

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI AGRONOMIA ANIMALI ALIMENTI RISORSE NATURALI E
AMBIENTE

CORSO DI LAUREA IN
PRODUZIONI BIOLOGICHE VEGETALI

Confronto tra diverse pacciamature naturali sulla coltivazione biologica della cipolla in serra

Relatore

Prof.ssa *Roberta Masin*

Laureando

Dante Gallon

Matricola n.

2032816

ANNO ACCADEMICO 2023-2024

Confronto tra diverse pacciamature naturali sulla coltivazione biologica della cipolla in serra

| | |
|--|---------|
| Sommario | pag. 2 |
| Abstract | pag. 2 |
| 1 Introduzione | pag. 4 |
| 2 Materiali e metodi | pag. 6 |
| 2.1 Preparazione del terreno e stesura del telo pacciamante | pag. 6 |
| 2.2 Messa a dimora delle cipolle | pag. 6 |
| 2.3 Preparazione delle parcelle | pag. 8 |
| 2.4 Metodo raccolta dati | pag. 10 |
| 2.4.1 Rilievi sulle piante infestanti | pag. 10 |
| 2.4.2 Rilievi sulla coltura | pag. 11 |
| 3 Risultati | pag. 12 |
| 3.1 Efficacia della pacciamatura | pag. 12 |
| 3.1.1 Pacciamatura con truciolato | pag. 12 |
| 3.1.2 Pacciamatura con crusca | pag. 14 |
| 3.1.3 Pacciamatura con paglia e con fieno | pag. 15 |
| 3.1.4 Pacciamatura con telo di polipropilene | pag. 17 |
| 3.1.5 Confronto tra i diversi tipi di pacciamatura nel controllo delle malerbe | pag. 18 |
| 3.2 Dati relativi al controllo malerbe | pag. 19 |
| 3.2.1 Biomassa malerbe | pag. 19 |
| 3.2.2 Specie rilevate | pag. 20 |
| 3.3 Dati relativi alla resa delle cipolle | pag. 21 |
| 4 Conclusioni | pag. 24 |
| 5 Bibliografia | pag. 25 |
| 6 Ringraziamenti | pag. 26 |

Sommario

Questo lavoro di tesi si propone di indagare diverse tipologie di pacciamatura nella coltivazione biologica della cipolla, con l'obiettivo di individuare la tecnica più efficace in termini di controllo delle infestanti, resa e qualità del prodotto. Lo studio è stato condotto presso la Società Agricola Verdevivo Bio, da settembre 2023 a giugno 2024.

Le tipologie di pacciamatura messe a confronto sono state: truciolato, paglia, fieno, crusca e telo in polipropilene, applicate su parcelle in cui sono state trapiantate le varietà di cipolla Sanatoga, Lunga di Firenze, Dalila e Fabulosa. Il materiale utilizzato per la pacciamatura era già disponibile in azienda, una scelta fatta per simulare una situazione realistica e sostenibile che l'azienda potrebbe adottare in modo economico. Il terreno è stato preparato per ospitare le piante di cipolla, acquistate dal vivaio, e successivamente è stato lavorato e concimato. Sono state quindi allestite parcelle di un metro quadrato ciascuna, sulle quali sono stati applicati diversi materiali pacciamanti in differenti quantità.

Durante i mesi di sperimentazione, con cadenza settimanale, sono stati raccolti dati sull'emergenza delle malerbe, il pH del terreno e l'umidità del suolo. Come previsto, dai risultati è emerso che il telo in polipropilene è il metodo più efficace per il controllo delle malerbe, poiché mantiene la coltura principale libera dalla competizione per diversi mesi. Tuttavia, questo materiale presenta lo svantaggio di dover essere smaltito al termine del ciclo colturale, mentre i materiali organici, lasciati nel suolo, potrebbero apportare benefici a lungo termine, un aspetto cruciale per una coltivazione biologica orientata al miglioramento della qualità del suolo. Per quanto riguarda la raccolta delle cipolle a fine ciclo, si è osservato che, considerando i diversi tempi di maturazione specifici di ogni varietà, le cipolle di maggior diametro si sono sviluppate nelle parcelle pacciamate con il telo in polipropilene. Tuttavia, in alcuni casi, i fori troppo stretti nel telo hanno causato deformazioni nei bulbi. La resa più elevata è stata registrata nelle parcelle trattate con la crusca come materiale pacciamante.

In conclusione, non è stato possibile individuare un metodo di pacciamatura naturale che garantisse una gestione efficace delle malerbe. Per un confronto più completo dei vari metodi, sarebbe opportuno ripetere l'esperimento su un periodo più lungo, includendo anche analisi del suolo, per monitorare l'effetto dei diversi tipi di pacciamatura anche su temperatura, umidità ed altre caratteristiche del suolo.

Abstract

The study aims to investigate different types of mulching in the organic cultivation of onions to evaluate which technique has the best results in terms of weed control, yield, and product quality. The study was conducted at the Verdevivo Bio Agricultural Company from September 2023 to June 2024. The types of mulching compared were wood chips, straw, hay, bran, and polypropylene film, applied to plots where the onion varieties Sanatoga, Lunga di Firenze, Dalila, and Fabulosa were transplanted.

Materials already available on the farm were used to conduct the experiments to simulate a realistic situation the farmer could implement economically. The soil was prepared to accommodate the onion plants purchased from the nursery. After soil tillage and fertilization, eleven plots of one square meter each were set up, on which different mulching materials were applied in varying amounts. During the months of experimentation, data were collected weekly on weed emergence, soil pH, and soil moisture.

From the results obtained, analyzing the biomass of the weeds, it emerged, as expected, that polypropylene film is the most efficacious method for weed control, as it keeps the main crop free from competition for several months. However, the disadvantage of polypropylene plastic film is that it must be disposed of at the end of the cycle, whereas organic materials remain in the soil and could provide benefits, a crucial aspect for organic farming aimed at soil improvement.

Regarding onion harvesting at the end of the cycle, it was observed that, considering the different maturation times specific to each variety, the largest diameter onions developed in the plots with polypropylene film (in some cases, the film hole was too narrow, causing malformations in the onions). The highest yield was obtained in the plots where bran was used as a mulching material. In conclusion, it was not possible to identify a natural mulching method that allows for weed management with high efficacy. It would be necessary to repeat the test for a longer period to obtain a complete comparison of the various methods, including soil analyses, to determine effects over time on temperature, humidity and other soil characteristics.

1 Introduzione

Il controllo delle malerbe in agricoltura biologica rappresenta una sfida complessa all'interno di un sistema produttivo sostenibile. Gli agricoltori devono adottare strategie alternative al mezzo chimico per gestire le infestanti, preservando la salute del suolo, garantendo la sostenibilità economica e rispettando i requisiti della certificazione biologica.

Il primo passo per un'efficace gestione delle malerbe è l'adozione di un approccio preventivo, come la rotazione delle colture. Se pianificata correttamente, questa pratica si dimostra efficace nel ridurre la densità delle specie infestanti competitive, migliorando così la produttività complessiva (Dimitrios et al., 2020). Tra le tecniche più efficaci vi è anche la pacciamatura del suolo, che crea una barriera fisica con materiali organici o inorganici, riducendo la germinazione e la crescita delle malerbe anche attraverso la limitazione della luce. Inoltre, è stato dimostrato che le pacciamature organiche non solo controllano le infestanti, ma migliorano anche la ritenzione idrica e la qualità del suolo (Teasdale & Mohler, 2009).

Un'altra tecnica fondamentale è il controllo meccanico, che consiste nella rimozione fisica delle malerbe dal suolo. Per superfici estese, l'impiego di macchinari adeguati è essenziale per rendere il processo efficiente sia in termini di costi che di tempo. La sarchiatura, se eseguita tempestivamente, rappresenta una soluzione efficace che muove solo lo strato superficiale del terreno, danneggiando e sradicando le infestanti durante le prime fasi di crescita. È stato verificato che una sarchiatura precoce, prima che le malerbe raggiungano stadi fenologici avanzati, consente di ridurre significativamente la flora infestante con un intervento relativamente semplice e rapido (Bond & Grundy, 2001).

Le cover crop rappresentano un ulteriore strumento utile nella lotta alle malerbe, poiché competono con esse per luce, acqua e nutrienti, impedendo il loro sviluppo durante le rotazioni. Alcune specie presenti nei miscugli di cover crop, come segale e veccia, rilasciano composti allelopatici che inibiscono la germinazione delle infestanti, contribuendo a ridurre la densità delle malerbe in campo (Teasdale et al., 2007; Reberg-Horton et al., 2012). Tuttavia, per evitare che le cover crop competano con le colture principali, è fondamentale pianificare attentamente la strategia e scegliere con cura le specie da impiegare.

La gestione delle malerbe e le strategie adottabili dipendono in gran parte dalla specifica coltura, rendendo alcune tecniche meglio applicabili e più efficaci di altre. In questa tesi ci si è concentrati sulla coltivazione della cipolla (*Allium cepa* L.), una pianta erbacea biennale della famiglia delle Liliaceae, coltivata prevalentemente come annuale per la produzione del bulbo. La cipolla è una delle verdure più utilizzate al mondo. La pianta è costituita da bulbo, foglie e radici. Il bulbo, parte di interesse economico, si sviluppa da una base composta da foglie modificate (catafilli) disposte in strati concentrici. Durante la crescita, la pianta accumula zuccheri e nutrienti all'interno del bulbo. Forma e dimensione del bulbo, generalmente sferico o leggermente appiattito, dipendono dalla varietà e dalle condizioni ambientali (Brewster, 2008). Le foglie della cipolla sono cilindriche, cave e contribuiscono, tramite la fotosintesi, all'accrescimento del bulbo. Le foglie hanno un tessuto efficiente nel catturare la luce solare, nonostante la ridotta superficie esposta. Le radici, sottili e superficiali, si estendono nei primi 30 cm del suolo, rendendo la cipolla sensibile alla disponibilità di acqua e nutrienti in questo strato. Perciò, è essenziale che il suolo e le pratiche agronomiche siano ottimali per garantire uno sviluppo adeguato (Brewster, 2008). La cipolla cresce in climi temperati, ma è sensibile sia alle temperature troppo basse, che ne rallentano la crescita, sia a quelle elevate, che possono provocare una fioritura precoce. La pianta cresce bene in terreni ben drenati, fertili,

ricchi di sostanza organica e con un pH compreso tra 6 e 6,8 (Jones & Mann, 1963). La semina può avvenire direttamente in campo o tramite trapianto. In questa fase è cruciale controllare efficacemente le malerbe, poiché la cipolla, per la sua morfologia e il portamento delle foglie, è poco competitiva contro le infestanti. Di conseguenza, il controllo delle malerbe rappresenta una sfida significativa e richiede l'adozione di diverse tecniche.

