

**RELAZIONE FINALE DEL PROGETTO “STRATEGIE  
INNOVATIVE DI CONTROLLO DELLA FLORA INFESTANTE SU COLTURE  
ORTICOLE BIOLOGICHE (COFICO)”**

**Progetti di ricerca applicata in agricoltura Biologica -  
Ministero delle Politiche Agricole  
Alimentari e Forestali**

**Bando DM 20099 del 23 dicembre 2009**

**Coordinatore di progetto:  
Prof. Andrea Peruzzi**



**Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali “Enrico Avanzi”  
Università di Pisa  
Land Lab Agricoltura Ambiente Territorio  
Scuola Superiore Sant’Anna**



**UNIVERSITÀ DI PISA**  
centro interdipartimentale  
di ricerche agro-ambientali  
Enrico Avanzi



## PRESTAZIONI GENERALI DELLA MACCHINA PER IL BAND-STEAMING

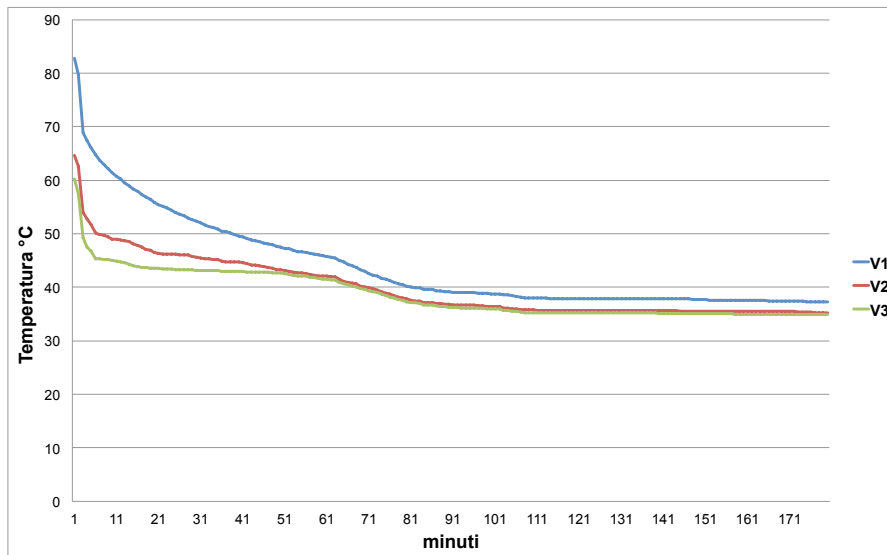
La macchina per il band-steaming ha lavorato in tutte le prove sperimentali a tre differenti velocità: V1 ( $200 \text{ m h}^{-1}$ ), V2 ( $350 \text{ m h}^{-1}$ ) e V3 ( $500 \text{ m h}^{-1}$ ). In generale alla velocità V1 sono state osservate differenze statisticamente significative in termini di presenza di infestanti tra la banda trattata e la corrispondente inter-banda non trattata, a dimostrazione che una velocità di lavoro più bassa (cui corrisponde una più elevata dose di vapore distribuito per unità di volume) permette al terreno di raggiungere, e mantenere per circa 60 minuti, temperature più elevate rispetto alle altre velocità. Come considerazione generale, alla velocità V1 sono stati misurati (Fig. 1 e Fig. 2) picchi iniziali medi variabili dai  $75 \text{ }^\circ\text{C}$  agli  $85 \text{ }^\circ\text{C}$ , alle altre due velocità picchi non superiori ai  $60\text{-}65 \text{ }^\circ\text{C}$ . Un esempio dell'andamento delle temperature è ben rappresentato dalla sperimentazione realizzata nell'Az. Agricola Naldi di Comacchio (FE) (Fig. 3). Alla velocità V1 la temperatura si è mantenuta superiore a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  per 12 minuti, compresa tra  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  per 25 minuti e tra  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  per 45 minuti, dopodiché è rimasta costante e minore di  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  (Fig. 2). Alle velocità V2 e V3 la temperatura si è mantenuta sopra i  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  soltanto per 1 o 2 minuti, compresa tra  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  in media per 2-3 minuti e tra  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  per 65 minuti (Fig. 4).



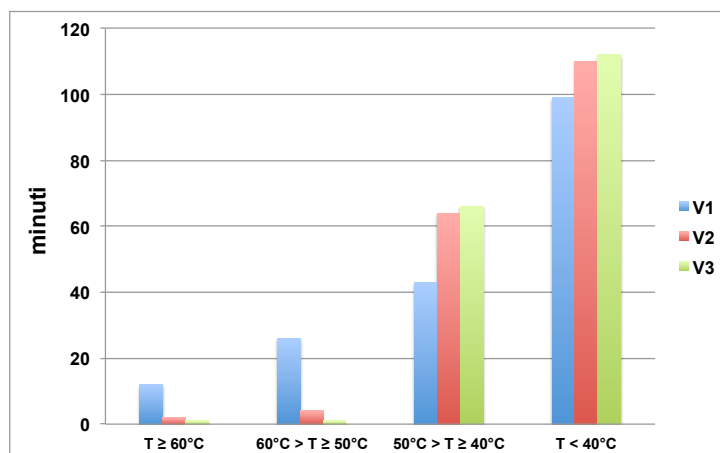
**Figura 1.** Le temperature del terreno sono state misurate ogni minuti per tre ore con sonde PT100, termo resistenze alimentate da una batteria. I valori misurati sono stati memorizzati nei data logger.



**Figura 2.** Particolare delle sonde PT100.



**Figura 3.** Andamento delle temperature osservato dopo il trattamento con band-steaming, alle tre differenti velocità, presso il sito sperimentale di Comacchio (FE).



**Figura 4.** Tempo (espresso in minuti) durante il quale le temperature raggiunte dal terreno alle tre differenti velocità sono rimaste costanti rispettivamente a T superiori a 60 °C, comprese tra 60 °C e 50 °C, comprese tra 50 °C e 40 °C e minori di 40 °C, presso in sito sperimentale di Comacchio (FE).

In generale il prototipo è stato caratterizzato da una limitata efficienza di impiego dovuta fondamentalmente alla impossibilità di ottimizzare la distribuzione e l'incorporazione del vapore nel suolo trattato. Al riguardo, infatti, sono state osservate notevoli perdite di vapore (valutabili intorno al 70%), dovute al sistema di distribuzione (sia della calce che del vapore - Fig. 5 e Fig. 6), che hanno indubbiamente limitato la possibilità di ottenere un riscaldamento del terreno più elevato e duraturo.



