

CENTRO TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

RAPPORTO

2023



FONDAZIONE
EDMUND MACH
dal 1874

CENTRO TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

RAPPORTO

2023



FONDAZIONE
EDMUND MACH
dal 1874

CENTRO TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

Fondazione Edmund Mach

Email info.ctt@fmach.it

Telefono 0461 615461

<https://ctt.fmach.it>

DIRETTORE EDITORIALE

Maurizio Bottura

CURATRICE

Erica Candioli

FOTOGRAFIE

Archivio FEM-CTT e autori, Archivio IDESIA, Roberta Cainelli, Erica Candioli, Giovanni Cavulli,

Matteo de Concini, Matteo Festi, Franca Ghidoni, Luca Toldo, Mauro Zuanazzi

Pag. 34: [Popillia_japonica_male_\(51138089766\).jpg](#) by Gilles San Martin from Namur, Belgium

CC BY-SA 2.0 via Wikimedia Commons

Copertina, pag. 61, 73, 81, 86, 93, 123, 127: Shutterstock

REFERENZE PUBBLICAZIONI

Biblioteca FEM

PROGETTO GRAFICO ED EDITORIALE

IDESIA - www.idesia.it

ISSN 20-37-7541

© 2024, **Fondazione Edmund Mach**

Via Edmund Mach 1, 38098 San Michele all'Adige (Trento)

INDICE

RAPPORTO CENTRO TRASFERIMENTO TECNOLOGICO 2023

Prefazione	7
■ LE RELAZIONI	9
Il 2023 del Centro Trasferimento Tecnologico	10
Andamento climatico 2023	18
Rinnovato interesse per la chimica agraria e l'analisi della fertilità	20
L'annata frutticola 2023	21
Confronto tra diverse gestioni della flora infestante in frutteto e impatto sulla qualità delle produzioni	22
Gestione biologica e integrata a confronto: valutazione vegeto-produttiva in cinque anni di sperimentazione in meleto	27
Danni di cimice asiatica su cultivar di melo: effetto combinato di posizione sulla chioma, stagionalità e gestione agronomica	29
Monitoraggio degli organismi da quarantena delle piante: prima intercettazione di <i>Popillia japonica</i> in Trentino	34
Valutazione epidemiologica di isolati monosporici di <i>Venturia asperata</i> provenienti da Trentino e Alto Adige	35
Prospettive di utilizzo di sistemi di applicazione a punto fisso nella difesa del melo	37
Metodi alternativi di controllo dei marciumi del melo in post-raccolta	40
L'annata ciliegio e piccoli frutti 2023	46
Valutazione di substrati organici per fragola fuori suolo: prime osservazioni sui prodotti disponibili in Trentino	47
Novità sulla biologia di antonomo della fragola e sulla gestione integrata	51
Aggiornamento sulla biologia dell'eriofide della mora di rovo in Trentino	54
Utilizzo di substrati senza torba nel florovivaismo	56
Punteruolo del cavolo in Val di Gresta: descrizione dei danni e prime note sulla fenologia	59
Primo ritrovamento di ' <i>Candidatus Phytoplasma fragariae</i> ' in nocciolo in Trentino	61
Annata olivicola 2023	62
Cascola delle olive: i rischi di alimentazione della cimice asiatica (<i>Halyomorpha halys</i> Stål)	63
L'annata viticola 2023	67
Irrigazione di precisione: monitoraggio dello stato idrico di suolo, pianta e atmosfera. La sperimentazione su Teroldego	70
Sostenibilità del vigneto in regime di gestione integrata e biologica	74
Virus della vite: conoscere per contrastare	75

Effetti sull'acarofauna utile degli insetticidi utilizzati nella lotta obbligatoria contro flavescenza dorata	78
Esperienze di applicazione dei lieviti non- <i>Saccharomyces</i>	80
Nuove valutazioni sull'instabilità del tartrato di calcio nei vini	83
Caratterizzazione compositiva e isotopica degli aromi varietali di mosti e vini da uve Moscato Giallo come possibile strumento di autenticità	86
Derivati cianici in enologia: nuovo approccio alla quantificazione in cromatografia ionica con detector amperometrico	89
Nuove opportunità analitiche di caratterizzazione del tannino enologico e alimentare	91
La stagione foraggera 2023 in Trentino	94
Droni in campo per difendere l'oro giallo di Storo	99
Al via il Bollettino distribuzione effluenti zootecnici nelle ZVN	100
La problematica STEC	100
Calcolo dei costi standard di produzione per il Fondo IST-LATTE	101
Linee d'azione per il contrasto al bostrico tipografo nelle peccete trentine	104
Gli impollinatori e l'apicoltura nelle foreste abbattute dalla tempesta Vaia	108
BeeWild: la citizen science e la storia naturale delle colonie selvagge di <i>Apis mellifera</i>	110
Progetto filiera ASTRO - competitività e sostenibilità dell'acquacoltura di montagna	113
La medusa d'acqua dolce in Italia	116
Composizione del paesaggio e stagionalità influenzano la contaminazione da prodotti fitosanitari nel polline raccolto da <i>Apis mellifera</i>	118
Approfondimenti tecnici circa il funzionamento di campionatori passivi (POCIS) per il monitoraggio delle acque superficiali	120
La chimica degli alimenti: studiosi a confronto	122
Carotenoidi e vitamine liposolubili: comparazione fra prodotti lattiero-caseari d'alpeggio e industriali	123
Passata di pomodoro 100% naturale? Come l'analisi isotopica può aiutarci a capirlo	127

■ L'ATTIVITÀ IN SINTESI	131
Piattaforma servizi: messaggistica tecnica	132
I dati dei servizi e delle attività	136
Le aziende clienti 2023	138
Riconoscimenti	139
Pubblicazioni 2023	140
<i>Articoli pubblicati su riviste scientifiche con fattore d'impatto</i>	140
<i>Articoli pubblicati su riviste tecnico-scientifiche e divulgative</i>	153
<i>Contributi a convegni pubblicati</i>	156
<i>Monografie e capitoli di libro</i>	162
Prodotti editoriali	164
<i>Pubblicazioni periodiche</i>	142
<i>Approfondimenti monografici del Centro Trasferimento Tecnologico della Fondazione Edmund Mach</i>	165
<i>Monografie</i>	167
Eventi organizzati 2023	168
Formazione per adulti	169
Insegnamento	171
Tesi discusse nel 2023	173
Affiliazioni a società scientifiche/accademie	175
Partecipazione comitati e gruppi di lavoro	177
Il personale del CTT 2023	179
La Fondazione Edmund Mach	182

PREFAZIONE

Per il Centro di Trasferimento Tecnologico, che svolge attività di ricerca applicata, sperimentazione, consulenza tecnica e monitoraggio del territorio e le integra con una continua attività di formazione ed informazione indirizzata alle imprese agricole, la comunicazione riveste un ruolo centrale dell'attività favorendo l'innovazione tecnologica e la sua applicazione nella quotidianità delle diverse realtà produttive della provincia.

Il Rapporto del CTT, ormai giunto alla 15ª edizione, rappresenta uno degli strumenti utilizzati per far conoscere all'esterno le attività più significative svolte nell'annata di riferimento dal personale del Centro, frutto dell'interazione sinergica tra chi è impegnato nella consulenza tecnica e chi nella sperimentazione. Il tutto nell'ottica di una sempre maggiore sostenibilità delle aziende agricole, che necessariamente deve essere economica, ma deve anche riguardare agli aspetti sociali, etici, ambientali e di presidio e cura del territorio.

Cambiamenti climatici, organismi invasivi, limitazioni legislative, montagna, sono temi che dovranno essere affrontati in un contesto di costi di produzione che rimangono costanti o, nel peggiore dei casi, crescenti, considerati gli incrementi delle materie prime e dei costi energetici e le dinamiche di mercato dei prodotti agricoli sempre più aleatorie.

Le attività che qui vengono rappresentate sono un distillato significativo delle professionalità e delle competenze presenti nel Centro Trasferimento Tecnologico, sulle quali l'agricoltura trentina potrà contare per proseguire, anche nel prossimo futuro, in un percorso virtuoso, già tanti anni fa intrapreso.

Questo rapporto completa l'attività di comunicazione perseguita con vari altri strumenti utilizzati per diffondere sul territorio aggiornamenti tecnici ed indicazioni operative. Notiziari ed avvisi tecnici, incontri in campo e giornate tecniche, corsi in aula e video "tutorial", sono strumenti di formazione ed informazione che raggiungono migliaia di utenti ogni anno, mantenendo vitale il legame fra la Fondazione E. Mach e il mondo agricolo.

Dott. Maurizio Bottura

Dirigente del Centro Trasferimento Tecnologico
Fondazione Edmund Mach



Guida alla lettura

FOCUS SOSTENIBILITÀ

Accanto a questo simbolo gli autori mettono in evidenza come i risultati degli studi e delle sperimentazioni condotte contribuiscono nel concreto al miglioramento della sostenibilità, dal punto di vista ambientale, economico, sociale.

LE RELAZIONI



Il 2023 del Centro Trasferimento Tecnologico

MAURIZIO BOTTURA

Il 2023 del Centro Trasferimento Tecnologico è stata un'annata ricca di attività nell'ambito dei servizi, della consulenza tecnica, del monitoraggio del territorio e della sperimentazione. Per quanto riguarda l'attività formativa per adulti, per il terzo anno è proseguita l'erogazione in modalità Formazione a distanza (FAD) dei corsi di formazione per le abilitazioni per acquisto e uso/vendita dei prodotti fitosanitari e per la consulenza (patentino), attraverso l'utilizzo di una piattaforma e-learning dedicata. I partecipanti sono stati complessivamente oltre 1.250, compresa la modalità in aula. I corsi di formazione comprendono anche il completamento del percorso formativo a crediti, gestito da FEM per il comparto frutticolo e viticolo trentino. In

questo caso, gli aggiornamenti per gli agricoltori su tematiche inerenti la Produzione Integrata che hanno dato origine ai crediti formativi, validi per il rinnovo del patentino, sono stati svolti in modalità videoconferenza e in presenza ed hanno coinvolto oltre 3.100 partecipanti. Il grado di soddisfazione emerso mediante apposito test di gradimento è risultato tra il buono e l'ottimo per oltre il 95% dell'utenza. Sempre per quanto riguarda la divulgazione tecnica si citano le produzioni editoriali (3 approfondimenti monografici, 13 Notiziari Fondazione Mach Notizie, il Rapporto CTT 2022) e le attività di comunicazione tecnica per agricoltori, che oltre alla messaggistica che ha previsto anche video-approfondimenti ed eventi in streaming. Il

sistema di comunicazione è gestito tramite una piattaforma informatizzata per la messaggistica tecnica e il sistema e-commerce (per corsi di formazione, servizi web, consulenza, vendita libri). Tecnici e tecnologi del CTT sono inoltre intervenuti in numerose interviste radio-televisive e rubriche televisive su argomenti tecnico-divulgativi.

Sono stati inoltre proposti un corso di apicoltura di 32 ore con 55 partecipanti, un corso sulla tecnica curetage per la gestione del mal dell'esca della vite, un corso di fertirrigazione del mirtillo in vaso e uno di potatura e slupatura dell'olivo. Inoltre, sono stati organizzati 15 incontri a tema sul problema STEC presso i caseifici.

Sempre in ambito formativo, il personale del CTT ha collaborato con il Centro Istruzione e Formazione FEM e con il C3A dell'Università degli Studi di Trento per centinaia di ore di docenza e di approfondimento tecnico per gli studenti.

I servizi analitici, diagnostici e di sorveglianza sanitaria sono caratterizzati da un elevato contenuto di innovazione potendo contare su strumentazione all'avanguardia e su conoscenze scientifiche di prima mano, spesso frutto della ricerca

interna. I servizi analitici (chimici e microbiologici) offerti sono per lo più prodotti nell'ambito di processi accreditati, per la diagnostica fitopatologica l'accreditamento riguarda le analisi su virus, fitoplasmi, batteri e riconoscimento di insetti e nematodi. Nel 2023 si conferma il numero di campioni analizzati degli anni precedenti ma va evidenziato un aumento del numero di nuovi clienti e contatti.

Le attività di monitoraggio sugli organismi nocivi di quarantena e non, di interesse agrario e forestale, hanno raggiunto la cinquantina di specie e sono condotte su incarico del Servizio Fitosanitario provinciale. Nel 2023 particolare impegno è stato dedicato nel gestire emergenze quali gli scopazzi del melo e la flavescenza della vite e nel collaborare con il servizio foreste della PAT per il monitoraggio e la sperimentazione su bostrico tipografo nelle foreste martorate dalla tempesta VAIA. In totale sono stati elaborati 177 verbali per gli scopazzi e 66 verbali per la flavescenza, in qualità di assistenti fitosanitari. Inoltre, sono stati prodotti 1.797 verbali per il programma PEST.

È proseguita la collaborazione attiva con APPA circa la gestione dei fitofar-



maci nelle acque, con l'obiettivo comune di attuare misure di gestione sostenibile per il miglioramento dello stato qualitativo dei corpi idrici riducendo l'impatto derivato dall'attività agricola. In particolare, si è proceduto ad individuare le sostanze impattanti sull'ecosistema acquatico di principi attivi utilizzati in produzione integrata, organizzare momenti di confronto con vari attori della provincia di Bolzano relativamente ai corsi idrici di rilevanza regionale ed è continuato il dottorato di ricerca su nuovi campionatori di residui di principi attivi.

È proseguita altresì la partecipazione al tavolo di Lavoro 'Gestione sostenibile degli effluenti zootecnici', promosso da APPA, per l'attuazione di misure per una gestione sostenibile degli effluenti al fine di ottenere un miglioramento dello stato qualitativo dei corpi idrici riducendo il possibile impatto derivato dalla zootecnia, attraverso l'individuazione delle ZVN (zone vulnerabili ai nitrati). A novembre del 2023 sono stati emessi i primi bollettini bisettimanali che forniscono indicazioni sulla possibilità o meno di distribuire effluenti zootecnici sui prati e pascoli in base alle condizioni meteorologiche e del terreno.

Per quanto riguarda la foraggicoltura, è stato predisposto un programma di lavoro articolato che mira a valorizzare la produzione e l'utilizzo delle risorse foraggere locali. Si è inoltre contribuito, nell'ambito dell'allineamento tecnico-operativo FEM-PAT, all'analisi delle criticità del settore foraggero-zootecnico trentino, partecipando anche a tavoli di lavoro con Trentino Marketing per la valorizzazione dei prodotti di alpeggio.

A supporto delle molteplici attività del Centro, viene mantenuta la rete agrometeorologica con oltre 100 stazioni distribuite territorio trentino, con l'archiviazione di dati e diffusione su sito web e app e con la gestione sistema allerta gelate che ha visto nel 2023 l'invio di 75.000 sms di allarme.

È stato fornito il servizio di consulenza tecnica agli agricoltori ope-

ranti nei principali settori agricoli: frutticoltura (melo, piccoli frutti), viticoltura, zootecnia (bovini e caprini) e acquacoltura, a seguito di sottoscrizione di specifici accordi con i principali consorzi rappresentativi dei singoli settori (APOT, CONCAST, ASTRO, Cantine, diverse cooperative e privati). La consulenza tecnica in viticoltura integrata e biologica ha interessato circa 2.000 ha e si è concretizzata attraverso l'emissione di oltre 40 bollettini tecnici di difesa, 10 incontri con i soci delle cantine aderenti al servizio, 8 incontri con i tecnici delle cantine, il monitoraggio per la Flavescenza dorata su oltre 350 ha e quello per le principali fitopatie (peronospora, black rot, mal dell'esca, ecc.) a campione su tutto il territorio provinciale. Prosegue, inoltre, il servizio analisi prevendemmiale su 90 vigneti storici allo scopo di ottimizzare la data di vendemmia.

La consulenza in frutticoltura integrata e biologica ha interessato tutti i soci di APOT, ma anche di altre realtà che hanno aderito al servizio, per le colture di melo, drupacee e piccoli frutti fornendo informazioni tecniche tramite diverse modalità: incontri di gruppo, avvisi tecnici, video-tutorial, incontri personali, visite in campo, ecc. Alla base dell'elaborazione del consiglio tecnico c'è una puntuale attività di monitoraggio del territorio al fine di verificare la presenza di fitopatie in relazione allo stato fenologico delle colture. Sono stati eseguiti anche dei controlli mirati per aree destinate a produzione per export in paesi asiatici.

È stato riattivato nel 2023 il servizio di consulenza e sperimentazione nel settore della floricoltura.

In alcuni ambiti, quali quelli dell'enologia e della conservazione della frutta, è stata offerta anche una consulenza specialistica, basata su attività dimostrative di campo ed analitiche in laboratorio volte a trovare soluzioni tecnologiche a specifiche problematiche di processo. Per i settori minori quali l'orticoltura, i cereali da panificazione, l'apicoltura, l'olivicoltura, il noce e le piante officinali si è mantenuto



un servizio di consulenza gratuito. Relativamente al settore zootecnico è stata fornita consulenza tecnica agli allevatori sui temi consulenza economica e monitoraggio dei bilanci aziendali, foraggicoltura, cerealicoltura, alimentazione, gestione del latte, veterinaria e benessere animale, ovi-caprini. Il servizio è rivolto a tutte le aziende zootecniche trentine che ne fanno richiesta (singolarmente o in forma associata), ai proprietari e ai gestori degli alpeggi presenti sul territorio provinciale. I contenuti dell'attività di consulenza, aggiornamento e approfondimento tecnico vengono definiti e aggiornati in accordo con il Servizio Agricoltura, il Servizio Politiche e Sviluppo Rurale e l'Agenzia Provinciale per i Pagamenti in Agricoltura della PAT.

È proseguita e si è in parte ampliata l'attività di consulenza enologica per le piccole e medie aziende trentine e quella relativa alla trasformazione lattiero-casearia delle produzioni di malga, che si concretizza con la consulenza ai produttori di malga e con la collaborazione tecnico-organizzativa del concorso di formaggi di malga della Valsugana, con la Fondazione de Bellat e la CCIAA di Trento; questa attività ha contribuito anche alla realizzazione di una caratterizzazio-

ne microbiologica e chimica di alcuni prodotti montani. È stata avviata con tre caseifici una prima attività per individuare le criticità nel processo di trasformazione latte-formaggio sui formaggi a latte crudo per il problema STEC.

È proseguito il supporto alla produzione territoriale del comparto ortofrutticolo nella determinazione della data di raccolta e delle condizioni ottimali per massimizzare la qualità dei frutti in conservazione, entrambe su base varietale e zonale.

È proseguita l'attività di consulenza per amministrazioni pubbliche e privati cittadini rispetto alla gestione del verde urbano, delle alberate e del relativo rischio di schianto o deperimento per presenza di fitopatologie o di altri fattori antropici o del cambiamento del clima. Sono state eseguite oltre 40 perizie.

È stata svolta attività di consulenza nelle aziende associate di O.P. Melinda, La Trentina, Società Frutticoltori Trento (SFT), Sant'Orsola ed altre realtà operanti nel sistema frutticolo trentino per il mantenimento della certificazione GLOBALG.A.P. e dei suoi moduli aggiuntivi GLOBALG.A.P. Risk Assessment on Social Practice (GRASP) e Farm Sustainability Assessment (GGFSA). Su richiesta delle

principali Organizzazioni di Produttori sono stati eseguiti ulteriori audit in relazione a quanto richiesto dalla Grande Distribuzione Organizzata. In quest'ambito è anche continuata l'attività di verifica documentale ed analitica dei protocolli di difesa integrata del melo e l'elaborazione o revisione di circa 300 Documenti di Valutazione dei Rischi.

Per quanto riguarda la sperimentazione agronomica, l'obiettivo generale è l'incremento della sostenibilità delle produzioni agricole. Per poter agire nella giusta direzione è innanzitutto necessario conoscere limiti e potenzialità delle attuali modalità di coltivazione, attraverso monitoraggi territoriali da cui è emersa anche la presenza di nuovi organismi dannosi come alcune virosi del ciliegio, una nuova forma di ticchiolatura del melo (*Venturia asperata*), un nuovo virus che sembra influisca sulla sintomatologia denominata "moria del melo", o la rinnovata dannosità dell'antonomo della fragola. Per queste avversità sono stati avviati studi per identificare modalità di controllo e gestione compatibili con la redditività della coltura. Sono continuate le osservazioni sull'efficacia delle irrigazioni sottochioma per la riduzione del volo di ascospore di ticchiolatura

e conseguente riduzione della gravità delle infezioni. Inoltre, si è operata una sperimentazione volta alla valutazione dell'efficacia fitoiatrica della miscela fitosanitaria distribuita mediante erogatori sovrachioma su melo. Sono state attivate ulteriori esperienze su vite, dove le criticità sembrano essere maggiori.

In alcuni casi l'attività di sperimentazione è stata indirizzata alla validazione in campo o in azienda di nuove modalità di produzione o di soluzioni tecnologiche innovative propedeutiche al trasferimento nel contesto produttivo. È proseguita la messa a punto le tecniche agronomiche per la gestione delle nuove varietà di melo, in particolare per il diradamento, la sensibilità alle fisiopatie e l'attitudine alla conservazione.

Altri studi hanno riguardato la valutazione delle cause e dei potenziali rimedi per la gestione in campo e durante la conservazione della patina bianca e della moria del melo. Sono state individuate nuove infezioni di un fungo denominato Glomerella, che nell'autunno del 2023 sono state rilevanti, a causa anche all'andamento stagionale piovoso. Sono state realizzate altresì sperimentazioni mirate a valutare gli effetti, durante la conservazione, delle



ferite sul frutto nella comparsa delle sintomatologie associate al riscaldamento superficiale soprattutto su cultivar sensibili quali la Renetta.

Alcune attività vengono condotte nell'ambito di convenzioni con aziende private, sia in quanto fornitrici dell'innovazione sia perché interessate alla validazione della proposta tecnologica nella propria azienda. È il caso delle alternative meccaniche al diserbo chimico, in particolare per evitare l'uso del glifosate, l'effetto degli ammendanti sulla fertilità del suolo, l'efficacia di bioprodotto in alternativa ai fitofarmaci di sintesi per il controllo dello scafoideo della vite, dell'erosoma del melo e della cimice asiatica. Sono state condotte esperienze di strategie di difesa dalle malattie fungine volte a ridurre la presenza di residui alla raccolta. In attesa dello stabilizzarsi dell'equilibrio ecologico fra i fitofagi e i loro antagonisti è stata verificata l'efficacia di strategie di difesa che combinavano il controllo della cimice asiatica con quello di altri fitofagi emergenti e non. È continuata l'attività di selezione clonale e sanitaria della vite, la validazione in campo e in cantina delle principali cultivar di viti resistenti agli oomiceti patogeni, la messa a punto di schede agronomiche per la coltivazione e conservazione delle nuove varietà di fragola e di mirtillo. Su mirtillo è sempre in corso la sperimentazione per verificare l'adattabilità alla coltivazione fuori suolo (contenitori, soluzioni nutritive), le ottimali modalità di potatura e le potenzialità produttive.

È proseguita la valutazione di portinnesti, forme di allevamento e varietà di ciliegio, studiandone la suscettibilità alle gelate, verificando l'efficacia dei sistemi di protezione attivi dal gelo e valutando il miglioramento qualitativo determinato dall'impiego di fitoregolatori dall'implementazione del diradamento manuale e dall'uso di concimi fogliari.

Sono state intraprese sperimentazioni enologiche su alcune nuove tecniche e tecnologie recentemente approvate dall'Organizzazione Inter-

nazionale della Vite e del Vino con l'obiettivo di anticipare le potenziali ricadute a livello tecnologico, prima dell'approvazione definitiva da parte della Commissione Europea.

In materia di suolo è stata fatta una valutazione del carbon footprint in relazione a diverse gestioni del vigneto che mette in evidenza il ruolo della nutrizione, è stata effettuata una valutazione delle frazioni della sostanza organica in suoli viticoli a diversa gestione agronomica, sono continuate le valutazioni sulla fertilità chimica e biologica del suolo e sulla dinamica dell'azoto minerale confrontando frutteti e vigneti in conduzione integrata con altri in conduzione biologica, sono state fatte delle valutazioni agronomiche sugli ammendanti (digestato e letame) somministrati al meleto, confronto mediante lisimetri le perdite di nutrienti con quelle realizzate in un meleto fertilizzato chimicamente. È stato attivato un monitoraggio dell'azoto minerale prontamente disponibile in un centinaio di frutteti trentini al fine di indirizzare al meglio il consiglio tecnico relativo ai fabbisogni nutrizionali del melo in primavera.

È stato messo a punto un Indicatore di sostenibilità economica (IST Latte) per il settore zootecnico validando bilanci triennali ed elaborando i dati per la produzione di indici di costo su 103 aziende individuate come campione. È stato attivato uno specifico gruppo di lavoro trasversale per questa tematica.

Nel corso del 2023 è proseguito il progetto "Lotta Biologica" per l'implementazione del controllo biologico classico per la cimice asiatica e per la *Drosophila suzukii*. I risultati sono molto incoraggianti e si può affermare che, a seguito dei rilasci, il parassitoide oofago *T. japonicus* si è insediato in oltre la metà degli ambienti oggetto dei lanci ed è sopravvissuto al primo e secondo inverno. Nel caso della drososila, è continuata l'attività di monitoraggio delle popolazioni, attraverso il rilievo dell'entità del danno sulle produzioni e sulla diffusione dei due parassitoidi alloc-

toni, *Leptopilina japonica* riscontrata in Europa nel 2019 e *Ganaspis brasiliensis* rilasciato per la prima volta in Italia nell'agosto del 2021. I risultati, in quest'ultimo caso, non sono così incoraggianti come per la cimice e l'attività dovrà essere confermata anche in futuro.

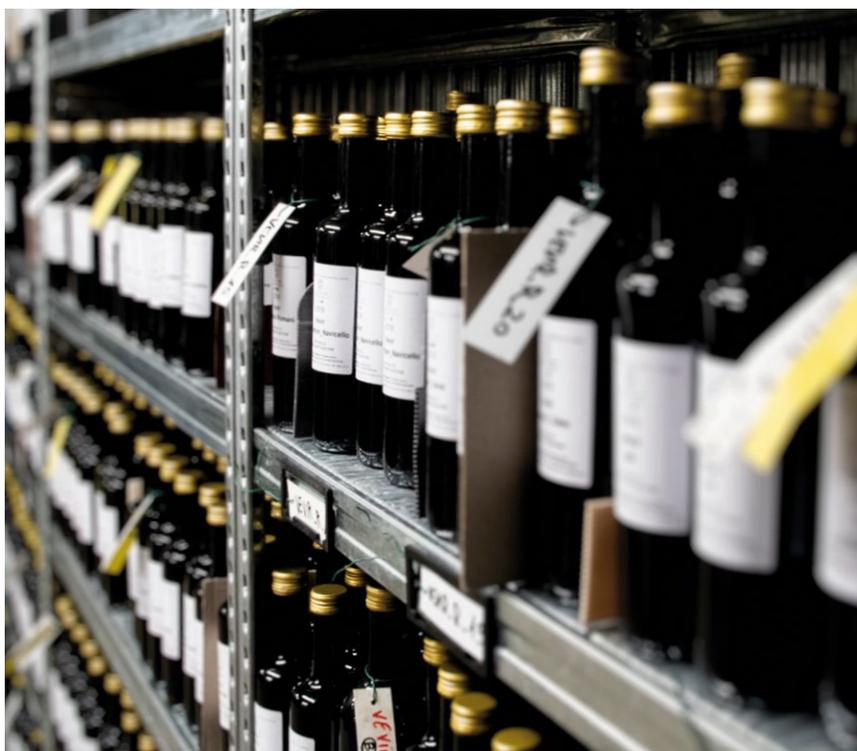
Sono stati attivati studi sulla variabilità qualitativa chimica e microbiologica enologicamente inducibile dei vini attraverso l'utilizzo di coadiuvanti enologici e delle variabili di processo, nonché studi preliminari sulla qualità microbiologica di prodotti lattiero-caseari. È proseguito lo studio finalizzato alla tracciabilità della vanillina ed etilvanillina che mira a definire su diversi fronti (aroma di legno nei vini, di vanigliato in budini e creme, estratti per cucina, ecc.), la composizione e origine naturale di questi composti che sono tra gli additivi alimentari più costosi e utilizzati a livello internazionale. Nel settore della conservazione dei prodotti carnei si sono sviluppati metodi per la caratterizzazione dei conservanti da prodotti vegetali e l'impatto sulla formazione di nitriti e nitrosamine e nel settore dei coadiuvanti alimentari l'attività di tracciabilità dell'origine dei formaggi grana e dei coadiuvanti a base di chitosano impiegati negli alimenti e bevande. È proseguita l'attività sperimentale di valutazione enologica di nuove varietà di vite e la caratterizzazione delle varietà tolleranti alle malattie fungine coltivate in Trentino, ampliando la collaborazione con gli stakeholder (Centro Ricerca e Innovazione FEM e Associazione Vivaisti Trentini) in termini di servizio, di indirizzo e di divulgazione dei risultati. L'attività pluriennale ha contribuito alla registrazione di 4 nuove varietà al catalogo nazionale della vite, nonché al finanziamento di un progetto competitivo internazionale H2020 (Susfood-CoreOrganic) volto alla valutazione delle potenzialità spumantistiche di alcune di queste varietà prodotte con protocolli biologici. In collaborazione con L'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente, l'Università di Trento e i Consorzi frutticoli e vitivinicoli provinciali, si

è attivata uno studio per la messa a punto di un nuovo sistema strumentale di monitoraggio dei livelli di inquinamento chimico di origine agricola.

Dopo Vaia è divenuta urgente una valutazione dei fenomeni di degradazione del legname abbattuto al suolo: lo studio, attivato nel contesto di un dottorato in collaborazione con UNI Campobasso e Calabria, mira a indagare i fenomeni di degradazione chimica e micotica del legno in bosco. Inoltre, si è sviluppata una sperimentazione sul comportamento del bostrico nelle cataste di legna.

Da alcuni decenni le api, insetti chiave negli ecosistemi per il loro ruolo nell'impollinazione delle specie vegetali coltivate e naturali, sono in grave crisi, a causa di una serie di fenomeni che contribuiscono a indebolire e decimare sia le popolazioni di ape da miele che gli altri apoidei. Grazie all'acquisizione di specifici finanziamenti su bandi competitivi e per tramite di commesse di ricerca, è stato possibile attivare delle nuove linee di studio per studiare l'impatto dei diversi fattori alla base del declino delle api e degli apoidei, le modalità per contrastare l'impoverimento genetico delle colonie allevate e le tecniche di allevamento che rafforzino le colonie rispetto alla parassitizzazione dell'acaro *Varroa destructor*. Inoltre, in collaborazione con i produttori viticoli e frutticoli si stanno utilizzando le api per effettuare un monitoraggio ambientale analizzando il polline che esse raccolgono, oltre ad una verifica in più siti del livello di biodiversità mediante lo studio dei diversi tipi di apoidei presenti.

Il CTT è parte attiva nella realizzazione di attività di studio inserite in percorsi di dottorato realizzati da UNITN e UNIPD. Nel corso del 2023 i progetti di dottorato attivi erano sei: dalla difesa delle produzioni arboree alle problematiche direttamente ascrivibili alla realizzazione di prodotti enologici. Due borse di dottorato hanno come oggetto l'indagine su off-flavours solforati in vino e nel territorio trentino e due dottorati hanno come



oggetto di studio il controllo diretto e indiretto delle infezioni di ticchiolatura del melo. Un altro progetto di dottorato, già attivato nel 2021 in collaborazione con il Centro di Sperimentazione Laimburg ha come obiettivo l'indagine del ruolo di *Orientus ishidae* (Matsumura, 1902) (Hemiptera: Cicadellidae) nell'epidemiologia di

Candidatus Phytoplasma mali, agente causale degli Scopazzi del melo. Un ultimo dottorato riguarda lo studio della capacità del suolo di trattenere acqua attraverso l'interazione di modelli. Sono proseguite le collaborazioni del CTT in progetti finanziati su bandi nazionali ed europei.



Andamento climatico 2023

MAURIZIO BOTTURA

Il 2023 è stata un'annata molto altalenante dal punto di vista meteorologico, con importanti ripercussioni produttive e contraddistinta da un inverno mite, una primavera nella media, un'estate e un autunno più caldi della media. Già da due inverni le precipitazioni nevose sulle montagne sono state molto scarse, con effetti negativi in termini di stabilità dei ghiacciai e sul loro spessore. La scarsa dotazione di acqua di falda era evidente già a marzo ed aprile; infatti, i frutticoltori erano molto preoccupati, in caso di necessità di azionamento degli impianti antibrina, temendo di rimanere senza acqua durante le gelate tardive notturne. Fortunatamente nel 2023 si sono verificate solo alcune notti di brina e l'acqua nei pozzi è risultata sufficiente. Il mese di gennaio ha registrato temperature fra le più calde degli ultimi

20 anni, con quasi due gradi in più; il trend si è confermato anche a febbraio e marzo (dati della stazione meteorologica di San Michele all'Adige). Aprile è stato caratterizzato, come anche novembre, da temperature inferiori alla media. Maggio è risultato in media rispetto ai valori storici. Da giugno in poi è iniziato un periodo caldo che fino ad ottobre ha visto temperature ben al di sopra della media, che è stata superata a giugno di 0,7°C, a luglio solo di 0,1°C, ad agosto di 1,5°C, mentre a settembre di oltre 2,5°C e a ottobre di 3°C, valori abnormi per il periodo, i più alti degli ultimi decenni. In particolare, le temperature elevate e la ridotta escursione termica hanno inciso sulla maturazione della frutta. Novembre ha registrato temperature inferiori alla media e dicembre superiori di quasi due gradi. L'andamento, quindi, conferma la presenza di

periodi prolungati sempre più caldi con inverni sempre più miti. L'ultima volta in cui il valore delle temperature medie è risultato negativo è stata a gennaio 2017 e 2021.

La piovosità è stata superiore alla media, ma con accumuli molto concentrati; è stata scarsa in inverno, con poca neve e grande preoccupazione per le riserve idriche in primavera. Infatti, nei primi tre mesi dell'anno si sono registrate precipitazioni di poco oltre i 60 mm totali. Ad aprile sono caduti 85 mm, a maggio 130 e a giugno 30. Solo maggio è risultato un mese con maggiore piovosità della media, mentre aprile è stato nella media e giugno molto inferiore, anche se in alcune zone a giugno i temporali possono aver determinato accumuli mensili più elevati. Luglio invece è stato caratterizzato da continui eventi piovosi, quasi bisettimanali, con oltre 200

mm; non si tratta di una novità, anche luglio 2021 aveva registrato accumuli importanti. Tale piovosità di fatto ha limitato la problematica della carenza idrica ai fini irrigui. I temporali estivi di luglio sono stati tutti accompagnati da grandine, colpendo superfici estese e con chicchi di grandi dimensioni. La prima grandinata è caduta già a maggio nella zona di Aldeno, le successive a giugno nell'Alto Garda. A luglio però in Valsugana, Vallagarina, Val d'Adige, Alto Garda, Trento nord, Valle di Cembra e buona parte della Val di Non si sono verificati eventi più o meno intensi con danni alle colture. Ad agosto e settembre le piovosità sono state nella media, poi dal 20 ottobre al 2 dicembre sono caduti oltre 500 mm di pioggia, quasi il 40% della piovosità annuale, periodo che ha messo a dura prova la stabilità idrogeologica del territorio.

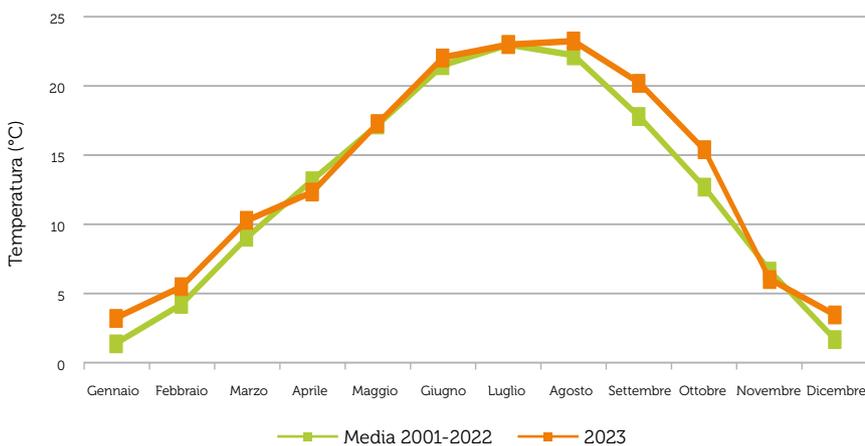


Figura 1
Andamento della temperatura nel 2023 in confronto con la media 2001-2022 (stazione meteo FEM di San Michele all'Adige)

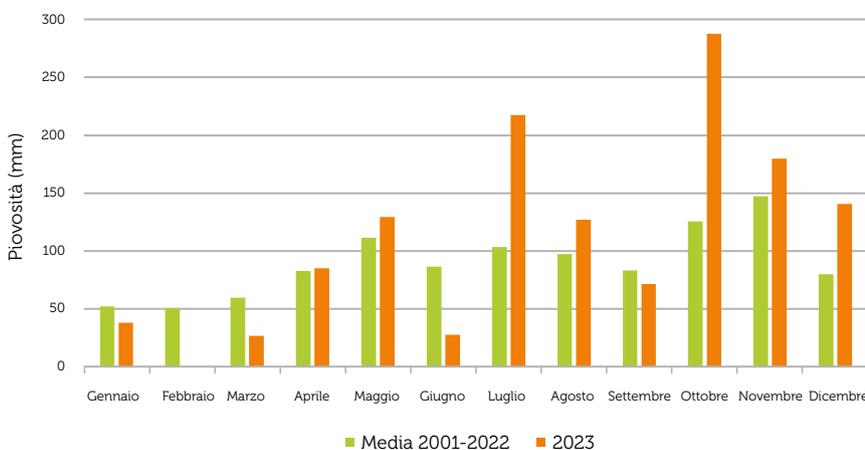


Figura 2
Andamento della piovosità nel 2023 in confronto con la media 2001-2022 (stazione meteo FEM di San Michele all'Adige)



Rinnovato interesse per la chimica agraria e l'analisi della fertilità

.....
DANIELA BERTOLDI
ANDREA CESCHINI
DANIELE MERCI

L'analisi chimica del suolo ha visto negli ultimi anni un rinnovato interesse in quanto mezzo imprescindibile per una ragionata e consapevole gestione del suolo non solo dal punto di vista agronomico ma anche ambientale. Il laboratorio di chimica agraria della Fondazione Mach analizza circa 1.000-1.500 campioni di terreno all'anno sia conto terzi che come supporto alla consulenza agronomica sul territorio o all'interno di progetti sperimentali. La caratterizzazione del suolo, e in particolare l'analisi della tessitura e degli elementi minerali, permette di

calibrare interventi di irrigazione e di concimazione in modo da non disperdere e/o sprecare acqua e fertilizzanti. Per esempio, l'analisi di circa 300 terreni situati in varie zone della provincia ed effettuata negli ultimi 2 anni ha evidenziato una quantità di fosforo assimilabile spesso eccessiva, con più della metà dei campioni che presentavano valori considerabili molto alti, cioè superiori a 100 mg P_2O_5 /kg. Il suolo è una risorsa preziosa ma fragile, conoscerlo permette un utilizzo sostenibile che non porti ad una sua degradazione.

L'annata frutticola 2023

La stagione 2023 del melo è iniziata con un deciso anticipo nella ripresa vegetativa rispetto al 2022, dimostrandosi comunque in linea con il trend delle precedenti 3 annate. Analogamente al 2022, anche i primi 3 mesi del 2023 hanno registrato un deficit idrico importante, con precipitazioni del 50% inferiori rispetto alla media. A partire dal mese di maggio le piogge sono però tornate a livelli buoni e durante l'estate hanno compensato l'assenza di neve in quota che solitamente riforniva di acqua le sorgenti per l'irrigazione. Tra la fine di marzo e l'inizio aprile si sono registrate alcune notti di gelo che hanno interessato l'intera provincia; tuttavia, la presenza di una certa ventosità ha impedito il precoce abbassamento delle temperature che sono scese sotto lo zero solo per un numero limitato di ore, non determinando particolari danni agli organi fiorali. Questi ritorni di freddo hanno rallentato l'avanzamento degli stadi vegetativi e la fioritura è avvenuta intorno al 10 aprile nel fondovalle e una decina di giorni dopo in collina. La fioritura è stata molto buona per la maggior parte delle varietà e le condizioni meteo favorevoli hanno garantito una buona impollinazione.

