenute solo in pieno campo, mentre, *Cyperus rotundus* soltanto in serra.

Tabella 2 - Effetto della solarizzazione in serra ed in pieno campo sul numero e peso secco delle erbe infestanti a fine trattamento

| Solarizzazione | Specie infestanti <sup>(1)</sup> |                          |                                    |                              |                                  |                          |                         |                          |                          |                          |
|----------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                | <i>Portulaca oleracea</i> L.     |                          | <i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv. |                              | <i>Amaranthus retroflexus</i> L. |                          | <i>Convolvulus</i> spp. |                          | TOTALI                   |                          |
|                | (n./m <sup>2</sup> )             | s.s. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> )               | s.s. (g/m <sup>2</sup> )     | (n./m <sup>2</sup> )             | s.s. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> )    | s.s. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> )     | s.s. (g/m <sup>2</sup> ) |
|                | <b>Pieno campo</b>               |                          |                                    |                              |                                  |                          |                         |                          |                          |                          |
| Testimone      | 23,7 A                           | 98                       | 16,0 A                             | 132                          | 2,7 A                            | 22 A                     | 2,7 a                   | 7 a                      | 45,0                     | 259 A                    |
| LDPE           | 0,0 B                            | 0 b                      | 0,0 B                              | 0 B                          | 0,0 B                            | 0 B                      | 0,0 b                   | 0 b                      | 0,0 C                    | 0 C                      |
| Mater-bi       | 3,3 B                            | 72                       | 0,0 B                              | 0 B                          | 0,0 B                            | 0 B                      | 4,3 a                   | 12 a                     | 7,7 B                    | 84 B                     |
|                | <b>Serra</b>                     |                          |                                    |                              |                                  |                          |                         |                          |                          |                          |
|                | <i>Cyperus rotundus</i> L.       |                          |                                    | <i>Portulaca oleracea</i> L. |                                  |                          | TOTALI                  |                          |                          |                          |
|                | (n./m <sup>2</sup> )             | s.s. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> )               |                              | (n./m <sup>2</sup> )             |                          | (n./m <sup>2</sup> )    |                          | s.s. (g/m <sup>2</sup> ) |                          |
| Testimone      | 37,3                             | 33,1                     | 36,3 A                             |                              | 234,7 A                          |                          | 73,6 a                  |                          | 267,8 A                  |                          |
| LDPE           | 24,3                             |                          | 21,6                               |                              | 0,0 B                            |                          | 0,0 B                   |                          | 24,3 b                   |                          |
| Mater-bi       | 25,3ns                           |                          | 21,5ns                             |                              | 0,0 B                            |                          | 0,0 B                   |                          | 25,3 b                   |                          |

(1) I valori nelle colonne non aventi in comune alcuna lettera sono significativamente differenti allo 0,05 P (lettere minuscole) ed allo 0,01 P (lettere maiuscole); ns = valori non significativi.

La solarizzazione in pieno campo ha annullato l'emergenza di *Setaria viridis* e *Amaranthus retroflexus*, mentre, *P. oleracea* e *Convolvulus* spp. sono state rilevate, in misura statisticamente simile (soprattutto nel peso secco) nel testimone e nelle parcelle solarizzate col film biodegradabile risultando assenti nel terreno trattato con LDPE. In serra *C. rotundus* e *P. oleracea*, erano presenti nel testimone con una densità, rispettivamente, di 37 e 36 piante/m<sup>2</sup>; nelle parcelle solarizzate *P. oleracea* era del tutto assente, mentre, il numero ed il peso secco areico di *C. rotundus* risultavano statisticamente simili a quelli del testimone.

## 2° Rilievo floristico: (fine primo ciclo lattuga)

Alla fine del ciclo autunno-vernino della lattuga, è emersa una diversa composizione delle popolazioni infestanti, che sono risultate numericamente più presenti in pieno campo (tabella 3). *Lathyrus ochrus* e *Papaver roehas* sono comparse solo in pieno campo, mentre, *Melilotus sulcatus*, insieme ad altre specie numericamente poco rilevanti (*Conyza canadensis* e *Capsella bursa-pastoris*), soltanto in serra.

