Interreg Italia-Slovenija
AGROTUR+

Cofinanziato dall'Unione europea
Sofinancira Evropska unija

GUIDA ALLA DIFESA FITOSANITARIA

Per la transizione biologica in viticoltura del Carso transfrontaliero

Linee guida e raccomandazioni operative basate sul modello di consulenza di Perleuve S.r.l.

Il progetto AGROTUR+ è co-finanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.

www.ita-slo.eu/agrotur

INTRODUZIONE

Perché questa guida

La presente guida raccoglie le linee guida e le raccomandazioni operative per la gestione dei prodotti fitosanitari (PF) nei vigneti del Carso transfrontaliero, con l'obiettivo di supportare la transizione verso una viticoltura biologica e a basso impatto ambientale.

Il contenuto si basa su anni di sperimentazione in campo e sull'uso del sistema DSS 4Grapes® per il monitoraggio e la modulazione della difesa.

Sommario

Introduzione 2
1. Principi di difesa fitosanitaria 5
1.1 Il triangolo della malattia 5
1.2 Meccanismi epigenetici e adattamento della vite 5
1.3 Prodotti fitosanitari: classificazione generale 6
1.4 Ciclo biologico delle principali ampelopatie 6
2. Fattori chiave per una difesa ragionata 8
2.1 Trattare o non trattare? 8
2.2 Quando trattare: la fase fenologica 8
2.3 Come trattare: qualità della distribuzione 9
2.4 Fattori agronomici: microclima e vigoria 9
3. Monitoraggio e modulazione della difesa con 4Grapes® 11
3.1 I tre parametri decisionali 11
3.2 Modulazione delle dosi in funzione del volume della chioma 12
3.3 Mappa di rischio aziendale 13
3.4 Approccio preventivo vs curativo 14
4. Il DSS Perleuve e il sistema 4Grapes® 15
4.1 Architettura del sistema: dagli input alle decisioni 15
4.2 I tre parametri di uscita: Pressione, Probabilità, Protezione 16
4.3 Schema decisionale operativo 17
5. Sostanze attive e agenti di biocontrollo in biologico 19
5.1 Induzione di resistenza: potenzialità e limiti 19
5.2 Prodotti biologici per oidio 19
5.3 Prodotti biologici per peronospora 21
5.4 Limiti pratici nell'uso dei PF biologici a base microbica 21
6. Irroratrici e distribuzione dei prodotti fitosanitari 22
6.1 Posizione BII: il punto critico della difesa 22
6.2 Atomizzatori vs nebulizzatori 23
6.3 Impostazioni ottimali degli atomizzatori 23
6.4 Impostazioni ottimali dei nebulizzatori 24
6.5 Finestra per l'irrorazione e trafficabilità del suolo 25
6.6 Modulazione delle dosi in funzione del sesto d'impianto 25

6.7 Modulazione delle dosi in funzione dell'altezza della parete fogliare.....26
6.8 Il rame: dose biologicamente attiva e scelta della formulazione.....27
7. Raccomandazioni operative per il Carso 29
7.1 Le 9 regole d'oro della difesa biologica in Carso 29

1. PRINCIPI DI DIFESA FITOSANITARIA

Relazione pianta–patogeno–ambiente

1.1 Il triangolo della malattia

La difesa efficace si basa sulla comprensione dell'interazione tra tre elementi fondamentali:

Fattore	Descrizione e implicazioni per la difesa biologica
Sensibilità varietale	Le varietà si classificano in: resistenti, tolleranti, nella norma, suscettibili. La scelta varietale e clonale è il primo strumento di riduzione del rischio.
Condizioni ambientali	Clima, mesoclima e microclima del vigneto determinano la pressione delle avversità. I DSS (Decision Support Systems) integrano questi dati con le osservazioni in campo.
Microrganismi associati	La comunità microbica del suolo (rizoplano) e della parte epigea (filloplano) influenza la resistenza della pianta attraverso meccanismi epigenetici e di induzione di resistenza.

1.2 Meccanismi epigenetici e adattamento della vite

Un aspetto spesso trascurato è la capacità della vite di adattarsi all'ambiente attraverso meccanismi epigenetici: modificazioni nell'espressione genica che non alterano la sequenza del DNA, ma permettono alla pianta di rispondere in modo più efficiente agli stress.

▸ **Implicazione pratica**

Viti vecchie = viti adattate al loro ambiente specifico. Propagare materiale da viti già adattate al Carso (suoli calcarei, Bora, escursioni termiche) significa avviare un nuovo impianto già predisposto a rispondere agli stress locali, riducendo la necessità di interventi fitosanitari.

1.3 Prodotti fitosanitari: classificazione generale

I PF utilizzabili in viticoltura si dividono in due grandi categorie:

Categoria	Caratteristiche principali
PF di sintesi chimica	Ottenuti in laboratorio mediante sintesi chimica. Iter di registrazione ~10 anni. Non ammessi in agricoltura biologica.
PF ammessi in biologico	A base di sostanze naturali: rame, zolfo, microrganismi, estratti vegetali, biochimici. Ammessi dal Reg. UE sull'agricoltura biologica.
Induttori di resistenza	Sostanze che pre-attivano il sistema immunitario della pianta (SAR/ISR). Efficacia massima 40–50%; non adatti in fase epidemica.
Biostimolanti/corroboranti	Classificati come fertilizzanti (Reg. 2019/1009). Supportano la vitalità della pianta ma non sostituiscono la difesa diretta.

1.4 Ciclo biologico delle principali ampelopatie

La conoscenza del ciclo biologico dei patogeni è essenziale per posizionare correttamente gli interventi:

Ampelopatia	Epidemiologia chiave	Indicazione gestionale
Oidio (Erysiphe necator)	Inoculo svernante (casmoteci). Primarie precoci su foglie. Pioggia leggera + ombreggiamento favoriscono lo sviluppo. Piogge intense lo ostacolano.	Monitoraggio precoce delle infezioni ascosporiche. Difesa preventiva cautelativa.

Peronospora (Plasmopara viticola)	Primarie precoci. Piogge intense e bagnatura fogliare prolungata sono molto infettanti. Arieggiamento e insolazione ostacolano sviluppo.	Previsione piogge infettanti tramite DSS. Monitoraggio frequente delle primarie precoci.
Botrite (Botrytis cinerea)	"Regola del 15+15": 15 ore di bagnatura con temperature > 15°C. L'ombreggiamento dei grappoli è un fattore di rischio critico.	Gestione della chioma (defogliazione), controllo vigoria.
Tignole (Lobesia/Eupoecilia)	Non c'è correlazione tra catture/infestazione delle prime generazioni e danno finale in vendemmia.	Monitorare tutte le generazioni. Conoscere lo storico aziendale è fondamentale.