Per quanto riguarda i patogeni, le temperature di inizio primavera hanno limitato lo sviluppo di oidio rispetto alle ultime annate. La ticchiolatura, per la quale non vi era una diffusa ed elevata presenza di inoculo nell'autunno precedente, ha colpito con particolare aggressività durante gli eventi piovosi di metà aprile e nei primi 10 giorni di maggio. Le infezioni sono state comunque contenute efficacemente dalla strategia di difesa adottata. Le temperature fresche di aprile hanno ostacolato anche il colpo di fuoco batterico, del quale si sono registrate solo sporadiche segnalazioni. Anche il mese di maggio è stato più

fresco rispetto all'annata precedente, pertanto l'azione della strategia di dirado chimica non si è riconfermata agli stessi livelli del 2022. Le temperature e le piogge registrate nel periodo post allegazione hanno favorito una buona crescita dei frutticini: la pezzatura media a fine stagione è stata tra le più alte del decennio. Ad inizio estate si sono verificati alcuni eventi grandinigeni significativi, che localmente hanno determinato danni considerevoli.

Nella prima parte della primavera si è segnalata una discreta aggressività degli afidi cenerognolo e lanigero, nonostante la strategia di difesa, in particolare su cenerognolo, sia stata mediamente più incisiva rispetto a quella applicata nelle annate precedenti. Su lanigero si è avuto conferma che le differenze di infestazione, a parità di varietà, sono spesso correlate alla strategia di difesa adottata. La presenza di cimice asiatica nei frutteti è stata generalmente minore rispetto al 2022 e solo localmente si sono osservati danni anche rilevanti, soprattutto sulle varietà più sensibili.

L'estate è stata caratterizzata da una maggior presenza e diffusione di acaro rosso, la cui recrudescenza è stata causata da molteplici fattori, tra i quali il più determinante è stato l'introduzione generalizzata della molecola Tau-Fluvalinate per la gestione delle psille in primavera.

A fine stagione si è confermato un deciso incremento della problematica degli scopazzi, dovuto all'aumentare dell'età media degli impianti, alla diffusa presenza di frutteti incolti o mal gestiti e alla scarsa attenzione dei frutticoltori nell'estirpo di tutte le piante sintomatiche e nel trattare con puntualità gli insetti vettori.

La produzione di mele è stata buona in termini qualitativi e quantitativi, in media con il quinquennio precedente.

.....
MATTEO DE CONCINI



Lo studio di strategie integrate per il diserbo del sottofilare fornisce utili indicazioni per migliorare la gestione delle malerbe anche riducendo gli input chimici.

Confronto tra diverse gestioni della flora infestante in frutteto e impatto sulla qualità delle produzioni

Comparison between different weed management methods in orchards and impact on yield quality

ANDREA WALDNER
DUILIO PORRO
STEFANO PEDÒ
GASTONE DALLAGO

A trial was conducted in the 2021-2023 three-year period to evaluate different sub-row management methods in an orchard producing Gala varieties. Three different weed management approaches were compared: farm weeding, chemical weed control without the use of glyphosate, and mechanical tillage. The impact of these management approaches on production quality was found to vary depending on the weeds present in the orchard and the consistency of rainfall in the spring-summer period in the different trial years. Better production results were observed in the first two years (2021-2022) with chemical weed control, while no significant differences in nutrient content were ever found in leaves and fruit. With consistent rainfall as in 2023 and on soils with high water capacity, competition between apple and weeds appears to be favorable.

Il controllo delle malerbe nel frutteto in agricoltura integrata viene effettuato tramite l'applicazione localizzata sulla fila di erbicidi a varia azione (sistemica, residuale, disseccante). Per

quanto riguarda la coltivazione con metodo biologico, l'unica possibilità, al momento, è rappresentata dal ricorso a metodi fisico-meccanici, mentre altre soluzioni come l'uso di acqua ad alta

pressione, schiuma e fonti di calore (pirodiserbo) sono ancora in fase di studio e non rappresentano una soluzione, per ora, economicamente percorribile per il frutticoltore. Le recenti limitazioni all'uso degli erbicidi e in particolare quelle relative al glifosate rendono necessario inoltre indagare alcune possibili strategie alternative con i prodotti ad oggi già autorizzati; attualmente sono ben 15 le molecole a disposizione nel Disciplinare di produzione integrata della Provincia autonoma di Trento 2023 (D.P.I.).

Nel triennio 2021-2023 è stato eseguito uno studio, in un frutteto produttivo di varietà Gala Brookfield, in ambiente di fondovalle su un terreno caratterizzato da tessitura franco-limoso, per verificare le possibili differenze a livello produttivo e qualitativo di 3 differenti gestioni del sottofila. Le strategie messe in prova sono di seguito elencate.

Standard aziendale (standard): 2 applicazioni/anno con prodotti a base glifosate, nei limiti stabiliti dal D.P.I. Un trattamento in post-raccolta e uno in post-fioritura del melo (quest'ultimo in miscela con pyraflufen-ethyl per il controllo dei polloni). Concorrenza idrico-nutrizionale (coltura/malerbe) attesa: molto bassa.

Diserbo no glifosate: strategia chimica con l'utilizzo di p.a. autorizzati ma con l'esclusione di glifosate. Con

questa gestione oltre all'esclusione della molecola si intende tollerare una re-infestazione del sottofila nel periodo estivo e in prossimità della raccolta. Concorrenza idrico-nutrizionale attesa: bassa.

Lavorazioni meccaniche (lavorato): uso di macchine per la lavorazione del terreno o lo sfalcio della fascia sottofila. Le malerbe non vengono completamente devitalizzate nel periodo vegetativo, ma solo contenute nel loro sviluppo. Vengono effettuati un totale di 4/5 interventi a stagione. Concorrenza idrico-nutrizionale attesa: media.

Testimone (test): parcelle non diserbate e non lavorate. Concorrenza idrico-nutrizionale attesa: alta.

Per valutare l'impatto delle diverse gestioni del sottofila sono state eseguite valutazioni sullo sviluppo e sul controllo delle infestanti durante la stagione vegetativa oltre a osservazioni che hanno riguardato la misurazione di parametri vegeto-produttivi della coltura attraverso gli indici SPAD e NDVI, che descrivono rispettivamente il colore verde (quindi il contenuto in clorofilla) e la biomassa fotosinteticamente attiva della vegetazione. Inoltre, nei periodi di ipotetica carenza idrica, verificatisi in periodi differenti di anno in anno, è stato misurato il contenuto volumetrico d'acqua (VWC) nei primi 20 cm, che è il rapporto tra il volume



d'acqua e il volume unitario del terreno, espresso in percentuale.

Infine, le analisi sul contenuto di nutrienti in foglie e frutti e le valutazioni quali-quantitative della produzione (calibratura e test di maturazione) hanno rappresentato il focus dello studio.

Le diverse gestioni del sottofila non hanno indotto a livello complessivo differenze di produttività e qualità nel frutteto preso in esame. Va evidenziato come nel secondo anno di studio la calibratura della produzione ha messo in luce una riduzione della pezzatura, peso e sovra colore dei frutti sul testimone non trattato (Tabella 1), aspetto che era stato invece notato l'anno precedente sulla tesi lavorata meccanicamente. Al contrario le tesi diserbate chimicamente, indipendentemente dai principi attivi impiegati, hanno fatto registrare nei primi due anni di studio le migliori risposte in termini di produttività, mentre nell'ultimo anno non si sono osservate differenze significative tra le diverse gestioni. Questo aspetto può essere spiegato parzialmente dalla differente flora infestante che ha colonizzato le parcelle durante la sperimentazione. Inizialmente la composizione floristica prevalente era data da *Aegopodium podagraria*, *Echinochloa crus-galli*, *Poa annua* e *Chenopodium album*, specie che notoriamente pos-

sono creare problematiche alla coltura, creando una forte competizione in quanto il loro sviluppo è rapido ed importante; *C. album* può anche raggiungere i 3 m d'altezza dal suolo, andando a creare ostruzioni allo sviluppo delle piante, oltre a ombreggiamento e depauperamento di sostanze nutritive. In seguito, a partire dal secondo e in maniera più rilevante nel terzo anno, sulle parcelle non trattate e quelle lavorate, si è insediata ed è diventata prevalente *Potentilla reptans*, infestante perenne a ridotto sviluppo (max. 20 cm) che esercita una competizione con la pianta decisamente inferiore in confronto alle precedenti. Va anche precisato che il frutteto oggetto di studio è collocato in area alluvionale, caratterizzato da falda molto superficiale ed elevata dotazione di sostanza organica. Le misurazioni sullo stato idrico del suolo (VWC), effettuate nei primi 20 cm di suolo, non hanno infatti mai fatto registrare deficit rilevanti in nessuna delle gestioni del sottofila. Il dato NDVI (Tabella 3 e Figura 1) è risultato estremamente correlato con le precipitazioni del periodo maggio-agosto. Negli anni in cui questo intervallo è risultato essere più piovoso (465 mm nel 2021 e 521 mm nel 2023 contro i 270 mm del 2022) la vegetazione è risultata meno densa e fitta, segno che l'eccesso d'acqua è risultato un fatto-



Foto 1

Confronto tra filare non diserbato (a sinistra) e filare diserbato (a destra)

re limitante per lo sviluppo vegetativo nelle condizioni edafiche specifiche di questo meleto. Con piovosità consistenti e falda superficiale sembra quindi che la competizione tra melo e specie erbacee sia addirittura favorevole.

A livello nutrizionale l'analisi statistica dei livelli di macro e microelementi nelle foglie nei frutti ha rilevato solo tendenze per quanto riguarda i valori di azoto e potassio nel secondo anno di prova nelle lamine fogliari, quando i livelli di entrambi i macroelementi risultavano più bassi nel test rispetto alle altre tesi. I valori SPAD, omogenei in 8 campionamenti su 9 (Tabella 2) si sono differenziati occasionalmente al terzo anno di prova nella stima di fine luglio in corrispondenza di livel-

li di azoto più alti nella tesi lavorata. Si può dunque ipotizzare che in contesti edafici con falda superficiale e buone precipitazioni, come quello preso in esame, la pratica del diserbo possa essere rivista ed eventualmente ridimensionata, soprattutto in presenza di essenze spontanee che non destino problematiche né per la concorrenza idrico-nutrizionale né per fungere da ostacolo fisico alle varie operazioni colturali. Al fine di ottenere informazioni più precise e mirate per suggerire strategie gestionali sono in fase di realizzazione altri studi, su differenti tipologie di terreno anche su impianti in fase di allevamento.

L'attività è stata svolta con la preziosa collaborazione di Walter Delvai.

Tabella 1

Parametri produttivi nelle 3 annate di prova ottenuti dalla calibratura dei frutti di 9 piante per tesi

A lettere differenti corrispondono medie statisticamente diverse

.....

Anno	Parametro	Sign.	Tesi			
			Test	Standard	Diserbo NO glifosate	Lavorato
2021	Numero frutti/pianta	n.s.	113,2	128,9	112,6	118,3
	Resa (kg/pianta)	n.s.	18,5	20,6	18,3	18,0
	Peso medio frutto (g)	0,05	163,6 b	160 b	162,2 b	151,7 a
	Diametro (mm)	0,05	73,5 b	72,8 b	73 b	71,4 a
	Altezza frutto (mm)	0,05	71,7 b	71,2 b	71,5 b	69,9 a
	Sovracolore (%)	0,05	41 b	43,2 b	46,5 c	36,1 a
2022	Numero frutti/pianta	n.s.	104,8	90	97,3	91,6
	Resa (kg/pianta)	n.s.	15,7	15,8	15,6	14,3
	Peso medio frutto (g)	0,05	150,2 a	175,9 c	160,2 b	156,6 b
	Diametro (mm)	0,05	69,7 a	73,9 c	71,4 b	70,8 b
	Altezza frutto (mm)	0,05	70 a	74,4 c	71,7 b	71,1 b
	Sovracolore (%)	0,05	43,2 a	66,1 d	59,2 c	54 b
2023	Numero frutti/pianta	n.s.	108,2	96	94,7	99,9
	Resa (kg/pianta)	n.s.	16,1	13,9	15,4	15,6
	Peso medio frutto (g)	n.s.	148,4	144,7	162,2	156
	Diametro (mm)	n.s.	69,6	69,2	72,3	71,4
	Altezza frutto (mm)	n.s.	69,8	69,3	72,4	71,6
	Sovracolore (%)	n.s.	54,4	49,4	55,2	60,6

Parametro	Rilievo	Sign.	Tesi			
			Test	Standard	Diserbo NO glifosate	Lavorato
SPAD 2021	8 giugno	n.s.	49,39	48,93	49,52	49,15
	21 luglio	n.s.	52,18	51,92	51,89	51,51
	17 agosto	n.s.	53,74	54,15	53,58	53,48
SPAD 2022	10 maggio	n.s.	36,05	35,65	36,53	35,58
	22 giugno	n.s.	45,88	45,55	45,24	45,22
	25 luglio	n.s.	48,66	49,25	48,20	48,78
SPAD 2023	9 maggio	n.s.	38,40	39,40	38,80	39,16
	27 giugno	n.s.	44,89	45,09	44,80	45,40
	24 luglio	0.05	45,23 a	46,15 ab	45,02 a	46,93 b

Tabella 2

Valori medi dei livelli SPAD nel corso delle stagioni vegetative in relazione alle tesi (90 misurazioni per tesi)

A lettere differenti corrispondono medie statisticamente diverse

Parametro	Rilievo	Sign.	Tesi			
			Test	Standard	Diserbo NO glifosate	Lavorato
NDVI 2021	Luglio	n.s.	0,780	0,761	0,761	0,752
	Agosto	0,05	0,793 a	0,756 b	0,764 b	0,753 b
NDVI 2022	Luglio	0,05	0,781 a	0,773 a	0,739 b	0,766 ab
	Agosto	n.s.	0,791	0,788	0,769	0,781
NDVI 2023	Luglio	n.s.	0,734	0,722	0,732	0,760
	Agosto	n.s.	0,787	0,799	0,789	0,797

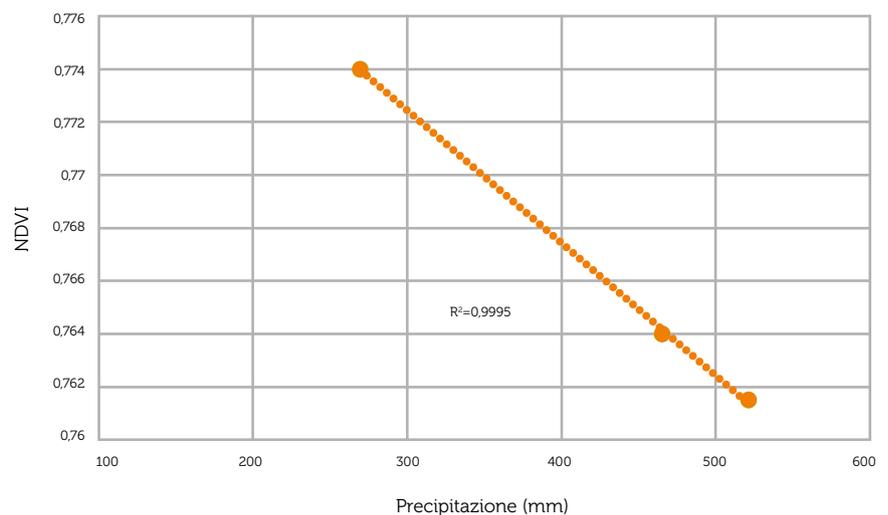
Tabella 3

Valori medi dell'indice NDVI nel corso delle stagioni vegetative in relazione alle tesi

A lettere differenti corrispondono medie statisticamente diverse

Figura 1

Correlazione tra i valori annuali NDVI e le precipitazioni cumulate del periodo maggio-agosto





In un'ottica di economia circolare e di pratiche agronomiche a ridotto impatto ambientale, la qualità delle produzioni biologiche è adeguata e compatibile alle richieste di mercato: durante la sperimentazione le caratteristiche chimico-fisiche dei frutti sono risultate comparabili tra le due gestioni.

Gestione biologica e integrata a confronto: valutazione vegeto-produttiva in cinque anni di sperimentazione in meleto

La strategia Farm to Fork per l'agricoltura prevede nei prossimi anni azioni che garantiscano un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell'ambiente. Per questo motivo risulterà sempre più importante assicurare una produttività compatibile con le richieste di mercato garantendo contemporaneamente un'adeguata protezione degli ecosistemi.

Il metodo di gestione biologica può essere meno efficiente in termini produttivi rispetto alla gestione convenzionale o alla conduzione integrata. In ambito frutticolo, la produzione di mele biologiche e la redditività dei meleto può essere limitata dalla ridotta efficacia da parte dei mezzi

tecnici ammessi per la difesa e per il diradamento.

Per mettere in evidenza le eventuali criticità del sistema biologico durante il periodo di conversione e quello successivo, risultava necessario monitorare la qualità del suolo e la produttività della gestione biologica.

A tale scopo è stato condotto uno studio in un meleto dell'azienda sperimentale della Fondazione de Bellat nel quinquennio 2018-2022. La sperimentazione ha previsto valutazioni a carico del suolo, della pianta e delle produzioni, prendendo in esame la varietà Gala biasse.

I risultati hanno confermato che la produzione cumulata nei cinque anni

SARA ZANONI
RAFFAELLA MORELLI
ROBERTO ZANZOTTI



è risultata superiore nella gestione integrata rispetto quella biologica, attestandosi rispettivamente a $79,6 \pm 2,1$ e $73,7 \pm 1,8$ (kg/pianta \pm ES). Le produzioni biologiche sono però risultate soggette a meno variabilità nel tempo.

Dai rilievi fitosanitari non si sono evidenziate differenze tra le due gestioni nel corso della sperimentazione; pertanto, l'efficacia della strategia di difesa è risultata comparabile, come i risultati dei rilievi biometrici effettuati sulle piante. In entrambe le tesi, l'indice di clorofilla mostrava valori che rientravano nel range tipico del melo per i diversi momenti della stagione. Le analisi eseguite sulle mele raccolte alla maturazione commerciale non indicano complessivamente differenze statistiche tra le tesi per i parametri di amido, zuccheri, acidità e durezza. I parametri di colore e pezzatura sono

risultati in entrambe le tesi superiori al livello minimo richiesto commercialmente e in tendenza più costanti nella gestione biologica (Zanoni *et al.* 2023 *L'Inf. Agr.* 36:44-46).

I nutrienti fosforo, potassio e boro aumentano nei frutti biologici, probabilmente per l'apporto di letame maturo distribuito con cadenza triennale. I micronutrienti rame e zolfo nei frutti biologici risultano maggiori in quanto largamente impiegati nella difesa fungicida tipica della gestione biologica (Zanoni *et al.* 2023 *Acta Italus Hortus*: 16).

Questa prova ha delineato che la qualità delle produzioni biologiche è adeguata e compatibile alle richieste di mercato e che la contrazione nel livello produttivo, se non compensata dalla relativa valorizzazione economica della produzione, può risultare penalizzante per la produzione biologica.



Indagare i fattori che accentuano il danno di alimentazione della cimice asiatica nei meleti trentini ha fornito nuove acquisizioni per promuovere lo sviluppo di strategie di gestione consapevoli e sostenibili.

Danni di cimice asiatica su cultivar di melo: effetto combinato di posizione sulla chioma, stagionalità e gestione agronomica

Combined effect of timing, position, and management on the evaluation of feeding damage caused by *Halyomorpha halys* on apple cultivars

Halyomorpha halys is an invasive species of stink bug, native to east Asia, causing extensive economic loss in numerous crops. Since several factors can influence the severity of the recorded injury levels, we conducted field and semi-field experiments in commercial apple orchards to monitor their interaction. To ascertain the interaction of position (both in the orchard and on the canopy), management, and cultivar in determining pre-harvest damage levels, more than 100,000 apples, distributed across 106 orchard blocks, were examined in the field. Apples located higher in the canopy, on hedgerows, and in organically managed orchards exhibited a higher number of external injuries. These factors were more relevant when occurring in combination, and during mid- and late-season cultivars. With exclusion cages, as the season progressed, the injury severity was higher and similar for both adults and older nymphs, characterized by the formation of external depressions and internal necrotic tissue. Thus, even a small number of individuals can cause severe damage during a short exposure

LIVIA ZAPPONI*
SERENA GIORGIA CHIESA
GIANFRANCO ANFORA**
LORIS CHINI
LUCA GALLIMBENI
CLAUDIO IORIATTI***
VALERIO MAZZONI***
ALBERTO SADDI***
GINO ANGELI

* CNR, Istituto di Bioeconomia
** C3A Università degli Studi di Trento
*** Centro Ricerca e Innovazione,
Fondazione Edmund Mach

period when it occurred close to full maturation. The combined results provide new insights to support the development of informed and sustainable control strategies.

Dal primo ritrovamento nel 2016, la cimice asiatica *H. halys* risulta stabilmente insediata in tutte le vallate frutticole trentine e al momento costituisce una reale minaccia, specie in melicoltura. Diversi fattori concorrono e condizionano la gravità dei danni alle produzioni agrarie, ma essi diversificano notevolmente in relazione alla specie vegetale considerata. Sono stati indagati diversi fattori che possono influenzare il danno di alimentazione della cimice asiatica nei meleti trentini, e la loro interazione, allo scopo di acquisire informazioni per promuovere lo sviluppo di innovative strategie fitoiatriche. Gli obiettivi specifici dello studio erano di valutare la gravità del danno in relazione alla: 1) posizione nel frutteto (margine e parte interna); 2) posizione in pianta (parte basale, centrale e alta); 3) la sensibilità varietale (Golden D., Red D., Granny S., Fuji, Pink Lady®); 4) la gestione agronomica (integrato e biologico). Inoltre, si è indagato se la gravità del danno alla mela cambia in relazione allo stadio fenologico del frutto o in relazione allo stadio di vita della cimice (neanidi, ninfe e adulto).

Valutazione dei danni in campo prima della raccolta

Per valutare l'influenza della cultivar, dell'altezza della chioma, della distanza della pianta dal bordo e della gestione fitoiatrica (IPM/biologico), sono stati selezionati meleti nei principali distretti frutticoli trentini (Figura 1a). Sono state analizzate 5 cultivar con tempi di maturazione diversificati: da fine agosto a fine settembre (Red Delicious e Golden Delicious), metà settembre-primi ottobre (Granny Smith) e ottobre (Fuji e Pink Lady®). Le indagini sono state eseguite nella settimana precedente la raccolta di ciascuna cultivar. Per ogni frutteto sono stati selezionati due punti di rilevamento: i filari esterni, entro 5 m dalla vegetazione seminaturale e i filari interni situati oltre 15-20 m dai margini (Fi-

gura 1b). In ogni punto di indagine sono state osservate 1.002 mele su 10 piante. Sono state identificate tre aree in base all'altezza da terra: bassa <1 m, media 1-1,8 m e alta >1,8 m (Figura 1b). Il danno alimentare sulla superficie delle mele è stato valutato contando il numero di macchie e depressioni scolorite.

Delle 106.212 mele valutate, l'8,08% ha presentato segni di danno da cimice. In termini di cultivar, il numero di lesioni è stato significativamente più alto per Fuji e Granny Smith (Kruskal-Wallis: $H=31,529$, $p<0,001$) (Figura 2a). Sono state rilevate differenze significative anche in termini di posizione nel frutteto, con danni significativamente più elevati ai margini rispetto all'interno (Mann-Whitney: $W=63921$, $p<0,001$) (Figura 2b). Per quanto riguarda l'altezza della chioma, il livello di danno è risultato più elevato nella parte alta (Kruskal-Wallis: $H=26,99$, $p<0,001$) rispetto a quella media e bassa (Figura 2c). Per quanto riguarda la gestione fitoiatrica, il danno registrato è stato significativamente più alto nei frutteti biologici rispetto all'integrato (Mann-Whitney: $W=14790$, $p<0,001$) (Figura 2d).

Danno alimentare di cimice in relazione allo stadio fenologico del frutto e in relazione allo stadio di vita della cimice

In un frutteto di Red Delicious individui di *H. halys* sono stati collocati in apposite manicotti (180 in totale), opportunamente fissati in pianta con all'interno una branca fruttificante (Figura 1c). Le condizioni esaminate sono state le seguenti: frutti mai esposti a cimice (controllo), frutti esposti a tre adulti per 48 ore a fine maggio, giugno e luglio, frutti esposti a stadi giovanili in luglio per 48 ore, testando separatamente neanidi (3° stadio) e ninfe (4° e 5° stadio). Durante il periodo di prova non sono stati applicati insetticidi. La valutazione del danno da cimice è stata eseguita alla

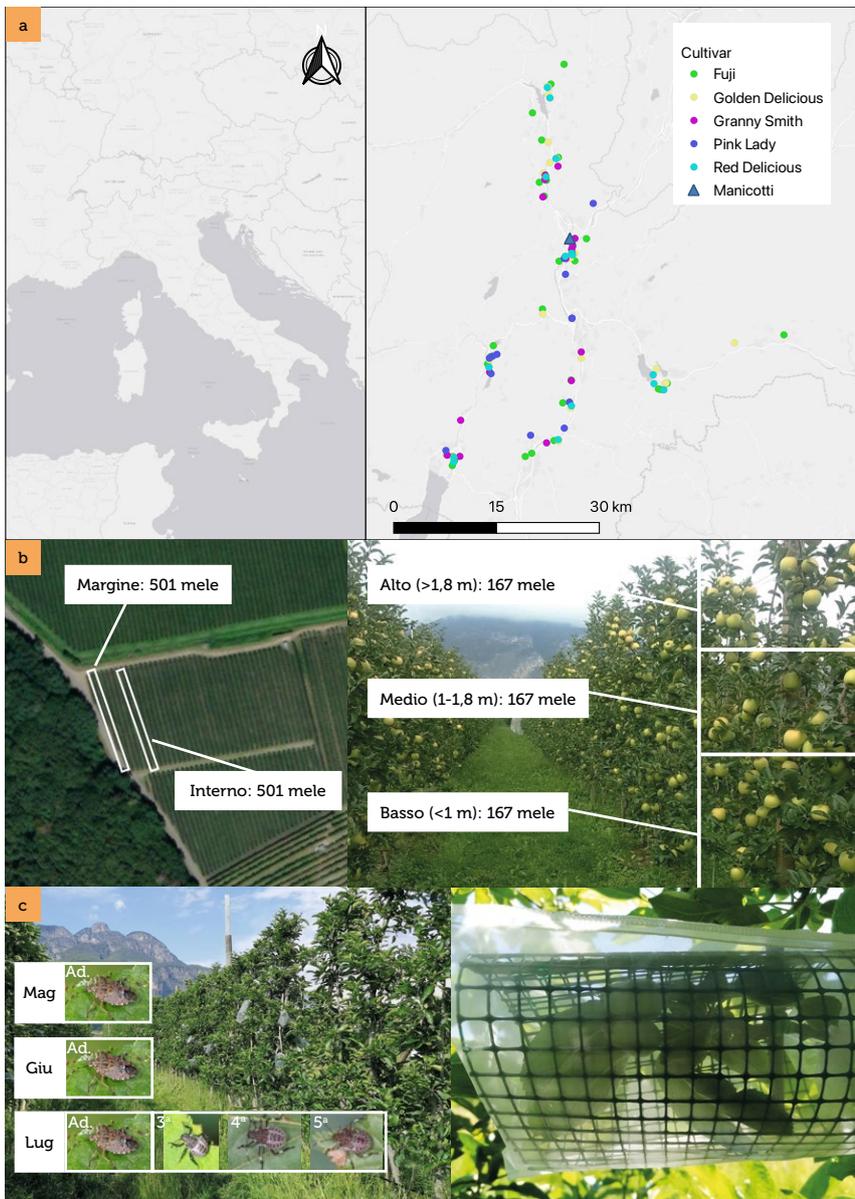


Figura 1

Descrizione delle indagini: a) area di studio; b) valutazione dei danni sul campo prima del raccolto e c) valutazione dei danni da alimentazione nei manicotti

.....

raccolta, tramite osservazione diretta ed effettuando foto. Le lesioni interne delle mele sono state registrate come area di tessuto necrotico e ognuna è stata quantificata con un programma informatico di elaborazione digitale delle immagini. Le lesioni di cimice di inizio stagione non si sono evolute in depressioni distinte, né in ampie aree con tessuto necrotico. Più avanti nella stagione la gravità delle punture è stata maggiore e simile per gli adulti e le ninfe di 4° e 5° stadio, con lo sviluppo di depressioni all'esterno e di tessuto necrotico all'interno (Figura 3).

L'elevata mobilità della cimice asiatica associata alla intensa polifagia, che gli permette di alimentarsi di piante spontanee e coltivate, permette a

H. halys di colonizzare nuove aree e riprodursi rapidamente, sfuggendo agli interventi di gestione (Angeli *et al.* 2021 *App. Mon. CTT* 12:69; Ioriatti *et al.* 2024 *J. Econ. Entomol.* in press). I risultati emersi da questo studio evidenziano che il rischio effettivo in termini di pressione parassitaria è mediato sia dalla cultivar sia dalla gestione fitoiatrica, ma è notevolmente influenzato dalla tempistica stagionale in cui si verifica l'attività di alimentazione. In relazione alla cultivar, Granny Smith e Fuji hanno mostrato il più alto livello di danno mentre è risultato inferiore per Pink Lady®. Si conferma che il rischio di lesioni da *H. halys* è maggiore per le cultivar di media e tarda maturazione, ma con delle eccezioni, come emerso per Pink Lady®.

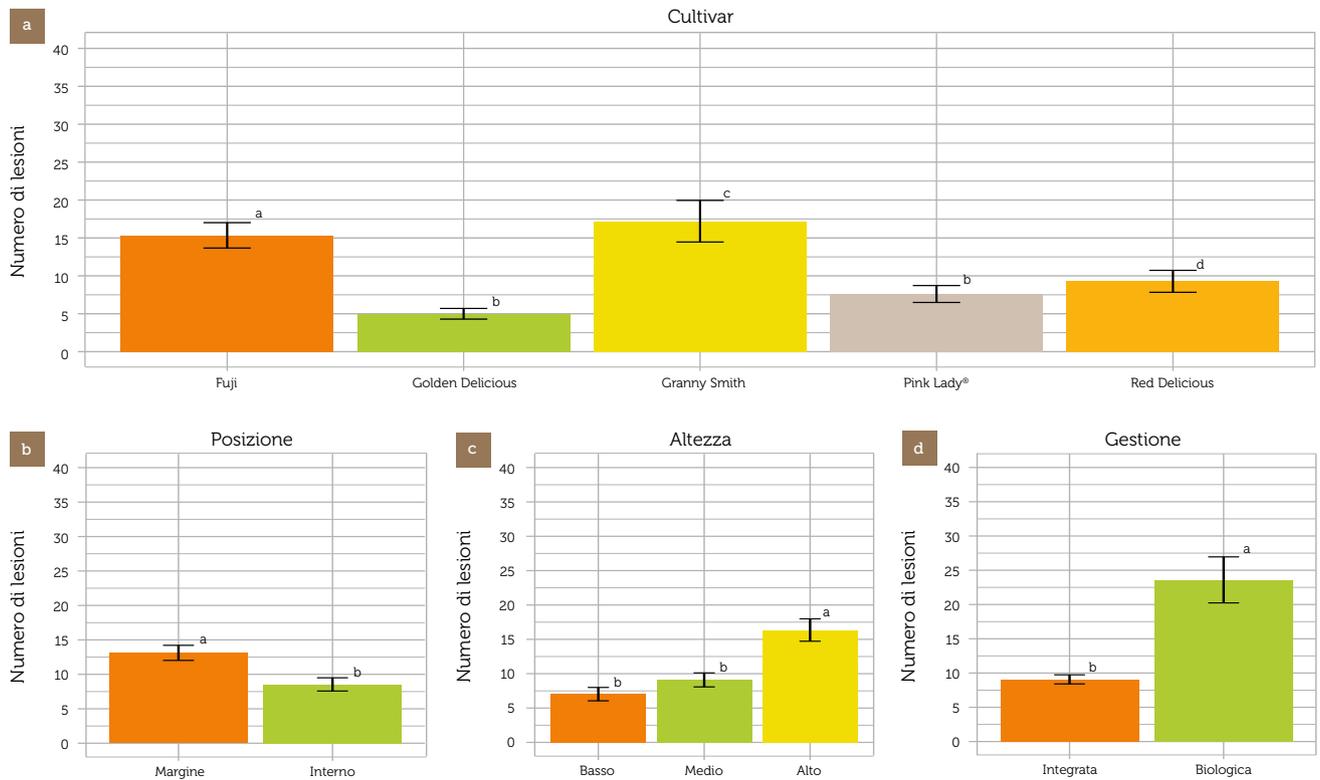


Figura 2

Numero totale di lesioni registrate per frutteto (media \pm SE) per le mele esaminate in base a: a) cultivar, b) posizione nel campo, c) altezza sulla pianta e d) gestione. Le lettere indicano differenze significative tra le categorie (test di Mann-Whitney e Kruskal-Wallis, $p < 0,005$)

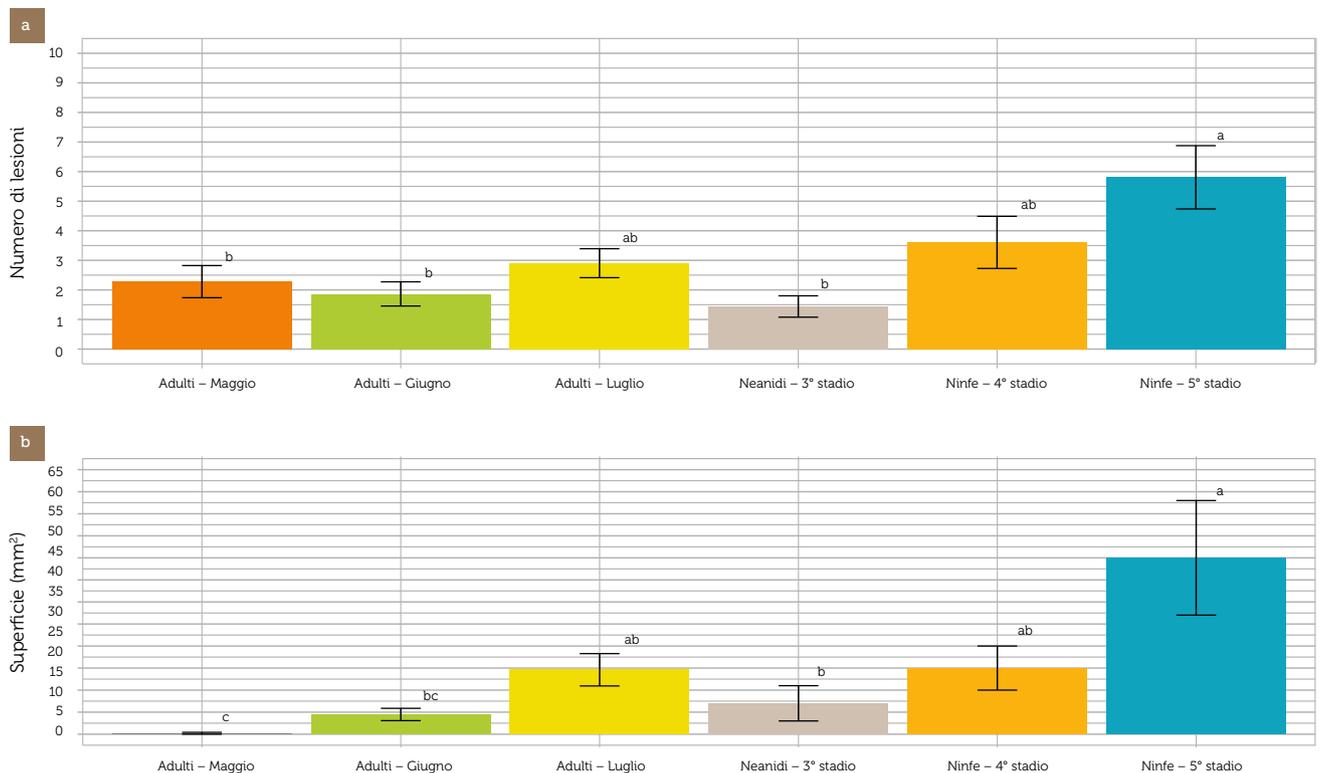


Figura 3

Valutazione delle lesioni per l'ultimo controllo effettuato in agosto: a) numero medio di lesioni (\pm SE); b) dimensione media delle lesioni interne (\pm SE). Le lettere indicano differenze significative tra le categorie di cimice asiatica considerata (test di Mann-Whitney e Kruskal-Wallis, $p < 0,005$).

Circa le tecniche di gestione, emerge che a parità di cultivar il numero di lesioni è stato significativamente più alto per il biologico rispetto all'integrato. Nei meleti a conduzione biologica, nonostante la numerosità di limitatori naturali, l'infestazione può essere condizionata dalla gestione agronomica complessiva e dalla presenza di habitat seminaturali. Tuttavia, l'effetto bordo è risultato significativo anche per i meleti a conduzione integrata. L'altezza della chioma ha influenzato in modo significativo i livelli di attacco e come indicato dai campionamenti verticali, sia gli adulti che le ninfe tendono a essere più abbondanti nella parte media-alta della chioma. È da notare che le punture di alimentazione di inizio stagione non sono evolute in depressioni distinte, né hanno generato ampie aree con tessuto necrotico. Pertanto, a differenza di quanto osservato su altre specie vegetali, l'esposizione precoce all'attività alimentare della cimice non ha compromesso la qualità delle mele alla raccolta.

La gravità del danno provocato dagli adulti e dalle ninfe (4° e 5° stadio), da metà a fine stagione, è stata simile, causando lo sviluppo di depressioni all'esterno e talvolta di tessuto necrotico interno.

I risultati emersi dagli studi di semi-campo hanno evidenziato che anche un numero ridotto di cimici a contatto con le mele per almeno 48 ore può causare danni significativi, specie quando l'esposizione avviene in prossimità della maturazione.

In conclusione, la combinazione di due approcci di studio sul comportamento alimentare della cimice asiatica ha permesso di evidenziare come diversi fattori, dalla gestione del frutteto alla vicinanza ai margini e all'altezza della chioma, influenzino significativamente il livello di danno sulle mele; tale livello è altresì condizionato sia dallo stadio di sviluppo delle mele sia della cimice. Queste informazioni potranno sostenere lo sviluppo di strategie di monitoraggio e di gestione più efficaci e sostenibili, sia per gli aspetti economici che ambientali.



Monitoraggio degli organismi da quarantena delle piante: prima intercettazione di *Popillia japonica* in Trentino

.....
SACHA BARGNA
GESSICA TOLOTTI

La movimentazione di merci e persone su scala globale, nonché i cambiamenti climatici in corso, favoriscono la diffusione di animali e vegetali tra Paesi del mondo. Introdotti in un areale diverso da quello di origine, organismi alloctoni possono riuscire a sopravvivere e moltiplicarsi, eventualmente alterando il preesistente equilibrio dell'ecosistema e causando ingenti danni economici, sociali, ed ambientali. Inoltre, una loro eradicazione è spesso difficile ed economicamente onerosa; pertanto, la prevenzione è la migliore strategia per evitarne l'insediamento. A tale scopo, specifici Regolamenti Europei prevedono che ciascuno Stato Membro svolga una capillare attività di sorveglianza del proprio territorio attraverso ispezioni visive sulla vegetazione, installazione e controllo periodico di trappole entomologiche, campionamenti e diagnosi in conformità con i protocolli ufficiali EPPO da parte di laboratori accreditati. L'attività è soggetta a rendicontazione tecnica ed economica e i costi supportati da finanziamenti da parte dell'Unione Europea.

In Italia la sorveglianza è demandata ai Servizi Fitosanitari Regionali e il coordinamento tecnico-scientifico al CREA. In Trentino l'attività è in capo all'Ufficio Fitosanitario provinciale che incarica la Fondazione Edmund Mach di eseguire i rilievi di campo e di svolgere le analisi di laboratorio sui campioni raccolti.

