

Vademecum Pacciamatura con carta biodegradabile (Paper-be) per colture orticole

La guida pratica e completa per agricoltori e tecnici

Photo: pro-be.it

Per colture ad alta densità:

- Baby leaf
- Orticoltura intensiva
- Officinali

The logo consists of a large, stylized white letter 'K' on a dark background. Below the 'K', the word 'Koppert' is written in a white, sans-serif font.

Koppert

1. Cos'è la pacciamatura in carta PAPER-BE

La pacciamatura in carta biodegradabile airlaid di SharpCell è una tecnica agronomica innovativa che rivoluziona la coltivazione delle colture orticole a copertura continua, in particolare le baby leaf per la IV e I gamma. Si tratta di un sistema integrato che combina una doppia pacciamatura in carta con la semina in un unico passaggio, completamente meccanizzato grazie alla macchina PAPER-SEED di Ortomec.

Il principio chiave: i semi vengono distribuiti sopra un primo strato di carta (strato pacciamante) e poi coperti da un secondo strato (strato secondario, molto leggero), formando un vero e proprio “sandwich” carta-semi-carta. Le radici delle piantine attraversano il foglio di carta verso il suolo, mentre le malerbe vengono bloccate meccanicamente al di sotto. I germogli della coltura passano agevolmente lo stato secondario.

Brevetto e riconoscimenti

La macchina PAPER-SEED, progettata e costruita da Ortomec, è brevettata e ha ricevuto il riconoscimento di Novità Tecnica ad EIMA International 2022. Il progetto è frutto di circa dieci anni di sperimentazione dedicata allo sviluppo della carta, della meccanizzazione e delle tecniche agronomiche.

1.1 Differenze rispetto alla pacciamatura tradizionale

A differenza della pacciamatura plastica tradizionale, che richiede fori per il passaggio delle piantine e quindi non è applicabile alle colture fitte, la pacciamatura in carta PAPER-BE:

- Non richiede fori: è l'unica soluzione applicabile a colture ad alta densità
- È completamente biodegradabile al 100%: si incorpora nel suolo senza residui
- Non introduce plastica nel terreno: zero microplastiche
- È ammessa in agricoltura biologica ed è certificata
- Permette una meccanizzazione completa del processo di semina e pacciamatura



2. Come funziona: il processo passo per passo

Il processo si articola in sei fasi sequenziali che possono essere eseguite in un unico passaggio meccanizzato grazie alla macchina PAPER-SEED.

Fase 1

Preparazione del letto di semina

Preparare il suolo ben lavorato, livellato e con superficie fine e omogenea. Una baula ben livellata è fondamentale per la corretta stesura della carta e l'uniformità di semina.

Fase 2

Posa del primo strato di carta (strato primario)

La macchina PAPER-SEED stende il primo foglio di carta airlaid a grammatura pesante (40-50 g/m²) direttamente sul terreno preparato. Questo strato funge da barriera contro le malerbe e da letto di semina.

Fase 3

Semina sopra il primo strato

La tramoggia con distributore a controllo elettronico PLC distribuisce i semi a spaglio in modo uniforme sulla superficie del primo strato di carta. La densità di semina è regolabile.

Fase 4

Posa del secondo strato di carta (strato secondario)

Un secondo foglio di carta a grammatura leggera (15-20 g/m²) viene steso sopra i semi. L'adesione al primo strato avviene tramite spruzzatura d'acqua, creando il 'sandwich'. Questo strato protegge i semi da vento, vibrazioni e predatori (formiche, insetti) durante la germinazione.

Fase 5

Irrigazione frequente fino al radicamento

Irrigare subito dopo la semina e mantenere la carta costantemente umida. Eseguire irrigazioni frequenti ma moderate fino ad avvenuta radicazione nel suolo delle plantule. È fondamentale evitare la disidratazione del seme durante la germinazione.

Fase 6

Germinazione, radicamento e crescita della coltura

Le radichette delle plantule forano e attraversano lo strato primario, radicando nel suolo sottostante. La coltura cresce libera da competizione delle malerbe. Il secondo strato si degrada rapidamente senza ostacolare la crescita.

3. I Benefici della Tecnica PAPER-BE

3.1 Benefici primari



Controllo malerbe totale

Eliminazione completa delle infestanti senza uso di erbicidi. La barriera meccanica della carta impedisce la crescita delle malerbe per tutta la durata del ciclo colturale.