2. FATTORI CHIAVE PER UNA DIFESA RAGIONATA

Trattare, quando e come

2.1 Trattare o non trattare?

La decisione di effettuare un trattamento fitosanitario non deve essere automatica né calendarizzata a priori. Deve derivare dalla valutazione congiunta di:

- Conoscenza della zona e storico delle avversità (importanza del cambio climatico in atto)
- DSS (Decision Support Systems) aggiornati con dati meteoclimatici locali
- Monitoraggio in campo con 4Grapes® (diffusione, intensità, organo colpito)
- Fase fenologica della vite (sensibilità differenziata per organo e stadio)
- Previsioni meteorologiche a breve termine (finestra temporale, probabilità piogge)
- Rischio specifico del vigneto (mappa di rischio aziendale)

⚠ Cambio climatico: nuova normalità

L'esempio della Sicilia 2023 (diffusione media peronospora 35% in zone storicamente esenti) dimostra come sia essenziale mantenere una visione aperta: nuove ampelopatie possono comparire, e sapere cosa succede nelle aziende limitrofe è un elemento aggiuntivo imprescindibile per le decisioni di difesa.

2.2 Quando trattare: la fase fenologica

La sensibilità della vite agli attacchi fungini varia significativamente in funzione dello stadio fenologico:

Stadio fenologico	Indicazioni per la difesa biologica
BBCH 07–15 (gemme espanse – 5 foglie)	Infezioni primarie precoci di oidio e peronospora sulla pagina inferiore delle foglie. Monitoraggio esperto essenziale.
BBCH 57–65 (grappoli visibili – piena fioritura)	FASE CRITICA: massima sensibilità all'oidio e peronspora al momento della liberazione delle caliptre fiorali. Gran parte dei PF applicati precedentemente cade con le caliptre.

BBCH 70–79 (allegagione – chiusura grappolo)	Elevata sensibilità per peronospora e botrite. Gestione chioma (defogliazione) imprescindibile.
BBCH 81 (invaiatura)	Resistenza ontogenetica all'oidio: gli acini non sono più infettabili, eccetto nelle parti ancora verdi. Attenzione nelle annate con disformità di maturazione.

2.3 Come trattare: qualità della distribuzione

Un trattamento fitosanitario efficace richiede una distribuzione ottimale del prodotto sulla chioma. Ecco alcuni elementi critici:

- Omogeneità di distribuzione tra le diverse parti della chioma (alto, medio, basso) e tra le pagine fogliare superiore e inferiore
- Penetrazione negli strati interni della chioma
- Dimensione delle gocce: gocce fini garantiscono migliore copertura ma aumentano il rischio di deriva
- Finestra per l'irrorazione: utilizzare il meteogramma "agrospraying" di 4Grapes® per identificare la finestra ottimale per limitare deriva e massimizzare l'efficacia

▸ **Posizione BII (Bassa Interna Inferiore)**

La posizione BII del grappolo è la più difficile da raggiungere e la più esposta alle infezioni primarie di oidio e peronospora. Perleuve ha sviluppato una metodica specifica di verifica dell'irrorazione che valuta la copertura anche su questa posizione critica. Nelle prime fasi, è la più importante da proteggere.

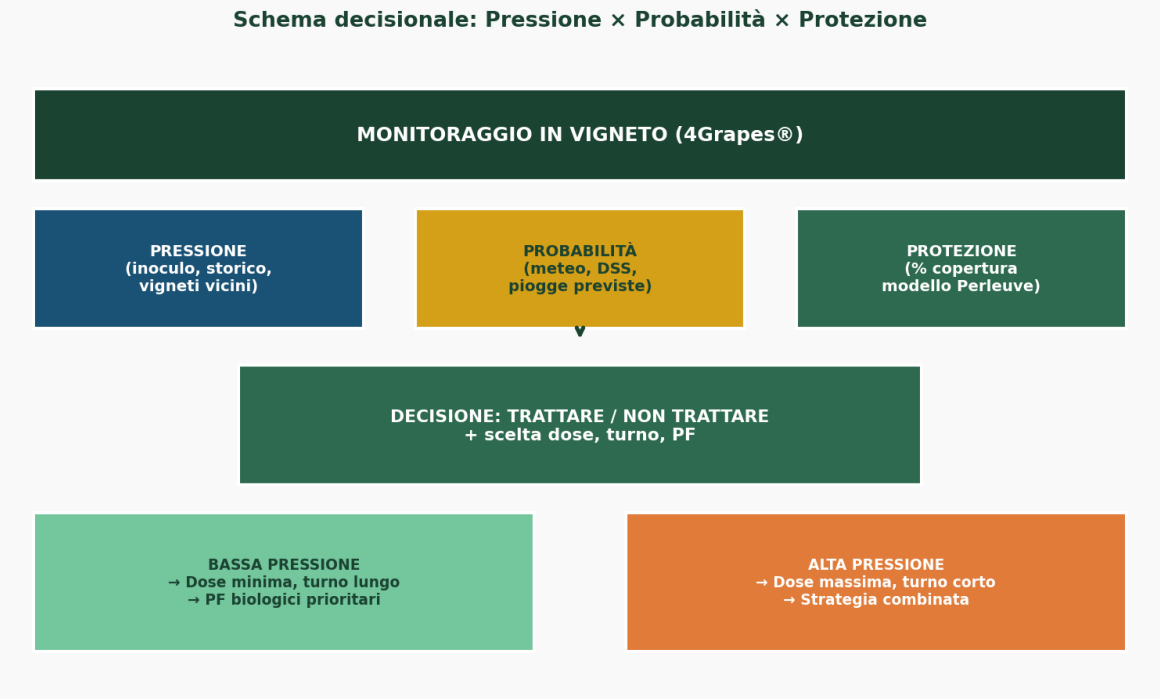
2.4 Fattori agronomici: microclima e vigoria

La gestione agronomica è il primo strumento di difesa biologica. La riduzione del microclima favorevole ai patogeni precede e integra qualsiasi intervento fitosanitario:

Pratica agronomica	Effetto sulla difesa biologica
Defogliazione precoce basale	Aumenta la penetrazione della luce nella zona grappoli, riduce UR, favorisce la ventilazione. Pratica obbligatoria nei vigneti ad alto rischio del Carso.