Tra gli organismi da quarantena oggetto di sorveglianza c'è *Popillia japonica*, coleottero scarabeide di origine asiatica trovato per la prima volta in Italia nel 2014 tra Piemonte e Lombardia. La sua capacità di espansione

è stimata in circa 10 km/anno ed è in grado di diffondersi su lunghe distanze tramite trasporto passivo sfruttando veicoli in movimento. Le larve si nutrono di radici, preferibilmente di graminacee, e possono provocare danni considerevoli al cotico erboso, gli adulti invece sono polifagi e sono in grado di nutrirsi su più di 300 specie vegetali arrecando danni sia alle coltivazioni che alle piante ornamentali e forestali.

Nel mese di luglio 2023 è stato intercettato un individuo adulto di *Popillia japonica* all'interno di una trappola di monitoraggio installata nei pressi della stazione di servizio autostradale di Nogaredo. Si tratta del primo ritrovamento in Trentino a seguito del quale Ufficio Fitosanitario e Fondazione Edmund Mach hanno prontamente intensificato la sorveglianza aumentando il numero di trappole e svolgendo frequenti indagini visive sulla vegetazione. Nel corso della stagione non hanno fatto seguito ulteriori ritrovamenti dell'insetto né sono stati individuati danni alle piante; pertanto, l'evento è tecnicamente classificabile come "incursione". Non vi è dunque alcun focolaio in Trentino e, probabilmente, l'insetto è giunto trasportato da un veicolo proveniente da fuori Provincia prima di essere intercettato.

L'episodio mette in evidenza l'importanza dell'attività di sorveglianza condotta al fine di rilevare prontamente la presenza di organismi nocivi da quarantena e di agire con tempestività applicando le adeguate misure fitosanitarie volte a scongiurarne l'insediamento a tutela del territorio e delle sue comunità.



Foto 1
Esemplare di *Popillia japonica*
.....

Valutazione epidemiologica di isolati monosporici di *Venturia asperata* provenienti da Trentino e Alto Adige

Nel 2018 gli esperti della FEM hanno osservato e documentato, per la prima volta, la comparsa di *V. asperata* in Trentino in un frutteto commerciale della cultivar Modì nella zona di Romagnano. In Alto Adige la prima segnalazione del patogeno risale all'anno successivo. Da allora la malattia si è progressivamente diffusa nei nostri areali, colpendo in particolare cultivar resistenti ma non solo. I dati sull'incidenza della malattia indicano una variabilità elevata e crescente: in Francia fino al 60% (2007-2009) e in Alto Adige dal 7 al 17,5% (2022).

V. asperata è stata riscontrata prevalentemente in frutteti resistenti, a gestione biologica, anche se recentemente è stata segnalata anche su cultivar di melo sensibili alla ticchiatura (non resistenti) in frutteti a gestione integrata.

A fronte di questo, possiamo considerarla come un patogeno emergente, in rapida diffusione in tutta Europa, con sintomi che compaiono su cultivar resistenti portatrici del gene *Vf* in grado di conferire resistenza nei confronti di *V. inaequalis* e non per *V. asperata*.

Allo scopo di aggiornare le conoscenze sulla suscettibilità varietale al patogeno e colmare alcune lacune conoscitive riguardanti l'epidemiologia di *V. asperata* è stata avviata un'attività sperimentale allo scopo di verificare la suscettibilità varietale alla malattia e caratterizzare la temperatura ideale di crescita in vitro.

Campioni di frutti e foglie sintomatici di diversa provenienza sia in termini di cultivar che area frutticola (Trentino e Alto Adige) sono stati tutti caratterizzati a livello morfologico e molecolare e alcuni di loro anche valutati

.....
VALERIA GUALANDRI



Foto 1

Frutto di cv. Story® Inored con lesioni sporulanti di *V. asperata*
.....

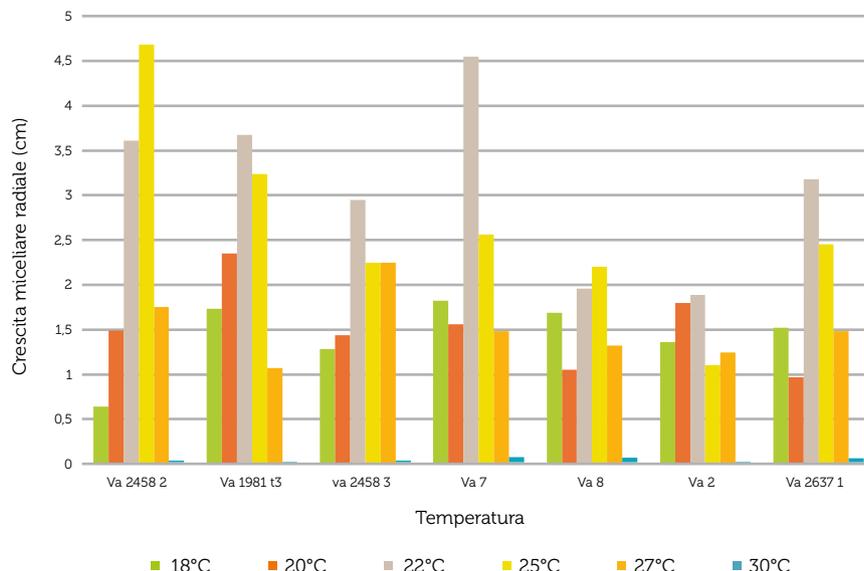


Foto 2

Frutto di cv. Evelina® con lesioni sporulanti di *V. asperata*
.....

Figura 1

Crescita miceliare radiale di isolati di *V. asperata* a 18°C, 20°C, 22°C, 25°C, 27°C e 30°C per 21 giorni



attraverso esperimenti in vitro, per ottenere la temperatura ottimale di crescita di *V. asperata*.

Ad oggi le varietà suscettibili alla malattia in Trentino sono: CIVG198 Modi®, UEB, Galant®, R201 Kissabel®, Story® Inored; mentre in Alto Adige: Pink Lady®, Story® Inored, Fuji, Braeburn, Granny Smith (Foto 1), Gala, Evelina® (Foto 2) e RedPop®.

Per quanto riguarda gli effetti della temperatura sulla crescita degli isolati, sei isolati monosporici fatti crescere a temperatura di 18-20-22-25-27-30°C, a confronto con un ceppo di *V. inaequalis* e il ceppo tipo di *V. asperata* ICMP 13992 (Nuova Zelanda), misurati in termini di crescita miceliare radiale dopo 21 giorni, hanno mostrato una temperatura ottimale

di crescita tra 22°C e 25°C (Figura 1) diversamente da *V. inaequalis* che ha un range ideale tra 18°C e 20°C.

La maggiore temperatura ideale di crescita e la comparsa di sintomi non legati solo a cultivar resistenti possono suggerire una riduzione dell'efficacia dei fungicidi e un eventuale ruolo dello scenario dei cambiamenti climatici nell'epidemiologia della malattia. Viste le numerose segnalazioni degli ultimi anni anche su nuove cultivar e nuovi areali di coltivazione, è opportuno continuare a studiare l'epidemiologia del patogeno per le implicazioni pratiche sia in termini di scelta varietale, miglioramento programmi di breeding per la selezione di varietà resistenti e influenza nella gestione del frutteto in termini di tempi dei trattamenti fungicidi.



Le tecnologie di applicazione innovative, che meglio si adattano alle specificità aziendali, possono consentire un'adeguata protezione del frutteto, riducendo i rischi di contaminazione ambientale e per l'operatore.

Prospettive di utilizzo di sistemi di applicazione a punto fisso nella difesa del melo

Perspectives regarding the use of fixed spray application systems in apple tree protection

In recent years, research has compared two fixed spray delivery system (FSDS) prototypes to assess the biological efficacy of treatments against a conventional air-assisted sprayer and an untreated control. All plots were subjected to the same application program and dosages specified on the labels of the plant protection products (PPPs) used. The FSDS prototypes demonstrated efficacy, primarily against apple scab but also against powdery mildew. Some apple growers are already using the commercial version of these systems, and wider adoption is envisaged in the coming years, particularly in sloped areas and near locations sensitive to pesticide drift.

I sistemi sovrachioma per i trattamenti fitosanitari stanno destando l'interesse di molti agricoltori che hanno la necessità di individuare soluzioni alternative al classico atomizzatore, specie in alcuni areali di coltivazione dell'arco alpino caratte-

rizzati da forti pendenze (Foto 1, 2 e 3), precarie condizioni del terreno e commistione tra aree agricole ed urbanizzate. Da diversi anni la sperimentazione del Centro Trasferimento Tecnologico, sulle tecniche di applicazione dei prodotti fitosanitari è orien-

DANIEL BONDESAN
GINO ANGELI
CLAUDIO RIZZI
CLAUDIO IORIATTI*

* Centro Ricerca e Innovazione,
Fondazione Edmund Mach

Foto 1

Impianto di distribuzione a punto fisso su terreno declive

.....



Foto 2

Esempio di terreno coltivato a frutteto in forte pendenza con impianto di applicazione sovrachioma

.....



Foto 3

Giovane frutteto in forte pendenza dotato di impianto di trattamento a punto fisso

.....



tata a valutare nuove attrezzature che coniughino una difesa della pianta efficace con il minor impatto verso i fattori esterni alla coltura (Bondesan *et al.* 2016 *Asp. Appl. Biol.* 132:411-414). Anche grazie all'attuale tendenza a ridurre le dimensioni e la densità della chioma, eventualmente bilanciate da una maggiore densità d'impianto,

l'impiego di nuove soluzioni per la distribuzione a punto fisso, ben si adattano a concentrare l'erogazione sul filare, velocizzare l'applicazione della miscela, ridurre i rischi ambientali e per l'operatore durante i trattamenti in condizioni di scarsa visibilità o su terreni scivolosi (Bondesan 2021 *Terra è Vita* 8:40-41).

Uno dei primi obiettivi sperimentali è stato quello di valutare i livelli di efficacia ottenibili da due prototipi di impianti a punto fisso messi a disposizione dalla società Netafim Italia rispetto alle classiche irroratrici ad aerocoazione verso le principali malattie del melo. I risultati sperimentali hanno dimostrato un adeguato controllo della ticchiolatura per entrambi i prototipi, utilizzando i medesimi dosaggi distribuiti con l'irroratrice aziendale, su una varietà sensibile alla malattia allevata con tre sistemi in parete fruttifera stretta (Bondesan *et al.* 2023 *16th Suprofruit* 49-50; Bondesan *et al.* 2024 *Giornate Fitop.* 1:433-440). Questi risultati sono stati confermati anche recentemente ed ulteriori osservazioni sono state fatte anche sull'oidio del melo, con esiti generalmente soddisfacenti in termini di efficacia. Sebbene i trattamenti fitosanitari abbiano previsto l'impiego non solo di fungicidi, ma anche di molecole a diversa azione, come ad es. insetticidi e diradanti, l'assenza di infestazioni significative sui testimoni non trattati o la scarsa omogeneità delle condizioni di campo non hanno consentito di effettuare osservazioni conclusive per queste categorie di sostanze, orientando la sperimentazione verso obiettivi più specifici, con metodologie diversificate. A fianco del confronto in pieno campo sull'efficacia dei fungicidi verso la ticchiolatura sia in gestione integrata, sia biologica con trattamenti tempestivi, sono in corso prove comparative che mirano a valutare l'efficacia di insetticidi in laboratorio su foglie e su frutti. Tutto ciò al fine di consolidare i risultati già acquisiti e vagliare ulteriori strategie d'impiego dei sistemi a punto fisso verso una più ampia gamma di avversità, eventualmente anche adottando protocolli distinti in relazione al target specifico.

Le condizioni meteo verificatesi nel periodo in cui sono stati svolti i test non hanno fin qui permesso di verificare un'ulteriore potenzialità dei sistemi a punto fisso che, impiegati proprio in una strategia di difesa di tipo tempestivo invece che preventi-

vo, potrebbero consentire di ridurre il numero di trattamenti, andando a realizzare unicamente quelli prossimi alle piogge infettanti, e non in funzione delle previsioni di pioggia.

Fra le acquisizioni preliminari, ma comunque in corso di consolidamento, vi è quella legata alla capacità dei sistemi a punto fisso di mitigare l'effetto deriva, potendo operare rapidamente, evitando le condizioni di eccessiva ventosità, sfruttando la presenza di ugelli che producono una popolazione di gocce grosse che ricadono sulla vegetazione (Bondesan 2021 *Terra è Vita* 8:42-44; Mozzanini *et al.* 2023 *Acta Hort.* 1378:227-236), quindi senza che vi sia la presenza di una corrente d'aria potenzialmente in grado di amplificare le dispersioni di miscela nelle zone limitrofe.

Grazie ai numerosi vantaggi offerti da questi sistemi di trattamento è prevedibile che nei prossimi anni le superfici coltivate in cui opereranno queste macchine irroratrici (attualmente sistema S.O.PH.I.A.™) saranno destinate ad aumentare, non solo in Trentino, ma più in generale nei diversi areali di coltivazione del melo. Alla fase di sperimentazione si sta affiancando progressivamente quella di trasferimento della tecnologia all'azienda agricola, sotto la lente e la guida della consulenza tecnica. Con tutta probabilità ciò consentirà di ampliare il ventaglio di osservazioni, permettendo di individuare più rapidamente potenziali rischi ed attuare eventuali misure correttive. Pertanto, solo con una prospettiva temporale più ampia sarà possibile definire dettagliatamente le potenzialità e le sfide poste da questi sistemi. Non da ultima la necessità da parte dei vari portatori d'interesse di mettere in atto in tempi relativamente brevi un efficace protocollo di controllo funzionale specifico per questa nuova tipologia di macchina irroratrice. Ciononostante, sono già allo studio soluzioni impiantistiche che puntano ad adattare questi sistemi di distribuzione ad altre colture, come ad es. la vite allevata a guyot (Mozzanini *et al.* 2024 *Giornate Fitop.* 1:423-432).



Individuare agenti di biocontrollo efficaci contro i marciumi delle mele porterebbe ad una riduzione della distribuzione di fungicidi con benefici per l'ambiente e per la salute dei consumatori.

Metodi alternativi di controllo dei marciumi del melo in post-raccolta

Alternative control methods for post-harvest apple rots

LORENZO TURRINI
FABIO ZENI
ALESSANDRO PEDERGNANA
MILENA VALENTINI
DARIO ANGELI

Rot represents the main cause of economic loss for apple growers during storage, necessitating the implementation of targeted agronomic practices in the field and the adoption of specific storage protocols. It is recommended to implement both indirect and direct control strategies to control the proliferation of the fungi responsible for rots. For this purpose, alternative techniques to fungicides are available, including the use of biocontrol agents that compete with pathogens. The yeast *Candida oleophila* (CO) is considered one of the most promising BCAs, and was compared in this study with pyrimethanil and an untreated control. The results of this study demonstrated that CO, although not comparable to pyrimethanil, has a certain degree of efficacy in controlling the spread of *Penicillium* sp., one of the main causal agents of rot. Pyrimethanil has demonstrated excellent efficacy as a preventive and curative treatment for ongoing infections. CO, on the other hand, proved to be effective only if applied preventively, with a reduction of rot symptoms by as much as 60% in the following 28 days post-treatment on apples stored at 1.5°C and 85-90% humidity.

I marciumi sono la principale causa di perdita economica in post-conservazione per i melicoltori e possono compromettere fino al 25% del raccolto in zone sviluppate (Jijakli M.H. 2011 *J. Microbiol.* 99:93-105), ed arri-

vare fino al 50-60% in zone in via di sviluppo (Janisiewicz W.J. *et al.* 2002 *Annu. Rev. Phytopathol* 40:411-441). L'entità di questo fenomeno dipende da numerosi fattori quali la sensibilità varietale, la zona produttiva, l'andamento climatico stagionale, la presenza di danneggiamenti dell'epicarpo (rugginosità, grandine, insetti, etc.), la presenza di inoculo in campo ed il grado di maturazione delle mele. I marciumi sono causati da diversi agenti fungini e per il loro contenimento è di fondamentale importanza l'attuazione di tutte le buone pratiche che contribuiscono alla riduzione della suscettibilità delle mele (scelta della cultivar, eliminazione dei frutti danneggiati, epoca di raccolta ottimale, adozione di protocolli specifici di conservazione, etc.), ma al contempo occorre effettuare una corretta difesa fungicida in preraccolta. Recentemente, le limitazioni introdotte su alcune sostanze attive e le richieste del mercato di contenere la presenza di residui stanno spingendo la ricerca verso metodi alternativi di controllo a basso impatto ambientale. In questo contributo si presentano i risultati della prova d'impiego di un agente di biocontrollo, *Candida oleophila*, nel seguito CO, un lievito appartenente alla famiglia delle Saccharomycetaceae. Si tratta di un microorganismi

che manifesta la sua efficacia entrando in competizione spaziale e nutritiva con alcuni patogeni (Lima G. *et al.* 1997 *Postharvest Biol. Technol.* 10:169-178) come ad esempio *Penicillium* sp., agente di marciumi sulle mele indagato in questa sperimentazione. Le 12 tesi impostate nella prova hanno messo a confronto CO con pyrimethanil e un testimone non trattato, su mele di varietà Pinova (s), mutazione Roho 3615' (s) Evelina®. Nella Tabella 1 è riportata la successione delle attività che sono state svolte per ciascuna tesi allestita: le variabili erano la presenza o meno di inoculo di *Penicillium* sp. (4 ml/mela di soluzione acquosa a 10⁶ conidi/ml), la produzione o meno di ferite artificiali per favorire la penetrazione dell'inoculo e le tempistiche di trattamento ed inoculo per comprendere l'azione preventiva e/o curativa del BCA.

Le mele, trattate a metà novembre, sono state poi conservate in frigorifero a temperatura di 1,5°C ed umidità relativa 85-90% per 60 giorni e controllate settimanalmente. Ad ogni controllo è stato attribuito un valore di gravità dell'attacco di marciume (Figura 1).

Rilievo dei sintomi a 7 giorni dal trattamento

A distanza di 7 giorni dal trattamento, i frutti non feriti erano tutti sani, indi-



Figura 1

Classi di gravità di diffusione del marciume su tesi ferite

.....

Tabella 1

Tesi a confronto e cronologia delle varie operazioni effettuate: ferita con punture multiple, inoculo con soluzione di *Penicillium* sp., trattamento con fungicida/BCA

.....

Tesi	Frutti/ripetizioni	Giorno 1 mattina	Giorno 1 pomeriggio	Giorno 2
1	20*3	No ferita	H ₂ O	
2	20*3	No ferita	<i>Candida oleophila</i>	
3	20*3	Ferita	<i>Penicillium</i>	
4	20*3	No ferita	<i>Penicillium</i>	
5	20*3	Ferita	<i>Candida oleophila</i>	<i>Penicillium</i>
6	20*3	No ferita	<i>Candida oleophila</i>	<i>Penicillium</i>
7	20*3	Ferita	<i>Penicillium</i>	<i>Candida oleophila</i>
8	20*3	No ferita	<i>Penicillium</i>	<i>Candida oleophila</i>
9	20*3	Ferita	Pyrimethanil	<i>Penicillium</i>
10	20*3	No ferita	Pyrimethanil	<i>Penicillium</i>
11	20*3	Ferita	<i>Penicillium</i>	Pyrimethanil
12	20*3	No ferita	<i>Penicillium</i>	Pyrimethanil

pendentemente dal trattamento (Figura 2). Tra le tesi ferite ed inoculate con *Penicillium* sp., quelle trattate con pyrimethanil non presentavano alcun tipo di marciume. Il testimone non trattato (tesi 3) presentava marciumi sul 41,7% dei frutti (Foto 1), mentre per la tesi 5, trattata con CO prima dell'inoculo, la percentuale di frutti marcescenti risultava essere dell'1,7% (Figura 2). La tesi 7 trattata con CO dopo l'inoculo presentava un grado d'attacco di marciume elevato, pari al 75% (Figura 3).

Rilievo dei sintomi a 28 giorni dal trattamento

Dopo 28 giorni dal trattamento, i frutti non feriti si sono mantenuti sani indipendentemente dal trattamento (Figura 3). Tra le tesi ferite ed inoculate con *Penicillium* sp., pyrimethanil presentava il 5% di frutti danneggiati nel caso di trattamento precedente all'inoculo, ed il 15% con trattamento successivo. Per quanto riguarda il testimone non trattato solo l'1,7% dei frutti s'è mantenuto sano e tra i frutti colpiti da *Penicillium* sp. l'89% presentava un grado d'attacco grave. Il trattamento con CO, se successivo all'inoculo, presentava danni paragonabili al testimone, con grado d'attacco del 98% e valutato come grave. Con applicazione di CO antecedente all'inoculo, i frutti sani risultavano il 25% e tra i frutti colpiti il 55% risultava valutato come grave.

Rilievo dei sintomi a 56 giorni dal trattamento

Al controllo finale, a distanza di 56 giorni dal trattamento, i frutti non feriti non presentavano alcun danno sul testimone non trattato e sulle tesi trattate con pyrimethanil (Figura 4). Sulle tesi trattate con CO si sono riscontrati invece l'1,6% di marciumi sulla tesi non inoculata ed il 5% sulla tesi inoculata con *Penicillium* sp. Tra le tesi ferite ed inoculate con *Penicillium* sp., pyrimethanil presentava il 21,6% di frutti danneggiati con trattamento precedente all'inoculo ed il 26,6% con trattamento successivo all'inoculo. Per quanto riguarda il testimone non trattato non risultavano frutti sani e tra i frutti colpiti il 96,6% aveva un grado d'attacco grave. Relativamente alle tesi trattate con CO, laddove il trattamento era successivo all'inoculo si sono rilevati danni paragonabili al testimone, con 100% dei frutti colpiti di cui il 98% di livello grave. Con l'applicazione di CO antecedente all'inoculo, i frutti sani sono risultati il 5% e tra i frutti colpiti il 94,5% è stato valutato come grave.

Conclusioni

Le prove svolte hanno dimostrato che il trattamento post-raccolta per il controllo dei marciumi delle mele con il p.a. pyrimethanil, ha un grado di efficacia prossima al 100% sia con applicazione preventiva che curativa

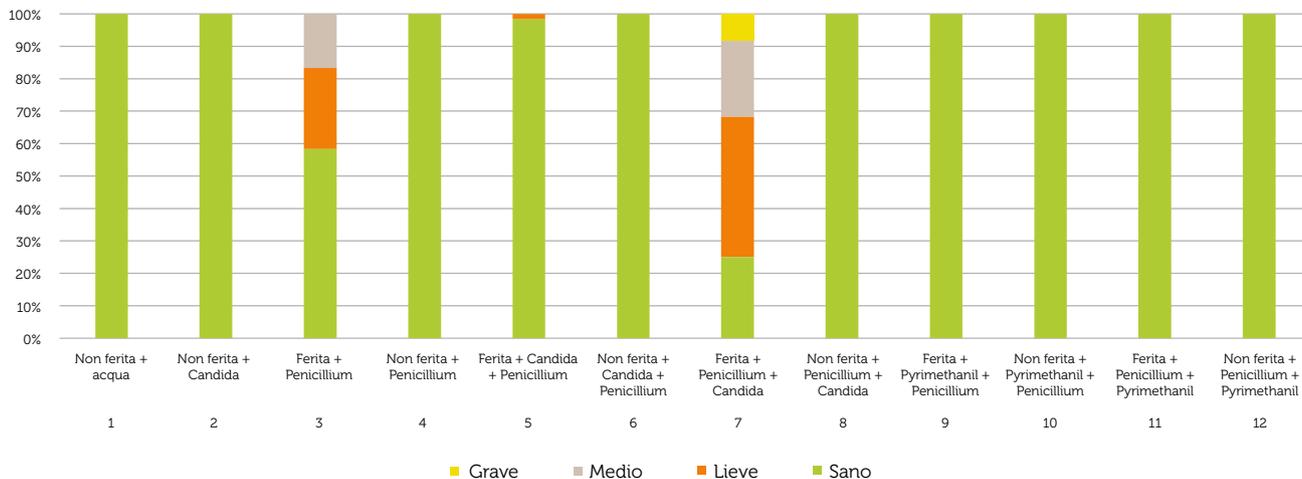


Figura 2

Presenza di marciumi dopo 7 giorni di AN a 1,5°C dal trattamento

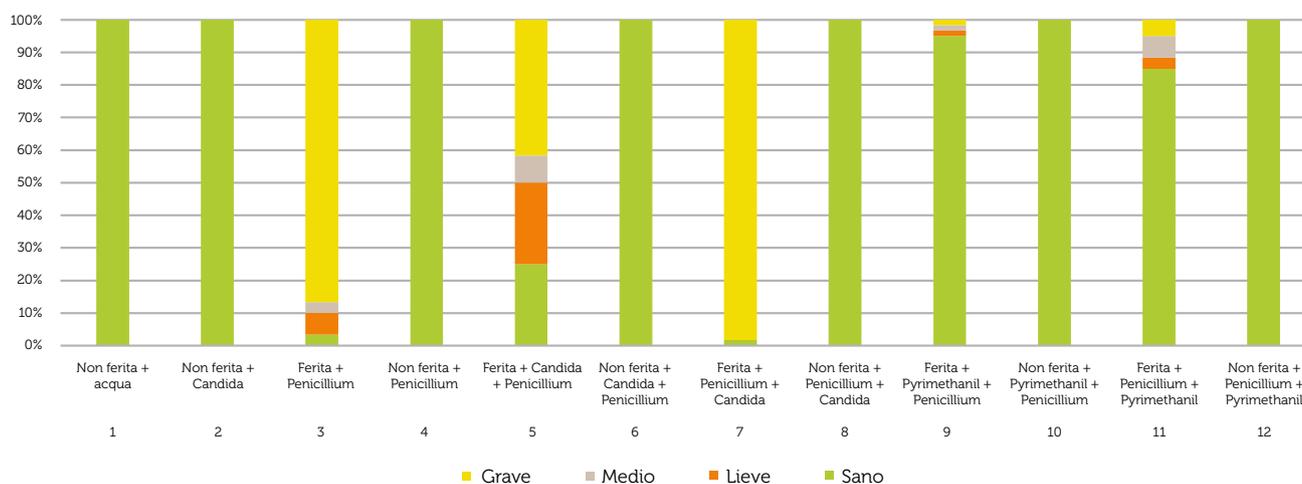


Figura 3

Presenza di marciumi dopo 28 giorni di AN a 1,5°C dal trattamento

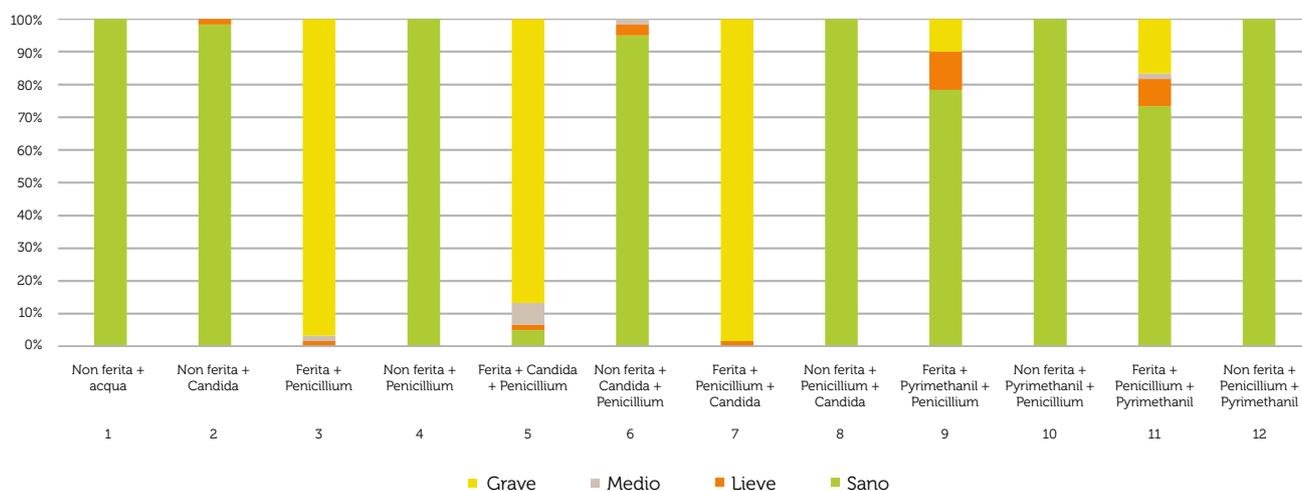


Figura 4

Presenza di marciumi dopo 56 giorni di AN a 1,5°C dal trattamento

Foto 1

Presenza di marciumi sulla tesi di controllo 3 (ferita + *Penicillium*), dopo 7 giorni di AN a 1,5°C dal trattamento

.....



Foto 2

Presenza di marciumi sulla tesi 5 (ferita + *Candida* + *Penicillium*), dopo 7 giorni di AN a 1,5°C dal trattamento

.....



Foto 3

Presenza di marciumi sulla tesi 7 (ferita + inoculo + *Candida*), dopo 7 giorni di AN a 1,5°C dal trattamento

.....



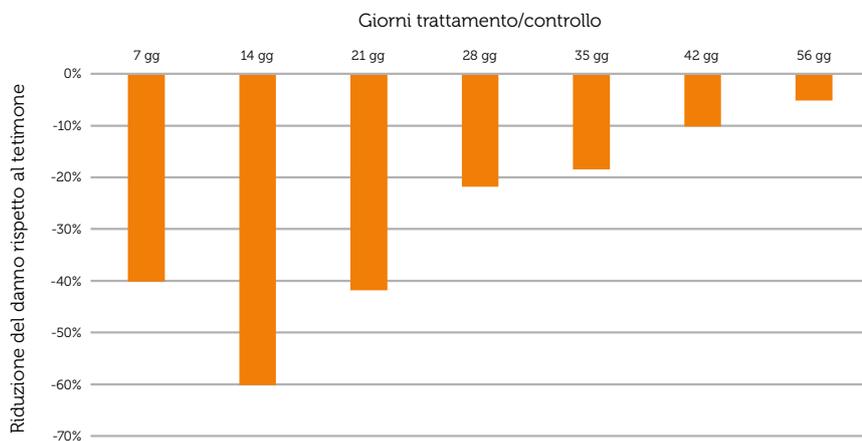


Figura 5

Riduzione nella percentuale di danno della tesi 5 (ferita + *Candida* + *Penicillium*) rispetto al testimone non trattato (tesi 3: ferita + *Penicillium*)

di mele senza ferita artificiale. Una buona efficacia nel contenimento dei sintomi è stata anche rilevata nel caso di un'applicazione curativa su mele precedentemente ferite ed inoculate. Questi risultati confermano la validità del trattamento fungicida effettuato in post-raccolta con questo p.a., in grado di ridurre fino al 73% le infezioni rispetto al testimone ferito ed inoculato dopo 56 giorni di conservazione. Il trattamento con CO, se antecedente all'inoculo con *Penicillium* sp., ha dimostrato ai primi controlli una certa efficacia con una riduzione del 40% di danno rispetto al testimone ferito ed inoculato dopo 7 giorni di conservazione, questa efficacia è però andata via via riducendosi con il proseguire della

conservazione fino a risultare insoddisfacente (Figura 5). In seguito a questa perdita di efficacia, si può ipotizzare che il BCA CO tenda a degradarsi nel tempo e che, per garantire una buona efficacia di contenimento dei marciumi, siano necessarie applicazioni ripetute per riuscire a mantenere costante la presenza del lievito sulle mele all'interno delle celle durante la conservazione. Altre sperimentazioni saranno quindi utili per confermare questa ipotesi, ma anche per verificare l'efficacia di CO su altre cultivar e su altri patogeni fungini particolarmente aggressivi sul territorio trentino come *Neofabraea* sp. e *Monilia* sp. L'attività è stata svolta con la preziosa collaborazione di Sarah Girardi.

L'annata ciliegio e piccoli frutti 2023

.....
TOMMASO PANTEZZI

Per il ciliegio, l'annata 2023 è stata caratterizzata da un'allegagione soddisfacente in molti impianti della val di Non, mentre un leggero calo produttivo si è verificato negli areali del Bleggio e della Valsugana, sempre manifestando una certa variabilità nella produttività degli impianti. In linea generale la pezzatura è stata mediamente buona. L'inverno mite e le temperature di inizio primavera, sopra la media, hanno indotto una precoce ripresa vegetativa, con un successivo rallentamento dello sviluppo durante il mese di maggio, fresco e piovoso, che ha portato la maturazione in linea con la media stagionale. Fra le avversità degne di nota, va ricordata la pressione di *Drosophila suzukii* derivante dall'inverno mite, che ha determinato una popolazione svernante elevata che ha compromesso la raccolta negli impianti fuori rete di varietà tardive. Altre problematiche fitosanitarie sono state gestite con una difesa ordinaria. Per quanto riguarda fragole e piccoli frutti, il meteo ha influenzato gli andamenti produttivi con una normale ripresa vegetativa e un temporaneo rallentamento per il mese di maggio, con temperature più miti e frequenti precipitazioni. Successivamente, giugno e luglio, che hanno registrato temperature elevate, hanno favorito produzioni in leggero ritardo e concentrate per fragola primaverile, ma con qualità buona. La fragola rifioriente, che rappresenta la maggior parte della produzione, ha avuto un andamento produttivo con un inizio ritardato, a causa del mese di maggio fresco, un elevato livello produttivo

in agosto e minimo in settembre. La seconda fioritura abbondante non ha però portato ad una produzione proporzionalmente elevata per l'andamento meteo autunnale, caratterizzato da temperature troppo basse. Non si sono riscontrati grossi problemi di malattie fungine, mentre si è verificato qualche attacco di antonomo e problemi di tripidi su fragole. Il lampone unifero ha sofferto parzialmente delle temperature elevate di luglio e la qualità del frutto in certi impianti ne ha risentito presentando frutti deformati e di qualità non ottimale. Su mora, in alcuni appezzamenti, si sono verificati attacchi di eriofide, ma in generale la produzione è stata soddisfacente e di qualità. Per il mirtillo si sono osservati dei casi di agrobatterio e di oziorrinco in impianti in fuorisuolo della Val di Non, e una produzione in generale non particolarmente elevata in diversi impianti della provincia.

L'autunno è stato caratterizzato da temperature abbastanza calde in settembre e fino ad ottobre queste condizioni hanno favorito buone produzioni di mora tardiva e lampone rifioriente prodotti nell'ultima parte della stagione.

In diversi impianti di ribes si sono riscontrati problemi di disseccamento delle gemme che hanno determinato un calo produttivo rispetto alla media delle ultime annate, e che in certi casi possono limitare lo sviluppo della pianta in altezza. In generale, la qualità della produzione è stata soddisfacente anche se in alcuni campi è stata osservata presenza di verticilliosi, che porta al deperimento graduale della pianta.



La sostituzione della torba con prodotti derivati comporta la riduzione dello sfruttamento come materie prime delle risorse naturali lentamente rinnovabili e il recupero e la trasformazione di scarti di produzione, o sottoprodotti, domestici, industriali o agrari.

Valutazione di substrati organici per fragola fuori suolo: prime osservazioni sui prodotti disponibili in Trentino

Evaluation of organic substrates for above-ground strawberries: initial observations on products available in Trentino

Based on the observations from the previous year's first assay tests, experimental trials were conducted on some types of locally sourced substrates in 2023 to verify their potential use as substitutes or supplements to traditional substrates. Determining the types that can be used, the eventual ratio of the mixture components, and fine-tuning the best fertigation management made it possible to propose some alternative solutions, comparable to the customary use of new peat.

Il substrato nel fuori suolo è elemento fondamentale per la corretta riuscita della coltivazione. Le sue caratteristiche determinano le condizioni igroscopiche e nutrizionali fondamentali per il miglior sviluppo delle piante. Numerose colture, la fragola tra

queste, trovano nella torba bionda di sfagno, a debita granulometria, tali condizioni. Negli ultimi anni, però, la sostenibilità della torba viene messa sempre più in discussione, con la necessità di ridurre lo sfruttamento delle risorse naturali lentamente rinno-

PAOLO MARTINATTI
GIANPIERO GANARIN
PAOLO MIORELLI
LUCA BRENTARI
TOMMASO PANTEZZI



Foto 1

Tal quale del compost domestico e del digestato zootecnico prima della messa a dimora

.....

vabili come materie prime. Per questo motivo sono stati confrontati in queste ultime stagioni dei substrati innovativi con funzione sostitutiva o rigenerativa miscelati alla torba già utilizzata.

I prodotti valutati sono stati: la torba bionda di sfagno (substrato utilizzato quale testimone di riferimento), il digestato zootecnico prodotto nel biodigestore di zona (Villa Agnedo), il compost di residui domestici del centro di compostaggio provinciale (Cadinò), il cippato prodotto dagli scarti della lavorazione ad uso termico di legname ed il cippato prodotto da residui di gestione del verde urbano (entrambi provenienti da un'azienda

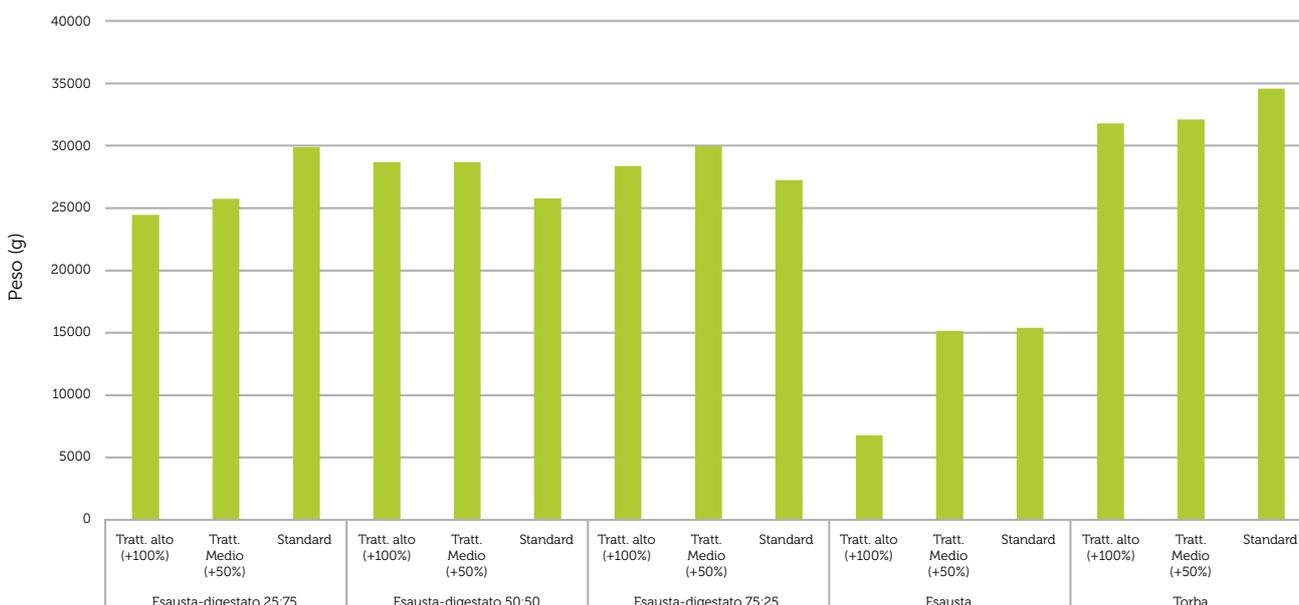
del settore sita nel Trentino sud-occidentale) ed infine la torba bionda di sfagno già utilizzata in un ciclo colturale ("esausta") e considerata scarto inutilizzabile per nuove coltivazioni. Verificati i valori dichiarati dei componenti chimici e delle caratteristiche chimico-fisiche principali, si è inizialmente testato il comportamento dei prodotti tal quale o in miscele binarie equipollenti nell'ottica di interpretarne le risposte alla conduzione idrica, fertirrigua (intesa come pH e conducibilità) e gestionale (es. eventuali trattamenti pre-trapianto come lavaggi, aggiunte chimico-nutrizionali, ecc.). Successivamente si sono monitorate le possibili miscele realizzabili con i vari prodotti ed i relativi rapporti percentuali sinergici, sia abbinati fra loro che con torba, sia nuova che riutilizzata, allo scopo, se non di sostituirla, quantomeno di ridurre il consumo annuo. Dai test preliminari dei comportamenti fisico-idrici e chimico-nutrizionali dei materiali, si sono desunte loro possibili combinazioni ed ipotetiche metodiche gestionali mirate da sottoporre a studio sperimentale di conferma.

Ne è derivato un piano sperimentale a due variabili, con più tesi (substrati e miscele dei vari materiali) e alcuni trattamenti (gestione irrigua e conducibilità in particolare), che ha permesso contemporaneamente di verificare l'eventuale necessità di gestioni *ad*

Figura 1

Effetto dell'interazione substrato-gestione irrigua sulla produzione totale

.....



