

# Bilancio idrico

Gestione del suolo e prevenzione  
del dissesto idrogeologico nei  
vigneti della DOCG Offida.  
**(DEEP WATER)**





Maria Regina Nardinocchi  
Pompilio D' Angelo  
Mario Sergiacomi  
Alessandro Schettino  
Fabio Lancianese  
Pietro Zeppilli



**Vinea Società Cooperativa Agricola**  
Via G. Garibaldi 75 - 63073 Offida (AP)

[www.vineamarche.it](http://www.vineamarche.it)

Lucio Brancadoro  
[lucio.brancadoro@unimi.it](mailto:lucio.brancadoro@unimi.it)



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO



Davide Bianchi  
[davide.bianchi3@unimi.it](mailto:davide.bianchi3@unimi.it)

ISAA - [www.disaa.unimi.it](http://www.disaa.unimi.it)

Si ringrazia la PO monitoraggio suoli nelle persone del Dottor Mauro Tiberio e del Dottor Giovanni Ciabocco per il prezioso supporto tecnico fornito nella progettazione, nell'esecuzione e nella divulgazione del progetto.

Si ringraziano le aziende agricole che hanno messo a disposizione i vigneti dove sono state realizzate le misurazioni dei parametri utili al progetto.



## Prefazione

Le recenti modificazioni dell'ecosistema viticolo dovute al cambiamento globale del clima, in cui gli eventi pluviometrici non sempre meno frequenti ma certamente più intensi e le temperature progressivamente sempre più calde, stanno generando un aumento di stress idrico nei vigneti e problemi di smottamenti ed erosione dei suoli.

L'acqua sostiene gli ecosistemi e regola il clima, ma essa è una risorsa limitata.

L'acqua condiziona tutti i processi fisiologici e biologici della vite, dallo sviluppo vegetativo sia della parte ipogea che epigea, la crescita e maturazione della bacche e tutto questo si ripercuote, indirettamente, sulla qualità dei vini prodotti.

La gestione del risparmio idrico del vigneto ha dunque implicazioni significative, in particolare è cruciale migliorare lo stato delle conoscenze di base per ridurre gli effetti dello stress idrico attraverso lo studio delle risposte eco-fisiologiche della vite al cambiamento climatico

I cambiamenti climatici in atto lasciano intravedere dei mutamenti significativi nell'areale di coltivazione della vite, data l'importanza del settore viticolo nel Piceno, risulta strategico prevedere gli scenari futuri in cui il sistema suolo/vite /pianta verrà a trovarsi, in vista anche dell'adozione, da parte degli addetti ai lavori (agricoltori, enologi, imprenditori) di scelte agronomiche e gestionali volte a mantenere un elevato profilo quanti-qualitativo delle produzioni, e a salvaguardare il territorio dal rischio sempre maggiore di dissesto idrogeologico. Questo è il motivo fondamentale per cui VINEA ha deciso di promuovere un progetto per applicare nuovi metodi di gestione agronomica legati alla disponibilità di acqua nel suolo e all'aumento delle temperature, al fine di fornire alle aziende agricole dei modelli di buone pratiche agronomiche sostenibili, atte ad aumentare la fertilità del terreno in condizioni di aridocoltura e a salvaguardare il territorio dal rischio idrogeologico ( erosione, frane, smottamenti etc.)

In questo contesto e futuro prevedibile, l'obiettivo generale di questo progetto è quello di implementare e accrescere le conoscenze del territorio di produzione dell'Offida DOCG, creando dei modelli sito specifici di pratiche agronomiche sostenibili, atte a migliorare la fertilità dei suoli, l'uso efficiente dell'acqua disponibile nel suolo in condizioni di arido coltura e a salvaguardare il territorio dal rischio di dissesto idrogeologico.

Cav. Ido Perozzi

Persidente VINEA



## Sommario

<b>Premessa</b> .....	2
Premesse per un'adeguata scelta della tipologia dell'inerbimento da adottare.....	5
<b>Inquadramento meteorologico</b> .....	10
<b>Unità di pedopaesaggio e vigneti di riferimento</b> .....	17
<b>Scheda 1 – Montepulciano, esposizione nord, pendenze elevate</b> .....	22
Funzionalità del suolo .....	22
Tipologie di gestione del suolo .....	24
Sintesi scheda 1 .....	26
<b>Scheda 2 – Montepulciano, esposizione nord e pendenze contenute</b> .....	27
Funzionalità del suolo .....	27
Tipologie di gestione del suolo .....	29
Sintesi scheda 2 .....	31
<b>Scheda 3 – Montepulciano, esposizione sud e pendenze elevate</b> .....	32
Funzionalità del suolo .....	32
Tipologia di gestione del suolo .....	34
Sintesi scheda 3 .....	36
<b>Scheda 4 – Montepulciano, esposizione sud e pendenze contenute</b> .....	37
Funzionalità del suolo .....	37
Tipologia di gestione del suolo .....	39
Sintesi scheda 4 .....	41
<b>Scheda 5 – Pecorino, esposizione prevalente a nord</b> .....	42
Funzionalità del suolo .....	42
Tipologia di gestione del suolo .....	44
Sintesi scheda 5 .....	46
<b>Scheda 6 – Pecorino, esposizione prevalente a sud</b> .....	47
Funzionalità del suolo .....	47
Tipologia di gestione del suolo .....	49
Sintesi scheda 6 .....	51
<b>Indicazioni generali</b> .....	52
<b>Bibliografia</b> .....	59

## Premessa

Al contrario di quel che di norma succede con le colture erbacee che, con la loro coltivazione, occupano la totalità o poco meno della superficie loro destinata, la viticoltura, come più in generale le colture arboree, coprono, direttamente con la loro coltivazione, all'incirca un terzo del terreno loro destinato, i restanti due terzi, che costituiscono l'interfilare, sono lo spazio destinato al passaggio delle persone e degli attrezzi e che non risulta, in genere, avere la medesima gestione del terreno più prossimo alla vite, questa modalità di conduzione fa sì che la maggior parte del terreno in realtà non sia gestito attraverso le cure rivolte alla vite ma attraverso specifiche operazioni. Queste devono rispondere, al contempo, a molteplici obiettivi quali: la gestione delle erbe infestanti, la conservazione del suolo e della sua fertilità, il contenimento dei costi di produzione e in modo particolare, in una moderna viticoltura, devono anche concorrere al controllo del vigore della vite, della sua produttività e influenzare positivamente gli aspetti desiderabili della qualità del vino, senza trascurare la sostenibilità ambientale di tale pratica.

Nel corso del tempo si sono avvicinati differenti approcci alla gestione del suolo e il succedersi di questi differenti modelli non è come si potrebbe supporre casuale o dettato semplicemente dalle tradizioni locali, ma è sempre stato il frutto delle necessità che la vitivinicoltura mostrava in quel preciso momento storico. A chiarimento di ciò analizzando le differenti modalità gestionali dei suoli possiamo affermare che, ad esempio, la lavorazione del suolo risponde bene ad una viticoltura poco evoluta che necessita di semplici schemi d'intervento, livelli di meccanizzazione delle operazioni colturali contenuta, necessità produttive elevate e al contempo un'attenzione alla qualità delle uve modesta così come alla sostenibilità ambientale. Allo stesso modo se analizziamo il breve periodo, all'inizio degli anni '80 del secolo scorso, della non coltura o meglio del diserbo totale, vediamo come questa modalità cercava di dare semplici risposte alla carenza di manodopera nelle campagne, mantenendo allo stesso tempo altri presupposti: elevate produzioni, ridotta qualità, ricordiamo che lo scandalo del metanolo è di quegli anni, completa assenza di un concetto di sostenibilità ambientale. Oggi la moderna viticoltura ha completamente cambiato paradigmi rispetto ai modelli precedenti e la strada intrapresa, oltre a puntare sulla qualità delle produzioni, è sempre più indirizzata verso modelli di sostenibilità ambientale, che da un lato sono una precisa richiesta di salubrità delle produzioni da parte del consumatore e dall'altro permettano di coniugare la produzione di vino con altre attività economiche, come l'ospitalità presso le aziende vitivinicole, che richiedono, d'altro canto, di poter offrire un ambiente quanto più possibile poco antropizzato al fine di coniugare attività agricola e naturalità. Sulla base di questi presupposti appare sufficientemente chiaro come l'utilizzo dell'inerbimento, nella gestione dei suoli all'interno del vigneto, sia ormai diventata una pratica comune. Questa modalità operativa che si sta espandendo, sempre più, in tutti gli areali viticoli mediterranei è tradizionalmente la pratica maggiormente diffusa, dalle zone viticole nord europee, come Germania ed Austria, e delle aree

montane e pedemontane del nord Italia dove viene realizzata attraverso un inerbimento totale e permanente della superficie del vigneto.

Questa ampia diffusione se da un lato trova ampia giustificazione per il fatto che la gestione del suolo mediante inerbimento fornisce positivi riscontri alla gran parte delle esigenze della moderna viticoltura, precedentemente elencate, dall'altra, la sua applicazione *tout court* negli areali viticoli più mediterranei richiede sicuramente attente riflessioni. Nelle aree viticole dell'Italia centro meridionale, ma anche in diverse di quelle dell'Italia settentrionale la gestione del suolo tramite questa pratica trova condizioni pedoclimatiche sostanzialmente differenti da quelle che caratterizzano le aree da cui è stata mutuata, dove le precipitazioni, soprattutto nel periodo estivo, fanno sì che l'acqua non risulti un fattore limitante lo sviluppo della vite, ma al contrario, la sua stessa abbondanza possa diventare un fattore negativo per produttività e qualità al contrario di quanto normalmente avviene negli areali più mediterranei dove la ridotta disponibilità idrica è la norma piuttosto che l'eccezione. A queste considerazioni generali oggi è necessario tenere presente anche gli effetti delle attuali condizioni climatiche che sovente portano ad avere andamenti meteorologici caratterizzati da lunghi periodi siccitosi, seguiti da altri con abbondanti precipitazioni complicando ulteriormente l'approccio ad una corretta gestione dei suoli che possa rispondere alle esigenze della moderna viticoltura.

Possiamo pertanto affermare con una certa sicurezza che nella stragrande maggioranza degli ambienti viticoli nazionali la gestione del suolo attraverso l'adozione dell'inerbimento senza opportune contromisure di adattamento ai differenti ambienti in cui questa è praticata può essere la causa di risultati produttivi e qualitativi anche fortemente negativi e portare così al rifiuto di questa pratica con conseguente perdita dei numerosi vantaggi ad essa associati.

Come detto, il successo dell'inerbimento come soluzione nella gestione del suolo del vigneto è andata affermandosi da alcuni decenni ed è legato ai numerosi vantaggi che presenta: protezione del suolo dall'erosione superficiale e dalla formazione di crosta, regolazione della crescita della vite, miglioramento della fertilità del suolo, della struttura e della capacità di ritenzione idrica, aumento della diversità biologica del suolo, soppressione delle erbe infestanti, habitat per insetti utili, incremento della portanza dei suoli facilitando così le operazioni culturali anche in caso di suoli bagnati (Hartwig e Ammon 2002, Morlat e Jacquet 2003, McGourty 2004, Colugnati et al. 2004, Monteiro et al. 2008, Smith et al. 2008, Fourie 2010). Tutti fattori questi che rispondono a pieno alle moderne esigenze di una viticoltura che punta in prima istanza a produrre vini di qualità e che dall'altra parte è attenta alla sostenibilità ambientale delle proprie pratiche culturali. Allo stesso tempo non possiamo neppure dimenticare i punti di debolezza che questa tecnica porta con sé e che possiamo riassumere sostanzialmente nella concorrenza che si instaura per l'acqua e le sostanze nutritive tra l'inerbimento e le viti, i costi di realizzazione, la necessità di una manutenzione

regolare e non ultimo l'aumento del rischio di gelate primaverili (Tan e Crabtree 1990, Carsouille 1995, McGourty 2004, Colugnati et al. 2004, Ingels ed altri 2005, Celette ed altri 2008, 2009). Nel complesso possiamo quindi affermare che le colture di copertura sono chiaramente da considerare un elemento di qualità in un vigneto, con benefici per la vite che superano gli svantaggi (Salazar e Melgarejo 2005). Per far sì che questa affermazione sia generalmente accettata è senza dubbio necessario che la vite e le colture di copertura trovino un loro adeguato equilibrio con il vigneto in ciascun ambiente di coltivazione permettendo di minimizzare gli effetti negativi di questa tipologia di gestione.

Una soluzione per ottenere questo equilibrio può essere, secondo alcuni autori (Colugnati et al. 2004), incrementare gli input di nutrizione minerale ed idrica in modo da soddisfare sia le esigenze dell'inerbimento che quelle del vigneto. Questa soluzione è sicuramente efficace ed è quella che permettere di raggiungere l'obiettivo con maggiore semplicità e sicurezza, ma è altrettanto vero che questo tipo di soluzione è in disaccordo con un'idea di viticoltura sostenibile, attenta all'uso delle risorse. Questa condizione d'impasse tra una sempre maggiore volontà da parte dei viticoltori di adottare questa pratica e dall'altra la necessità di far sì che la gestione del suolo mediante inerbimento possa espletare tutte le sue funzioni positive, senza risvolti negativi nei confronti della coltura della vite, ha sollecitato in modo intenso la ricerca scientifica al fine di trovare una soluzione a queste problematiche. Nell'ultimo decennio, è stata pubblicata più letteratura sugli inerbimenti che per tutte le altre modalità di gestione del suolo ma al contempo hanno evidenziato come le esigenze di ricerca includono lo sviluppo di studi pluriennali e multidisciplinari che utilizzino un approccio meccanicistico per collegare le pratiche di gestione ai processi del suolo, alle risposte della vite, alla composizione dell'uva e del vino e alle sue caratteristiche sensoriali. Ma si deve anche sottolineare come i risultati di queste indagini sono fortemente legati alle condizioni in cui sono state condotte le sperimentazioni e alle specifiche esigenze dei differenti modelli vitivinicoli presenti nei territori e alle loro interazioni con gli andamenti meteorologici di ciascuna annata. Tutto questo rende difficile se non impossibile generalizzare i risultati ad altre condizioni. A complicare, come già espresso, il quadro vi sono inoltre i come i cambiamenti climatici che, con il loro alternarsi repentino di eventi di segno opposto e al di là della norma, come: lunghi periodi siccitosi seguiti da precipitazioni eccezionali o temperature sopra la norma e improvvise condizioni per gelate tardive, rendono ancor più difficile attuare strategie operative costanti e di lungo termine.

Se quindi è possibile da un lato affermare con sufficiente sicurezza alcuni aspetti generali della gestione del suolo attraverso le colture di copertura quali:

- il potenziale per migliorare la fitness della vite e del suolo, incrementandone struttura, capacità di ritenzione idrica e biodiversità;
- la possibilità di adattarsi a molti climi e suoli;

- la capacità di migliorare l'equilibrio della vite influenzandone opportunamente il vigore, attraverso la scelta di essenze con diversa durata del periodo vegetativo, capacità di copertura e competitività e che il loro uso porti ad una riduzione della pressione di agenti patogeni e parassiti.

È altrettanto vero che l'adozione di questa pratica deve essere realizzata con la massima attenzione al modello vitivinicolo su cui si realizza e che non può essere considerata un'attività indifferente alle variazioni delle condizioni ambientali. È pertanto necessario considerare strategie consone a questi presupposti e che permettano un'attività sostenibile sia ambientalmente che economicamente. Questi presupposti evidenziano inoltre come la gestione del suolo attraverso l'inerbimento sia una tipica pratica di agricoltura di precisione e che debba essere condotta in modo adeguato sulla base delle esigenze della vite in funzione delle modificazioni che avvengono durante la stagione vegetativa. Tutto questo evidenzia come l'utilizzo dell'inerbimento nella gestione dei suoli vitati sia una pratica colturale che necessita, per essere realizzata e gestita correttamente, una profonda preparazione degli operatori e pertanto possiamo definire che la sua corretta realizzazione è indice di una viticoltura evoluta e avveduta.

### Premesse per un'adeguata scelta della tipologia dell'inerbimento da adottare

La gestione del suolo attraverso l'inerbimento è una di quelle tipiche pratiche agricole che possono essere modulate in modo quasi continuo nella loro intensità e quindi nei loro effetti. Questo effetto può essere ottenuto attraverso la variazione di questa pratica sia nel tempo sia nello spazio su cui è praticata. A titolo esemplificativo questo è riassunto in modo chiarificatore dalle classificazioni che vengono fatte delle diverse tipologie d'inerbimento in funzione della durata: permanente o temporaneo e quest'ultimo poi può essere di una periodicità prefissata tipo autunno-primaverile come ad esempio i sovesci, o può essere rappresentativo di una gestione dinamica dell'inerbimento che ne determina la sua terminazione nel caso in cui ci sia un'eccessiva competizione di questo nei confronti della vite. Un'altra classificazione particolarmente in uso per distinguere gli inerbimenti è quella basata sulla loro estensione sulla superficie del vigneto per cui si hanno: inerbimenti totali che occupano il 100% della superficie vitata compreso lo spazio di suolo definito sotto fila o parziali e in questo caso si possono avere inerbimenti che interessano la totalità degli spazi inter-filare, mentre il suolo del sotto fila è gestito con modalità diverse, occupando così all'incirca il 65-70 % dell'appezzamento o ancora inerbimenti a file alterne e in questo caso la superficie gestita attraverso l'inerbimento si riduce a circa il 35 % del suolo. Risulta evidente come già la combinazione di queste due classificazioni porti ad avere un considerevole numero di possibilità, che partendo da quella a minor impatto, ovvero inerbimento parziale a file alterne, arriva fino a quello di maggior intensità, il permanente e totale. Questi approcci rigidi risultano da una parte di facile attuazione ma dall'altra consentono di ottenere, quando si opta per scelte prudenziali, solo parte dei vantaggi che questo tipo di gestione offre o di contro risultare esageratamente competitivi per la vite quando le scelte

fatte non sono commisurate all'ambiente in cui si opera. Più efficiente è un approccio dinamico nella definizione del tempo e dello spazio che l'inerbimento dovrebbe occupare. Questa modalità operativa prendendo indicazione dalle condizioni climatiche in cui si opera, ed in particolare dalla piovosità annuale (tabella 1), permetterebbe di definire quale sia la strategia iniziale più opportuna: inerbimento totale, degli interfilari o solo a file alterne, mentre la durata dell'inerbimento dovrebbe essere dettato dall'andamento meteorologico di ciascuna annata, ovvero dovrebbe essere gestito in funzione delle esigenze che la vite mostra durante il decorso stagionale.

Piovosità	<400 mm/anno	400< <600	600< <800	800<
Inerbimento	Nessuno	A interfilari alterni	Tutti gli interfilari	Totale

**Tab. 1** - Relazione tra valore delle precipitazioni annuali e le possibili strategie d'inerbimento

Altro aspetto particolarmente importante nella definizione di questa pratica è la scelta della tipologia d'inerbimento da realizzare. Anche in questo caso per meglio definire questo aspetto possiamo ricorrere alla classificazione che di norma viene utilizzata per definire la tipologia d'inerbimento prescelta. Il primo livello distingue gli inerbimenti naturali da quelli artificiali. I primi sono quelli che si sviluppano spontaneamente e sono composti di norma dalle essenze più adatte a quel determinato ambiente, con un importante livello di competitività sia nei confronti delle altre essenze che della vite e presentano una buona o eccellente capacità di copertura del suolo ed anche un'ottima tolleranza al calpestamento. Innegabile vantaggio di questa opzione è il costo nullo per la sua realizzazione e la certezza che si svilupperanno le essenze più adatte a quel determinato ambiente. I risvolti negativi di questa scelta sono legati essenzialmente al fatto che l'inerbimento sarà costituito da essenze di elevata aggressività, che di norma sono quelle che prendono il sopravvento nel caso d'inerbimenti spontanei e sarà particolarmente competitivo per acqua e nutrienti anche nei confronti del vigneto. A riprova di questa affermazione un lavoro di Lopes et al. 2004, che basandosi sullo stimato di superficie fogliare per unità di superficie del suolo, ha posto a confronto i tassi di evapotraspirazione di colture di copertura, specie infestanti e viti di 25 anni, i risultati riportati in tabella 1 mostrano come le infestanti abbiano i maggiori valori di evapotraspirato, dal massimo della Malva comune (*Malva neglecta*) con ben 4,45 mm H<sub>2</sub>O/giorno ai 2,12 mm H<sub>2</sub>O/giorno per il Cardo campestre (*Cirsium arvense*), mentre Festuca rubra (coltura di copertura) e la vite facevano registrare tassi di evapotraspirato inferiori a 1 mm H<sub>2</sub>O/giorno. Se al contrario la costituzione dell'inerbimento è realizzata attraverso la semina di specifiche essenze, inerbimento artificiale, possiamo definire differenti tipologie, una prima più strettamente legata alla gestione del suolo, una seconda più indirizzata verso quella che viene definita "concimazione verde" ed infine una terza tipologia indicata per un suo effetto di contrasto alla stanchezza dei suoli. Partendo da quest'ultima, realizzata in casi piuttosto

particolari, rientra nella tipologia degli inerbimenti temporanei autunno-primaverili e sovente sono realizzati anche durante il preimpianto del vigneto per i risultati particolarmente positivi nel risolvere le problematiche legate ai suoi ristoppi e i conseguenti fenomeni di stanchezza del terreno. La sua efficacia si basa sull'effetto biocida dei composti solforati, in particolare dell'isotiocianato, presenti in abbondanza nelle crucifere (colza, ravizzone, senape bianca, rafano ecc.), ma le qualità di queste essenze non si limitano a questa specificità. Le crucifere hanno un apparato radicale fittonante che svolge una positiva azione meccanica sul suolo, hanno un'ottima capacità di copertura, producono un'abbondante biomassa con un rapporto C/N piuttosto elevato consentendo una buona stabilità della sostanza organica prodotta ed hanno anche una discreta tolleranza al calpestamento, tutte qualità che consentono in genere una buona funzionalità di queste essenze nel caso di inerbimenti temporanei.

Specie	18h $\Sigma$ 8h (1m <sup>-2</sup> area fogliare)	LAI (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	Traspirazione per m <sup>2</sup> di suolo giorno (mm day <sup>-1</sup> )
* <i>Medicago lupulina</i>	1,94	1,28	2,48
* <i>Festuca rubra</i>	0,60	1,18	0,71
<i>Chenopodium album</i>	2,93	0,76	2,21
<i>Cirsium arvense</i>	1,74	1,22	2,12
<i>Malva neglecta</i>	4,79	0,93	4,45
<i>Taraxacum officinale</i>	2,08	1,38	2,48
VITE	0,46	2,31	0,89

**Tab. 2** - In tabella sono riportati per 2 essenze seminate (\*) e per 4 specie infestanti i valori giornalieri integrali di traspirazione tra le 8 e le 18 ( $\Sigma E$ ), il LAI e il contributo potenziale di ciascuna specie nell'evapotraspirazione se la loro copertura del suolo fosse del 100% a confronto con quelli della vite (Riadatta da Lopes et al. 2004)

Nel caso degli inerbimenti realizzati al fine di effettuare una "concimazione verde" del vigneto, ovvero la tecnica del sovescio, questi, come nel caso precedente, presentano una copertura del suolo temporanea, nel periodo autunno-primaverile. Ad inizio primavera il cotico erboso viene terminato per la formazione di un mulch che incrementa, in modo proporzionale alla biomassa prodotta, la sostanza organica presente nel suolo. Le essenze maggiormente in uso sono le leguminose che grazie alle simbiosi che le lega a batteri azotofissatori sono in grado di utilizzare l'azoto atmosferico incrementandone così il contenuto nei suoli. I quantitativi di azoto che le leguminose possono fissare variano in modo consistente e dipende da diversi fattori, dal tipo di leguminosa utilizzata, dall'umidità e dalla temperatura del suolo, dall'abbondanza di

inoculo batterico presente, ecc. ecc. e può andare da poche decine di kg/ha fino ad alcune centinaia di kg/ha. Oltre a questo vantaggio le leguminose hanno rapporti C:N più bassi, che consente loro di decomporsi rapidamente dopo la loro terminazione e soddisfare meglio le esigenze di azoto microbico. Oggi molto diffusi sono anche l'uso di miscugli di graminacee e leguminose che consente di ottenere una in generale una biomassa maggiore ed una sostanza organica più stabile grazie ad un rapporto C:N nettamente superiore.