Tabella 3 - Effetto della solarizzazione sul numero e peso secco delle erbe infestanti nella lattuga allevata in pieno campo ed in serra nel periodo autunno-vernino

| Solarizzazione | Specie infestanti <sup>(1)</sup> |                          |                                 |                          |                      |                          |                          |                          |                               |                          |                          |                          |
|----------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                | <i>Vicia sativa</i> L.           |                          | <i>Lathyrus ochrus</i> (L.) DC. |                          | <i>Veronica</i> spp. |                          | <i>Papaver roehas</i> L. |                          | <i>Lamium amplexicaule</i> L. |                          | TOTALI <sup>(2)</sup>    |                          |
|                | (n./m <sup>2</sup> )             | S.S. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> )            | S.S. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> ) | S.S. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> )     | S.S. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> )          | S.S. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> )     | S.S. (g/m <sup>2</sup> ) |
|                | <b>Pieno campo</b>               |                          |                                 |                          |                      |                          |                          |                          |                               |                          |                          |                          |
| Testimone      | 8,0 A                            | 7,6                      | 0,0 b                           | 0,0 b                    | 41 A                 | 87 A                     | 30 A                     | 553 A                    | 18,0                          | 54 A                     | 101 A                    | 702 A                    |
| LDPE           | 2,7 B                            | 8,8                      | 1,0 a                           | 2,3 a                    | 3 B                  | 49 B                     | 1 B                      | 27 B                     | 0,3                           | 7 B                      | 8 B                      | 94 B                     |
| Mater-bi       | 2,3 B                            | 6,0ns                    | 1,7 a                           | 3,7 a                    | 1 B                  | 11 C                     | 1 B                      | 61 B                     | 1,7                           | 7 B                      | 7 B                      | 89 B                     |
|                | <b>Serra</b>                     |                          |                                 |                          |                      |                          |                          |                          |                               |                          |                          |                          |
|                | <i>Melilotus sulcatus</i> Desf.  |                          |                                 | ALTRE <sup>(3)</sup>     |                      |                          |                          | TOTALI                   |                               |                          |                          |                          |
|                | (n./m <sup>2</sup> )             |                          | S.S. (g/m <sup>2</sup> )        |                          | (n./m <sup>2</sup> ) |                          | S.S. (g/m <sup>2</sup> ) |                          | (n./m <sup>2</sup> )          |                          | S.S. (g/m <sup>2</sup> ) |                          |
| Testimone      | 0,3 C                            |                          | 1,5 c                           |                          | 3,0 a                |                          | 12,5 a                   |                          | 3,3 b                         |                          | 14,0                     |                          |
| LDPE           | 8,7 A                            |                          | 11,1 a                          |                          | 0,3 c                |                          | 0,4 b                    |                          | 9,0 a                         |                          | 11,5                     |                          |
| Mater-bi       | 4,7 B                            |                          | 2,8 b                           |                          | 1,7 b                |                          | 16,4 a                   |                          | 6,3 ab                        |                          | 19,1ns                   |                          |

(1) I valori nelle colonne non aventi in comune alcuna lettera sono significativamente differenti allo 0,05 P (lettere minuscole) ed allo 0,01 P (lettere maiuscole); ns = valori non significativi.

(2) Comprendono anche *Sonchus oleraceus* L. e *Fumaria* spp.

(3) Comprendono: *Lamium amplexicaule*, *Fumaria* spp., *Conyza canadensis* L., *Sonchus oleraceus* L., *Convolvulus* spp., *Veronica* spp., *Vicia sativa* e *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik..