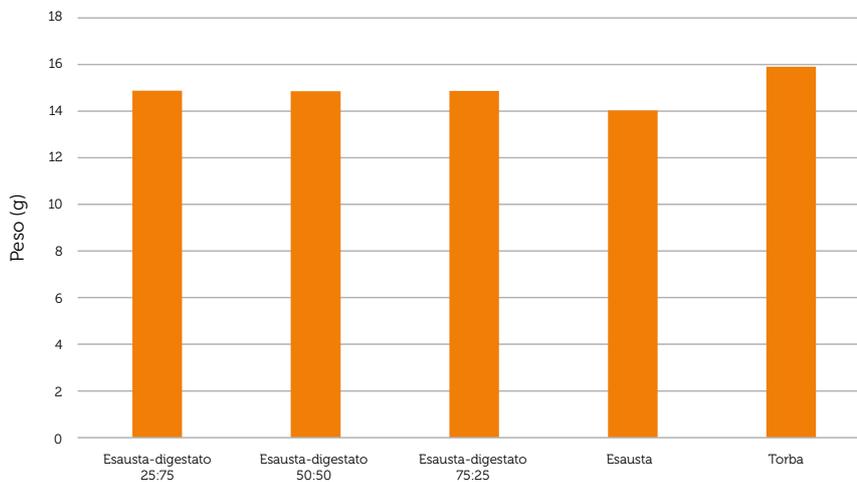


Figura 2

Effetto del substrato sul peso medio del frutto

.....

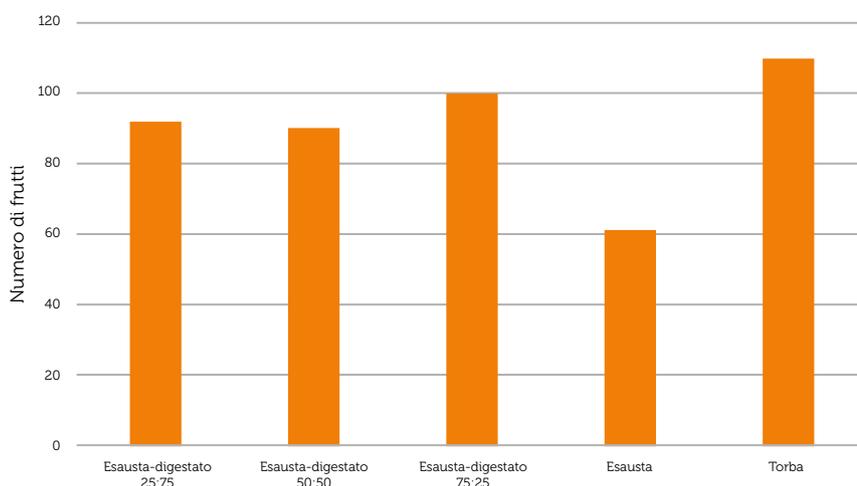


Figura 3

Effetto del substrato sul numero di frutti

.....

hoc di substrati, per loro natura, dalle caratteristiche fisico-chimiche molto diverse dagli standard di riferimento. Le misurazioni che si sono compiute hanno riguardato il comportamento fisico-chimico dei substrati messi a confronto, verificando la quantità del drenaggio (percentuale giornaliera), i suoi valori di controllo (pH e conducibilità) e il grado di bagnatura percepibile. I rilievi hanno interessato lo sviluppo vegetativo, riproduttivo e produttivo attraverso la misura delle dimensioni principali delle piante (foglie, steli, accestimenti, ecc.), dello sviluppo fiorale (numero e grado delle infiorescenze e dei fiori e della produzione quali-quantitativa (numero e peso medio dei frutti e quantità prodotta suddivisa per categorie commerciali). Infine, le osservazioni comportamentali hanno riguardato il tasso di mortalità eventuale, la risposta agli stimoli gestionali come

la velocità di idratazione iniziale o la resistenza strutturale allo svernamento, la risposta alle manipolazioni (es. penetrabilità al trapianto) e la predisposizione all'insorgenza di problematiche fitosanitarie (patologie dell'apparato radicale in particolare). In Figura 1 sono riassunti i risultati produttivi della primavera 2023 dove emerge una riduzione evidente delle performance produttive della torba esausta, dovute soprattutto al decadimento strutturale rilevante che avviene durante la fase di svernamento. L'aggiunta di digestato zootecnico anche in quote molto variabili alla torba esausta (tesi con aggiunte del 25, 50 o 75% in volume) permette di ripristinare la capacità drenante del substrato recuperando in tutte quasi completamente la potenzialità produttiva, ma ciò in maniera inversamente proporzionale alla percentuale aggiunta. Fra le gestioni irrigue parametrate sullo

standard per torba nuova con incrementi rispettivamente del 50 o del 100% del quantitativo per intervento e riducendo proporzionalmente il numero di interventi, mantenendo così invariata la quantità totale giornaliera di soluzione nutritiva distribuita, il risultato migliore si è ottenuto con l'incremento del 50% nella tesi con aggiunta del 25% di digestato.

Stesso andamento si è osservato anche per parametri qualitativi come il peso medio del frutto o riproduttivi come il numero di frutti per pianta (Figura 2).

Se da un lato si sono avute le conferme della torba quale substrato maggiormente performante e dei minori risultati ottenibili con la torba riutilizzata, in particolare se sottoposta a cicli produttivi che prevedono lo svernamento, le prime evidenze portano a ipotizzare il possibile sfruttamento di alcuni di questi materiali, seppure

non tal quali, soprattutto quali reintegratori della torba già utilizzata in un primo ciclo produttivo. Nello specifico la sua miscelazione con una quota minoritaria di digestato o di cippato, forestale o urbano, ha determinato la possibilità di un suo riutilizzo anche in un nuovo ciclo produttivo biennale. Ciò consente il superamento di un nuovo svernamento, cosa che la torba tal quale non permette causa il suo definitivo decadimento strutturale. Inoltre, la gestione mirata della fertirrigazione ha permesso risultati produttivi equiparabili alla torba nuova di qualità. Allo stesso modo, per contro, si è avuto conferma dell'importanza della gestione oculata della fertirrigazione sia per modalità di fornitura (quantità e intervallo delle adeguate) che per valori di utilizzo (conducibilità in particolare) anche e soprattutto nei substrati tradizionali.

Foto 2

Fragole fuorisuolo in substrato di torba nuova

.....



Foto 3

Fragole fuorisuolo in substrato di miscela di torba esausta e digestato

.....





Le attività di monitoraggio e di gestione integrata di antonomo sono state incentrate sullo studio e sulla conservazione dei parassitoidi al fine di incrementare gli equilibri biologici nell'agroecosistema fragoleto e ridurre conseguentemente la pressione del fitofago.

Novità sulla biologia di antonomo della fragola e sulla gestione integrata

Novelty in the biology and integrated management of the Strawberry Blossom Weevil, *Anthonomus rubi*

In Northern Italy (Trentino), a new type of damage inflicted by *Anthonomus rubi* (Coleoptera: Curculionidae) has been observed on strawberries for about a decade. In addition to the typical anthophagous behavior, the insect now also inflicts damage on the fruit throughout the production season. In 2023, the Fondazione Mach continued studying the biology and ecology of the weevil to develop environmentally friendly IPM strategies. The ever-bearing strawberry, which provides a prolonged availability of oviposition sites, contributes to population growth. In 2023, pest pressure and fruit damage were lower than in previous years. At the same time, parasitoids increased in both diversity and activity. A new insecticide demonstrated efficacy against adults, resulting in lower fruit damage.

In Trentino, da circa un decennio si osserva su fragola una nuova tipologia di danno causato dal Coleottero Curculionide *Anthonomus rubi*. Oltre alla recisione dei boccioli fiorali a seguito della deposizione dell'uovo al loro interno, tipico del suo compor-

tamento antofago, l'insetto compie ora anche rosure a carico dei frutti durante tutta la stagione produttiva, comportando la perdita e il deprezzamento commerciale del prodotto e il conseguente aumento dei costi. Sin dal 2019 il gruppo di lavoro del

LORENZO TONINA
SIMONE PUPPATO
ALBERTO GRASSI
PAOLO MIORELLI
GESSICA TOLOTTI
GIULIA ZANETTIN*

* Collaboratrice entomologa

Centro Trasferimento Tecnologico ha condotto numerose sperimentazioni per approfondire le conoscenze sulla biologia e l'ecologia di questo insetto e per individuare possibili strategie di controllo integrato. Considerando infatti la crescente richiesta da parte del mercato di prodotti con minori residui di fitofarmaci, nonché le necessità di tutela ambientale e la progressiva riduzione di sostanze insetticide ammesse all'uso, le sperimentazioni sono state focalizzate sulla valutazione di tecniche di gestione a basso impatto. L'intensa attività di ricerca sull'antonomo è proseguita nell'impianto di fragola fortemente infestato di Drena (Valle dei Laghi) dove, dall'inizio degli studi, si sta seguendo l'evoluzione dell'infestazione.

Lo studio della fenologia dell'insetto in relazione alle piante ospiti è proseguito sia su fragola rifiorante (attività iniziata nel 2019) che su fragola unifera (dal 2022). Nel 2023 le varietà osservate sono state Murano (rifiorante piantata ad aprile) e Sibilla (unifera svernata e trapiantata nuovamente a luglio). È emerso chiaramente il ruolo delle fragole rifioranti nel supportare lo sviluppo delle popolazioni nel periodo centrale della stagione vegetativa (fine giugno - inizio agosto) in quanto offrono una continua presenza di boccioli, substrato di ovideposizione e riproduzione. La stagione produttiva 2023, rispetto all'anno precedente, è stata caratterizzata da una minore presenza di adulti sulla vege-

tazione, da una maggiore abbondanza di boccioli recisi caratterizzati da una leggera inferiore percentuale di infestazione e un'infioritura del danno sui frutti. Il picco di danno sui frutti è stato evidenziato a fine agosto - inizio settembre su entrambe le varietà (ca. 35% di frutti danneggiati). Dall'analisi della maturazione delle gonadi femminili è emersa la presenza di femmine riproduttive con uova da fine aprile a metà settembre. Tra fine maggio e metà giugno tutte le femmine presentavano uova; successivamente vi è stata una diminuzione progressiva a favore di femmine immature.

Dalla bibliografia e da precedenti prove di laboratorio emerge che l'antonomo compie una sola generazione all'anno ma alcune osservazioni in campo, come l'elevata presenza del fitofago e l'elevata percentuale di boccioli infestati durante tutta la stagione, hanno dato il sospetto che non sia più una specie monovoltina. Infatti, nell'estate 2023 si è dimostrato che gli adulti di antonomo sfarfallati nella prima parte dell'estate raggiungono la maturità sessuale già nel corso della stagione vegetativa e sono in grado di dar luogo a una seconda generazione. Questo cambio potrebbe essere influenzato dalle condizioni ambientali nei tunnel di coltivazione, regolato dal lungo fotoperiodo e dalle calde temperature di inizio estate. Nel 2023 si è continuato ad approfondire l'importante ruolo svolto dai

Figura 1

Andamento del numero di boccioli recisi nel tempo in fragola rifiorante (cv. Murano) e fragola unifera (cv. Sibilla), Drena - 2023

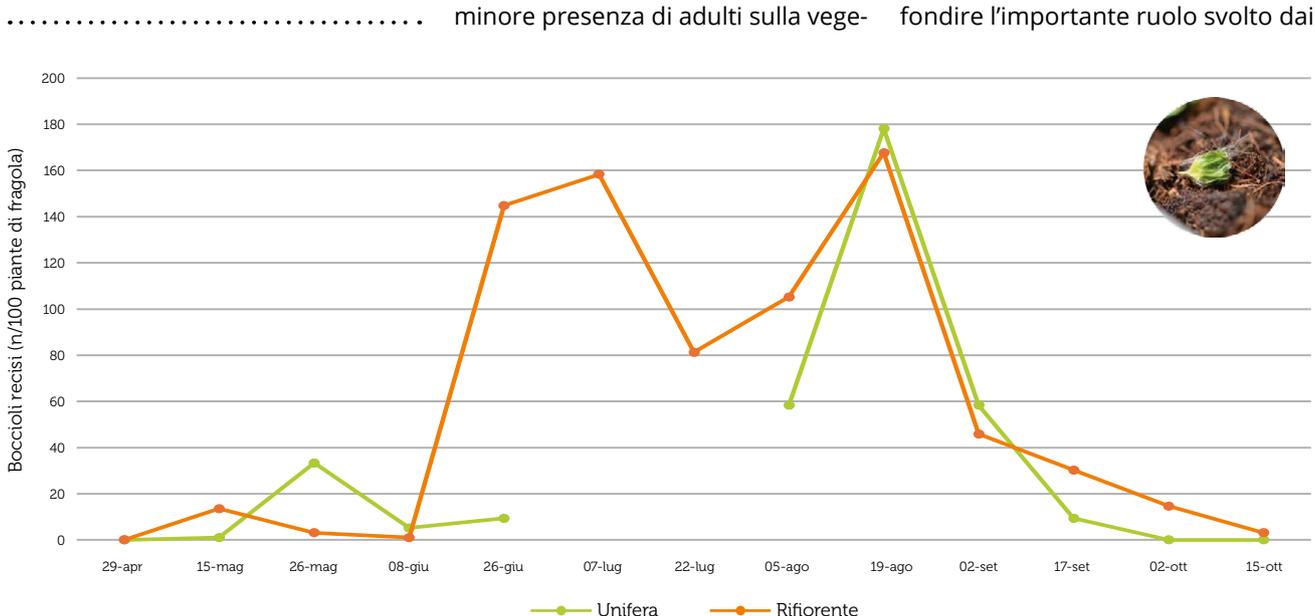




Foto 1

Augmentorium (struttura che allo stesso tempo permette lo smaltimento dei boccioli infestati e il potenziamento della popolazione naturale di parassitoidi) posizionato sotto i tralici di coltivazione della fragola (Drena – 2023)

.....

parassitoidi autoctoni. La loro presenza è stata nettamente superiore alle annate precedenti, raggiungendo una parassitizzazione media tra il 30 e il 50%, con valori molto più elevati in alcuni campioni. Si è assistito anche ad un aumento del numero di specie osservate rispetto al 2022. Nel 2023, oltre a una preponderante presenza di *Triaspis obscurella*, Imenottero Braconidae ritrovato anche negli anni precedenti, sono state contate ulteriori 8 "morfo-specie" (appartenenti a specie e famiglie differenti). Oltre a classificarle, occorrerà indagare il loro ruolo, gli ambienti e lo stadio di sviluppo in cui viene parassitizzato l'ospite. Allo scopo di favorire ulteriormente il controllo biologico da parte dei parassitoidi, si è voluto studiare l'uso su ampia estensione degli augmentorium, ovvero di strutture che permettono al contempo lo smaltimento dei boccioli infestati (raccolti dalle attività di battitura aziendali) e che consentano la fuoriuscita ai parassitoidi. Si è osservata una maggiore, ma non significativa, presenza di parassitoidi laddove erano presenti gli augmentorium rispetto all'area di controllo che ne era priva.

In collaborazione con il Centro di Saggio CTT-FEM, sono stati testati due differenti formulati di un nuo-

vo insetticida a base di cyantraniliprole; in una prova di semi-campo svolta in serra, 10 adulti di antonomo sono stati confinati su piante di fragola (var. Furore) coltivate in vaso all'interno di gabbiette entomologiche. Il formulato ad applicazione fogliare ha dimostrato una notevole rapidità nel manifestare la sua efficacia, rilevata già nel controllo due giorni dopo il trattamento: gli adulti apparivano estremamente rallentati nei movimenti e incapaci di nutrirsi. Come da caratteristica della sostanza attiva (azione sui recettori rianodinici), la mortalità sopraggiunge in tempi più lunghi (7-21 giorni). Il rapido blocco dell'attività muscolare ha comportato una notevole riduzione del danno sui frutti in maturazione (1 vs. 14%), un forte contenimento anche del numero di boccioli recisi e l'assenza di sfarfallamento di nuovi adulti.

Nel 2024 proseguiranno gli studi indagando la dinamica di popolazione e di danno su fragola (per valutare l'evoluzione nel tempo), il ruolo degli ambienti coltivati e semi-naturali nella fase di uscita dallo svernamento e approfondendo ulteriormente il ruolo dei parassitoidi e le tecniche che possono favorire la loro presenza ed azione.



Il miglioramento delle tecniche di monitoraggio dell'eriofide offre un approccio più mirato per l'applicazione dei prodotti acaricidi, stabilendo i periodi più idonei per una corretta gestione.

La possibilità di utilizzare acari fitoseidi come agenti di controllo biologico potrebbe portare potenziali benefici per l'ambiente.

Aggiornamento sulla biologia dell'eriofide della mora di rovo in Trentino

SIMONE PUPPATO
ALBERTO GRASSI

L'eriofide della mora di rovo, *Acalitus essigi* (Hassan, 1928), è un acaro vermiforme di ridottissime dimensioni e agente causale di gravi perdite di produzione per le coltivazioni di mora di rovo.

La sintomatologia del danno è rappresentata da un arresto della maturazione di una o più drupeole del frutto, interessando più spesso la parte del frutto più vicina al ricettacolo (Foto 1). Il danno viene rilevato nel periodo di piena maturazione quando risultano evidenti le zone colpite dal momento che presentano una colorazione rossa che contrasta con la parte sana e normalmente scura della mora (Foto 2).

Un elemento essenziale da considerare è il comportamento dell'acaro

che tende a rimanere in zone molto protette della pianta in crescita (perule gemme, brattee, zona calicina del frutto) nel corso di gran parte della stagione. Questo complica la sua gestione in campo poiché risulta limitato il periodo in cui l'acaro è maggiormente suscettibile ai prodotti acaricidi.

Con il fine di chiarire alcuni fenomeni di recrudescenza del danno osservati in provincia di Trento, sono stati condotti numerosi campionamenti mirati alle specifiche fasi fenologiche della mora di rovo, iniziando dalla rottura gemme in primavera fino alla senescenza post-raccolta autunnale.

Ciò che è emerso dai rilievi è la conferma del comportamento tipico di colonizzazione della pianta ospite, mentre la gravità del danno è risul-

tata essere strettamente correlata alla densità delle popolazioni di acaro che invadono il frutto nel periodo di maturazione.

Fattori di tipo climatico, in particolare un periodo esteso di elevate temperature possono favorire il danno agevolando una riproduzione più rapida delle colonie di questi acari, incrementandone così la numerosità per frutto e di conseguenza l'estensione del danno.

Quanto osservato sottolinea la necessità di accurati monitoraggi e tempestivi interventi fitoiatrici nelle primissime fasi fenologiche con il fine di abbassare il più possibile le popolazioni svernanti. Infatti, la breve finestra di intervento che va dalla rottura gemme all'accrescimento dei getti in pre-fioritura risulta essere l'unica in cui questi acari siano maggiormente esposti agli effetti dei prodotti acaricidi ammessi. Per quanto concerne il periodo post-raccolta, le osservazioni hanno fatto emergere come la rapidità e la

corretta successione delle operazioni, quali potatura, allontanamento ed eliminazione dei residui vegetazionali, possano offrire un importante contributo nel limitare le popolazioni di acaro che andranno a svernare e conseguentemente una minore fonte di inoculo per la stagione successiva. In ultima analisi si è potuto notare un'aggregazione spaziale degli acari svernanti a livello delle gemme medio-basali, ovvero una netta tendenza di questi acari a concentrarsi nella parte medio-basale dei polloni con conseguenti ricadute sia per quanto riguarda i protocolli di campionamento primaverili che per una corretta modalità di applicazione spaziale dei prodotti ammessi.

Nel corso dello studio si è osservata la presenza di un complesso di acari predatori generalisti, i quali potrebbero avere un ruolo come agenti di controllo biologico, sebbene queste prime osservazioni necessitino di ulteriori indagini e prove sperimentali di campo.

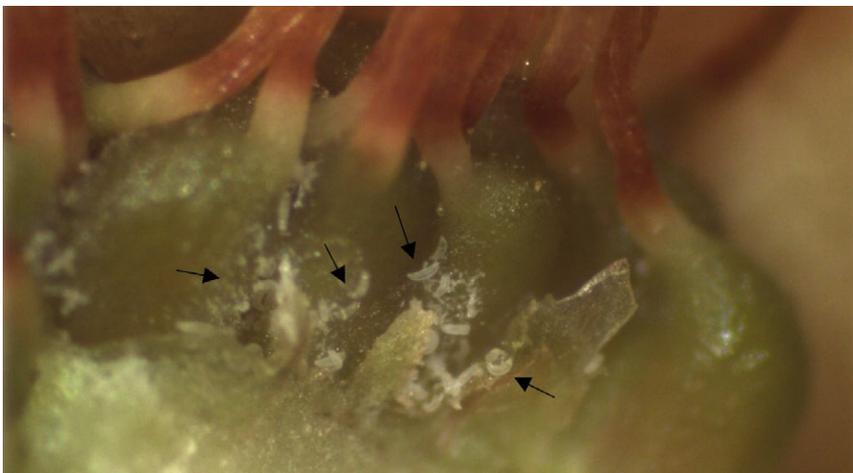


Foto 1

Popolazione di eriofide della mora di rovo

.....



Foto 2

Sintomo grave di danno da eriofide su frutto maturo

.....



La ricerca di materiali alternativi alla torba è importante per ridurre l'estrazione di questo materiale garantendo così la conservazione delle torbiere, fondamentali ecosistemi naturali e bacini di biodiversità.

Utilizzo di substrati senza torba nel florovivaismo

ALEX DALLAGO

Nel corso del 2023, in seguito all'accordo con l'Associazione floricoltori trentini (Aflovit), è stato organizzato il servizio di consulenza tecnica per questo ambito, con l'obiettivo di instaurare sinergie con i reparti della FEM che già si dedicano in parte al settore quali la scuola e i laboratori di diagnostica e, in ambito sperimentale, di testare e individuare le soluzioni tecniche più aggiornate ed attuali. La Fondazione Mach si sta impegnando, nel corso de-

gli ultimi anni, nella ricerca di substrati alternativi alla torba, in particolare per la coltivazione di piccoli frutti e piante ornamentali, in quanto anche in conseguenza dei cambiamenti climatici, l'Unione Europea ha rivolto maggiore attenzione alla salvaguardia degli ecosistemi naturali, fra cui rientrano le torbiere da cui le ditte fornitrici di substrati si approvvigionano. In questo contesto, nell'autunno 2023 è stata avviata una sperimen-

Tabella 1

Composizione delle diverse miscele di substrato messe a confronto

Testimone	100% torba (60% nera e 40% bianca)
Substrato 2	85% torba e 15% nocciolino di cocco
Substrato 3	100% senza torba (compost, humus di corteccia, fibra di legno estrusa e fibra di cocco)
Substrato 4	100% senza torba (50% trinciato urbano, 30% cippato di legno crudo di conifera e 20% digestato)
Substrato 5	100% senza torba (80% fibra di legno estrusa e 20% digestato)

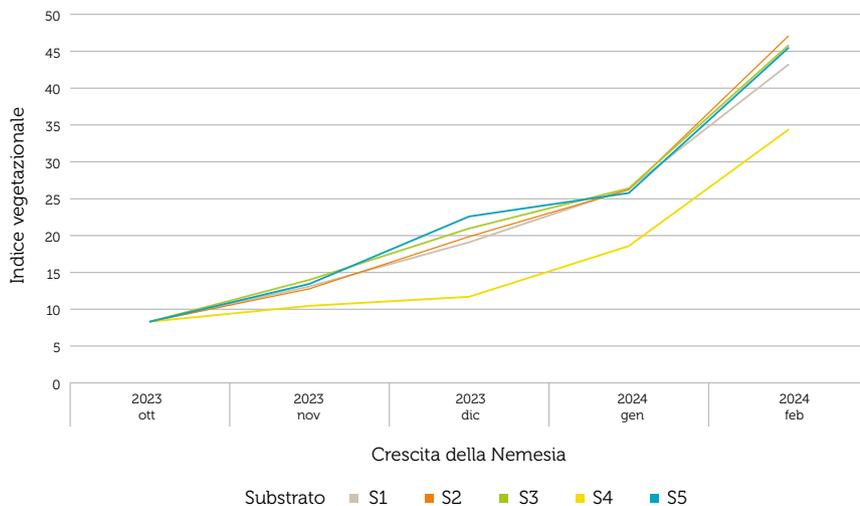


Figura 1
Indice vegetazionale per la crescita di *Nemesia* nei 5 diversi substrati

tazione che ha messo a confronto 4 diverse miscele di substrato, rispetto alla torba, testando la produzione di 3 specie floricole annuali (*Nemesia*, *Osteospermum* e *Dianthus*). Il ciclo di coltivazione è durato 4 mesi (da metà ottobre fino alla metà di febbraio) presso la nuova serra situata a San Michele all'Adige e coinvolgendo gli studenti del corso di ortoflorovivaismo della Formazione Professionale dell'Istituto Agrario. I substrati messi a confronto sono elencati in Tabella 1; sono stati utilizzati vasi di coltivazioni in plastica di diametro 14 cm, disposti su 4 bancali mobili con fertirrigazione a flusso e riflusso (NPK 15-5-25). Per ogni tesi a confronto sono state utilizzate 25 piantine con 3 ripetizioni, per un totale di 300 piante coltivate, individuando fra queste un campione di 12 piante per tesi su cui sono stati osservati i seguenti parametri:

- indice vegetazionale (somma 2

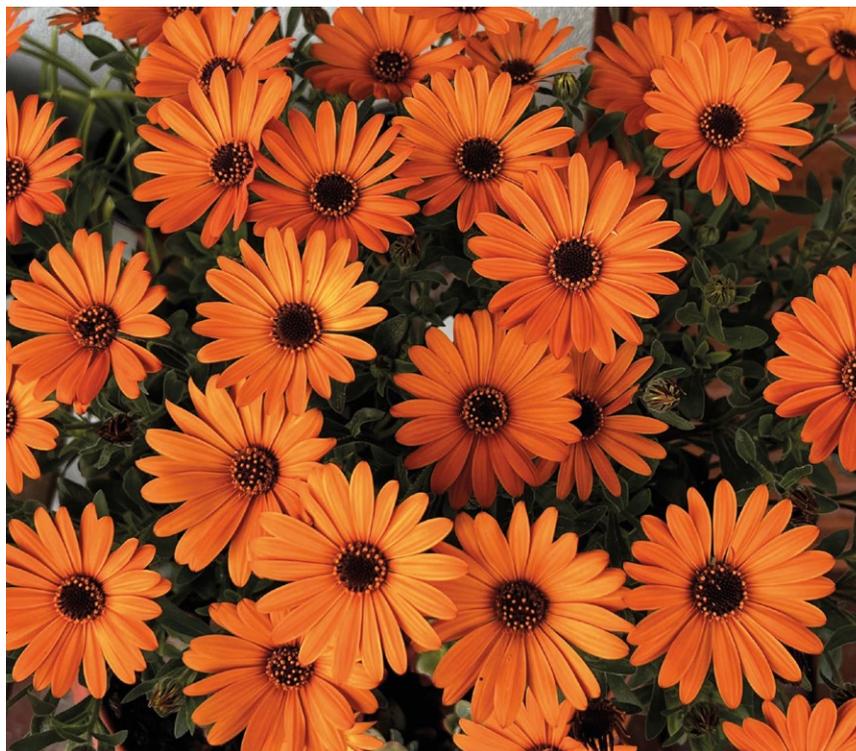
diametri e altezza dal colletto della pianta);

- numero gemme e fiori;
- rilievo fotografico;
- indice SPAD;
- peso fresco e secco (parte epigea e ipogea).

Dall'elaborazione dei dati dell'indice vegetazionale (Figura 1), i substrati 3 e 5 si sono comportati alla pari del testimone, a differenza del substrato 4, che ha dato risultati non soddisfacenti. Questo conferma che il trattamento di estrusione del legno risulta fondamentale per stabilizzare il materiale e renderlo così utilizzabile. Il legno crudo, che caratterizzava la composizione del substrato 4, presenta grossi problemi di instabilità microbiologica e caratteristiche chimiche anomale di partenza (pH 8,2). Un altro dato che è stato osservato ha riguardato la porosità dei diversi materiali. Su ogni bancale erano disposti tutti e cinque i substrati, quindi, non



Figura 2
Valutazione visiva di vegetazione e apparato radicale su *Nemesia* dopo 4 mesi di coltivazione



era possibile differenziare le irrigazioni per le caratteristiche della struttura. Si è deciso perciò di bagnare i vasi in funzione della tesi che si asciugava più velocemente. Questo ha permesso di trarre alcune conclusioni:

- i substrati a base di torba trattengono molto più acqua di quelli senza torba;
- le miscele con fibra di legno presentano una macro-porosità elevata;
- l'apparato radicale in generale si sviluppa maggiormente nei substrati con maggiore porosità;
- la torba in eccesso idrico troppo a lungo ha dato origine a problemi di asfissia radicale.

La sperimentazione svolta in questa prima annata, pur avendo fornito dei risultati preliminari, ha fornito elementi utili alla gestione dei diversi substrati, evidenziandone i limiti. L'attività sui substrati alternativi alla torba proseguirà nei prossimi anni con l'obiettivo di individuare nuovi materiali idonei a sostituire la torba e fornire allo stesso tempo ai floricoltori le corrette indicazioni per l'ottimale gestione di questi nuovi prodotti.

Punteruolo del cavolo in Val di Gresta: descrizione dei danni e prime note sulla fenologia

In Val di Gresta, dal 2020 sono stati osservati nuovi danni attribuiti al punteruolo del cavolo, stimati in circa 20.000 € annui.

Il punteruolo del cavolo (adulto delle dimensioni di circa 2,4-3,3 mm; Foto 1), *Ceutorhynchus pallidactylus*, è un Coleottero Curculionide autoctono che colpisce diverse specie del genere *Brassica*, come cavolo cappuccio, verza, cavolfiore.

I tecnici FEM si sono adoperati fin da subito per verificare la tipologia di danni arrecati, monitorare le popolazioni e la fenologia e cercare di contrastare l'insetto per limitare i danni. Le popolazioni adulte sono state monitorate attraverso l'uso di trappole a croce verdi innescate con essenza di senape (Isotiocianato di allile) posizionate in quattro aree di coltivazione del cavolo cappuccio in Val di Gresta. Nel periodo maggio-giugno si registrano le maggiori catture nelle trappole, successivamente si verifica un crollo, probabilmente a causa della competizione di odori con la coltura in atto (Figura 1). Inoltre sono state eseguite ispezioni visive delle piante coltivate e selvatiche con raccolta di campioni e successiva osservazione in laboratorio.

In primavera, dopo metà maggio, numerosi adulti sono presenti sulle piantine e sulle altre brassicacee

(rafano e alcune specie da sovescio). Da giugno le femmine depongono le loro uova sulle nervature e sui piccioli delle foglie più esterne e mature della pianta.

Le larve che si formano scavano le loro gallerie compromettendo la funzionalità dei piccioli e delle nervature e facendone assumere una colorazione scura ben visibile dall'esterno (Foto 2). Spezzando i piccioli si vedono le gallerie di scavo delle larve. Da luglio in poi, le larve mature (delle dimensioni di 6-8 mm) forano i tessuti vegetali e si lasciano cadere nel suolo per impuparsi nel terreno in prossimità della pianta. Gallerie larvali nei piccioli e nelle nervature fogliari sono state rinvenute anche nel mese di settembre. I nuovi adulti nati in estate invece compiono rosure sulle foglie che avvolgono le teste dei cavoli cappucci (Foto 3a), compromettendone la vendibilità. Allo stesso tempo si trovano gallerie larvali con larve negli strati più interni delle teste (Foto 3b). Queste tipologie di danno si vedono nei mesi di agosto-settembre, in prossimità della raccolta. Nel periodo autunnale e invernale si possono osservare numerosi adulti riparati tra le foglie delle piante rimaste in campo oppure dei ricacci. Talvolta li si trova immersi nel ghiaccio. Questi residui colturali possono

LORENZO TONINA
LUIGI BERTOLDI
PAOLO ZANONI
GESSICA TOLOTTI

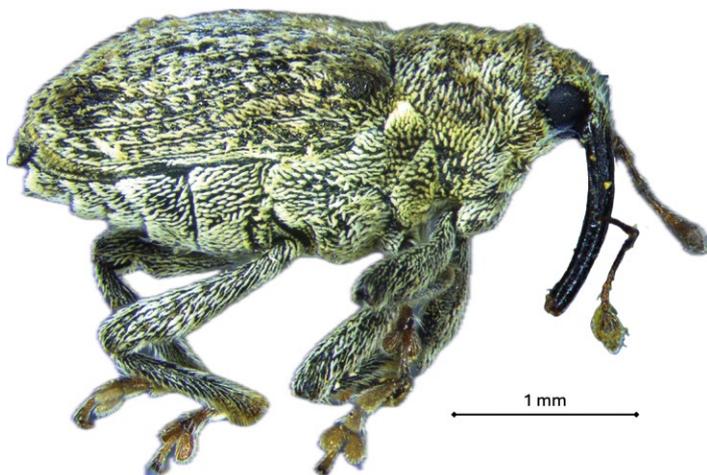
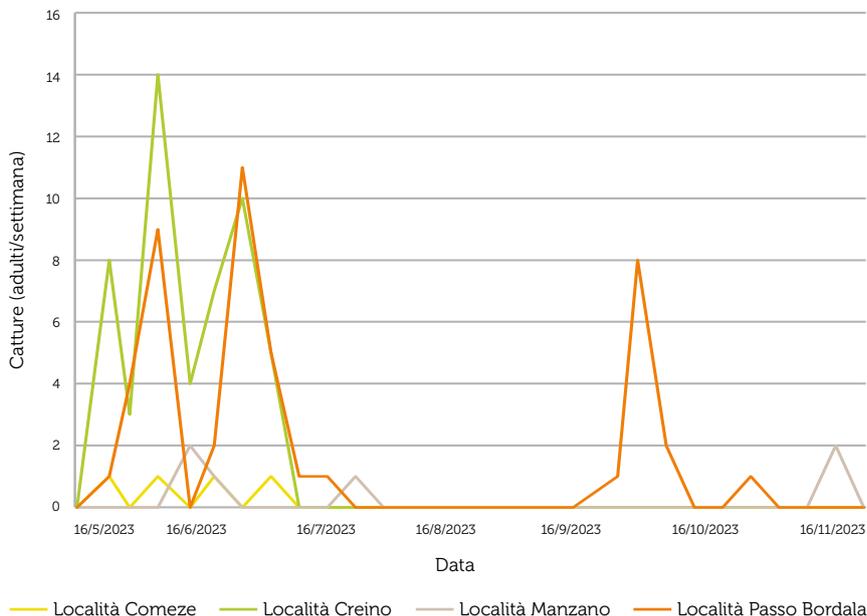


Foto 1

Adulto di punteruolo del cavolo
(foto allo stereomicroscopio)

Figura 1

Andamento delle catture nelle trappole posizionate in quattro siti della Val di Gresta nel 2023



avere un ruolo fondamentale nelle dinamiche di popolazione e pertanto necessitano di una sminuzzatura ed interrimento il più precocemente possibile. Nel 2024 proseguiranno le indagini sulla fenologia, aggiungendo nelle

trappole utilizzate gli anni scorsi un nuovo attrattivo ritenuto più performante e maggiormente competitivo con la coltura in atto. Inoltre si proseguiranno le indagini per valutare la presenza di parassitoidi autoctoni e la loro abbondanza.

Foto 2

Diversi dettagli delle gallerie larvali nelle nervature delle foglie esterne del cavolo cappuccio



Foto 3

Rosure compiute dagli adulti sulle foglie esterne della «testa» del cavolo cappuccio (a) e gallerie larvali e larve nella «testa» del cavolo cappuccio (b)





Primo ritrovamento di 'Candidatus Phytoplasma fragariae' in nocciolo in Trentino

'Candidatus Phytoplasma fragariae' (16SrXII-E) è stato associato al deperimento e alla morte del nocciolo (*Corylus avellana*) per la prima volta in Inghilterra nel 2014 e successivamente in Slovenia nel 2018. Nel 2020 è stato individuato anche in Italia, in provincia di Viterbo.

Nell'autunno 2022, durante un monitoraggio per i giallumi della vite presso un vigneto della Val di Cembra Loc. Faver, a circa 650 m di altitudine, è stato individuato un gruppo di noccioli (*Corylus avellana*) che mostravano alcuni caratteristici sintomi di malattie da fitoplasmi. Le foglie erano

leggermente accartocciate e ingiallite, c'era evidenza di ritardo nel germogliamento e sintomi di deperimento. Una prima analisi molecolare mediante PCR Real Time ha indicato la presenza di fitoplasmi. Successivamente è stato amplificato e sequenziato un frammento con primer universali per fitoplasmi e l'analisi della sequenza ha confermato l'omologia al 100% con diverse sequenze di 'Candidatus Phytoplasma fragariae' presenti in banca dati. Un nuovo campionamento è stato fatto nel 2023 sulle stesse piante ed ha confermato i risultati precedenti.

CHRISTIAN CAINELLI
FRANCA GHIDONI
ALBERTO GELMETTI
VALERIA GUALANDRI

Annata olivicola 2023

.....
MICHELE MORTEN

L'annata olivicola 2023 è stata caratterizzata da un inverno mite e siccitoso. La carenza di acqua si è protratta fino al mese di maggio e successivamente è diventata un'annata piovosa. Ad Arco è stato registrato un cumulo di pioggia annuo di 1.363 mm (la precipitazione media nel periodo 1985-2023 è di 1.057 mm), con 5 eventi caratterizzati da precipitazioni superiori ai 100 mm.

In autunno la presenza di terreni ben idratati ha permesso di ottenere una buona produzione di olive (1.221,5 t) che, trasformata, ha originato 155,9 t di olio, con una resa media del 12,77%. Questo risultato si è potuto ottenere in quanto il peso medio delle drupe alla raccolta è stato molto elevato (2,3 g).

L'inverno mite ha favorito lo svernamento di una popolazione importante di mosca dell'olivo. Nel sito di monitoraggio di Torbole il 24 marzo è stato rilevato un picco di 126 adulti. Nel corso dell'estate si sono registrate solo 5 giornate con temperature superiori ai 35°C e le temperature poco elevate hanno favorito lo sviluppo della *Bactrocera oleae*, che ha raggiunto il suo culmine nella prima metà di ottobre con un picco, il 17 ottobre, di 1.530 adulti a settimana (1.161 maschi e 369 femmine) nella stazione di monitoraggio di Torbole. Dall'esperienza dell'annata si è visto che questo dittero, se ben gestito, può essere contenuto, mentre, se trascurato, anche in poche settimane può causare notevoli danni alla produzione.

Se dalla fase di indurimento del nocciolo le drupe sono ricettive agli attacchi della mosca dell'olivo, negli stadi precedenti sono sensibili alle punture trofiche della cimice asiatica. La gestione della cimice asiatica è fondamentale per limitare il danno sulla produzione che si manifesta at-

traverso la cascola verde delle drupe e va modulata in funzione dell'allegagione, elevata o limitata, del proprio oliveto. La soglia di intervento che è stata proposta derivava dalle osservazioni condotte nella stagione 2023 e, nella fase critica degli oliveti con ridotta allegagione, e si è attestata a 2 adulti rilevati con controllo visivo di 15 minuti; mentre negli oliveti con elevata allegagione è stata di 5 adulti (controllo visivo di 15 minuti). Il contenimento del fitofago si attua sia con azioni preventive che con una difesa diretta.

Infine, nel corso dell'estate/autunno si è potuto riscontrare in tutta l'area olivicola la diffusione della margaronia. Le prime farfalle, con volo notturno, compaiono a fine primavera/inizio estate e poi iniziano l'ovideposizione, a gruppi di 3-5 uova sulla pagina inferiore delle foglie. Le giovani larve, di colore verde chiaro, si trasferiscono sugli apici dei succhioni o dei polloni per cibarsi delle nuove e tenere foglie e delle drupe; mentre le larve meno giovani, di colore più scuro, possono rodere tutto il tessuto fogliare. Questo lepidottero sverna come larva e nelle annate favorevoli può svolgere anche 3-5 generazioni. È considerato un insetto secondario e marginale perché non provoca gravi danni alla produzione ed è facilmente contenuto naturalmente da uccelli, ragni, imenotteri, sirfidi, ecc.