**Figura 5.** Particolare del sistema di distribuzione della calce che per caduta raggiunge il terreno e viene incorporata nello stesso dalle zappette rotative presenti nei carter. Come è possibile notare da questa fotografia la quantità di calce che scende dai condotti non è omogenea.



**Figura 6.** Fotografia esemplificativa della notevole quantità di vapore che invece di essere incorporata nel terreno è dispersa.

Inoltre la macchina per il band-steaming, essendo un prototipo, ha determinato consumi troppo elevati (circa 1 kg di gasolio ogni minuto di lavoro). Sarebbero pertanto necessari investimenti per l'ottimizzazione dei consumi della macchina e dell'efficienza nella distribuzione del vapore. L'ottimizzazione della macchina potrebbe favorirne la diffusione a livello aziendale nella forma di adozione a livello Consorziiale, date le dimensioni medio/piccole delle aziende biologiche italiane ed il proporzionale costo piuttosto elevato che avrebbe la macchina stessa se commercializzata.

In tutti i siti sperimentali, la tecnica del band-steaming, associata alla tecnica della falsa semina ed a sarchiature di post-emergenza sulla fila e tra le file della coltura ha permesso agli agricoltori di ridurre considerevolmente i costi necessari per le scerbature manuali. La tecnica, particolarmente adatta ai metodi di produzione biologica perché rispettosa dell'ambiente e della salute di operatori e consumatori, è consigliata anche per l'agricoltura convenzione, al fine di ridurre l'impiego degli erbicidi di sintesi.

## **RISULTATI DETTAGLIATI OSSERVATI NEI SITI SPERIMENTALI**

### **CASSIBILE (SR)**

La sperimentazione ha previsto il confronto tra l'utilizzo della tecnica del band-steaming a tre diverse velocità, la gestione "intermedia low-cost" delle infestanti con le macchine progettate e realizzate dall'Università di Pisa e la tecnica di controllo delle infestanti ordinariamente utilizzata in azienda.

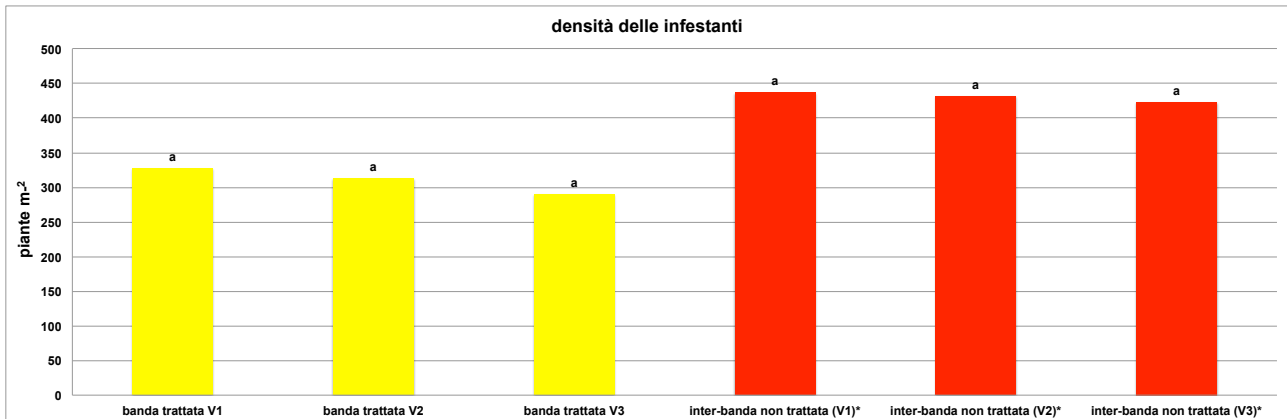
La semina è stata effettuata in inverno, il 13 dicembre 2011 in un terreno che presentava una percentuale di scheletro di oltre il 70% (Fig. 7) e che non ha permesso l'ottimale funzionamento delle zappette della macchina per il band-steaming, utilizzate per l'incorporazione nel terreno della calce e del vapore, in modo tale da ottenere un innalzamento della temperatura sufficiente alla devitalizzazione di una consistente parte della "seed-bank" superficiale (Fig. 8). La densità delle infestanti tre mesi dopo il trattamento con band-steaming non è risultata statisticamente significativa nelle bande in cui è stato effettuato il band-steaming alle tre differenti velocità rispetto all'area non trattata, nonostante che nelle bande trattate la densità delle infestanti sia risultata mediamente più bassa e vicina alle 300 piante  $m^{-2}$ , mentre quella osservata nelle inter-bande non trattate sia stata di circa 430 piante  $m^{-2}$  (Fig. 9). Il trattamento di pirodiserbo in pre-emergenza è l'unica operazione che ha determinato una differenza statisticamente significativa in termini di densità delle infestanti rispetto alla tesi aziendale, che non ha subito nessun trattamento fino alla data in cui i dati sono stati campionati (Fig. 10).



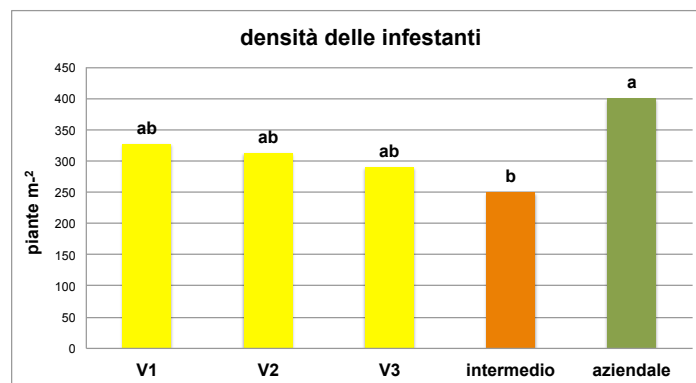
**Figura 7.** Elevata percentuale di scheletro presente nel terreno.



**Figura 8.** Macchina per il band-steaming durante il trattamento. Può essere osservata la considerevole quantità di vapore che non è stata incorporata nel terreno.



**Figura 9.** Densità delle infestanti osservata tre mesi dopo il trattamento con band-steaming alle tre differenti velocità e nella corrispondente inter-banda non trattata. (\*Inter-banda non trattata (V1), (V2) e (V3): inter-banda non trattata nelle parcelle trattate rispettivamente alle velocità V1, V2 e V3). Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative per  $P \leq 0,05$  (LSD test).