Risparmio idrico 10-35%

La carta riduce l'evaporazione diretta dal suolo. Nelle prove sperimentali si è registrata una riduzione dell'acqua irrigua del 10-40% a seconda delle condizioni microclimatiche.



100% Biodegradabile

La carta si decompone naturalmente nel suolo senza residui tossici. Nessun costo e nessun impatto ambientale per la rimozione e lo smaltimento a fine ciclo. Zero microplastiche.



Ammesso sul biologico

La carta airlaid di SharpCell è approvata per l'uso in agricoltura biologica certificata. Permette il controllo delle malerbe rispettando il disciplinare biologico senza deroghe.



Controllo termico

Carta bianca: effetto riflettente, riduce la temperatura del suolo. Carta scura: effetto collettore termico, aumenta la temperatura. Utile per anticipare o ritardare i cicli colturali.



Prodotto Raccolto Pulito

Le foglie non toccano il suolo: nessun imbrattamento con terra. Riduzione dei patogeni tellurici a contatto con il prodotto. Miglior qualità visiva e igienica per la IV gamma.



3.2 Benefici sulla qualità del prodotto

Le sperimentazioni condotte dall'Università di Salerno (2024) su rucola selvatica (*Diplotaxis tenuifolia* cv. 'Yuma') hanno evidenziato i seguenti risultati agronomici e qualitativi:

Parametro	Senza pacciamatura	Con Carta PAPER-BE	Significatività
Resa fresca (g/m ²)	763	763	n.s.
Peso secco foglie (g/m ²)	70	80	*
Produttività idrica (g/mL)	0.0011	0.0014	*
Nitrati foglie (mg/kg)	3967	3333 (-16%)	*
Indice area fogliare (m ² /m ²)	5.25	7.26	*
Umidità suolo (%)	17.1	21.0	*
Malerbe (n./m ²)	12.0	0 (100% controllo)	*
Acqua irrigua (m ³ /ha)	618	558 (-10%)	-

* = differenza statisticamente significativa ($p \leq 0.05$); n.s. = non significativo

3.3 Benefici estesi per la filiera

- Riduzione dei tempi tra due colture successive grazie alla possibilità di risemina immediata
- Possibilità di lavorazioni ridotte del terreno
- Miglioramento della salute del suolo: la carta si degrada arricchendo la sostanza organica
- Possibili avvicendamenti tra specie diverse facilitati dall'assenza di residui di erbicidi e controllo delle rinascite e germinazioni tardive
- Eliminazione della scerbatura manuale: risparmio di manodopera
- Protezione dei semi da formiche e altri fitofagi attraverso lo strato secondario
- Possibilità di applicare biostimolanti, fertilizzanti e microrganismi utili attraverso impregnazione della carta
- Può essere usata in combinazione con microrganismi tra cui formulati a base del fungo *Trichoderma harzianum* ceppo ibrido T22 con il quale è stata riscontrata una sinergia tra la carta (a base organica) e il fungo utile impiegato come biofungicida per il controllo di patologie radicali
- Tecnica innovativa finanziabile con l'OCM (PSP)

4. Tecnica agronomica: istruzioni operative

4.1 Preparazione del terreno

La corretta preparazione del terreno è il presupposto fondamentale per il successo della tecnica. Il letto di semina deve essere:

- Superficialmente affinato: granulometria fine e omogenea, senza zolle o residui vegetali
- Ben livellato: irregolarità anche minime compromettono l'aderenza della carta al suolo
- Privo di sassi o detriti che potrebbero lacerare il foglio di carta durante la posa
- Con umidità adeguata al momento della semina



Punto Critico — Livellamento

Un letto di semina non perfettamente livellato è una causa di insuccesso. Irregolarità della superficie impediscono la corretta aderenza della carta al suolo, creando sacche d'aria che compromettono la germinazione e permettono la crescita di malerbe.

4.2 Gestione dell'Irrigazione

L'irrigazione è il parametro più delicato da gestire correttamente. Seguire queste indicazioni:

Regola d'oro: poca acqua, ma spesso

La carta deve rimanere sempre umida fino al completo affrancamento delle plantule. Non bagnare a saturazione, ma irrigare poco e frequentemente per mantenere la carta umida senza allagare.