Scacchiatura (germogli doppi/eccedenti)	Riduce l'affastellamento della chioma.
Controllo della vigoria	Nei terreni fertili (rari in Carso, ma presenti): inerbimento con Graminacee in competizione con la vite. Ridurre apporti di azoto.
Forma di allevamento	Il Guyot e il cordone speronato tendono a posizionare i grappoli alla medesima altezza. La scelta deve favorire la penetrazione luminosa (luce diretta e indiretta) nella zona grappoli.
Potatura invernale calibrata	In zone ad alta vigoria, aumentare il numero di gemme nelle viti/zone più vigorose per equilibrare il rapporto vegeto-produttivo.

3. MONITORAGGIO E MODULAZIONE DELLA DIFESA CON 4GRAPES®



Schema decisionale integrato: Pressione × Probabilità × Protezione. Il monitoraggio 4Grapes® alimenta i tre parametri e guida la decisione di trattare o non trattare.

3.1 I tre parametri decisionali

Il sistema 4Grapes® integra il monitoraggio in campo con i dati meteorologici per calcolare tre parametri fondamentali che guidano ogni decisione di difesa:

Parametro	Descrizione operativa
PRESSIONE	Grado di intensità del patogeno nel vigneto e nei vigneti vicini (storico, inoculo presente, infezioni rilevate). Può aumentare il dosaggio di riferimento fino al 20%.
PROBABILITÀ	Stima della probabilità di infezione basata sulle previsioni meteorologiche, sui DSS e sul confronto tra modelli. ++ mm pioggia = ++ probabilità di infezione.

PROTEZIONE	Percentuale di copertura residua del PF irrorato, calcolata dal modello Perleuve in funzione del prodotto, delle piogge intercorse (dilavamento), della fenologia e del tempo trascorso.

▸ **Regola operativa sul livello di protezione**

In presenza di infezioni attive: mantenere la protezione sempre > 50%. In fase epidemica o ad alto rischio: mantenere la protezione > 80%. In bassa pressione e assenza di infezioni: il sistema guida verso dosi minime e turni lunghi.

3.2 Modulazione delle dosi in funzione del volume della chioma

Il modello 4Grapes® calcola le dosi di PF non su base ettaro fissa, ma adattandole dinamicamente al volume reale della chioma (coefficiente canopy):

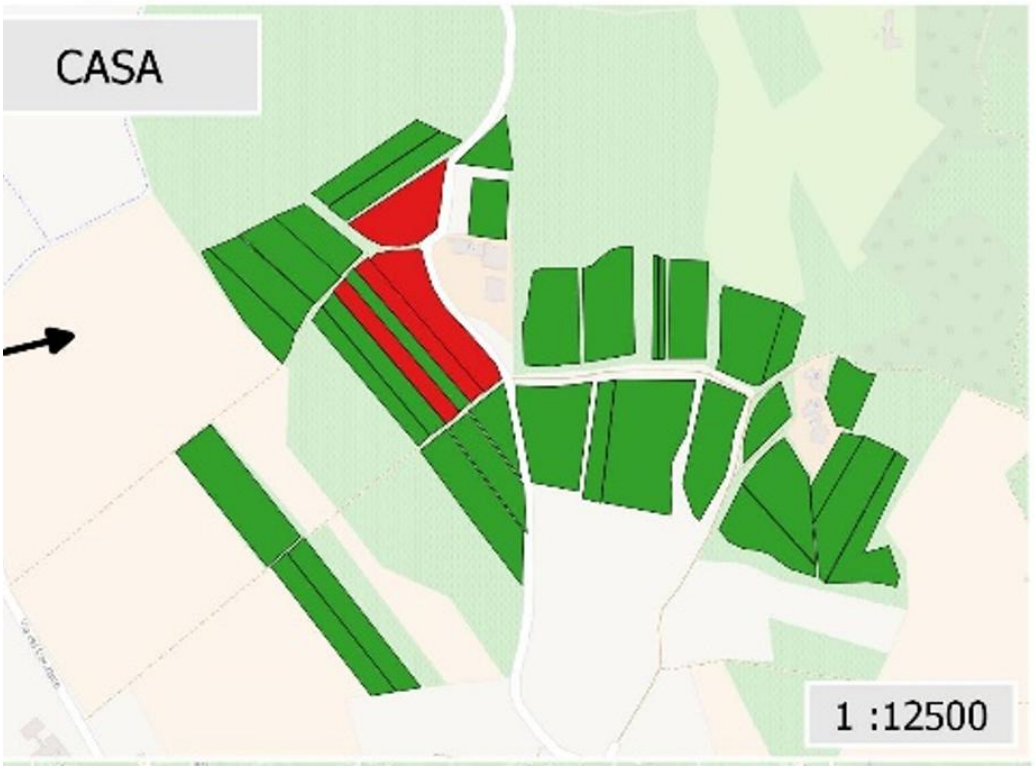
Fattore di input	Logica di calcolo e implicazione pratica
Sesti di impianto	Base di riferimento: interfilare standard 2,7 m (3.700 m lineari/ha). Per sesti più fitti (tipici del Carso con vigneti tradizionali) le dosi vengono proporzionalmente aumentate.
BBCH – fenologia	Aggiornata automaticamente dai rilievi in campo. In assenza di rilievi, utilizza la media del vitigno da vigneti vicini dello stesso comune/provincia.
Coefficiente canopy	Canopy % (rispetto all'altezza massima standard 120 cm) × Deriva % (da tabelle precompilate). Riduce il dosaggio pieno in proporzione alla reale condizione della chioma.
Modalità di calcolo	OLD (manuale/ha), TRV (Tree Row Volume: volume chioma + deriva), LWA (Leaf Wall Area: superficie

	chioma + deriva). TRV e LWA sono i più precisi per il contesto Carso.

3.3 Mappa di rischio aziendale

La costruzione di una mappa di rischio personalizzata per ogni vigneto dell'azienda è uno strumento chiave del modello Perleuve. I fattori che determinano il rischio sono:

- Osservazioni storiche di diffusione delle malattie per vigneto (anni precedenti)
- Microclima specifico: esposizione, altitudine, pendenza, ventilazione naturale
- Caratteristiche della chioma: densità, forma di allevamento, gestione del verde
- Prossimità a fonti di inoculo (boschi, vigneti non gestiti, aree umide)



Esempio di mappa di rischio aziendale: in rosso i vigneti ad alto rischio, in verde i vigneti a basso rischio. La sequenza dei trattamenti e le dosi da applicare vengono modulati in funzione di questa classificazione (fonte: 4Grapes® / Perleuve).