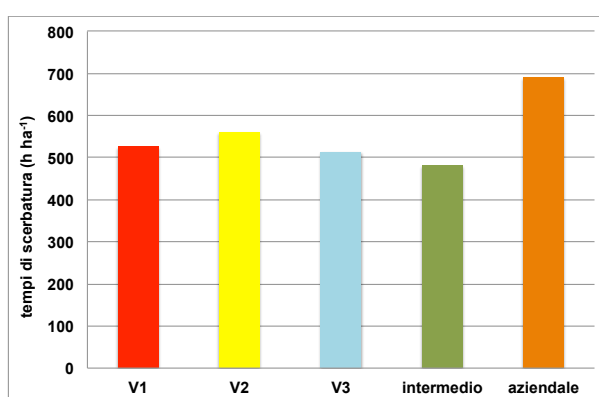


**Figura 10.** Densità delle infestanti tre mesi dopo il trattamento con band-steaming alle tre differenti velocità (V1, V2 e V3) e quello di pirodiserbo in pre-emergenza per la tesi intermedia. La tesi aziendale non ha subito nessun intervento di controllo delle infestanti. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative per  $P \leq 0,05$  (LSD test).

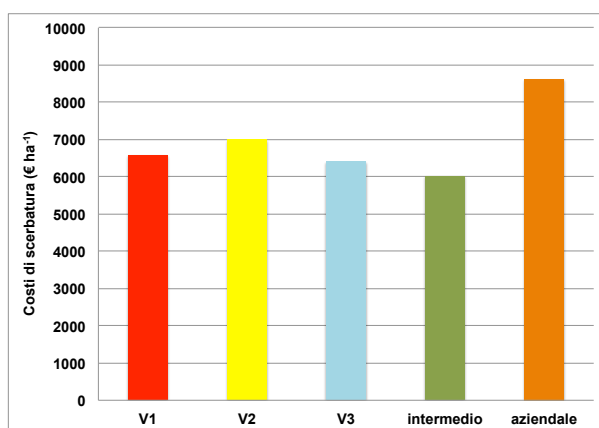
La gestione delle infestanti di post-emergenza ha previsto due interventi con sarchiatrice di precisione, effettuate rispettivamente tre mesi e quattro mesi (Fig. 11) dopo la semina, sia sulle parcelle trattate con band-steaming, sia nella tesi intermedia. Sono inoltre stati effettuati due interventi di scerbatura manuale, quattro e cinque mesi dopo la semina, su tutte le tesi messe a confronto, compresa quella aziendale in cui le scerbature hanno rappresentato gli unici interventi di gestione delle infestanti. Di conseguenza i tempi di scerbatura per la gestione aziendale delle infestanti sono stati considerevolmente più alti (circa  $700 \text{ h ha}^{-1}$ ) rispetto agli altri sistemi (circa  $500 \text{ h ha}^{-1}$ ) (Fig. 12), così come i relativi costi di questi interventi manuali (Fig. 13).



**Figura 11.** Trattamento con sarchiatrice di precisione effettuato 4 mesi dopo la semina.

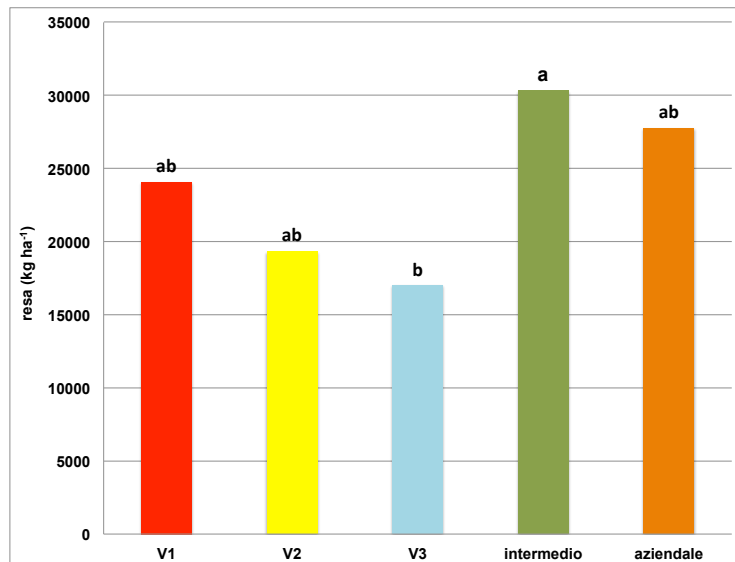


**Figura 12.** Tempi di scerbatura relativi ai tre differenti sistemi di gestione delle infestanti.



**Figura 13.** Costi di scerbatura relativi ai tre differenti sistemi di gestione delle infestanti.

Alla raccolta, avvenuta 6 mesi dopo la semina, la biomassa delle infestanti è risultata non statisticamente significativa, ed in media pari a circa  $45 \text{ g m}^{-2}$ , in tutte le tesi confrontate. La tesi maggiormente produttiva in termini di resa in carota è stata quella intermedia (circa  $30300 \text{ kg ha}^{-1}$ ), seguita da quella aziendale ( $27800 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e dalle parcelle trattate con band-steaming (rispettivamente  $24000$ ,  $19000$  e  $17000 \text{ kg ha}^{-1}$  per V1, V2 e V3) (Fig. 14).



**Figura 14.** Rese produttive, espresse in kg ha<sup>-1</sup>, delle diverse parcelle gestite secondo i tre sistemi di gestione delle infestanti. Una differenza statisticamente significativa è stata osservata soltanto tra le parcelle della gestione intermedia e quelle trattate con band-steaming alla velocità V3. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative per P≤0,05 (LSD test).

### MACCARESE 1 (RM)

La sperimentazione ha previsto il confronto tra l'utilizzo della tecnica del band-steaming a tre diverse velocità, la gestione "intermedia low-cost" delle infestanti con le macchine progettate e realizzate dall'Università di Pisa e la tecnica di controllo delle infestanti ordinariamente utilizzata in azienda.

La carota è stata seminata in primavera (03/04/2012) su terreno sabbioso dopo aver trattato le parcelle del band-steaming (Fig. 15) alle tre differenti velocità e quelle della tesi intermedia con interventi di falsa semina con erpice a dischi attivi (Fig. 16). Prima dell'emergenza della carota le parcelle della tesi intermedia sono state trattate con pirodiserbo.