Fase	Frequenza	Note
Immediatamente dopo la semina	Subito (entro 1-2 ore)	Far aderire le carte tra loro e al terreno
Dalla semina alla germinazione	1-3 volte al giorno (a seconda della stagione e del clima)	Evitare la disidratazione del seme. La carta deve restare visibilmente umida
Dopo radicazione avvenuto	Irrigazione con intervalli normali e riduzione delle quantità rispetto alla semina su terreno	La carta inizia a degradarsi; le radici sono nel suolo, la pianta è affrancata



Punto Critico — Irrigazione

È importante che la carta sia mantenuta umida durante la fase di germinazione per evitare la disidratazione della radichetta primaria prima che attraversi la carta.

4.3 Nutrizione, biostimolanti e difesa

La carta airlaid di SharpCell offre una possibilità aggiuntiva rispetto alle tecniche tradizionali: l'impregnazione con prodotti impiegati per la nutrizione e la difesa. È possibile distribuire contemporaneamente alla semina:

- Microrganismi utili (*Trichoderma* spp.)
- Biostimolanti
- Concimi idrosolubili a basso dosaggio per la fase di germinazione
- Prodotti per il controllo biologico dei patogeni tellurici

Questi prodotti possono essere incorporati nel liquido di bagnatura utilizzato per far aderire i due strati di carta, garantendo una distribuzione omogenea e localizzata direttamente al livello del seme.

Benefici – Impiego combinato di Trianum-P con carta airlaid

Trianum è un biofungicida naturale a base di *Trichoderma harzianum* ceppo ibrido T22, registrato come prodotto fitosanitario su un ampio numero di colture, in serra e pieno campo.

I funghi del genere *Trichoderma* svolgono un ruolo fondamentale nella rizosfera, in quanto si legano alle radici delle colture, le colonizzano, stimolandole e proteggendole dall'attacco di eventuali funghi patogeni presenti nel terreno (*Fusarium* spp., *Sclerotinia* spp., *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp., *Cylindrocladium* spp., *Thielaviopsis* spp., *Myrothecium* spp.).

Trianum agisce per



Competizione per spazio e nutrienti: una volta raggiunto il suolo, le spore germinano e colonizzano rapidamente l'apparato radicale delle piante, creando una vera e propria barriera protettiva antagonista, che impedisce ai funghi patogeni di insediarsi e svilupparsi.



Micoparassitismo: agisce direttamente per via enzimatica sulle membrane cellulari dei funghi patogeni, limitando il loro sviluppo.



Induzione di resistenza, grazie alla stimolazione di processi metabolici interni alla pianta.



Stimola la disponibilità e l'assorbimento dei nutrienti grazie ad un maggiore sviluppo del capillizio radicale, migliorando crescita, vigoria e resilienza della coltura.

Questo **agente di biocontrollo** largamente studiato e impiegato in agricoltura è una valida soluzione a disposizione degli agricoltori per gestire le patologie del suolo, riducendo l'apporto di prodotti di sintesi con l'obiettivo di migliorare il microbioma del suolo e la salute delle colture.

Osservazioni

Attraverso diverse prove è stato osservato che Trianum riesce a svilupparsi sulla carta senza alcuna limitazione in termini di germinazione dei conidi e dimensione delle colonie del fungo *Trichoderma harzianum*. Inoltre, in diverse condizioni controllate e di semi-campo (su piastre petri e vaschette con terreno autoclavato), sono state osservate spore vitali ed un maggiore sviluppo delle colonie di Trianum nella tesi con pacciamatura a base carta.

Conclusioni

I test hanno dimostrato che la pacciamatura a base carta airlaid non inibisce la germinazione e la crescita di *Trichoderma harzianum* (Trianum). Non sono state riscontrate differenze in termini di sviluppo e dimensioni delle colonie tra le varie tesi.

La pacciamatura a base carta ha mostrato un “**effetto di supporto**” alla crescita del *Trichoderma* come osservato dalla quantificazione del numero di colonie vitali. **I test preliminari hanno dimostrato una sinergia nell'uso delle due soluzioni.**

5. La Carta: Caratteristiche Tecniche

La carta utilizzata nel sistema PAPER-BE è stata sviluppata dopo anni di sperimentazione da SharpCell Oy (Finlandia), azienda specializzata nella tecnologia airlaid. Non si tratta di carta comune: è un materiale ingegnerizzato specificamente per l'uso agricolo.