Per quel che riguarda l'utilizzo della pratica dell'inerbimento per una vera e propria gestione del suolo è necessario considerare le esigenze delle differenti essenze che è possibile utilizzare e come accennato inizialmente la gestione dell'inerbimento richiede approfondite conoscenze delle tecniche agronomiche necessarie. In particolare, si deve porre particolare attenzione alle caratteristiche del loro ciclo biologico. Le specie che di norma vengono utilizzate si distinguono in perenni o in annuali a risemina naturale, come ad esempio il *Lolium multiflorum* o il *Trifolium subterraneum*. Nel caso delle perenni una volta che si è instaurato il cotico erboso queste specie possiedono organi che producono il ricaccio della pianta all'uscita dalla fase di quiescenza, che può essere sia estiva che invernale. Le graminacee si differenziano inoltre in microterme e in macroterme. Le prime che svolgono il loro ciclo biologico nel periodo autunno -vernino, entrando in stasi vegetativa durante la fine della primavera e inizio dell'estate, sono quelle che meglio si prestano a costituire un inerbimento del vigneto poiché hanno una minore competizione con la vite durante i periodi di maggior carenza idrica. Le specie annuali sono spesso utilizzate negli inerbimenti temporanei e possono presentare una certa difficoltà di utilizzo a causa di risemine imperfette, ma una volta ottenuta una copertura e una banca dei semi sufficienti possono persistere per anni. Le graminacee. Altro aspetto importante da considerare sono le epoche di sfalcio. Durante l'insediamento, lo sfalcio delle leguminose nella fase di fioritura, e delle graminacee prima della fioritura, tendono a migliorare una rapida copertura del suolo. Infine, un aspetto di estrema importanza quando si realizza un inerbimento artificiale è la scelta dell'essenza o del miscuglio che si intende utilizzare. La scelta sarà guidata dalle esigenze pedoclimatiche dell'essenza e quindi della sua adattabilità ai terreni in cui si intende utilizzare e alla sua competitività nei riguardi della risorsa idrica e minerale (tab 3).

		inerbimento dell'interfilare					
		Fattore limitante					
		ACQUA					
		livello di limitazione crescente					
		basso		medio		elevato	
		limitazione per l'epoca di semina		limitazione per l'epoca di semina		limitazione per l'epoca di semina	
Fattore limitante <b>FERTILITÀ</b> livello di limitazione crescente ↓	basso	<i>Lolium prevalent</i>	nessuna	<i>Lolium - Poa - F. ovina</i>	nessuna	<i>Lolium - Poa - F. ovina</i>	nessuna
		<i>F. arundinacea prevalente</i>	nessuna	<i>F. arundinacea prevalente</i>	nessuna	<i>Trif. subter.</i>	solo fine estate
	medio	<i>Lolium prevalent, F. rubra, Poa</i>	nessuna	<i>F. ovina prevalente, Poa</i>	inizio autunno	<i>F. ovina prevalente</i>	inizio autunno
		<i>F. arundinacea prevalente</i>	nessuna	<i>F. ovina, F. rubra, Trifolium repens</i>	pref. autunno e primavera	<i>Trif. subter.</i>	solo fine estate
	elevato	<i>F. ovina - F.r. commutata</i>	pref. autunno e primavera	<i>F. ovina prevalente + Trifolium repens</i>	inizio autunno	<i>F. ovina prevalente</i>	inizio autunno
		<i>F. ovina + Trifolium repens</i>	pref. autunno e primavera	<i>Trif. subter. o leguminose da sovescio</i>	solo fine estate	<i>Trif. subter. o leguminose da sovescio</i>	solo fine estate

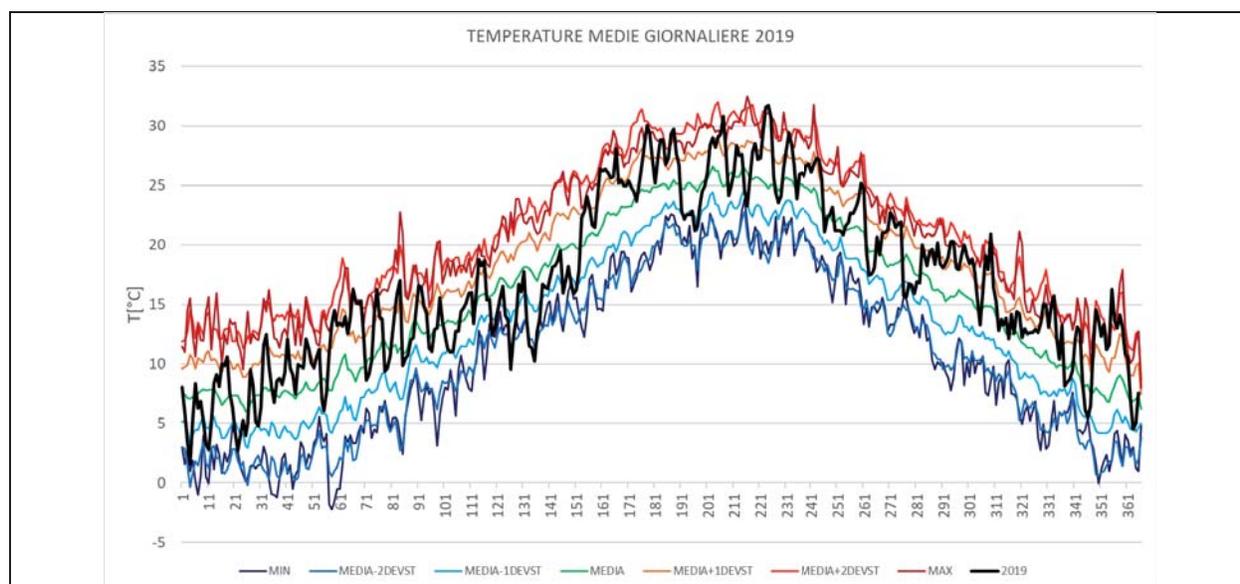
**Tab. 3** - Individuazione delle essenze e/o dei miscugli per l'inerbimento del vigneto attraverso il metodo dei fattori critici

## Inquadramento meteorologico

Viene di seguito presentata l'analisi meteorologica del triennio 2019-2021. I dati ricavati dalle fonti pubbliche disponibili si riferiscono all'areale di Offida (AP). Il triennio oggetto di analisi viene confrontato con il periodo di riferimento 2001-2020. La scelta di un riferimento ventennale anziché trentennale come da norma OMM risponde all'esigenza di collocarsi a valle del riscaldamento che ha caratterizzato gli anni 90. Nelle elaborazioni che seguono si utilizzano le statistiche del periodo 2001-2020 per definire il livello di anomalia degli andamenti termici e pluviometrici.

Per quanto riguarda l'andamento termico, vengono presentati i grafici relativi alle temperature medie giornaliere (fig. 1, 2, 3) e nelle tabelle 1,2 e 3 vengono conteggiati i giorni al mese passati in condizione di anomalia moderata (variazione superiore a una deviazione standard rispetto alla media) e forte (variazione superiore a due deviazioni standard).

Il 2019 si caratterizza per il maggior numero di giorni passati in condizioni di anomalia termica positiva (107 moderate e 12 forti) ed il minor numero di anomalie negative (33 moderate e 5 forti). Eccezione al generalizzato andamento superiore alla media è il mese di maggio con nessuna anomalia positiva, 11 giorni in moderata anomalia negativa e 5 in forte. La anomalia positiva estiva viene confermata dai 40 giorni passati con temperature massime superiori ai 32°C (fig. 4), valore ben superiore rispetto ai 25 giorni del periodo di riferimento 2001-2020.

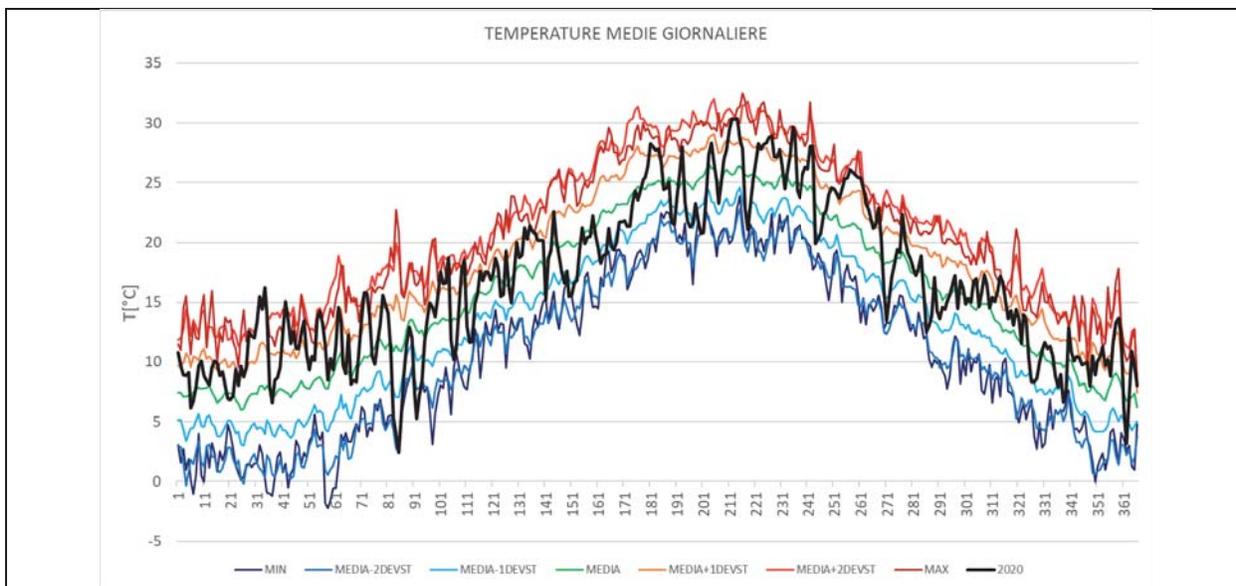


**Fig. 1** - 2019 - andamento delle temperature medie giornaliere confrontato con i valori statistici del periodo 2001-2020

**Tab. 4 - 2019 – statistica mensile delle anomalie termiche**

<b>ANOMALIA TERMICA 2019</b>				
<b>PERIODO</b>	<b>FORTE NEGATIVA</b>	<b>MODERATA NEGATIVA</b>	<b>MODERATA POSITIVA</b>	<b>FORTE POSITIVA</b>
Gen	0	10	4	0
Feb	0	0	8	0
Mar	0	0	12	2
Apr	0	3	6	0
Mag	5	11	0	0
Giu	0	0	14	0
Lug	0	3	11	3
Ago	0	2	6	3
Set	0	0	9	0
Ott	0	2	15	0
Nov	0	0	6	2
Dic	0	2	16	2
<b>ANNO</b>	<b>5</b>	<b>33</b>	<b>107</b>	<b>12</b>

Il 2020 totalizza 42 e 6 giorni in anomalia negativa (moderata e forte) mentre 94 e 8 in anomalia positiva (moderata e forte) (fig. 2). Analizzando la tabella 2 si osserva che ad un Gennaio e Febbraio sopra la media segue un periodo Marzo-Luglio in cui le anomalie positive e negative appaiono bilanciate. In Agosto e Settembre dominano le moderate anomalie positive ma non vengono raggiunti picchi termici particolarmente elevati, come confermato (fig. 4) dalle sole 22 ondate di calore. Il periodo Ottobre-Dicembre non mostra anomalie particolari.

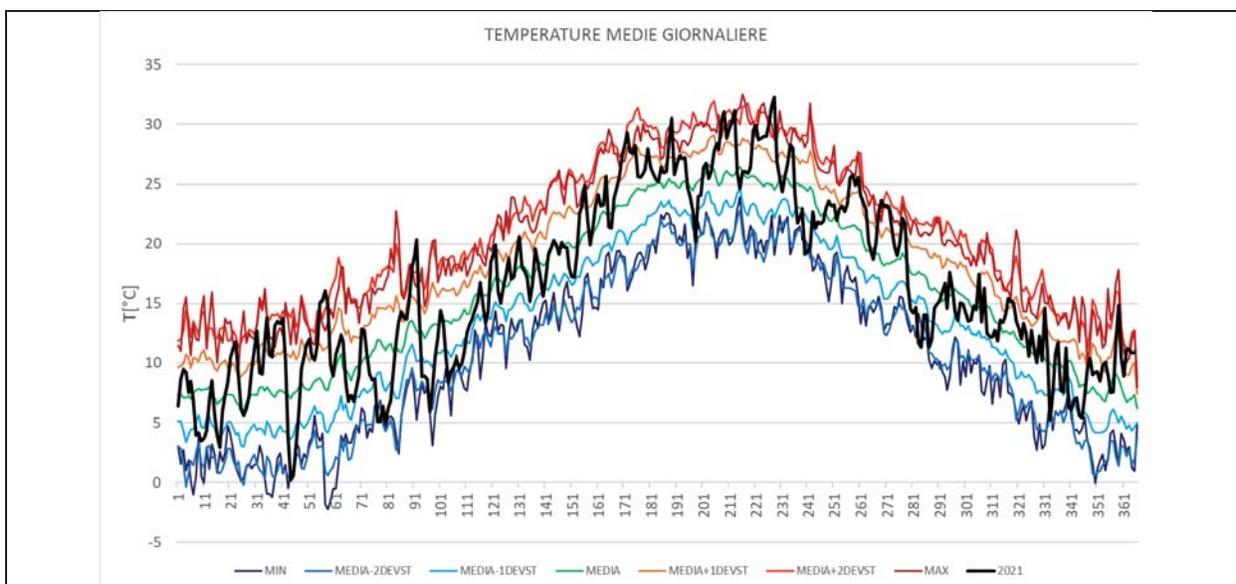


**Fig. 2 - 2020 - andamento delle temperature medie giornaliere confrontato con i valori statistici del periodo 2001-2020**

**Tab. 5 - 2020 – statistica mensile delle anomalie termiche**

ANOMALIA TERMICA 2020				
PERIODO	FORTE NEGATIVA	MODERATA NEGATIVA	MODERATA POSITIVA	FORTE POSITIVA
Gen	0	0	8	1
Feb	0	0	13	4
Mar	2	6	5	1
Apr	3	6	6	1
Mag	0	5	5	0
Giu	0	6	2	0
Lug	1	8	7	0
Ago	0	2	14	0
Set	0	3	17	0
Ott	0	2	3	0
Nov	0	1	4	1
Dic	0	3	10	0
<b>ANNO</b>	<b>6</b>	<b>42</b>	<b>94</b>	<b>8</b>

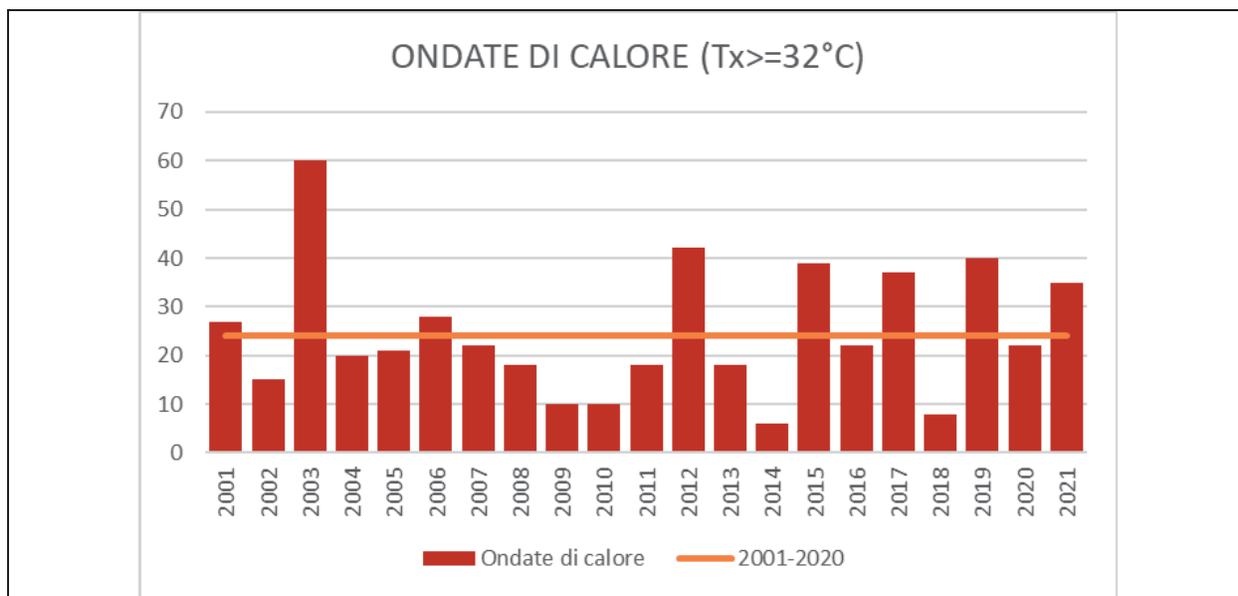
Per quanto riguarda il 2021, si segnala la prevalenza di anomalie moderate positive nel mese di Febbraio mentre nei mesi di Marzo e Aprile appaiono prevalere le anomalie negative. Ad un Maggio nella norma seguono quattro mesi con prevalenti anomalie positive ed un Ottobre sotto norma. Le ondate di calore (fig. 4) raggiungono quota 35 eventi.



**Fig. 3 - 2021 - andamento delle temperature medie giornaliere confrontato con i valori statistici del periodo 2001-2020**

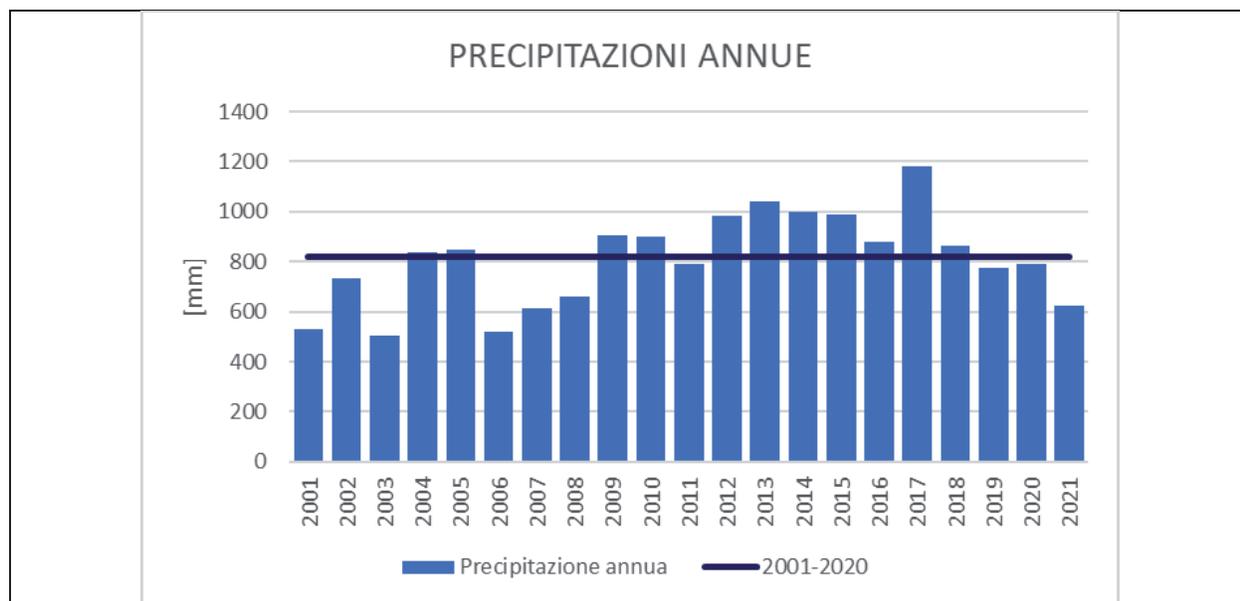
**Tab. 6 - 2021 – statistica mensile delle anomalie termiche**

ANOMALIA TERMICA 2021				
PERIODO	FORTE NEGATIVA	MODERATA NEGATIVA	MODERATA POSITIVA	FORTE POSITIVA
Gen	0	6	6	0
Feb	1	4	11	3
Mar	2	6	3	2
Apr	2	14	2	1
Mag	0	1	3	0
Giu	0	0	11	0
Lug	0	1	7	4
Ago	2	6	8	3
Set	0	0	11	1
Ott	2	10	2	0
Nov	1	1	4	0
Dic	2	5	8	1
<b>ANNO</b>	<b>12</b>	<b>54</b>	<b>76</b>	<b>15</b>



**Fig. 4 - Cumulo annuo delle ondate di calore. Si considerano le temperature massime giornaliere superiori o uguali a  $32^\circ\text{C}$ .**

Per quanto riguarda gli apporti precipitativi, le tre stagioni in esame raggiungono cumuli annui (fig. 5) inferiori alla media del ventennio 2001-2020. Trascurabili appaiono le variazioni rispetto alla media del 2019 (-5%) e del 2020 (-3%), mentre più significativo è il deficit del 2021 (-24%).