L'uso di cover crops, come grano saraceno, trifoglio e segale, piantate prima della coltura principale, permette di competere con le infestanti e migliorare la struttura del suolo, creando condizioni ottimali per il trapianto delle cipolle. Uno studio ha dimostrato che l'utilizzo di cover crops, associato a una corretta gestione agronomica, riduce significativamente la mortalità delle cipolle; tuttavia, è fondamentale scegliere accuratamente le specie nel miscuglio (Vollmer et al., 2010). La rotazione delle colture è un'altra strategia efficace per ridurre l'incidenza delle infestanti, soprattutto quando nella rotazione si includono leguminose o cereali seminati a elevate densità (Pimpini et al., 2002). Una tecnica preventiva particolarmente utile è la falsa semina, che prevede la preparazione del letto di semina seguita dall'emergenza delle malerbe. Dopo l'emergenza, si effettua una leggera lavorazione del suolo per eliminarle, per poi procedere con il trapianto delle cipolle. Questo metodo riduce la densità delle infestanti nelle prime fasi di sviluppo della coltura. La pacciamatura con teli di plastica è riconosciuta come un metodo molto efficace per il controllo delle malerbe, fungendo da barriera più efficiente rispetto ai materiali organici. Uno studio ha rilevato che l'utilizzo di teli di plastica per coprire il terreno migliora le rese della cipolla e assicura un maggiore ritorno economico (Barla & Upasani, 2018). Infine, l'agricoltura di precisione, con l'impiego di robot capaci di riconoscere e rimuovere le malerbe, rappresenta la nuova frontiera del controllo in orticoltura biologica. Tuttavia, l'alto costo e la complessità di applicazione di queste tecnologie in contesti non sperimentali ne limitano ancora la diffusione, nonostante il loro potenziale dimostrato nel miglioramento del controllo delle malerbe.

In genere, nelle aziende a conduzione biologica, la gestione delle malerbe nella coltivazione della cipolla avviene usando tecniche meccaniche e pirodiserbo. Il pirodiserbo è una tecnica di controllo delle malerbe che utilizza il calore per distruggere o indebolire le erbe infestanti senza l'impiego di prodotti chimici, andando a indurre uno shock termico che va a rompere la membrana delle cellule vegetali, con conseguente morte dei tessuti cellulari. Nonostante questa tecnica risulti essere efficace, purtroppo è parecchio costosa, data la necessità di utilizzare delle macchine operatrici apposite e un'importante quantità di carburante (Ascard, 1995).

Nelle aziende prive di un parco macchine adeguato, si ricorre spesso alla pacciamatura (Suthar & Monisha 2020) o alla rimozione manuale delle piante infestanti. Il principale ostacolo al diserbo manuale è rappresentato dalla difficoltà di reperire manodopera e dai relativi costi (Dhananivetha, 2016). Anche la tecnica del pirodiserbo è costosa. Di conseguenza, la pacciamatura risulta essere il metodo più frequentemente utilizzato.

Per valutare l'efficacia di questa tecnica, nel presente lavoro di tesi è stata condotta un'indagine presso la società agricola Verdevivo Bio, tra settembre 2023 e giugno 2024, per determinare l'efficacia della pacciamatura nel controllo delle malerbe e il suo impatto sulla coltura della cipolla variando quantità e tipologia di materiale utilizzato. È importante sottolineare che la sperimentazione è stata realizzata in un contesto operativo in cui per la pacciamatura si è fatto ricorso esclusivamente a materiali di scarto o riciclati, con l'obiettivo di contenere i costi. Per esempio, in accordo con l'azienda, si è deciso di testare l'uso di crusca e truciolo come materiali pacciamanti, poiché erano già disponibili nel magazzino aziendale, anche se non esistono studi precedenti che ne abbiano documentato l'utilizzo in tale contesto.

2 Materiali e metodi

2.1 Preparazione del terreno e stesura del telo pacciamante

Il 19 settembre 2023, all'interno di una delle due serre fisse affiancate di lunghezza 100 metri e larghezza 10 metri per arcata, con altezza di 3 metri e con copertura in film plastico, è stata eseguita l'aratura del terreno destinato alla coltivazione delle cipolle, con una profondità di lavorazione di 40 cm. Al termine dell'aratura, è stato montato un erpice a denti rotanti e si è proceduto a uniformare il terreno, preparandolo per la successiva pacciamatura. Tra l'aratura e l'erpatura, è stata effettuata una concimazione di fondo utilizzando guano di pipistrello, distribuito uniformemente lungo le file appena formate.

È stato dimostrato da uno studio condotto da Jhon D. che il guano di pipistrello sia un concime per la coltura delle cipolle, in particolare è stato rilevato che un dosaggio di 10 grammi per metro quadro abbinato al compost sia in grado di aumentare le rese delle cipolle del 25% rispetto a un suolo non concimato (Doe & Smith, 2022).

Una volta completate le operazioni di preparazione del terreno, la superficie è stata suddivisa in cinque porzioni equivalenti. Come verrà indicato in seguito, nella prima porzione è stato steso un telo nero in polipropilene; nella seconda è stata distribuita paglia in modo uniforme; nella terza, fieno; nella quarta, crusca; e nella quinta, trucioli. Crusca e trucioli sono stati scelti perché materiali di scarto già presenti in azienda. La quantità di paglia, fieno, crusca e trucioli utilizzata è stata determinata sulla base dell'esperienza pratica del proprietario dell'azienda. Nel mese di ottobre 2023 si è proceduto alla messa a dimora delle cipolle, utilizzando piantine acquistate presso un vivaio, prevedendo per ogni tipologia di pacciamatura 4 diverse varietà di cipolle (una per ogni fila).

2.2 Messa a dimora delle cipolle

Una volta terminate le operazioni di preparazione del terreno, durante l'ultima settimana di ottobre sono state messe a dimora le piantine di cipolla acquistate da un vivaio.

Sono stati preparati i buchi nel terreno usando un bastone di ferro, sia sulle parcelle con il telo in polipropilene che sulle parcelle senza pacciamatura, direttamente nel terreno, mantenendo una distanza tra pianta e pianta di 15 cm sulla fila e una distanza di 25 cm tra le file (fig. 1).



Figura 1. Disposizione delle cipolle e delle varie pacciamature.

La densità del trapianto è stata decisa dal proprietario dell'azienda, ma secondo uno studio condotto da J. A. Drost la densità corretta per ottenere le rese migliori dovrebbe essere di 25 piante per metro quadro con una distanza tra le file di 30 centimetri (Drost & Kamminga, 1990) Queste distanze tra le piante risultano essere difficilmente utilizzabili nell'azienda dove è stata condotta la prova in quanto gli spazi risultano essere ristretti, viene preferita una densità maggiore di piante e le varietà utilizzate sono sicuramente differenti.

Le varietà trapiantate sono state: sanatoga, lunga di firenze, fabulosa e dalila (fig. 2-5). Le quattro varietà sono già state acquistate come piantine pronte per il trapianto e nei giorni precedenti l'unica azione eseguita è stata l'irrigazione dei pack contenenti le piantine. Le quattro varietà sono state trapiantate su file adiacenti, in modo tale che ciascuna parcella contenesse tutte le varietà (4 sub-parcelle).



Figura 2. La varietà Sanatoga produce bulbi di forma tondo-globosa con colorazione giallo-ramato. Fonte: <https://plantgest.imaginenetwork.com>



Figura 3. La varietà Lunga di Firenze produce un bulbo allungato di colore rosso-rosato brillante, che può superare i 400 gr. Ha polpa dolce e tenuemente piccante. Utilizzabile anche per la produzione di cipollotti. Fonte: <https://www.ortomio.it>



Figura 4. La varietà Dalila produce bulbi tondeggianti con colletto fine e con ottima vestitura di colore bianco brillante. Fonte: <https://plantgest.imaginenetwork.com>



Figura 5. La fabulosa produce bulbi tondeggianti con un intenso colore rosso-rosato (fabula F1). Fonte: <https://www.rbsementi.com>

2.3 Preparazione delle parcelle

Successivamente al trapianto delle cipolle, sono state preparate tutte le parcelle da 1x1 metri sia nelle parcelle senza telo pacciamante che in quelle con telo (fig. 6-7). Ogni parcella

conteneva 4 sub-parcelle, ciascuna composta da una fila di cipolle di una delle 4 varietà. Per preparare le parcelle sono stati tagliati 4 bastoncini di legno, piantati nel terreno in modo da delimitare un'area di 1 m² (1 x 1 m) e, utilizzando degli spaghi di plastica, si è definito il perimetro.



Figura 6. Preparazione delle parcelle.



Figura 7. Preparazione delle parcelle su telo nero.

Per la preparazione del materiale organico scelto per la pacciamatura sulle parcelle, è stata pesata la quantità che sarebbe stata distribuita su ogni parcella utilizzando la bilancia presente in magazzino. Ad inizio novembre, si è provveduto a pacciamare con i diversi materiali (fig. 8).



Figura 8. Posizionamento dei materiali.

