

CONFRONTO TRA DIVERSE GESTIONI DELLA FLORA INFESTANTE IN UN NUOVO IMPIANTO DI MELO E VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SULLA QUALITÀ DELLA PRODUZIONE

A. WALDNER, G. DALLAGO

Unità Centro di Saggio - Centro Trasferimento Tecnologico - Fondazione Edmund Mach
Via E. Mach 1, San Michele all'Adige 38098 (TN)
andrea.waldner@fmach.it

RIASSUNTO

Si presentano i risultati di uno studio triennale (2023–2025) volto a valutare l'efficacia di due differenti strategie per la gestione della flora infestante su melo, dal momento dell'impianto fino al termine della fase di allevamento. La prova ha messo a confronto una gestione standard basata sul diserbo chimico rispetto all'impiego di un telo pacciamante biodegradabile in Mater-Bi, applicato immediatamente dopo la messa a dimora delle piante. Nel corso dei primi due anni, il controllo delle infestanti è risultato completo in entrambe le strategie. Nel 2025 l'avanzato stato di degradazione del telo pacciamante non ha consentito un controllo efficace delle malerbe per l'intera stagione vegetativa e per questo motivo, nel periodo estivo, sono stati effettuati due sfalci. I principali parametri produttivi non hanno evidenziato differenze sostanziali tra le due tesi di gestione delle infestanti, mentre è emersa una differenza significativa rispetto al testimone, sia in termini di produttività, sia in relazione al contenuto di nutrienti nelle lamine fogliari e nei frutti. Tale risultato conferma l'elevata competizione idrico-nutrizionale esercitata dalle infestanti nei giovani frutteti. È stato inoltre osservato come la mancata gestione della flora infestante nel testimone ha determinato il totale annullamento della fioritura nella primavera 2025 in confronto a un buon ritorno a fiore misurato sulle tesi diserbo e pacciamatura.

Parole chiave: *Malus x domestica* Borkh., malerbe, resa, qualità della frutta, pacciamatura

SUMMARY

COMPARISON OF DIFFERENT WEED MANAGEMENT IN A NEW APPLE ORCHARD AND EVALUATION OF THEIR IMPACT ON PRODUCTION QUALITY

This paper reports the results of a three-year study (2023–2025) conducted to evaluate two different weed management strategies in apple orchards, from planting until the end of the training phase (third year). The trial compared a conventional chemical weed control strategy with a biodegradable mulch film made of Mater-Bi, applied immediately after planting. During the first two years, weed control was complete under both strategies. In 2025 the advanced degradation of the mulch film did not allow effective weed suppression throughout the entire growing season and for this reason mechanical weed control was integrated during the summer. The main production parameters did not show substantial differences between the two weed management treatments, while a significant difference emerged when compared with the untreated control, both in terms of yield and in the nutrient content of leaf and fruits. These findings confirm the strong water-nutrient competition exerted by weeds in young orchards. Furthermore, the lack of weed management in the untreated control resulted in a complete absence of flowering in spring 2025, in contrast with a satisfactory return bloom observed in both the chemically treated and mulched plots.

Keywords: *Malus x domestica* Borkh., weeds, yield, fruit quality, mulching

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni i mezzi tecnici per il controllo delle malerbe sono andati progressivamente a ridursi (Dallago e Waldner, 2020). Inoltre, sempre maggiori restrizioni sono state previste dai disciplinari di produzione integrata (SQNPI). A tal proposito basti pensare a glifosate e alla relativa dose annua ammessa oppure a tutte quelle molecole che seppur autorizzate presentino delle forti limitazioni d'impiego in quanto rientranti nel gruppo delle sostanze attive candidate alla sostituzione. Questo contesto, orientato alla maggior attenzione verso la tutela e salvaguardia dell'ambiente e dell'uomo ha spinto sempre più la ricerca e la sperimentazione su soluzioni alternative per la difesa delle colture agrarie.

Per la gestione della flora infestante, una valida alternativa all'impiego di erbicidi di sintesi è rappresentata dall'uso di materiali pacciamanti di diversa natura, che spaziano dai materiali organici, quali paglia, corteccia ed erba sfalciata, fino ai teli pacciamanti costituiti da materiali plastici (principalmente polietilene, PE) o biodegradabili nel suolo (ad esempio la bioplastica Mater-Bi®). La principale criticità associata all'utilizzo di teli in PE riguarda l'elevata quantità di rifiuti generati al termine del ciclo colturale, con conseguente incremento dei costi di smaltimento a carico delle aziende agricole, oltre a possibili problemi ambientali se i materiali non vengono correttamente rimossi e smaltiti o alla dispersione accidentale di frammenti degli stessi. Per tali motivi, negli ultimi anni si è diffuso l'impiego di teli pacciamanti biodegradabili nel suolo, disponibili con differenti gradi di durabilità in funzione dello spessore, progettati per garantire una presenza in campo adeguata alle esigenze delle diverse colture. Il materiale più utilizzato è il Mater-Bi, una famiglia di bioplastiche biodegradabili e compostabili, conformi agli standard europei ed internazionali riguardanti il fine vita in ambito di compostaggio e in suolo (EN 13432:2002, EN 14995:2005, ISO 17088, ISO 18606, ASTM D6400:2004, EN 17033 e ISO 23517: 2021). Le norme sopra menzionate prevedono specifici test ecotossicologici per escludere la possibilità che i materiali compostabili o biodegradabili in suolo possano avere un effetto negativo sulla qualità del compost e dei suoli.