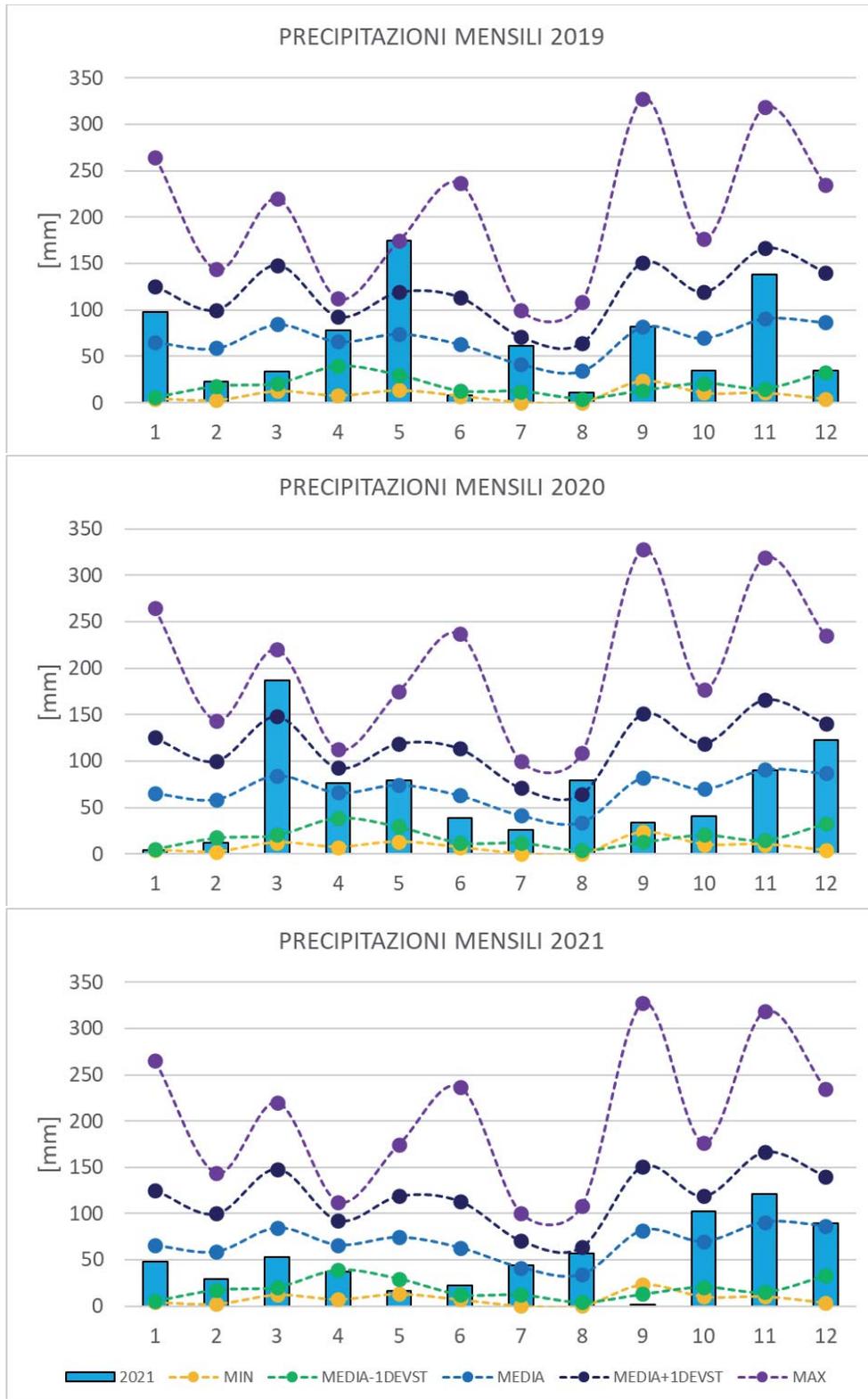


**Fig. 5** - Cumulo annuo delle precipitazioni

Nel caso del 2019, l'analisi dei cumuli mensili vede valori uguali o superiori alla media in Gennaio, Aprile, Maggio, Luglio, Settembre e Novembre con precipitazioni particolarmente abbondanti in Maggio e rilevanti in Gennaio e Novembre. Nel complesso, le precipitazioni del semestre idrologico invernale (Ottobre-Aprile) appaiono inferiori del 18% rispetto alla media del periodo di riferimento, ma complessivamente adeguate a ricaricare i suoli, non determinando condizioni iniziali di stress alla vite. Le precipitazioni del semestre estivo sono di contro nella norma.

Il 2020 si caratterizza per le bassissime precipitazioni dei mesi di Gennaio e Febbraio e dalle abbondanti precipitazioni di Marzo a cui seguono valori nella norma nei mesi di Aprile e Maggio. Sotto norma tutto il periodo compreso fra Giugno e Ottobre, con l'unica eccezione di Agosto. Ad un Novembre nella norma segue Dicembre con precipitazioni abbondanti. Il semestre idrologico invernale appare nella (+) grazie al contributo delle abbondanti piogge di Ottobre 2019 e Marzo 2022 che bilanciano la scarsità precipitativa degli altri mesi. Anche in questo caso i valori sono sufficienti a ricaricare le riserve dei suoli in tempo per la ripartenza della fase vegetativa di vite. Il semestre estivo mostra invece un cumulo del 18% inferiore alla media, con possibili ripercussioni sullo stress idrico di vite.

L'annata 2021 mostra valori inferiori alla media da Gennaio a Giugno e a Settembre, valori nella norma a Luglio e Dicembre e leggermente superiori alla norma in Ottobre e Novembre. Il semestre idrologico invernale, pertanto, si caratterizza per un calo del 15% rispetto alla media 2001-2020, mentre il semestre estivo un calo del 33%. Sebbene il suolo si trovi a marzo in condizioni di ricarica pressoché completa, la scarsità di precipitazioni nel periodo primaverile ed estivo determina un precoce instaurarsi di condizioni di stress idrico per vite che permane per il periodo estivo.



**Fig. 6** - Andamento mensile delle precipitazioni cumulate. Confronto con le statistiche del periodo di riferimento 2001-2020.

## Unità di pedopaesaggio e vigneti di riferimento

Gli studi di zonazione effettuati nella DOC Offida hanno evidenziato che i vini ottenuti dalle uve Montepulciano e Pecorino, sono influenzati principalmente dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio. Esposizione, pendenze e altitudine interagiscono con le variabili climatiche, le caratteristiche pedologiche e le pratiche colturali per determinare le disponibilità idriche e termiche della vite e definire quindi le produzioni e la qualità delle uve. Per questo motivo, gli studi sulla gestione del suolo sono stati effettuati in diverse zone all'interno del territorio Piceno, che mostravano caratteristiche geomorfologiche differenti. In particolare, per ognuno dei due vitigni sono state identificate due zone con esposizioni opposte: verso Nord e verso Sud. I vigneti esposti a Sud dispongono tendenzialmente di disponibilità termiche maggiori rispetto ai vigneti esposti a Nord, ma possono essere soggetti a una maggiore evapotraspirazione e di conseguenza a minori disponibilità idriche. Per quanto riguarda il Montepulciano, ogni zona è stata ulteriormente suddivisa in due unità di pedopaesaggio (UdP) in funzione delle pendenze, da contenute ad elevate. Pendenze elevate, se non opportunamente gestite, possono portare a intensi fenomeni di perdita di suolo, compromettendone la funzionalità soprattutto nella parte a monte del vigneto.

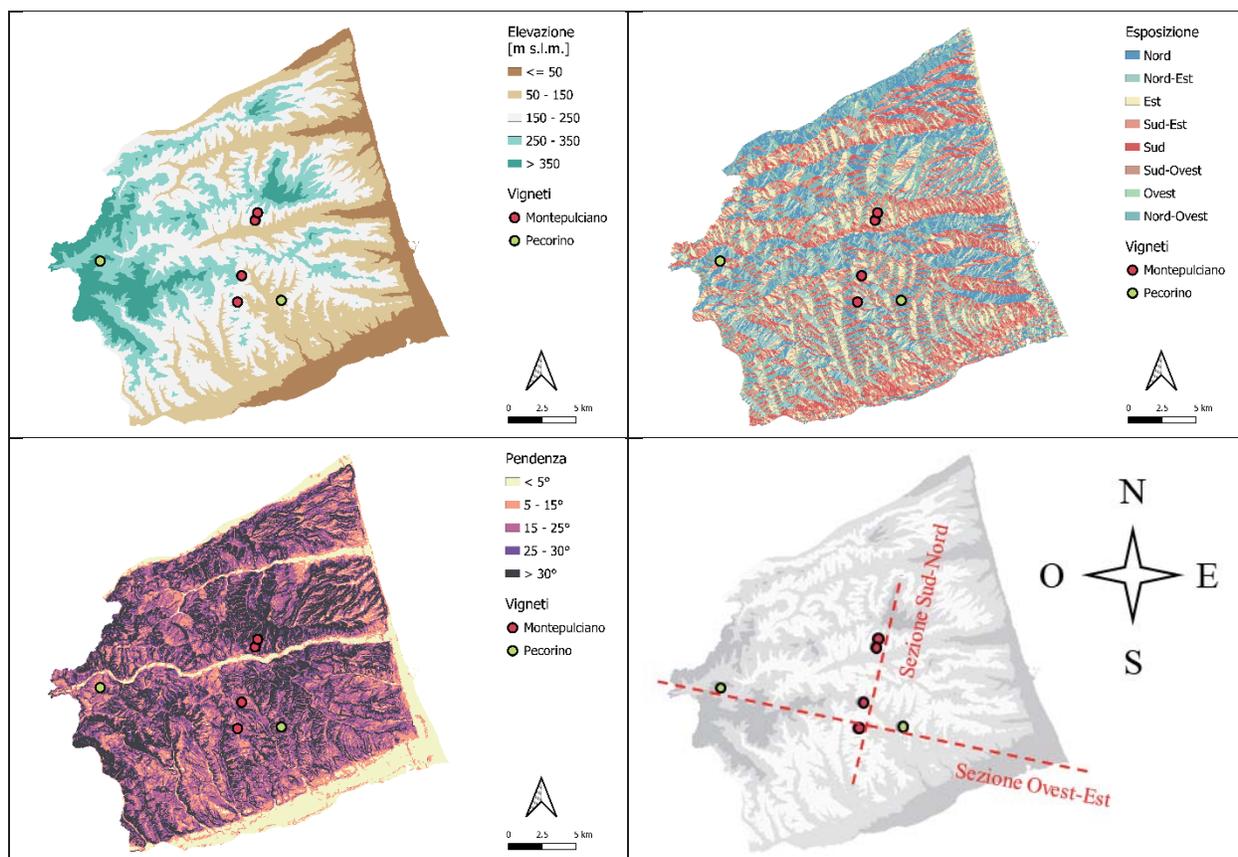
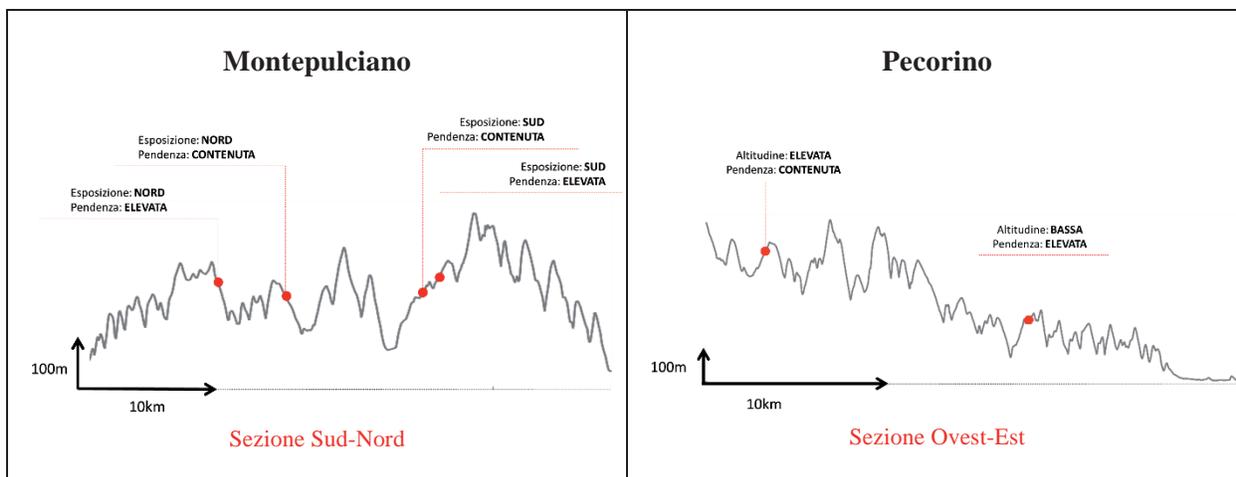


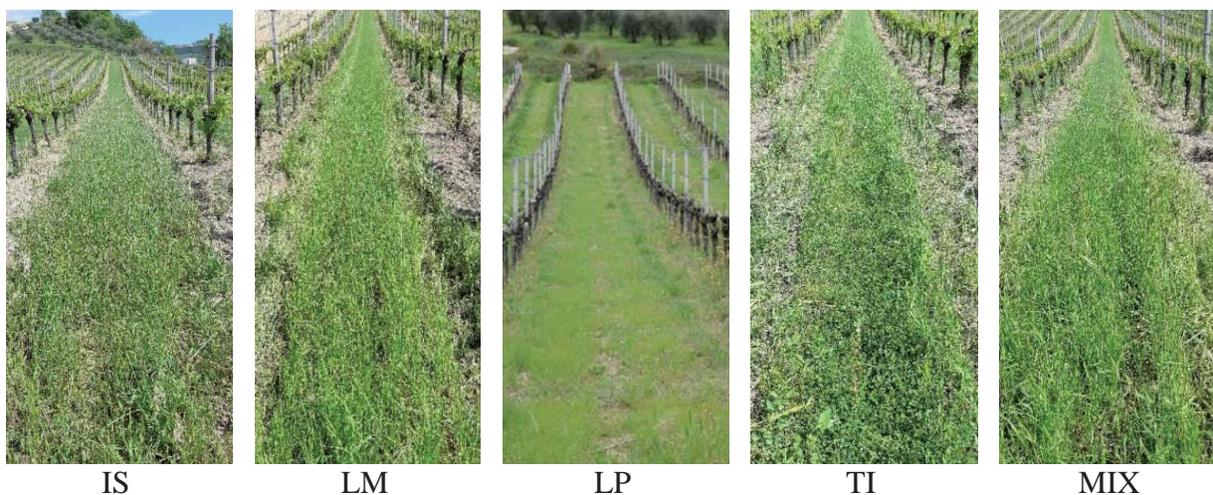
Fig. 7 - Caratteristiche geomorfologiche della DOC Offida e posizione dei vigneti di riferimento



**Fig. 8** - Profilo altimetrico della DOC Offida e posizione dei vigneti di riferimento

Per ogni UdP (4 per il Montepulciano e 2 per il Pecorino) è stato scelto un vigneto di riferimento su cui sono state testate diverse tipologie di gestione del suolo, sia nella parte bassa (a valle) che nella parte alta (a monte) del vigneto. In ogni vigneto è stata confrontata la tipologia di gestione del suolo più diffusa nella zona, corrispondente all'inerbimento spontaneo (IS), con diverse tipologie di inerimento artificiale, che prevedevano l'utilizzo in monocoltura di *Lolium multiflorum* (LM) e *Lolium perenne* (LP). In aggiunta, sono stati valutati anche gli inerimenti artificiali con l'utilizzo di *Trifolium incarnatum* (TI) e di un miscuglio (MIX) composto da LM e TI, per un vigneto di riferimento di Montepulciano e uno di Pecorino.

**Fig. 9** - Tipologie di inerimento analizzate nella prova



Nelle pagine seguenti verranno riportati i risultati ottenuti per ogni vigneto di riferimento, al fine di fornire indicazioni sito-specifiche sulla tipologia di gestione del suolo da adottare in base alle caratteristiche pedo-morfologiche di ogni vigneto.

Per ogni UdP è stata realizzata una scheda nella quale viene caratterizzata la funzionalità del suolo in base alla disponibilità idrica, all'attività biologica e alla suscettibilità alla perdita di suolo. Inoltre, in ogni scheda vengono descritti gli effetti delle diverse tipologie di inerbimento analizzate sullo stato idrico e sul vigore della vite, sulla produzione e sulla qualità delle uve, sull'attività biologica del suolo.

**Tab. 7 - Metodi utilizzati per i parametri riportati nelle schede di ogni UdP**

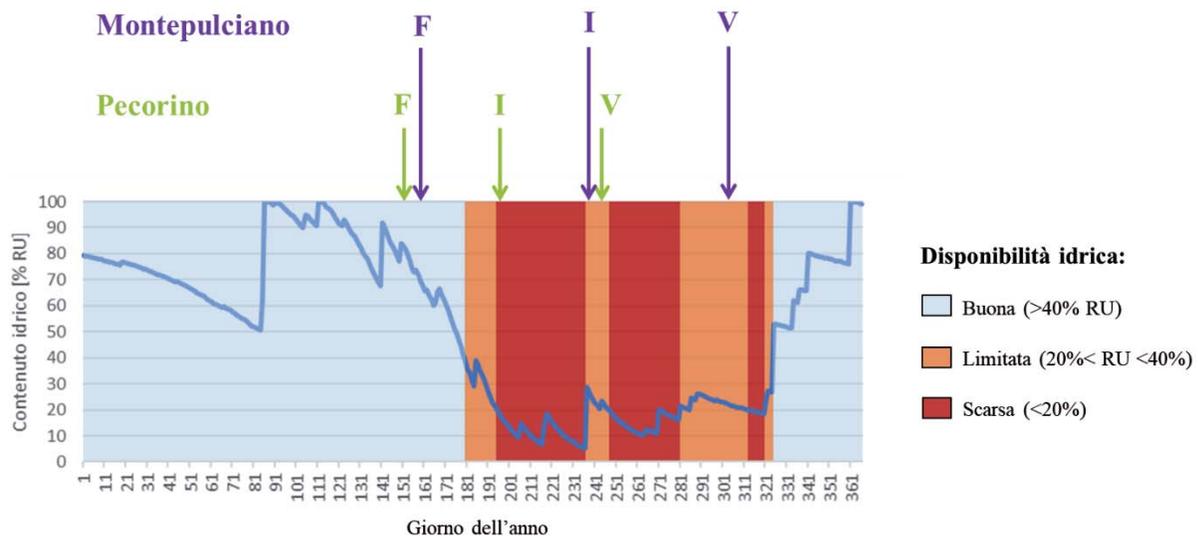
<b>Variabile</b>	<b>Metodo</b>
<i>Caratteristiche geomorfologiche</i>	Attraverso la rielaborazione del modello digitale del territorio sono state realizzate le carte dell'elevazione, delle pendenze e delle esposizioni per l'intero territorio della DOC Offida (Fig. 7)
<i>Caratteristiche pedologiche</i>	Grazie al supporto di PO Monitoraggio suoli della Regione Marche sono stati analizzati i profili pedologici di ogni vigneto di riferimento (Tab. 8)
<i>Attività biologica del suolo</i>	Stimata attraverso la misura diretta della respirazione del suolo durante la stagione vegetativa della vite, utilizzando la camera di respirazione del suolo (Fig. 10)
<i>Perdita di suolo</i>	Stimata attraverso l'equazione universale di perdita di suolo, che considera l'erosività delle piogge (R), le caratteristiche del suolo (K), le caratteristiche geomorfologiche del vigneto (LS) e la tipologia di gestione del suolo adottata (CP)
<i>Disponibilità idriche</i>	Valutate mediante bilancio idrologico del suolo secondo il quaderno FAO-56 e rilievi diretti del contenuto idrico nei vigneti di riferimento (Fig. 11)
<i>Competizione per l'acqua</i>	Valutata attraverso misure dirette dello stato idrico della vite in diverse fasi fenologiche. Le misure effettuate comprendono il potenziale idrico del germoglio e la traspirazione fogliare, stimata attraverso tecniche di termografia (Fig. 12)
<i>Vigore della vite</i>	Stimato attraverso l'acquisizione da prossimale dell'indice spettrometrico NDVI, utilizzato per la realizzazione di mappe spazializzate e la suddivisione in classi di vigore
<i>Effetti sulle uve</i>	Rilievi in campo dei parametri produttivi delle uve (produzione media per pianta e peso medio del grappolo) e analisi in laboratorio dei principali parametri qualitativi (grado zuccherino, pH e acidità totale)

**Tab. 8** - Orizzonti pedologici ricorrenti nei vigneti di riferimento

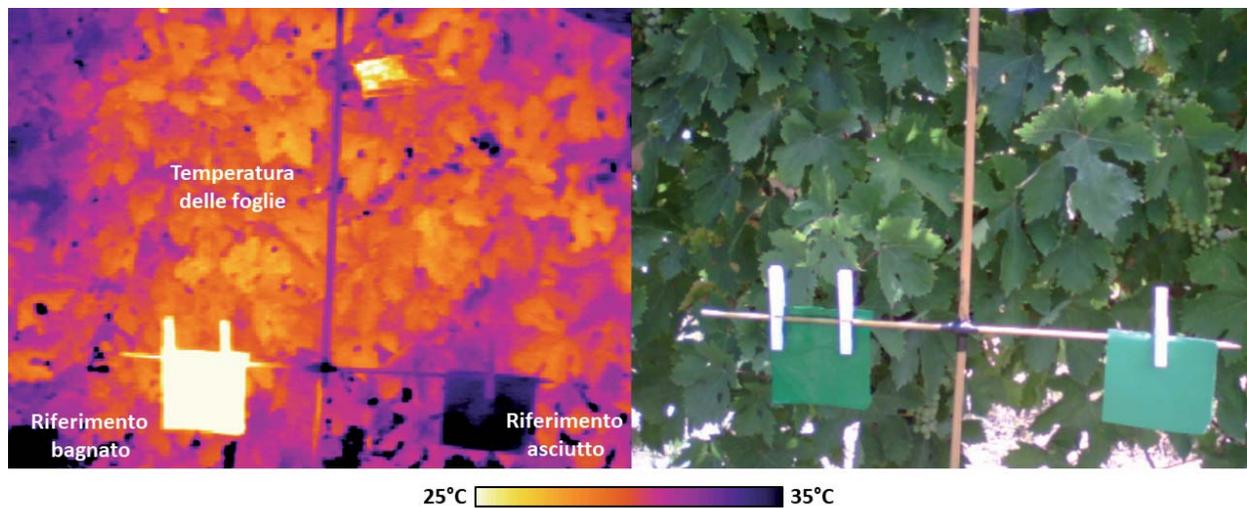
Orizzonte	Descrizione
Ap	Suolo minerale e organico interessato dall'attività agricola
B	Suolo minerale formato da alterazione in situ (Bw) o per illuviazione dagli orizzonti superficiali (Bt). Può presentare accumuli di calcare (Bk)
CB	Suolo di transizione tra gli orizzonti B e C. Può presentare accumuli di calcare (CBk)
C	Suolo minerale debolmente alterato
M	Roccia madre



**Fig. 10** - Utilizzo della camera di respirazione del suolo per la stima dell'attività biologica



**Fig. 11** - Esempio della dinamica del contenuto idrico del suolo e indicazione delle epoche di fioritura (F), invaiatura (I) e vendemmia (V) dei vitigni Montepulciano e Pecorino nell'area di studio

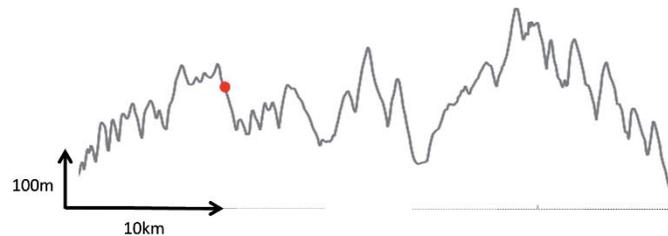


**Fig. 12** - Immagine nell'infrarosso termico (a sinistra) e nel visibile (a destra) per stimare lo stato idrico della vite mediante indici termografici

## Scheda 1 – Montepulciano, esposizione nord, pendenze elevate

### Morfologia del vigneto di riferimento:

Altitudine media: 222 m s.l.m.  
Dislivello: 26,5 m  
Pendenza media: 19°  
Lunghezza media del filare: 80 m  
Esposizione: 44,2° (Nord-Est)