Strato Primario (primo foglio)	Strato secondario (secondo foglio)
Grammatura: 40-50 g/m ²	Grammatura: 15-20 g/m ²
Funzione: barriera anti-malerbe e letto di semina	Funzione: fissaggio seme e protezione in germinazione
Larghezza rotolo: ~165 cm	Larghezza rotolo: ~165 cm
Lunghezza rotolo: ~2.500 m (~0,5 ha di autonomia)	Lunghezza rotolo: >10.000 m (>1,5 ha di autonomia)
Peso rotolo: ~180 kg	Si degrada rapidamente senza ostacolare la crescita
Permeabile alle radici, impermeabile ai germogli delle malerbe	Protegge da predatori e spostamento dei semi

5.1 Caratteristiche della Tecnologia Airlaid

- Alto assorbimento dell'acqua: la carta distribuisce l'umidità in modo omogeneo su tutta la superficie
- Resistenza a umido: mantiene l'integrità meccanica anche quando bagnata (fondamentale per l'utilizzo come pacciamatura)
- Binder vegetale: il legante è di origine vegetale, non sintetica
- 100% biodegradabile: degrada completamente nel suolo
- Da fonti rinnovabili: materia prima forestale certificata (FSC o PEFC)
- Costo sostenibile: rapporto qualità/prezzo compatibile con le produzioni orticole intensive
- Disponibile in versioni bianca (effetto riflettente) e scura (effetto termocollettore)

6. La Macchina PAPER-SEED

La macchina PAPER-SEED, progettata e costruita da Ortomec SRL (Cona, Venezia), è il cuore dell'automazione del sistema CARTA. Consente l'esecuzione di tutte le operazioni in un unico passaggio meccanizzato.

6.1 Caratteristiche Tecniche

Caratteristica	Strato secondario (secondo foglio)
Tipo	Attrezzo portato (disponibile anche semi-portato e semovente)
Massa a vuoto	~900 kg
Ingombro laterale	~220 cm
Lunghezza	~300 cm
Altezza massima	~180 cm
Carreggiata regolabile	165-200 cm (baule 140-170 cm)
Velocità operativa testata	fino a 6 km/h
Potenza assorbita media	~35 kW (trattore consigliato ≥80 kW)
Sistema di semina	Tramoggia con distributore elettrico a controllo PLC
Sistema di bagnatura	Integrato per adesione strati e nutrizione
Copertura pacciamante	>99% dell'area trattata nei test UniPD

7. Colture Applicabili

La tecnica PAPER-BE è stata sviluppata e testata su numerose specie orticole a copertura continua. Di seguito le principali applicazioni verificate sul campo:

Coltura	Note agronomiche	Livello di sperimentazione
Rucola selvatica (<i>Diplotaxis tenuifolia</i>)	Semi piccoli (~2 g/1000 semi). Risultati eccellenti. Densità tipica: 1.500 piante/m ² . Risultati eccellenti	Ampiamente testata — risultati pubblicati
Lattughino (varie varietà incl. rosso)	Semi piccoli (~2 g/1000 semi). Ottimo radicamento. Risultati eccellenti	Ampiamente testata in campo
Spinacino	Semi più grandi (~17 g/1000 semi). Varietà con germinazione ridotta se esposte alla luce	Testata — buoni risultati

Mizuna e altre orientali	Semi piccoli o medi. Comportamento simile alla rucola	Testata
Bull's blood	Semi medi. Testata con successo in più cicli	Testata
Altre specie	Il sistema è adattabile a colture a densità elevata. Alcune specie possono richiedere affinamenti della tecnica per radicazione ottimale	In sviluppo — consultare PRO-BE



Punto Critico — Radicamento di alcune specie

Alcune specie con semi molto grandi o con radichetta particolarmente fragile possono presentare difficoltà nel perforare lo strato primario di carta. In questi casi è consigliabile consultare i tecnici PRO-BE per la scelta del materiale di carta più adatto.