In pieno campo non sono state osservate differenze tra i diversi film solarizzanti, che hanno mediamente determinato una riduzione del numero e del peso secco complessivo delle infestanti rispetto al testimone, in ragione del 92,6% e dell'87,0%. Tra le diverse specie si è differenziato il comportamento di *L. ochrus*, che è stata rinvenuta nelle sole parcelle solarizzate, e *Vicia sativa* che è stata ridotta soltanto nel numero dalla solarizzazione (68,8 %) ma non nel peso secco. Sotto serra, diversamente da quanto osservato in pien'aria, è stato quasi annullato ogni effetto statisticamente rilevante della solarizzazione su numero e peso secco delle infestanti totali. Ciò è da attribuire al particolare comportamento di *Melilotus sulcatus* che è risultato quasi assente nel testimone e molto presente nelle parcelle solarizzate, maggiormente in quelle coperte con l'LDPE dove ha raggiunto quasi 9 piante/m<sup>2</sup> e oltre 11 g/m<sup>2</sup> di peso secco. Al contrario, il gruppo delle 'altre specie', comprendente ben 8 infestanti, è stato depresso dai film solarizzanti, soprattutto dall'LDPE, con riduzioni numeriche e ponderali, rispettivamente, del 90 e del 96,8 %; il mater-bi ha ridotto significativamente rispetto al testimone soltanto il numero delle suddette specie (-43,3 %).

## 3° Rilievo floristico (fine secondo ciclo lattuga)

Alla conclusione della coltivazione primaverile le associazioni floristiche sono state nettamente diverse nelle due condizioni colturali (tabella 4). In pieno campo sono state prevalenti *Cirsium arvense*, *Sonchus oleraceus* e *Amaranthus* spp., mentre sotto protezione sono prevalse *P. oleracea*, *Setaria viridis*, *Solanum nigrum* e *M. sulcatus*. In pien'aria i film

solarizzanti hanno determinato un marcato calo nel numero delle infestanti totali, pari al 55,3 e al 84,2 %, rispettivamente, per il mater-bi e per il film tradizionale, mentre la riduzione del peso secco è stata dell'89,0 % similmente con i due film solarizzanti. La specie perennante *Cirsium arvense* è stata quasi eradicata dalla solarizzazione con riduzioni del 96,4 % (numero) e del 98,5 % (peso secco); discorso quasi analogo vale per *S. oleraceus*. Invece, le due specie di *Amaranthus*, ridotte nel testimone e nelle parcelle solarizzate con LDPE, sono state avvantaggiate numericamente e ponderalmente (più *A. retroflexus*) dall'utilizzo del Mater-bi.

Tabella 4 - Effetto della solarizzazione sul numero e peso secco delle erbe infestanti nella lattuga allevata in pieno campo ed in serra nel periodo primaverile

| Solarizzazione | Specie infestanti <sup>(1)</sup>  |                          |                             |                          |                                 |                          |                                    |                          |                       |                          |
|----------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
|                | <i>Amaranthus retroflexus</i> LL. |                          | <i>Sonchus oleraceus</i> L. |                          | <i>Amaranthus deflexus</i> L.   |                          | <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.  |                          | TOTALI <sup>(2)</sup> |                          |
|                | (n./m <sup>2</sup> )              | s.s. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> )        | s.s. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> )            | s.s. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> )               | s.s. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> )  | s.s. (g/m <sup>2</sup> ) |
|                | <b>Pieno campo</b>                |                          |                             |                          |                                 |                          |                                    |                          |                       |                          |
| Testimone      | 2,0 B                             | 4,6 b                    | 4,7 A                       | 50,2 A                   | 0,0 B                           | 0,0 c                    | 18,0 A                             | 103 A                    | 25,3 A                | 163 A                    |
| LDPE           | 0,3 B                             | 0,6 c                    | 1,0 B                       | 2,5 B                    | 0,7 B                           | 6,2 a                    | 1,3 B                              | 3 B                      | 4,0 C                 | 15 B                     |
| Mater-bi       | 9,0 A                             | 17,2 a                   | 0,0 B                       | 0,0 B                    | 1,7 A                           | 2,9 b                    | 0,0 B                              | 0 B                      | 11,3 B                | 21 B                     |
|                | <b>Serra</b>                      |                          |                             |                          |                                 |                          |                                    |                          |                       |                          |
| Solarizzazione | <i>Portulaca oleracea</i> L.      |                          | <i>Solanum nigrum</i> L.    |                          | <i>Melilotus sulcatus</i> Desf. |                          | <i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv. |                          | TOTALI <sup>(3)</sup> |                          |
|                | (n./m <sup>2</sup> )              | s.s. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> )        | s.s. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> )            | s.s. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> )               | s.s. (g/m <sup>2</sup> ) | (n./m <sup>2</sup> )  | s.s. (g/m <sup>2</sup> ) |
| Testimone      | 14,7 A                            | 60,0 A                   | 1,3 A                       | 4,7 A                    | 0,0 c                           | 0,0 b                    | 42,7 A                             | 77,8 A                   | 61,3 A                | 165 A                    |
| LDPE           | 0,3 B                             | 1,5 B                    | 0,0 B                       | 0,0 B                    | 3,0 a                           | 2,1 a                    | 0,3 B                              | 9,3 B                    | 4,0 B                 | 13 B                     |
| Mater-bi       | 0,3 B                             | 0,2 B                    | 0,0 B                       | 0,0 B                    | 1,0 b                           | 0,6 ab                   | 0,0 B                              | 0,0 B                    | 6,3 B                 | 6 B                      |