In totale le tesi testate per la pacciamatura sono state 10, organizzate in questo modo:

1. Parcella di controllo truciolo fresco: dosaggio eseguito seguendo il criterio di ricoprire l'intera superficie, il peso utilizzato è stato di 1,55 kg di truciolo.
2. Parcella con truciolo fresco pesato: dosaggio calcolato andando a raddoppiare la dose utilizzata nella parcella numero 1, la dose distribuita è stata di 3 kg esatti per metro quadro
3. Parcella con truciolo usato da pulcini: in questo caso si è cercato di mantenere un dosaggio simile al truciolo fresco pesato "parcella 2" dato che essendo più umida a causa delle deiezioni, se si fosse utilizzato il peso di 3 kg non sarebbe bastata a coprire l'intero metro quadro di superficie, per questo motivo il peso reale è stato di 8 kg.
4. Parcella di controllo crusca: dosaggio eseguito seguendo il criterio di ricoprire l'intera superficie, la quantità in kg utilizzata è stata di 5,2 kg metro quadro.
5. Parcella con crusca pesata: dosaggio calcolato andando a raddoppiare la dose utilizzata nella parcella numero 4, di conseguenza la dose distribuita è stata di 10 kg/m².
6. Parcella con paglia pesata: il dosaggio è stato calcolato in modo da non coprire troppo le piante di cipolle ed è quindi stato deciso di mantenere il limite di dosaggio a 3 kg/m².

7. Parcella con fieno pesato: come per la paglia il dosaggio è stato calcolato in modo da non coprire troppo le piante di cipolle e si è quindi mantenuto a 3 kg/m².
8. Parcella di controllo paglia: dosaggio eseguito seguendo il criterio di ricoprire l'intera superficie, la quantità utilizzata è risultata essere di 2,2 kg/m².
9. Parcella di controllo fieno: dosaggio eseguito seguendo il criterio di ricoprire l'intera superficie, la quantità in kg distribuita è stata di 2,1 kg/m².
10. Due parcelle di controllo con pacciamatura con telo nero: sono state preparate due parcelle da 1 m² al fine di confrontare il risultato con tutte le parcelle precedenti.

2.4 Metodo raccolta dati

2.4.1 Rilievi sulle piante infestanti

La raccolta dei dati relativi all'emergenza delle infestanti è stata effettuata con cadenza settimanale. Ogni rilievo prevedeva di scattare una fotografia per ciascuna parcella, in modo da ottenere una sequenza temporale di immagini. Successivamente, si è proceduto al conteggio delle malerbe presenti in ogni parcella. Contestualmente al rilievo delle infestanti, sono stati misurati il pH e l'umidità del terreno utilizzando lo strumento illustrato in figura 9.



Figura 9. Strumentazione per misurare il pH e l'umidità del terreno (lo strumento misura con metodo elettrometrico l'Acqua Disponibile nel terreno valutata da 0 a 100% in scala da 0 a 10).

A fine marzo è stata effettuata la raccolta delle infestanti per determinarne il peso fresco, composto da bulbi e foglie. L'intera operazione, svolta in un'unica giornata, ha avuto luogo all'interno della serra, dove è stata utilizzata una bilancia apposita. Le piante infestanti sono state tagliate a livello del suolo con un coltello, in modo da raccogliere esclusivamente la parte aerea (bulbi e foglie) per la pesatura. La raccolta è stata organizzata in modo da raccogliere per prime le specie più abbondanti. Una volta raccolte tutte le piante di una determinata specie, queste sono state raggruppate e pesate insieme.

Dopo la raccolta e la pesatura, sono stati registrati i dati relativi alle specie identificate, al numero di piante e al peso fresco di ciascuna specie e il peso fresco totale di tutte le piante infestanti di una parcella.

2.4.2 Rilievi sulla coltura

A giugno, al termine del ciclo di coltivazione, è stata effettuata la raccolta delle cipolle. Il peso fresco delle cipolle, ovvero dei bulbi più le foglie, è stato misurato utilizzando una bilancia situata all'interno della serra; sia la raccolta che la pesatura sono state completate in un'unica giornata. Le cipolle sono state raccolte dalle quattro file presenti in ciascuna parcella, che ospitavano le diverse varietà trapiantate all'inizio della prova.

Oltre al peso, per ogni cipolla è stato misurato il diametro utilizzando un calibro. Dopo aver calcolato la resa totale per ogni parcella e varietà, il prodotto finito è stato trasferito in magazzino per lo stoccaggio, la pulizia e la successiva vendita.

È importante sottolineare che la raccolta precoce, come citato in uno studio, non sia il migliore metodo per garantire buona conservabilità (Gawande & Naik, 2016), ma nella situazione aziendale presente non è fondamentale eseguire un'unica grande raccolta ma piuttosto sia sufficiente raccogliere lo stretto necessario per completare la richiesta generata dal punto vendita aziendale, permettendo così una raccolta che si protrae nel tempo.

3 Risultati

3.1 Efficacia della pacciamatura

3.1.1 Pacciamatura con truciolo

Lo sviluppo delle cipolle nella parcella coperta con truciolo ($1,55 \text{ kg/m}^2$) non è stato ottimale. Per diversi mesi, la crescita delle cipolle è rimasta bloccata e lo stesso è accaduto per le malerbe, in questo primo periodo alcune piante sono morte. Durante questi primi mesi, l'umidità è rimasta costantemente molto bassa, essendo la coltivazione in serra, le piogge non hanno influenzato questo dato. A febbraio si è deciso di irrigare le file utilizzando canaline e un sistema di irrigazione a goccia. L'inizio delle irrigazioni è chiaramente visibile dall'aumento dei valori rilevati dallo strumento dopo il mese di gennaio (fig. 11). Sebbene l'irrigazione abbia modificato le condizioni, l'effetto è stato sfavorevole per la coltura: le cipolle sono state rapidamente soffocate dalle piante infestanti. La limitata capacità competitiva delle cipolle potrebbe essere attribuita alla crescita iniziale insufficiente causata dalla siccità del suolo e, forse, anche dall'elevato rapporto carbonio/azoto del truciolo, che ha impedito uno sviluppo adeguato delle cipolle nel corso delle settimane (fig. 10).



Figura 10. Foto dell'infestazione nella parcella con pacciamatura creata con truciolo fresco (1,55 kg/m²). Le foto sono state scattate il 30 novembre 2023, 25 gennaio 2024 e 22 marzo 2024.

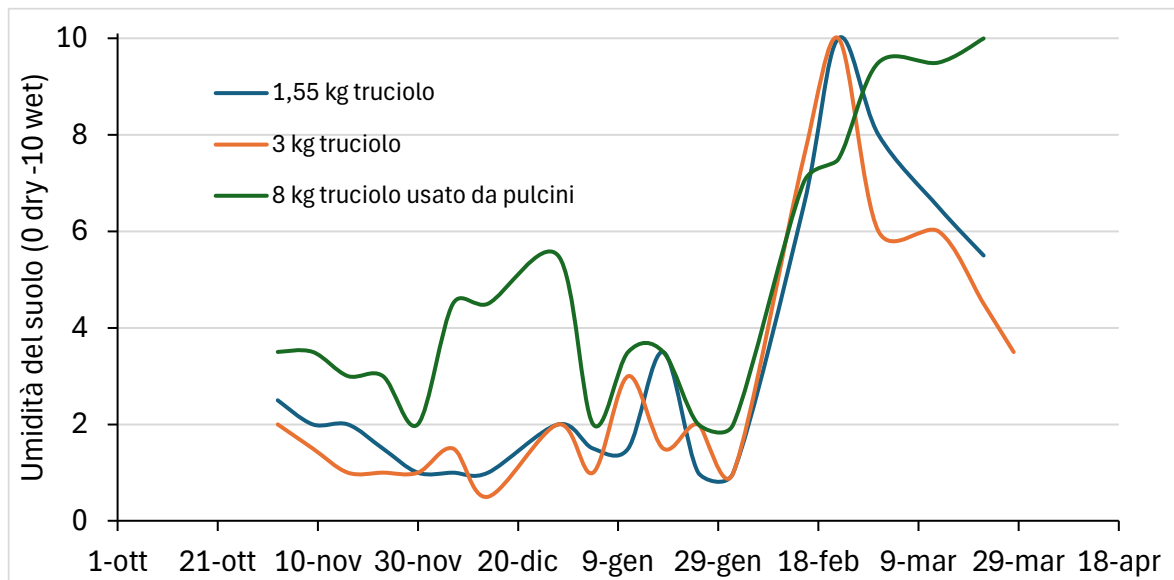


Figura 11. Umidità del suolo nelle parcelle con truciolo (parcelle 1-3).

La parcella coperta con truciolo fresco (3 kg/m²) ha presentato le stesse problematiche della parcella della tesi 1, la carenza di acqua nel suolo. Nei primi mesi, l'umidità è rimasta costantemente bassa, e la parcella ha registrato una scarsa presenza di piante infestanti (fig. 12). Come nella parcella 1, alcune malerbe non sono riuscite a sopravvivere a causa della siccità, ma dopo l'inizio dell'irrigazione si è osservata nuova emergenza e un marcato sviluppo.



Figura 12. Foto dell'infestazione nella parcella con pacciamatura creata con truciolo fresco (3 kg/m²). Le foto sono state scattate il 30 novembre 2023, 25 gennaio 2024 e 22 marzo 2024.

Il truciolo utilizzato nella parcella 3 (8 kg/m²) proveniva dai box in cui erano ospitati i pulcini, e aveva assorbito le deiezioni prodotte dagli animali. A causa dell'elevato peso del materiale,

dovuto alle deiezioni assorbite, sono stati necessari 8 kg di truciolo per coprire l'intera parcella di 1x1 m. La presenza di deiezioni ha probabilmente aumentato la quantità di azoto disponibile, contribuendo a bilanciare il rapporto carbonio/azoto del truciolo. Di conseguenza, in questa parcella le piante hanno mostrato uno sviluppo maggiore rispetto alle due precedenti, dove era stato utilizzato solo truciolo pulito (fig. 13).

Le cipolle coltivate in questa parcella hanno mostrato uno sviluppo fenologico più avanzato rispetto a quelle delle altre parcelle con truciolo pulito, mostrando anche una maggiore capacità competitiva nei confronti delle piante infestanti (fig. 13). Inoltre, questa pacciamatura sembra aver contribuito a mantenere maggiore umidità del suolo (fig. 11).



Figura 13. Foto dell'infestazione nella parcella con pacciamatura creata con truciolo usato da pulcini (8 kg/m²). Le foto sono state scattate il 30 novembre 2023, 25 gennaio 2024 e 22 marzo 2024.