Nel 2023 la qualità dell'olio extra vergine di oliva prodotto ha risentito dell'influenza negativa delle frequenti piogge e la componente polifenolica non è stata particolarmente alta, a scapito delle note poco intense di amaro e piccante. Si conferma in generale che la qualità dell'olio rimane elevata fino alla fine di ottobre, poi dà origine ad un olio più morbido e dolce col proseguire della maturazione delle olive.



Indagare effetti e tempistica del danno da alimentazione della cimice asiatica negli oliveti gardesani ha fornito acquisizioni utili ad implementare nuove azioni per salvaguardare questa coltura particolarmente attrattiva nei confronti dell'insetto.

Cascola delle olive: i rischi di alimentazione della cimice asiatica (*Halyomorpha halys* Stål)

Feeding damage caused by the brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* Stål) leads to an early drop in olive crops

The feeding activity of the brown marmorated stink bug (BMSB) was suspected to be a cause of damage to olives. To assess the impact of feeding damage caused by BMSB adults and nymphs, 30 rearing sleeves were positioned in an olive grove at an early stage of drupe development. The individuals were kept in the rearing sleeves for 48 h, and the number of olives in each sleeve was checked weekly, visually assessing signs of damage and measuring their volume. After the 48-hr exposure, the number of early olive drops was significantly higher for rearing sleeves containing BMSB adults and nymphs compared to the control, with visible signs of damage. The volume of olives still attached was significantly lower for rearing sleeves with adults. These results provide key evidence on BMSB damage in developing olives. If the numbers of BMSB keep increasing, actions should be taken to prevent economic losses.

Nel territorio gardesano la cimice asiatica (*Halyomorpha halys* Stål) ha raggiunto alte densità di popolazione, con attacchi ingenti verso diverse specie vegetali. In quest'area l'olivo (*Olea europaea* L.) costituisce una

LIVIA ZAPPONI*
 MICHELE MORTEN
 SERENA GIORGIA CHIESA
 FRANCO MICHELOTTI
 GINO ANGELI
 GIACOMO BORRI
 MONICA SOFIA
 VALERIO MAZZONI**
 GIANFRANCO ANFORA***

* CNR, Istituto di Bioeconomia
 ** Centro Ricerca e Innovazione,
 Fondazione Edmund Mach
 *** C3A, Università degli Studi di Trento

delle colture agrarie più distintive e, seppure si producano modeste quantità di olio extravergine, se rapportato all'intero paese, questo è ritenuto di particolare valore; pertanto, questa coltura "minore" è considerata strategica non soltanto per gli aspetti paesaggistici e per la favorevole impronta all'economia turistica, ma soprattutto per le ricadute economiche agricole. In relazione alla cimice asiatica, preliminari osservazioni avevano evidenziato che il fitofago colonizza l'olivo, specie la varietà Casaliva, sulla quale si alimenta arrecando punture alle drupe (Michelotti *et al.* 2020 *App. Mon. CTT* 16:23; Angeli *et al.*, 2021 *App. Mon. CTT* 12:69) potenzialmente associato ad una caduta precoce delle olive (Zapponi *et al.* 2022 *J. Appl. Entomol.* 146:791-795). Pertanto, l'obiettivo di questo studio è stato quello di esaminare gli effetti dell'attività alimentare della cimice sulle olive,

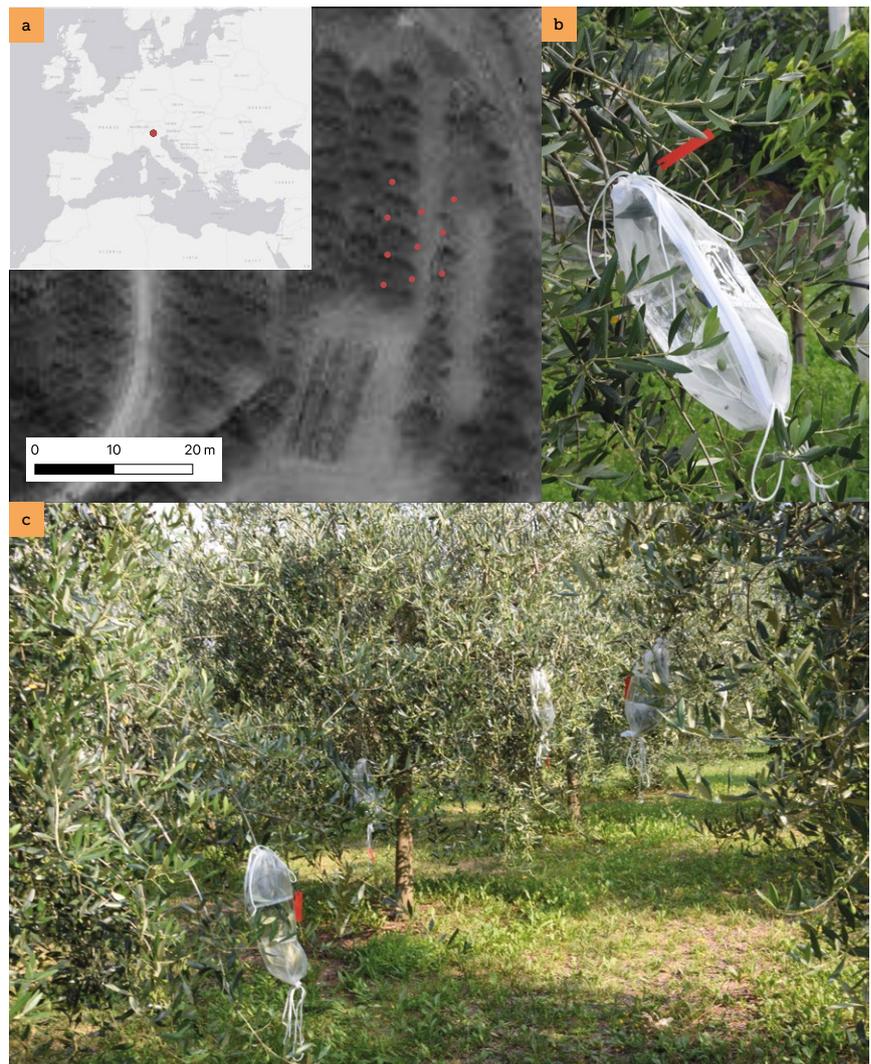
valutando la gravità del danno in relazione allo stadio fenologico delle olive ed allo stadio di sviluppo dell'insetto (adulti e ninfe).

Valutazione dei danni all'olivo

Per valutare l'effetto dell'alimentazione della cimice, in un oliveto della cultivar "Casaliva" situato nei pressi di Cavedine, Italia (46.0142677 N, 10.9622535 E), sono stati utilizzati manicotti in rete a maglia fine (Bug-Dorm) (Figura 1). Le tesi esaminate erano le seguenti: 1) esposizione delle olive agli adulti per 48 ore; 2) alle ninfe per 48 ore e 3) come controllo, olive non esposte a punture di alimentazione. Trenta manicotti per ciascuna tesi sono stati distribuiti su dieci alberi, 3 per pianta, su singoli rami portanti almeno 10 frutti. Per evitare che le olive venissero attaccate prima della valutazione, i manicotti sono stati posizionati alla fine

Figura 1

Area di studio a) mappa dell'area di studio che mostra la posizione degli alberi selezionati; b) e c) la posizione dei manicotti utilizzati per l'esperimento



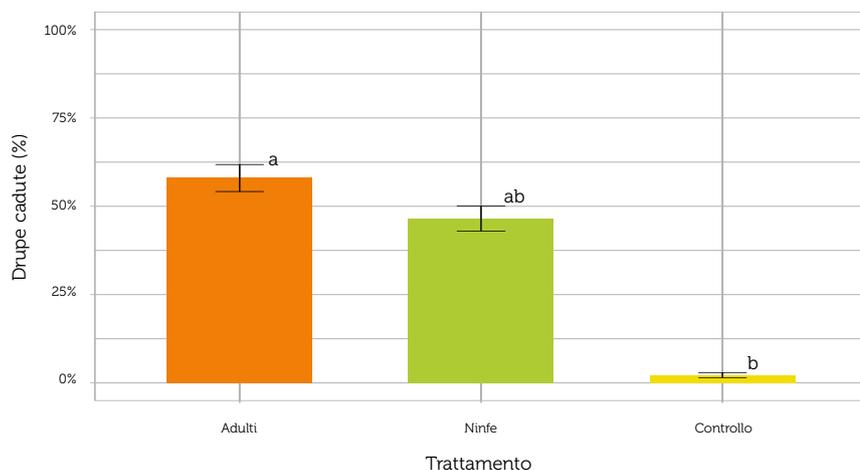


Figura 2

Numero cumulativo (%) di olive cadute precocemente nelle diverse tesi (presenza di adulti, stadi giovanili e controllo); le lettere indicano differenze significative ($p < 0,05$), test di Kruskal-Wallis e test di Dunn post-hoc con correzione di Bonferroni

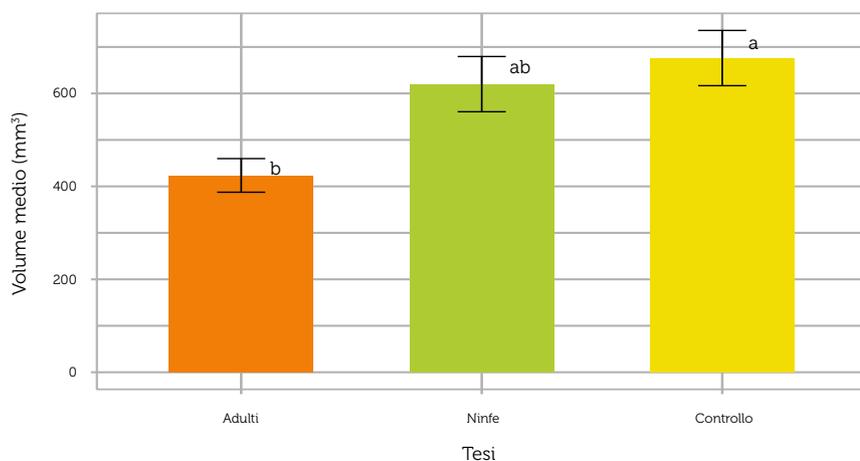


Figura 3

Volume delle olive non cascolate a fine sperimentazione, nelle diverse tesi (presenza di adulti, stadi giovanili e controllo); le lettere indicano differenze significative ($p < 0,05$), test di Kruskal-Wallis e test di Dunn post-hoc con correzione di Bonferroni

della fioritura dell'olivo (69 BBCH). Gli individui di cimice utilizzati nella sperimentazione sono stati raccolti a inizio luglio con trappole e sono stati allevati alcuni giorni prima di essere inseriti nei manicotti in campo.

Gli adulti (5 individui, 3 femmine e 2 maschi) e le ninfe (5 individui, III-IV stadio) sono stati inseriti nelle gabbie per 48 ore a circa il 10% dello sviluppo delle drupe (inizio terza decade di luglio) e prima della completa lignificazione del nocciolo (71 BBCH). Ogni settimana, fino al completo sviluppo del frutto, è stato registrato il numero di olive cascolate in ogni manicotto e le olive cadute erano ispezionate con microscopio per valutare l'eventuale presenza di danni alla polpa. Raggiunto lo stadio fenologico di nocciolo lignificato, e con frutti al 90% dello sviluppo, sono state raccolte tutte le olive ancora attaccate ai rami circondati dai manicotti e misurata per ognuna larghezza, lunghezza e volume.

Stabilire il ruolo parassitario di un fitofago alieno verso una coltivazione

da reddito come l'olivo, costituisce un'azione fondamentale prima di intraprendere un'eventuale azione di contenimento, diretta o indiretta. Poiché diversi fattori sono responsabili della cascola precoce dei frutti (es. fisiologia, fattori biotici e abiotici), questo studio ha consentito di stabilire il ruolo potenziale della cimice asiatica nei confronti della varietà di olivo Casaliva, ampiamente coltivata nell'areale gardesano.

Il confinamento delle cimici su branchette produttive di olivo si è rivelato efficace per identificare e caratterizzare correttamente i danni da alimentazione in condizioni di semi-campo, quantificati in termini di cascola e di riduzione del volume alla raccolta. I danni da alimentazione sulle drupe, come del resto è stato osservato su altre colture (es. melo), sono risultati evidenti anche dopo una breve esposizione (2 giorni) (Figure 2 e 3). Il numero di olive cadute precocemente è stato significativamente più alto nei manicotti contenenti adulti e ninfe

Figura 4

Punture di alimentazione di *Halyomorpha*

halys su olive, in diversi stadi di sviluppo

Olive cadute precocemente, 75 BBCH:

a) puntura di alimentazione; b) e c) traccia lasciata dallo stiletto in corrispondenza della puntura

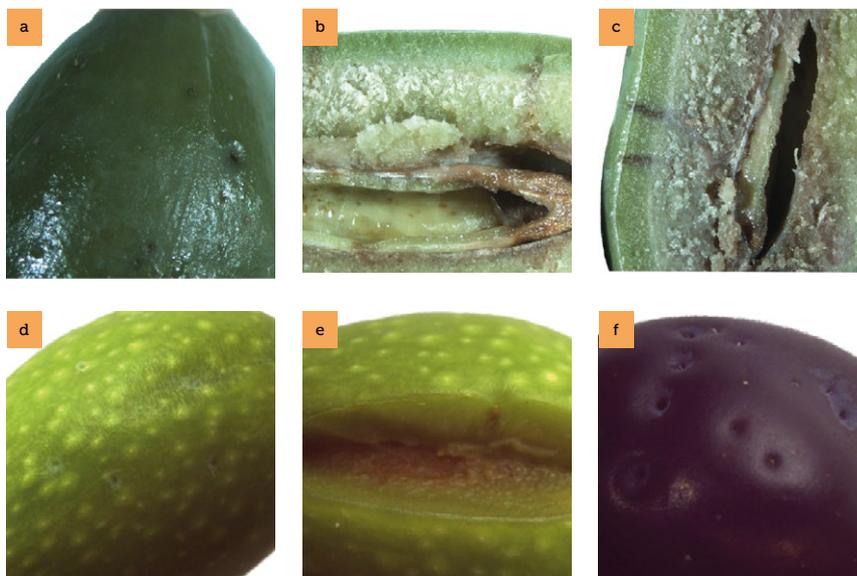
Olive rimosse dall'albero all'ultima sessione:

d) puntura di alimentazione, 80 BBCH;

e) traccia lasciata dallo stiletto, 80 BBCH;

f) puntura di alimentazione, 89 BBCH

.....



rispetto al controllo (Kruskal-Wallis e test di Dunn, $p < 0,05$). La tipologia dei danni (Figura 4) da adulti e ninfe è risultata simile, seppure meno gravi per quest'ultime.

Come è stato ipotizzato per altra frutta (mirtilli e mele), i danni dell'attività alimentare della cimice superano in gran parte l'area della puntura, cau-

sando necrosi diffuse sulle drupe, probabilmente dovute sia allo stiletto boccale sia all'azione digestiva della saliva. Inoltre, anche se non dimostrato dal presente studio, si ipotizza che il danno da alimentazione di cimice asiatica possa estendersi ai tessuti interni della drupa ed essere associato all'aborto dell'endocarpo.



L'annata viticola 2023

The 2023 viticulture year

In 2023, many Italian wine-growing areas experienced a huge loss in production, caused primarily by the significant effects of downy mildew. In Trentino, the season was particularly challenging for winemakers - especially during the Spring period when the protection of vines against pathogenic fungi attacks is of paramount importance. Fortunately, however, thanks to careful management, grape production has remained in line with that of recent years, both in terms of quantity and quality.

The main issue for provincial viticulture has been the control of phytoplasma-associated diseases, with positive signals on the management of Flavescence dorée and some situations that underline a return of Bois noir. Particular attention was paid to monitoring the balance between harmful and useful mites, while specific investigations were set up in order to study the causes of the spread of vine-curling viruses.

L'annata 2023 in Trentino è stata caratterizzata da un andamento meteorologico che ha fortemente influenzato lo sviluppo della vite, la pressione di alcune malattie e di conseguenza la gestione fitosanitaria e agronomica dei vigneti. L'anticipo molto marcato registrato per le prime fasi fenolo-

giche è andato progressivamente a ridursi, determinando un'epoca di fioritura in linea con la media degli ultimi trent'anni. Le condizioni meteorologiche - in generale molto altalenanti - hanno favorito, a partire da maggio, un graduale aumento della pressione di peronospora e, a partire

ALBERTO GELMETTI



da giugno, quella dell'oidio. La difesa fitosanitaria preventiva consigliata è stata molto impegnativa, soprattutto per quella con metodo biologico: i trattamenti hanno richiesto elevata tempestività d'intervento e intervalli stretti. La presenza, comunque, di "finestre" d'intervento tra i numerosi eventi piovosi di maggio e una fase meteorologica più stabile a giugno hanno consentito, in generale, una difesa efficace dalla peronospora, soprattutto sui grappoli; maggiori criticità invece sono emerse per la difesa dalla peronospora della nuova vegetazione nella parte finale della stagione, come conseguenza dell'elevata piovosità di luglio (il doppio della media storica) e per il controllo dell'oidio specialmente in alcune linee di difesa. I rilievi eseguiti sulle parcelle non trattate hanno evidenziato, per la seconda parte della stagione 2023, un fenomeno particolare: la pressione dell'oidio è stata mediamente elevata sia nelle zone più sensibili di collina sia in quelle tipicamente meno soggette alla malattia del fondovalle. La gestione in campo della peronospora di quest'anno ha portato a delle importanti conferme e nuove informazioni sui metodi e sui prodotti utilizzati nella difesa, ha però anche evidenziato delle criticità riguardanti soprattutto i limiti dei modelli, la mancanza di conoscenze puntuali sul fungo come supporto alle decisioni tecniche e le strategie anti-resistenza da adottare per preservare l'efficacia delle sostanze attive antiperonosporiche.

Diversi tipi di monitoraggi riguardanti la diffusione di *Scaphoideus titanus*, insetto vettore della Flavescenza dorata, eseguiti in maniera sistematica sul territorio da molti anni sia a carico delle forme giovanili che adulte, confermano per il 2023 un calo, in generale, della densità di popolazione dell'insetto; la cicalina però risulta essere ancora ampiamente diffusa nei vigneti e in alcuni casi, soprattutto in microambienti favorevoli, le popolazioni sono ancora elevate e possono creare problemi per la trasmissione epidemica della pericolosa malattia da quarantena. I controlli nei vigneti per rilevare e contrassegnare le viti con sintomi riconducibili alle fitoplasmosi della vite (Flavescenza dorata e Legno nero) sono stati eseguiti principalmente nel mese di settembre 2023 e hanno riguardato pressappoco 1.100 unità vitate scelte a campione su 127 diversi comuni catastali, per un totale di circa 350 ettari. Il monitoraggio ha rilevato a livello provinciale la presenza di viti malate nel 62% degli appezzamenti controllati, con un'incidenza media dello 0,7% (circa 32 piante per ettaro): rispetto ai dati del 2022 la malattia è stabile o in diminuzione nella maggior parte delle zone viticole. Oltre a ribadire l'importanza dell'applicazione corretta e tempestiva delle misure di contenimento di Flavescenza dorata, in particolar modo dell'estirpazione delle viti sintomatiche e del contenimento dell'insetto vettore tramite trattamenti insetticidi, si vuole riporre l'attenzione sui metodi agro-

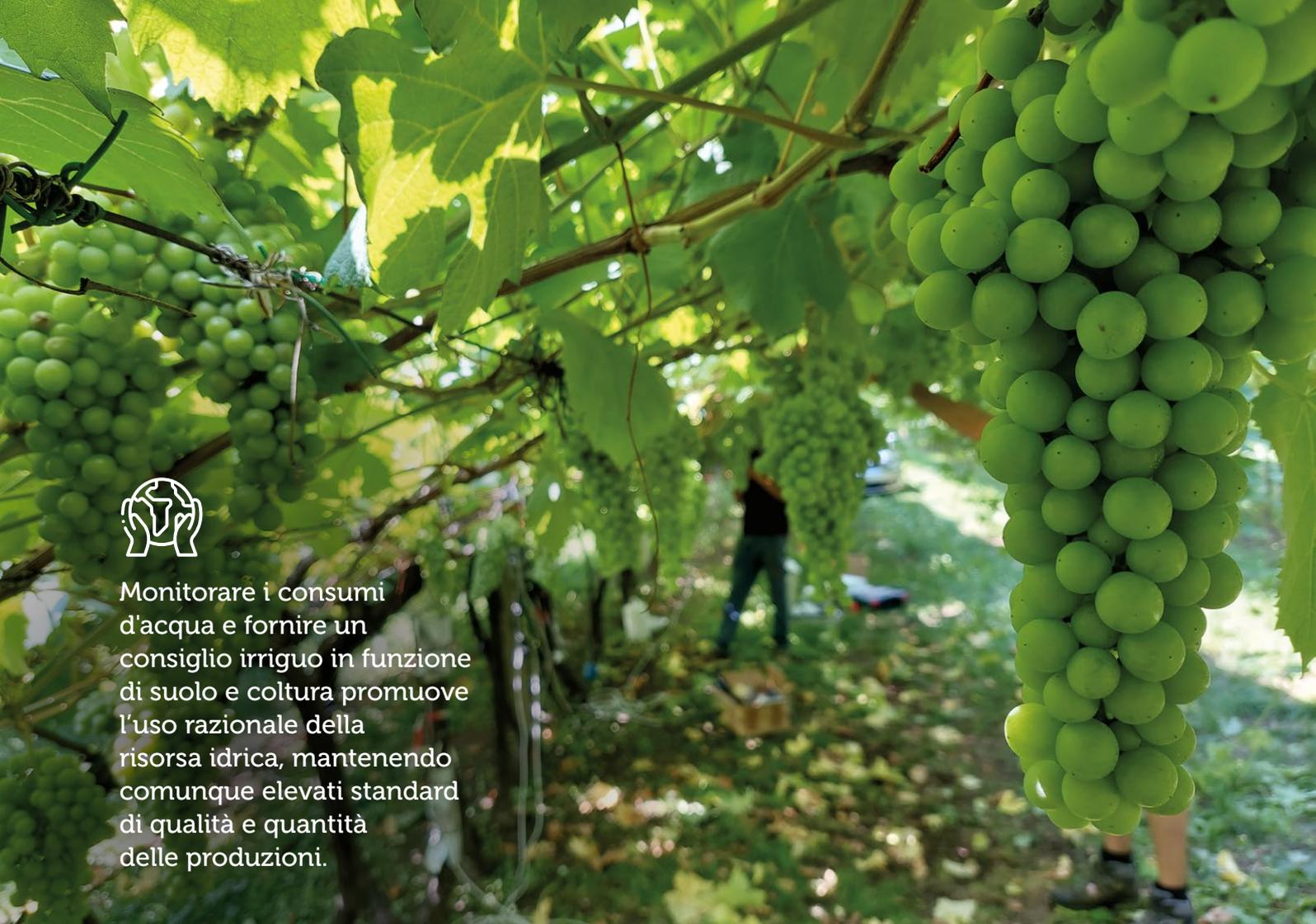
nomici di prevenzione sulla diffusione del Legno nero, risultato da recenti indagini in aumento soprattutto in giovani impianti costituiti da varietà sensibili (*in primis* Chardonnay).

Per le virosi della vite, se per GPGV non si riscontrano particolari problematiche di presenza nei vigneti, la diffusione di sintomi riconducibili al virus dell'accartocciamento - soprattutto in alcune zone della provincia - causano ai viticoltori difficoltà a distinguerli dai sintomi da fitoplasmosi. Per comprendere le possibili cause della diffusione della virosi dell'accartocciamento sono state eseguite osservazioni, analisi e sono stati imposte specifiche indagini sul territorio. Per quanto riguarda l'equilibrio tra acari dannosi e acari utili dalle osservazioni eseguite nel 2023 è plausibile affermare che, dopo quattro anni nei quali si segue una linea di difesa che prevede l'applicazione di almeno due interventi insetticidi contro *S. titanus*, la situazione è ancora buona. I risultati di un'indagine territoriale sembrano confermare che per i fitoseidi un genere molto diffuso nei vigneti sia *Euseius*: acari predatori generalisti, consumatori specifici di polline, che sono meno specifici per il contenimento degli acari fitofagi ragnetto giallo e rosso.

Per il 2023 i rilievi in campo dei principali parametri agronomici hanno evidenziato, in generale, un buon germogliamento (81% di media, leggermente superiore alla media storica) e una fertilità leggermente superiore alla media degli ultimi anni (1,63 grappoli per germoglio di media). La vendemmia è stata molto influenzata

dall'andamento meteorologico, soprattutto per le consistenti precipitazioni e le forti grandinate che hanno interessato molte zone e un'estesa superficie agricola (determinando danni che hanno inciso in maniera non trascurabile sulla produzione provinciale), le elevate temperature di agosto (2,1°C sopra la media e 16 giorni consecutivi con massime sopra i 30°C) e l'evento temporalesco di fine agosto; quest'ultimo ha rappresentato una sorta di spartiacque nella raccolta delle uve delle varietà più precoci: quelle vendemmiate prima avevano generalmente uno stato sanitario ottimale, quelle dopo sono state invece caratterizzate da problemi nella tenuta strutturale degli acini. Per le varietà principali a bacca bianca il grado zuccherino medio dei campioni analizzati era più basso rispetto all'anno scorso, tranne che per Pinot grigio che risultava in linea con gli ultimi anni. I dati sullo Chardonnay evidenziano che si è preferito raccogliere dando maggior peso ai valori di acidità totale, risultata in media a livelli ideali e più elevati rispetto al 2022, rispetto al contenuto zuccherino. Per le varietà a bacca rossa la stabilità del meteo per le prime due settimane di settembre e le buone temperature hanno consentito un buon accumulo zuccherino.

Sebbene l'annata sia stata difficile dal punto di vista fitosanitario e climatico, la produzione totale di uva del 2023 si attesta su livelli vicini alla media dell'ultimo decennio (1.146.042 quintali, fonte consorzio di tutela Vini del Trentino).



Monitorare i consumi d'acqua e fornire un consiglio irriguo in funzione di suolo e coltura promuove l'uso razionale della risorsa idrica, mantenendo comunque elevati standard di qualità e quantità delle produzioni.

Irrigazione di precisione: monitoraggio dello stato idrico di suolo, pianta e atmosfera. La sperimentazione su Teroldego

FABIO ZOTTELE
CECILIA MATTEDI
FRANCESCO CENTURIONI
DANIELE ANDREIS
STEFANO CORRADINI

Precision irrigation and monitoring the soil-plant-atmosphere continuum

Freshwater is increasingly becoming a scarce and valuable resource, which is why we need to ensure it is used as efficiently and precisely as possible, particularly in agriculture, all while safeguarding crop yields. With the advent of precision irrigation techniques, it's now possible to water only where, when, and as much as needed. A thorough understanding of how water moves through the Soil-Plant-Atmosphere continuum is crucial, and this calls for the use of ever more cutting-edge equipment. Such tools enable irrigation consortia and farmers to manage and plan irrigation based on actual requirements. With this experiment on Teroldego vines, soil moisture was monitored using suction tensiometers, while plant water status was tracked with micro-tensiometers installed in the trunk, and atmospheric conditions were measured via an agrometeorological station provided by FEM.

L'irrigazione è una pratica agronomica cruciale per mantenere gli standard di quantità e qualità della resa: per fare "irrigazione di precisione" occorre conoscere come si sposta l'acqua nei tre elementi del sistema Suolo-Pianta-Atmosfera partendo dai micropori del terreno alle radici della

vite, risalendo lo xilema dalle radici fino alle foglie e finendo nell'atmosfera che accoglie il vapore acqueo che fuoriesce dagli stomi.

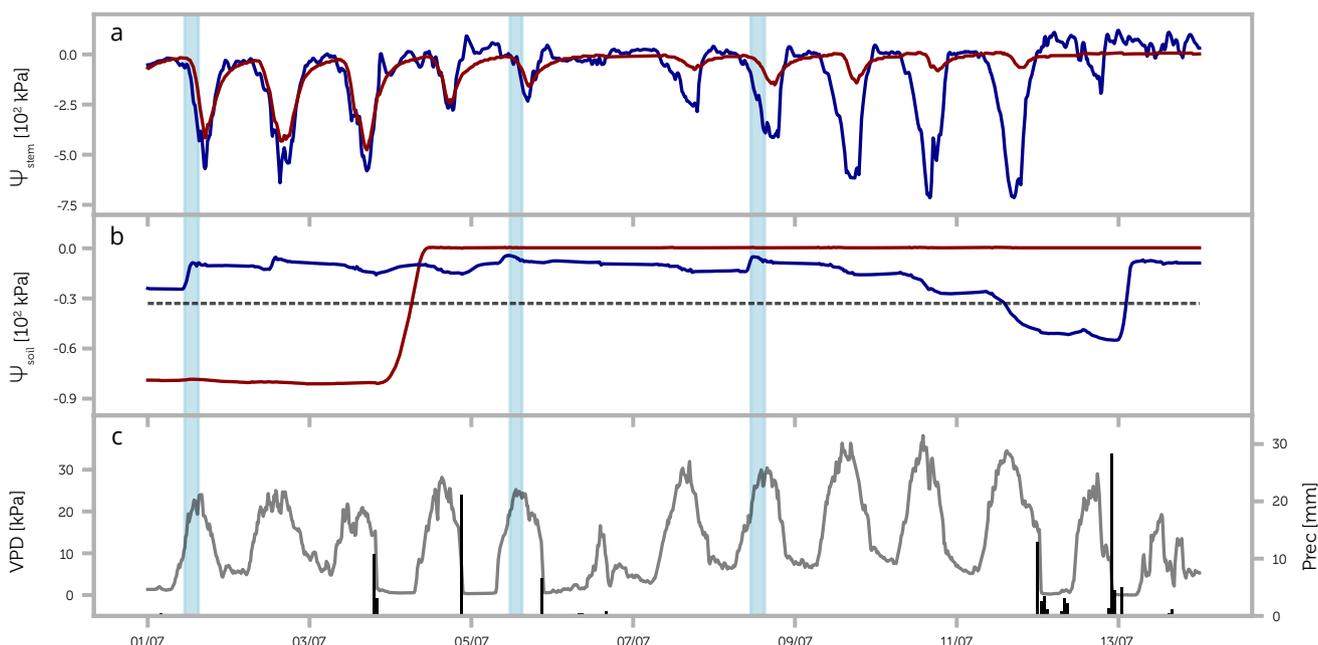
In Trentino, le precipitazioni che avvengono durante la stagione vegetativa, in media 550 (± 120) mm, ripristinano solo parzialmente le riserve idriche del suolo disponibili per le coltivazioni, considerando anche che la capacità dei suoli di trattenere acqua per le piante varia a seconda delle caratteristiche dei terreni (per i suoli trentini è di 96 (± 48) mm).

Mentre per suolo e atmosfera la tecnologia del monitoraggio continuo dello stato idrico è ormai consolidata, nel 2023 è stata avviata la sperimentazione sulla misura del potenziale idrico della pianta utilizzando micro-tensiometri inseriti nel fusto delle viti (Lakso *et al.* 2022 *Hortic.* 8:1207-1222). La sperimentazione è stata attivata a Mezzolombardo su cultivar Teroldego innestata su Teleki 5C, allevata a pergola doppia su un terreno poco profondo (circa 50 cm), con capacità di ritenzione idrica piuttosto bassa (TAW=43 mm) ed irrigata a goccia. La sperimentazione è stata effettuata sia su viti irrigate, sia su viti in cui l'irrigazione è stata interrotta perchè l'obiettivo è comprendere come regimi idrici diversi influenzano il comportamento della vite e la qualità della produzione.

Per ogni tesi sono state scelte due viti con morfologia simile, e ogni fusto ospitava due sensori (Figura 2). Ad ogni pianta è stato associato anche un tensiometro per la misura della tensione con cui le molecole di acqua sono trattenute dalla matrice del terreno (Ψ_{soil}). Se l'acqua nel suolo non viene reintrodotta con le piogge o l'irrigazione (istogramma nero e fasce azzurre in Figura 1c), la pianta non riesce a compensare la richiesta evapotraspirativa dell'atmosfera e si innesca una condizione di stress idrico. Al contrario, nel momento in cui la pioggia e l'irrigazione avvengono quando Ψ_{soil} è superiore alla capacità di campo (linea tratteggiata orizzontale in Figura 1b), l'acqua percola verso il basso per gravità e quando supera la profondità utile delle radici, si osserva una perdita della risorsa irrigua. Inoltre, durante la stagione vegetativa i consumi d'acqua variano in base al tipo di pianta, alla fase fenologica e alla forma di allevamento. Lo stesso quantitativo d'acqua somministrato in momenti diversi della stagione induce nella pianta risposte differenti, che possono essere valutati solamente utilizzando il campionamento continuo della tensione idrica nel fusto (Ψ_{stem}). Fino a pochi anni fa poteva essere valutata solamente in momenti specifici della giornata, utilizzando la camera a pressione e con

Figura 1

Andamenti di Ψ_{stem} (a) e Ψ_{soil} (b) di entrambe le tesi, correlati con le misure di VPD (c), per la stagione 2023; le fasce azzurre rappresentano le irrigazioni mentre l'istogramma nero (c) le precipitazioni, la linea tratteggiata in (b) rappresenta la field capacity



una procedura più complessa (Lakso *et al.* 2022 *Hortic.* 8:1207-1222).

Dalle misure abbiamo registrato che i picchi negativi vengono raggiunti nel tardo pomeriggio e nel corso della notte si ripristina l'equilibrio tra le tensioni idriche tra suolo e vite. Un primo risultato notevole è che nel 2023 le viti senza irrigazione non hanno mai raggiunto una condizione di stress idrico in quanto si è attivato il meccanismo di protezione attraverso la chiusura degli stomi che previene la disidratazione della pianta quando la domanda evapotraspirativa dell'atmosfera è elevata. È qui che interviene il terzo elemento del sistema: lo stato meteorologico definisce la quantità di vapore acqueo che potrebbe essere potenzialmente immagazzinata nell'atmosfera in condizioni standard attraverso l'evaporazione dal suolo e la traspirazione fogliare ed è per effetto della traspirazione che si genera la risalita per capillarità della linfa grezza dalle radici alle foglie. Grazie a questa sperimentazione è stato possibile confrontare l'andamento del potenziale idrico delle viti con le misure di VPD (Vapor Pressure Deficit), irraggiamento solare e temperatura media dell'aria, comprendendo nel monitoraggio tutti e tre gli elementi del sistema Suolo-Pianta-Atmosfera e verificando quanto queste

variabili siano strettamente correlate all'attività fisiologica delle piante.

Applicando uno stress idrico moderato alla vite durante la maturazione, è possibile ottenere una migliore qualità del vino (Van Leeuwen *et al.* 2009 *OENO One* 43:121-134). A tale proposito le uve di entrambe le tesi sono state analizzate in laboratorio per misurare i principali parametri enologici di interesse. Inoltre, è stato calcolato il rapporto vegeto-produttivo (Ravaz 1903 *C. R. Acad. Sci.* 136:1276-1278), che mette in relazione il peso dell'uva con il peso della biomassa secca prodotta durante la stagione: come evidenziato dai dati raccolti è emerso che le viti di entrambe le tesi si trovavano in condizioni vegeto-produttive ottimali.

I risultati preliminari hanno permesso di sottolineare come l'irrigazione applicata secondo un calendario fisso non sia il metodo ottimale per massimizzare il rapporto tra la resa della produzione e il volume d'acqua irrigua utilizzata (produttività irrigua, Kijne *et al.* 2003 *Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement* 1:37-51). Ad esempio, le viti sono state irrigate quando il terreno si trovava già a capacità di campo: gli apporti d'acqua successivi non hanno modificato sensibilmente la tensione idrica delle viti (linea blu in Figura 1a), che anche nel caso senza



Foto 1

Micro tensiometro (Florapulse) innestato nel tronco di vite (cultivar Teroldego)



irrigazione (linea rossa in Figura 1a) non mostravano valori di Ψ_{stem} riconducibili allo stress idrico.

Occorre importante sottolineare che, a differenza di contesti climatici aridi, questa sperimentazione dovrà proseguire per ulteriori stagioni in quanto nel nostro contesto la produttività irrigua è fortemente influenzata dal regime pluviometrico durante la stagione vegetativa.

Nel 2024 verrà misurato il flusso della linfa grezza e la sua salinità utilizzando i sensori biodinamici Plant Voice (PlantVoice, Bolzano) per ottenere una panoramica più completa del comportamento fisiologico delle

piante all'interno del sistema Suolo-Pianta-Atmosfera. L'intenzione è di continuare a misurare i parametri qualitativi dei mosti per le viti e, valutando anno per anno gli effetti dell'irrigazione sulla qualità della resa, sarà possibile proporre delle strategie che cerchino di massimizzare la produttività irrigua.

A fianco di queste attività, con la volontà di promuovere un uso razionale dell'acqua irrigua, nel 2023 è nato il progetto IRRITRE finanziato dalla PAT in collaborazione con FEM, FBK e Trentino Digitale.

L'attività è stata svolta con la preziosa collaborazione di Danilo Caset.

Sostenibilità del vigneto in regime di gestione integrata e biologica

RAFFAELLA MORELLI
DANIELE PRODORUTTI
ROBERTO ZANZOTTI

Il settore agro-alimentare può contribuire a generare pressioni ambientali, andando ad aumentare le emissioni di gas serra, determinare una perdita di biodiversità e una riduzione dei servizi ecosistemici, rilasciare nell'ambiente inquinanti e nutrienti in eccesso, consumare risorse non rinnovabili. In ambito agricolo, in funzione delle pratiche agronomiche adottate, l'impatto sull'ecosistema può essere diverso. L'Europa, nell'ambito del Green Deal, mira all'adozione di strategie sostenibili, in grado di mitigare le emissioni di gas serra, sequestrare carbonio, preservare la biodiversità e la salute degli agroecosistemi. All'interno di una sperimentazione pluriennale di confronto tra la gestione integrata e due varianti di gestione biologica (fertilizzazione con letame e con erbaio da sovescio), condotta in un vigneto FEM in collaborazione con le università della Campania e della

Tuscia, è stata misurata la sostenibilità delle diverse gestioni utilizzando come indicatori le impronte di carbonio e di azoto, l'impronta idrica, la biodiversità microbica e il sequestro di carbonio nel suolo (Castaldi *et al.* 2024 *Ecol. Indic.* 158:111297; Morelli *et al.* 2022 *BIO Web Conf.* 44:02007). Lo studio, a parità di produzione, ha dimostrato che: la gestione biologica con sovescio ha favorito il sequestro di carbonio nel suolo; la gestione integrata ha impattato di più in termini di impronte di carbonio, azoto e idrica in seguito all'utilizzo di fertilizzanti e agrofarmaci di sintesi; la gestione biologica con letame ha preservato in maggior misura la biodiversità microbica del suolo. Nel complesso, le pratiche biologiche possono essere considerate una buona soluzione per aumentare la sostenibilità del vigneto, senza impattare significativamente sulla produzione.

Figura 1

Schematizzazione dei risultati ottenuti dalla sperimentazione in vigneto per la valutazione della sostenibilità ambientale nelle tre diverse gestioni (INT: gestione integrata; ORG1: gestione biologica con letame; ORG2: gestione biologica con sovescio); i cerchi in verde rappresentano gli impatti positivi sulla sostenibilità (più cerchi, maggiore sostenibilità), i cerchi in rosso gli impatti negativi (più cerchi, minore sostenibilità)

Indicatore	INT	ORG1	ORG2
Biodiversità microbica del suolo	●	●●	●
Sequestro di carbonio nel suolo	●	●◐	●●●
Impronta di carbonio	●●	●	●
Impronta di azoto	●●	●	●
Impronta idrica	●●◐	●◐	●



Virus della vite: conoscere per contrastare

Understanding grapevine viruses for effective mitigation

Trentino is renowned for the excellence of its viticulture. Nevertheless, it can be compromised by viral diseases. To date, 86 grapevine viruses have been identified globally. Several grapevine viruses are causal agents of harmful diseases: degeneration (grapevine fanleaf virus-GFLV and Arabis mosaic virus-ArMV), leaf curl (leaf curl associated virus-GLRV), mottling and leaf deformation (grapevine pinot gris virus-GPGV), and rugose wood complex (grapevine virus A-GVA). Many have obvious harmful effects on the vine's health, productivity, and grape quality, hence shortening the productive life of the vineyard. Viruses can be transmitted by insect vectors, soil-borne nematodes, or propagation material. Asymptomatic infections can also occur, and these infected vines can act as an infection reservoir for susceptible varieties. Understanding the ecological and epidemiological characteristics of these diseases is the initial step towards combating them. Leafroll GLRV is one of the economically important viruses in Trentino. A survey on the spread of viruses and insights on grapevine scale insects, known vectors of the disease, are presented.