La famiglia delle bioplastiche Mater-Bi è ottenuta in tutto o in parte da biomassa di origine vegetale rinnovabile. Le certificazioni di biodegradabilità in suolo garantiscono la completa biodegradabilità e mancanza di effetti tossici nel terreno e il non rilascio di microplastiche persistenti. Al termine del ciclo colturale, i teli possono essere quindi interrati e degradati naturalmente grazie all'attività biologica dei microorganismi presenti nel suolo, trasformandosi in sostanza organica (humus), acqua e anidride carbonica. Gli effetti positivi della pacciamatura sono ampiamente documentati in letteratura per numerose colture (Chiarini et al., 2008; Cozzolino et al., 2010a, b, c; Cozzolino et al., 2011; Tarricone et al., 2011), in particolare orticole, ma anche per la vite. Oltre al controllo delle infestanti, la pacciamatura consente infatti di ridurre le perdite d'acqua per evapotraspirazione, preservare la disponibilità di nutrienti nel suolo, limitare il contatto dei frutti con il terreno e, di conseguenza, contenere l'incidenza di marciumi (Pasotti e Bolognesi, 2004). Rispetto alle lavorazioni superficiali del suolo, inoltre, l'uso di pacciamature evita il danneggiamento della struttura del terreno e, nel caso di specie arboree e vite, rappresenta una valida opzione nei giovani impianti, dove le lavorazioni potrebbero compromettere l'integrità dell'apparato radicale ancora poco sviluppato o del fusto.

Alla luce della comprovata efficacia e sostenibilità ambientale di questa pratica, nel 2023 è stata avviata una prova di campo finalizzata a valutare l'efficacia e la durata di un telo pacciamante in Mater-Bi in un nuovo impianto di melo, a confronto con la gestione convenzionale mediante il diserbo chimico. Il telo utilizzato, fornito da Novamont, è registrato ai sensi del Decreto Legislativo 29 aprile 2010, n. 75 ("Fertilizzanti. Riordino della disciplina in materia di fertilizzanti") e classificato tra i "Prodotti ad azione specifica", in particolare "Prodotti ad azione sul suolo", secondo quanto riportato nell'Allegato 6 (Amido plastificato

complessato con poliestere). La sperimentazione è iniziata contestualmente alla messa a dimora delle piante e si è conclusa al termine del terzo anno di allevamento.

MATERIALI E METODI

La prova è stata eseguita nel triennio 2023-2025 presso l'azienda sperimentale della Fondazione Edmund Mach a Denno (46.273394° N; 11.025481° E (WGS84)), in Val di Non. È stata individuata un'area con terreno "vergine" mai piantumata a melo in precedenza (prato stabile polifita) e resa disponibile dopo bonifica agraria effettuata nel corso della primavera 2017. Il frutteto, di varietà Golden Delicious (cl. B), innestato su M9 è stato piantumato nella primavera 2023 ed allevato a Spindel con un sesto d'impianto di 2,8 m × 0,77 m. La sperimentazione è stata realizzata in accordo con le buone pratiche sperimentali, le parcelle sono state disposte secondo un disegno sperimentale a blocchi randomizzati (RCBD) con testimone non trattato incluso e prevedendo quattro ripetizioni per ogni tesi.

Sono state poste a confronto tre diverse gestioni delle infestanti: diserbo chimico aziendale, pacciamatura biodegradabile in suolo con Mater-Bi e un testimone non trattato. Per l'esecuzione dei trattamenti diserbanti, sulla tesi dove era previsto, è stata utilizzata un'elettropompa spalleggiata mod. Serena, a bassa pressione d'esercizio (1,47 bar), dotata di ugello anti-deriva (AVI OC 02 giallo) e campana di protezione. Per quanto riguarda la gestione chimica delle infestanti (tesi 2) si è optato di seguire una strategia standard aziendale con due applicazioni all'anno di glifosate di cui una in miscela estemporanea con pyraflufen-ethyl per la gestione dei polloni radicali. Sono state rispettate le indicazioni riportate nel Disciplinare di Produzione Integrata della Provincia Autonoma di Trento per quanto concerne la superficie massima diserbata pari al 30% del frutteto con fascia diserbata massima di 0,8 m per fila. Il telo biodegradabile utilizzato per la sperimentazione era costituito da Mater-Bi, presentava uno spessore di 40 µm ed era di colorazione nero-bianco. La posa del telo è stata effettuata manualmente utilizzando una bobina di larghezza 120 cm poi tagliata in due distinte porzioni andando a posizionare il lato bianco a contatto con il suolo e lasciando dunque all'esterno il lato di colore nero. Una porzione di telo è stata interrata da ambo i lati per consentire il fissaggio al suolo (figura 1).