Nei primi mesi, l'umidità del terreno è risultata significativamente più elevata rispetto alle parcelle precedenti. Questo aumento è probabilmente dovuto al fatto che il truciolo era già inumidito dalle deiezioni, non sono da escludere infiltrazioni d'acqua in alcuni punti della serra che hanno bagnato ulteriormente la parcella. Con l'inizio dell'irrigazione a goccia tramite canaline, si è osservato un marcato incremento dell'umidità del terreno.

3.1.2 Pacciamatura con crusca

La parcella con crusca a 5,2 kg/m² ha evidenziato buone capacità nel mantenere l'umidità durante i periodi di siccità, tuttavia, questa caratteristica si è trasformata in un significativo svantaggio con l'inizio delle irrigazioni artificiali (fig. 14). La sua elevata capacità di ritenzione idrica ha favorito lo sviluppo e la proliferazione di muffe e funghi su tutta la superficie, potenzialmente diventando un vettore di malattie per la coltivazione della cipolla.

Sebbene il controllo delle malerbe sembrasse promettente nelle prime settimane, si è dimostrato piuttosto mediocre, specialmente quando le muffe hanno iniziato a proliferare (fig. 15). Le cipolle invece hanno mostrato uno sviluppo nella media, prima della raccolta, si era ipotizzato che la presenza di funghi sulla pacciamatura potesse causare malattie nelle cipolle, ma al momento della raccolta non sono stati riscontrati problemi di questo tipo.

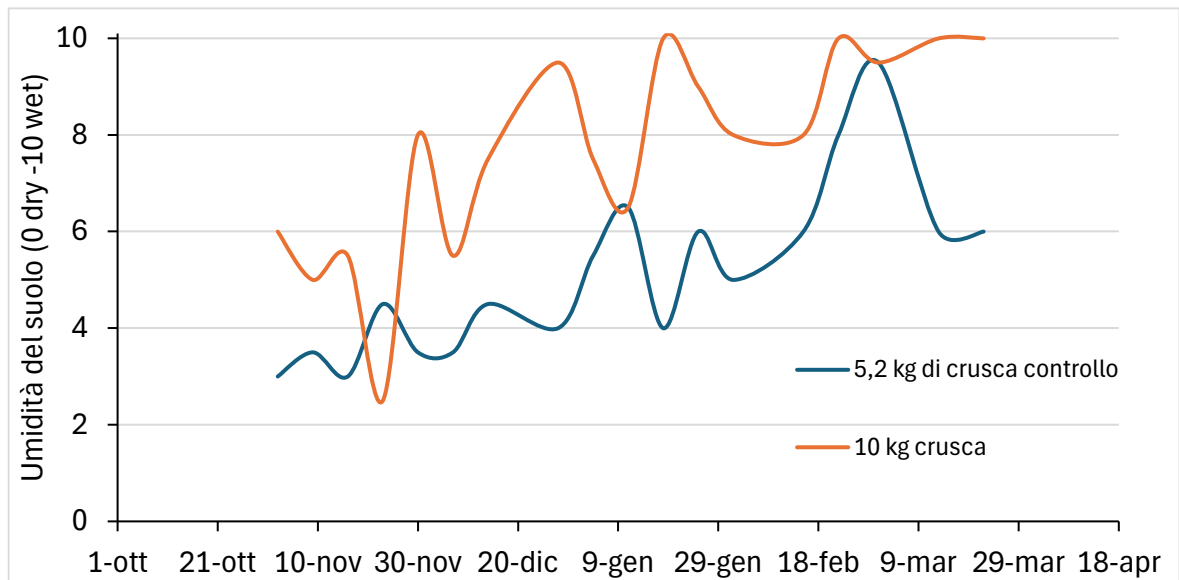


Figura 14. Umidità del suolo nelle parcelle con crusca (parcelle 4 e 5).



Figura 15. Foto dell'infestazione nella parcella con pacciamatura creata con crusca (5,2 kg/m²). Le foto sono state scattate il 30 novembre 2023, 25 gennaio 2024 e 22 marzo 2024.

Nella parcella 5, pacciamata con una dose più elevata di crusca (10 kg/m²), i problemi già osservati nella parcella precedente si sono ulteriormente accentuati, dimostrando che la crusca non è un materiale efficace per il controllo delle malerbe. Anche in questo caso, una volta sviluppatesi le muffe nella crusca, le malerbe hanno continuato a crescere e svilupparsi senza difficoltà (fig. 16).

Per quanto riguarda l'umidità, la capacità della crusca di trattenerla è diventata un problema significativo: la ritenzione eccessiva di acqua sembrava impedire alle piante di cipolla di svilupparsi correttamente, generando preoccupazioni per possibili malattie durante i mesi successivi (fig. 14). Come osservato nella parcella 4, è stata ipotizzata la possibilità di marciume del colletto nelle cipolle, cosa comunque non riscontrata al momento della raccolta.



Figura 16. Foto dell'infestazione nella parcella con pacciamatura creata con crusca (10 Kg/m²). Le foto sono state scattate il 30 novembre 2023, 25 gennaio 2024 e 22 marzo 2024.

3.1.3 Pacciamatura con paglia e con fieno

La pacciamatura con paglia (3 kg/m²) è una delle tecniche più comuni per il controllo delle infestanti lungo i camminamenti delle serre, grazie soprattutto alla sua facile reperibilità. Tuttavia, nel presente studio, questa soluzione non è risultata la migliore opzione per il controllo delle infestanti. La presenza di altre specie all'interno del miscuglio di paglia può contaminare la seedbank, come evidenziato dal fatto che nelle parcelle sono spuntate piante non precedentemente presenti nella serra (fig. 17).

La paglia non ha interferito con lo sviluppo delle cipolle; tuttavia, non si è rivelata particolarmente efficace nel controllo delle malerbe, nonostante siano stati utilizzati 3 kg di materiale.



Figura 17. Foto dell'infestazione nella parcella con pacciamatura creata con paglia (3 kg/m²). Le foto sono state scattate il 30 novembre 2023, 25 gennaio 2024 e 22 marzo 2024.

Analogamente alla paglia, il fieno (3 kg/m²) ha consentito lo sviluppo di nuove specie non originariamente presenti all'interno della parcella. Pertanto, il controllo delle malerbe non è risultato particolarmente efficace, causando una significativa competizione con le cipolle (fig. 18). Nonostante l'elevata quantità di fieno impiegata, la presenza di malerbe è rimasta considerevole. Le cipolle sembrano aver risentito in modo significativo della copertura vegetale presente in quanto la resa finale è risultata bassa.



Figura 17. Foto dell'infestazione nella parcella con pacciamatura creata con fieno (3 kg/m²). Le foto sono state scattate il 30 novembre 2023, 25 gennaio 2024 e 22 marzo 2024.

Con una pacciamatura di paglia con 2,2 kg/m², nonostante la quantità inferiore di materiale utilizzato per coprire la parcella, il numero di malerbe emerse è risultato molto simile a quello osservato nella parcella con 3 kg/m². Nelle prime settimane, la pacciamatura di 2,2 kg/m² sembrava dare risultati migliori rispetto a quella di 3 kg/m². Questo suggerisce che il terreno

all'interno della serra, pur avendo una lunghezza di soli 50 metri, presenti notevoli variazioni nelle caratteristiche fisiche.



Figura 18. Foto dell'infestazione nella parcella con pacciamatura creata con paglia ($2,2 \text{ kg/m}^2$). Le foto sono state scattate il 30 novembre 2023, 25 gennaio 2024 e 22 marzo 2024.

La pacciamatura con paglia con $2,2 \text{ kg/m}^2$ ha dimostrato una maggiore capacità di trattenere l'umidità rispetto alla parcella in cui è stato impiegato lo stesso materiale in quantità superiore (fig. 20). Questo risultato potrebbe essere spiegato solo ipotizzando un'infiltrazione d'acqua nella serra o una differenza nella tessitura del suolo. L'umidità è risultata comunque molto variabile durante la prova.

Analogamente alla paglia, anche nel caso del fieno, l'uso di una quantità maggiore di pacciamatura non sembra aver apportato particolari benefici nel controllo delle malerbe. Infatti, la parcella con meno fieno ($2,1 \text{ kg/m}^2$) ha mostrato un livello di infestazione molto simile (fig. 19). Le cipolle nelle parcelle pacciamate con fieno a $2,1 \text{ kg/m}^2$ hanno presentato uno sviluppo fenologico simile a quelle con quantità maggiore di fieno.



Figura 19. Foto dell'infestazione nella parcella con pacciamatura creata con fieno ($2,1 \text{ kg/m}^2$). Le foto sono state scattate il 30 novembre 2023, 25 gennaio 2024 e 22 marzo 2024.

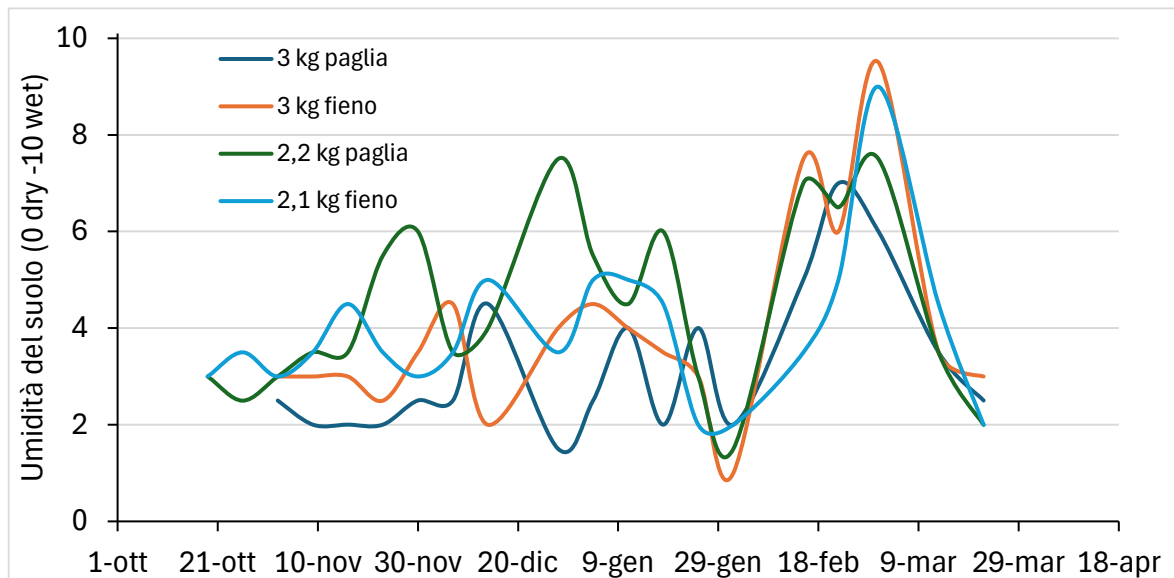


Figura 20. Umidità del suolo nelle parcelle con paglia e con fieno (parcelle 7 e 9).