Classe di rischio	Strategia di sequenziamento degli interventi
Vigneti ad ALTO rischio (rosso)	ASSENZA DI INFEZIONI: trattare per ultimi (il più vicino possibile alle piogge infettanti previste). INFEZIONI PRESENTI: trattare per primi e/o con trattamenti supplementari.
Vigneti a BASSO rischio (verde)	ASSENZA DI INFEZIONI: trattare per primi (margine di sicurezza maggiore). INFEZIONI PRESENTI: trattare per ultimi (meno esposti a infezioni da sola bagnatura fogliare).

3.4 Approccio preventivo vs curativo

Il modello Perleuve adotta un approccio essenzialmente preventivo, in netta distinzione dall'approccio curativo ancora diffuso in molte aziende:

Approccio	Quando si applica	Vantaggi/svantaggi in biologico
Preventivo (raccomandato)	Trattamento prima del primo evento infettante previsto. I successivi sono pianificati in modo preventivo sulle infezioni previste.	Massima efficacia con dosi minime. Nessun trattamento post-pioggia non necessario. Si riduce il numero totale di interventi stagionali.
Curativo/tempestivo (casi specifici)	Intervento con rameici entro 3–4 ore dall'inizio del processo infettivo (trattamento sotto la pioggia era tradizione con poltiglia bordolese).	Applicabile in condizioni specifiche. Richiede monitoraggio real-time e piena operatività aziendale.
Curativo/eradicante	NON applicabile in biologico.	NON applicabile in biologico. Il corretto monitoraggio preventivo è l'unica alternativa.

4. IL DSS PERLEUVE E IL SISTEMA 4GRAPES®

Come funziona il supporto alle decisioni di difesa

Il sistema di supporto alle decisioni (DSS) sviluppato da Perleuve e implementato nella piattaforma 4Grapes® è il cuore del modello di difesa adattiva. Non è un sistema automatico che eroga trattamenti: è uno strumento di sintesi che integra i dati del viticoltore/tecnico con le variabili meteo, epidemiologiche e fenologiche, per supportare decisioni consapevoli.

4.1 Architettura del sistema: dagli input alle decisioni

Il DSS Perleuve si basa su tre livelli di dati che vengono integrati in tempo reale:

Livello di input	Contenuto e funzione nel DSS
DATI DI MONITORAGGIO IN CAMPO	Rilievi in vigneto inseriti dall'utente tramite 4Grapes®: diffusione e intensità delle ampelopatie (% organi colpiti), organo colpito (foglia, grappolo, germoglio), stadio fenologico (BBCH rilevato), presenza di sporulazione attiva. Questi dati definiscono la PRESSIONE reale del patogeno.
DATI METEOCLIMATICI	Dati meteo in tempo reale e previsioni a 7–10 giorni: precipitazioni (mm e probabilità), temperatura (min, max, media), umidità relativa, evapotraspirazione, vento, altitudine delle nuvole. Il modello connette questi dati per stimare la PROBABILITÀ di infezione.
DATI AZIENDALI (background)	Anagrafiche dei vigneti: sesto di impianto, vitigno/clone, forma di allevamento, altezza parete standard, storico del monitoraggio degli anni precedenti, linea di difesa scelta (convenzionale / integrata / biologica Perleuve). Questi dati definiscono il contesto specifico di ogni vigneto.

4.2 I tre parametri di uscita: Pressione, Probabilità, Protezione

Il DSS elabora i dati di input e produce tre indicatori che guidano la decisione di trattare o non trattare, e come farlo:

Parametro	Come viene calcolato	Come guida la decisione
PRESSIONE	Misura l'intensità del patogeno nel vigneto e nei vigneti vicini ("Intorno a me"). Si basa su: monitoraggio aziendale corrente, monitoraggio degli anni precedenti (storico), dati condivisi dalla rete di utenti 4Grapes® nell'area.	Modulazione del dosaggio: alta pressione → aumento della dose di riferimento fino al +20%. Alta pressione nei vigneti vicini = allerta precoce anche in assenza di infezioni proprie. La mappa "Intorno a me" consente di confrontare i propri rilievi con quelli degli altri utenti nella stessa area geografica.
PROBABILITÀ	Stima la probabilità che si verifichino nuove infezioni nelle ore/giorni successivi. Dipende da: previsione di pioggia (mm e giorni consecutivi), temperatura durante la pioggia, bagnatura fogliare prevista,	Guida il TIMING dell'intervento: alta probabilità = trattare prima della pioggia infettante. Bassa probabilità = posticipare. In assenza di infezioni rilevate e bassa probabilità → dose minima, turno lungo.
PROTEZIONE	Calcola la percentuale di copertura residua del PF irrorato nell'ultimo trattamento. Dipende da: tipo di PF (A, B, C, D con diverse curve di persistenza), mm di pioggia intercorsi (dilavamento), ore di bagnatura fogliare, stadio fenologico (accrescimento vegetativo = nuova superficie non protetta).	Trigger per il rientro: protezione < 40% in bassa pressione → considerare rientro. Protezione < 50% con infezioni presenti → rientrare. Protezione < 80% in fase epidemica → rientrare urgentemente. È il parametro che sostituisce il "turno fisso di calendario".

▸ **Il modello di protezione in funzione del tipo di PF**

Il DSS classifica i PF in 4 tipi (A, B, C, D) in base alla loro curva di persistenza nel tempo e in funzione degli eventi piovosi. Un PF tipo A (alta resistenza al dilavamento) mantiene >80% di protezione anche dopo 20–25 mm di pioggia. Un PF tipo D (bassa resistenza) scende sotto il 40% già dopo 10 mm. Questa classificazione è integrata nel calcolo automatico del modello protezione di 4Grapes®.