Figura 1. Installazione del telo pacciamante a blocchi randomizzati (7 giugno 2023)



Per valutare l'effetto delle differenti gestioni della flora infestante sono state effettuate numerose valutazioni di carattere agronomico quali la percentuale di attecchimento delle piante, l'accrescimento del fusto, la misurazione del contenuto relativo di clorofilla nelle foglie (indice

SPAD) oltre ad analisi nutrizionali per la determinazione del contenuto dei principali elementi nutritivi (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Z, B, Cu, Zn) in foglie e frutti. A partire dal secondo anno di sperimentazione si sono aggiunte le valutazioni sulla produzione con la determinazione del numero di frutti per pianta, resa (a pianta e rapportata ad ettaro), peso medio frutto (g), diametro (mm), altezza (mm), rugginosità (%), faccetta rossa (%). Sono stati effettuati infine test di maturazione per la determinazione dei principali parametri qualitativi dei frutti (contenuto in amido, durezza, acidità, zuccheri e contenuto in succo). Nel periodo fiorare è stato stimato inoltre il ritorno a fiore nelle varie parcelle con scala empirica 0-7 dove il valore minimo corrisponde a fioritura nulla e il valore massimo ad una fioritura intensa ed omogenea.

Per l'impostazione della sperimentazione e per rilievi sulle infestanti si è fatto riferimento alle linee guida EPPO (PP 1/152 (4), PP 1/181 (5), PP 1/135 (4), PP 1/90 (3)) effettuando rilievi floristici basati sulla stima visiva, per ogni singola specie presente, della copertura del suolo espressa in dato percentuale sulla parcella. A sette giorni da ogni intervento erbicida è stato valutato il disseccamento delle infestanti, mediante una scala empirica 0-100 (0 nessun sintomo e 100 completa devitalizzazione dell'infestante). Ulteriori valutazioni hanno riguardato l'altezza media del cotico erboso nel sotto-fila, oltre alla verifica di eventuali effetti fitotossici sulla coltura.

Tutti i dati raccolti sono stati sottoposti all'analisi della varianza Anova e successivo test di Tukey per la separazione delle medie tra i gruppi (software utilizzato Statistica ver.14).

Tabella 1. Tesi a confronto nella prova sperimentale di Denno (2023-2025)

Tesi	Nome formulato / prodotto	Sostanza attiva / materiale	Dose		Calendario interventi		
			p.f. (L/ha)	s.a. (g/ha)	2023	2024	2025
Testimone non trattato	-	-	-	-	-	-	-
Diserbo chimico	Roundup Power 2.0	glifosate (360 g/L)	3	1080	30/6 15/10 -	- - 26/3	- - -
	Roundup Power 2.0	glifosate (360 g/L)	3	1080	-	30/6	-
	Revolution	pyraflufen-ethyl (10,6 g/L)	2	21	-	-	-
	Roundup Power 2.0	glifosate (360 g/L)	3	1080	-	-	28/3
	Roundup Power 2.0	glifosate (360 g/L)	3	1080	-	-	8/7
	Revolution	pyraflufen-ethyl (10,6 g/L)	2	21	-	-	-
Pacciamatur a biodegradabile	Telo Novamont	Mater-Bi	Fascia: 120 cm Spessore: 40 µm		7/6	-	9/6* 6/8*

* sfalcio con decespugliatore

RISULTATI

I anno – 2023

Nel corso del primo anno di sperimentazione, successivamente alla messa a dimora delle piante, le attività principali hanno riguardato l'allestimento della prova mediante la posa del telo

pacciamante e l'esecuzione degli interventi erbicidi programmati. Nel mese di giugno, sono stati effettuati rilievi biometrici su dieci piante centrali di ogni parcella, misurando la circonferenza del fusto all'impianto e la percentuale di attecchimento. In entrambe le valutazioni si conferma un'elevata uniformità del materiale vivaistico impiegato, garantendo condizioni iniziali ottimali per la prosecuzione della sperimentazione agronomica (tabella 2).

Contestualmente è stato prelevato un campione di suolo da ciascuna parcella, mediante carotaggio a profondità standard (0–30 cm), al fine di determinarne le principali caratteristiche fisico-chimiche, quali contenuto di sostanza organica, tessitura e dotazione di macroelementi nutritivi. I risultati, riportati in tabella 4, evidenziano un contenuto medio-buono di sostanza organica e una buona disponibilità dei principali elementi nutritivi, ad eccezione del fosforo, il cui valore risulta decisamente basso.

Tabella 2. Rilievi sulla circonferenza del fusto e sull'attecchimento dopo la messa a dimora

Tesi / Descrizione	Circonferenza fusto 17/07/2023	Attecchimento (%)
Testimone non trattato	6,53 ns	91,7 ns
Diserbo chimico	6,51 ns	96,7 ns
Pacciamatura	6,55 ns	98,3 ns

Valori della stessa colonna seguiti da lettere diverse differiscono significativamente. Test di Tukey, $p < 0,05$

Per quanto concerne la composizione floristica delle parcelle testimone nel primo anno, sono state rilevate le principali specie infestanti presenti, con predominanza di *Poa annua*, *Echinochloa crus-galli*, *Rumex acetosa* e *Convolvulus arvensis* (tabella 3).