L'utilizzo di queste pacciamature ha comunque degli effetti positivi confermati da uno studio di A. Kumar nel quale viene affermato che l'evapotraspirazione dell'acqua viene ridotta del 30% e le rese sulla cipolla incrementate del 15% rispetto a un suolo privo di pacciamatura, in condizioni di carenza di acqua (Kumar et al. 2017).

3.1.4 Pacciamatura con telo di polipropilene

Come previsto, il telo in polipropilene ha controllato efficacemente le malerbe, consentendo un buon sviluppo delle cipolle (fig. 21-22). Le poche infestanti rilevate sono emerse dai fori del telo, ma nell'ottica di una gestione aziendale, la loro rimozione manuale potrebbe rappresentare un'operazione piuttosto semplice per evitare la competizione con la coltura. Inoltre, il telo ha dimostrato un'ottima capacità di mantenere l'umidità del terreno, contribuendo significativamente a uno sviluppo più rapido delle cipolle (fig. 23).

Qualità confermata da uno studio di Kumar & Sheoran (2019) nel quale si evince che il telo sia in grado di ridurre l'evapotraspirazione del 35%, rendendo le irrigazioni più efficienti.



Figura 21. Foto dell'infestazione nella parcella 10 con telo pacciamante nero. Le foto sono state scattate il 30 novembre 2023, 25 gennaio 2024 e 22 marzo 2024.

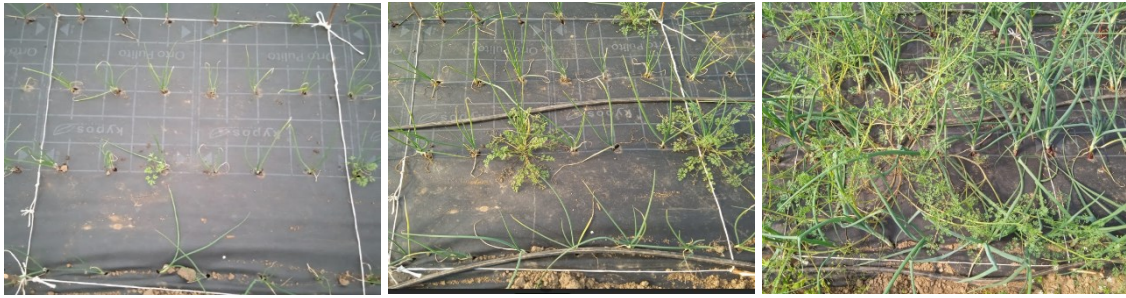


Figura 22. Foto dell'infestazione nella parcella 11 con telo pacciamante nero. Le foto sono state scattate il 30 novembre 2023, 25 gennaio 2024 e 22 marzo 2024.

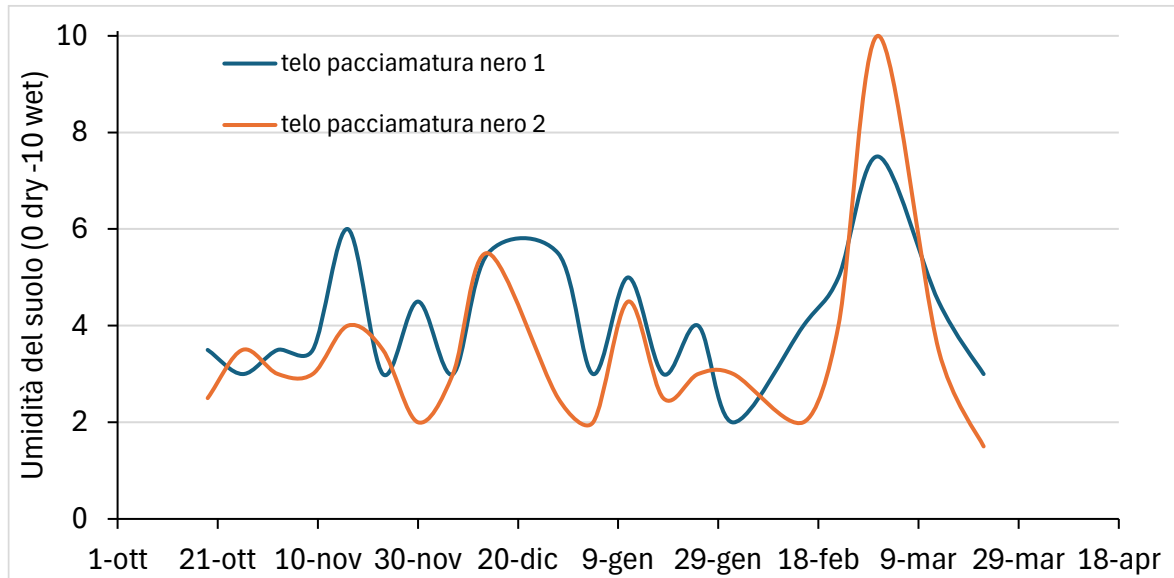


Figura 23. Umidità del suolo nelle parcelle con telo pacciamante nero in polipropilene (parcelle 10 e 11).

3.1.5 Confronto tra i diversi tipi di pacciamatura nel controllo delle malerbe

In generale, è emerso che la presenza delle malerbe è stata influenzata dalla quantità e dal tipo di materiale utilizzato per coprire le parcelle. Dove il materiale era più abbondante e copriva meglio la superficie, si è osservato uno sviluppo ridotto di malerbe. Dato confermato anche da uno studio condotto da Patel & Rana (2015) che osservarono che lo spessore della pacciamatura influisce notevolmente sulla quantità di infestanti.

Le parcelle pacciamate con truciolo hanno dimostrato una discreta capacità di controllo delle malerbe. Tuttavia, lo sviluppo delle cipolle è risultato inferiore rispetto ad altre pacciamature. L'effetto limitante del truciolo sulla coltura, compresa la parcella con materiale contenente deiezioni, lo rende poco efficace nel controllo delle malerbe. Questo è probabilmente dovuto al suo alto rapporto carbonio-azoto, che crea competizione per le risorse. Inoltre, il truciolo presenta un costo elevato: ipotizzando un prezzo di 0,75 €/kg, il costo sarebbe di 1,125 €/m² per un dosaggio di 1,5 kg/m² e 2,25 €/m² per un dosaggio di 3 kg/m². Oltre al costo, è fondamentale considerare che il tempo di completa degradazione del materiale e i possibili effetti a lungo termine sulle caratteristiche chimiche del suolo rimangono incerti. Dato lo scarso risultato ottenuto, già dai dati della prima fase si può concludere che il truciolo non è particolarmente adatto come pacciamatura. Potrebbe essere interessante sperimentare l'uso

combinato di truciolato e paglia, posizionando il truciolato lontano dalle piante di cipolla e la paglia più vicino, per mitigare l'effetto del rapporto carbonio-azoto.

Le parcelle pacciamate con crusca hanno mostrato problemi nel controllo delle malerbe fin dalle prime settimane, con malerbe che sono riuscite a svilupparsi facilmente. Dopo circa due settimane, muffe hanno iniziato a proliferare, ricoprendo l'intera superficie. Questa elevata presenza di muffa potrebbe essere attribuita all'amido nella crusca e a una conservazione non ottimale prima della distribuzione, poiché i sacchi sono stati conservati all'esterno sotto una tettoia, non completamente isolati dagli agenti atmosferici. Un aspetto positivo della crusca è la sua capacità di mantenere umido il terreno, infatti ha mostrato livelli di umidità alti durante tutta la prova. Tuttavia, questa caratteristica ha creato problemi dopo il posizionamento delle canaline e l'inizio delle irrigazioni artificiali, con un'umidità troppo elevata che ha favorito la proliferazione di funghi e muffe, riducendo la capacità di copertura e aumentando il rischio di malattie fungine per le cipolle.

La paglia, utilizzata principalmente per coprire i camminamenti tra i teli, si è rivelata una buona scelta come pacciamatura. Le malerbe sono emerse dopo poche settimane, ma il problema principale è stata la contaminazione da semi di altre specie presenti nella paglia, probabilmente raccolti durante l'imbballaggio. Nonostante la crescita delle piante infestanti, le cipolle si sono sviluppate senza subire particolarmente la competizione, probabilmente grazie a un rapporto carbonio-azoto più basso rispetto al truciolato. I livelli di umidità erano medi rispetto alle altre pacciamature, indipendentemente dalla quantità di materiale utilizzato.

Il fieno ha mostrato prestazioni simili alla paglia, ma con una minore contaminazione della seedbank. Di conseguenza, la minore presenza di specie graminacee suggerisce che le cipolle abbiano subito meno competizione. Considerando solo le malerbe e l'umidità del suolo, i risultati per paglia e fieno sono molto simili, rendendo difficile determinare quale dei due sia migliore.

Le parcelle pacciamate con telo in polipropilene si sono rivelate, come previsto, le migliori nel controllo delle malerbe. Grazie alla capacità traspirante del materiale, non si sono verificati problemi significativi di umidità. Con una competizione ridotta e un effetto positivo del telo sulla temperatura del suolo, le cipolle si sono sviluppate più velocemente rispetto alle pacciamature naturali.

In alcune parcelle, le malerbe si sono sviluppate e successivamente sono morte; questo fenomeno è stato osservato principalmente nelle parcelle con truciolato e telo in polipropilene.

3.2 Dati relativi al controllo malerbe

3.2.1 Biomassa malerbe

A fine marzo sono state raccolte e pesate le malerbe che si erano sviluppate all'interno delle parcelle, di seguito nella tabella 1 vengono riassunti i risultati ottenuti.