**Figura 15.** Macchina per il band-steaming durante il trattamento a Maccarese (RM).



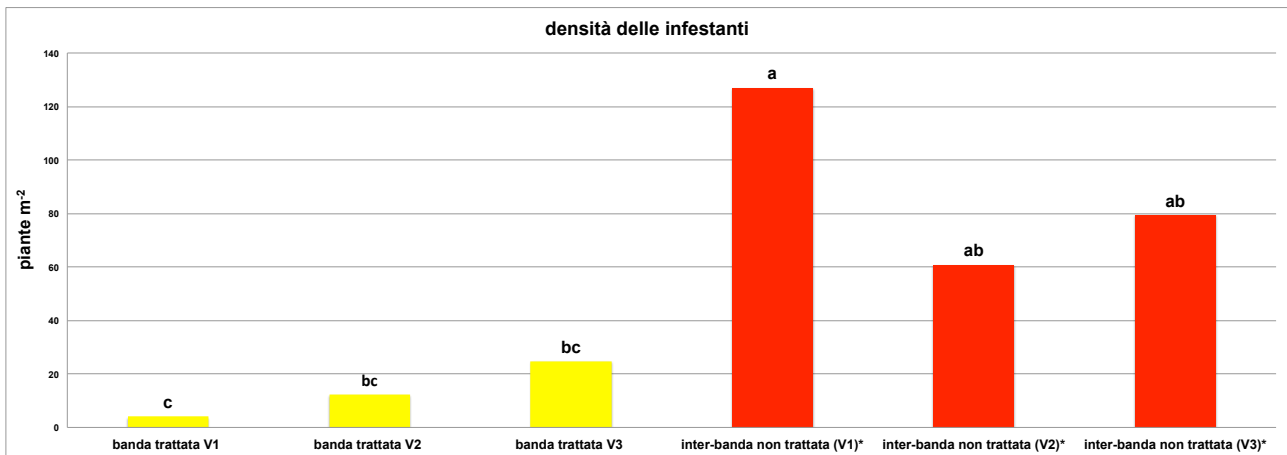


**Figura 16.** Erpice a dischi attivi durante il trattamento preventivo di falsa semina.

La densità delle infestanti osservata 10 giorni dopo il trattamento con band-steaming è risultata 4, 12 e 25 piante  $m^{-2}$  rispettivamente nelle parcelle trattate alle velocità V1, V2 e V3. Nelle parcelle trattate alla velocità più bassa (V1) la minor presenza delle infestanti rispetto all'inter-banda non trattata (Fig. 17) è stata determinata da una significativa devitalizzazione di una parte rilevante della seed-bank. La densità della flora spontanea non è altresì risultata statisticamente diversa nelle bande trattate alle velocità più alte (V2 e V3) rispetto a quella rilevata nelle fasce inter-banda non trattate (Fig. 18).



**Figura 17.** Quadro rosso: banda trattata alla velocità V1 che 10 giorni dopo il trattamento non presenta nessuna emergenza delle infestanti. Quadro grigio: inter-banda non trattata dove è visibile l'emergenza di flora spontanea.



**Figura 18.** Densità delle infestanti osservata 10 giorni dopo il trattamento con band-steaming alle tre differenti velocità e nella corrispondente inter-banda non trattata. (\*Inter-banda non trattata (V1), (V2) e (V3): inter-banda non trattata nelle parcelle trattate rispettivamente alle velocità V1, V2 e V3). Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative per  $P \leq 0,05$  (LSD test).

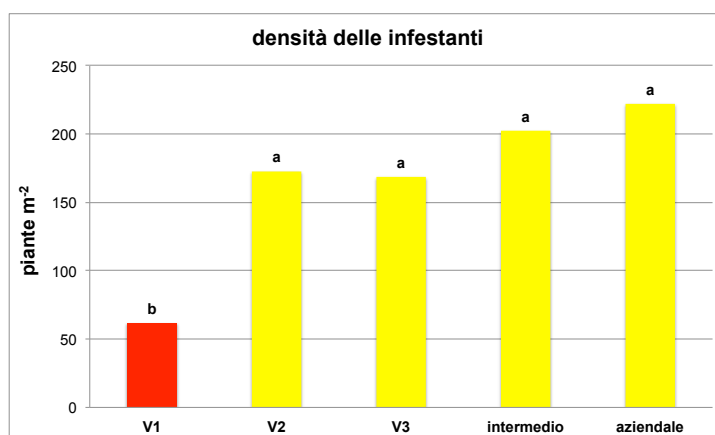
La gestione intermedia delle infestanti ha previsto un intervento di pre-emergenza con operatrice per il pirodiserbo che è stato effettuato 10 giorni dopo la semina per permettere alla coltura di avere un adeguato vantaggio competitivo rispetto alle infestanti (Fig. 19). Un mese dopo il trattamento con band-steaming la densità delle infestanti osservata nelle parcelle trattate alla velocità V1 (Fig. 20) è risultata statisticamente differente da quella osservata in tutte le alte parcelle e dovuta quindi non al caso, ma al tipo di trattamento effettuato (Fig. 21).



**Figure 19.** Operatrice per il pirodiserbo durante il trattamento preventivo di pre-emergenza della coltura.



**Figura 20.** Banda trattata alla velocità V1 (quadro rosso) che trenta giorni dopo il trattamento presenta un'emergenza delle infestanti sensibilmente inferiore rispetto all'inter-banda non trattata (quadro grigio).



**Figura 21.** Densità delle infestanti 30 giorni dopo la semina nelle parcelle trattate con band-steaming alle tre differenti velocità (V1, V2 e V3) e tesi intermedia trattata con pirodiserbo di pre-emergenza. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative per  $P \leq 0,05$  (LSD test).

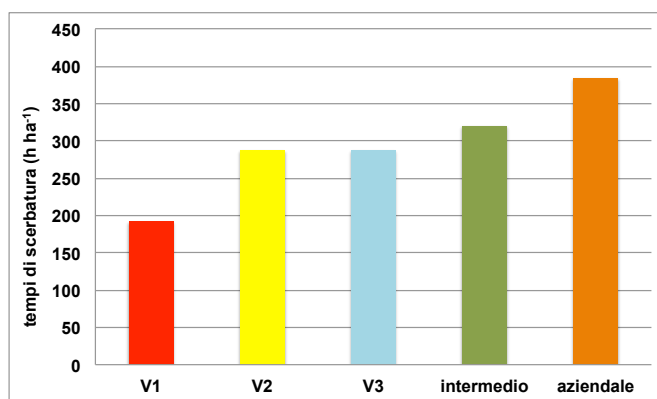
La gestione delle infestanti di post-emergenza ha previsto tre interventi con sarchiatrice di precisione, effettuate rispettivamente 30 (Fig. 22), 48 (Fig. 23) e 61 giorni dopo la semina su tutte le parcelle della prova sperimentale. I tempi di scerbatura sono stati rispettivamente pari a  $192 \text{ h ha}^{-1}$  nelle parcelle trattate alla velocità V1,  $288 \text{ h ha}^{-1}$  nelle parcelle trattate alle velocità V2 e V3,  $320 \text{ h ha}^{-1}$  nelle parcelle della gestione intermedia e  $384 \text{ h ha}^{-1}$  in quelle della gestione aziendale (Fig. 24). I conseguenti costi di scerbatura sono stati rispettivamente  $2400 \text{ € ha}^{-1}$  nelle parcelle trattate alla velocità V1,  $3600 \text{ € ha}^{-1}$  nelle parcelle trattate alle velocità V2 e V3,  $4000 \text{ € ha}^{-1}$  nelle parcelle della gestione intermedia e  $4800 \text{ € ha}^{-1}$  in quelle della gestione aziendale (Fig. 25).