La viticoltura è un'eccellenza del Trentino. Tuttavia, può essere messa a dura prova dalle malattie. Fra le numerose malattie della vite (*Vitis vinifera* L.)

che possono compromettere questa coltura bisogna prestare molta attenzione a quelle di natura virale. I virus, obbligatoriamente confinati all'interno

VALERIA GUALANDRI
ALBERTO GELMETTI
FRANCESCO PENNER

Foto 1

Sintomi da accartocciamento fogliare
in cv a bacca rossa



delle cellule, risultano tutti trasmissibili mediante le tecniche di propagazione vegetativa come l'innesto e per molti di loro esistono vettori naturali (insetti o nematodi) responsabili della diffusione in campo. Ad oggi sono noti in tutto il mondo 86 virus capaci di infettare la vite ma sono pochi quelli in grado di dare luogo ad un quadro patologico ed economico rilevante. Fra questi il virus dell'arricciamento fogliare (GFLV), il virus del mosaico dell'Arabis (ArMV), i virus dell'accartocciamento fogliare (GLRaV1 e 3), il complesso del legno riccio della vite (GVA) e il virus del Pinot grigio (GPGV). Conoscere le caratteristiche ecologiche ed epidemiologiche di queste malattie è il primo modo per contrastarle. Il Grapevine fanleaf nepovirus (GFLV) è responsabile della malattia a eziologia virale da più tempo conosciuta su vite, l'arricciamento fogliare, e svolge un ruolo preminente anche nel determinismo di un'altra malattia a eziologia virale, la degenerazione infettiva. Quest'ultima malattia infettiva, tuttavia, può essere indotta anche da altri virus, come l'Arabis mosaic virus (ArMV) quando si trova associato a GFLV. ArMV ha come vettore il nematode *Xiphinema diversicaudatum*, che in ambiente trentino è molto raro. GFLV invece è ampiamente presente nei nostri areali è uno dei virus più temuti nel panorama delle malattie virali della vite. È trasmesso dal nematode *Xiphinema index*. Tipicamente sulle foglie si riconosce per affastellamento a

ventaglio, decolorazioni e deformazioni. I germogli hanno crescita anomala con internodi raccorciati che conferiscono andamento a zig-zag e fasciazioni. Le piante manifestano ritardi nel germogliamento e rallentamento della crescita. GFLV può causare enormi perdite di raccolto (fino all'80%) e un abbassamento della longevità dei vigneti a causa di una degenerazione progressiva che può portare alla morte della pianta. Diffuso soprattutto nei vigneti a più lunga tradizione viticola proprio per la difficoltà di eradicazione dai suoli del suo vettore *X. index*.

Il virus del Pinot grigio della vite (GPGV) è stato scoperto in Trentino, dove è stato associato a sintomi di screziatura clorotica e deformazione fogliare (GLMD). Il virus è stato segnalato in tutte le principali aree di coltivazione dell'uva nel mondo. La sintomatologia è tipicamente rappresentata da manifestazioni più o meno vistose di deformazioni e picchiettature clorotiche fogliari, blocco della crescita dei germogli, riduzione della superficie fogliare e, conseguentemente, allegagione scarsa e disforme. Si trasmette mediante innesto ed è noto un vettore monofago, l'eriofide *Colomerus vitis*. La sua presenza in ospiti alternativi suggerisce comunque l'esistenza di un altro vettore polifago, che resta da trovare e caratterizzare.

GVA (Grapevine virus A) fa parte del complesso del legno riccio della vite. È presente in tutti gli areali viticoli del mondo. Le viti colpite sono meno vi-

gorose e in molti casi vanno soggette a un progressivo deperimento, che le può portare anche alla morte entro pochi anni dall'impianto. Il sintomo caratteristico si manifesta nella zona del nesto/portinnesto dove asportando la corteccia e ispezionando il cilindro legnoso, lo si vede caratterizzato da infossature e scanalature longitudinali più o meno evidenti. La perdita di produzione può aggirarsi intorno al 35% e può variare con particolari cv e/o in combinazione con altre virosi o dipendentemente dalle diverse combinazioni d'innesto.

I virus dell'accartocciamento GLRaV di tipo 1 e 3 sono associati a manifestazioni di accartocciamento fogliare. A partire dall'estate le viti ammalate presentano foglie, a cominciare da quelle basali, che ripiegano il margine verso il basso assumendo una consistenza rigida. Nelle cultivar a bacca bianca, la zona internervale può diventare clorotica, mentre nelle cv a bacca rossa la lamina fogliare arrossa nelle aree internervali mantenendo le nervature verdi (Foto 1). A questa sintomatologia può accompagnarsi scarso vigore vegetativo e produzione di grappoli piccoli e irregolarmente colorati (Foto 2). Si ha così un peggioramento in termini di resa, con riduzioni dal 14 al 40% e di qualità delle produzioni enologiche a causa della diminuzione degli zuccheri, dell'aroma, del colore ed una maggiore acidità titolabile.

Nell'ultimo triennio, a seguito di specifiche segnalazioni di tecnici e viticoltori,

sono stati analizzati, dal Laboratorio di diagnostica fitopatologica FEM, con tecniche sierologiche e biomolecolari diversi campioni provenienti da alcuni vigneti nella zona Ala-Avio. I vigneti sono stati scelti perché presentavano viti con sintomi riconducibili a infezioni di origine virale. Questa indagine seppur preliminare ha dimostrato nel territorio oggetto di monitoraggio un forte aumento degli agenti di accartocciamento fogliare e tra questi il GLRV-3 risulta il più diffuso mentre più contenuta risulta invece la distribuzione di GLRV-1.

Parallelamente a questo studio sono stati avviati approfondimenti nei confronti delle cocciniglie della vite *Planococcus ficus* e *Parthenolecanium corni*, ampiamente presenti in questi ambienti e vettori noti della malattia. Il 53% di individui di *P. ficus* e il 23% di *P. corni* è risultato infetto dal virus dell'accartocciamento fogliare di tipo 3 (GLRV-3). I dati hanno confermato la positività di individui di *P. ficus* e *P. corni* la cui capacità di veicolare virus dell'accartocciamento fogliare (GLRaV-3) era nota ma mai provata su individui raccolti in vigneti del Trentino. In conclusione, i risultati scaturiti dallo studio effettuato seppur a titolo preliminare sono da ritenersi interessanti sotto il profilo epidemiologico, confermando la necessità di ampliare le conoscenze e i territori di indagine ai fini di una sempre più efficace azione di prevenzione, controllo e contrasto alla diffusione di queste malattie.



Foto 2

Produzione di grappoli piccoli e irregolarmente colorati in viti affette da virus dell'accartocciamento fogliare

.....

Effetti sull'acarofauna utile degli insetticidi utilizzati nella lotta obbligatoria contro flavescenza dorata

ALBERTO GELMETTI
DAVIDE BERTOLINI

Nel corso dell'annata viticola 2023 i tecnici dell'Unità viticoltura hanno valutato, attraverso una prova sperimentale e un'indagine territoriale, i possibili effetti collaterali sugli acari predatori degli insetticidi impiegati nei vigneti per il contenimento dell'insetto vettore di Flavescenza dorata, la cicalina *Scaphoideus titanus*. Una prova di campo è stata impostata, con uno schema sperimentale a parcelloni, in un vigneto adulto di Pinot grigio allevato a pergola doppia in cui i trattamenti sono stati distribuiti con atomizzatore trainato. Nelle tesi confrontate sono state utilizzate le diverse combinazioni di insetticidi previste nella lotta obbligatoria per la provincia di Trento per la conduzione integrata e biologica (Tabella 1).

L'indagine territoriale è stata eseguita in 16 appezzamenti, distribuiti nei principali distretti viticoli, tutti composti da impianti adulti di Pinot grigio allevati a pergola e condotti secondo il metodo della produzione integrata. In entrambi gli studi sono stati eseguiti, con l'utilizzo del binoculare, i riconoscimenti e i conteggi del numero di fitoseidi, di acari tedeidi e di acari tetranichidi presenti sulle foglie in diverse epoche: prima, tra e dopo i trattamenti insetticidi mirati contro *S. titanus*.

Dal confronto parcellare è emerso che i principi attivi impiegati nel primo intervento insetticida non hanno avuto particolari effetti negativi sulle

popolazioni di fitoseidi. Per quanto riguarda il secondo trattamento, il piretro ha confermato non avere particolari effetti collaterali mentre per etofenprox è stato osservato un effetto negativo ma temporaneo sulla numerosità di fitoseidi presenti sulle foglie (Figura 1). L'indagine territoriale ha evidenziato che i principi attivi insetticidi impiegati non hanno causato in nessun vigneto la totale scomparsa di acari utili. Nei campionamenti eseguiti durante la stagione vegetativa non sono emerse numerosità considerevoli di acari dannosi: di *Panonychus ulmi* (ragnetto rosso) sono stati ritrovati pochi individui in un solo vigneto, mentre i ritrovamenti di *Eotetranychus carpini* (ragnetto giallo) sono avvenuti in maniera sporadica ad aprile e con popolazioni più consistenti in alcuni vigneti ad ottobre; la presenza di acari tetranichidi era comunque generalmente associata ad un numero, in alcuni casi anche molto consistente, di acari fitoseidi. In generale è emerso che le linee insetticide utilizzate sembrano causare solo parzialmente, e comunque per breve tempo, riduzioni nelle numerosità dei fitoseidi (Figura 2). Grazie al monitoraggio territoriale è stato possibile, inoltre, determinare che la specie rinvenuta più frequentemente nei vigneti osservati è *Euseius finlandicus* che si alimenta sia di acari tetranichidi che di eriofidi, polline e succhi cellulari.

Tabella 1

Combinazioni di insetticidi confrontate nella prova di campo

Tesi	Principio attivo	Dose	Principio attivo	Dose
0	Controllo		Non trattato	
1	Acetamiprid (Epik SL)	1,5 l/ha	Etofenprox (Trebon Up)	0,5 l/ha
2	Piretro (Pygamic)	3 l/ha	Piretro (Pygamic)	3 l/ha
3	Piretro (Pygamic)	3 l/ha	Etofenprox (Trebon Up)	0,5 l/ha

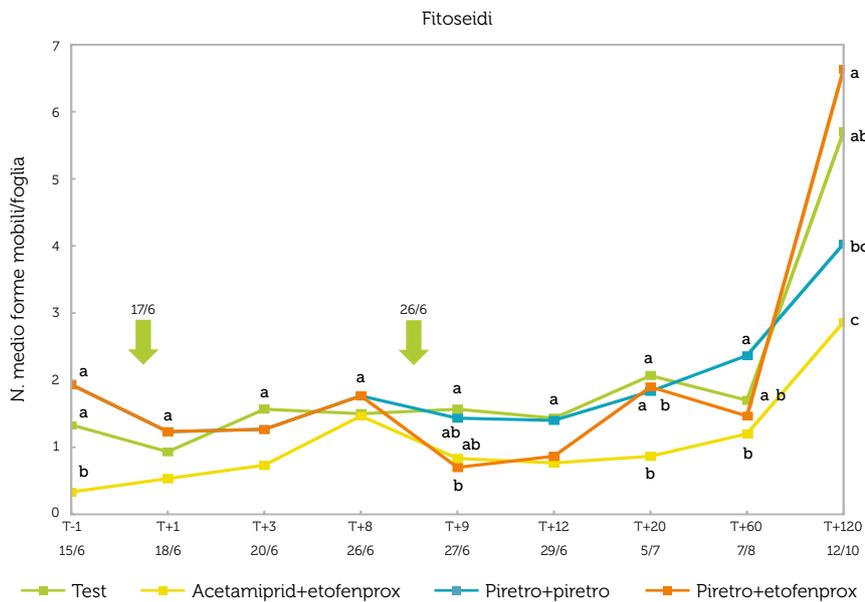
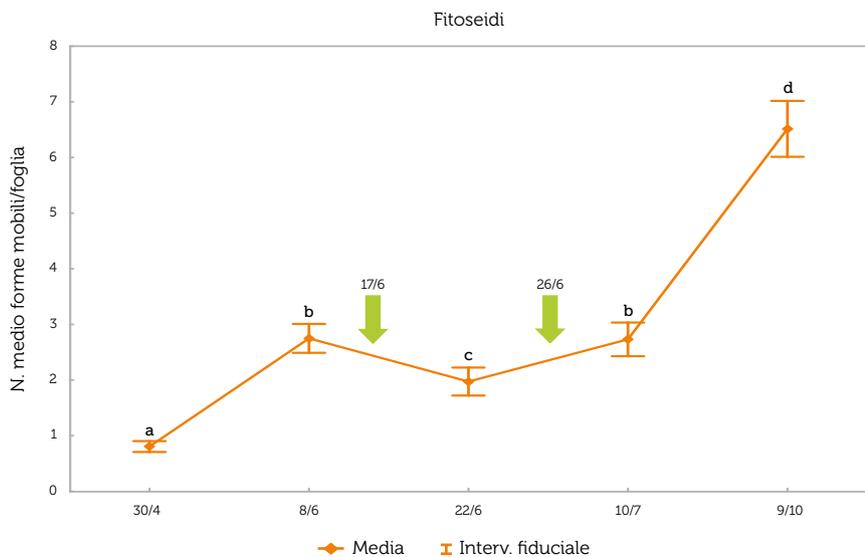


Figura 1

Andamento del numero medio per foglia di fitoseidi nelle 4 tesi a confronto e alle varie date di campionamento. Le frecce rosse indicano il momento dell'intervento insetticida; nelle singole date di campionamento a lettere diverse corrispondono differenze statisticamente significative (HSD Tukey test: $p < 0,05$)

Figura 2



Numero di fitoseidi per foglia (media 16 vigneti). Nelle singole date di campionamento a lettere diverse corrispondono differenze statisticamente significative (HSD Tukey test: $p < 0,05$) Intervallo fiduciale ($z^*(a/2) = 1,96$)



Foto 1

Acaro fitoseide



Esperienze di applicazione dei lieviti non-*Saccharomyces*

Experiences in the application of non-*Saccharomyces* yeasts

RAFFAELE GUZZON
TOMAS ROMAN

Non-*Saccharomyces* yeasts are a highly topical tool in modern oenology. Thanks to their alternative metabolic activities to *S. cerevisiae*, they can contribute to mitigating the effects of climate change and give more characteristic wines. This note summarizes two experiments conducted in the microbiology laboratories of the Technology Transfer Centre, aimed at testing their potential in unusual contexts such as sweet wines from dried grapes or sparkling wines.

I lieviti non-*Saccharomyces* sono microrganismi capaci di colonizzare i mosti prima della fermentazione alcolica e avviare la degradazione degli zuccheri, rimanendo attivi fino a 4-5 gradi alcolici. Solitamente non dominano la fermentazione alcolica in quanto hanno minore vigoria fermentativa e tolleranza all'etanolo rispetto a *S. cerevisiae*. Sono dunque microrganismi inutili o addirittura

dannosi? Assolutamente no. Naturalmente presenti sulle uve, dominano le prime fasi della fermentazione alcolica grazie a caratteri fisiologici alternativi a quelli di *S. cerevisiae* e possono essere portatori di una positiva biodiversità. Occorre poi che *S. cerevisiae* prenda il sopravvento per concludere la fermentazione alcolica, altrimenti si potrebbero avere spiacevoli arresti di fermentazione. La moderna enologia

ha ritenuto di fare a meno dei lieviti non-*Saccharomyces*, puntando tutto sul genere *Saccharomyces*. Recentemente si è assistito ad un ritorno di interesse per i lieviti non-*Saccharomyces*, da quando la ricerca ha messo in luce numerosi caratteri dei quali questi microrganismi sono portatori, che potrebbero dare luogo ad interessanti applicazioni enologiche. Tra queste la riduzione dell'accumulo di acido acetico, l'accumulo di acidi organici, il biocontrollo verso microrganismi dannosi, la produzione di composti organoletticamente attivi. È dunque ragionevole ipotizzare che ai ceppi selezionati già in commercio se ne affiancheranno altri a breve. Restano da comprendere appieno le peculiarità di questi microrganismi e le migliori strategie di impiego nei mosti o nei vini dove, è fondamentale ricordarlo, questi lieviti non sono mai alternativi, semmai complementari a un ceppo selezionato di *S. cerevisiae*. Con questo obiettivo l'Unità Trasformazione enologica e alimentare ha intrapreso sperimentazioni per saggiare le potenzialità dei lieviti non-*Saccharomyces*. Alcune di esse sono già concluse e i risultati pubblicati su riviste scientifiche internazionali come *Oeno One*, la principale rivista scientifica europea in ambito enologico

Miglioramento del quadro acido nei vini passiti

I vini passiti hanno una lunga tradizione in diverse regioni italiane, tra cui il Trentino. Quella dei Vin Santo o Vino Santo è una tecnica produttiva antica che vede l'appassimento di uve autoctone tradizionalmente fino alla quaresima, e la successiva fermentazione, in ambiente ossidativo, all'interno di piccole botti. I vini che si ottengono hanno straordinaria complessità e longevità, ma possono andare incontro ad alterazioni se non mantengono una adeguata acidità, oggi messa in crisi dal riscaldamento globale. In una sperimentazione pubblicata nel 2023 (Gallo *et al.* *Oeno One* 57(3):205-217) il lievito *Lachancea thermotolerans* è stato utilizzato come agente acidificante del Vino Santo. La capacità di *L. thermotolerans* di convertire gli zuccheri in acido lattico è già applicata all'acidificazione dei vini rossi, ma le caratteristiche peculiari dell'uva appassita hanno imposto test specifici. *L. thermotolerans* è stata impiegata nella fermentazione in combinazione con *S. cerevisiae*. Sono anche stati testati tre protocolli di integrazione di azoto (azoto minerale, organico e organico ad alto dosaggio). Le fermentazioni sono state monitorate



mediante conteggi microbiologici su terreni differenziali per discriminare le due specie di lievito e con le usuali analisi chimiche. L'analisi GC-MS/MS ha permesso la caratterizzazione del profilo volatile dei vini ottenuti. I risultati hanno evidenziato una lunga sopravvivenza di *L. thermotolerans* durante la fermentazione alcolica, il lievito ha mantenuto una concentrazione nell'ordine dei milioni di cellule per ml di vino fino al quattordicesimo giorno di fermentazione. Le integrazioni di azoto inorganico hanno permesso il completamento della fermentazione alcolica mantenendo il pH del vino al di sotto di 3,35, rispetto al vino di controllo (prodotto solo da *S. cerevisiae*) che ha raggiunto un pH di 3,50, valore a rischio per la stabilità microbiologica del vino. *L. thermotolerans* ha anche influenzato il profilo aromatico del vino. Sono state riscontrate differenze statistiche nelle principali famiglie di aromi derivati dal lievito: acetato, esteri, lattati, acidi grassi e composti C₆.

Fermentazioni miste in bottiglia

La presa di spuma, o fermentazione in bottiglia, è un passaggio fondamentale della produzione di vini spumanti metodo classico. In questo ambiente si ritiene che solo ceppi selezionati di *S. cerevisiae* possano resistere, ma in una recente pubblicazione (Guzzon *et al.* 2024 *Oeno One* 58(3):7884) è stato dimostrato che grazie ad un'opportuna acclimatazione anche i lieviti non-*Saccharomyces* possono rimanere attivi, connotando il profilo aromatico dei vini. È stata testata l'applicazione di due lieviti non-*Saccharomyces* nella fermenta-

zione secondaria in bottiglia in combinazione con un ceppo commerciale di *S. cerevisiae*, per ottenere vini con un profilo aromatico distintivo. I risultati hanno dimostrato che il graduale aumento del contenuto di etanolo nel pied de cuve ha assicurato l'adattamento di *Hanseniaspora guilliermondii* e *Torulaspora delbrueckii*. I due lieviti impiegati nella fermentazione in bottiglia hanno mantenuto una concentrazione paragonabile a quella di *S. cerevisiae*, nell'ordine di milioni di cellule per millilitro di vino, per due settimane dopo l'imbottigliamento. La presenza di due specie di lievito ha ridotto la velocità massima di fermentazione, senza causare alterazioni nei principali parametri enologici dei vini spumanti. L'analisi GC-MS/MS del profilo volatile dei vini ha evidenziato differenze statisticamente significative tra il vino ottenuto da rifermentazione con *S. cerevisiae* rispetto agli spumanti vini ottenuti da colture di lievito miste. Acetati, esteri e acidi grassi sono le classi di composti volatili maggiormente influenzate dall'utilizzo di diversi lieviti nella fermentazione in bottiglia dei vini spumanti.

In conclusione, queste esperienze confermano che l'impiego di lieviti non-*Saccharomyces* nel processo di vinificazione può aprire interessanti strade per correggere specifici caratteri dei vini senza alterare sostanzialmente il processo produttivo. Resta fondamentale una attenta validazione di questi microrganismi in ogni specifico contesto produttivo, soprattutto se impiegati ad alte concentrazioni, come nel caso di ceppi selezionati oggi presenti sul mercato.

Nuove valutazioni sull'instabilità del tartrato di calcio nei vini

L'instabilità tartarica nel vino rappresenta una sfida significativa nell'industria vinicola, poiché i precipitati che si possono formare in bottiglia influenzano l'aspetto del prodotto finito e la percezione della sua qualità da parte del consumatore. La stabilizzazione tartarica dei vini è storicamente associata alla gestione del bitartrato di potassio (KHT), per il quale l'industria enologica ha sviluppato diversi metodi di controllo ed efficaci trattamenti (Ribéreau-Gayon *et al.* 2012 Trattato di enologia 2). L'instabilità del tartrato di calcio (CaT), i cui cristalli hanno una cinetica di formazione più lenta rispetto al KHT (Abguéguen *et al.* 1993. *Am. J. Enol. Vitic.* 44:65-74), è stata spesso associata quasi esclusivamente ai vini rossi di lungo invecchiamento (Figura 1). Tuttavia, negli ultimi anni si è assistito ad un aumento nell'incidenza di precipitazioni di CaT in vini bianchi giovani; questo fenomeno è stato principalmente associato al riscaldamento globale, che porta a suoli con pH più alcalini che facilitano l'assorbimento del calcio da parte della pianta (Quinterno *et al.* 2021 *L'Enologo* 11:79-83).

Il presente lavoro, svolto presso l'Unità Chimica vitienologica e agroalimentare, si è rivolto allo studio dell'instabilità del CaT in vini bianchi giovani,

indagando in particolare i seguenti tre aspetti: l'influenza della concentrazione di calcio e del valore di pH del vino, l'efficacia dei principali additivi utilizzati in enologia per la stabilizzazione tartarica, la proposta di un metodo rapido per la valutazione dell'instabilità del CaT.

Attraverso aggiunte crescenti di calcio e incrementi progressivi del pH di tre vini bianchi dell'annata 2022, si è verificato sperimentalmente che l'instabilità del CaT aumenta con l'aumentare della concentrazione di calcio e del valore di pH. In particolare, vini bianchi con valori di pH prossimi o superiori a 3,5 possono manifestare instabilità anche con contenuti di calcio intorno a 50 mg/L, mentre vini bianchi contenenti oltre 100 mg/L di calcio possono risultare instabili anche a valori di pH prossimi a 3,0.

Gli additivi carbiossimetilcellulosa (CMC), poliaspartato di potassio (KPA), gomma arabica seyal (GA-SY) e gomma arabica senegal (GA-SN) aggiunti nella dose massima consigliata non hanno mostrato alcun effetto significativo sulla stabilizzazione di CaT in vini bianchi stabili dal punto di vista del KHT, mentre acido metatartarico (META) aggiunto nella dose massima consentita dalla legge ha mostrato una buona capacità di rendere i vini bianchi stabili alla

MARIO MALACARNE
ANITA DAL SANTO*
MARCO COLAPIETRO
FABRIZIO DECARLI
ROBERTO LARCHER

* Tesista C3A Università degli Studi di Trento

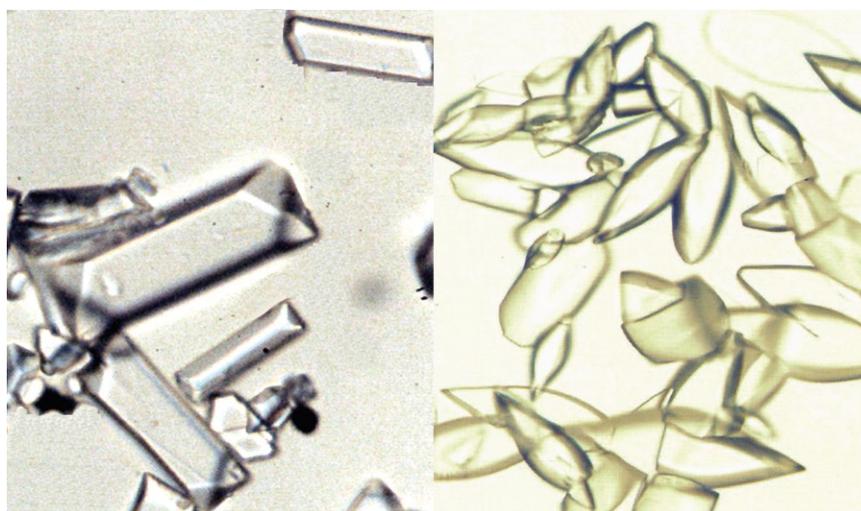
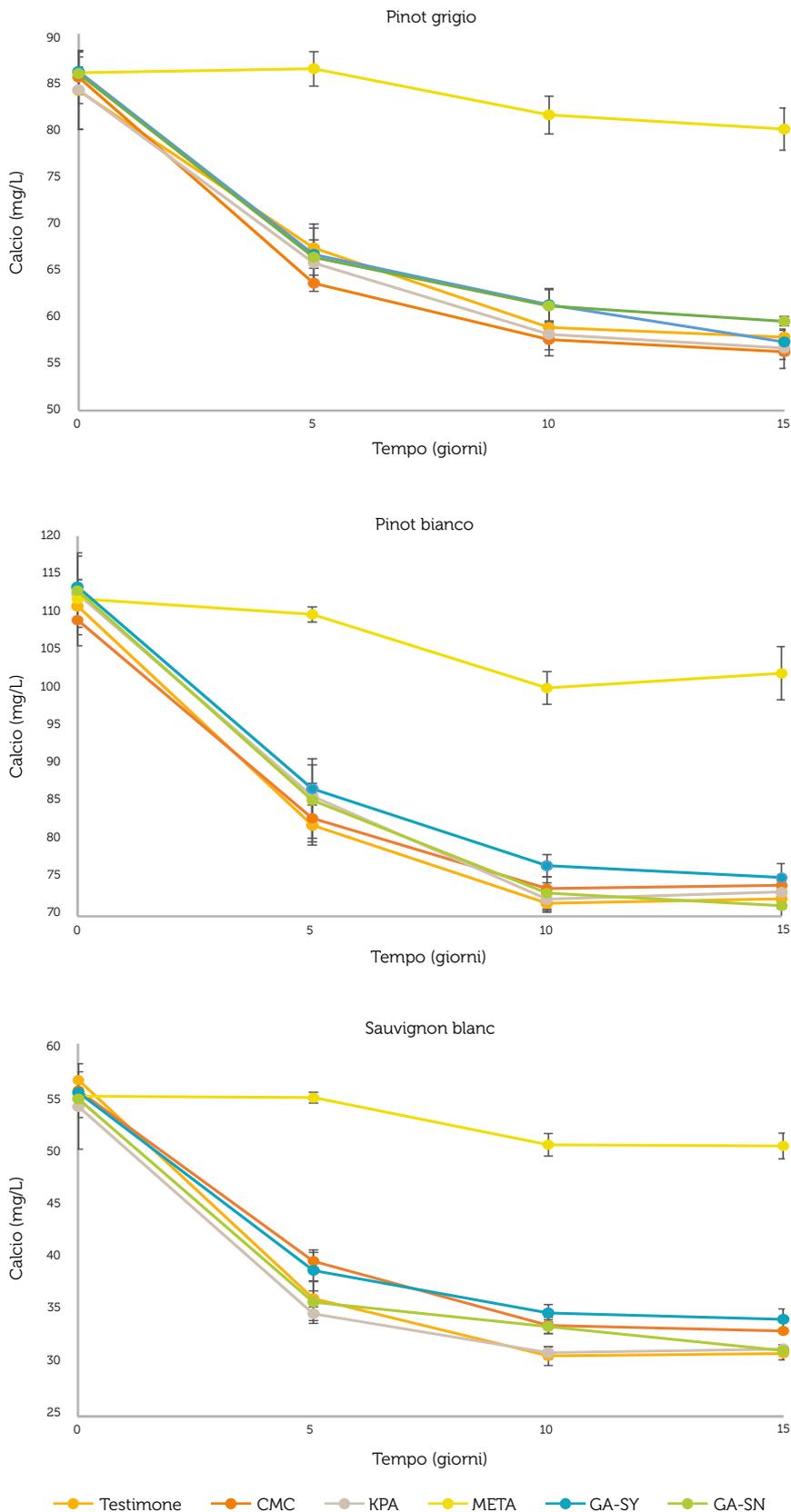


Figura 1
Cristalli di tartrato di calcio (a sinistra)
e di bitartrato di potassio (a destra)

Figura 2

Evoluzione nel tempo della concentrazione di calcio nel test di stabilità del tartrato di calcio (CaT) con inoculo, in funzione dell'aggiunta di additivi enologici autorizzati per la stabilizzazione tartarica
 CMC=carbrossimetilcellulosa;
 KPA=poliaspartato di potassio; META=acido metatartarico;
 GA-SY=gomma arabica seyal; GA-SN=gomma arabica senegal
 Le prove sono state condotte in triplo; nei grafici sono indicati i valori medi e le barre della deviazione standard

.....



precipitazione del CaT, così come avviene per il KHT (Figura 1). Bisogna comunque tenere presente che l'efficacia di questo additivo è legata alla sua tendenza ad idrolizzarsi nella matrice vino, esaurendo in pochi mesi la sua capacità stabilizzante.

Infine, in assenza di un metodo di riferimento per la valutazione dell'instabilità di CaT nel vino, è stato proposto un test che prevede il controllo della diminuzione del calcio in soluzione dopo il mantenimento del vino inoculato di cristalli di CaT (1 g/L)

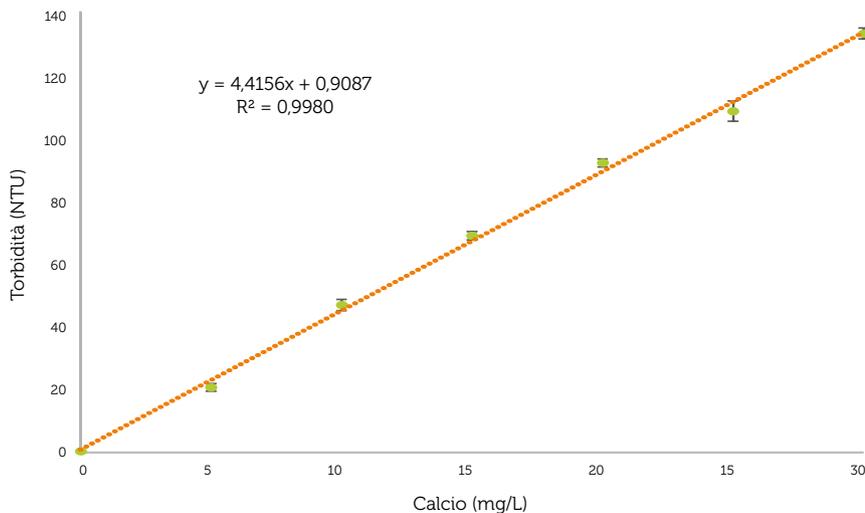
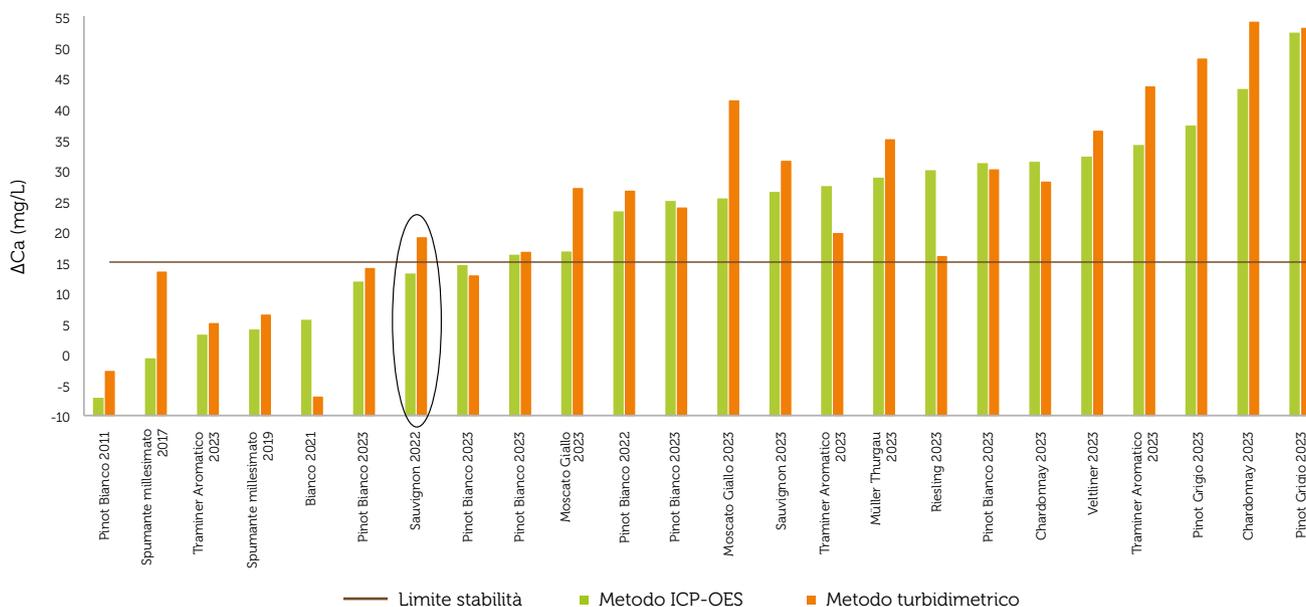


Figura 3
Retta di taratura del metodo turbidimetrico per la quantificazione del calcio

a 15°C in agitazione per 7 giorni. Per la quantificazione del calcio nel vino al tempo zero e dopo 7 giorni è stato proposto un metodo rapido, che si basa sulla precipitazione quantitativa del calcio per aggiunta di un eccesso di ioni ossalato e successiva misura della torbidità, che risulta proporzionale alla concentrazione del calcio. Questo metodo turbidimetrico,

testato su 24 vini bianchi (Figura 2), ha mostrato un buon accordo con il metodo ICP-OES in termini di classificazione dei vini bianchi in stabili ($\Delta Ca < 15$ mg/L) o instabili ($\Delta Ca > 15$ mg/L) (Figura 3), e potrebbe consentire l'esecuzione del test di stabilità del CaT anche da parte di cantine o laboratori che non hanno accesso a dotazioni strumentali avanzate.

Figura 4
Test di stabilità del CaT con inoculo: confronto tra i metodi ICP-OES e turbidimetrico per la quantificazione del calcio al tempo zero e dopo 7 giorni. Nel grafico è evidenziato l'unico caso in cui i due metodi forniscono una classificazione diversa del campione





Caratterizzazione compositiva e isotopica degli aromi varietali di mosti e vini da uve Moscato Giallo come possibile strumento di autenticità

MAURO PAOLINI
ALBERTO RONCONE*
LUJANA BONTEMPO*
ROBERTO LARCHER

* Centro Ricerca e Innovazione,
Fondazione Edmund Mach

Negli ultimi anni il consumo di vino Moscato è diventato un fenomeno culturale, vista la crescente predilezione dei consumatori nei confronti di vini aromatici, dolci e leggeri a bassa gradazione alcolica. Oggigiorno, il valore del vino Moscato a livello mondiale è di circa 1.700 milioni di dollari e si prevede un'ulteriore crescita dell'11% annuo almeno fino al 2030. L'elevato valore economico e l'ingente domanda incentivano la presenza sul mercato di vino efficacemente adulterato che simula il prodotto genuino. L'adulterazione del vino è un problema mondiale che colpisce i consumatori e i produttori onesti, con

un costo stimato per il settore vitivinicolo dell'Unione Europea pari a circa 1,3 miliardi di euro/anno, il 3% del valore totale delle vendite (rapporto JRC). Nel 2021 sono stati sequestrati in tutta Europa oltre 1,7 milioni di litri di bevande alcoliche contraffatte (in maggioranza vino) in azioni mirate regolarmente condotte dall'Ufficio europeo per la lotta antifrode (OLAF). Per identificare i prodotti contraffatti sono state sviluppate e testate diverse tecniche analitiche, tra cui l'analisi isotopica. Quest'ultima è stata adottata come metodo ufficiale per combattere, in particolare, l'adulterazione in campo vitivinicolo.