Tabella 1. Biomassa delle piante infestanti raccolta a marzo.

| Numero parcella | Malerbe (p/m ²) | Biomassa totale (kg/m ²) |
|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Parcella 1 truciolo 1,55 kg | 74 | 2,41 |
| Parcella 2 truciolo 3 kg | 27 | 1,63 |
| Parcella 3 truciolo usato da pulcini | 10 | 1,27 |
| Parcella 4 crusca 5,2 kg | 26 | 2,50 |
| Parcella 5 crusca 10 kg | 15 | 2,25 |
| Parcella 6 paglia 3 kg | 60 | 3,60 |
| Parcella 7 fieno 3 kg | 47 | 2,90 |
| Parcella 8 paglia 2,2 kg | 51 | 3,76 |
| Parcella 9 fieno 2,1 kg | 42 | 3,04 |
| Parcella 10 telo | 4 | 0,36 |
| Parcella 11 telo | 3 | 0,52 |

I dati sulla biomassa indicano che, in generale, l'aumento delle quantità di materiale utilizzato per le pacciamature determina una riduzione del peso della parte aerea delle malerbe. È importante notare che la biomassa raccolta non dipende strettamente dal numero di piante presenti nella parcella, ma piuttosto da come queste si sono sviluppate e se hanno trovato un ambiente favorevole o meno.

3.2.2 Specie rilevate

Nelle parcelle con diverse pacciamature si è osservata la presenza di specie di malerbe differenti. Le malerbe più comuni sono state fumaria, stellaria e convolvolo (tabella 2).

Tabella 2. Numero di piante per ciascuna specie rilevata nelle parcelle con le diverse pacciamature (n/m²).

| | Parcella 1 truciolo 1,55 kg | Parcella 2 truciolo 3 kg | Parcella 3 truciolo usato da pulcini | Parcella 4 crusca 5,2 kg | Parcella 5 crusca 10 kg | Parcella 6 paglia 3 kg | Parcella 7 fieno 3 kg | Parcella 8 paglia 2,2 kg | Parcella 9 fieno 2,1 kg | Parcella 10 telo | Parcella 11 telo |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|
| <i>Artemisia vulgaris</i> | 7 | | | | | | | | | | |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> | | | | | 3 | | | | | | |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | 2 | 3 | 3 | 8 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | | |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | | | | | | 15 | | 2 | | | |
| <i>Fumaria officinalis</i> | 37 | 7 | 4 | 7 | 4 | 7 | 11 | 3 | 13 | 2 | 2 |
| <i>Lamium purpureum</i> | | | | 2 | | | | 2 | 2 | | |
| <i>Oxalis acetosella</i> | | | | | | | | 16 | 10 | 2 | 1 |
| <i>Papaver rheas</i> | | | | | | | | 13 | 3 | | |
| <i>Poa annua</i> | 4 | | | | | | | | | | |
| <i>Solanum tuberosum</i> | | 1 | | | | | | | | | |
| <i>Stellaria media</i> | 19 | 15 | 3 | 9 | 5 | 17 | 28 | 3 | 3 | | |
| <i>Triticum aestivum</i> | | | | | | 12 | | 4 | 5 | | |
| <i>Veronica sp.</i> | | | | | | | | 3 | 2 | | |
| <i>Vicia hirsuta</i> | | | | | | 2 | | 2 | | | |
| altro | 5 | 1 | | | | 4 | 4 | | | | |
| Totale | 74 | 27 | 10 | 26 | 15 | 60 | 47 | 51 | 42 | 4 | 3 |

La fumaria (*Fumaria officinalis*) si è rivelata una delle piante infestanti più competitive all'interno di tutte le parcelle. Questa pianta presenta un comportamento parzialmente rampicante, che le consente di espandersi per decine di centimetri dal colletto, coprendo ampie superfici e diventando così altamente competitiva. In modo simile, la stellaria ha

mostrato un'elevata capacità di competizione, espandendosi giorno dopo giorno senza svilupparsi significativamente in altezza. Anche la stellaria ha dimostrato di saper espandersi sopra alle cipolle e alle altre piante circostanti e si è distinta per la maggiore produzione di biomassa rispetto alle altre specie. Il convolvolo, sebbene presente in tutte le parcelle tranne nelle due coperte dal telo nero, ha mostrato una presenza inferiore rispetto alle altre infestanti in termini di numero di piante e biomassa (tab. 2 e 3).

Un'attenzione particolare va riservata alle parcelle dove sono stati utilizzati paglia e fieno come materiali pacciamanti: in queste aree il numero di specie sviluppate è risultato superiore rispetto alle altre parcelle. Inoltre, si sono sviluppate specie che non erano presenti altrove nella serra (es. vecchia, veronica e papavero), indicando che la seedbank del suolo è stata contaminata da nuove specie introdotte proprio dai materiali pacciamanti utilizzati.

La contaminazione della seedbank nel suolo è una problematica verificata in diversi studi, citando un articolo dell'Agronomy Journal, è stato verificato che utilizzare la paglia come pacciamatura aumenta il numero di semi delle malerbe dormienti di circa il 20% rispetto ai campi non pacciamati (Teasdale & Mohler, 2010)

Nelle parcelle in cui è stato usato truciolo in quantità diverse, si nota che all'aumentare del peso del materiale di pacciamatura, corrisponde una ridotta biomassa delle infestanti. Questo risultato viene confermato anche osservando la dinamica di emergenza in figura 24, dove la dose inferiore di truciolo sembra non fermare le emergenze; infatti, la densità delle malerbe raggiunge valori molto elevati a metà gennaio, per poi ridursi di poco nei mesi successivi.

Nelle parcelle con pacciamatura di crusca, paglia e fieno, la biomassa delle malerbe invece risulta simile a prescindere dalla quantità di materiale di pacciamatura.

Ciò che è evidente sia osservando la biomassa delle malerbe che l'andamento delle emergenze (tab. 3 e fig. 24), è che il telo ha avuto un'efficacia molto superiore delle pacciamature naturali. Il telo ha mantenuto costantemente nel tempo una densità delle malerbe molto bassa.

Tabella 3. Peso fresco di piante per ciascuna specie rilevata nelle parcelle con le diverse pacciamature (kg/m²).

| | Parcelle 1 | Parcelle 2 | Parcelle 3 | Parcelle 4 | Parcelle 5 | Parcelle 6 | Parcelle 7 | Parcelle 8 | Parcelle 9 | Parcelle 10 | Parcelle 11 |
|--------------------------------|------------------|---------------|---------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|---------------|--------------|-------------|-------------|
| | truciolo 1,55 kg | truciolo 3 kg | truciolo usato da pulcini | crusca 5,2 kg | crusca 10 kg | paglia 3 kg | fieno 3 kg | paglia 2,2 kg | fieno 2,1 kg | telo | telo |
| <i>Artemisia vulgaris</i> | 0,05 | | | | | | | | | | |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> | | | | | 0,04 | | | | | | |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | 0,03 | 0,04 | 0,07 | 0,05 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | | |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | | | | | | 0,50 | | 0,06 | | | |
| <i>Fumaria officinalis</i> | 1,90 | 1,20 | 1,13 | 1,60 | 1,40 | 1,00 | 1,10 | 0,40 | 2,32 | 0,35 | 0,52 |
| <i>Lamium purpureum</i> | | | | 0,10 | | | | 0,10 | 0,05 | | |
| <i>Oxalis acetosella</i> | | | | | | | | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,002 |
| <i>Papaver rheas</i> | | | | | | | | 1,50 | 0,20 | | |
| <i>Poa annua</i> | 0,03 | | | | | | | | | | |
| <i>Solanum tuberosum</i> | | 0,03 | | | | | | | | | |
| <i>Stellaria media</i> | 0,40 | 0,35 | 0,07 | 0,75 | 0,80 | 1,40 | 1,74 | 0,25 | 0,11 | | |
| <i>Triticum aestivum</i> | | | | | | 0,62 | | 1,25 | 0,20 | | |
| <i>Veronica sp.</i> | | | | | | | | 0,16 | 0,09 | | |
| <i>Vicia hirsuta</i> | | | | | | 0,01 | | 0,01 | | | |
| altro | 0,01 | 0,01 | | | | 0,06 | 0,05 | | | | |
| Totale | 2,41 | 1,63 | 1,27 | 2,50 | 2,25 | 3,60 | 2,90 | 3,76 | 3,04 | 0,36 | 0,52 |

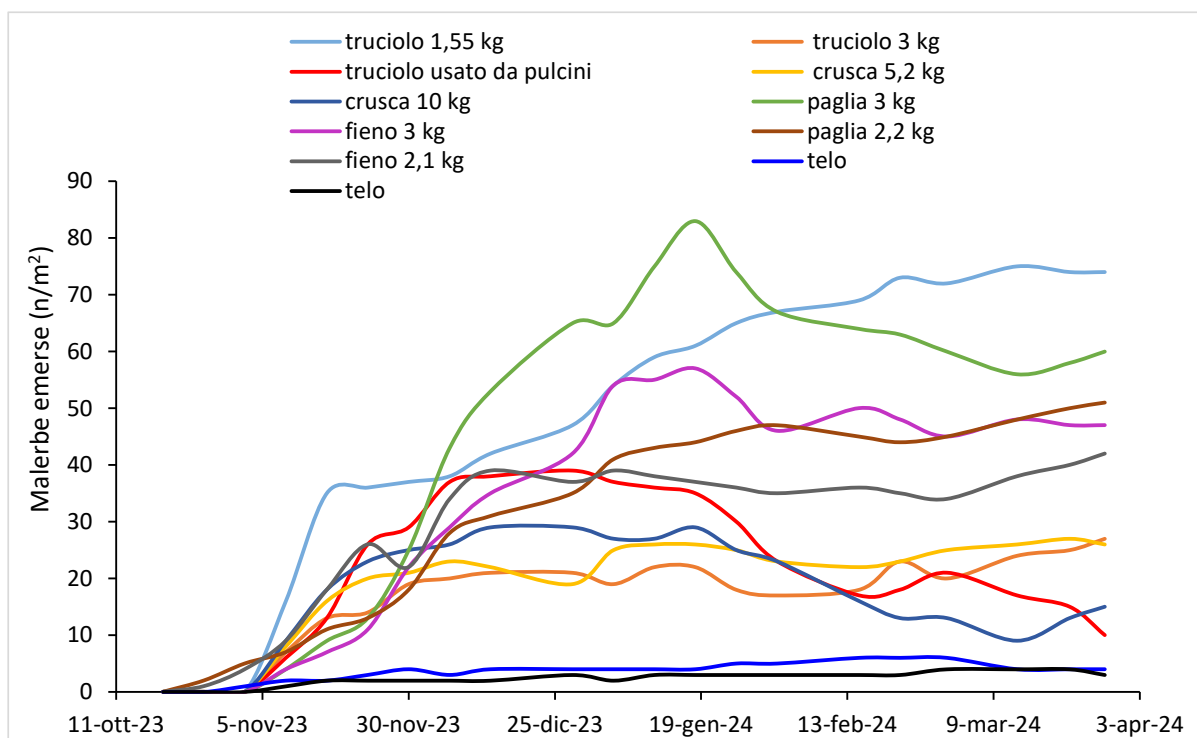


Figura 24. Dinamica di emergenza delle malerbe nelle parcelle con diversa pacciamatura.