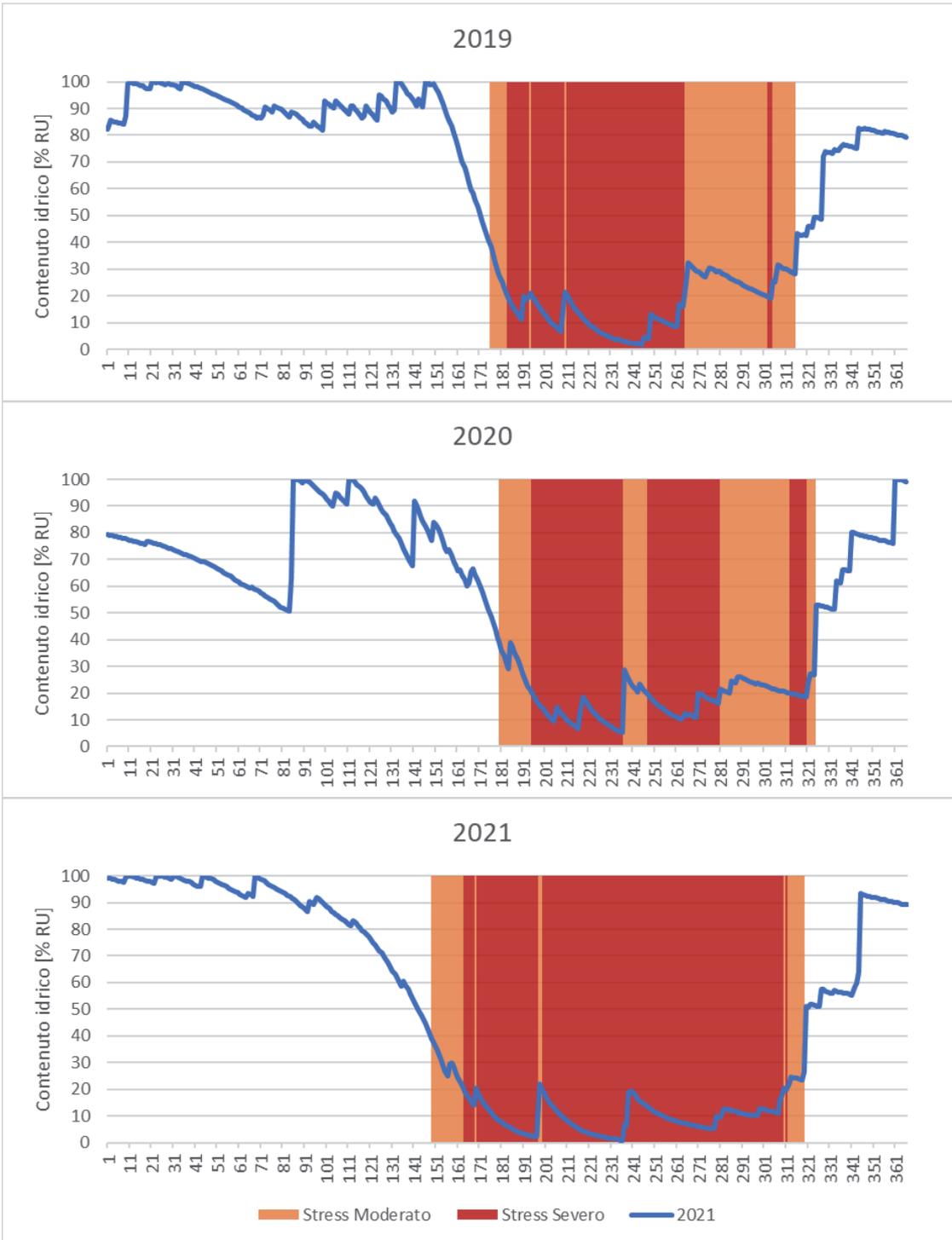
### Funzionalità del suolo

*Disponibilità idriche.* L'andamento meteorologico registrato nella zona ha garantito una buona disponibilità idrica dei suoli durante i mesi invernali e primaverili, ma ha imposto condizioni di deficit idrico nei mesi estivi. Nelle annate più umide, come il 2019 e il 2020, il contenuto idrico dei suoli si è attestato su livelli superiori al 40% della capacità di campo durante la fase di fioritura del Montepulciano, mentre livelli inferiori hanno interessato la fase di invaiatura e si sono protratti fino alla vendemmia. Le minori precipitazioni che si sono verificate nel 2021 hanno invece comportato un anticipo delle condizioni di deficit idrico, interessando anche la fase di fioritura con bassi livelli di umidità relativa del suolo, spesso inferiori al 20% della capacità di campo durante la stagione vegetativa (Fig. S1.1).

*Attività biologica.* Gli andamenti di attività biologica dei suoli presentano una dinamica decrescente nel corso della stagione vegetativa del Montepulciano, con valori massimi prima dell'invaiatura e minimi in fase di vendemmia, spiegati probabilmente dalle scarse riserve idriche registrate nei mesi estivi. L'elevata pendenza del vigneto determina una marcata variabilità del suolo lungo il versante, con maggiore funzionalità nelle aree a valle.

*Perdita di suolo.* Le differenze riscontrate lungo il versante tra la parte alta e la parte bassa del vigneto possono essere attribuite a importanti fenomeni erosivi dei suoli, che a causa delle elevate pendenze possono raggiungere, in condizioni di suolo nudo o lavorato, il tasso di 11 tonnellate per ettaro di suolo perso ogni anno ( $11 \text{ T ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ). Adottando una gestione del suolo con inerbimento parziale, come ad esempio a file alterne, il tasso di perdita del suolo si riduce notevolmente, raggiungendo valori intorno a  $2 \text{ T ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ . I minori tassi di perdita di suolo, inferiori a  $1 \text{ T ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , possono essere ottenuti con una gestione del suolo a inerbimento totale, capace di proteggere l'intero terreno da erosione sia da impatto che da scorrimento.

**Fig. S1.1** - Disponibilità idriche del suolo nel triennio 2019-2021



### Box S1.1 - Caratteristiche del suolo



**Tessitura:** 46,2% sabbia, 19,3% limo e 34,5% argilla

**Classe USDA:** sabbioso-argilloso

**Calcare totale:** 323 g/kg

**C.s.c.:** 15,9 meq/100g di suolo

**Profondità:** 130 cm

**Profilo:** Ap (0-40 cm), Bw (40-80 cm) e C (80-130 cm)

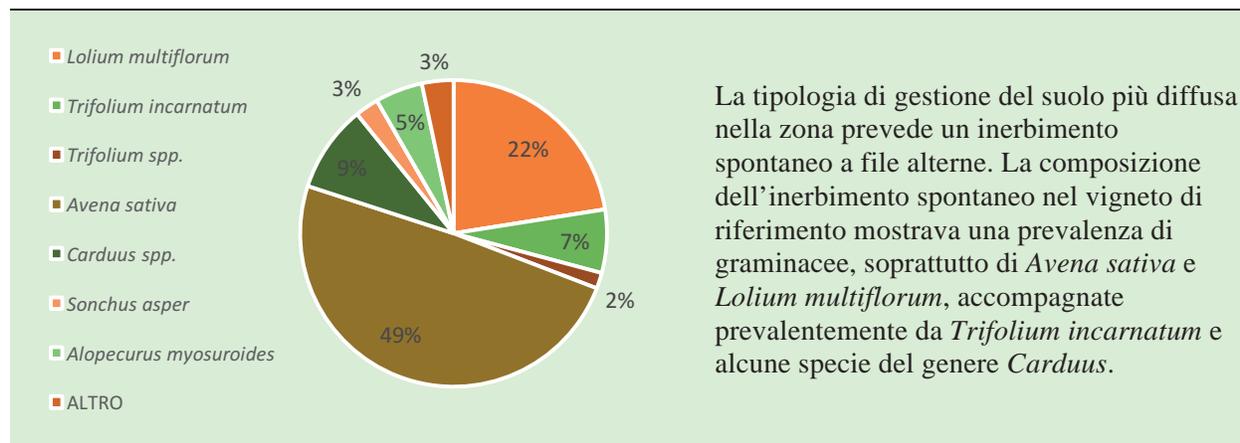
### Tipologie di gestione del suolo

*Attività biologica del suolo.* Sia nella parte alta che nella parte bassa del vigneto, l'attività biologica del suolo è favorita dall'inerbimento con *Lolium multiflorum*, rispetto a *Lolium perenne* e l'inerbimento spontaneo (Box S1.2).

*Competizione per l'acqua.* Le differenze tra le tipologie di inerbimento sullo stato idrico della vite emergono nelle condizioni più limitanti, ovvero nelle annate più calde e nella parte alta del vigneto, più soggetta a perdita di suolo per erosione. In queste condizioni, l'utilizzo di specie selezionate permette di ridurre la competizione con la vite nella fase di invaiatura rispetto all'inerbimento spontaneo. In annate fresche le differenze si mantengono costanti fino alla vendemmia, mentre in annate più calde le differenze tra gli inerbimenti tendono ad appiattirsi. In questi casi può essere necessario intervenire con la rottura del cotico erboso per ridurre la competizione per l'acqua con la vite ed evitare condizioni di stress eccessive.

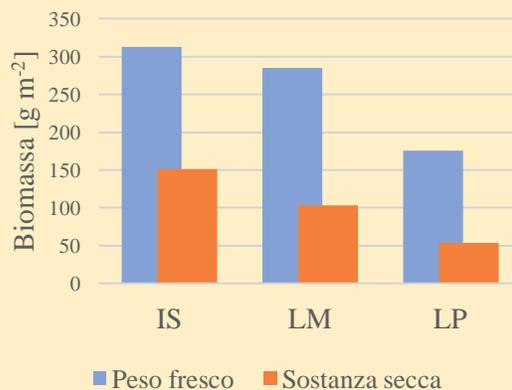
*Effetti sulle uve.* Riducendo le condizioni di stress idrico nei periodi critici della stagione, l'inerbimento controllato con *Lolium multiflorum* può portare a una maggiore produzione di uva per pianta, determinata da un maggiore peso medio del grappolo. La tipologia di inerbimento non sembra invece determinare una sostanziale differenza sui parametri tecnologici delle uve, quali grado zuccherino, pH e acidità titolabile, mentre una migliore maturazione fenolica può essere indotta dall'inerbimento controllato, con livelli maggiori di polifenoli totali e di antociani alla vendemmia.

### Box S1.2 - Composizione dell'inerbimento spontaneo



### Box S1.3 - Biomassa prodotta dall'inerbimento

Le tipologie di inerbimento analizzate hanno prodotto una quantità di biomassa diversa. Sia il peso fresco che la sostanza secca sono risultati maggiori per l'inerbimento spontaneo, composto in gran parte da avena, mentre il *Lolium perenne* ha ne ha prodotta la quantità inferiore. A una maggiore produzione di biomassa può essere associato un maggiore consumo idrico e di conseguenza una maggiore competizione con la vite nelle fasi di crescita vegetativa.



### Box S1.4 - Effetti sul vigore della vite

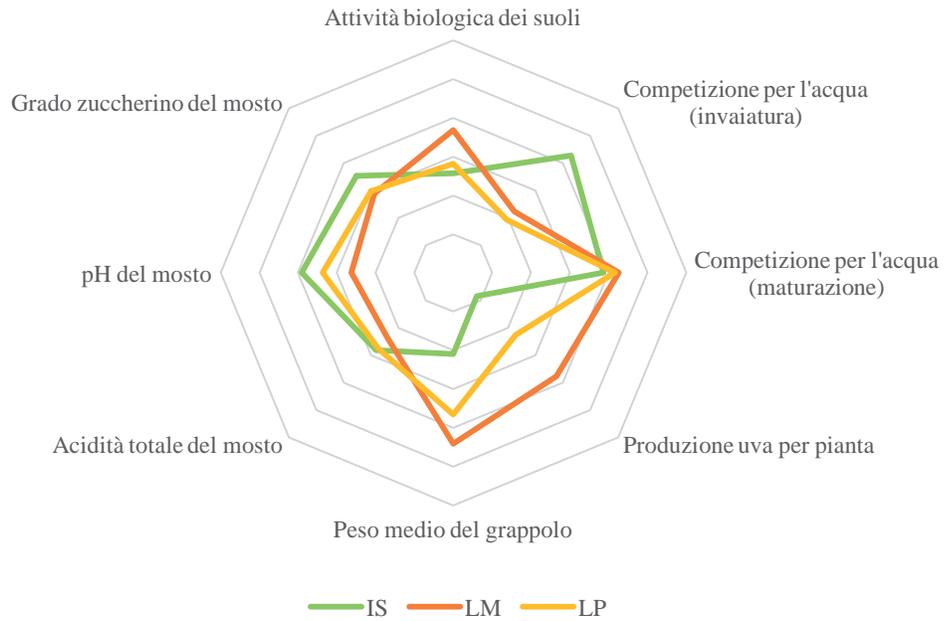


● Alto vigore ● Basso vigore

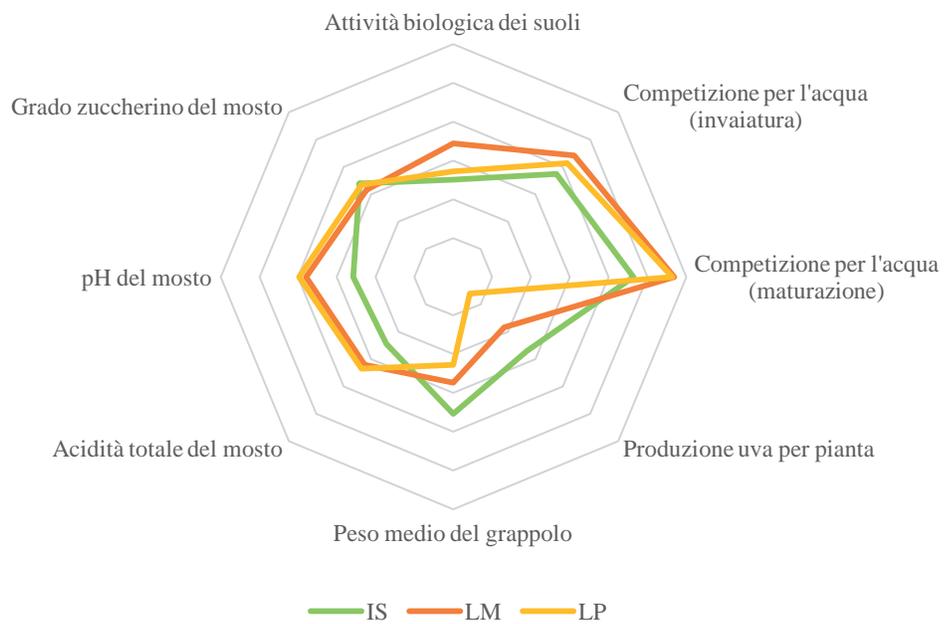
La tipologia di inerbimento utilizzata influisce sull'espressione vegetativa della vite a causa della competizione per l'acqua e i nutrienti. In questo caso l'inerbimento spontaneo, che ha prodotto una maggiore biomassa, ha comportato una maggiore competizione nella parte alta del vigneto, influenzando in modo negativo sul vigore della vite. Nella parte bassa, invece, minore vigore è stato osservato con *Lolium perenne*.

## Montepulciano, esposizione nord, pendenze elevate

### PARTE ALTA DEL VIGNETO



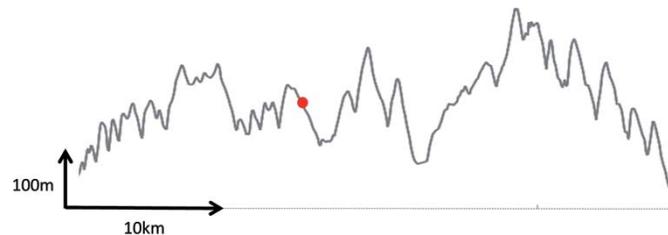
### PARTE BASSA DEL VIGNETO



## Scheda 2 – Montepulciano, esposizione nord e pendenze contenute

### Vigneto di riferimento:

Altitudine media: 234 m s.l.m.  
Dislivello: 12,3 m  
Pendenza media: 15°  
Lunghezza media del filare: 68 m  
Esposizione: 39,5° (Nord-Est)



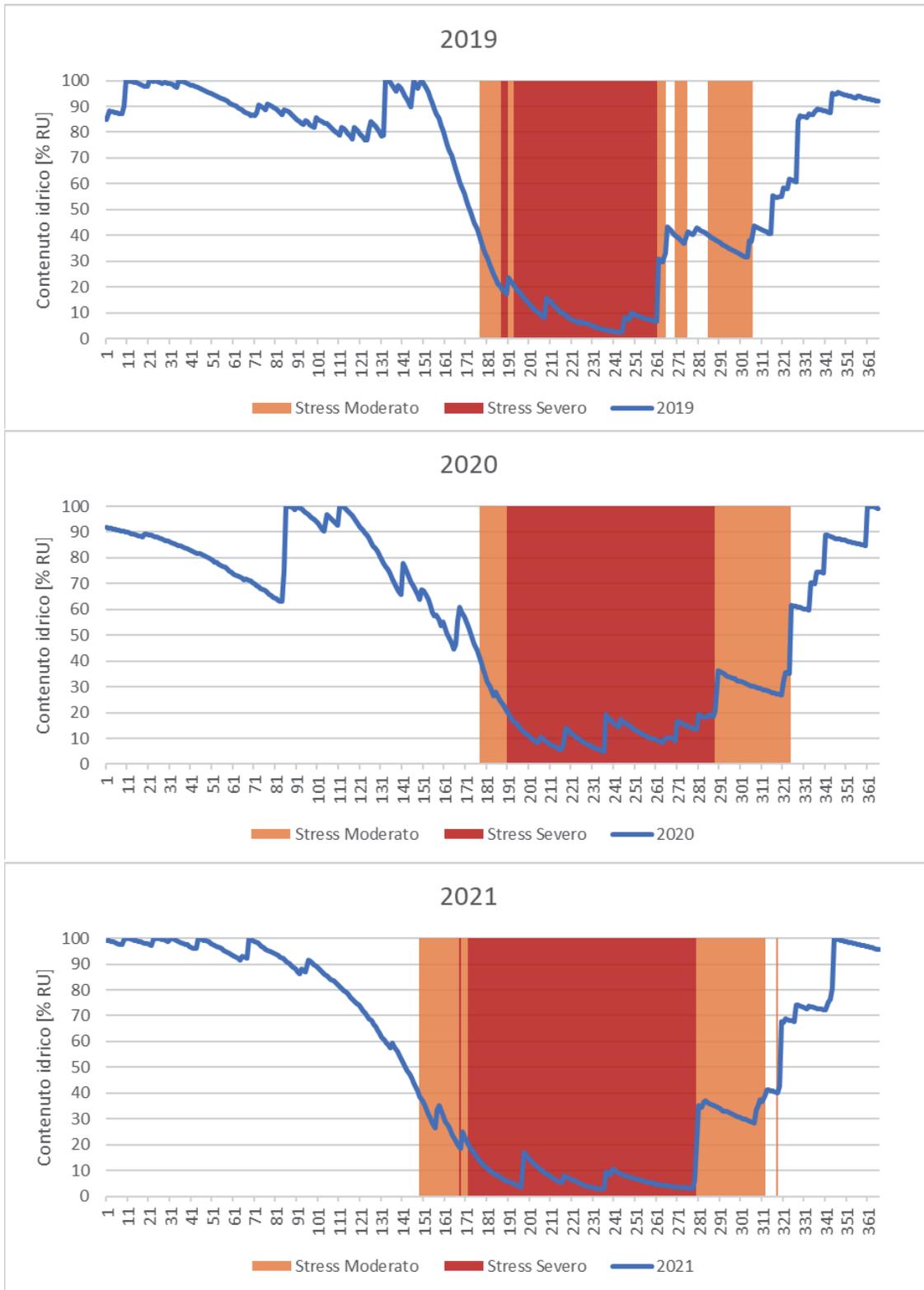
### Funzionalità del suolo

*Disponibilità idriche.* Nel triennio di studio la stagione vegetativa è sempre cominciata con una buona disponibilità idrica per la vite, con valori di umidità relativa dei suoli vicini alla capacità di campo. Nel corso dei mesi estivi invece si sono verificate condizioni di scarsa disponibilità idrica, con lunghi periodi di livelli di umidità del suolo inferiore al 20% della capacità di campo, che a seconda dell'annata variano tra 60 a 110 giorni. Le condizioni di deficit idrico hanno sempre interessato la fase di invaiatura delle uve Montepulciano. Nell'annata più calda, il 2021, condizioni idriche limitanti hanno interessato già la fase di fioritura e si sono protratte fino alla vendemmia (Fig. S2.1).

*Attività biologica.* Le pendenze contenute determinano livelli di attività biologica dei suoli abbastanza uniformi lungo il profilo del versante, con differenze poco marcate tra parte alta e bassa del vigneto. Nel corso della stagione vegetativa, i suoli mantengono livelli di attività biologica tendenzialmente costanti, senza mostrare gli andamenti decrescenti tipici dei vigneti più pendenti.

*Perdita di suolo.* Le pendenze contenute permettono anche di contenere i tassi erosivi e di conseguenza la perdita di suolo, che in assenza di misure preventive si attesta intorno alle 7 T ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. L'utilizzo continuativo dell'inerbimento consente di ridurre la perdita di suolo sotto a 2 T ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, nel caso di inerimento parziale a file alterne, o ridurla ulteriormente sotto a 1 T ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, nel caso di copertura totale del suolo.

**Fig. S2.1** - Disponibilità idriche del suolo nel triennio 2019-2021



### Box S2.1 - Caratteristiche del suolo



**Tessitura:** 51,5% sabbia, 15,5% limo e 33% argilla

**Classe USDA:** franco-sabbioso-argilloso

**Calcare totale:** 146 g/kg

**C.s.c.:** 22.1 meq/100g di suolo

**Profondità:** 135 cm

**Profilo:** Ap (0-35 cm), Bt1 (35-100 cm) e Bt2 (100-135 cm)

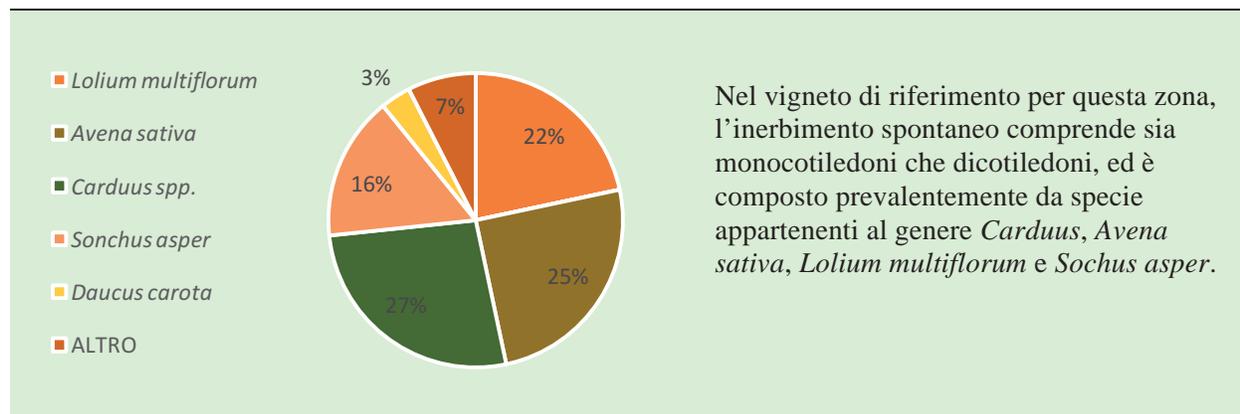
### Tipologie di gestione del suolo

*Attività biologica del suolo.* Le differenze tra le diverse tipologie di inerbimento in termini di attività biologica del suolo sono risultate contenute. L'utilizzo di *Lolium perenne* ha favorito l'attività biologica nella parte alta del vigneto grazie alla maggiore biomassa prodotta (Box S2.3), garantendo la migliore uniformità lungo il versante. L'inerbimento con *Lolium multiflorum* sembra invece avere ridotto la funzionalità del suolo rispetto all'inerbimento spontaneo (Box S2.2) nell'annata più fresca, mentre sembra averla favorita nell'annata più calda.