(1) I valori nelle colonne non aventi in comune alcuna lettera sono significativamente differenti allo 0,05 P (lettere minuscole) ed allo 0,01 P (lettere maiuscole); ns = valori non significativi.

(2) Comprendono anche: *Solanum nigrum* L., *Convolvulus* spp., *Chenopodium album* L. e *Papaver rhoeas*.

(3) Comprendono anche: *Amaranthus retroflexus*, *Cyperus rotundus* L. e *Sochus oleraceus*.

In serra i diversi film solarizzanti si sono sostanzialmente equivalsi, consentendo mediamente l'emergenza di 3,4 piante/m<sup>2</sup>, per un peso secco complessivo di 7,2 g/m<sup>2</sup> e determinando, rispettivamente, un abbattimento del 95 e del 96 % nei confronti del testimone. Tale andamento è stato ricalcato da tutte le specie numericamente più rilevanti, fatta eccezione per *M. sulcatus*, che è comparsa solo nelle parcelle solarizzate, anche se con popolazioni di modesta entità, ma con una significativa maggiore presenza nel terreno solarizzato con LDPE.

### Risposta produttiva

Come si può osservare in tabella 5, i due cicli colturali di lattuga hanno avuto differente durata; quello autunno-vernino si è prolungato per 121 giorni in pieno campo e, mediamente, per 109 giorni in serra, mentre, quello primaverile è stato di 63 e 59 giorni, rispettivamente, nei due ambienti. Inoltre, nella coltura autunno-vernina effettuata in serra è stato osservato un anticipo di 4 giorni nelle tesi solarizzate rispetto al testimone. I caratteri produttivi della lattuga sono stati significativamente e positivamente influenzati dalla solarizzazione sia in serra che in pieno campo e senza differenze statistiche tra i due film. Nel primo ciclo colturale, la solarizzazione ha fatto aumentare, mediamente, di 8,1 t/ha la produzione commerciabile totale e di 6,4 t/ha quella 'toelettata', in pieno campo, e di 12,3 e 10,9 t/ha, in serra; nella coltura primaverile sono stati registrati incrementi produttivi pari a 9,3 e 8,3 t/ha, per il pieno campo

e, di 8,3 e 7,5 t/ha per la coltivazione sotto serra. L'aumento di produzione è stato accompagnato da un maggiore peso medio dei cespi, mentre, i caratteri qualitativi dei cespi 'toelettati' sono rimasti statisticamente invariati fatta eccezione per il diametro e l'altezza dei cespi raccolti in pieno campo che sono risultati leggermente superiori nelle tesi solarizzate.

Tabella 5 - Effetti della solarizzazione su alcuni caratteri produttivi e qualitativi della lattuga allevata in pieno campo e in ambiente protetto