8. Errori Comuni e Come Evitarli

Errore	Conseguenza	Come evitarlo
Terreno non livellato o con zolle	La carta non aderisce al suolo, formazione di sacche d'aria, germinazione non uniforme, ingresso di malerbe	Affinare la preparazione del terreno. Investire in una corretta baulatura e livellatura prima della posa
Irrigazione insufficiente o irregolare nelle prime fasi	Disidratazione del seme, germinazione non omogenea, mortalità delle plantule nei punti secchi	Impostare irrigazioni frequenti (2-3 al giorno in estate) fino a radicamento. Monitorare costantemente la coltura
Irrigazione eccessiva (allagamento)	Marciume del seme, proliferazione di patogeni tellurici, spostamento della carta	Irrigare con volumi ridotti e frequenza elevata. Mai saturare il suolo
Carta strappata o non correttamente stesa	Perdita della funzione anti-malerbe nelle aree lacerate	Verificare la tensione del rotolo, operare a velocità adeguata (4-5 km/h), controllare il letto di semina
Densità di semina non calibrata	Coltura troppo rada o fitta	Calibrare la seminatrice prima di ogni semina
Mancata irrigazione dopo la semina	La carta non aderisce al terreno, i semi si spostano	Irrigare entro 1-2 ore dalla semina per far aderire i due strati

9. Checklist Operativa

Prima della Semina

- 1 Terreno arato/fresato
- 2 Baula livellata e superficie affinata (granulometria fine)
- 3 Bobina di carta caricata correttamente sulla macchina PAPER-SEED
- 4 Regolazione della seminatrice in base alla densità di semina desiderata
- 5 Sistema di irrigazione funzionante e configurato per irrigazioni frequenti
- 6 Eventuale aggiunta al sistema di bagnatura di biostimolanti/microrganismi

Durante e Dopo la Semina

- 1 Velocità di avanzamento tra 4-5 km/h
- 2 Stesura della carta verificata (no lacerazioni, no sollevamenti)
- 3 Prima irrigazione effettuata subito dopo la semina
- 4 Irrigazioni frequenti fino al radicamento
- 5 Monitoraggio frequente della germinazione e dello stato della carta



10. Domande Frequenti (FAQ)

Quanto dura la carta nel suolo prima di degradarsi?

Lo strato secondario si degrada molto rapidamente (entro alcuni giorni), lasciando crescere liberamente le plantule. Lo strato primario si degrada più lentamente nel corso del ciclo colturale, perdendo progressivamente la sua integrità meccanica. Nessun residuo a fine ciclo.

Posso usare PAPER-BE in campo aperto oltre che in serra?

Sì. La macchina PAPER-SEED è progettata per operare sia in serra che in pieno campo. In campo aperto è necessario prestare maggiore attenzione alle condizioni atmosferiche (vento) durante la posa della carta, e garantire una rapida irrigazione post-semina.

La tecnica è applicabile in regime biologico certificato?

Sì. La carta airlaid di SharpCell è approvata per l'uso in agricoltura biologica. Prima dell'adozione è comunque consigliabile verificare con il proprio organismo di certificazione la conformità con il proprio disciplinare specifico.

Qual è il risparmio idrico reale atteso?

Le sperimentazioni hanno evidenziato un risparmio dal 10% (prova Università Salerno, 2024) al 20-35% (valutazione Università Padova, 2022) a seconda del microclima, della stagione e della gestione irrigua. In estate e in ambienti ventilati il beneficio è maggiore.

È possibile usare la tecnica su colture a ciclo multiplo (più raccolte)?

Sì, la pacciamatura in carta è compatibile con la gestione a cicli multipli.

La carta modifica il pH o le proprietà chimiche del suolo?

No. La carta airlaid è chimicamente neutra e la sua decomposizione arricchisce il suolo di sostanza organica senza alterarne il pH o le proprietà chimiche.

11. Contatti e Supporto

PRO-BE SRL

Consulenza e coordinamento

Giampaolo Oliviero

+39 348 9300650

probe@pro-be.it

www.pro-be.it

ORTOMEK SRL

Macchina PAPER-SEED

Via Risorgimento, 11

30010 Cona (VE)

Telefono: 0426-308354

E-mail: sales@ortomec.it

www.ortomec.it

SHARPCELL OY

Carta airlaid biodegradabile

Finlandia

www.sharpcell.fi

Koppert Italia

Consulenza e vendita

Via delle Nazioni, 7,

37012 Bussolengo (VR)

www.koppert.it

E-mail: info@koppert.it

Telefono: 045 671 7750

Fonti Scientifiche di Riferimento

Ronga D. et al. (2024). New mulching technique based on paper for wild rocket (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC.). Presented at ISHS International Symposium on Horticulture, University of Salerno.

Marinello F. (2022). Relazione Tecnica — Macchina Combinata Semina Pacciamatrice a Doppio Strato. Laboratorio di Meccanica Agraria, TESAF, Università degli Studi di Padova.