*Competizione per l'acqua.* I diversi inerbimenti hanno riportato differenze contenute anche per quanto riguarda la competizione per l'acqua. Lievi differenze sono state osservate in fase di invaiatura, dove l'utilizzo di specie selezionate hanno garantito un migliore stato idrico della vite, sia nella parte alta che nella parte bassa del vigneto. Nonostante la maggiore biomassa prodotta, l'inerbimento con *Lolium perenne* ha indotto dei livelli di stress inferiori rispetto alle altre tipologie durante la maturazione delle uve.

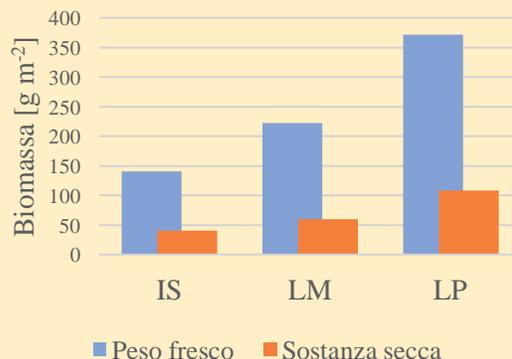
*Effetti sulle uve.* La maggiore produzione di uva per pianta è stata ottenuta con *Lolium multiflorum*, sia nella parte alta che bassa del vigneto. L'inerbimento spontaneo ha invece favorito la maturazione tecnologica, riportando un buon accumulo zuccherino e una buona acidità delle uve.

### Box S2.2 - Composizione dell'inerbimento spontaneo



### Box S2.3 - Biomassa prodotta dall'inerbimento

La varia composizione dell'inerbimento spontaneo ha in questa zona portato a una minore produzione di biomassa rispetto agli inerbimenti controllati, sia come peso fresco che come sostanza secca. La quantità di biomassa maggiore è stata prodotta da *Lolium perenne*, la cui crescita tuttavia non ha comportato condizioni di stress idrico eccessive per la vite, risultate inferiori rispetto alle altre tipologie di inerbimento.



### Box S2.4 - Effetti sul vigore della vite

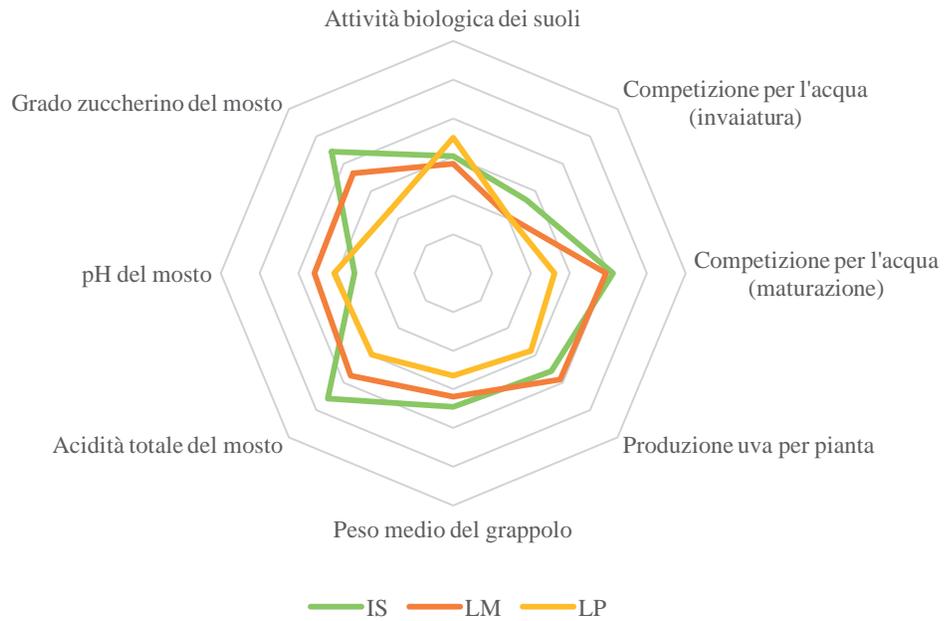


● Alto vigore ● Basso vigore

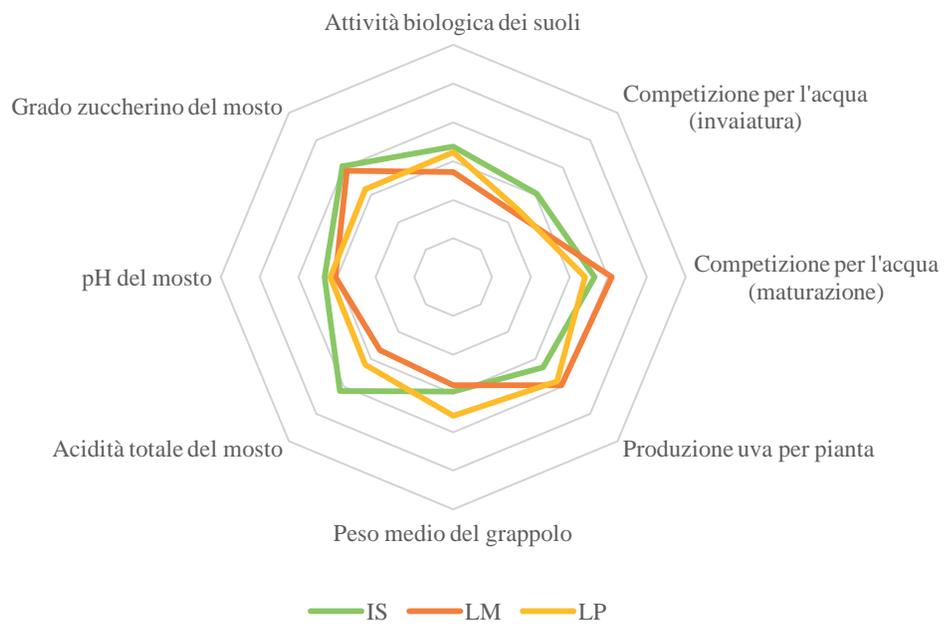
L'inerbimento spontaneo ha garantito un maggiore vigore della vite rispetto agli inerbimenti controllati, probabilmente a causa della minore biomassa prodotta e quindi a una minore competizione per le risorse. A causa della pendenza contenuta, non si evidenziano marcate differenze di vigore tra la parte alta e la parte bassa del vigneto.

## Montepulciano, esposizione nord e pendenze contenute

### PARTE ALTA DEL VIGNETO



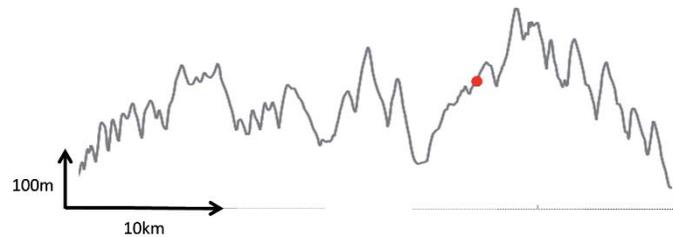
### PARTE BASSA DEL VIGNETO



## Scheda 3 – Montepulciano, esposizione sud e pendenze elevate

### Vigneto di riferimento:

Altitudine media: 206 m s.l.m.  
Dislivello: 39 m  
Pendenza media: 30°  
Lunghezza media del filare: 139 m  
Esposizione: 123,6° (Sud-Est)



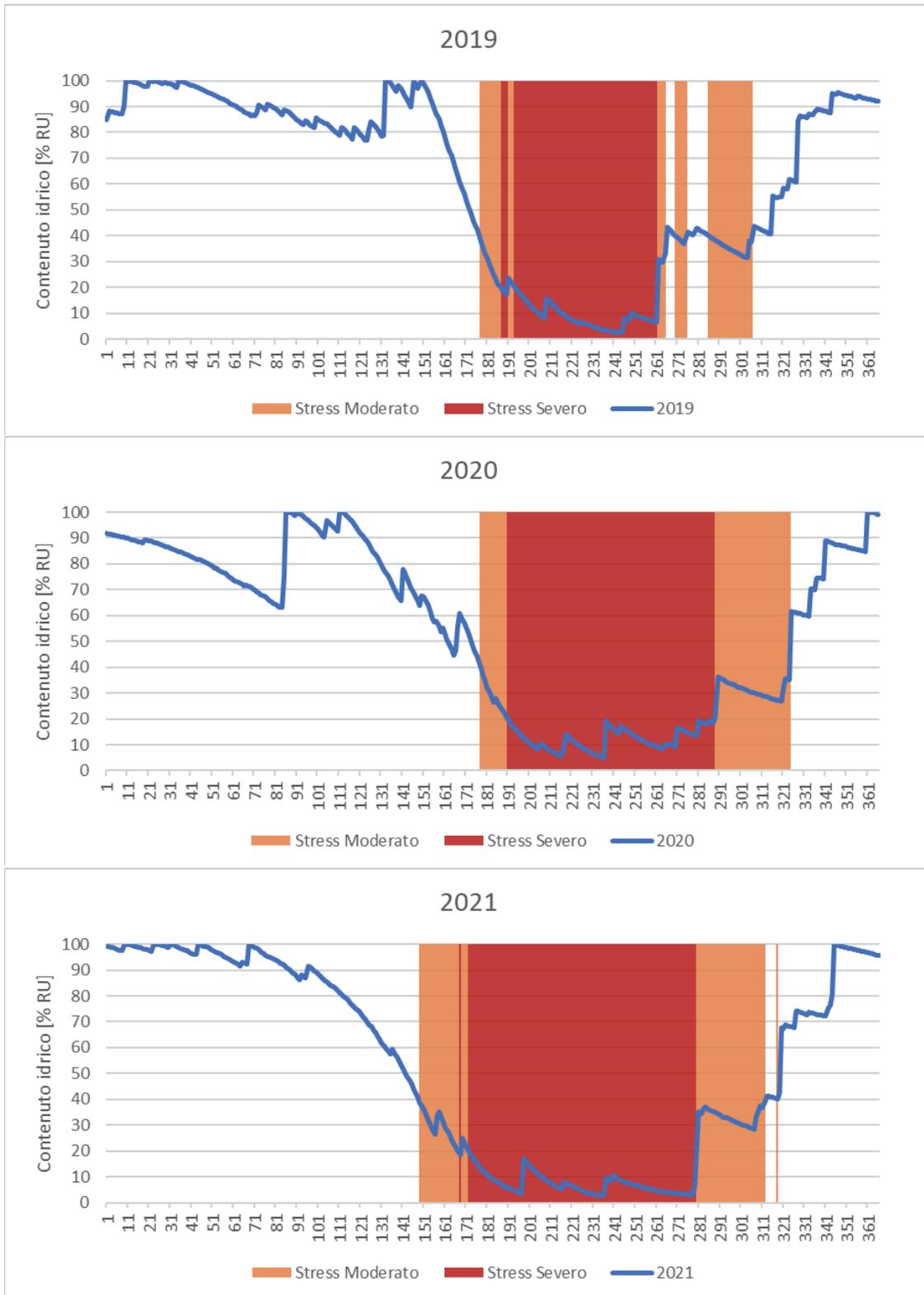
### Funzionalità del suolo

*Disponibilità idriche.* Nelle annate della prova (2019-2021), si è verificata una netta distinzione tra i mesi più freddi, caratterizzati da riserve idriche abbondanti, e i mesi più caldi, caratterizzati da scarsa disponibilità di acqua nel suolo. Questo andamento ha permesso di evitare condizioni di stress idrico della vite in fase di fioritura, ma ha imposto condizioni limitanti nelle fasi di invaiatura e di maturazione. A seconda dell'annata, le condizioni di carenza idrica con umidità del suolo inferiore al 20% della capacità di campo hanno interessato un periodo temporale compreso tra 60 e 100 giorni consecutivi. In assenza di irrigazione, questo scenario richiede un'attenta gestione del suolo per evitare perdite produttive e qualitative (Fig. S3.1).

*Attività biologica.* In questa unità i suoli possono presentare un'elevata attività biologica, favorita sia dalle caratteristiche pedologiche che dalla temperatura del suolo, garantita dalle esposizioni verso sud. Nonostante le elevate pendenze che potrebbero comprometterla, la funzionalità dei suoli si mantiene elevata nell'intero vigneto. Nel corso della stagione vegetativa del Montepulciano, l'attività biologica tende a ridursi anche a causa delle scarse disponibilità idriche nei mesi più caldi.

*Perdita di suolo.* Le pendenze elevate e gli alti contenuti di argilla favoriscono la perdita di suolo per erosione, che in condizioni di suolo lavorato può superare il tasso di 30 T ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. L'adozione di tecniche di protezione del suolo risulta pertanto necessaria in questa zona. Notevoli risultati possono essere ottenuti mediante una corretta gestione del suolo, infatti, l'utilizzo dell'inerbimento dell'interfila può abbattere i tassi di perdita del suolo fino a 5 T ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> se effettuato a file alterne, o sotto a 1 T ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> se ricopre l'intera superficie del vigneto.

**Fig. S3.1** - Disponibilità idriche del suolo nel triennio 2019-2021



### Box S3.1 - Caratteristiche del suolo



**Tessitura:** 47,9% sabbia, 18,2% limo e 33,9% argilla

**Classe USDA:** sabbioso-argilloso

**Profondità:** 210 cm

**Profilo:** Ap (0-40 cm), CB (40-70 cm), CBk (70-80 cm) e C (80-210 cm)

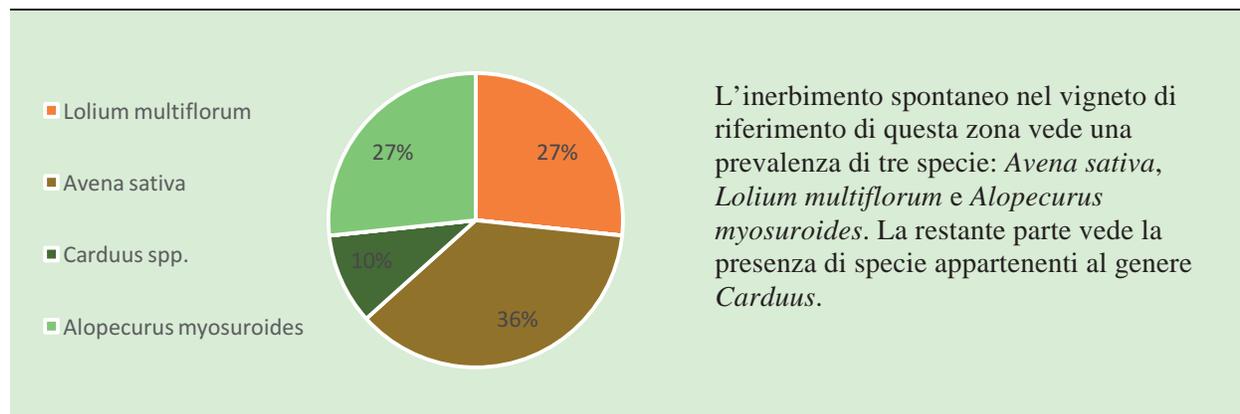
### Tipologia di gestione del suolo

*Attività biologica del suolo.* In questa unità, la tipologia di inerbimento sembra non avere influenzato l'attività biologica del suolo, la quale mostra solo lievi differenze tra le tesi.

*Competizione per l'acqua.* Gli inerbimenti controllati sembrano ridurre la competizione per l'acqua nei mesi più caldi rispetto all'inerbimento spontaneo, determinando un migliore stato idrico della vite. Nel caso di inerbimento con *Lolium perenne*, i bassi livelli di stress idrico imposti al Montepulciano si mantengono fino alla fase di maturazione delle uve, mentre se l'inerbimento prevede l'utilizzo di *Lolium multiflorum* può essere necessario un intervento di lavorazione del suolo nel mese di settembre per ridurre la competizione.

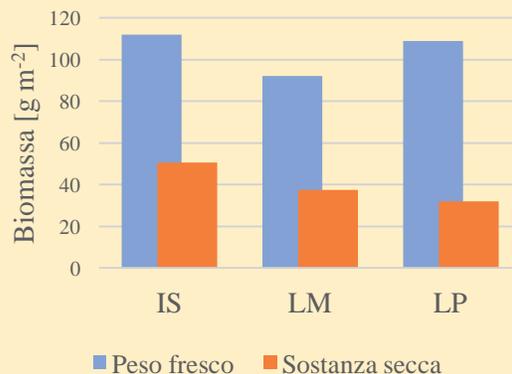
*Effetti sulle uve.* Anche a causa del minore stress indotto alla vite, l'inerbimento controllato permette di aumentare la produzione di uva per pianta nella parte alta del vigneto rispetto all'inerbimento spontaneo, riducendo le differenze che si possono formare lungo il versante a causa delle elevate pendenze. Allo stesso modo, la maturazione delle uve sembra favorita nella parte alta del vigneto dagli inerbimenti controllati, in quanto permettono di raggiungere un maggiore grado zuccherino senza perdere di acidità.

### Box S3.2 - Composizione dell'inerbimento spontaneo



### Box S3.3 - Biomassa prodotta dall'inerbimento

La quantità di biomassa fresca prodotta dall'inerbimento è risultata inferiore per *Lolium multiflorum* rispetto all'inerbimento spontaneo o a *Lolium perenne*. Quest'ultimo però ha riportato una maggiore umidità della biomassa, risultando il meno produttivo in termini di sostanza secca. L'elevata umidità relativa della biomassa può indicare una maggiore disponibilità idrica nel suolo garantita da questa tipologia di inerimento, come suggerito anche dai minori livelli di stress idrico imposti alla vite.

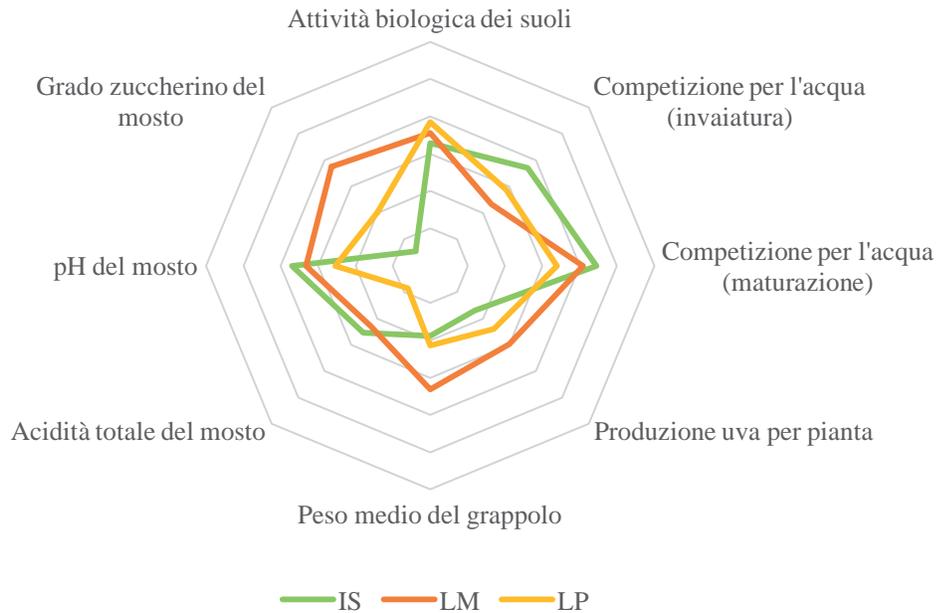


### Box S3.4 - Effetti sul vigore della vite

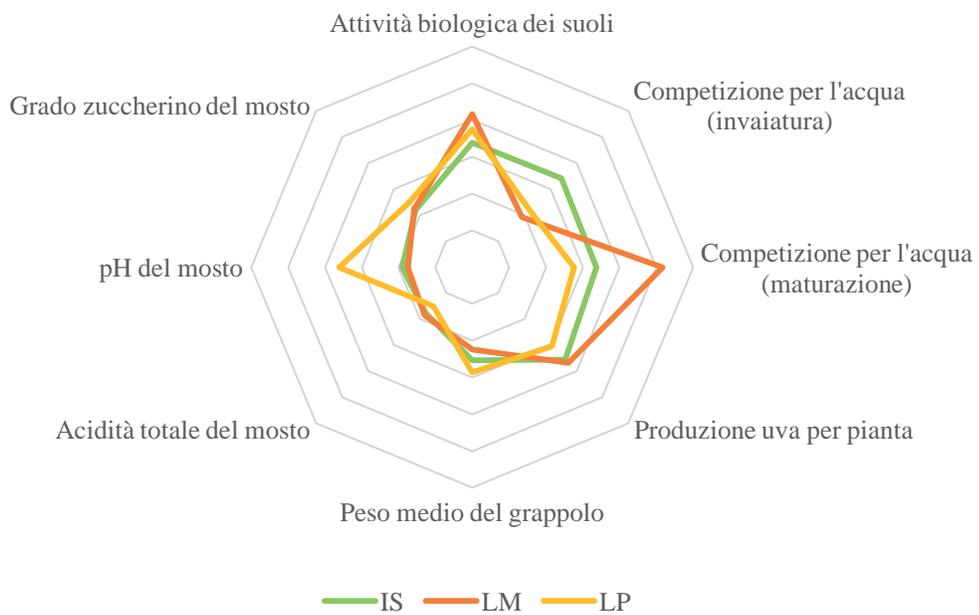


## Montepulciano, esposizione sud e pendenze elevate

### PARTE ALTA DEL VIGNETO



### PARTE BASSA DEL VIGNETO



## Scheda 4 – Montepulciano, esposizione sud e pendenze contenute

### Vigneto di riferimento:

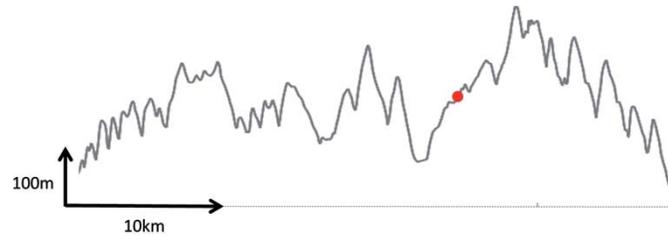
Altitudine media: 210 m s.l.m.