4.3 Schema decisionale operativo

Il flusso decisionale del DSS Perleuve segue uno schema ciclico che si ripete ogni 3–7 giorni durante la stagione:

Fase	Azione e contenuto
1. OSSERVARE (monitoraggio)	Effettuare il rilievo in vigneto con 4Grapes®: diffusione e intensità per ciascuna ampelopatia, su un campione adeguato (dal 5% al 100% dei vigneti, in funzione del rischio). Inserire i dati nella app.
2. CONFRONTARE ("Intorno a me")	Consultare la funzione "Intorno a me" di 4Grapes® per confrontare i propri rilievi con quelli degli altri utenti nell'area. Filtrare per: periodo, vitigno, organo, ampelopatia. Individuare eventuali focolai nelle aziende limitrofe.
3. ANALIZZARE (Pressione + Probabilità)	Il DSS calcola automaticamente Pressione e Probabilità. Il tecnico/viticoltore valuta criticamente l'output: un monitoraggio sporadico o eseguito male può produrre output non ottimali. L'esperienza del viticoltore ha sempre l'ultima parola.
4. VERIFICARE la Protezione residua	Controllare il modello protezione: quanti mm di pioggia sono caduti dall'ultimo trattamento? Quale PF è stato usato? La protezione residua è ancora

	sufficiente in relazione alla Pressione e Probabilità attuali?
4. DECIDERE (trattare / non trattare)	La decisione integra i tre parametri: se Protezione > soglia e la Probabilità è bassa e la Pressione è bassa → non trattare (risparmiare un intervento). In caso contrario → scegliere PF, dose e turno in base alla situazione.
6. AGGIORNARE la strategia	Dopo ogni trattamento, inserire il PF utilizzato nella piattaforma per aggiornare il modello protezione. Alla fine della stagione, analizzare i risultati del monitoraggio per pianificare la strategia dell'anno successivo.

5. SOSTANZE ATTIVE E AGENTI DI BIOCONTROLLO IN BIOLOGICO

5.1 Induzione di resistenza: potenzialità e limiti

Gli induttori di resistenza (come laminarina, COS+OGA, cerevisane) pre-attivano le difese naturali della pianta attraverso meccanismi SAR (Systemic Acquired Resistance) e ISR (Induced Systemic Resistance). Le loro caratteristiche operative sono:

Caratteristica	Indicazione operativa
Efficacia massima	40–50% nelle condizioni migliori (laboratorio o colture protette). In campo i risultati sono generalmente inferiori.
Contesto d'uso ottimale	Bassa pressione del patogeno. Trattamenti precauzionali precoci nella stagione.
Limiti importanti	Inadatti in fase epidemica. In campo la vite è già "indotta" da molti stimoli: l'efficacia cala durante la stagione. Non vantaggiosi se combinati a prodotti chimici per ridurne le dosi.
Attenzione commerciale	Molti messaggi commerciali esagerano le prestazioni di questi prodotti. Valutare sempre i risultati su base pluriennale nel proprio contesto vigneto.

5.2 Prodotti biologici per oidio

Gli agenti di biocontrollo rappresentano il pilastro della difesa biologica contro l'oidio. Le principali sostanze attive disponibili (Disciplinare Produzione Integrata FVG 2025):

Sostanza attiva / BCA	Categoria FRAC	Efficacia anti-oidio	Note operative
Zolfo (bagnabile/polvere)	M02 / copertura	Molto alta	Prodotto base irrinunciabile. Zolfo in polvere particolarmente efficace in post-fioritura. Evitare >35°C (fitotossicità). Dose standard 3–7 kg/ha.
Ampelomyces quisqualis (AQ10)	Iperparassita	Moderata	Micoparassita dell'oidio. Riduzione inoculo svernante: 2 interventi a 10 gg di distanza a fine stagione. Efficacia bassa su infezioni in corso.
Bacillus amyloliquefaciens	Microbiologico	Buona	BCA con attività preventiva. Ammesso in biologico (DPI FVG 2025). Applicazioni preventive, preferibilmente in bassa pressione.
Bicarbonato di potassio	Copertura	Alta	Efficacia diretta sulle spore di oidio. Utilizzabile fino a vicino alla vendemmia. Nessun tempo di carenza.
COS+OGA (ChitoOligoSaccaridi)	Induttore	Moderata	Efficacia limitata alla bassa pressione. Non usare da soli in stagioni ad alta pressione dell'oidio.
Cerevisane	Induttore	Moderata	Estratto di parete cellulare di Saccharomyces cerevisiae. Ammesso in biologico. Fase precauzionale e inizio stagione.
Fitoseidi (T. pyri, A. andersoni)	Predatori biologici	Complementare	Si nutrono di spore (conidi) di oidio. Non lasciano residui. Inseribili vicino alla vendemmia. Validi strumenti anti-resistenza.

5.3 Prodotti biologici per peronospora

La difesa contro la peronospora in biologico si basa principalmente sul rame, integrato da induttori di resistenza e prodotti di origine naturale:

PF ammesso in biologico	Caratteristiche e modalità d'uso
Rame (diverse formulazioni)	PF di copertura base. Solfato tribasico, idrossido, ossicloruro, ossido. Resistenza al dilavamento variabile (25–35 mm secondo la formulazione). Limite annuale: 28 kg Cu/ha in 7 anni (media 4 kg/ha/anno) secondo Reg. UE 2018/1981.
Laminarina	Induttore di resistenza (estratto di alga bruna Laminaria digitata). Ammesso in biologico. Efficacia limitata; da usare nella fase precauzionale in bassa pressione, come complemento al rame.
Cerevisane (parete cellulare di Saccharomyces cerevisiae)	Induttore di resistenza con effetto corroborante. Ammesso in biologico. Usare nelle prime fasi della stagione o come complemento al rame.
Olio essenziale di arancio dolce	Azione di copertura fisica. Ammesso in biologico. Versatile in termini di intervalli pre-raccolta. Efficace anche contro lo scafoideo.

5.4 Limiti pratici nell'uso dei PF biologici a base microbica

L'utilizzo di BCA come Bacillus amyloliquefaciens e Ampelomyces quisqualis richiede attenzioni particolari:

- Non miscelare con altri fungicidi (eccetto: Bacillus amyloliquefaciens è generalmente compatibile, tranne che con il rame)
- Non conservare la sospensione preparata per uso successivo (utilizzare entro la giornata)
- Risciacquare accuratamente il serbatoio dell'irroratrice prima dell'uso
- Conservare preferibilmente al freddo; rispettare scrupolosamente la data di scadenza
- Ampelomyces quisqualis: dopo l'apertura, richiudere ermeticamente (teme l'umidità)
- Nessun fenomeno di fitotossicità noto; nessun residuo; non interferiscono con la fermentazione alcolica

6. IRRORATRICI E DISTRIBUZIONE DEI PRODOTTI FITOSANITARI

Taratura, dosi e finestra di applicazione

La qualità della distribuzione è un fattore determinante per l'efficacia dei trattamenti fitosanitari, spesso più importante della scelta del prodotto stesso. In biologico, dove i margini di errore sono ridotti (nessun endoterapico di recupero disponibile), una distribuzione imprecisa può vanificare l'intero programma di difesa.