Tabella 3. Composizione floristica al rilievo del 26 luglio 2023 (% copertura)

Parametro	Testimone non trattato	Diserbo chimico	Pacciamatura
Copertura totale (%)	97,5 a	25,0 b	0 c
<i>Convolvulus arvensis</i>	5,0 ns	0 ns	0 ns
Graminacee	76,3 a	25,0 b	0 c
<i>Rubus</i> spp.	6,3 a	0 b	0 b
<i>Rumex acetosa</i>	10,0 ns	0 ns	0 ns

Valori della stessa riga seguiti da lettere diverse differiscono significativamente. Test di Tukey, $p < 0,05$

II anno – 2024

Le analisi effettuate mediante il lettore SPAD, indice strettamente correlato al contenuto di azoto nelle foglie (Porro et al., 2001a, b), hanno mostrato che, in entrambi i periodi di rilevazione (maggio e agosto), i valori del testimone non trattato risultavano significativamente inferiori rispetto a quelli delle piante sottoposte a diserbo chimico, mentre la pacciamatura ha determinato valori intermedi (tabella 5). Tali risultati confermano l'effetto delle strategie di controllo delle infestanti sulla disponibilità di azoto per le giovani piante.

Nel 2024 la composizione floristica sul testimone non trattato si è diversificata rispetto all'anno precedente con una riduzione delle infestanti a foglia stretta e la comparsa di infestanti quali *Galium* spp., *Medicago sativa* e *Taraxacum officinale*. Il controllo delle infestanti sia con il diserbo chimico che con la pacciamatura è risultato pressoché totale durante tutto il 2024 (tabella 6).

Tabella 4. Analisi del terreno dell'area di prova (laboratorio FEM-CTT)

Parametro	Valore	Commento
Sabbia (2.0-0.05 mm) (g/kg)	278,00	Tessitura (USDA): Franco
Limo (0.05-0.002 mm) (g/kg)	469,50	
Argilla (< 0.002 mm) (g/kg)	252,50	
pH (in acqua rapporto 1:2,5)	8,06	Alcalino
Calcare totale (g/kg CaCO ₃)	220,50	Molto calcareo
Calcare attivo (g/kg CaCO ₃)	58,75	Basso/Moderato
Sostanza organica (g/kg)	33,88	Moderato
Fosforo assimilabile (mg/kg P ₂ O ₅)	12,28	Molto basso
Potassio scambiabile (mg/kg K ₂ O)	147,00	Medio
Magnesio scambiabile (mg/kg MgO)	337,63	Ricco
Azoto totale (g/kg)	2,06	Medio/Buono
Calcio scambiabile (g/kg)	8,19	Molto ricco

Tabella 5. Rilievi SPAD durante la stagione vegetativa 2024

Tesi / Descrizione	14/05/2024	01/08/2024
Testimone non trattato	29,8 b	42,4 b
Diserbo chimico	33,5 a	49,2 a
Pacciamatura	32,3 ab	44,7 ab

Valori della stessa colonna seguiti da lettere diverse differiscono significativamente. Test di Tukey, $p < 0,05$

Tabella 6. Composizione floristica al rilievo del 17 maggio 2024 (% copertura)

Parametro	Testimone non trattato	Diserbo chimico	Pacciamatura
Copertura totale (%)	100 a	10,0 b	3,8 b
<i>Cicuta</i> spp.	2,5 ns	0 ns	0 ns
<i>Galium</i> spp.	15,0 a	1,3 b	0 b
Graminacee	40,0 a	6,3 b	3,8 b
<i>Medicago sativa</i>	25,0 a	2,5 b	0 b
<i>Plantago lanceolata</i>	1,0 ns	0 ns	0 ns
<i>Potentilla reptans</i>	2,5 ns	0 ns	0 ns
<i>Taraxacum officinale</i>	7,5 a	0 b	0 b
<i>Trifolium</i> spp.	5,0 ns	0 ns	0 ns
<i>Veronica persica</i>	1,3 ns	0 ns	0 ns

Valori della stessa riga seguiti da lettere diverse differiscono significativamente. Test di Tukey, $p < 0,05$

La colorazione delle foglie era visibilmente differente nelle varie tesi a confronto e nel caso del testimone non trattato le piante si trovavano manifestamente in stress, principalmente per deficit di azoto. I risultati delle analisi nutrizionali su foglie e frutti confermano questa tendenza, evidenziando come una gestione inadeguata della flora infestante nei primi anni dall'impianto

determini una forte competizione nutrizionale. In particolare, i valori dei principali elementi nutritivi sono risultati significativamente inferiori nel testimone non diserbato rispetto alla tesi con diserbo chimico (tabella 7). Le analisi condotte sulle parcelle coperte con telo pacciamante biodegradabile hanno invece evidenziato valori intermedi tra il non trattato e il diserbo chimico. Il contenuto di azoto nelle foglie del testimone era pari all'1,83% sulla sostanza secca (s.s.), ben al di sotto dei range ottimali per questa coltura nel mese di luglio, che dovrebbero attestarsi tra 2,10 e 2,80% (Porro et al., 2001c).