Dislivello: 19 m

Pendenza media: 16°

Lunghezza media del filare: 91,5 m

Esposizione: 196,3° (Sud)



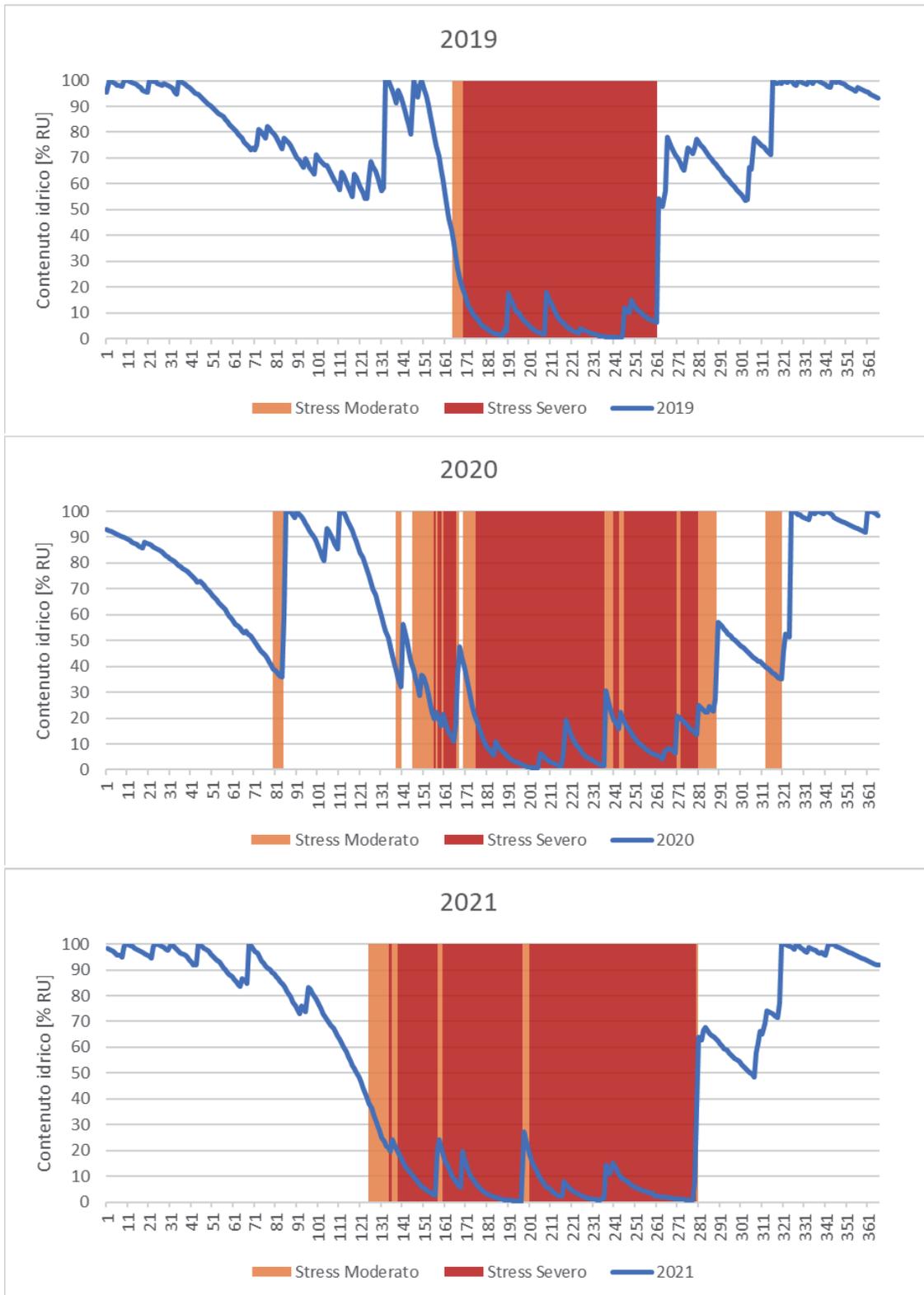
### Funzionalità del suolo

*Disponibilità idriche.* Nel vigneto di riferimento di questa unità, le riserve idriche del suolo nel triennio 2019-2021 sono risultate inferiori rispetto alle altre zone del territorio Piceno. Questo è dovuto alla presenza di suoli poco profondi, che comportano un minore volume di suolo e quindi di acqua disponibile. La dinamica di riduzione del contenuto idrico del suolo risulta quindi anticipata, imponendo condizioni di deficit idrico già in corrispondenza della fase di fioritura del Montepulciano, che si mantengono fino alla fase di maturazione delle uve (Fig. S4.1).

*Attività biologica.* Nonostante le pendenze contenute, lungo il versante si possono verificare marcate differenze in termini di funzionalità dei suoli, con una maggiore attività biologica nella parte a valle. Queste differenze possono essere però ridotte attraverso una corretta gestione dei suoli. A differenza di altre zone, questi suoli mantengono una buona attività biologica nel corso dei mesi estivi, per poi ridursi solo con l'arrivo dell'autunno, in corrispondenza della vendemmia del Montepulciano.

*Perdita di suolo.* I tassi di perdita di suolo possono raggiungere le  $8 \text{ T ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  in condizioni di suolo nudo o lavorato. L'utilizzo di inerbimenti parziali o totali del vigneto permette di ridurre la perdita di suolo rispettivamente a 2 e  $0,5 \text{ T ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ .

**Fig. S4.1 - Disponibilità idriche del suolo nel triennio 2019-2021**



#### Box S4.1 - Caratteristiche del suolo



**Tessitura:** 48,6% sabbia, 18,5% limo e 32,9% argilla

**Classe USDA:** franco-sabbioso-argilloso

**Calcare totale:** 365-380 g/kg

**C.s.c.:** 10,5 meq/100g di suolo

**Profondità:** 65 cm

**Profilo:** Ap1 (0-30 cm), Ap2 (30-60 cm), C (60-65), M (65-150 cm)

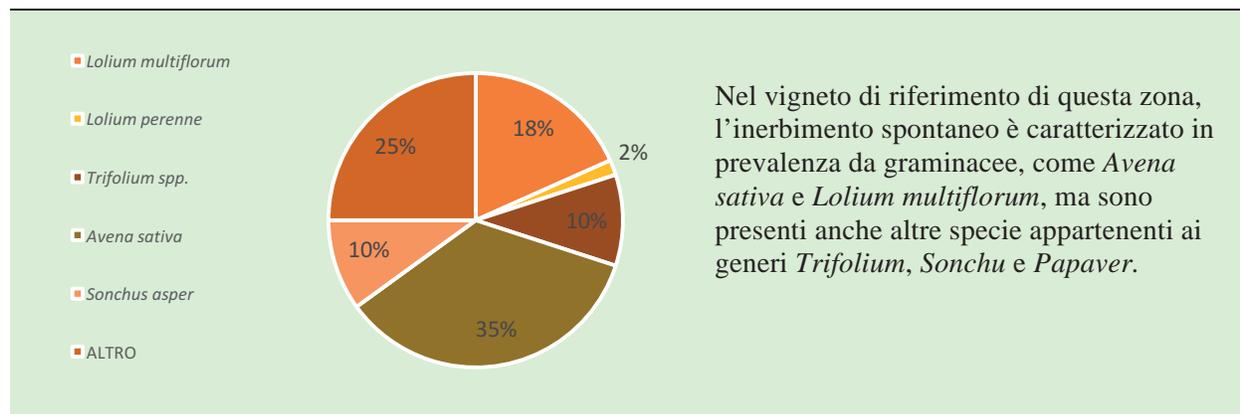
#### Tipologia di gestione del suolo

*Attività biologica del suolo.* L'attività biologica del suolo sembra rispecchiare i livelli di biomassa prodotti per ogni tipologia di inerbimento (Box S4.3). Livelli maggiori sono stati riscontrati con *Trifolium incarnatum* e con il miscuglio, mentre i livelli più inferiori con l'inerbimento spontaneo (Box S4.2). Gli inerbimenti controllati sembrano inoltre ridurre le differenze che emergono lungo il versante a causa dei processi di perdita di suolo.

*Competizione per l'acqua.* Tutte le tipologie di inerbimento sembrano competere con la vite per l'acqua durante la stagione vegetativa, inducendo livelli di stress da moderati a elevati a seconda dell'andamento meteorologico stagionale. Nei mesi più caldi può quindi essere necessaria la rottura del cotico mediante lavorazione del suolo.

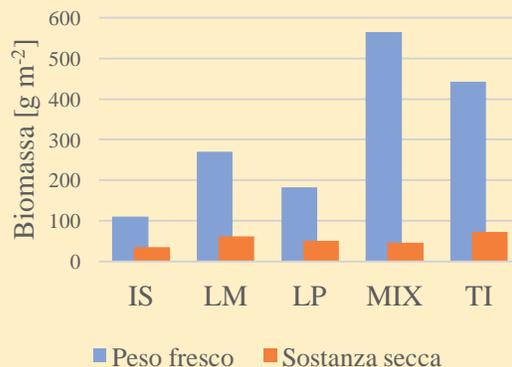
*Effetti sulle uve.* Produzioni maggiori rispetto all'inerbimento spontaneo possono essere ottenute con un miscuglio formato da *Lolium multiflorum* e *Trifolium incarnatum*, o con *Lolium perenne*, che induce un maggiore peso medio del grappolo. Quest'ultimo sembra favorire anche maturazione tecnologica delle uve, con gradi zuccherini maggiori alla vendemmia. L'acidità titolabile delle uve sembra invece essere favorita dall'inerbimento con *Trifolium incarnatum*.

### Box S4.2 - Composizione dell'inerbimento spontaneo



### Box S4.3 - Biomassa prodotta dall'inerbimento

Quantità maggiori di biomassa sono state prodotte dalle tipologie di inerimenti con *Trifolium incarnatum*, sia in monocoltura che in consociazione con *Lolium multiflorum*. La biomassa prodotta da questi inerimenti sembra principalmente legata a un maggiore contenuto idrico; infatti, le differenze in termini di sostanza secca tra le diverse tipologie sono meno marcate. Tra le due specie di *Lolium*, qui presenti anche nell'inerimento spontaneo, una maggiore biomassa è stata prodotta con *L. multiflorum*.

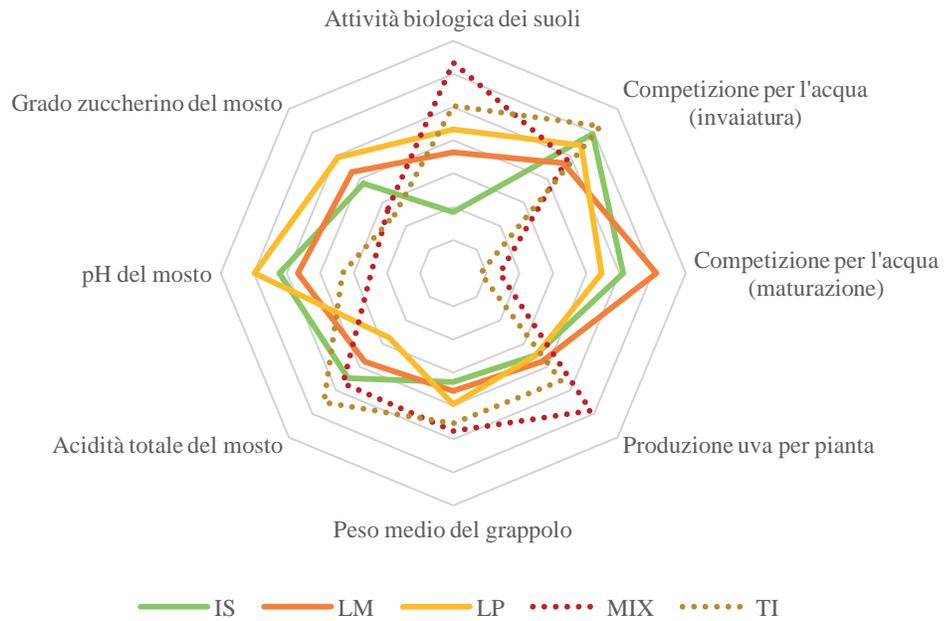


### Box S4.4 - Effetti sul vigore della vite

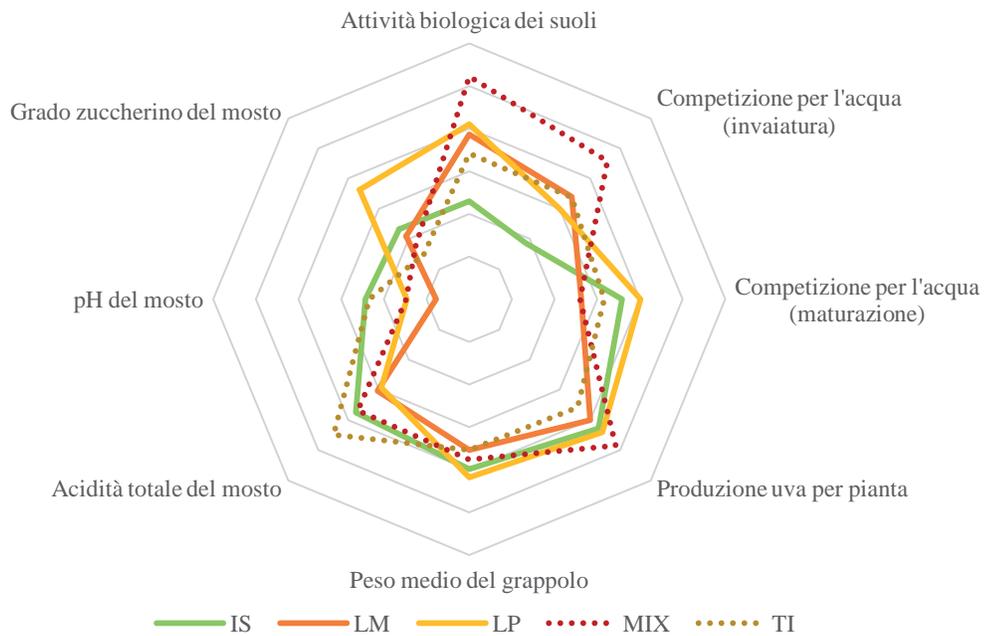


## Montepulciano, esposizione sud e pendenze contenute

### PARTE ALTA DEL VIGNETO



### PARTE BASSA DEL VIGNETO



## Scheda 5 – Pecorino, esposizione prevalente a nord

### Vigneto di riferimento:

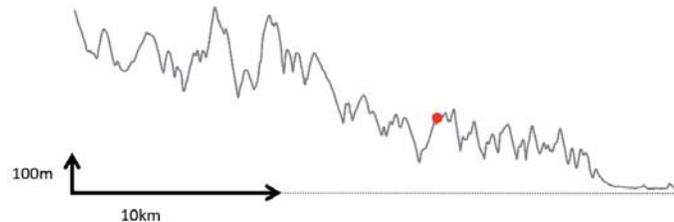
Altitudine media: 160 m s.l.m.

Dislivello: 39 m

Pendenza media: 25°

Lunghezza media del filare: 125,5 m

Esposizione: 34° (Nord)



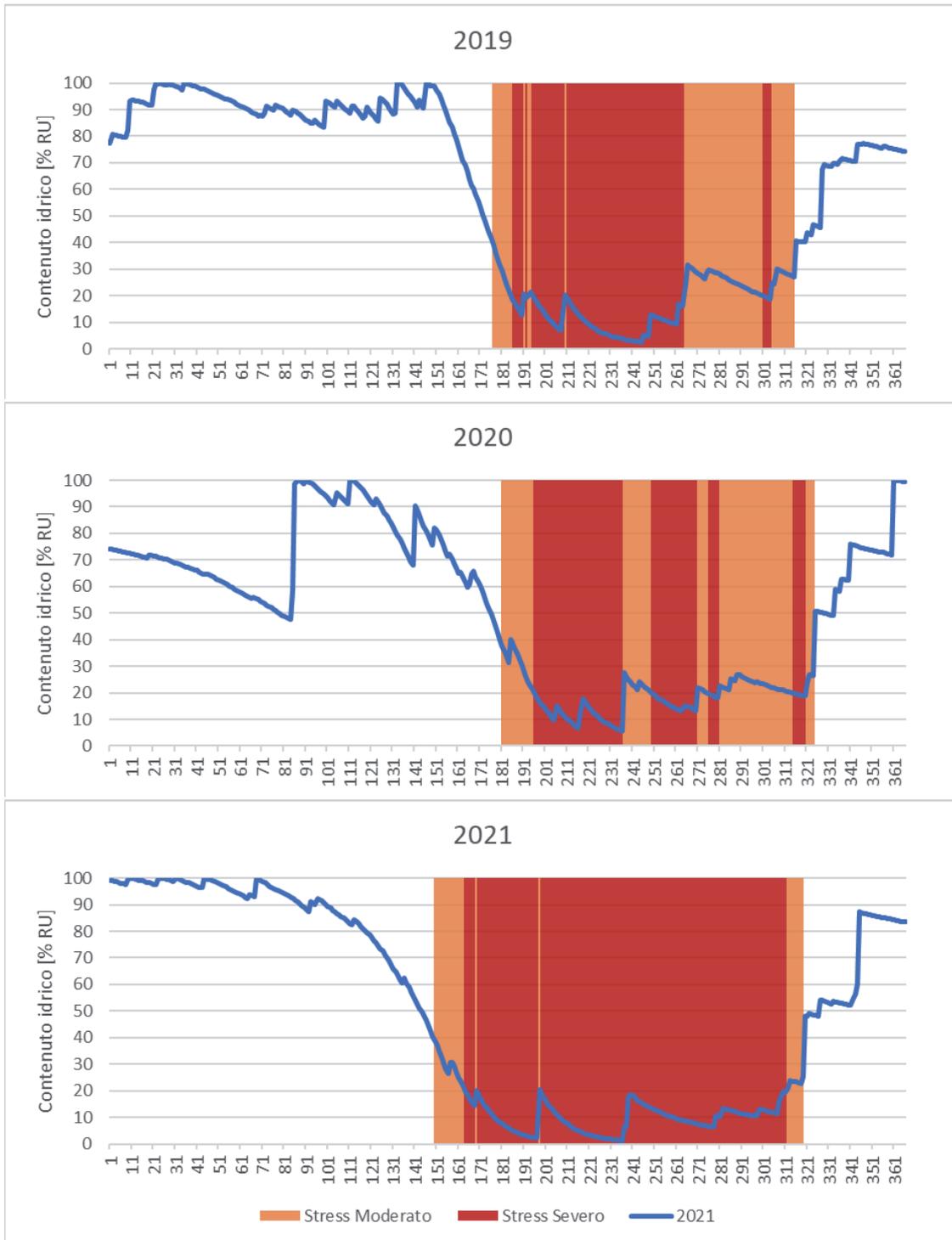
### Funzionalità del suolo

*Disponibilità idriche.* L'andamento delle precipitazioni della zona garantisce una buona disponibilità idrica nelle stagioni fredde, ma induce livelli di deficit idrico intensi nei mesi più caldi. A causa del breve ciclo vegetativo del Pecorino, nel triennio 2019-2021 le fasi di invaiatura e vendemmia sono sempre risultate sottoposte a condizioni di limitata disponibilità idrica, con valori di umidità del suolo inferiori al 40% della capacità di campo. Nelle annate più secche, come il 2021, il deficit idrico si è verificato in anticipo, interessando anche la fase di fioritura, per poi proseguire fino alla vendemmia con livelli inferiori al 20% (Fig. S5.1).

*Attività biologica.* L'attività biologica del suolo nel vigneto di riferimento di questa zona presenta il tipico andamento decrescente nel corso della stagione vegetativa del Pecorino. Questo indice di funzionalità del suolo presenta differenze tra la parte alta e la parte bassa del vigneto, più o meno marcate a seconda della tipologia di gestione del suolo.

*Perdita di suolo.* In presenza di pendenze elevate, il tasso di perdita di suolo per erosione può essere consistente e superare le 20 tonnellate per ettaro per anno ( $T\ ha^{-1}\ a^{-1}$ ) con terreno lavorato. Adottando una gestione del suolo con inerbimento parziale, ad esempio a file alterne, la perdita di suolo può ridursi a 4  $T\ ha^{-1}\ a^{-1}$  se effettuato in modo continuativo, per scendere sotto all'unità ( $1\ T\ ha^{-1}\ a^{-1}$ ) con inerbimento totale del vigneto.

**Fig. S5.1** - Disponibilità idriche del suolo nel triennio 2019-2021



### Box S5.1 - Caratteristiche del suolo



**Tessitura:** 52,6% sabbia, 16,9% limo e 30,5% argilla

**Classe USDA:** franco-sabbioso-argilloso

**Calcare totale:** 315-331 g/kg

**C.s.c.:** 19 meq/100g di suolo

**Profondità:** 130 cm

**Profilo:** Ap (0-50 cm), Bw (50-90 cm) e C (90-130 cm)

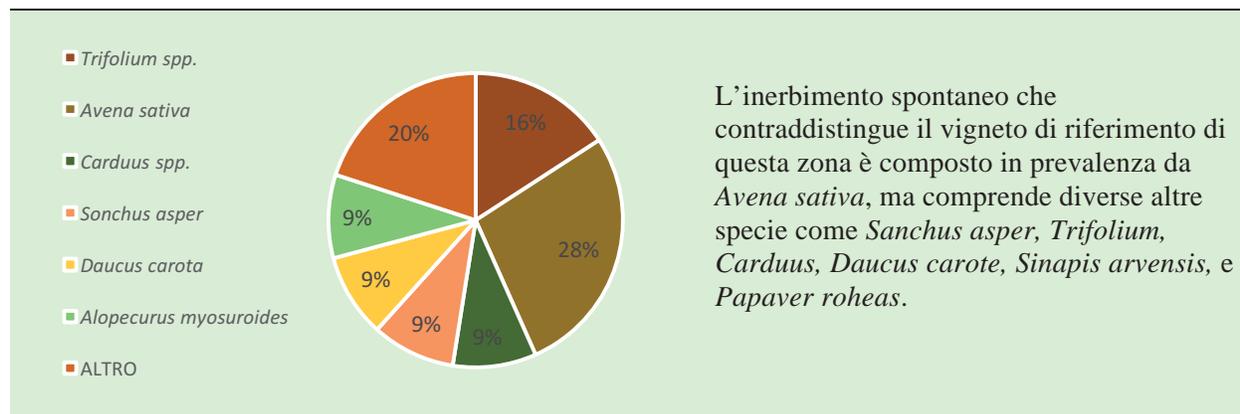
### Tipologia di gestione del suolo

*Attività biologica del suolo.* In presenza di pendenze elevate, la tipologia di inerbimento influisce sull'attività biologica del suolo, in particolare nella parte alta dei vigneti, tendenzialmente più soggetta ad erosione, dove sembra favorita dall'inerbimento con *Lolium perenne*.

*Competizione per l'acqua.* Tutte le tipologie di inerbimento hanno comportato livelli simili di stress idrico al Pecorino durante la fase di invaiatura. Mentre con l'inerbimento spontaneo i livelli di stress riscontrati in invaiatura si mantengono più elevati fino alla vendemmia, l'utilizzo di specie selezionate ha permesso di contenere lo stress idrico durante la maturazione delle uve.