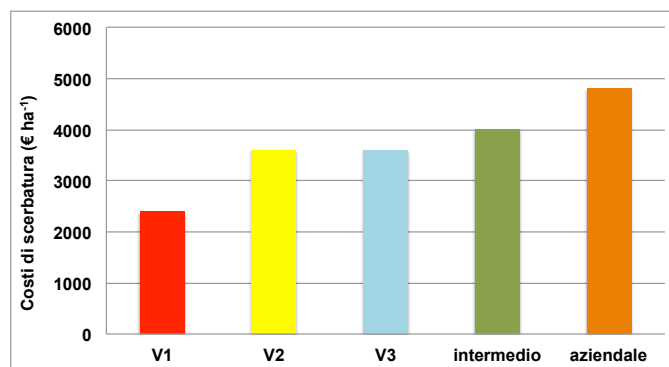
**Figura 22.** Sarchiatura della carota con sarchiatrice di precisione nelle parcelle trattate con band-steaming, 30 giorni dopo la semina.



**Figura 23.** Sarchiatura della carota con sarchiatrice di precisione nelle parcelle della gestione intermedia, 48 giorni dopo la semina.



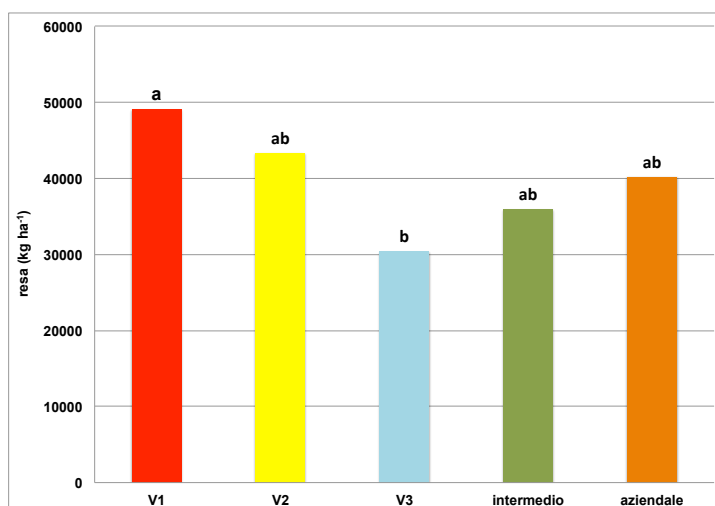
**Figura 24.** Tempi di sarchatura relativi ai tre differenti sistemi di gestione delle infestanti.



**Figura 25.** Costi di scerbatura relativi ai tre differenti sistemi di gestione delle infestanti.

La raccolta è stata effettuata 84 giorni dopo la semina e la biomassa delle infestanti è risultata statisticamente non significativa, ed in media pari a circa 44 g m<sup>-2</sup>, in tutte le tesi confrontate. Questo dato, che conferma quello osservato nella sperimentazione di Cassibile (SR), mette in evidenza come gli interventi di scerbatura manuale permettano di garantire un livello di infestazione alla raccolta esiguo ed omogeneo in tutte le parcelle. La differenza tra i vari sistemi di gestione delle infestanti consiste proprio nelle differenze nelle ore di lavoro, e quindi dei costi, necessarie per le scerbature manuali. La gestione con band-steaming alla velocità V1 ha permesso di risparmiare 2400 € ha<sup>-1</sup> rispetto alla gestione aziendale.

La tesi maggiormente produttiva in termini di resa in carota è stata quella trattata con band-steaming alla velocità V1 (circa 49000 kg ha<sup>-1</sup>), seguita da quella trattata alla velocità V2 (43300 kg ha<sup>-1</sup>). Nelle parcelle dove è stata praticata la gestione intermedia la resa è risultata pari a 36000 kg ha<sup>-1</sup>, in quella aziendale a 40213 kg ha<sup>-1</sup>. Nelle parcelle trattate con band-steaming alle velocità V3 la produzione è stata di 30500 kg ha<sup>-1</sup> (Fig. 26).



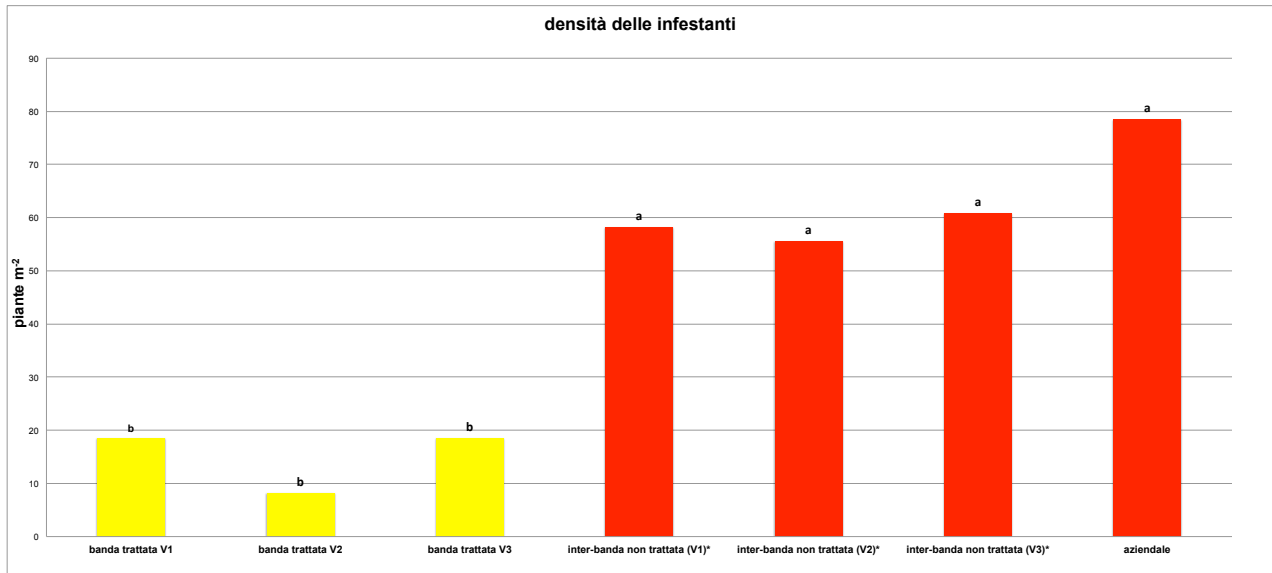
**Figura 25.** Rese produttive osservate alla raccolta nelle diverse parcelle gestite secondo i tre sistemi di gestione delle infestanti. Una differenza statisticamente significativa è stata osservata soltanto tra le parcelle trattate con band-steaming rispettivamente alle velocità V1 e V3. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative per  $P \leq 0,05$  (LSD test).