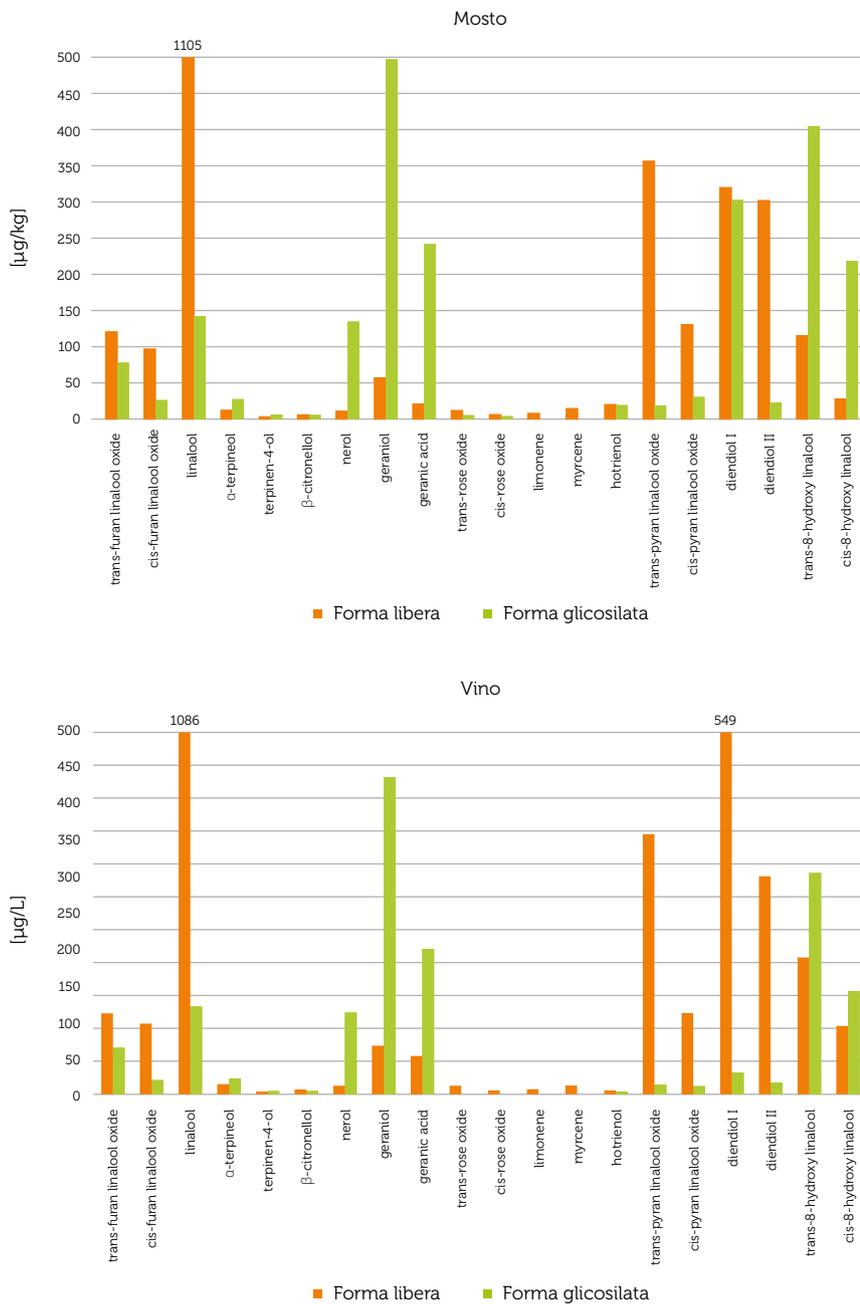


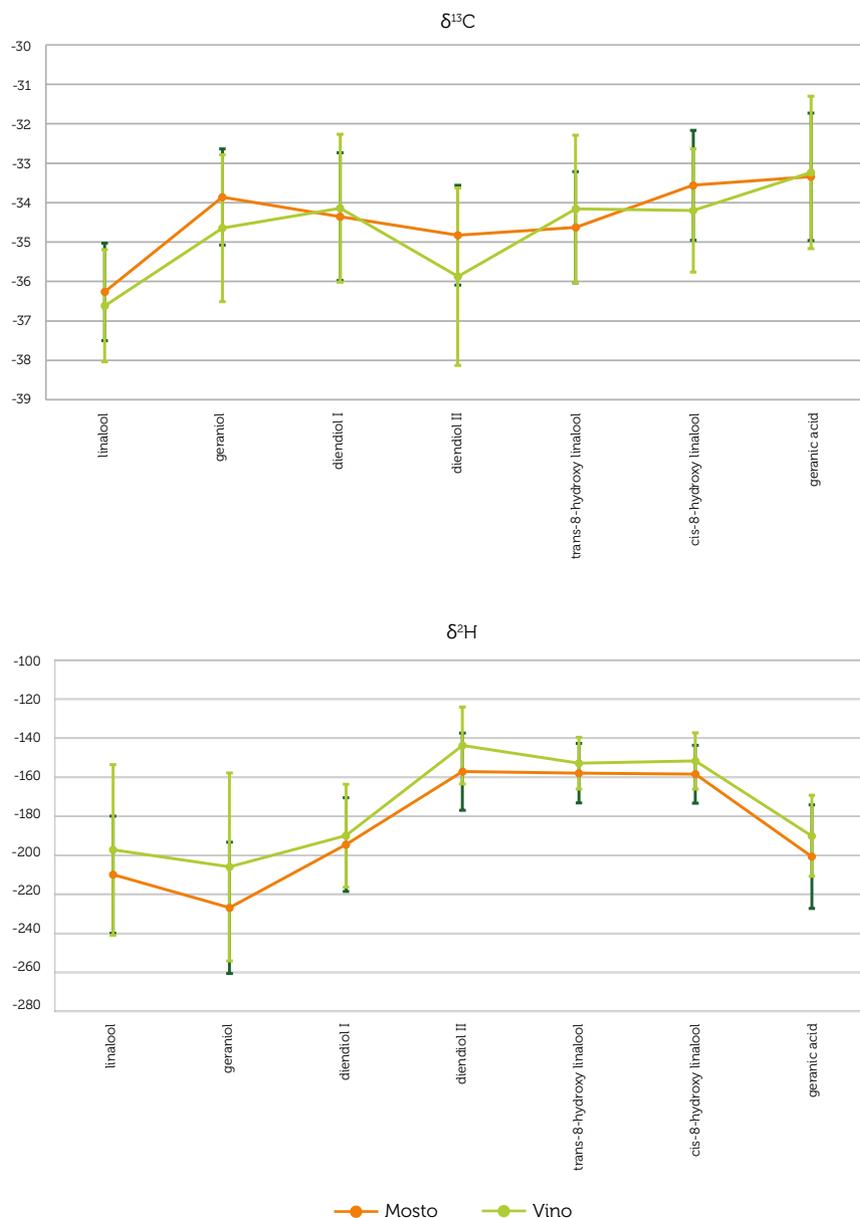
Figura 1
 Analisi quali-quantitativa dei composti terpenici in forma libera e glicosilata in mosto e vino da uve Moscato Giallo

Tra le uve Moscato, il Moscato Giallo è un vitigno caratterizzato da un elevato contenuto di monoterpeni, sia in forma libera che glicosilata, conferenti al vino note molto intense di rosa, pesca e agrumi. Tali molecole, chiamate composti varietali perché tipici appunto della varietà dell'uva, sono state ampiamente studiate dal punto di vista quali-quantitativo, ma nessuno studio relativo alla loro caratterizzazione isotopica è stato ancora pubblicato. Per questo lavoro, diciassette campioni di uva Moscato Giallo sono stati raccolti alla maturità tecnologica nelle due regioni italiane rinomate per la

coltivazione di questa varietà aromatica: Trentino-Alto Adige e Veneto. Una parte dei campioni è stata immediatamente congelata mentre una parte è stata sottoposta a pressatura e successiva fermentazione alcolica per l'ottenimento dei corrispondenti vini. I composti aromatici sono stati quindi estratti, sia dal mosto d'uva che dai vini, ed analizzati. In Figura 1 è riportata la composizione quali-quantitativa della frazione terpenica di mosti e vini determinata mediante tecnica gas cromatografica accoppiata ad un rivelatore di massa triplo quadrupolo (GC-MS/MS). Tale analisi ha confermato la pre-

Figura 2

Variabilità isotopica naturale per il carbonio ($\delta^{13}\text{C}$) e per l'idrogeno ($\delta^2\text{H}$) nel mosto e nel vino dei terpeni più abbondanti caratteristici della varietà Moscato Giallo



senza dei tipici composti terpenici liberi e glicosilati che caratterizzano l'aroma della varietà Moscato Giallo. I terpeni presenti in concentrazione più elevata, unendo le due frazioni (libera e glicosilata), sono stati inoltre analizzati tramite tecnica GC-C/Py-IR-MS, ottenendo così il valore isotopico del carbonio ($\delta^{13}\text{C}$) e dell'idrogeno ($\delta^2\text{H}$). In Figura 2 è riportata, per ciascuno dei sette terpeni considerati, la distribuzione naturale di tali valori sia nel mosto che nel vino. Si può notare come, considerando le barre di variabilità, non vi sia differenza tra i valori determinati prima e dopo la fermentazione alcolica. Questo risultato è molto importante perché significa che la firma isotopica delle moleco-

le aromatiche si conserva durante la filiera produttiva e non viene alterata significativamente dall'attività del lievito. Ciò sta ad indicare la possibilità di poter analizzare il vino pur non avendo a disposizione l'uva da cui è stato originato.

In conclusione, il lavoro condotto ha permesso di ottenere una caratterizzazione quali-quantitativa dei terpeni tipici della varietà Moscato Giallo e, per la prima volta, di poter determinare la variabilità isotopica naturale. Lo studio è da considerarsi ovviamente un'indagine preliminare, sarà necessario analizzare un numero maggiore di campioni di diversa provenienza geografica e raccolti in diverse annate.

Derivati cianici in enologia: nuovo approccio alla quantificazione in cromatografia ionica con detector amperometrico

Il termine “derivati cianici” o cianuri si riferisce a composti chimici che contengono il gruppo ciano (-CN), noto anche come gruppo nitrile. Il cianuro è stato ed è impiegato in vari settori industriali, ma data la sua tossicità, negli ultimi anni il suo utilizzo è stato drasticamente ridotto. Resta comunque di fondamentale importanza monitorare la sua concentrazione nei prodotti alimentari dove è possibile avere contaminazione o presenza per naturale formazione. Il cianuro, infatti, può formarsi a partire da alcuni glicosidi cianogenici presenti in vari vegetali utilizzati in ambito alimentare. Questi composti possono rilasciare cianuro durante il processo produttivo oppure successivamente durante la digestione. Questo aspetto è da ritenersi importante per i distillati di frutta a nocciolo quali albicocca, prugna, ciliegia, ecc. in quanto i glicosidi cianogenici contenuti all'interno del semi possono liberare acido cianidrico entrando in contatto con enzimi della polpa quando la frutta viene ridotta in poltiglia oppure durante la distillazione.

In ambito enologico invece l'origine dei derivati cianici è dovuta all'utilizzo non corretto del ferrocianuro di potassio utilizzato per eliminare dal vino ferro e rame. Questa pratica è sempre meno diffusa, anche per l'uso sempre più frequente di attrezzature e macchinari in acciaio inox nei processi di lavorazione dell'uva e la produzione del vino, che permette di ridurre al minimo il contenuto di ferro. Tuttavia, il controllo dei derivati cianici nel vino rimane di fondamentale importanza per escludere ogni rischio.

Per il controllo di vino e distillati, l'Organizzazione Internazionale della Vite e del Vino (OIV) ha indicato una tecnica di quantificazione colorimetrica a seguito di distillazione con acido e successiva reazione con piridina. Questa tecnica è molto onerosa nella preparativa, presenta un LOQ di 50-100 µg/L a seconda della matrice e soprattutto è pericolosa per l'operatore in quanto prevede l'utilizzo di reattivi tossici.

Per questo motivo presso il Laboratorio dell'Unità Chimica vitienologica

FRANCESCA MARTINELLI
MARIA GASPARIN*
LORENA SIGISMONDI
TIZIANA NARDIN
ROBERTO LARCHER

* Tesista C3A Università degli Studi di Trento

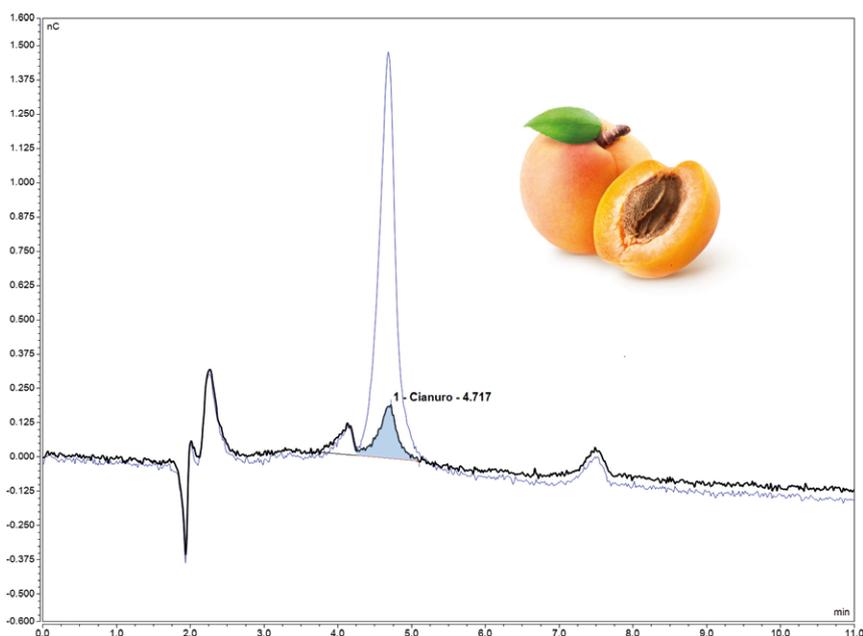


Figura 1

Cromatogrammi IC-PAD; campione di distillato di albicocca (nero); campione di distillato di albicocca con aggiunta 100 µg/L di cianuro libero (blu)

Figura 2

Box plot: cianuro totale ($\mu\text{g/L}$) in campioni enologici

.....

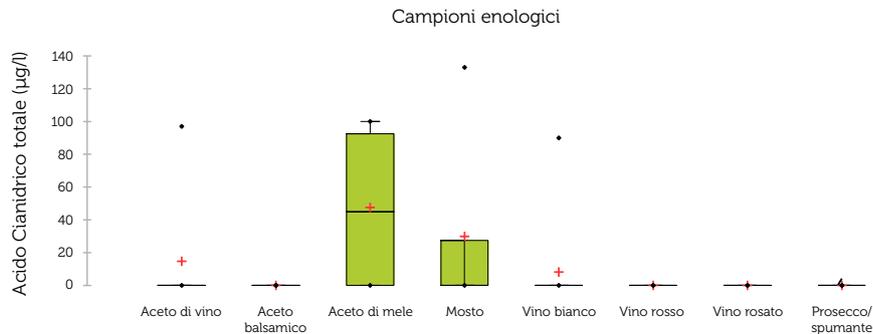
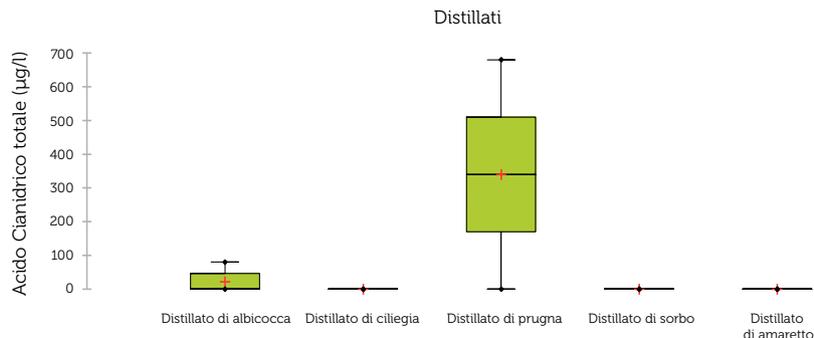


Figura 3

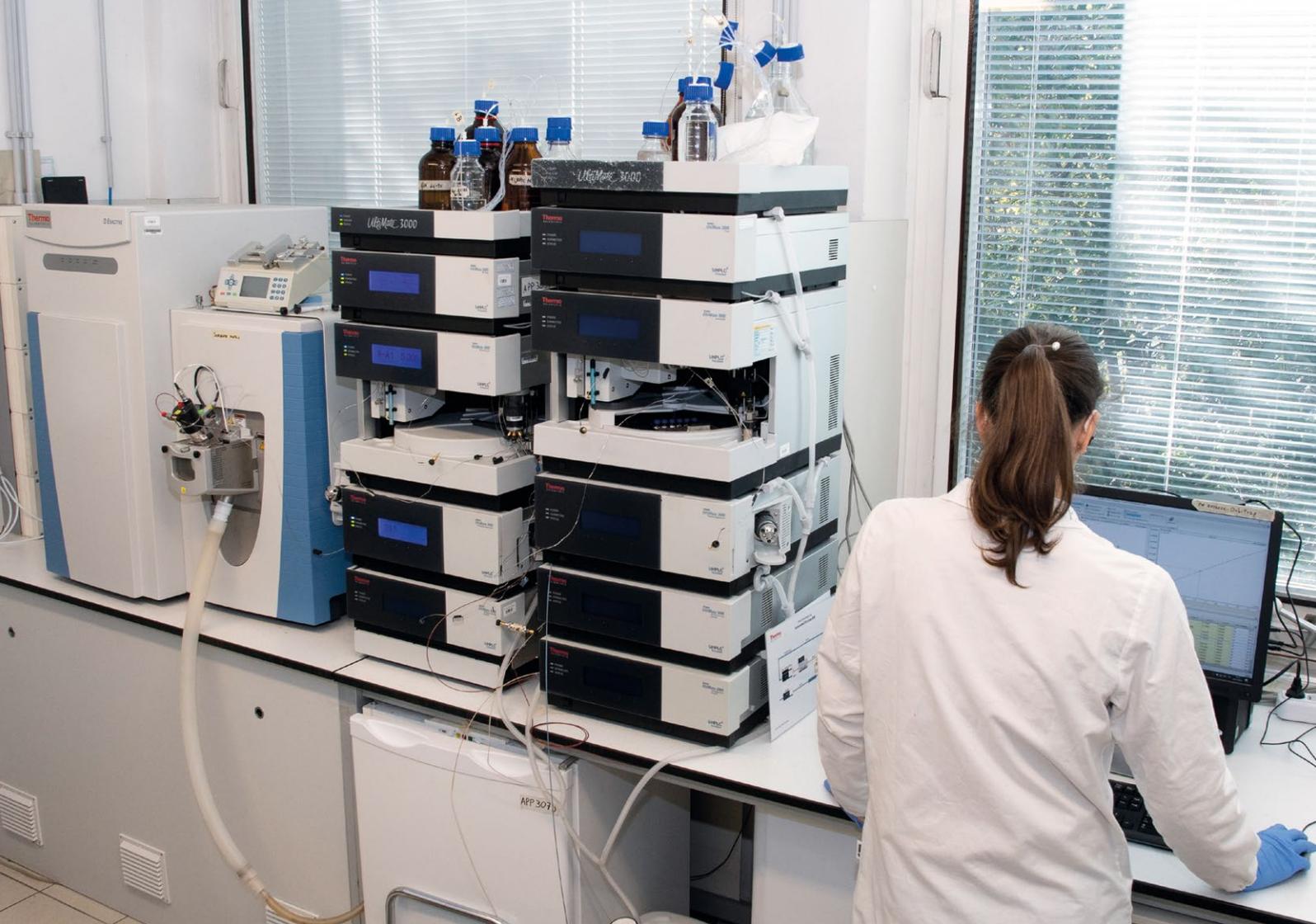
Box plot: cianuro totale ($\mu\text{g/L}$) in distillati

.....



e agroalimentare è stata sviluppata e validata una nuova metodica di quantificazione dei derivati cianici in mosto, vino e aceto, con una preparativa più rapida, più sostenibile e sicura per la salute utilizzando una microdistillazione in ambiente acido e successiva analisi in cromatografia ionica accoppiata ad amperometria pulsata (IC-PAD). Per quanto riguarda l'analisi del cianuro libero nei distillati è stato invece validato un metodo con iniezione diretta del campione in IC-PAD (Figura 1), previo trattamento con cartucce per l'eliminazione di ioni metallici. La nuova tecnica con un LOQ di 10

$\mu\text{g/L}$ e un'ottima ripetibilità (RSD 112%, 109% e 110% rispettivamente in aceto, vino e distillati) ha dimostrato avere delle ottime potenzialità ed è stata poi applicata per la verifica della presenza di derivati cianici in 11 campioni di mosto, 21 campioni di vino, 23 campioni di aceto e 22 campioni di distillati presenti sul mercato. La maggior parte dei campioni ha presentato un contenuto in acido cianidrico $<10 \mu\text{g/L}$, ma si sono riscontrati anche contenuti massimi di $97 \mu\text{g/L}$ in aceto di vino, $100 \mu\text{g/L}$ in aceto di mele, $133 \mu\text{g/L}$ in mosto e $680 \mu\text{g/L}$ in distillato di prugna (Figure 2 e 3).



Nuove opportunità analitiche di caratterizzazione del tannino enologico e alimentare

Il trattamento con tannino rappresenta tuttora uno degli interventi di correzione e stabilizzazione tradizionali più largamente impiegati nel settore agroalimentare. Per lungo tempo le tipologie botaniche, le tecniche di produzione e le caratteristiche compositive sono apparse ben consolidate, anche nella definizione delle specifiche di impiego. La recente entrata in vigore delle nuove norme di etichettatura dei vini, finalizzata, come già per gli altri alimenti confezionati, a fornire ai consumatori una conoscenza trasparente degli ingredienti utilizzati nella trasformazione, ha richiesto una più precisa definizione compositiva dei diversi preparati impiegati in enologia. Questi si distinguono in additivi, ossia sostanze che abitual-

mente non sono consumate come alimento di per sé, e che sono soggette all'obbligo di dichiarazione in etichetta, e in coadiuvanti tecnologici, cioè sostanze che poste in contatto con mosti o vini durante le fasi di lavorazione vengono infine rimosse, lasciando al più dei residui non rischiosi per la salute. I tannini sono attualmente classificati tra questi ultimi.

Le fonti di produzione principali del tannino sono cortecce, foglie, galle e steli di piante arboree e arbustive, ma anche frutta intera o sottoprodotto della loro lavorazione (bucce, semi, vinaccia fermentata, ecc.). L'estrazione da queste matrici, decisamente eterogenee, è realizzata mediante l'utilizzo di un'ampia gamma di solventi, quali acqua, metanolo, eta-

ROBERTO LARCHER
TIZIANA NARDIN
FRANCESCA MARTINELLI

nolo, acetone o liquidi ionici, e con l'applicazione di svariati trattamenti fisici, tra cui acqua calda pressurizzata, irraggiamento con infrarossi o ultrasuoni, ecc. La preparazione finale dei prodotti destinati al commercio è infine completata da processi di purificazione, essiccazione, miscelazione e omogeneizzazione.

Questi estratti vegetali sono caratterizzati dalla presenza, volutamente maggioritaria, di una complessa famiglia di polifenoli variamente condensati, e da contenuti residuali di carboidrati, acidi organici e sali minerali. Commercialmente sono classificati, secondo criteri chimico-compositivi riferiti alla frazione polifenolica, come tannini condensati o idrolizzabili. Ai condensati afferiscono gli estratti di vinaccioli, bucce di uva, quebracho, mentre agli idrolizzabili quelli di castagno, quercia, tara e galla. A fronte negli ultimi anni di impieghi di affinamento dei vini via via più articolati (prevenzione dell'instabilità proteica, inibizione dell'attività polifenolossidasi, stabilizzazione del colore, riduzione dei processi ossidativi, modulazione delle caratteristiche organolettiche, ecc.) si è osservato un crescente ricorso a formulazioni commerciali a maggiore complessità, anche con l'impiego di nuove essenze vegetali o con l'utilizzo di tecniche estrattive più avanzate. L'Organizzazione Internazionale della Vigna e del Vino (OIV), anche sulla base di una più diffusa disponibilità di tecniche evolute di indagine strumentale, ha inteso orientare la classificazione dei tannini secondo criteri di maggiore garanzia della corrispondenza botanica, ponendola in relazione con la presenza di specifiche classi di polifenoli: tannini d'uva (procianidine/prodelfinidine); tannini d'acacia e quebracho (profisetinidine/prorobinetinidine); tannini di galla (gallotannini); tannini di quercia, castagno e rovere (ellagitannini) (Monografie OIV-OENO 675-A/B/C e D-2022).

Pur certamente innovative nella classificazione chimico-analitica, nella presente definizione queste linee guida OIV hanno purtroppo manifestato

significative difficoltà nell'applicazione, mettendo talora in difficoltà i produttori di tannino circa il rispetto delle specifiche richieste. In particolare, difficoltosa risulta la corretta quantificazione di molti componenti di cui non esiste disponibilità commerciale degli standard puri di riferimento. Limitata appare inoltre la robustezza dei limiti quantitativi imposti per la corretta classificazione botanica dei preparati presenti al commercio.

Uno studio realizzato presso il Laboratorio dell'Unità Chimica vitienologica e agroalimentare ha voluto indagare estesamente la composizione polifenolica di oltre 50 tannini di svariate origini botaniche commercializzati in Italia sino al 2022. Qualora valutati rispetto alle metodologie previste dalle precedenti linee guida OIV (in vigore sino al 2022) essi erano tutti confermati come genuini rispetto all'origine botanica dichiarata. Lo studio è stato quindi reimpostato in accordo con le attuali prescrizioni (Monografie OIV 2022) e realizzato mediante cromatografia liquida abbinata alla spettrometria di massa ad alta risoluzione (UHPLC-HRMS) col fine di caratterizzare le diverse componenti monomeriche e oligomeriche specifiche di ciascuna classe botanica. Ciò ha messo in luce come oggi, applicando le attuali linee guida OIV, non più di un quarto di quei tannini sarebbe invece considerato conforme rispetto alla tipologia dichiarata.

Appare ragionevole concludere che l'accresciuta complessità delle vie di preparazione industriale, la possibilità di miscelazione di prodotti provenienti da specie botaniche diverse, seppur di uno stesso genere (es: *Quercus sessilis*, *robur*, *alba*, ecc.), la possibilità di una diversa lavorazione della stessa materia prima (es: il diverso grado di tostatura del legno) o la provenienza da areali geografici differenziati, rendono opportuna sia una ridefinizione dei protocolli industriali di produzione con attenzione alle nuove normative, ma forsanche un perfezionamento delle prescrizioni OIV in ragione della accresciuta variabilità compositiva dei tannini commerciali.

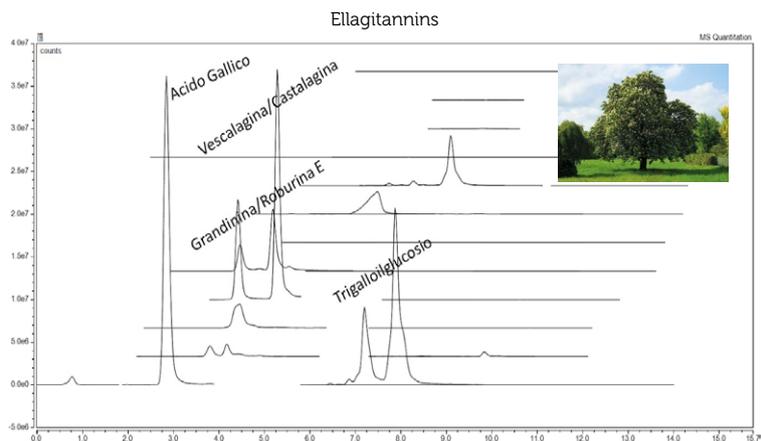
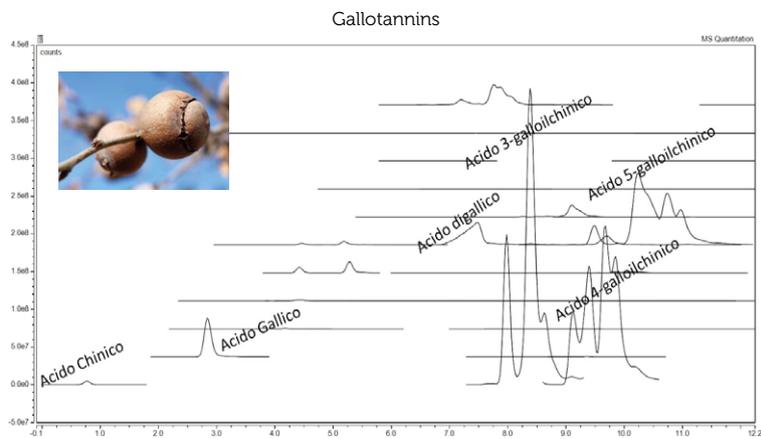
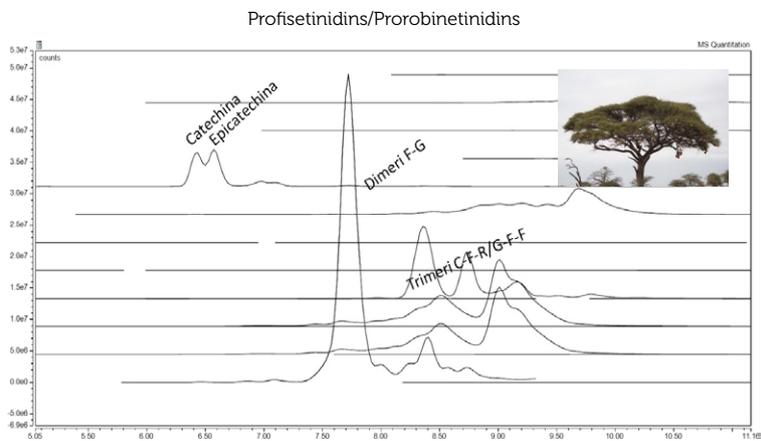
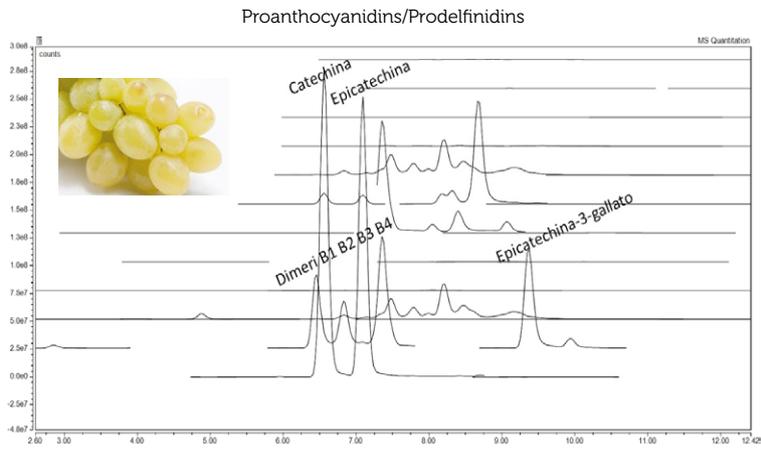


Figura 1

Extracted ion chromatograms con profili caratteristici di tannini di diverse origini botaniche

.....



La stagione foraggera 2023 in Trentino

GABRIELE IUSSIG
ELIA FRITTOLE

The 2023 forage season in Trentino

The farmer's goal is to produce forage in sufficient quantity and quality to satisfy livestock requirements. Since 2021, FEM specialists have been equipping farmers with a tool designed to assist them in determining the optimal mowing time. However, management choices can be strongly influenced by adverse weather conditions. By processing and analyzing phenological data gathered in the field alongside climatic data recorded by FEM weather stations, the trend of the 2023 forage season was assessed from the beginning of the growing season until the first mowing period, highlighting how a delay relative to the optimal mowing time results in a deterioration of hay quality.

L'andamento delle precipitazioni e delle temperature condizionano naturalmente lo sviluppo della vegetazione, in termini quantitativi e qualitativi, così come le scelte degli agricoltori che devono decidere, ad esempio, quando realizzare lo sfalcio. Nelle zone montane, in particolare nel periodo primaverile, tali scelte

sono fortemente condizionate dalle abbondanti e/o frequenti precipitazioni nonché dalla temperatura e dall'umidità dell'aria che appaiono spesso inadeguate per eseguire almeno un pre-appassimento in campo del foraggio. I tecnici dell'Unità risorse foraggere e produzioni zootecniche da diversi anni monitorano

la fenologia delle principali specie prative, la produttività dei prati e la qualità dell'erba in diverse località trentine. Le informazioni così raccolte sono state messe a confronto con i dati meteo registrati dalle stazioni della rete FEM e Meteotrentino al fine di analizzare l'andamento della prima parte della stagione foraggera 2023.

Fenologia

Lo stadio fenologico delle principali specie prative è stato monitorato settimanalmente in dieci località trentine nei mesi di aprile e maggio. Partendo da questi dati è stato possibile calcolare lo stadio fenologico medio di ciascun prato (SED - "Stadio equivalente Dactylis") utilizzando delle formule frutto dell'attività di ricerca condotta in Svizzera negli ultimi trent'anni. Lo stadio SED 4, ovvero il momento ideale per sfalciare un prato mediamente intensivo e ottenere il miglior compromesso tra quantità e qualità del foraggio, è stato raggiunto nella maggior parte delle località nella settimana del 15-22 maggio. Gli scostamenti tra le località più precoci (Telve, Bleggio Superiore e Mezzano) e quelle più tardive (Moena, Cavalese e Pellizzano) sembrano essere legate principalmente a un aspetto altitudinale e/o di esposizione, e quindi termico (Tabella 1).

Andamento climatico e momento di sfalcio

L'andamento delle temperature medie e delle precipitazioni cumulate a livello mensile hanno mostrato un andamento simile in tutte le località considerate. A titolo esemplificativo, si riportano i grafici e le tabelle riguardanti il sito di Telve (423 m s.l.m.).

Dal grafico di Figura 1 si può notare come ad inizio anno (gennaio e febbraio) le temperature medie del 2022 e del 2023 siano state di molto superiori alla media di lungo periodo, mentre gennaio 2021 sia risultato particolarmente freddo. Nel mese di marzo, il 2023 ha mantenuto uno scostamento importante rispetto ai due anni precedenti nonché alla media di lungo periodo (+1,9°C). Se nel mese di aprile non sono evidenti particolari scostamenti tra gli anni, nei due mesi successivi il 2023 si è mantenuto perfettamente in linea con il dato di lungo periodo, a differenza dei due anni precedenti.

Le precipitazioni cumulate (Figura 2) del primo semestre 2023 (471 mm) sono state inferiori a quelle fatte registrare nel 2021 ma superiori rispetto a quelle osservate nel 2022 (rispettivamente 555 mm e 292 mm). Nei primi quattro mesi lo scostamento principale tra i tre anni è legato alle precipitazioni di gennaio 2021 (145 mm) che da sole superano la cumulata gennaio-a-

Tabella 1

SED medio delle praterie monitorate nelle singole località (dati 2023)

Anno 2023	Telve	Bleggio Superiore	Brentonico	Mezzano	Romeno	Folgaria	Pinzolo	Pellizzano	Cavalese	Moena
04-10 aprile	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	-	-	-
11-17 aprile	2,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00	-
28-25 aprile	2,00	2,00	1,50	2,00	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	-
26-01 maggio	3,00	3,00	2,00	3,00	2,00	2,00	2,00	1,50	1,50	-
02-08 maggio	4,00	3,50	3,00	3,50	3,00	3,00	2,50	2,00	1,50	1,50
09-14 maggio	4,50	4,50	3,50	4,00	3,50	3,50	3,50	2,50	2,50	1,50
15-22 maggio	5,00	5,00	4,00	4,50	4,00	4,00	4,00	3,50	3,00	2,00
23-30 maggio	6,00	5,50	5,00	5,50	5,00	4,50	5,00	4,00	3,50	3,00

Figura 1

Andamento delle temperature presso la località di Telve

.....

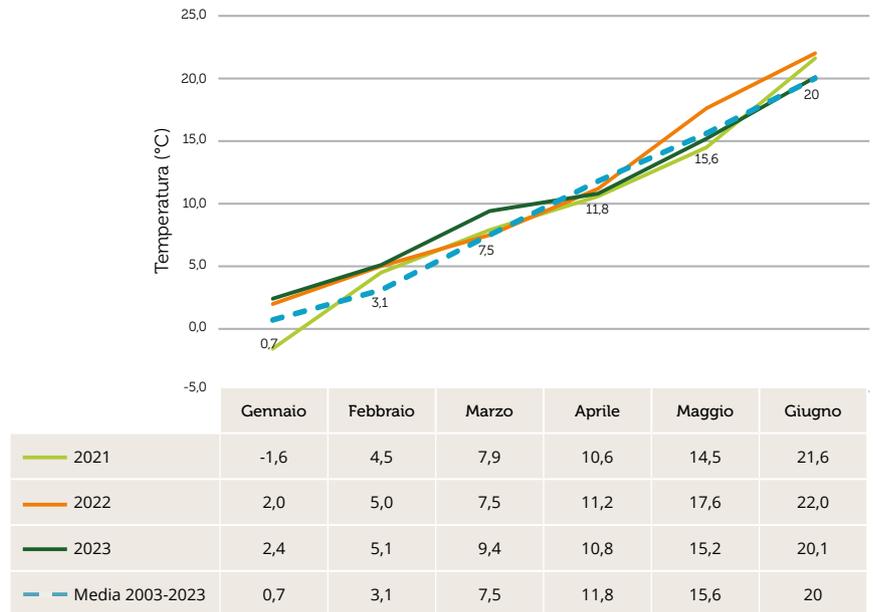
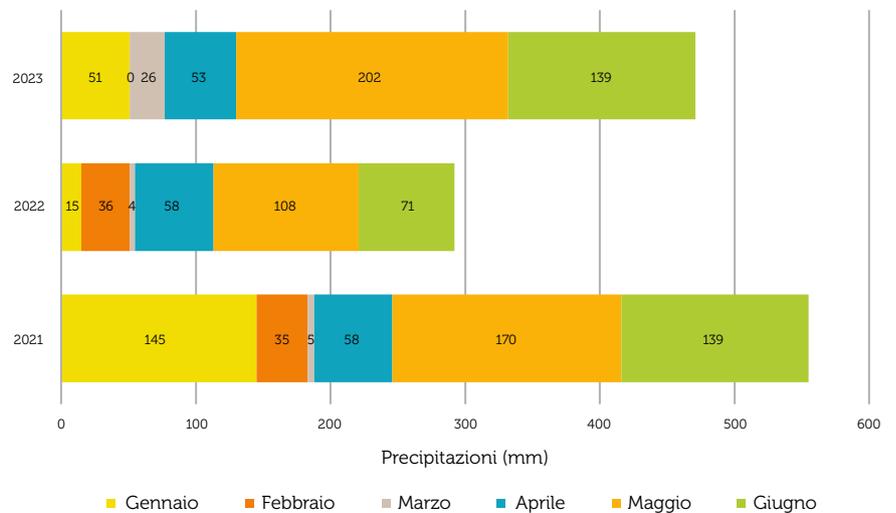


Figura 2

Somma delle precipitazioni presso la località di Telve riferite al primo semestre di ogni anno

.....



prile del 2022 e del 2023. Nel 2023 il mese di maggio è stato particolarmente piovoso sia in termini di precipitazioni (202 mm) che di numero di giorni di pioggia (24 su 31). Un approfondimento specifico sulla distribuzione delle piogge nel trimestre aprile-giugno 2023 è stato infatti realizzato per mettere in relazione la presenza di possibili “finestre di sfalcio” (periodi in cui continuativamente non ha piovuto per almeno 3 giorni) con lo sviluppo fenologico dei prati (Figura 3). Nel grafico le giornate in cui non ha piovuto sono state evidenziate in verde mentre quelle in cui le stazioni meteo hanno registrato un evento piovoso sono state evidenziate in bianco. L'intensità delle precipitazioni è rappresentata dalle colonne blu e la scala si ferma a

30 mm per meglio mettere in evidenza le precipitazioni di minore intensità. Dal grafico, riferito a titolo esemplificativo ai dati della località di Telve, è possibile osservare come le piogge siano iniziate il 6 maggio e siano proseguite pressoché ininterrottamente fino al 16 giugno. Tale andamento è stato osservato, con minime variazioni, in tutte le località trentine monitorate. Considerato che a Telve la vegetazione prativa ha raggiunto lo stadio fenologico SED 4 nei giorni che vanno dal 2 all'8 maggio (Tabella 1), sono stati analizzati i dati riguardanti la temperatura minima, media e massima dell'aria (Tabella 2) nelle ipotetiche finestre di sfalcio del 25-30 aprile e del 3-5 maggio al fine di capire se in questi periodi ci fossero le condizioni

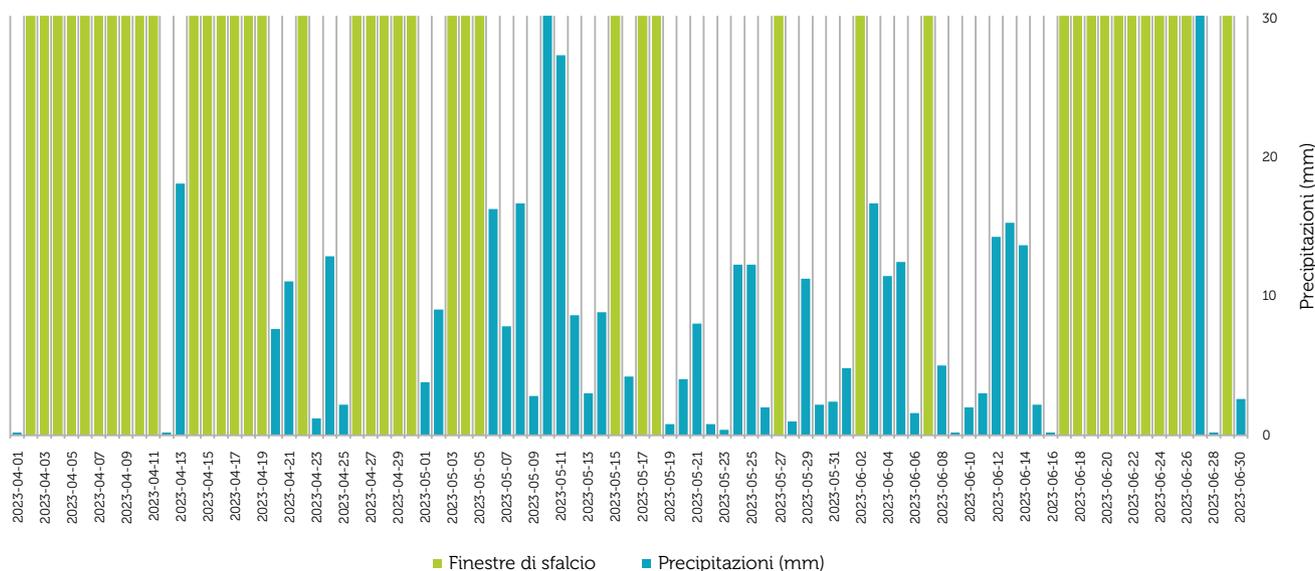


Figura 3

Andamento delle precipitazioni a Telve (aprile-giugno 2023) e individuazione delle finestre di sfalcio

per consentire lo sfalcio, anche solo su una parte delle superfici.