| Ambiente di coltivazione     | C a r a t t e r i <sup>(1)</sup> |                          |                |              |       |                    |               |                    |
|------------------------------|----------------------------------|--------------------------|----------------|--------------|-------|--------------------|---------------|--------------------|
|                              | Ciclo colturale (gg)             | Produzione commerciabile |                |              |       | Cespi 'toelettati' |               |                    |
|                              |                                  | T o t a l e              |                | 'Toelettata' |       | Altezza (cm)       | Diametro (cm) | Sostanza secca (%) |
| (t/ha)                       | peso medio (g)                   | (t/ha)                   | peso medio (g) |              |       |                    |               |                    |
| <b>Ciclo autunno-vernino</b> |                                  |                          |                |              |       |                    |               |                    |
| <b>Pieno campo</b>           | 121                              | 41,8 B                   | 627 B          | 36,5 B       | 547 B | 30,5               | 11,5 b        | 4,5                |
|                              | 121                              | 48,6 A                   | 730 A          | 42,3 A       | 630 A | 30,0               | 11,8 ab       | 4,9                |
|                              | 121ns                            | 51,2 A                   | 769 A          | 43,5 A       | 652 A | 30,3ns             | 12,3 a        | 4,6ns              |
| <b>Serra</b>                 | 112 a                            | 36,9 B                   | 594 B          | 31,0 B       | 503 B | 30,0               | 11,3          | 5,1 a              |
|                              | 109 b                            | 49,6 A                   | 757 A          | 42,1 A       | 625 A | 31,1               | 12,0          | 4,7 b              |
|                              | 107 b                            | 48,8 A                   | 739 A          | 41,7 A       | 628 A | 30,8ns             | 11,9ns        | 4,5 b              |
| <b>Ciclo primaverile</b>     |                                  |                          |                |              |       |                    |               |                    |
| <b>Pieno campo</b>           | 63                               | 35,2 B                   | 528 B          | 25,5 B       | 409 B | 29,7 b             | 10,0 B        | 4,2                |
|                              | 63                               | 45,2 A                   | 679 A          | 34,6 A       | 572 A | 30,9 a             | 10,9 A        | 4,4                |
|                              | 63ns                             | 44,2 A                   | 663 A          | 32,9 A       | 571 A | 31,1 a             | 11,2 A        | 4,3ns              |
| <b>Serra</b>                 | 60                               | 30,3 b                   | 481 B          | 25,5 b       | 497 B | 30,0               | 10,9          | 4,0                |
|                              | 58                               | 39,5 a                   | 599 A          | 34,2 a       | 657 A | 30,6               | 11,2          | 3,9                |
|                              | 59ns                             | 37,6 a                   | 577 A          | 31,8 a       | 598 A | 28,9ns             | 10,7ns        | 3,9ns              |

(1) I valori nelle colonne non aventi in comune alcuna lettera sono significativamente differenti allo 0,05 P (lettere minuscole) ed allo 0,01 P (lettere maiuscole); ns = valori non significativi

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Dall'analisi dei risultati ottenuti si può affermare che la solarizzazione ha manifestato una buona azione erbicida sia in serra che in pieno campo. Il trattamento solarizzante ha determinato riduzioni medie dell'inerbimento, dell'80 e del 72 %, considerando rispettivamente il numero ed il peso secco areico delle infestanti totali rilevate nei tre rilievi floristici; tali riduzioni sono paragonabili a quelle registrate in Sicilia da Cartia (1996), in pieno campo e, da Candido *et al.*, (2002) nel Metapontino, in ambiente protetto. L'eccezione a tale comportamento ha riguardato il ciclo colturale autunno-vernino effettuato in serra, alla fine del quale, il grado d'inerbimento complessivo del testimone risultava statisticamente simile, o leggermente inferiore, rispetto alle tesi solarizzate; ciò è spiegabile col basso grado d'infestazione della coltura e con la prevalenza, nell'associazione floristica, della leguminosa *M. sulcatus*, rilevata soltanto nelle tesi solarizzate e, in particolar modo, nel terreno trattato con LDPE. Infatti, *M. sulcatus*, insieme ad alcune altre leguminose annuali, è classificata come specie resistente alla solarizzazione grazie alla particolare termo-tolleranza dei suoi semi (Rubin e Benjamin, 1984). Inoltre, non è da escludere, che le elevate temperature del suolo solarizzato possano aver rimosso la dormienza di alcuni semi quiescenti (semi "duri") rendendo più permeabili i loro tegumenti e favorendo una pronta germinazione. Ciò ha trovato riscontro anche in pieno campo in quanto la presenza di *L. ochrus* è stata avvantaggiata dalla solarizzazione risultando assente nel testimone. Al contrario, l'altra leguminosa, *V. sativa*, ha