## MACCARESE 2 (RM)

La sperimentazione ha previsto il confronto tra l'utilizzo della tecnica del band-steaming a tre diverse velocità e la tecnica di controllo delle infestanti ordinariamente utilizzata in azienda. La finalità di questa sperimentazione è stata quella di ripetere la tecnica del

band-steaming su un terreno particolarmente sciolto ed ottimale per l'utilizzo di questo trattamento preventivo di controllo delle infestanti.

La differenza nella densità delle infestanti osservata 7 giorni dopo il trattamento con band-steaming è risultata statisticamente significativa, e quindi dovuta al tipo di trattamento effettuato, per le tre velocità di trattamento rispetto alle bande non trattate ed alla tesi aziendale (Fig. 26).



**Figura 26.** Densità delle infestanti osservata 7 giorni dopo il trattamento con band-steaming alle tre differenti velocità, nella corrispondente inter-banda non trattata e nelle parcelle a gestione aziendale.

(\*Inter-banda non trattata (V1), (V2) e (V3): inter-banda non trattata nelle parcelle trattate rispettivamente alle velocità V1, V2 e V3). Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative per  $P \leq 0,05$  (LSD test).

La semina (Fig. 27) è stata effettuata un giorno dopo il trattamento con band-steaming (in data 01/08/2013) e dopo 6 giorni le stesse parcelle sono state trattate con pirodiserbo di pre-emergenza (Fig. 28). Un intervento di sarchiatura è stato effettuato 23 giorni dopo la semina su tutte le parcelle oggetto della sperimentazione. Per quanto riguarda i tempi di scerbatura ed i relativi costi questi sono risultati equivalenti a quelli registrati durante la prova a semina primaverile nello stesso sito.



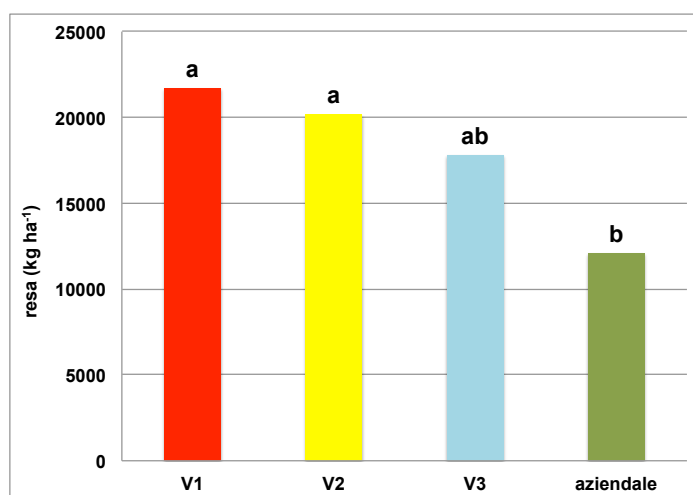
**Figura 27.** Semina della corata nelle bande trattate con band-steaming.



**Figura 28.** Trattamento preventivo di pre-emergenza della coltura con operatrice per il pirodiserbo.

La raccolta è stata effettuata 4 mesi dopo la semina e la biomassa delle infestanti non è risultata statisticamente significativa, ed in media pari a circa  $14 \text{ g m}^{-2}$ , nelle tesi confrontate.

La resa in carota è stata  $21700 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $20200 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $17800 \text{ kg ha}^{-1}$  rispettivamente nelle parcelle trattate con band-steaming alla velocità V1, V2 e V3. Nelle parcelle a gestione aziendale la resa è stata di  $12100 \text{ kg ha}^{-1}$  (Fig. 29). La differenza statisticamente significativa in termini di produzione, osservata nelle parcelle trattate con band-steaming alle velocità V1 e V2 e quelle della gestione aziendale, è probabilmente dovuta alla minore competizione tra coltura e flora spontanea durante i primi 23 giorni del ciclo colturale.



**Figura 29.** Rese produttive osservate alla raccolta nelle diverse parcelle gestite secondo i due sistemi di gestione delle infestanti. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative per  $P \leq 0,05$  (LSD test).

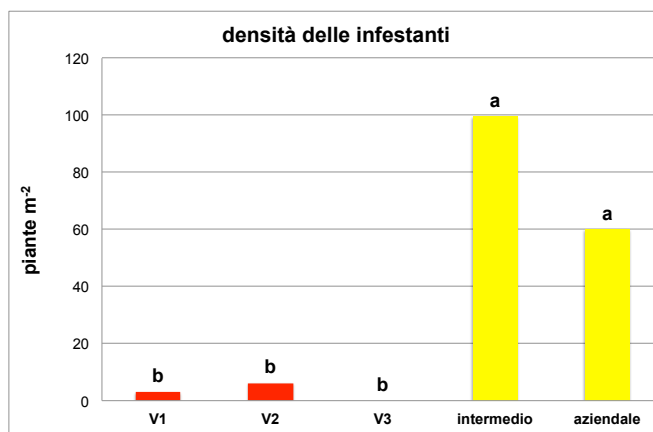
## COMACCHIO (FE)

Come in Sicilia e in Lazio, anche in questo caso la sperimentazione ha previsto il confronto tra l'utilizzo della tecnica del band-steaming a tre diverse velocità, la gestione "intermedia low-cost" delle infestanti con le macchine progettate e realizzate dall'Università di Pisa e la tecnica di controllo delle infestanti ordinariamente utilizzata in azienda.

La carota è stata seminata in estate (21/07/2012) su terreno sabbioso dopo aver trattato le parcelle del band-steaming alle tre differenti velocità e quelle della tesi intermedia con

interventi di falsa semina con erpice a dischi attivi. Prima dell'emergenza della carota le parcelle della tesi intermedia sono state trattate con pirodiserbo.

La densità delle infestanti osservata 7 giorni dopo il trattamento con band-steaming è risultata 3, 6 e 0 piante  $m^{-2}$  rispettivamente nelle parcelle trattate alle velocità V1, V2 e V3. Nelle parcelle trattate con band-steaming la minor presenza delle infestanti rispetto alla gestione intermedia è stata determinata da una significativa devitalizzazione della seed-bank (Fig. 30).