6.1 Posizione BII nella chioma: il punto critico della difesa

La metodica di verifica dell'irrorazione sviluppata da Perleuve identifica le posizioni critiche della chioma da coprire con i trattamenti. Le principali posizioni si distinguono per: Parte alta della chioma o parte bassa della chioma. Strato fogliare esterno o interno alla chioma. Pagina superiore o inferiore della foglia. Ognuna di queste posizioni viene valutata per dare un giudizio all'efficacia della distribuzione di una macchina irroratrice.

Posizione	Importanza e note operative
BES (Bassa Esterna Superiore)	Parte esterna della fascia della fascia grappolo, pagina superiore della foglia. Generalmente ben raggiunta da qualsiasi tipo di irroratrice.
BEI (Bassa Esterna Interna)	Parte esterna della fascia grappolo, pagina inferiore della foglia. Richiede buona penetrazione.
BII (Bassa Interna Inferiore) ⚑	Parte interna della fascia grappolo, pagina inferiore della foglia. LA POSIZIONE PIÙ CRITICA. Le prime infezioni ascosporiche di oidio si originano sulla pagina inferiore delle foglie basali; la difesa continua proteggendo i grappoli in questa posizione. Zone non raggiunte = zone non protette.
BIS (Bassa Interna Superiore)	Parte interna della fascia grappolo, pagina superiore della foglia. Importante in fase di allegagione-ingrossamento acini.

▸ **Principio operativo fondamentale**

Le infezioni ascosporiche di oidio e le infezioni di peronospora si originano sulla pagina INFERIORE delle foglie. La difesa continua con la protezione dei grappoli nella posizione della foglia BII (Bassa Interna Inferiore). Successivamente, i trattamenti sulla parte alta della vegetazione permettono la riduzione dell'inoculo svernante (Ampelomyces quisqualis). La sequenza di priorità è: BII → grappoli → vegetazione alta.

6.2 Atomizzatori vs nebulizzatori

I due tipi principali di irroratrici hanno caratteristiche diverse che ne determinano l'efficacia nella copertura della posizione BII:

Tipo di irroratrice	Caratteristiche operative	Efficacia e limiti per la difesa biologica
Atomizzatori (volume normale con ugelli)	Flusso d'aria tangenziale che spinge le gocce verso la chioma. Miscela micronizzata grazie agli ugelli.	Distribuzione generalmente ottima
Nebulizzatori (pneumatici - basso volume)	Producono gocce fini grazie all'azione dell'aria ad alta velocità, che spacca la miscela in gocce di misura inferiore.	Distribuzione generalmente mediocre

6.3 Impostazioni ottimali degli atomizzatori

Le impostazioni ottimali per gli atomizzatori a volume normale, radiali, a piena parete fogliare sono:

Parametro	Valore ottimale (piena parete)
Velocità di avanzamento	5–6 km/h
Pressione di esercizio	8–12 bar
Volume di irrorazione a piena parete	400–450 L/ha
Velocità di impatto sulle foglie esterne del filare	10 m/s (7 m/s nelle prime fasi vegetative)

6.4 Impostazioni ottimali dei nebulizzatori

Le impostazioni ottimali per i nebulizzatori a piena parete fogliare sono:

Parametro	Valore ottimale (piena parete)
Velocità di avanzamento	5–6 km/h
Pressione di esercizio	1–2 bar
Volume di irrorazione a piena parete	250–300 L/ha
Velocità di uscita del flusso d'aria dal carter	100 m/s (per una micronizzazione corretta)
Velocità di impatto sulle foglie esterne del filare	10 m/s (7 m/s nelle prime fasi vegetative)

6.5 Finestra per l'irrorazione e trafficabilità del suolo

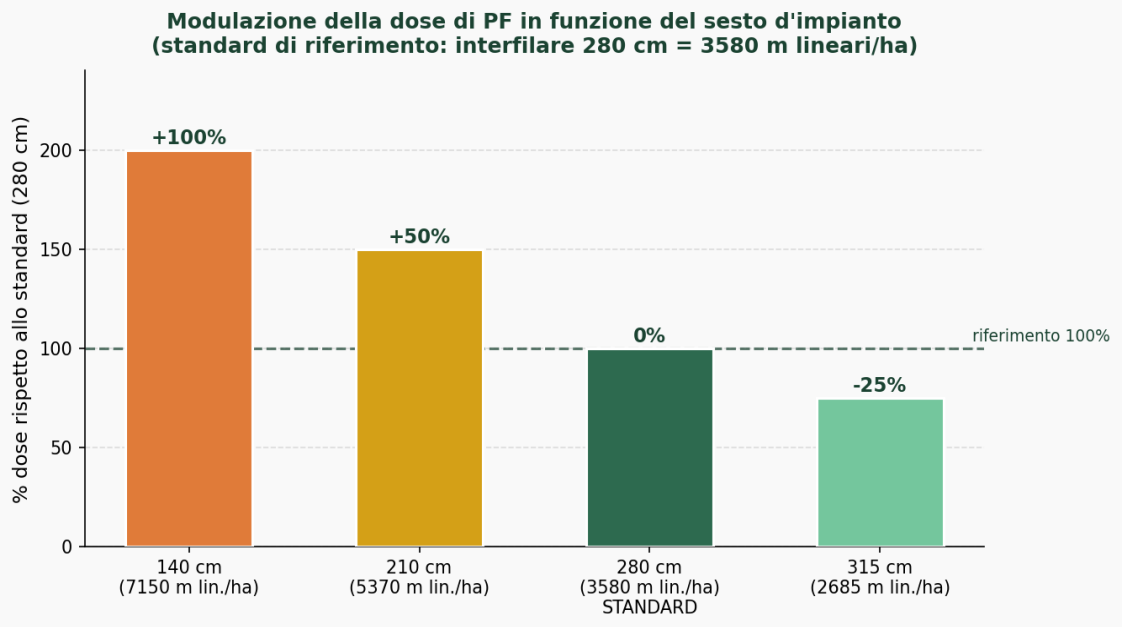
Il meteogramma "agrospraying" di 4Grapes® permette di identificare la finestra ottimale per eseguire i trattamenti, minimizzando la deriva e massimizzando la deposizione del prodotto sulla chioma. I parametri considerati sono:

- Velocità e direzione del vento (limite operativo: < 2–3 m/s; > 5 m/s: vietato trattare)
- Temperatura dell'aria (evitare: > 35°C per zolfo, > 30°C per oli essenziali; rischio fitotossicità)
- Umidità relativa (UR ottimale: 60–80%; UR bassa = evaporazione rapida delle gocce, riduzione deposizione)
- Evapotraspirazione (indicatore indiretto del rischio di deriva termica)

6.6 Modulazione delle dosi in funzione del sesto d'impianto

Il 99,9% dei trattamenti viene ancora calcolato sulla base della superficie (ettaro), come se il vigneto fosse un campo di cereali. Questa è una semplificazione eccessiva. La dose corretta va stabilita in base ai metri lineari di chioma da irrorare, moltiplicati per l'altezza della parete vegetale.