3.3 Dati relativi alla resa delle cipolle

Nella descrizione delle rese delle cipolle, è importante sottolineare che i confronti sono puramente indicativi perché ci sono stati degli imprevisti che hanno costretto l'agricoltore ad operare una gestione diversa in alcune parcelle e varietà, questo rende non confrontabili tra loro i risultati di resa. Nonostante ciò, vengono riportati a titolo informativo.

Come evidenziato dalla tabella 4, le rese delle varietà hanno mostrato molte differenze tra le varie parcelle. La varietà meno performante è risultata essere la Saratoga, con rese generalmente inferiori rispetto alle altre. I risultati migliori sono stati ottenuti dalla varietà Lunga di Firenze, che ha registrato un peso mediamente elevato in tutte le parcelle, ad eccezione delle parcelle 10 e 11 dove si sono verificati problemi di trapianto. In particolare, la parcella 5 ha raggiunto il peso più alto in assoluto tra tutte.

Anche il diametro delle cipolle ha mostrato variazioni significative tra le varietà e, all'interno della stessa varietà, tra i diversi tipi di pacciamatura. Si è notata una differenza nei diametri delle cipolle coltivate nelle parcelle 10 e 11 con telo rispetto alle altre parcelle, con valori generalmente più elevati, ad eccezione della varietà Dalila.

Nelle parcelle con telo, le cipolle presentavano uno stadio fenologico più avanzato rispetto alle altre, il che ha comportato una riduzione del peso delle foglie tubolari, poiché molte risultavano secche al momento della raccolta. Sebbene il diametro maggiore abbia prodotto cipolle di grandi dimensioni, si è riscontrata una notevole presenza di malformazioni dovute al foro del telo non sufficientemente largo. Inoltre, a causa di un trapianto eseguito con maggiore precisione dato che il telo nero presenta una stampa di colore bianco raffigurante linee guida con riferimenti precisi dove effettuare i fori, il numero di piante presenti è stato inferiore; si può quindi ipotizzare che, se il trapianto fosse stato effettuato in modo meno accurato e con un maggior numero di esemplari sviluppati, la resa in termini di peso sarebbe potuta risultare superiore.

È importante sottolineare che, all'interno del negozio aziendale, le cipolle vengono vendute ancora con le foglie tubolari, tagliate a circa 15 centimetri di lunghezza. Questo influisce sul peso finale delle cipolle: la presenza di foglie turgide rappresenta un fattore positivo per la vendita.

Tabella 4. Dati di resa delle cipolle a fine ciclo (peso e diametro dei bulbi).

| | | Dalila | | Lunga di firenze | | Sanatoga | | Fabulosa | |
|-------------|---------------------------|----------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------|
| | | Peso totale (kg/m ²) | Diametro (cm) | Peso totale (kg/m ²) | Diametro (cm) | Peso totale (kg/m ²) | Diametro (cm) | Peso totale (kg/m ²) | Diametro (cm) |
| Parcella 1 | truciolo 1,55 kg | 2,86 | 3,23 ± 0,30 | 2,53 | 2,04 ± 0,17 | 3,77 | 2,50 ± 0,29 | 4,14 | 3,20 ± 0,32 |
| Parcella 2 | truciolo 3 kg | 2,94 | 4,36 ± 0,37 | 6,66 | 2,31 ± 0,17 | 3,79 | 3,80 ± 0,40 | 3,36 | 4,31 ± 0,23 |
| Parcella 3 | truciolo usato da pulcini | 4,07 | 3,92 ± 0,29 | 7,53 | 2,56 ± 0,24 | 3,30 | 4,64 ± 0,35 | 5,18 | 5,48 ± 0,41 |
| Parcella 4 | crusca 5,2 kg | 7,23 | 5,17 ± 0,32 | 5,46 | 2,35 ± 0,35 | 4,92 | 5,21 ± 0,29 | 5,13 | 5,11 ± 0,36 |
| Parcella 5 | crusca 10 kg | 7,17 | 5,30 ± 0,22 | 8,91 | 3,64 ± 0,23 | 6,18 | 5,40 ± 0,38 | 6,70 | 5,33 ± 0,37 |
| Parcella 6 | paglia 3 kg | 5,02 | 5,00 ± 0,42 | 5,88 | 4,51 ± 1,64 | 3,12 | 4,51 ± 0,28 | 2,84 | 4,65 ± 0,39 |
| Parcella 7 | fieno 3 kg | 1,94 | 4,06 ± 0,22 | 4,40 | 2,66 ± 0,31 | 3,16 | 4,17 ± 0,18 | 2,96 | 4,80 ± 0,38 |
| Parcella 8 | paglia 2,2 kg | 3,01 | 3,88 ± 0,27 | 5,19 | 2,53 ± 0,15 | 2,20 | 3,80 ± 0,29 | 5,26 | 5,71 ± 0,35 |
| Parcella 9 | fieno 2,1 kg | 3,46 | 4,36 ± 0,36 | 6,94 | 2,60 ± 0,41 | 4,70 | 4,75 ± 0,31 | 3,59 | 4,53 ± 0,29 |
| Parcella 10 | telo | 3,42 | 4,42 ± 0,36 | | | 4,70 | 5,64 ± 0,31 | 4,08 | 6,25 ± 0,29 |
| Parcella 11 | telo | 3,03 | 4,15 ± 0,51 | 5,77 | 6,66 ± 0,29 | 4,14 | 5,20 ± 0,30 | 3,15 | 6,44 ± 0,67 |

Il diametro delle cipolle è indicato come media ± errore standard.

Nella parcella con truciolo fresco (1,55 kg/m²), la raccolta ha evidenziato uno sviluppo non ottimale delle cipolle, con diametri e pesi inferiori rispetto ad altre parcelle (Tab. 4). Il confronto diretto dei dati con le altre parcelle è stato complicato a causa di errori nel trapianto delle cipolle all'inizio del ciclo, che hanno portato a una presenza insufficiente delle varietà "Lunga di Firenze" e "La Fabulosa". Inoltre, il numero di cipolle per fila non è stato sufficientemente uniforme, un problema attribuibile al trapianto manuale senza misurazioni delle distanze.

La parcella era composta principalmente da cipolle Dalila (bianche), con un peso di 2,86 kg/m² e un diametro medio di 3,23 cm. Le altre varietà erano presenti in quantità troppo ridotte per consentire un confronto con le altre parcelle; tuttavia, quelle poche presenti risultavano notevolmente meno sviluppate rispetto alle altre parcelle. In generale, le rese non sono state particolarmente soddisfacenti.

Tra le note positive, come riportato dal proprietario dell'azienda, c'è stata la possibilità di una vendita prolungata di "cipollotti", poiché le cipolle in questa parcella non si erano sviluppate con la stessa rapidità delle altre, permettendo così di commercializzare i prodotti in un periodo di minore competitività con le altre aziende del territorio.

Nella parcella con pacciamatura a base di truciolo (3 kg/m²), i dati relativi alle rese e al diametro delle cipolle, in particolare per la varietà bianca, hanno superato nettamente le aspettative. Con una resa di 2,94 kg/m², le cipolle Dalila hanno mostrato un peso paragonabile alla parcella precedente con una minore quantità di materiale di pacciamatura, ma con un diametro maggiore. A confronto con le altre parcelle, le rese di tutte le varietà nelle parcelle 1 e 2 con truciolo sono risultate leggermente inferiori rispetto a quelle delle altre parcelle. Il diametro delle cipolle, pari a 4,36 cm, è risultato significativamente maggiore nella parcella 2 rispetto alla 1. Questo potrebbe indicare differenze nella tessitura del terreno o nella pendenza tra le due parcelle, come suggeriscono i dati di umidità che mostrano discrepanze tra di esse. Questa ipotesi è ulteriormente supportata dallo stadio fenologico più avanzato osservato nella parcella 2.

La parcella con truciolo derivato da pulcini non ha presentato problemi durante il trapianto delle cipolle e ha mostrato rese simili o, per alcune varietà, superiori rispetto alle prime due parcelle (tab. 4). Complessivamente, questa parcella ha raggiunto buone rese che rientrano negli standard produttivi delle altre parcelle, permettendo un raccolto soddisfacente.

Nella parcella con pacciamatura di crusca ($5,2 \text{ kg/m}^2$), nonostante la proliferazione di muffa su tutta la superficie, non sono emerse problematiche significative relative a patologie sulle cipolle raccolte. Le cipolle erano prive di marciumi e presentavano pesi e diametri più che soddisfacenti, soprattutto per la varietà Dalila. Le altre varietà hanno ottenuto risultati in linea con quelli delle altre parcelle (tab. 4).

Anche nella parcella con 10 kg/m^2 di crusca, le rese sono state buone e le cipolle non presentavano patologie. La varietà che ha prodotto il peso maggiore è stata la Lunga di Firenze. Le altre varietà hanno comunque ottenuto buoni risultati, con un'alta qualità visiva del prodotto. Complessivamente, si è trattato di un'ottima raccolta, specialmente considerando le preoccupazioni dei proprietari dell'azienda riguardo alle potenziali patologie che questo tipo di pacciamatura avrebbe potuto trasmettere alle cipolle.