Tabella 7. Analisi nutrizionali su foglie e frutti relative all'anno 2024

Elemento	Foglie			Frutti		
	Testimone	Diserbo	Pacciamatura	Testimone	Diserbo	Pacciamatura
Azoto (% - mg/kg s.s.)	1,83 b	2,38 a	1,99 ab	1537 b	2270 a	1801,3 ab
Fosforo (% - mg/kg s.s.)	0,13 b	0,16 a	0,14 ab	377,5	478,5	473,8
Potassio (% - mg/kg s.s.)	0,87 ns	0,78 ns	0,63 ns	5198,3	4984,0	4400,5
Calcio (% - mg/kg s.s.)	1,79 ns	1,96 ns	2,03 ns	458,5	416,5	567,0
Magnesio (% - mg/kg s.s.)	0,41 b	0,49 ab	0,54 a	297,0	321,8	345,3
Zolfo (% - mg/kg s.s.)	0,15 b	0,17 a	0,16 ab	149,0	175,8	167,8
Ferro (mg/kg s.s.)	55,5 ns	62,0 ns	57,8 ns	7,8	7,0	7,0
Manganese (mg/kg s.s.)	21,0 b	28,3 a	27,0 ab	2,0	2,0	2,0
Boro (mg/kg s.s.)	26,8 ns	25,8 ns	25,3 ns	18,0	17,3	18,0

Valori della stessa riga, relativi alla stessa matrice, seguiti da lettere diverse differiscono significativamente. Test di Tukey, $p < 0,05$

Tabella 8. Dati produttivi e qualitativi nelle differenti tesi alla raccolta (30 settembre 2024)

Parametro	Testimone non trattato	Diserbo chimico	Pacciamatura
N. frutti per pianta	30,4 ns	34,4 ns	34,9 ns
Resa (kg/pianta)	6,1 b	7,4 a	7,1 ab
Resa (q/ha)	263,8 b	322,3 a	309,7 ab
Peso medio frutto (g)	199,1 ns	216,9 ns	205,8 ns
Diametro (mm)	75,9 b	78,4 a	76,8 ab
Altezza (mm)	80,1 b	84,0 a	81,5 ab
Rapporto D/A	0,9485 a	0,9345 b	0,9435 a
Faccetta (%)	3,3 ns	0,9 ns	1,9 ns
Amido min. (scala 0-5)	2,2 ab	2,4 a	2,2 b
Amido max (scala 0-5)	3,2 ns	3,4 ns	2,8 ns
Amido medio (scala 0-5)	2,6 ns	2,7 ns	2,4 ns
Durezza (kg/cm ²)	7,9 ns	7,4 ns	7,8 ns
Zuccheri (°Brix)	13,0 ns	13,1 ns	13,2 ns
Acidità (g/L ac. malico)	4,8 ns	4,6 ns	4,4 ns
Succo (%)	14,5 ns	15,0 ns	13,3 ns
Indice Thiault	163,8 ns	164,0 ns	163,3 ns

Valori della stessa riga seguiti da lettere diverse differiscono significativamente. Test di Tukey, $p < 0,05$

Alla raccolta tutti i parametri analizzati, dalla resa rapportata ad ettaro, al diametro ed altezza dei frutti hanno messo in luce l'importanza della corretta gestione del sotto-fila, per ottenere una produzione quanti-qualitativamente soddisfacente (tabella 8). Anche in questo caso l'utilizzo del telo pacciamante ha ottenuto risultati intermedi rispetto al non trattato e diserbo chimico.

III anno – 2025

Le differenze osservate già nel secondo anno di studio tra il non trattato e le diverse gestioni del sotto-fila si sono ulteriormente amplificate nell'ultimo anno. Contrariamente, le performance della pacciamatura si sono allineate a quelle della gestione chimica delle infestanti sia a livello di contenuto di clorofilla nelle foglie (tabella 9) che a livello del contenuto dei nutrienti nelle lamine fogliari (tabella 11). Nel 2025 le analisi mostrano per quasi tutti gli elementi ricercati una forte flessione dei valori sul testimone non trattato.

Tabella 9. Rilievi SPAD durante la stagione vegetativa 2025

Tesi / Descrizione	10/06/2025	01/07/2025
Testimone non trattato	28,6 b	31,6 b
Diserbo chimico	39,1 a	41,8 a
Pacciamatura	38,1 a	40,6 a

Valori della stessa colonna seguiti da lettere diverse differiscono significativamente. Test di Tukey, $p < 0,05$

Nel corso del 2025 nuove essenze sono comparse sul testimone non trattato (*Aegopodium podagraria*, *Rumex acetosa*, *Salvia* spp. e *Silene* spp.) che è risultato per tutta la stagione vegetativa completamente inerbito (tabella 10), con infestanti che nel periodo estivo hanno raggiunto anche sviluppi verticali importanti tanto da arrecare ostacolo alle normali operazioni colturali. Il diserbo chimico ha permesso un ottimo controllo della flora infestante con due interventi nel periodo primaverile-estivo.