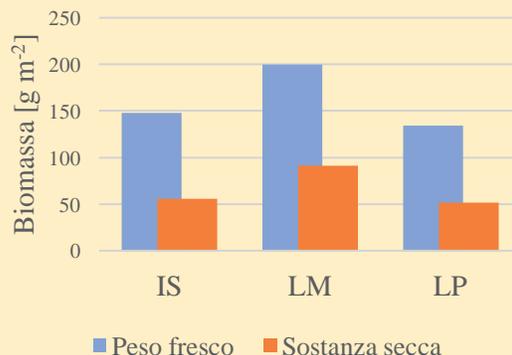
*Effetti sulle uve.* La produzione media di uva per pianta è stata favorita dall'utilizzo di *Lolium perenne* nella parte bassa del vigneto e dall'inerbimento spontaneo nella parte alta. L'inerbimento con *Lolium perenne* ha anche influito sulla maturazione tecnologica delle uve Pecorino rispetto all'inerbimento spontaneo, favorendo l'acidità rispetto all'accumulo di zuccheri.

### Box S5.2 - Composizione dell'inerbimento spontaneo



### Box S5.3 - Biomassa prodotta dall'inerbimento

Le differenze in termini di biomassa media prodotta per ogni tipologia di inerimento sono risultate poco marcate. L'inerimento spontaneo ha prodotto una quantità di biomassa simile a *Lolium perenne*, sia come peso fresco che come sostanza secca. Livelli maggiori di biomassa sono invece stati prodotti da *Lolium multiflorum*.



### Box S5.4 - Effetti sul vigore della vite

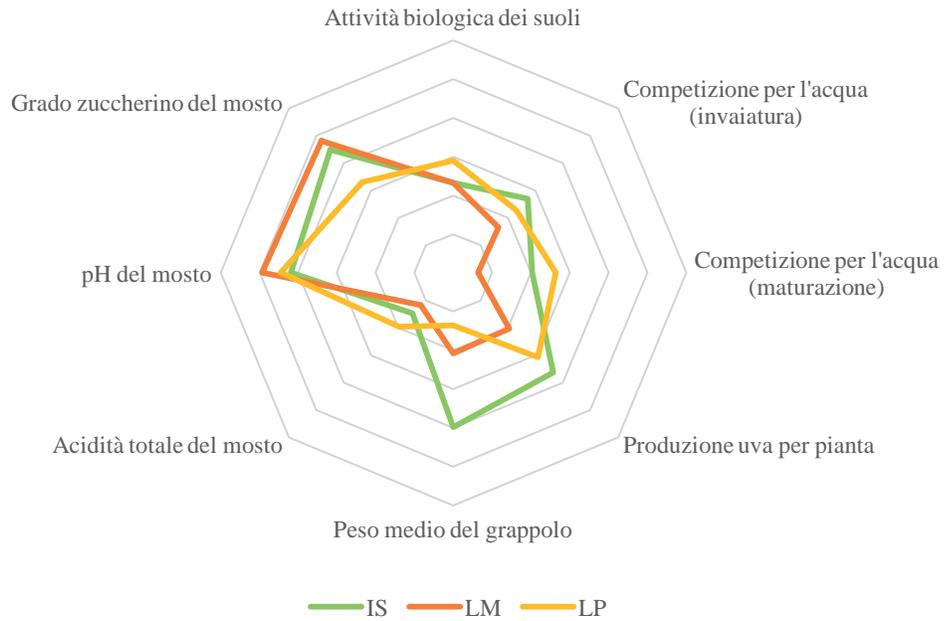


● Alto vigore ● Medio vigore ● Basso vigore

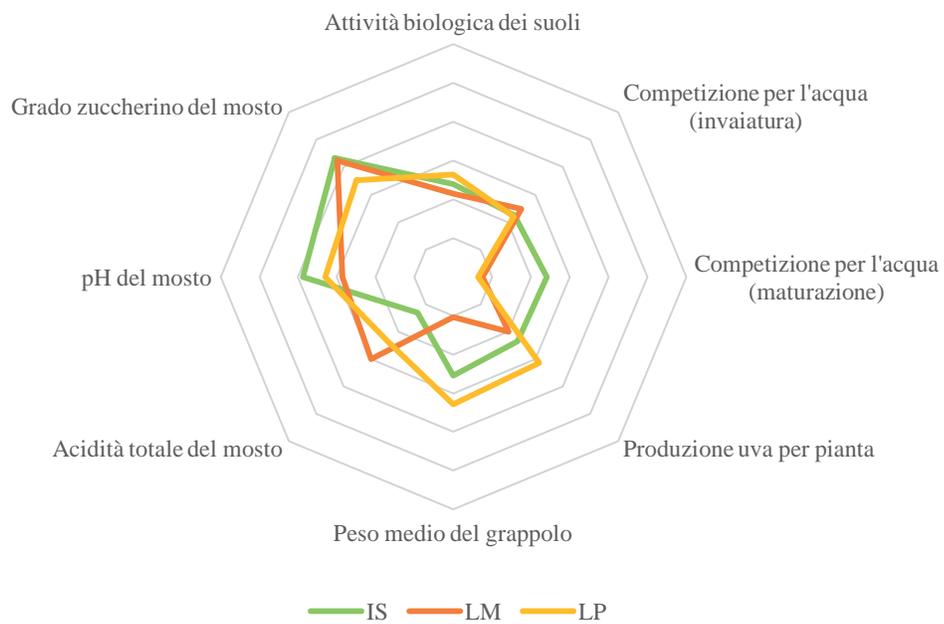
Nel vigneto di riferimento sono evidenti differenze di vigore della vite tra la parte alta e la parte bassa a valle. La tipologia di inerimento utilizzata influisce sul vigore a causa della competizione con la vite per le risorse. La tipologia di inerimento che ha prodotto più biomassa, *Lolium multiflorum*, ha infatti comportato minore vigore nella parte alta del vigneto rispetto a *Lolium perenne* e all'inerimento spontaneo.

## Pecorino, esposizione prevalente a nord

### PARTE ALTA DEL VIGNETO



### PARTE BASSA DEL VIGNETO



## Scheda 6 – Pecorino, esposizione prevalente a sud

### Vigneto di riferimento:

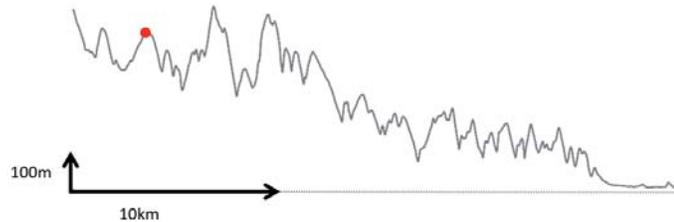
Altitudine media: 377 m s.l.m.

Dislivello: 18 m

Pendenza media: 11°

Lunghezza media del filare: 118 m

Esposizione: 235° (Sud-Ovest)



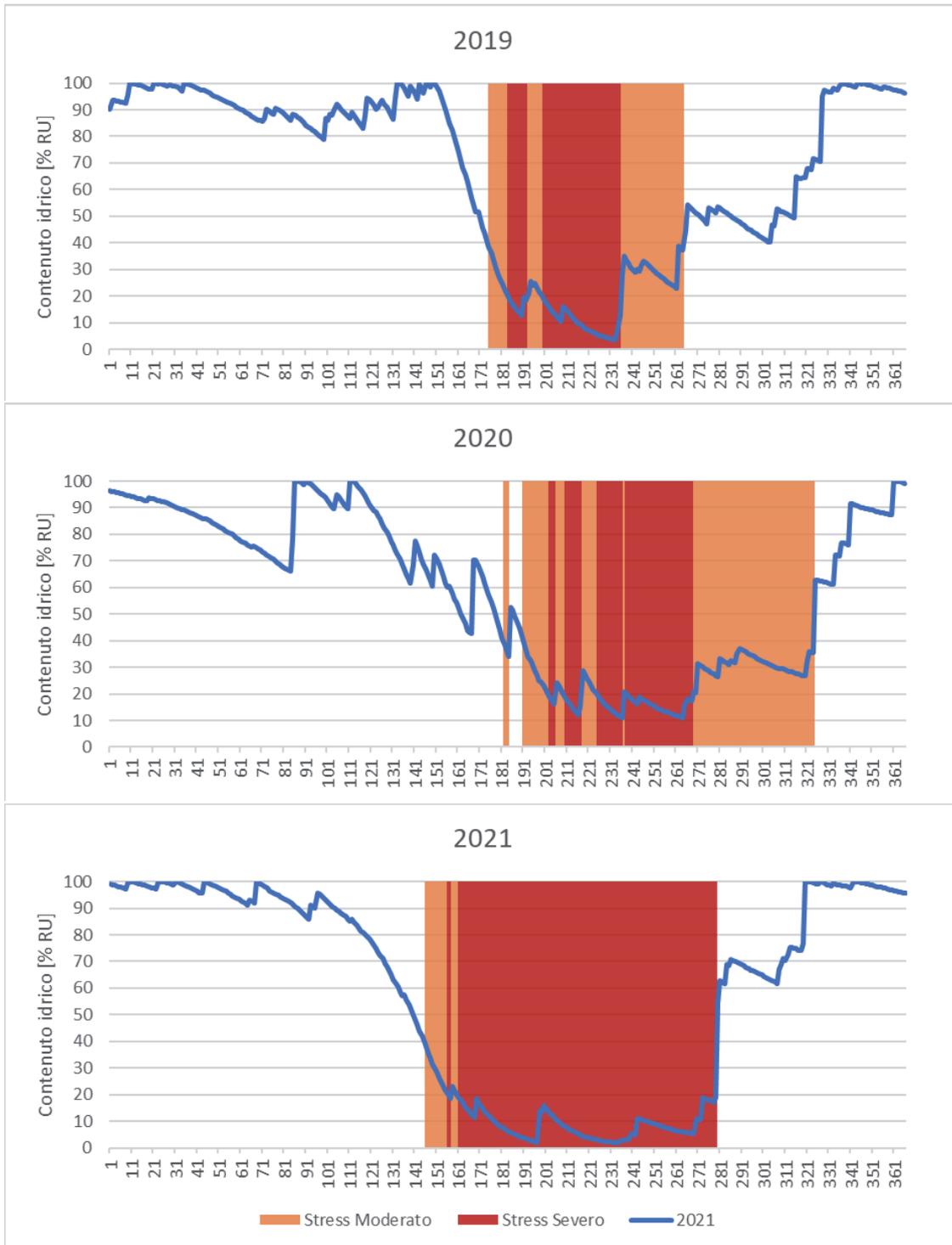
### Funzionalità del suolo

*Disponibilità idriche.* Il bilancio idrico del vigneto di riferimento ha evidenziato la buona disponibilità idrica del suolo nei mesi freddi e condizioni di deficit idrico intenso nei mesi più caldi. L'insorgere di condizioni di carenza idrica per la vite dipende dall'andamento delle precipitazioni stagionali, e nelle annate più calde come il 2021 può interessare anche la fase di fioritura del pecorino. Condizioni di deficit idrico con livelli di umidità relativa dei suoli inferiori al 40% della capacità di campo si verificano in corrispondenza delle fasi di invaiatura e proseguono fino alla vendemmia. Nel 2021, in corrispondenza di queste fasi fenologiche, il contenuto idrico dei suoli si è attestato sotto al 20% rispetto alla capacità di campo (Fig. S6.1).

*Attività biologica.* In termini generali, l'attività biologica del suolo in questa zona è favorita sia dalle pendenze contenute che dalle temperature del suolo, tendenzialmente più elevate nei vigneti esposti a sud. Maggiore attività biologica si verifica in condizioni di buona disponibilità idrica, per poi ridursi nei periodi di bassa umidità del suolo, in modo particolare nella parte alta del vigneto.

*Perdita di suolo.* Le pendenze contenute e sembrano anche limitare la perdita di suolo per erosione, con livelli stimati sotto a  $6 \text{ T ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  in condizioni di suolo lavorato. Adottando una gestione del suolo con inerbimento, sia parziale a file alterne e sia totale sull'intero vigneto, i tassi di perdita di suolo si riducono a livelli inferiori a  $1 \text{ T ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ .

**Fig. S6.1 - Disponibilità idriche del suolo nel triennio 2019-2021**



### Box S6.1 - Caratteristiche del suolo



**Tessitura:** 50,3% sabbia, 15,1% limo e 34,6% argilla

**Classe USDA:** sabbioso-argilloso

**Calcare totale:** 353-390 g/kg

**C.s.c.:** 19,3 meq/100g di suolo

**Profondità:** 150 cm

**Profilo:** Ap (0-60 cm), Bk (60-150 cm)

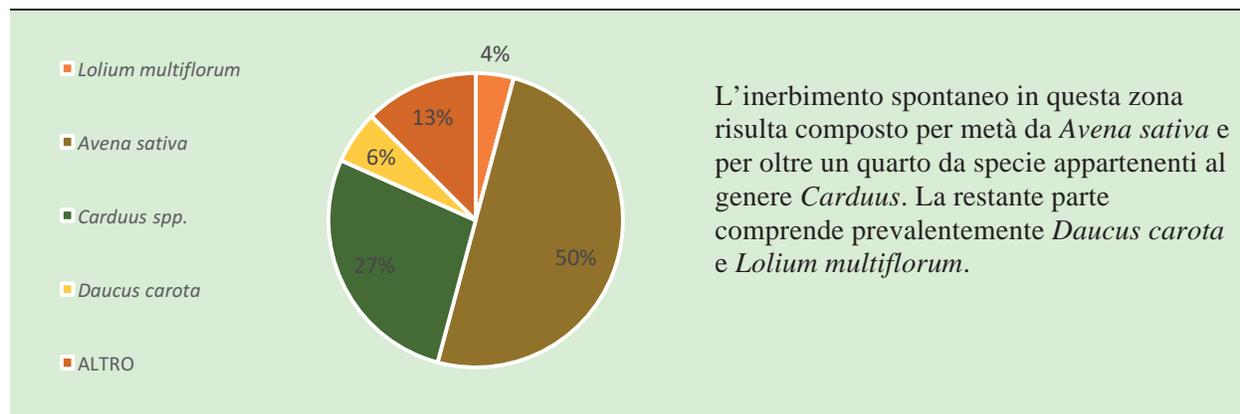
### Tipologia di gestione del suolo

*Attività biologica del suolo.* Nel vigneto di riferimento di questa zona, gli effetti delle tipologie di inerbimento sulla funzionalità del suolo emergono nella parte alta del vigneto, dove l'attività biologica è favorita dall'inerbimento controllato con *Trifolium incarnatum*.

*Competizione per l'acqua.* L'utilizzo di inerbimenti con specie selezionate permette di contenere i livelli di stress idrico della vite in fase di invaiatura, per poi competere maggiormente durante la maturazione delle uve. In stagioni caratterizzate da una scarsa disponibilità idrica, può essere quindi necessario un intervento di rottura del cotico erboso.

*Effetti sulle uve.* L'inerbimento spontaneo in questa zona sembra garantire la produzione maggiore nella parte alta del vigneto. L'utilizzo di specie selezionate sembra invece favorire la qualità delle uve, con maggiori livelli di acidità totale ottenuti con *Lolium multiflorum* e *Lolium perenne*.

### Box S6.2 - Composizione dell'inerbimento spontaneo



### Box S6.3 - Biomassa prodotta dall'inerbimento

La maggiore quantità di biomassa è stata prodotta con l'impiego di *Trifolium incarnatum*, sia in termini di peso fresco sia come sostanza secca. Anche *Lolium perenne* ha prodotto una quantità di biomassa simile in termini di peso fresco, ma caratterizzata da maggiore umidità. Il miscuglio di *Lolium multiflorum* e *Trifolium incarnatum* ha prodotto in questo caso quantità di biomassa inferiori agli altri inerbimenti.



### Box S6.4 - Effetti sul vigore della vite

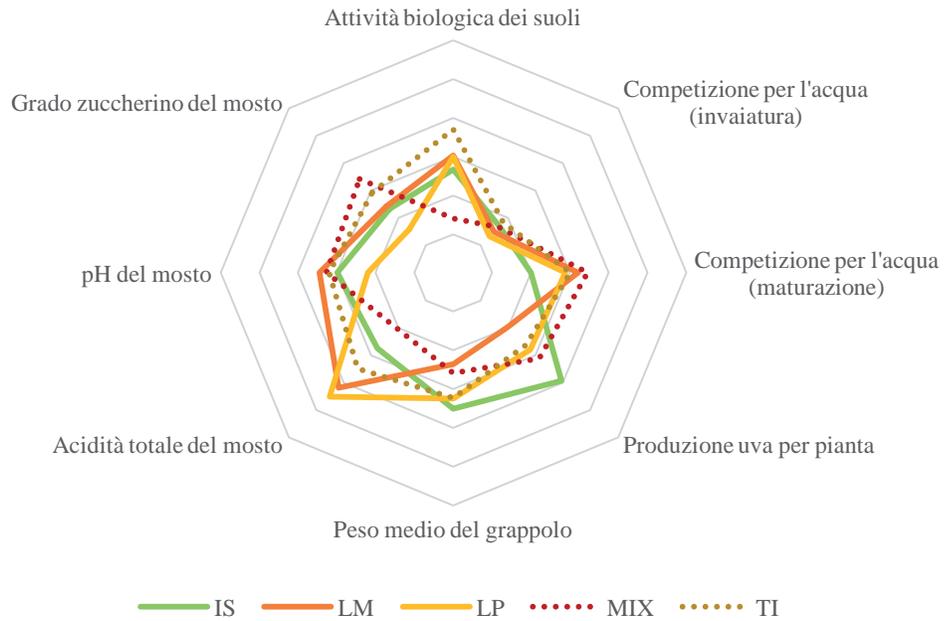


● Alto vigore    ● Medio vigore    ● Basso vigore

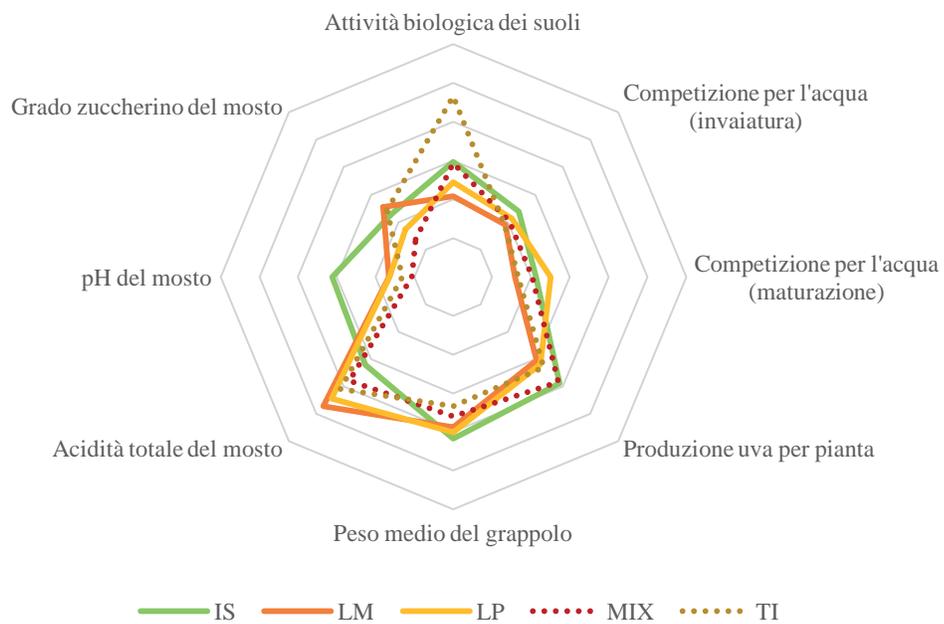
A causa della competizione per le risorse con l'inerbimento, la tipologia di gestione del suolo ha influito sul vigore della vite, con differenze più marcate nella parte alta del vigneto. Gli inerbimenti che hanno prodotto più biomassa, come *Lolium perenne* e il miscuglio, sono quelli che hanno utilizzato più risorse e di conseguenza hanno comportato un minore vigore del Pecorino.

## Pecorino, esposizione prevalente a sud

### PARTE ALTA DEL VIGNETO



### PARTE BASSA DEL VIGNETO



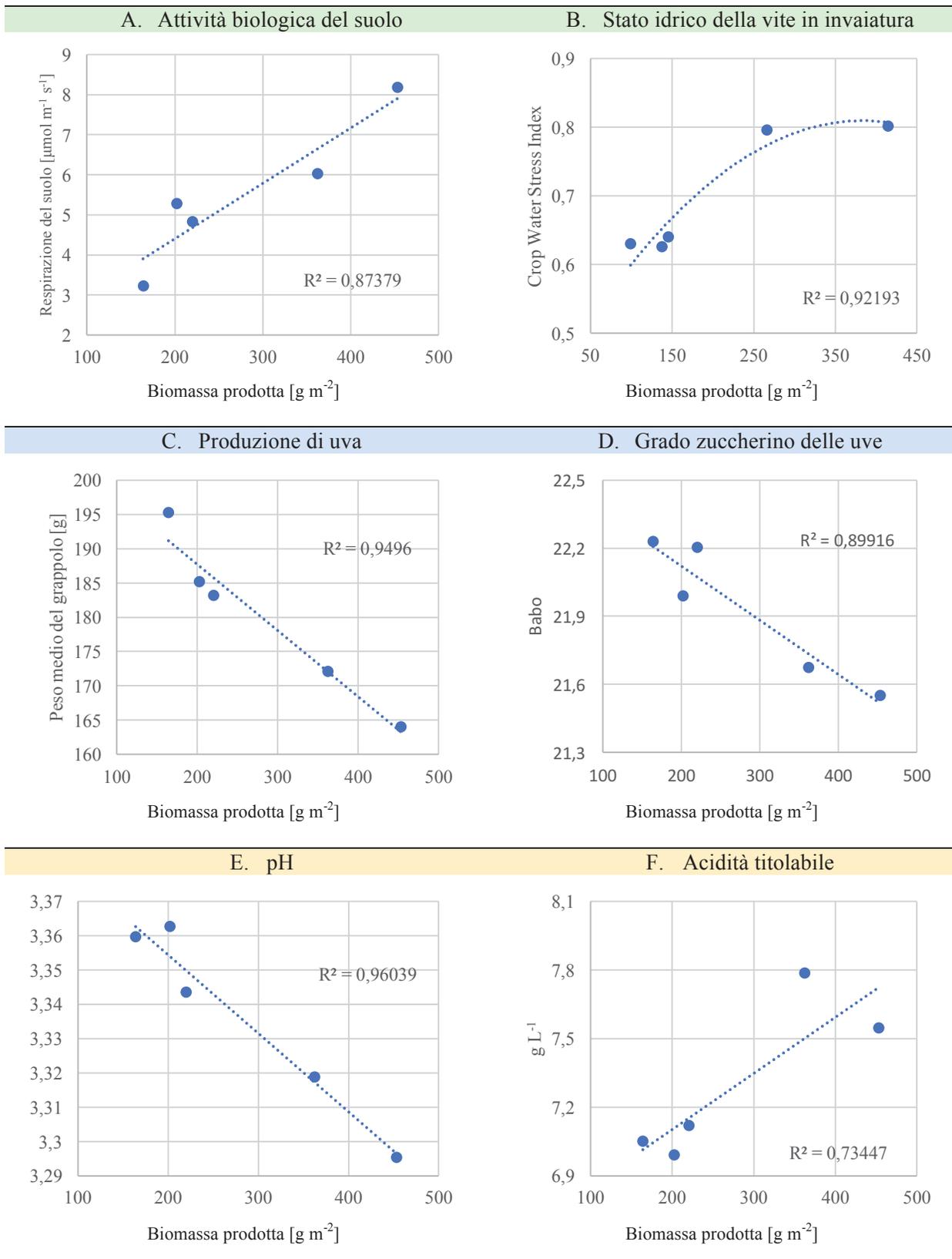
## Indicazioni generali

Dall'analisi dei risultati riportati nelle schede delle differenti UdP è possibile rilevare una serie di aspetti comuni ai diversi areali dell'ambiente Piceno, questi permettono di trarre, se pur sommarie, delle indicazioni generali sulla gestione dei suoli. Come premesso l'utilizzo dell'inerbimento nella gestione del suolo permette di ottenere numerosi effetti che per i quali è possibile affermare che saranno tanto maggiori tanto più la biomassa prodotta dall'inerbimento sarà elevata. D'altro canto questi effetti dobbiamo ricordare possono essere sia positivi come: il controllo delle erbe infestanti, la conservazione del suolo e della sua fertilità, una positiva influenza sulla qualità del vino a cui si deve aggiungere l'elevata sostenibilità ambientale di questa pratica; o in altri casi possono avere anche dei risvolti negativi come: competizione per la nutrizione idrica e minerale, depressione del vigore della vite e della sua produttività, fino ad arrivare ad una riduzione della qualità delle uve e dei mosti (Tab. 9). Queste affermazioni sono in generale suffragate dai risultati delle indagini condotte nel triennio della sperimentazione (fig. 14).