La resa della parcella 6 con 3 kg/m^2 di paglia è stata discreta, nonostante la notevole presenza di infestanti. Tutte le varietà hanno prodotto cipolle con diametri buoni e pesi tendenzialmente simili a quelli delle parcelle pacciamate con truciolo (tab. 4).

Nella parcella 7, pacciamata con fieno a 3 kg/m^2 , le cipolle raccolte hanno mostrato dimensioni e diametri non ottimali, con prestazioni paragonabili a quelle ottenute con il truciolo. Riducendo la quantità di paglia nella parcella 8 ($2,2 \text{ kg/m}^2$), si è osservato un cambiamento minimo nella resa complessiva, con una variabilità di peso tra le varietà: la Fabulosa ha ottenuto i migliori risultati rispetto alle altre varietà, ma le rese complessive sono rimaste poco soddisfacenti rispetto ad altre parcelle.

Nel caso del fieno ($2,1 \text{ kg/m}^2$), la variazione di materiale non ha apportato miglioramenti significativi in termini di resa.

Per quanto riguarda le parcelle con telo, il trapianto delle cipolle è stato eseguito in modo diverso rispetto a quelle con pacciamatura naturale, a causa delle linee guida e delle misure predefinite sul telo. Inoltre, il proprietario aveva espressamente richiesto di dividere le cipolle nel caso fossero presenti in numero superiore all'interno di un singolo foro del telo. Questo ha comportato una riduzione del numero di cipolle raccolte in queste parcelle rispetto a quelle in cui le misure sono state prese basandosi sull'esperienza.

Un ulteriore problema durante il trapianto è stato un errore con la varietà "Lunga di Firenze", che non è stata trapiantata nella parcella 10. Si è subito notato che le cipolle in queste parcelle si sono sviluppate più velocemente, presentando uno stadio fenologico più avanzato. Di conseguenza, alla raccolta, le foglie delle cipolle non erano turgide come nelle altre parcelle, con un conseguente calo del peso complessivo.

Nonostante le foglie fossero secche, poco turgide o assenti, le dimensioni delle cipolle erano comunque buone. Tuttavia, a causa di questa caratteristica, solitamente positiva, le cipolle hanno spesso mostrato un restringimento morfologico causato dall'insufficiente ampiezza dei fori nel telo, portando a deformazioni che potrebbero ridurre l'attrattiva per i clienti.

4 Conclusioni

In conclusione, questo lavoro di tesi ha esaminato diverse tecniche di pacciamatura nella coltivazione biologica della cipolla, con l'obiettivo di individuare la soluzione più efficiente per il controllo delle piante infestanti, l'aumento della resa e il miglioramento della qualità del prodotto. La sperimentazione, condotta presso la Società Agricola Verdevivo Bio da settembre 2023 a giugno 2024, ha confrontato l'uso di truciolato, paglia, fieno, crusca e telo in polipropilene, applicati su parcelle in cui sono state trapiantate le varietà di cipolla Sanatoga, Lunga di Firenze, Dalila e Fabulosa. L'impiego di materiali già presenti in azienda ha permesso di simulare un contesto realistico e sostenibile dal punto di vista economico.

Dopo la preparazione e concimazione del terreno, sono state allestite le parcelle di un metro quadrato ciascuna, su cui sono stati applicati i diversi materiali pacciamanti. I risultati hanno evidenziato che il telo in polipropilene, come previsto, è stato il metodo più efficace per il controllo delle infestanti, mantenendo le colture libere da malerbe per diversi mesi. Tuttavia, il principale svantaggio del telo in polipropilene è rappresentato dalla necessità di un corretto smaltimento a fine ciclo, mentre i materiali organici possono essere lasciati nel suolo, apportando benefici a lungo termine e contribuendo al miglioramento della qualità del suolo, un aspetto cruciale per l'agricoltura biologica. Per quanto riguarda la resa delle cipolle, le parcelle con telo in polipropilene hanno prodotto cipolle di diametro maggiore; tuttavia, in alcuni casi, i fori troppo stretti nel telo hanno causato deformazioni nei bulbi. Sorprendentemente, le parcelle pacciamate con crusca hanno registrato la resa più elevata, ma sarebbero necessarie ulteriori sperimentazioni per confermare questo dato.

In definitiva, non è stato possibile individuare un metodo di pacciamatura naturale che garantisca un controllo ottimale delle infestanti, poiché ciascun metodo ha richiesto comunque una pulizia manuale delle malerbe, il cui impegno varia in base all'efficacia del materiale nel contrastare lo sviluppo delle infestanti. Per ottenere un confronto più completo e dettagliato dei vari metodi di pacciamatura, sarebbe utile ripetere la sperimentazione su un periodo più lungo e includere analisi del suolo per monitorare anche l'eventuale modifica delle caratteristiche del terreno nel tempo dovuta alle pacciamature.

Bibliografia

- Ascard, J. (1995) Thermal weed control by flaming: Biological and technical aspects. Dissemination, Swedish University of Agricultural Science. SLU/Repro, Alnarp, Sweden.
- Barla S. & Upasani R.R. (2018) Study on Different Methods of Weed Management in Onion (*Allium cepa* L.). Indian Journal of Weed Science, 50(2):186-188.
- Bond, W., & Grundy, A. C. (2001). Non-chemical weed management in organic farming systems. Weed Research, 41(5), 383-405.
- Brewster, J. L. (2008). Onions and other vegetable alliums. No. 15. CABI.
- Dhananivetha, M., Mohammed Amanullah, M., Murali Arthanari, P., Mariappan S. (2017). Weed management in onion: A review. Agricultural Review, 38 (1): 76-80.
- Dimitrios, B., Eleftherohorinos, I., & Matsi, T. (2020). Crop rotation effects on weed management and soil quality in organic farming systems. Agronomy, 10(5), 749.
- Doe, J., Smith J. (2022) Effect of bat guano and compost on the growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). Journal of Agricultural Science, 15 (3), 245-258.
- Drost, J. A., Kamminga, D. A. (1990) Influence of Planting Density and Row Spacing on Growth, Yield and Quality of Onion. HortScience. 25 (12), 1446-1449.
- Gawande, P. B., Naik, P. S. (2016) Effect of Different Harvesting Stages on Storage Life and Quality of Onion Bulbs (*Allium cepa* L.). Indian Journal of Horticulture, 73 (2), 235-238.
- Jones, H. A., & Mann, L. K. (1963). Onion and its allies: Their botany, cultivation, and utilization. Leonard Hill, (Books) Ltd., London, 1-169.
- Kumar, A., Yadav, S., Yadav, R. S. (2017) Influence of Straw Mulching on Soil Moisture, Temperature, and Onion (*Allium cepa* L.) Yield in Arid Conditions. Agricultural Water Management, 182, 36-44.
- Kumar, S., Sheoran, P. S., Jat, M. L (2019) Impact of Polypropylene Mulch on Onion (*Allium cepa* L.) Growth and Yield in Semi-Arid Regions. Journal of Horticultural Sciences, 14 (2), 95-100.
- Patel, A. R., Rana V. S. (2015) Effects of Mulch Type and Thickness on Weed Suppression and Soil Health. International Journal of Agronomy and Crop Science, 203 (4), 195-201.
- Pimpini, F., Enzo, M., & Lazzari, S. (2002). Rotazioni culturali nella produzione biologica delle cipolle. Rivista di Agronomia, 36(4), 431-437.
- Reberg-Horton, S. C., et al. (2012). Winter cover crop performance across multiple management systems in organic corn production. Agronomy Journal, 104(3), 540-546.
- Suthar, M. K. P., & Monisha, R. (2020) Effect of mulching on growth, yield and quality of onion (*Allium cepa* L.): A Review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 2020; 9(6): 1861-1863.
- Teasdale, J. R., Beste, C. E., & Potts, W. E. (2007). Response of weeds to tillage and cover crop residue. Weed Science, 45(1), 7-12.
- Teasdale, J. R., & Mohler, C. L. (2009). The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. Weed Science, 48(3), 385-392.
- Vollmer, E. R., Creamer, N., Reberg-Horton, C., & Hoyt, G. (2010). Evaluating Cover Crop Mulches for No-till Organic Production of Onions. HortScience horts, 45(1), 61-70.
- Teasdale, M. M., Mohler J. M. (2010). Impact of Straw Mulching on Weed Seedbank Dynamics in Organic Farming Systems. Agronomy Journal, 102 (5), 1425-1431.

Ringraziamenti

Giunto al completamento di questo lavoro, desidero esprimere gratitudine a tutti coloro che hanno contribuito alla realizzazione di questa tesi e al mio percorso di studi.

Un sentito ringraziamento alla mia relatrice, la Prof.ssa Roberta Masin, per la sua guida, i consigli e la pazienza dimostrata durante tutto il percorso di preparazione del caso studio e della tesi.

Un grazie anche a Giacomo Trespidi, collaboratore della Prof.ssa Masin, per la sua disponibilità e il suo supporto, che sono stati fondamentali per il successo di questo lavoro.

Un ringraziamento particolare all'azienda ospitante, rappresentata dal Sig. Claudio Bizzotto e Ares Bizzotto, per avermi offerto l'opportunità di svolgere il tirocinio presso la loro realtà aziendale, per l'accoglienza e la disponibilità dimostrate.

Innanzitutto, un grazie di cuore ai miei genitori, per il loro costante sostegno e per aver sempre creduto in me, con il loro incoraggiamento e supporto, hanno contribuito a rendere possibile questo traguardo.

Un ringraziamento speciale va a mia sorella Vittoria, per essere stata una presenza fondamentale durante i mesi più difficili, sempre pronta a offrire il suo aiuto e la sua esperienza.

Un grandissimo grazie ad Anna per il suo sostegno, il suo affetto e la sua capacità di farmi sentire spensierato anche nei periodi più impegnativi.

Infine, grazie a Paolo Vecchiato, per aver condiviso con me l'esperienza del tirocinio, condividendo con me fatiche e sorrisi.

A tutti voi, il mio più sincero grazie.