Per quanto riguarda la pacciamatura, a partire dal mese di maggio la degradazione del materiale ha compromesso l'efficacia del controllo. Considerato il rapido sviluppo delle malerbe, si è reso necessario effettuare due sfalci con decespugliatore: il primo a giugno e il secondo ad agosto, in modo da giungere alla raccolta del terzo anno senza ricorrere all'impiego di erbicidi. Sulla base dei risultati ottenuti, si può ipotizzare che, con il materiale utilizzato nella presente sperimentazione (spessore 40 μm), il sotto-fila possa essere efficacemente gestito per due anni e necessari di una possibile reinstallazione nel terzo anno considerando in ogni caso che lo stato di degradazione del Mater-Bi può essere influenzato da fattori ambientali, climatici e microbiologici specifici di ciascun areale.

Alla raccolta, le produzioni ottenute nella tesi con diserbo chimico e in quella con pacciamatura risultano sostanzialmente comparabili, sia in termini di resa che per i principali parametri qualitativi e quantitativi dei frutti. La tesi testimone, invece, presenta un numero di frutti per pianta significativamente inferiore, con una media di 18 frutti rispetto ai 42–49 rilevati nelle altre strategie. Anche le dimensioni dei frutti del testimone risultano inferiori, con un diametro medio inferiore di circa 2 mm e un peso medio ridotto di circa 14 g.

Questi fattori determinano una resa per ettaro di soli 135 q nel testimone, a fronte dei 389 q/ha ottenuti grazie all'impiego della pacciamatura (tabella 12). La ridotta produzione sul testimone comporta inoltre una maturazione precoce dei frutti, con valori di amido più elevati, soprattutto nei valori massimi, che potrebbe influenzare negativamente la conservazione post-raccolta in magazzino.

Tabella 10. Composizione floristica al rilievo del 17 luglio 2025 (% copertura)

Parametro	Testimone non trattato	Diserbo chimico	Pacciamatura
Copertura totale (%)	100 a	0 c	71,3 b
<i>Aegopodium podagraria</i>	6,3 ns	0 ns	0 ns
<i>Capsella bursa pastoris</i>	1,3 ns	0 ns	0 ns
<i>Convolvulus arvensis</i>	1,3 ns	0 ns	2,5 ns
<i>Galium</i> spp.	7,5 a	0 b	11,3 a
Graminacee	40,0 a	0 b	38,8 a
<i>Medicago sativa</i>	5,0 a	0 b	0 b
<i>Plantago lanceolata</i>	2,5 ns	0 ns	0 ns
<i>Potentilla reptans</i>	5,0 b	0 b	13,8 a
<i>Taraxacum officinale</i>	10,0 a	0 b	0 b
<i>Trifolium</i> spp.	1,3 ns	0 ns	0 ns
<i>Rumex acetosa</i>	6,3 a	0 b	2,5 ab
<i>Salvia</i> spp.	1,3 ns	0 ns	0 ns
<i>Silene</i> spp.	5,0 ns	0 ns	1,3 ns
<i>Veronica persica</i>	2,5 ns	0 ns	1,3 ns
<i>Vicia sativa</i>	5,0 ns	0 ns	0 ns

Valori della stessa riga seguiti da lettere diverse differiscono significativamente. Test di Tukey, $p < 0,05$

Tabella 11. Analisi nutrizionali su foglie e frutti relative all'anno 2025

Elemento	Foglie			Frutti		
	Testimone	Diserbo	Pacciamatura	Testimone	Diserbo	Pacciamatura
Azoto (% - mg/kg s.s.)	1,72 b	2,49 a	2,37 a	1769,0 b	2306,5 a	2332,5 a
Fosforo (% - mg/kg s.s.)	0,14 ns	0,16 ns	0,15 ns	431,0 ns	436,3 ns	453,0 ns
Potassio (% - mg/kg s.s.)	1,13 ns	0,73 ns	0,81 ns	4984,3 a	4035,3 b	4657,3 a
Calcio (% - mg/kg s.s.)	1,32 b	1,59 a	1,63 a	323,0 ns	331,0 ns	368,8 ns
Magnesio (% - mg/kg s.s.)	0,32 b	0,42 a	0,41 ab	275,8 ns	275,8 ns	291,5 ns
Zolfo (% - mg/kg s.s.)	0,13 b	0,16 a	0,16 a	133,0 ns	149,0 ns	161,8 ns
Ferro (mg/kg s.s.)	37,0 b	47,5 a	46,3 a	15,8 ns	13,8 ns	12,8 ns
Manganese (mg/kg s.s.)	15,5 ns	19,0 ns	18,5 ns	4,5 ns	4,3 ns	4,8 ns
Boro (mg/kg s.s.)	21,8 a	18,0 b	19,3 b	1,8 ns	1,8 ns	1,8 ns
Rame (mg/kg s.s.)	6,5 b	8,0 a	7,8 a	3,0 ns	3,0 ns	2,8 ns
Zinco (mg/kg s.s.)	10,0 ns	10,5 ns	10,0 ns	1,0 ns	1,0 ns	1,0 ns

Valori della stessa riga, relativi alla stessa matrice, seguiti da lettere diverse differiscono significativamente. Test di Tukey, $p < 0,05$