**Tab. 9** - Effetti favorevoli e sfavorevoli correlati al quantitativo la biomassa prodotta dall'inerbimento

Effetti positivi	Effetti negativi
↑ Sostanza organica nel suolo	↑ Stress idrico alla vite
↑ Attività biologica del suolo	↓ Vigore della vite
↑ Capacità di ritenzione idrica del suolo	↓ Produzione di uva
↑ Struttura dei suoli	↑ Costo di gestione
↑ Acidità delle uve	↓ Accumulo di zuccheri

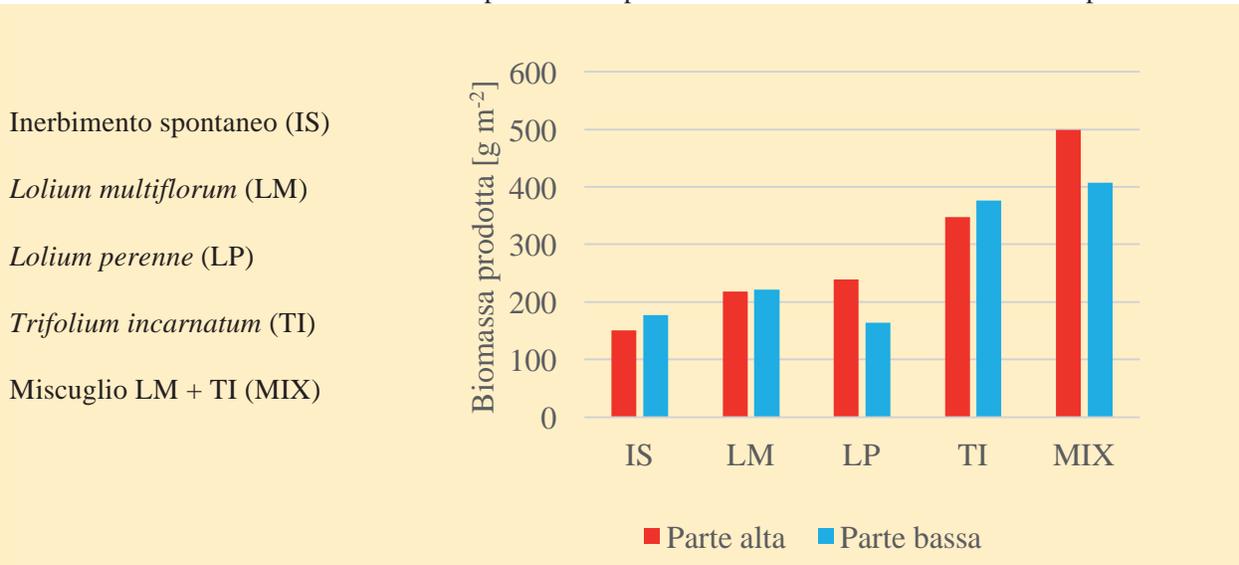
In particolare, possiamo evidenziare come al crescere della biomassa prodotta dall'inerbimento si ha un effetto positivo sull'attività biologica del suolo (Fig.14A) e sul quadro acido dei mosti (Fig.14E e F), al contempo però si assiste ad un incremento delle condizioni di stress idrico (Fig.14B) e ad una diminuzione della produttività (Fig.14C) e del tenore zuccherino dei mosti (Fig.14D). Questi risultati evidenziano come, nelle condizioni in cui sono state condotte le sperimentazioni, sia necessaria una particolare attenzione nell'evitare eccessi di competizione tra l'inerbimento e la vite, sia per la nutrizione minerale che per quella idrica in particolare. Se l'obiettivo della gestione del suolo mediante inerbimento è di massimizzare i benefici dell'inerbimento, attraverso un'abbondante copertura dell'interfilare, senza però incorrere negli effetti negativi che questa potrebbe avere sulla coltura, appare quindi necessario giungere ad un compromesso che bilanci gli effetti positivi e negativi di questo tipo di gestione soprattutto in questi ambienti.



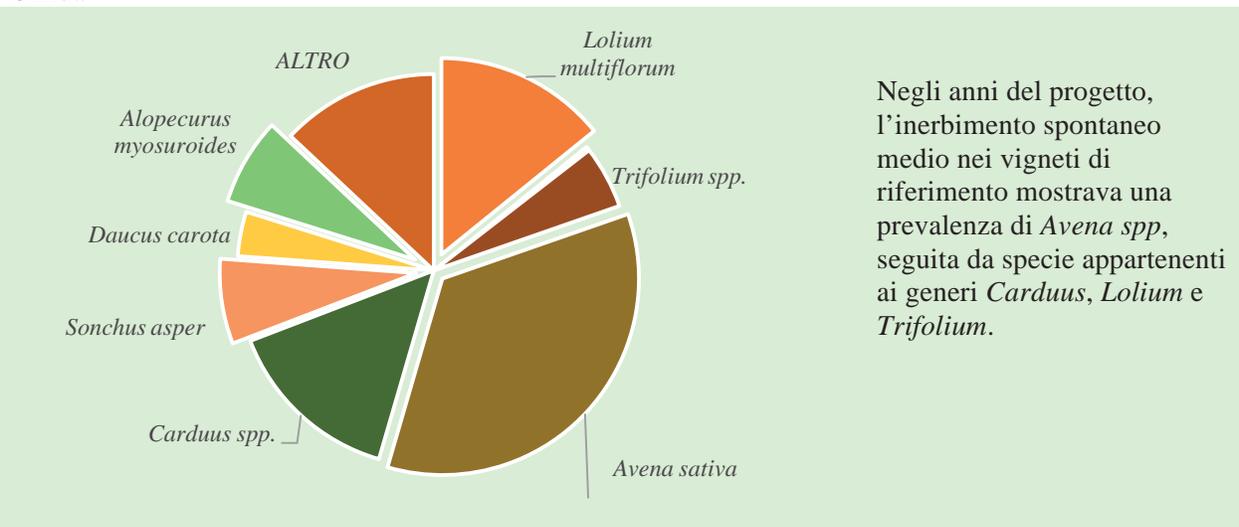
**Fig. 14** - Relazione tra la biomassa prodotta dall'inerbimento e i parametri analizzati

Come accennato l'obiettivo di trarre i maggiori benefici dalla gestione del suolo tramite inerbimento senza incorrere nelle ripercussioni negative di questa pratica può essere raggiunto attraverso la scelta della tipologia d'inerbimento da utilizzare ma soprattutto con la corretta modalità di gestione di questo. Per quel che riguarda le tipologie d'inerbimento (box 1) sono riportati i valori di biomassa prodotta dai differenti

**Box 1.** Produzioni medie di biomassa in peso fresco per i diversi inerbimenti utilizzati nella prova



**Box 2.** Composizione floristica media degli inerbimenti spontanei nei vigneti di riferimento della DOC Offida

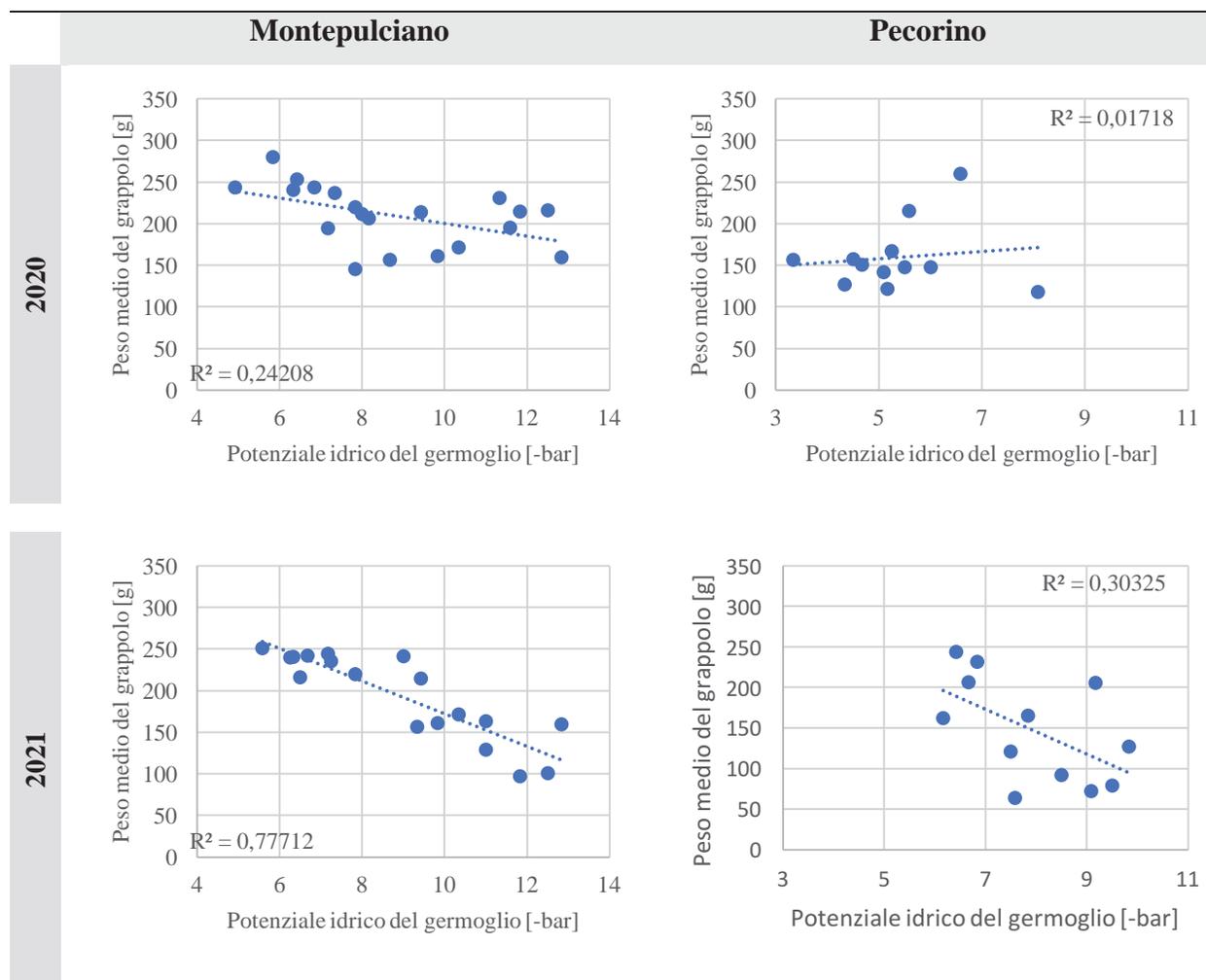


tipi d'inerbimento utilizzati. Questi risultano sempre maggiori quando nell'inerbimento è presente il Trifoglio incarnato, evidenziando, in generale, come la presenza di leguminose permetta di ottenere livelli di biomassa maggiori, mentre gli inerbimenti composti da graminacee e nel caso specifico quello spontaneo hanno mostrato una capacità di produrre biomassa inferiore. Questi risultati sono spiegati dalla diversa biologia e di attitudine produttiva delle graminacee e leguminose. In generale il trifoglio incarnato ha un'attitudine a produrre biomassa più che doppia rispetto alle graminacee considerate, inoltre possiede una elevata tolleranza alle alte temperature che gli permette di rimanere in attività vegetativa fino a 40°C mentre i loietti non tollerano temperature oltre i 34°C. Una puntualizzazione è inoltre necessaria per quel che riguarda l'inerbimento spontaneo, questo presenta valori di biomassa prodotta bassi e paragonabili a quelli ottenuti con i *Lolium* e analizzando la composizione floristica media (box 2) rilevata durante le indagini emerge come questa sia costituita per la maggior parte da *Avena* spp e da *Lolium* spp, graminacee che, come già descritto, non sviluppano una abbondante biomassa e presentano una bassa tolleranza alle alte temperature estive e pertanto paragonabili agli inerbimenti artificiali ottenuti con la semina dei *Lolium*.

Passando alle modalità gestionali degli inerbimenti possiamo trarre importanti suggerimenti dai risultati dell'indagine. Considerando quanto descritto nelle schede delle differenti UdP per quanto riguarda gli andamenti termo-pluviometrici del triennio considerato, rileviamo che, gli anni 2019 e 2020 mostrano una simile data di inizio delle condizioni di stress idrico, che nel 2020 permangono più a lungo, di contro il 2021 mostra precoci e prolungate condizioni di stress. Questi differenti andamenti meteorologici messi in relazione alle performance dei vigneti evidenziano come solo nell'anno più siccitoso e caldo, il 2021, ci sia una relazione significativa tra lo stato idrico della vite, espresso come potenziale idrico del germoglio, e il peso medio del grappolo per entrambi i vitigni considerati (Fig. 13).

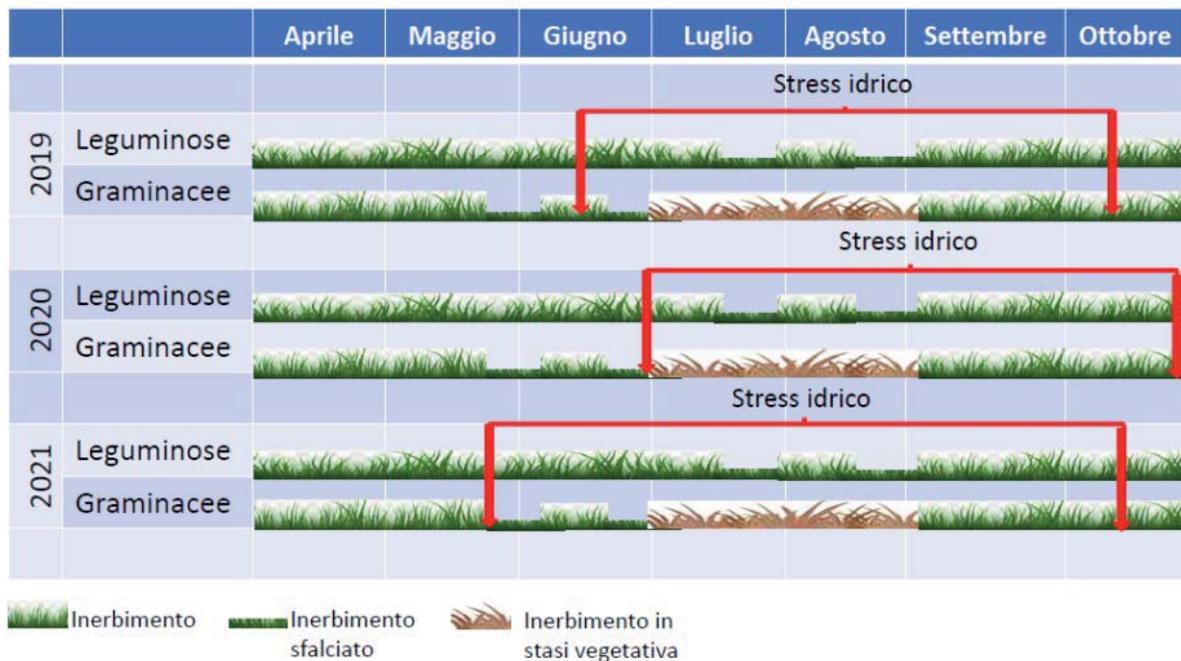
Questi risultati suggeriscono una strategia di gestione del suolo che preveda l'utilizzo dell'inerbimento in modo dinamico tanto più l'inerbimento utilizzato produca un'elevata biomassa.

In generale la gestione dell'inerbimento per migliorare e rendere più rapida la copertura del suolo richiede che lo sfalcio delle leguminose sia effettuato nella fase di fioritura mentre per le graminacee questa operazione deve essere realizzata prima della fioritura. Queste tempistiche messe in relazione con la fenologia delle essenze, le leguminose utilizzate per questi scopi fioriscono da fine primavera e per tutta l'estate, mentre le graminacee hanno un calendario di fioritura più precoce, di norma aprile-maggio, evidenziando un ampio sfasamento delle tempistiche per l'attuazione della tecnica colturale. A questo primo sfalcio a seconda delle condizioni meteorologiche può seguirne un secondo che si realizza all'inizio dell'estate per le graminacee e successivamente per le leguminose.



**Fig. 13** - Relazione tra lo stato idrico della vite e il peso medio del grappolo nelle annate 2020 e 2021. Nell'annata 2021, caratterizzata da una minore disponibilità idrica, la relazione tra i due parametri risulta più stretta

A seguito di queste premesse possiamo individuare differenti strategie (Fig. 14). Gli inerbimenti permanenti costituiti da leguminose in purezza o in miscuglio presenta una biologia e un tipo di gestione che tende ad avere una elevata competizione con la vite durante i periodi di stress precoci o mediamente precoci come negli anni 2021 e 2019. In questi casi sarà opportuno rompere l'inerbimento mediante lavorazioni superficiali del suolo al fine d'interrompere la competizione. In annate come la 2020 in cui si è avuta una maggiore disponibilità idrica, a seguito della comparsa di stress ad inizio estate, potrebbe risultare sufficiente intervenire con sfalci anticipati del prato al fine di ridurre la competizione con la vite.



**Fig. 14** - Cadenza temporale dei periodi di stress idrico verificatisi nel triennio d'indagine sovrapposti alla cadenza temporale della normale gestione dell'inerbimento per leguminose e graminacee e alla loro naturale biologia.

Nel caso in cui si proceda alla costituzione di un inerimento permanente realizzato con graminacee la tempistica degli sfalci e la loro biologia, che si caratterizza per una più intensa stasi vegetativa estiva, hanno consentito di evitare condizioni di forte competizione in due annate su tre della prova. In dettaglio solo in anni come il 2021 in cui la comparsa dello stress idrico è particolarmente precoce risulta necessario, per le graminacee, interrompere qualsiasi tipo di competizione con il vigneto, operando delle lavorazioni superficiali del terreno; nelle annate in cui lo stress compare tra la fine della primavera e l'inizio dell'estate, come nel 2019, la gestione dell'inerimento attraverso le sue normali tempistiche di sfalcio dovrebbe permettere di limitare la competizione tra inerimento e vite nei limiti accettabili, senza che questa possa indurre eccessive riduzioni di produzione e senza andare a discapito della qualità delle uve. Infine, in annate come la 2020 durante la quale lo stress idrico è comparso ad estate iniziata la gestione e la fenologia dell'inerimento con graminacee ha permesso di limitare solo a lievi fenomeni di competizione idrica il rapporto con il vigneto permettendo di beneficiare a pieno della presenza dell'inerimento senza incorrere in effetti negativi sulla produttività e qualità delle uve.

A questi aspetti si aggiungono le caratteristiche morfologiche del territorio Piceno che, a causa delle alte pendenze e diverse esposizioni, impongono un'elevata variabilità interna al vigneto in termini di disponibilità idriche. Dalle schede sito-specifiche sopra riportate, si può notare come le condizioni di stress idrico della vite risultano tendenzialmente più intense nella parte alta del vigneto, soprattutto in presenza di pendenze elevate. Nel caso di elevata competizione tra l'inerbimento e la vite, che si può verificare nelle annate più secche, la lavorazione del suolo può essere limitata alla parte del vigneto con livelli di stress più intenso. Una gestione del suolo dinamica e differenziata può quindi essere utilizzata come tecnica per omogeneizzare le produzioni e la maturazione delle uve all'interno del vigneto. Questa tipologia di gestione, che ricade nel concetto di viticoltura di precisione, è possibile soltanto attraverso una conoscenza approfondita della variabilità ambientale interna ad ogni vigneto, o mediante lo sviluppo e l'adozione di sistemi di supporto delle decisioni specifici per ogni areale viticolo.

## Riferimenti bibliografici

- Celette, F., Gaudin, R., & Gary, C. (2008). Spatial and temporal changes to the water regime of a Mediterranean vineyard due to the adoption of cover cropping. *European Journal of Agronomy*, 29(4), 153-162.
- Colugnati, G., G. Cattarossi, and G. Crespan. (2004). Gestione del terreno in viticoltura. *Vigne Vini* 11:53-83.
- Fourie, J. C. (2010). Soil management in the Breede River Valley wine grape region, South Africa. 1. Cover crop performance and weed control. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 31(1), 14-21.
- Hartwig, N. L., & Ammon, H. U. (2002). Cover crops and living mulches. *Weed science*, 50(6), 688-699.
- Ingels, C. A., Scow, K. M., Whisson, D. A., & Drenovsky, R. E. (2005). Effects of cover crops on grapevines, yield, juice composition, soil microbial ecology, and gopher activity. *American journal of enology and viticulture*, 56(1), 19-29.
- Lopes, C., Monteiro, A., Ruckert, F. E., Gruber, B., Steinberg, B., & Schultz, H. R. (2004). Transpiration of grapevines and co-habiting cover crop and weed species in a vineyard. A "snapshot" at diurnal trends. *Vitis-Geilweilerhof*-, 43(3), 111-118.
- McGourty, G. (2004). Cover cropping systems for organically farmed vineyards. *Prac. Winery Vineyard*, 1-7.
- Monteiro, A., Lopes, C. M., Machado, J. P., Fernandes, N., & Araújo, A. (2008). Cover cropping in a sloping, non-irrigated vineyard: 1-Effects on weed composition and dynamics.
- Morlat, R., & Jacquet, A. (2003). Grapevine root system and soil characteristics in a vineyard maintained long-term with or without interrow sward. *American Journal of Enology and Viticulture*, 54(1), 1-7.
- Salazar, D.M., Melgarejo, P. (2005). *Viticultura. Técnicas del cultivo de la vid, calidad de la uva y atributos de los vinos*. Ediciones MundiPrensa, Madrid
- Smith, P. (2008). Land use change and soil organic carbon dynamics. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 81, 169-178.
- Tan, S., & Crabtree, G. D. (1990). Competition Between Perennial Ryegrass Sod and Chardonnay Wine Grapes for Mineral Nutrients. *HortScience*, 25(5), 533-535.
- Valdés-Gómez, H., Celette, F., de Cortázar-Atauri, I. G., Jara-Rojas, F., Ortega-Farías, S., & Gary, C. (2009). Modelling soil water content and grapevine growth and development with the STICS crop-soil model under two different water management strategies. *Oeno One*, 43(1), 13-28.