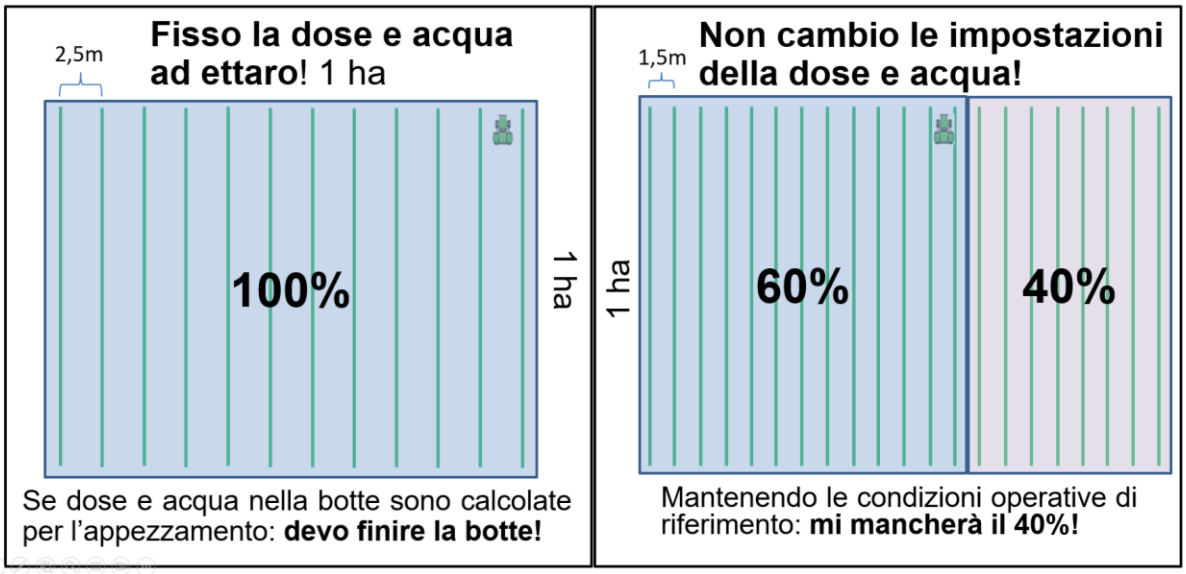
Lo standard di riferimento per le prove sperimentali è un interfilare di 280 cm (3.580 m lineari/ha). Per sesti diversi, applicare le seguenti correzioni:



Modulazione della dose di PF in funzione del sesto d'impianto. Interfilare standard di riferimento: 280 cm..

▸ **Regola operativa critica per il Carso**

Quando ci si sposta in un vigneto con sesto di impianto diverso NON si cambiano i parametri di funzionamento dell'irroratrice (portata ugelli, velocità di avanzamento, ...). Si fissa la dose e l'acqua per ettaro sul vigneto di riferimento, e si finisce la botte calcolata per quell'appezzamento. Se si passa da un vigneto con interfilare 2,5 m a uno con interfilare 1,5 m mantenendo le stesse impostazioni, si coprirà solo il 60% della superficie.



6.7 Modulazione delle dosi in funzione dell'altezza della parete fogliare

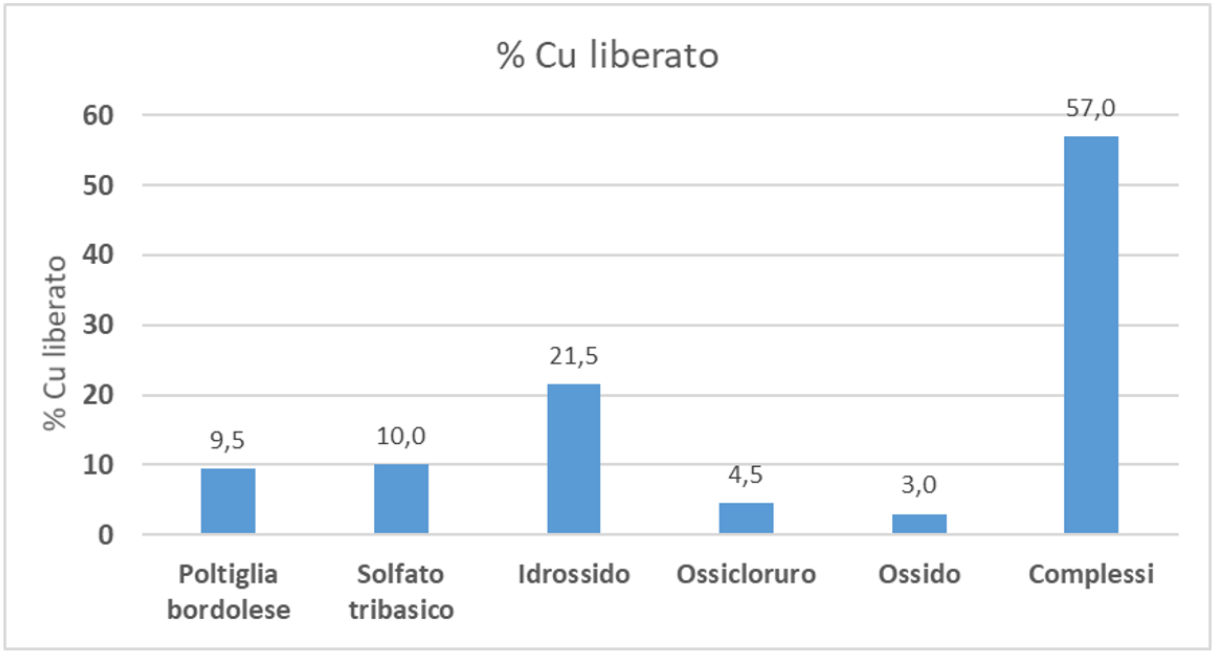
L'altezza della parete vegetale varia durante la stagione (BBCH 08 → BBCH 89) e determina il volume di chioma da proteggere. Lo standard di riferimento è la parete piena a 120–140 cm:

Il modello 4Grapes® aggiorna automaticamente il coefficiente canopy (Canopy % × Deriva %) sulla base dei rilievi fenologici in campo, calcolando il dosaggio adeguato alla reale condizione della chioma in quel momento specifico della stagione.