Tabella 12. Dati produttivi e qualitativi nelle differenti tesi alla raccolta (25 settembre 2025)

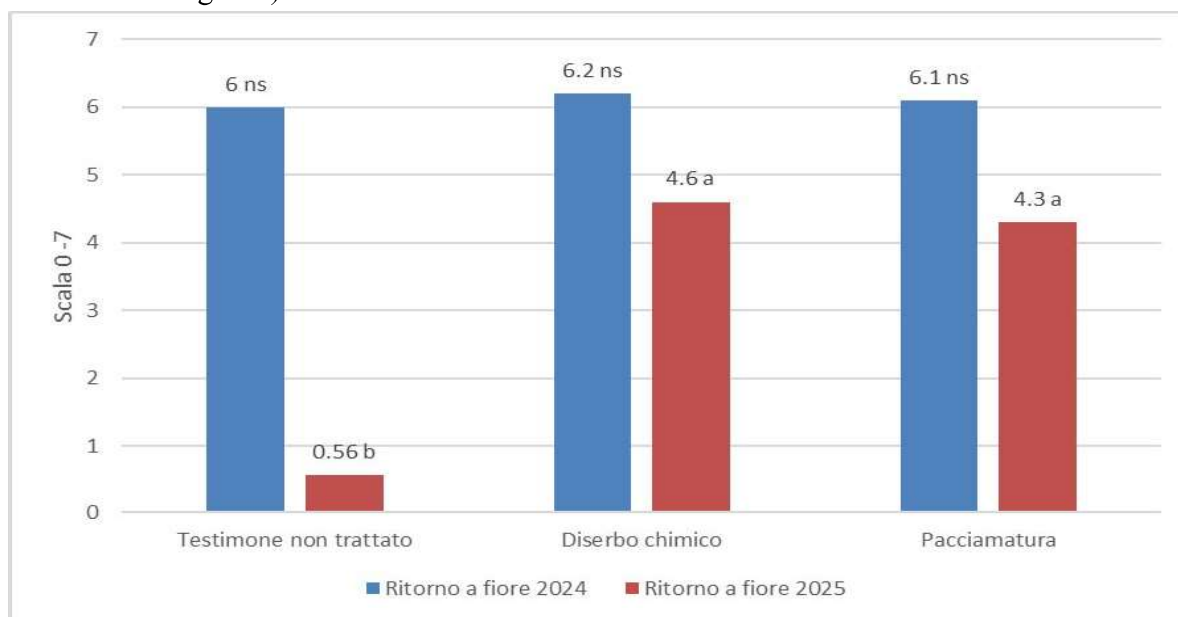
Parametro	Testimone non trattato	Diserbo chimico	Pacciamatura
N. frutti per pianta	18,4 b	42,0 a	49,3 a
Circonferenza fusto (cm)	8,1 b	8,7 a	8,6 a
Resa (kg/pianta)	2,90 b	7,19 a	8,36 a
Resa (q/ha)	134,9 b	334,6 a	388,6 a
Peso medio frutto (g)	157,4 b	171,3 a	169,7 a
Diametro (mm)	70,6 b	72,8 a	72,9 a
Altezza (mm)	72,5 b	75,9 a	75,3 a
Rapporto D/A	0,9747 a	0,9603 b	0,9688 a
Faccetta (%)	35,3 b	39,4 a	36,6 b
Rugginosità (%)	5,26 ns	4,47 ns	4,44 ns
Amido min. (scala 0-5)	2,2 ns	2,0 ns	2,1 ns
Amido max (scala 0-5)	3,7 a	2,6 b	3,0 ab
Amido medio (scala 0-5)	2,9 ns	2,3 ns	2,7 ns
Durezza (kg/cm ²)	8,2 ns	7,8 ns	7,6 ns
Zuccheri (°Brix)	14,0 ns	14,4 ns	14,0 ns
Acidità titolabile (g/L ac.)	4,6 ns	4,5 ns	4,5 ns
Succo (%)	145,0 ns	13,4 ns	13,5 ns
Indice Thiault	173,3 ns	175,8 ns	172,0 ns

Valori della stessa riga seguiti da lettere diverse differiscono significativamente. Test di Tukey, $p < 0,05$

Ritorno a fiore

Nel 2024 e 2025 in fase di piena fioritura (BBCH 65) è stato stimato il ritorno a fiore nelle varie strategie in prova (Figura 2). Nel primo rilievo si può osservare un buon ritorno a fiore su tutte le tesi senza differenze sostanziali. Nel 2025 la fioritura sulle parcelle testimone è risultata quasi del tutto soppressa, a confronto con un buon ritorno a fiore rilevato sulle tesi diserbo chimico e pacciamatura. Questa manifestazione, particolarmente marcata, conferisce ancora maggiore importanza alla gestione della flora infestante anche nell'ottica di preservare la stabilità e costanza produttiva negli anni.