evidenziato una maggiore emergenza nel testimone rispetto alle parcelle solarizzate. In pieno campo è da segnalare quasi eradicante l'effetto della solarizzazione nei confronti della specie perennante *C. arvensis* e di alcune specie annuali a ciclo autunno-vernino quali *Veronica* spp., *L. amplexicaule*, *P. roehas* e *S. oleraceus*. In serra, invece, l'azione erbicida è risultata più interessante nei confronti delle specie annuali macroterme: *S. viridis* e *S. nigrum*. Da sottolineare, inoltre, che *P. oleracea*, specie considerata a comportamento non definito in relazione alla solarizzazione (Restuccia *et al.*, l.c.), è stata efficacemente controllata in ogni condizione sperimentale: sia in serra che in pieno campo, e, sia in presenza che in assenza di coltura. In serra *C. rotundus* si è confermata specie resistente alla "pacciamatura riscaldante" così come segnalato da altri Autori (Rubin e Benjamin, l.c.; Restuccia *et al.*, l.c., Candido *et al.*, 2005). In pieno campo la solarizzazione col film biodegradabile ha manifestato una minore efficacia erbicida; ciò è risultato particolarmente evidente per *A. retroflexus* e *A. deflexus* la cui presenza è stata maggiore nel terreno trattato col suddetto film, poichè, come già detto, esso non ha garantito le proprie prestazioni tecniche per tutta la durata del trattamento realizzando somme termiche sensibilmente inferiori all'LDPE. Le suddette specie, inoltre, sono risultate quasi assenti nel testimone, certamente, per l'elevata azione competitiva esercitata da *C. arvensis* che ha letteralmente colonizzato le parcelle testimoni. Il comportamento produttivo della lattuga è stato favorito dalla solarizzazione che ha determinato incrementi produttivi che mediamente si sono attestati intorno al 27 %, oscillando da un minimo del 19 % ad un massimo del 33 %. In conclusione, i buoni risultati ottenuti in queste ricerche, indicano che in serra è possibile effettuare con successo la solarizzazione impiegando anche film plastici biodegradabili, riducendo così ulteriormente l'impatto ambientale della suddetta agrotecnica. Al contrario, in pieno campo è da sconsigliare l'impiego del film biodegradabile a causa della sua rapida lacerazione e degradazione.

#### LAVORI CITATI

- Candido V., Miccolis V., Castronuovo D., Basile M., D'Addabbo T., 2005. Effects of repeated applications of soil solarization in greenhouse in Southern Italy. *Acta Hort.*, 698, 187-193.
- Candido V., Miccolis V., Quinto G.R., Sabino G., 2002. Solarizzazione e controllo delle malerbe in coltura protetta. *Atti Giornate Fitopatologiche* 2002, 1, 531-535.
- Cartia G., 1996. Contenimento di *Sclerotinia* spp. su lattuga ed effetto su erbe infestanti. *Informatore Fitopatologico*, 9, 33-37.
- Katan J., 1981. Solar heating (solarization) of soil for the control of diseases caused by soilborne pests. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 19, 211-236.
- Miccolis V., 2001. Impiego di film plastici innovativi per la pacciamatura e la solarizzazione del terreno in ambiente protetto. *Atti Convegno POP - FESR : Impiego in agricoltura di plastiche innovative biodegradabili per la solarizzazione del terreno*. Matera, 14-17 giugno 2000. L'Aquilone/la Bottega della stampa Potenza, 21-30.
- Pacini L., 2004. L'uso delle plastiche in agricoltura. *Colture Protette*, 11, 44-46.
- Restuccia G., Marchese M., Mauromicale G., 1994. Solarizzazione e lotta contro le infestanti. *Riv. Agron.*, 28, 21-30.
- Rubin B., Benjamin A., 1984. Solar heating of the soil: involvement of environmental factors in the weed control process. *Weed Sci.*, 32, 138-142.

---

La presente ricerca è stata cofinanziata con fondi MIUR Cofin 2001, responsabile Prof. Ing. Carlo Manera.

Il lavoro è da attribuirsi in parti uguali agli Autori.