6.8 Il rame: dose biologicamente attiva e scelta della formulazione

I PF a base di rame hanno efficacia biologica variabile in funzione della formulazione. L'attività fungicida del rame (tossicità verso Plasmopara viticola) varia in funzione della biodisponibilità dello ione Cu^{2+} a contatto con le spore del patogeno:

- Dose biologicamente attiva efficace: 3–5 mg Cu^{2+}/m^2 (massima efficace: 10 mg Cu^{2+}/m^2 – prove FEM Mescalchin et al.)
- I dosaggi consigliati da Perleuve tengono conto della distribuzione non omogenea in campo reale: la dose effettiva risulta ~600 g Cu/ha per via della non perfetta deposizione
- Le dosi teoriche in etichetta sono riferite a sesto medio e distribuzione omogenea: in campo reale vanno adattate



Biodisponibilità delle varie forme rameiche a pH 4.5 - prove UniBologna (Brunelli 2012)

Formulazione rameica	Caratteristiche operative e strategia di impiego
Ossido di rame	Bassa biodisponibilità, alta persistenza. Dose alta, turno lungo. Preferibile in periodi con piogge frequenti e bassa pressione.

Ossicloruro di rame	Biodisponibilità e persistenza intermedie. Buon compromesso in condizioni standard. Resistenza al dilavamento ~35 mm.
Solfato tribasico di rame	Biodisponibilità media, persistenza media. Formulazione più tradizionale. Resistenza al dilavamento ~30 mm.
Idrossido di rame	Alta biodisponibilità, persistenza più bassa. Dose più bassa, turno più frequente. Massima efficacia nelle 24–48 h post-applicazione. Resistenza al dilavamento ~25 mm.

Dosi stagionali di rame (kg Cu metallo/ha) nelle linee Perleuve per vigneti a diverso rischio (stagione tipo):

Classe di rischio vigneto	Dose stagionale Cu e risultato osservato
Alto rischio	4,5 kg Cu metallo/ha → danno medio osservato 1,80%
Medio rischio	3,6 kg Cu metallo/ha → danno medio osservato 1,26%
Basso rischio	3,1 kg Cu metallo/ha → danno medio osservato 0,60%
Limite UE (Reg. 2018/1981)	Max 28 kg Cu metallo/ha in 7 anni = media 4 kg/ha/anno

7. RACCOMANDAZIONI OPERATIVE PER IL CARSO

7.1 Le 9 regole d'oro della difesa biologica in Carso

1. MONITORARE PRIMA DI TRATTARE

Ogni intervento deve essere preceduto da un rilievo in vigneto con 4Grapes®. Il monitoraggio regolare (settimanale in fasi critiche) è condizione necessaria per una difesa razionale.

2. COSTRUIRE LA MAPPA DI RISCHIO AZIENDALE

Classificare ogni vigneto per livello di rischio (alto/basso) consente di sequenziare i trattamenti in modo ottimale e di differenziare dosi e turni.

3. GESTIRE LA CHIOMA PRIMA DEI PRODOTTI

La defogliazione precoce, la scacchiatura e il controllo del rapporto germogli/gemme (target < 1,5) sono le prime misure di difesa biologica.

4. POSIZIONARE LO ZOLFO PREVENTIVAMENTE

Lo zolfo è il prodotto base della difesa biologica contro l'oidio. Va applicato prima dei momenti infettanti, non come cura. In polvere è particolarmente efficace in post-fioritura.

5. RISPETTARE I LIMITI DEL RAME (4 kg/ha/anno)

Il Reg. UE 2018/1981 fissa il limite a 28 kg Cu/ha in 7 anni (media 4 kg/ha/anno). Pianificare fin dall'inizio stagione la distribuzione delle dosi di rame nelle diverse fasi fenologiche.

6. SFRUTTARE TUTTI GLI STRUMENTI BIOLOGICI DISPONIBILI

In biologico contro la peronospora il rame è l'unico strumento con azione diretta sul patogeno (PF di copertura multisito). Laminarina e cerevisane, come induttori di resistenza, possono essere impiegati nelle fasi precauzionali a bassa pressione, come complemento al rame e mai come sostituto.

7. INTEGRARE I BCA NEL PIANO STAGIONALE

Ampelomyces quisqualis e i fitoseidi predatori sono strumenti complementari preziosi. Richiedono pianificazione anticipata (ordine anticipato, condizioni di conservazione, compatibilità).

8. USARE LA FINESTRA PER L'IRRORAZIONE

Il meteogramma "agrospraying" di 4Grapes® identifica le finestre ottimali per i trattamenti. Nel Carso, la Bora può creare problemi di deriva: trattare in assenza di vento significativo (< 3 m/s).

9. VERIFICARE E OTTIMIZZARE L'EFFIACIA DELLA DISTRIBUZIONE DELLE MACCHINE OPERATRICI

Anche osservando tutte le precedenti regole, una distribuzione scadente vanifica il risultato finale. La distribuzione deve essere ottimizzata per ottenere risultati soddisfacenti,

10. VERIFICARE L'EFFICACIA E AGGIORNARE LA STRATEGIA

Confrontare i risultati del monitoraggio post-trattamento con quelli dell'anno precedente. La presenza di un campione non trattato (NT) o di una linea di confronto è basilare per valutare l'efficacia dei prodotti scelti.

⚑ Conclusione: la transizione biologica nel Carso è possibile

L'ambiente del Carso – ventilazione naturale della Bora, suoli drenanti, escursioni termiche marcate – crea condizioni favorevoli alla viticoltura biologica rispetto ad ambienti più umidi. Il modello Perleuve, integrato con 4Grapes®, dimostra che una riduzione significativa degli input fitosanitari è raggiungibile senza compromettere la qualità delle uve. Il monitoraggio è la chiave: non esistono ricette fisse, ma strategie adattive fondate sull'osservazione.