Figura 2. Risultati del rilievo sul ritorno a fiore nel 2024 e 2025 (0: fioritura nulla; 7: fioritura intensa ed omogenea)



Criticità e punti di sviluppo nella gestione agronomica delle infestanti con mezzi alternativi al diserbo chimico

Nonostante gli ottimi riscontri ottenuti in termini produttivi e qualitativi grazie all'uso del telo pacciamante biodegradabile, è opportuno evidenziare che, a livello sperimentale, alcune pratiche e tecniche agronomiche come la concimazione e l'irrigazione sono state forzatamente adattate. Per quanto riguarda l'irrigazione, l'ala gocciolante è stata posata sul terreno prima dell'installazione del telo, l'alternativa a tale strategia potrebbe prevedere l'impiego di teli microforati (non testati nel presente studio). Per quanto concerne invece la concimazione, tale pratica dovrebbe essere adattata distribuendo ammendanti o formulati granulari al momento dell'impianto, prima della posa del telo. Dopo aver applicato la pacciamatura l'unica via percorribile per la nutrizione della coltura è rappresentata dalla fertirrigazione durante il ciclo di coltivazione. Questo aspetto risulta la sfida maggiore da affrontare in quanto ad oggi lo standard per la concimazione rimane la fertilizzazione granulare al suolo. Infine, particolare attenzione va posta nello sfalcio dell'interfilare per non arrecare danni meccanici alla pacciamatura che comprometterebbero la funzionalità della stessa.

Questi aspetti di gestione della tecnica agronomica potrebbero essere oggetto di ulteriori osservazioni.

CONCLUSIONI

Numerosi studi sono stati condotti negli ultimi 20 anni su colture, principalmente orticole, evidenziando la sostenibilità tecnica ed economica della pacciamatura con materiali biodegradabili e compostabili. In frutticoltura il ricorso alla pacciamatura resta tutt'ora poco diffuso e la gestione delle infestanti viene effettuata prevalentemente con mezzi chimici o meccanici. Da questa sperimentazione emergono indicazioni promettenti per l'applicazione della pacciamatura biodegradabile in suolo sul melo, soprattutto nei giovani impianti dove la concorrenza idrico-nutrizionale risulta maggiore. È stato dimostrato come il materiale biodegradabile utilizzato abbia consentito un ottimale controllo delle infestanti nei primi due anni e come vi sia stato un adeguato sviluppo delle giovani piante paragonabile sia a livello

nutrizionale che produttivo con il diserbo chimico aziendale. Un'ulteriore conferma di quanto risulti indispensabile la corretta gestione della flora infestante è risultata evidente da tutti i dati raccolti sul testimone non trattato, con piante in evidente stato di stress. La ripercussione più problematica è stata il quasi totale azzeramento del ritorno a fiore nel terzo anno.

Ringraziamenti

Si ringraziano tutti i colleghi FEM coinvolti nella sperimentazione e Novamont S.p.a. per la fornitura del telo pacciamante.

LAVORI CITATI

- Chiarini F., Mantoan C., Guerrini S., Ranghino F., 2008, con la pacciamatura biodegradabile si risparmia sullo smaltimento. *L'Informatore Agrario* 47: 2-6.
- Cozzolino E., Leone V., Carella A., Piro F., 2010, pacciamare il melone con telo biodegradabile: un'alternativa possibile, *L'Informatore Agrario* 28: 51-54.
- Cozzolino E., Leone V., Carella A., Piro F., 2010, Mater-bi contro polietilene: più prodotto, costi equivalenti. *L'Informatore Agrario* 27: 34-37.
- Cozzolino E., Leone V., Piro F., Ranghino F., Guerrini S., 2010, Con i film biodegradabili in Mater-bi risultati comparabili al polietilene nella pacciamatura del melone, *Colture Protette* 7/8: 76-80.
- Cozzolino E., Leone V., Lombardi P., Piro F., 2011, telo biodegradabile su fragola, buoni effetti su resa e qualità. *L'Informatore Agrario* 29: 46-48.
- Dallago G., Waldner A., 2020. Quali alternative al glifosate per il diserbo in frutticoltura. *L'Informatore agrario* 40: 54-58.
- Pasotti P.P., Bolognesi S., 2004, prestazioni di film per la pacciamatura. *L'Informatore Agrario* 2: 57-59.
- Porro D., Bertamini M., Dorigatti C., Stefanini M., Ceschini A., 2001, use of SPAD meter in diagnosis of nutritional status in apple and grapevine. Proceedings of the fourth International symposium on Mineral nutrition of deciduous fruit crops. Leuven: ISHS: 243-252.
- Porro D., Dorigatti C., Stefanini M., Ceschini A., 2001, lo SPAD nella diagnosi dello stato nutrizionale della vite. *L'Informatore Agrario* 26: 49-55.
- Porro D., Stringari G., Failla O., Scienza A., 2001, thirteen years of leaf analysis applied to Italian viticulture, olive and fruit growing. IV International Symposium on Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Crops. Pastoriestraat: International Society for Horticultural Science: 413-420.
- Tarricone L., Guerrini S., Impallari M., Savino M., Amendolagine A. M., 2011, Evaluation of the effects of biodegradable mulching on Vineyard soil management. Poster "XXXIV World Congress of Vine and Wine" - "The wine construction" 20-27th June 2011, Oporto, Portugal.