**Figura 30.** Densità delle infestanti 8 giorni dopo il trattamento con band-steaming nelle parcelle trattate alle tre differenti velocità (V1, V2 e V3) e confronto con i dati osservati nella tesi intermedia ed aziendale.

La densità delle infestanti, misurata 20 giorni dopo il trattamento con band-steaming, è risultata pari a 6, 25 e 19 piante  $m^{-2}$  rispettivamente nelle parcelle trattate alle velocità V1 (Fig. 31), V2 (Fig. 32) e V3 (Fig. 33) e quindi sensibilmente più bassa di quella osservata nell'inter-banda non trattata (rispettivamente pari a 52, 77 e 53 piante  $m^{-2}$ ).



**Figura 31.** Banda trattata alla velocità V1 (quadro rosso grande) che venti giorni dopo il trattamento presenta un'emergenza delle infestanti nulla rispetto all'inter-banda non trattata (quadro rosso piccolo).





**Figura 32.** Banda trattata alla velocità V2 (quadro rosso grande) che venti giorni dopo il trattamento presenta un'emergenza delle infestanti esigua rispetto all'inter-banda non trattata (quadro rosso piccolo).

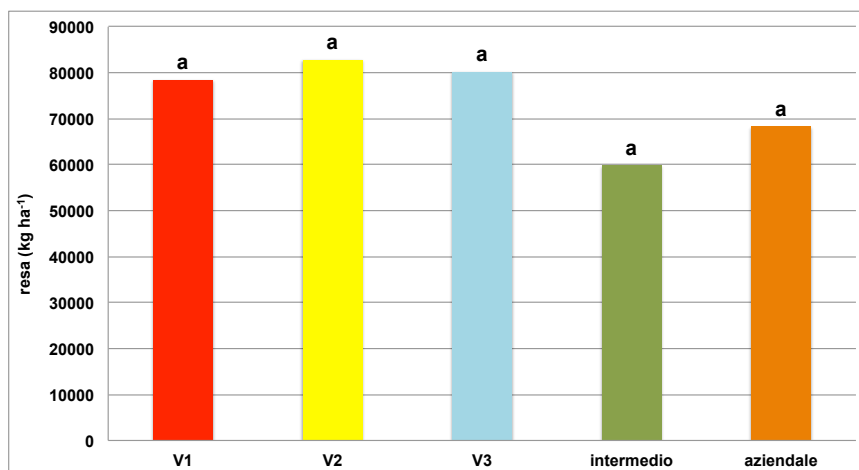


**Figura 33.** Banda trattata alla velocità V3 (quadro rosso grande) che venti giorni dopo il trattamento presenta un'emergenza delle infestanti esigua rispetto all'inter-banda non trattata (quadro rosso piccolo).

Due interventi di sarchiatura sono stati effettuati 20 e 40 giorni dopo la semina. Per quanto riguarda i tempi di scerbatura ed i relativi costi questi sono risultati pressoché equivalenti a quelli registrati durante le prove che si sono svolte a Maccaresse.

La raccolta è stata effettuata 4 mesi e mezzo dopo la semina. Al momento della raccolta, come conseguenza delle scerbature manuali, non è stata osservata la presenza di infestanti in nessuna delle tesi confrontate.

La resa in carota è risultata pari a 78500 kg ha<sup>-1</sup>, 82800 kg ha<sup>-1</sup> e 80300 kg ha<sup>-1</sup> rispettivamente nelle parcelle trattate con band-steaming alle velocità V1, V2 e V3. Nelle parcelle a gestione aziendale la resa è stata di 68300 kg ha<sup>-1</sup> e in quella intermedia di 59800 kg ha<sup>-1</sup> (Fig. 34).



**Figura 34.** Rese produttive osservate alla raccolta nelle diverse parcelle gestite secondo i tre sistemi di gestione delle infestanti. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative per  $P \leq 0,05$  (LSD test).

### SAN PIERO A GRADO (PI)

La sperimentazione ha previsto il confronto tra l'utilizzo della tecnica del band-steaming a tre diverse velocità e la gestione "intermedia low-cost" delle infestanti con le macchine progettate e realizzate dall'Università di Pisa. La gestione aziendale in questa prova coincide con quella intermedia poiché ormai da anni al CIRAA "Enrico Avanzi" la gestione delle infestanti su carota viene realizzata utilizzando la procedura messa a punto dall'Università di Pisa.

La carota è stata seminata in primavera (03/04/2012) su terreno di medio impasto dopo aver trattato le parcelle del band-steaming (Fig. 35) alle tre differenti velocità e quelle della tesi intermedia con interventi di falsa semina con erpice a dischi attivi. Prima dell'emergenza della carota le parcelle della tesi intermedia sono state trattate con pirodiserbo (Fig. 36).

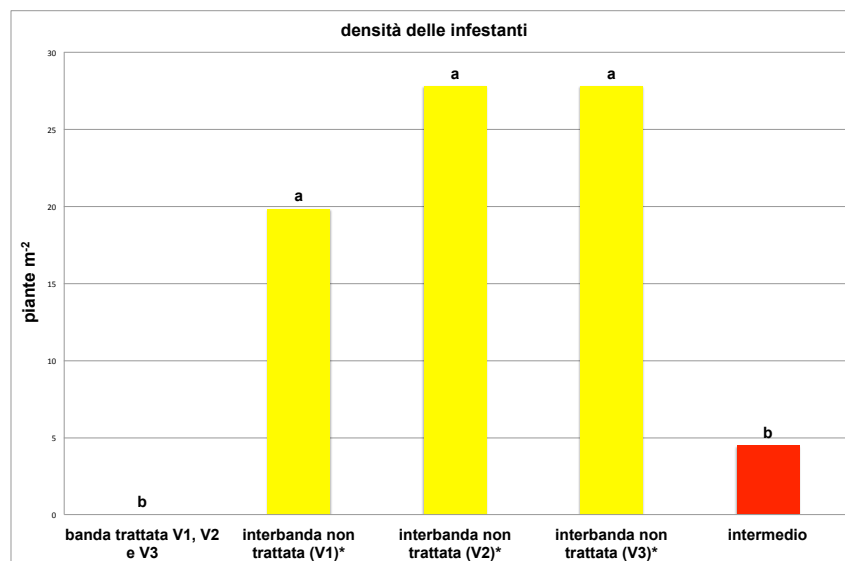


**Figura 35.** Macchina per il band-steaming durante il trattamento a San Piero a Grado (PI).



**Figura 36.** Trattamento preventivo di pre-emergenza della coltura con operatrice per il pirodiserbo.

La densità delle infestanti osservata 10 giorni dopo il trattamento con band-steaming è risultata nulla e non sono state osservate differenze statisticamente significative tra le varie velocità. Nelle parcelle trattate la minor presenza delle infestanti rispetto all'interfila non trattato è stata determinata, anche in questo caso, da una significativa devitalizzazione della seed-bank. La densità delle infestanti nelle parcelle della tesi intermedia non è risultata statisticamente significativa rispetto a quella osservata nelle parcelle trattate con band-steaming (Fig. 37).



**Figura 37.** Densità delle infestanti osservata 7 giorni dopo il trattamento con band-steaming alle tre differenti velocità, nella corrispondente inter-banda non trattata e nelle parcelle a gestione intermedia.

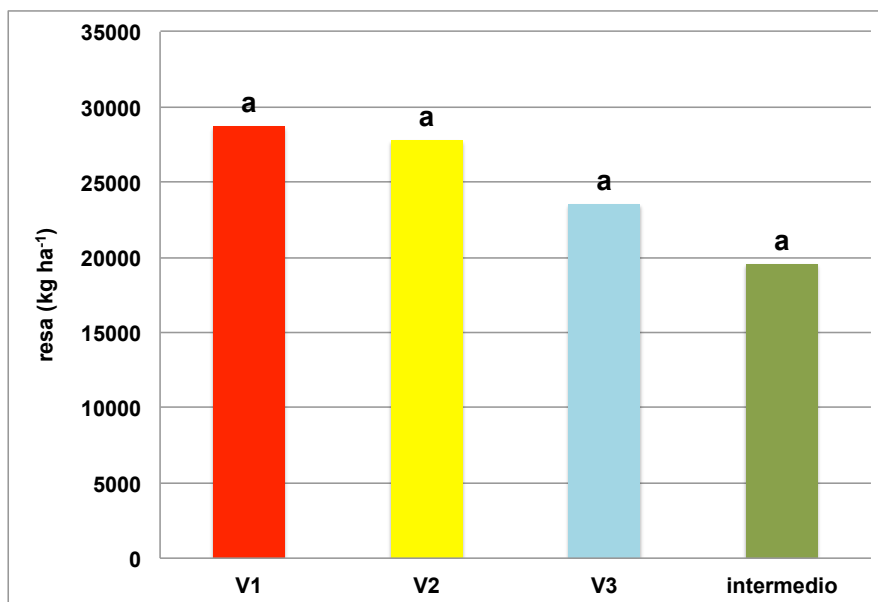
(\*Inter-banda non trattata (V1), (V2) e (V3): inter-banda non trattata nelle parcelle trattate rispettivamente alle velocità V1, V2 e V3). Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative per  $P \leq 0,05$  (LSD test).

La gestione delle infestanti di post-emergenza ha previsto un intervento con sarchiatrice di precisione, effettuato 30 giorni dopo la semina, e due interventi di scerbatura manuale, 42 e 70 giorni dopo la semina, su tutte le parcelle della prova sperimentale. I tempi di

scerbatura sono risultati mediamente pari a 64 h ha<sup>-1</sup> in tutte le parcelle e i relativi costi pari a circa 800 € ha<sup>-1</sup>.

La raccolta è stata effettuata 84 giorni dopo la semina e la biomassa delle infestanti non è risultata statisticamente significativa, ed in media pari a circa 155 g m<sup>-2</sup>, in tutte le tesi confrontate. Questo dato, molto più alto rispetto a quello osservato nelle altre sperimentazioni, è probabilmente dovuto a una marcata scalarità dell'emergenza delle infestanti che è risultata particolarmente concentrata dopo l'effettuazione dell'ultimo intervento di scerbatura.

Le rese sono state mediamente più basse rispetto a quelle osservate nelle altre sperimentazioni, e forse dovute ad una maggiore competizione tra coltura e specie spontanee. La tesi maggiormente produttiva in termini di resa in carota è stata quella trattata con band-steaming alla velocità V1 (circa 28700 kg ha<sup>-1</sup>), seguita da quella trattata alla velocità V2 (27800 kg ha<sup>-1</sup>) ed alla velocità V3 (23500 kg ha<sup>-1</sup>). Nelle parcelle dove è stata impiegata la gestione intermedia la resa è stata di 19500 kg ha<sup>-1</sup> (Fig. 38). La consistente riduzione delle rese ottenute A San Piero a Grado nei confronti di quelle conseguite nelle altre località in cui si è svolta questa ricerca, è sicuramente imputabile ad un massiccio attacco di nematodi verificatosi durante le fasi finali del ciclo colturale.



**Figura 38.** Rese produttive osservate alla raccolta nelle diverse parcelle gestite secondo i due sistemi di gestione delle infestanti. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative per  $P \leq 0,05$  (LSD test).

## CONCLUSIONI

Il “band steaming” rappresenta una tecnica innovativa e promettente per il controllo preventivo delle infestanti in colture ortive seminate da alto reddito. Nei terreni sabbiosi e ben preparati il suo utilizzo ha determinato una considerevole riduzione delle ore impiegate per la scerbatura manuale, fattore che maggiormente influenza la riduzione del reddito degli agricoltori. Le rese di prodotto non hanno subito diminuzioni e sono risultate in linea con le produzioni medie di carota biologica. Oltre alla sostenibilità economica del sistema, l'abbandono dell'utilizzo di erbicidi di sintesi è il punto chiave per il raggiungimento della sostenibilità ambientale nel comparto orticolo. Il “band-steaming” e le altre tecniche di controllo delle infestanti oggetto del progetto sono mezzi non chimici che possono essere utilizzati come misure di Difesa Integrata così come definita e resa obbligatoria dalla direttiva 2009/128/CE e in agricoltura biologica (Regolamento

834/2007/CE). COFICO è inoltre in accordo con gli obiettivi del secondo pilastro della PAC 2014-2020: “Promuovere il trasferimento di conoscenze e l’innovazione nel settore agricolo” e “Potenziare la competitività dell’agricoltura in tutte le sue forme e la redditività delle aziende agricole”.

Sono comunque necessari investimenti per l’ottimizzazione dei consumi della macchina e dell’efficienza di distribuzione del vapore. Sarebbe inoltre auspicabile la possibilità di acquisto a livello consorziale della macchina per il band-steaming ottimizzata. Le dimensioni delle aziende biologiche italiane sono infatti medio/piccole con scarsa possibilità di concretizzare investimenti rilevanti.

Pisa, settembre 2013

Coordinatore di progetto  
Prof. Andrea Peruzzi