Tuttavia, dai dati riportati in Tabella 2 si evince che nonostante la stazione di Telve sia quella posta a quota più bassa in assoluto (423 m s.l.m.) e che la fenologia dei prati a inizio maggio evidenziasse uno stadio medio di “piena spigatura” per le graminacee e di “inizio fioritura” nelle leguminose, le temperature minime, medie e massime non fossero ancora sufficienti per consentire un’adeguata essiccazione del foraggio. A fronte di queste condizioni, nel 2023 i cantieri di fienagione sono quindi iniziati pressoché ovunque molto tardi rispetto all’ottimale momento di sfalcio.

Qualità del foraggio

Negli ultimi tre anni, sono stati raccolti campioni di erba in prossimità della reale data di sfalcio in alcune località trentine che solitamente si trovano nei pressi dei prati oggetto del monitoraggio fenologico. I campioni di foraggio fresco sono stati pesati in campo, pre-essiccati in stufa per 48-60 ore alla temperatura di 58°C e quindi sono stati inviati al laboratorio per la determinazione dei principali parametri qualitativi (es. proteine grezze, fibra grezza, frazioni fibrose).

Come si può osservare nel grafico di Figura 4, in cui per ogni parametro sono riportati i valori riguardanti i campioni d'erba di primo sfalcio (dal 2020 al 2023), i dati del primo sfalcio 2023 (evidenziati in rosso) indicano chiaramente come il ritardo nel momento di sfalcio abbia determinato una diminuzione del contenuto proteico e un incremento della fibrosità del prodotto.

Conclusioni

Sfalciare il prato quando la maggior parte delle graminacee sono spigate ma non è ancora iniziata la fioritura consente di ottenere un fieno meno fibroso, più digeribile perché meno lignificato e con un contenuto proteico più elevato. Tuttavia, spesso accade che le condizioni meteo non siano favorevoli e che gli allevatori siano costretti a posticipare lo sfalcio alla prima “finestra” di bel tempo. A causa delle abbondanti precipitazioni occorse nel mese di maggio 2023, la maggior parte degli allevatori ha dovuto posticipare il primo sfalcio della stagione raggiungendo un’elevata produttività in campo a fronte di un significativo peggioramento della qualità del prodotto.

Tabella 2

Dati delle temperature minime, medie e massime a Telve nei seguenti periodi:
25-30 aprile, 3-5 maggio, 17-26 giugno

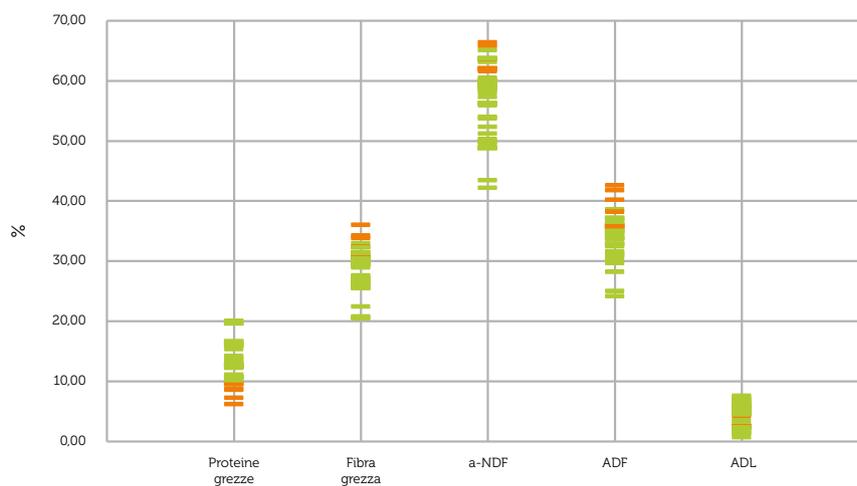
.....

Date	Temperatura min (°C)	Temperatura max (°C)	Temperatura media (°C)
25 aprile 2023	4,7	15,2	9,3
26 aprile 2023	2,4	19,4	11,4
27 aprile 2023	6,8	20,4	13,3
28 aprile 2023	6,7	18,6	12,4
29 aprile 2023	8,4	22,1	14,3
30 aprile 2023	9,6	21,4	14,6
3 maggio 2023	9,6	20,9	15
4 maggio 2023	9,7	24,3	16,7
5 maggio 2023	9,5	26	17,8
17 giugno 2023	10,1	29,3	20
18 giugno 2023	12,5	28,6	21,2
19 giugno 2023	16	29,1	22,4
20 giugno 2023	16	31,1	23,6
21 giugno 2023	17,5	32,6	25
22 giugno 2023	18,1	32,5	25,5
23 giugno 2023	19,1	26,8	22,9
24 giugno 2023	16,3	32,1	23,8
25 giugno 2023	14,6	30,4	23
26 giugno 2023	15,4	32,1	24,3

Figura 4

Risultati delle analisi condotte su campioni d'erba di primo sfalco raccolti dal 2020 al 2023 (in arancione i dati del 2023)

.....



Droni in campo per difendere l'oro giallo di Storo

Sono tornati a volare a luglio i droni sui campi di Storo per difendere l'oro giallo, la vecchia varietà locale di mais da polenta denominata "Nostrano di Storo", recuperata e valorizzata a partire dalla fine degli anni Ottanta. Per il quinto anno consecutivo la Fondazione Edmund Mach è impegnata a supportare dal punto di vista tecnico-scientifico la Cooperativa Agri90 in un progetto che prevede il rilascio di una piccolissima vespa (quasi invisibile ad occhio nudo), innocua per l'uomo e l'ambiente.

I primi tre anni i lanci sono stati sostenuti dalla Cooperativa e quindi dai soci, mentre nel 2023 il BIM del Chiese con la Fondazione Mach, tramite un apposito progetto della durata triennale (2023-2025), affianca i maiscoltori nella lotta al fitofago del mais. È importante evidenziare che viene trattato tutto il mais presente nell'areale; quindi, non sono il Nostrano di Storo, ma anche gli ibridi da trinciato integrale presenti in zona.

In questi ultimi anni, visto l'aumento delle superfici coltivate a mais nella zona di Storo, si è registrato un incremento della pressione della piralide

del mais (*Ostrinia nubilalis*), lepidottero che provoca alla coltura danni di tipo meccanico, con indebolimento del fusto del mais e conseguente "schianto" in prossimità della maturazione, ma determina anche danni di tipo qualitativo a causa degli attacchi fungini in corrispondenza delle gallerie provocate dalle larve che si nutrono della pianta. Nel 2020 è quindi stato attivato il programma di rilascio dei "nemici naturali" della piralide. Il *Trichogramma brassicae* è una piccolissima vespa che depone le uova dentro l'uovo di piralide, che quindi viene parassitizzato: in questo modo si limita il numero delle schiusure e, quindi, i danni conseguenti causati dalle larve.

Il progetto ha previsto varie fasi, che hanno visto il coinvolgimento dei tecnici della Fondazione Mach, tra cui la pianificazione del volo dei droni sulla base della cartografia degli appezzamenti coltivati a mais, il monitoraggio in campo per individuare il momento ottimale di intervento, la distribuzione del parassitoide e, infine, il controllo dell'efficacia dell'intervento con controlli in campo a distanza di 60 e 70 giorni dal rilascio.

ROBERTA FRANCHI



Al via il Bollettino distribuzione effluenti zootecnici nelle ZVN

GABRIELE IUSSIG

In Trentino, a seguito dell'istituzione di tre zone vulnerabili ai nitrati (ZVN) (d.G.P. n. 1015 del 18 giugno 2021), si è reso necessario aggiornare la normativa provinciale in materia di gestione degli effluenti zootecnici (d.G.P. n. 2017 del 11 novembre 2022). Il nuovo quadro normativo ha introdotto, tra le altre cose, dei divieti di spandimento specifici all'interno delle ZVN. Per quanto riguarda i mesi di novembre, febbraio e marzo (periodi di divieto variabile) la distribuzione degli effluenti è vietata o ammessa sulla base delle indicazio-

ni contenuti nei "bollettini effluenti" che vengono pubblicati due volte alla settimana sul sito della Fondazione Mach. Le indicazioni sono specifiche per ognuna delle dieci "zone omogenee" individuate all'interno delle ZVN e si basano sulle condizioni meteorologiche e sullo stato fisico del suolo. Per la verifica dello stato fisico del terreno (terreno gelato e/o saturo d'acqua) è necessario l'utilizzo di sensori e stazioni di rilevamento (datalogger). In questa prima fase sono stati eseguiti sopralluoghi in campo per validare i dati raccolti dalle stazioni FEM.



La problematica STEC

INGRID RONER

Negli ultimi anni la diffusione degli *Escherichia coli* STEC nelle produzioni casearie a latte crudo, ma non solo, sembra essere aumentata al punto da rappresentare una criticità emergente dal punto di vista sanitario. La tematica ha coinvolto anche la Provincia di Trento e per questo motivo si è deciso di investigare quale sia la diffusione di questo patogeno nelle stalle trentine nonché l'eventuale correlazione tra la sua presenza e i parametri più significativi riguardanti la mungitura, l'igiene e la gestione della stalla. A maggio 2023 ha dunque preso il via un progetto, finanziato da CONCAST, che vede coinvolti

due caseifici e quindici aziende zootecniche trentine. Campionamenti di feci, latte e filtri di mungitura sono stati eseguiti regolarmente in tutte le aziende, così come valutazioni sul grado di pulizia degli animali. Tutti i dati riguardanti la gestione di stalla e la routine di mungitura sono stati valutati a inizio progetto e rivalutati nuovamente in caso di cambiamenti sostanziali. Il progetto della durata di 12 mesi (maggio 2023 - aprile 2024) vede coinvolti nelle attività di analisi dei campioni anche CONCAST e l'Unità di ricerca Biotecnologie dei prodotti naturali del Centro Ricerca e Innovazione FEM.



Calcolo dei costi standard di produzione per il Fondo IST-LATTE

L'aumento della volatilità dei prezzi su tutti i mercati ha fatto nascere un nuovo strumento per la gestione del rischio complementare alle coperture assicurative, a garanzia degli allevamenti e utile a stabilizzare i ricavi: l'Income Stabilization Tool (IST). Si tratta di un fondo di tipo mutualistico che, in ambito zootecnico, serve a compensare le imprese ad indirizzo lattiero in caso di crisi di mercato causata da una caduta dei prezzi, da un innalzamento dei costi o da altre condizioni negative. L'indennizzo è corrisposto ad ogni singola impresa aderente in percentuale sulla perdita di reddito accertata. Anche nel 2023 FEM ha collaborato al funzionamento del Fondo IST, producendo per l'anno 2022 i costi standard, detti anche costi benchmark, utilizzati dal Fondo IST latte e richiesti dal Con-

sorzio Difesa Produttori Agricoli (Co-DiPrA) di Trento quale Ente gestore del Fondo. Questi costi sono costruiti sulla base delle evidenze contabili riferite a un gruppo di 105 aziende ben distribuite su quasi tutte le tipologie aziendali previste dal Regolamento del Fondo IST latte e strutturati in maniera differenziata per 4 classi dimensionali su ciascuno dei 2 indirizzi produttivi (latte alimentare e formaggi molli, e formaggi a media e lunga stagionatura, ovvero aziende con e senza l'impiego di insilati). Il calcolo comprende i soli costi diretti, con l'esclusione del costo della manodopera, interessi e mutui, quote di ammortamento e assicurazione del capitale fondiario, e sono riferiti a 100 kg di latte. Dopo aver raccolto le liberatorie dagli allevatori, si è proceduto a richiedere a Cen-

MASSIMILIANO MAZZUCCHI
MARCO PETERLINI

Tabella 1

Costo di produzione (€) per 100 kg di latte venduto

Per la prima e la terza tipologia aziendale per le quali i dati a disposizione non consentono di avere medie significative, si utilizzano i valori medi risultanti dalla seconda tipologia, la meno distante.

Classi di aziende-tipo	2019	2020	2021	2022
Fino a 10 capi da latte con insilati	27,44	34,45	37,02	43,62
Fino a 10 capi da latte senza insilati	32,79	34,45	37,02	43,62
Da 11 a 20 capi da latte con insilati	33,21	34,45	37,02	43,62
Da 11 a 20 capi da latte senza insilati	38,18	39,76	41,37	50,98
Da 21 a 50 capi da latte con insilati	37,91	37,99	40,47	47,93
Da 21 a 50 capi da latte senza insilati	39,11	38,04	40,74	47,42
Oltre 50 capi da latte con insilati	29,93	31,34	35,71	44,84
Oltre 50 capi da latte senza insilati	40,59	40,12	44,27	53,97

.....

Tabella 2

Dettaglio del costo di produzione (€) per 100 kg di latte venduto

Per la prima e la terza tipologia aziendale per le quali i dati a disposizione non consentono di avere medie significative, si utilizzano i valori medi risultanti dalla seconda tipologia, la meno distante.

.....

tri di assistenza fiscale e studi privati le fatture relative all'anno fiscale 2022 sotto forma di file XML auto-documentanti. Tramite una procedura informatica messa a punto da personale dell'Unità Agrometeorologia e sistemi informatici è stato eseguito l'upload massivo in un database locale di tutti i file XML relativi ad una determinata azienda separati per fatture di acquisto e vendita. Ogni importo è stato controllato e classificato, e successivamente i file anonimi sono stati caricati su piattaforma Linux con database MySQL e script PHP con la possibilità di effettuare delle estrazioni parziali o totali per successive elaborazioni.

Il lavoro svolto sui dati del 2022 rivela valori medi dei costi standard vicini e in alcuni casi superiori a 50 € per 100 kg di latte prodotto, coerentemente con quanto i mercati stavano indicando (Figure 1, 2, 3, 4 e Tabella 1). Il confronto con i costi del 2020, ultimo anno di un decennio di stabilità dei

prezzi, evidenzia un incremento di circa 10 €/100 kg per le aziende inferiori ai 50 capi, che sale a circa 14 €/100 kg per le aziende più grandi, probabilmente più esposte sul mercato sia per i foraggi (minor grado di autonomia foraggera) che per i concentrati (maggiore intensità produttiva) in confronto con le aziende più piccole. Analizzando nello specifico le macrocategorie di costo (Tabella 2), risulta evidente l'incremento dei costi alimentari, voce di maggiore rilievo, e dei costi energetici. Il lavoro di controllo di ciascun importo di ogni documento contabile permette di sviluppare del valore aggiunto al calcolo dei costi standard totali ai fini del Fondo IST. La ripartizione in 10 voci di costo diretto consente di fornire al sistema zootecnico un utile strumento di confronto tra aziende e tra tipologie, e crea un'ottima base dati per le singole aziende che desiderano poi redigere il bilancio completo e analizzare i propri dati economici.

Classi di aziende-tipo	2020			2021			2022		
	Alimenti acquistati	Prodotti energetici	Altri beni e servizi	Alimenti acquistati	Prodotti energetici	Altri beni e servizi	Alimenti acquistati	Prodotti energetici	Altri beni e servizi
Fino a 10 capi da latte con insilati	18,34	4,35	11,77	21,24	3,94	11,84	26,1	5,74	11,78
Fino a 10 capi da latte senza insilati	18,34	4,35	11,77	21,24	3,94	11,84	26,1	5,74	11,78
Da 11 a 20 capi da latte con insilati	18,34	4,35	11,77	21,24	3,94	11,84	26,1	5,74	11,78
Da 11 a 20 capi da latte senza insilati	23	3,65	13,11	23,95	3,89	13,53	29,31	7,20	14,47
Da 21 a 50 capi da latte con insilati	22,31	3,37	12,31	22,96	4,75	12,76	27,43	6,90	13,60
Da 21 a 50 capi da latte senza insilati	23,88	3,64	10,54	26,17	4,23	10,34	29,84	6,56	11,02
Oltre 50 capi da latte con insilati	18,95	2,48	9,91	23,59	2,58	9,54	29,22	4,74	10,88
Oltre 50 capi da latte senza insilati	27,48	3,1	9,54	30,22	3,41	10,64	37,11	5,73	11,13

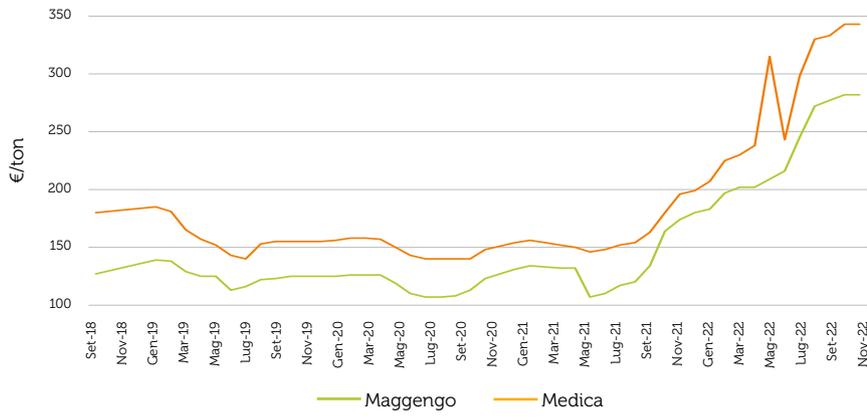


Figura 1
Prezzi medi mensili del fieno maggengo pressato e del fieno di erba medica pressato (Fonte: Borsa Merci di Milano)

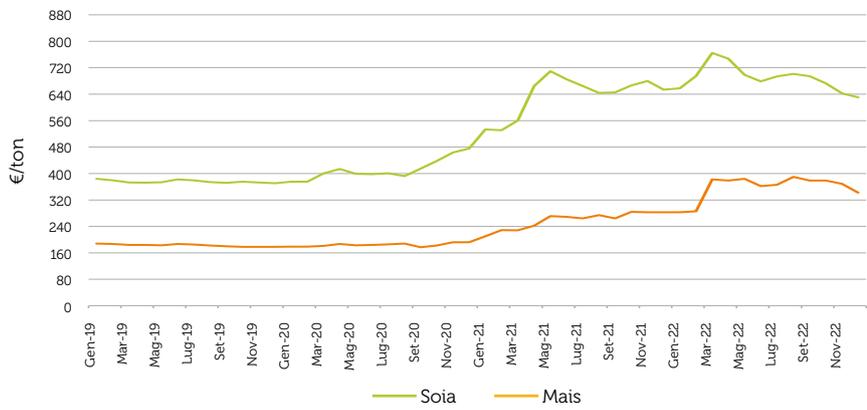


Figura 2
Prezzi all'origine per granoturco nazionale zootecnico (Fonte: Borsa Merci di Milano) e farina di soia tostata integrale nazionale NO OGM (Fonte: CCIAA Bologna)

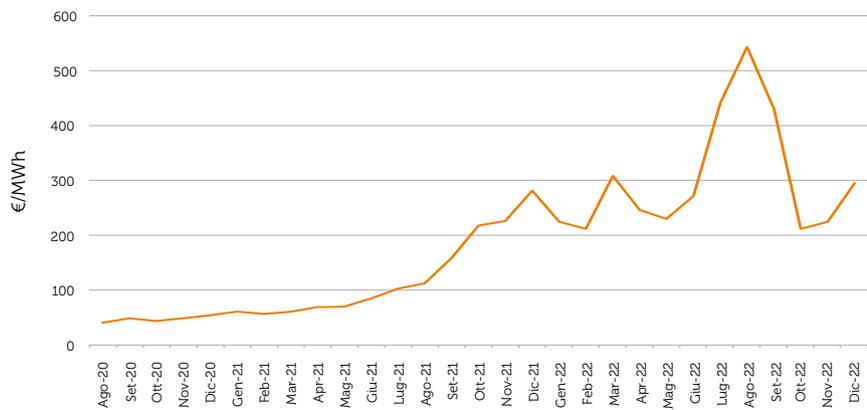


Figura 3
Quotazione di mercato dell'energia elettrica (PUN) (Fonte: Gestore Mercati Energetici)

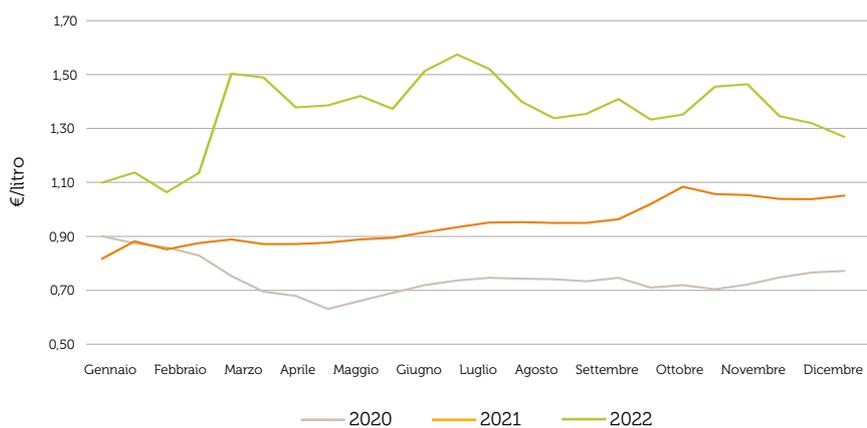


Figura 4
Prezzo del gasolio agricolo - franco magazzino accisa compresa (Fonte: CCIAA Trento)



L'utilizzo di tecniche di attrazione preferenziale delle popolazioni di bostrico, talora abbinate a sostanze repellenti su piante suscettibili, rappresenta un approccio sostenibile per contenere le infestazioni, anche in ambienti particolari come i parchi avventura.

Linee d'azione per il contrasto al bostrico tipografo nelle peccete trentine

LORENZO TONINA
GESSICA TOLOTTI
GINO ANGELI

Experimental activities to manage the european spruce bark beetle in the forests of Trentino

The infestations of the european spruce bark beetle, *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae), can quickly cause the death of thousands of spruce trees. Following the Vaia storm (October 2018), 20,000 ha of forests were lost; the bark beetle caused the loss of a further 10,000 ha in the period 2019-2022. In this context, the CTT/FEM, collaborating with the Forestry Service of the Autonomous Province of Trento, studied and obtained numerous information on population management techniques through the use of trap logs and the protection of adventure parks with the push & pull technique. The trap logs attracted and intercepted many adults with consequent positive effects on the surrounding plants. The parks reached the end of the season with no bark-infested plants.

Il bostrico tipografo, *Ips typographus*, è un Coleottero Scolitide le cui infestazioni possono causare in breve tempo la morte di migliaia di alberi e la scomparsa della copertura forestale su estese superfici con conse-

guenti enormi danni per l'economia forestale e pesanti implicazioni di natura ambientale. Infatti, il bostrico è ritenuto uno degli insetti di maggiore importanza per la selvicoltura europea. La diffusione del bostrico

ricalca l'intero areale di distribuzione dei boschi di conifere, di cui l'abete rosso è la specie ospite prediletta. Le larve dell'insetto, sviluppate in elevato numero nelle piante colonizzate dagli adulti, compiono gallerie sotto la corteccia alimentandosi del floema e producendo caratteristici disegni da cui prende il nome di "tipografo". Conseguentemente, le chiome delle piante attaccate iniziano ad ingiallire e poi arrossano nel volgere di poche settimane con distacco di porzioni estese di corteccia dal fusto. Il bostrico, quando è a livelli di popolazione limitata, è considerato un organismo fondamentale per l'ecologia del bosco poiché, nutrendosi del legno di piante morte o indebolite, funge da utile decompositore; la situazione è completamente differente quando questo curculionide dà origine a pullulazioni. Nell'ecosistema bosco le più frequenti cause di pullulazione sono gli schianti da vento e da neve e i fenomeni di stress idrico e termico. In date condizioni le infestazioni di bostrico interessano anche alberi sani, con conseguenti rischi di distruzione di ampie superfici a bosco. Questo comporta la perdita di soprassuoli, l'alterazione del paesaggio montano e l'aumento sensibile dei rischi di incendio e idrogeologici. A seguito della tempesta Vaia, che ha interessato anche una vasta area alpina trentina, avvenuta

a fine ottobre 2018, si è quantificata la perdita di circa 20.000 ha di foreste in una sola notte. In seguito, le pullulazioni di bostrico, nel periodo 2019-2022, hanno causato la perdita di ulteriori 10.000 ha (2 milioni m³) (Fonte: Servizio Foreste PAT, accesso sito marzo 2024) ed è proseguita anche negli anni a seguire.

In situazioni ordinarie gli equilibri biologici nell'ecosistema contribuiscono al mantenimento delle popolazioni di bostrico a bassi livelli di popolazione, mentre in caso di fattori perturbanti come nel caso della tempesta Vaia le popolazioni dell'insetto hanno trovato condizioni per originare devastanti pullulazioni.

In questo contesto il CTT su incarico del Servizio Foreste della Provincia Autonoma di Trento ha intrapreso diverse attività sperimentali e di monitoraggio volte alla difesa fitosanitaria delle aree boscate trentine interessate. L'attività 2023 ha permesso di studiare e ottenere numerose informazioni sulle tecniche di gestione delle popolazioni attraverso l'utilizzo di tronchi esca e di protezione dei parchi avventura con la tecnica del push & pull.

I **tronchi esca** sono tronchi che vengono appositamente predisposti ed attivati con il feromone con il compito di attrarre gli adulti maturi di bostrico e fornire loro un substrato



Foto 1

Dettaglio dell'area del tronco dove è stata asportata la corteccia per controllare e conteggiare la presenza dei vari stadi di sviluppo del bostrico; nella fotografia un paio di sistemi costituiti da camere nuziali, gallerie materne e numerose gallerie larvali

per la riproduzione, per salvaguardare pertanto le piante sane limitrofe. La rimozione o la scorfecciatura delle cataste contenenti le forme giovanili (larve e/o pupe), prima della fuoriuscita dei nuovi adulti, permette di ridurre parte della nuova popolazione dell'insetto. Nel 2023 la prova è stata effettuata in due aree del Trentino orientale: in Valle di Fiemme grazie alla collaborazione con la Magnifica Comunità di Fiemme e in Primiero grazie all'Azienda Provinciale Foreste demaniali. Questi tronchi hanno consentito il richiamo e l'intercettazione di molti adulti presenti nei soprassuoli. Confrontando differenti tipologie, la maggiore attrazione è stata ottenuta dalle cataste alzate dal suolo, esposte al sole e innescate con il feromone. Si stima che, grazie alle 52 cataste esca installate, siano stati asportati dall'ambiente quasi un milione di adulti e più di 4 milioni di larve. In questo modo è stato sottratto all'ambiente circostante un inoculo potenziale elevato, con conseguenti risvolti positivi per le piante vicine che sono rimaste sane. In alcune situazioni, caratterizzate da elevate popolazioni di bostrico, questa azione non è stata però sufficiente nell'evitare

l'infestazione delle piante limitrofe. Risulta fondamentale però il rispetto delle strette tempistiche dettate dalla fenologia dell'insetto. Infatti, dall'epoca di installazione delle cataste al rinvenimento delle prime larve è trascorso un periodo variabile da due settimane, per le cataste installate a fine giugno con temperature più elevate, a un mese, per quelle installate a inizio maggio con temperature più basse. Pertanto, è risultato consigliabile dare il via all'esbosco precocemente, ovvero quando la massima quantità di uova è stata deposta, e comunque durante la fase larvale. Inoltre, l'asportazione precoce può essere funzionale a ridurre l'eliminazione di quella parte di antagonisti naturali che si insedia sugli stadi più avanzati di sviluppo del bostrico. La tecnica del **push & pull** è stata applicata con l'obiettivo di proteggere dalle infestazioni di bostrico le piante di abete rosso dei parchi avventura. Infatti, sia le piante che ospitano le piattaforme e gli ancoraggi sia quelle interne ai parchi e nelle immediate pertinenze hanno un'elevata importanza per la stabilità e la piacevolezza dei parchi avventura stessi e pertanto necessitano di attenzioni particolari e



Foto 2

Sistema di gallerie completo in cui si vede l'insetto in fase di larva, pupa e adulto neo-sviluppato



Foto 3

Parte di uno dei parchi avventura dove è testata la tecnica "push & pull" e dettagli dei repellenti applicati, a sinistra verbenone e *trans-conofoforina*, a destra GLV (blend di sostanze volatili di latifoglia)

.....

approcci di tutela differenti rispetto ad altri popolamenti circostanti. La tecnica si basa sull'utilizzo di appositi repellenti (push, quali verbenone, GLV - blend di sostanze volatili di latifoglia - e *trans-conofoforina*) applicati sugli alberi strategici, abbinati a delle fonti attrattive (pull) esterne alla zona da proteggere, rappresentati da trappole e tronchi esca. Da entrambe le esperienze seguite da FEM nel 2023 emerge come la tecnica attuata abbia soddisfatto le aspettative, arrivando a fine stagione con nessuna pianta bostricata che ospita piattaforme e percorsi. Questo risultato fa ipotizzare che nelle situazioni di bassa pressione dell'insetto, la disposizione di un solo erogatore per pianta, po-

sizionato da terra, sia sufficiente per garantire la protezione. Jakuš *et al.* (2022 *Forests* 13(12):2175) hanno verificato che, per le aree colpite da grave siccità e caratterizzate da popolazioni elevate di scolitidi, l'uso dei repellenti non si rivela altrettanto efficace. Pertanto i risultati positivi ottenuti nei parchi studiati non possono essere direttamente estendibili a tutte le situazioni ma necessitano di specifiche attività di monitoraggio.

Le attività di protezione di tre parchi avventura con il relativo monitoraggio delle popolazioni e delle infestazioni dei tronchi esca proseguirà anche nel 2024, anche in collaborazione con il gruppo di entomologia forestale dell'Università degli Studi di Padova.



La valutazione di come l'apicoltura possa contribuire, attraverso i suoi prodotti, a restituire un reddito alle comunità colpite dalla perdita di interi lembi di foresta è legata fortemente anche ad un'azione di innovativo ripristino ambientale.

Gli impollinatori e l'apicoltura nelle foreste abbattute dalla tempesta Vaia

PAOLO FONTANA
LIVIA ZANOTELLI

Il progetto Life Vaia (*Valuing Afforestation of damaged woods with Innovative Agroforestry* - Valutare la riforestazione di boschi danneggiati mediante un'agroforestazione innovativa) nasce dalla necessità di immaginare risposte innovative per il ripristino delle aree forestali danneggiate da eventi climatici estremi, come la tempesta Vaia che ha colpito l'Italia nord-orientale nell'ottobre 2018. L'obiettivo che il progetto si è posto non è quello di recuperare nel minor tempo possibile la copertura forestale ma di farlo aumentando la resilienza ecologica, economica e sociale di questi ecosistemi forestali. Le finalità del progetto, da perseguire in 16 siti pilota (di circa 2,5 ettari ciascuno) in Italia, Spagna e Francia, sono in linea con la strategia ambientale dell'Unione Europea vol-

ta a proteggere le foreste dai danni causati dai cambiamenti climatici, rafforzando gli ecosistemi locali e proteggendo la biodiversità. Con una durata di cinque anni e un budget totale di 6 milioni di euro, di cui 3 milioni di euro sono stati assegnati dalla Commissione europea, il progetto Life VAIA mira a sviluppare un approccio innovativo basato sull'applicazione di misure "temporanee" di agroforestali (15/20 anni). Questa strategia consente di investire nell'ottenimento di prodotti sostenibili e a basso impatto, aumentando la biodiversità e l'uso sostenibile delle risorse. Le principali azioni finanziate dal progetto riguardano la riproduzione e la coltivazione di mirtilli selvatici e altri piccoli frutti "spontanei", di piante alimentari e officinali negli ecosiste-

mi forestali, nonché il potenziamento della produzione dell'apicoltura nelle aree forestali distrutte da tempeste e altri eventi climatici estremi. Ciò consentirà di limitare i danni economici subiti dalle comunità locali e di sviluppare una silvicoltura innovativa e di ottenere prodotti ad elevato valore aggiunto. Tra le diverse azioni previste alcune riguardano gli impollinatori ed in particolar modo gli Apoidei antofili, le api. In primo luogo, quindi, è stato attivato un monitoraggio degli Apoidei (che in Europa contano circa 2.000 specie ed in Italia oltre 1.000), cogliendo l'occasione di studiare l'evoluzione di quei nuovi ambienti aperti creatisi d'un tratto in seguito all'abbattimento di ampie superfici forestali. In questi nuovi spazi aperti si sta osservando una rapida evoluzione della flora e quindi lo studio

degli apoidei, sia per quanto riguarda il numero di specie che di individui, è di grande interesse scientifico, soprattutto nell'ottica delle azioni di restauro ambientale cui mira l'Unione Europea. A tal proposito è stato predisposto un monitoraggio, a cadenza mensile, mediante pan traps e sono stati installati dei bee hotel e nidi artificiali per api mellifere in tutti i siti pilota del progetto. Relativamente a questa ultima specie, in ogni sito è stato installato un piccolo apiario, anche dal punto di vista didattico/ricreativo, per verificare il potenziale produttivo e la sua evoluzione negli anni. Tali alveari poi consentono di fare raccolte di polline, sempre a cadenza mensile, per verificare nel tempo l'evoluzione di quella che è la principale fonte alimentare per questi insetti.

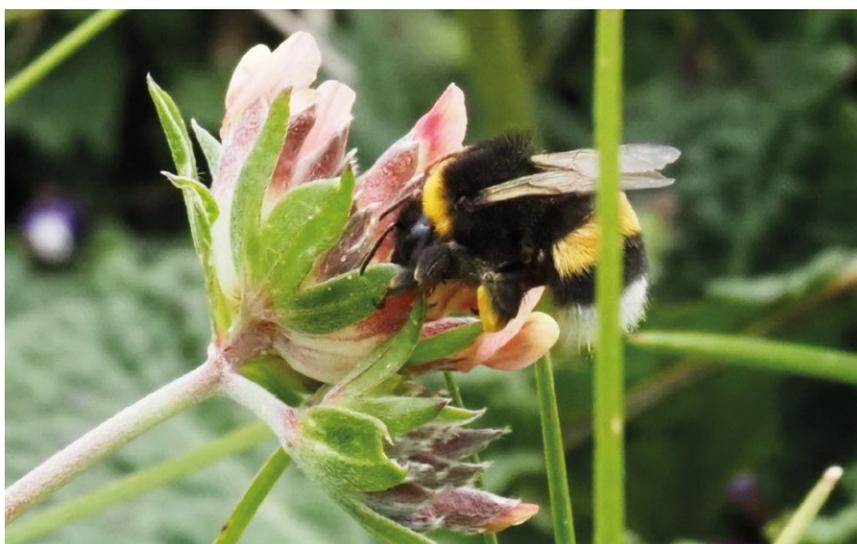


Foto 1

Un Apoideo Antofilo (*Bombus* sp.)
su un fiore di *Anthyllis vulneraria* L.

.....



Foto 2

L'apiario FEM installato presso il sito pilota
di Asiago, nell'ambito del progetto Life VAIA

.....



Le conoscenze sulle colonie selvagge di *Apis mellifera* sono fondamentali non solo per meglio comprendere il ruolo ecologico di questa specie, ma per indirizzare un'apicoltura oggi in crisi verso un futuro nuovamente prospero.

BeeWild: la citizen science e la storia naturale delle colonie selvagge di *Apis mellifera*

PAOLO FONTANA
LIVIA ZANOTELLI

BeeWild: citizen science and the natural history of *Apis mellifera* wild colonies

Until a few decades ago, the honeybee, which is bred by beekeepers around the world, was present everywhere with wild (that is, unmanaged) colonies. Since the early 1980s, there has been a rapid and underestimated rarefaction of these colonies due to the *Varroa destructor* parasite. Understanding the actual distribution of unmanaged wild *A. mellifera* colonies is very important. The Edmund Mach Foundation has developed the BeeWild smartphone application, allowing users to report the presence and monitor the survival of these colonies over time through a typical citizen action initiative. Four years after the launch of BeeWild, the amassed data facilitate initial analyses that contribute to building biological knowledge of this strategic species.

Foto 1

Una delle colonie selvagge di ape mellifera censite con l'app BeeWild installatosi in un edificio abbandonato, lago di Fimon (Vicenza)

La quasi totalità delle conoscenze scientifiche relative all'ape mellifera derivano dalla sua condizione di specie allevata. Poco o nulla si conosce della sua reale storia naturale allo stato selvaggio. Dopo i pionieristici

studi e le fondamentali pubblicazioni di Thomas Dyer Seeley (2007 *Apidologie* 38:19-20; 2017 *La democrazia delle api* Montaonda Ed.:301) e di Vincent Albouy (2019 *Abeilles mellifères à l'état sauvage - Une histoire naturelle* Terran

Editions: 336), molti ricercatori europei hanno iniziato a studiare le api anche da questo punto di vista. L'app BeeWild, un tipico strumento per la *citizen science* ideato e lanciato dalla Fondazione Edmund Mach nel 2020 e il progetto ReWildBee finanziato a FEM tra il 2022 e il 2023 dal Mipaf (oggi Masaf), stanno generando un'importante serie di osservazioni e di dati. Se l'apicoltura (in particolare modo l'apicoltura naturale) mostra cosa avviene dentro l'alveare, lo studio delle colonie selvagge permette di comprendere come questi superorganismi interagiscono con l'ambiente e tra di loro. Le colonie selvagge non sono ispezionabili e quello che avviene all'interno resta generalmente un mistero. Osservandole dall'esterno, valutando la loro collocazione e riuscendo a studiare la loro sopravvivenza nel tempo, è possibile affrontare aspetti di carattere naturalistico e non solo. Quali sono i siti di nidificazione preferiti dalle api e che caratteristiche hanno? Come si distribuiscono le colonie nell'ambiente? Qual è la reale sopravvivenza delle colonie? Le colonie sono dei superorganismi isolati o esiste una sorta di organizzazione che va al di là delle singole colonie? Sono tutti quesiti che l'osservazione della storia naturale delle api stanno ponendo e quello che si sta osservando fin qui permette di avanzare delle ipotesi affascinanti. Relativamente alla densità

delle colonie nell'ambiente vi sono pochi dati spesso lontani nel tempo. Si sa ad esempio che in Russia, nel Medioevo, le api mellifere che abitavano gli alberi nelle foreste intorno alla città di Nizhny Novgorod avevano una densità di 1-2 colonie per km², quindi erano distanziate, in media, di 700-1.000 m l'una dall'altra. Questo dato è praticamente confermato dagli studi condotti da Thomas D. Seeley (2007) negli Stati Uniti d'America. Seeley ha infatti osservato che le colonie nidificanti negli alberi della Foresta di Arnot (intorno ad Ithaca, nello stato di New York), hanno una densità di circa 1 colonia per km² e una distanza media di 850 m. Uno studio molto recente, pubblicato da Visick & Ratnieks (2022 *Ecol. Evol* 13:e10609) ha analizzato la densità delle colonie selvagge a livello mondiale, confrontandole con la densità di quelle gestite dagli apicoltori. Pur basandosi su dati esigui e disomogenei, risulta evidente da tale studio che la densità sembra notevolmente variare a seconda delle aree geografiche considerate, mettendo in luce che negli ambienti più caldi tale densità è molto maggiore di quella nota per le foreste europee e degli Stati Uniti. Secondo questa ricerca le densità delle colonie selvatiche di *Apis mellifera* (che vanno attribuite a diverse sottospecie ovviamente) variano da 0,1 a 24,2 colonie/km². In questi anni l'app BeeWild ha permesso di raccogliere oltre 500 segnalazio-



Foto 2

Un'ape mellifera della popolazione autoctona di Pantelleria (Trapani)

.....

ni di colonie selvagge di *Apis mellifera*. Solo di poche colonie si ha poi una serie di rilievi nel tempo (che l'app permette ovviamente), fondamentali per valutare la sopravvivenza delle colonie. Un dato che emerge dai primi 4 anni è che circa il 50% delle colonie selvagge censite nidifica entro cavità murarie di edifici (in uso o meno) e che, come verificato anche da Seeley, le api preferiscono nidificare in alto, anche a più di 10 metri. Nell'ambito del progetto ReWildBee sono state studiate, grazie sempre all'app BeeWild e alla segnalazione diretta di apicoltori locali, alcune aggregazioni di colonie, monitorate e campionate in due anni. In alcuni di questi siti (La Spezia - San Benedetto, San Galgano - Rovine dell'Abazie ed edifici annessi e ad Isili - ponte ferroviario) sono stati individuati tre gruppi molto densi di colonie con distanze relative di alcuni metri o di poche decine di metri. In altre due località (Ischia e Pantelleria) la presenza di colonie selvagge è molto diffusa. Per quanto riguarda la densità, a San Galgano ci sono 16 colonie (più o meno attive da diversi anni) in un'area inferiore al km². A Pantelleria (84,53 km²) in questi anni sono state censite circa 50 colonie selvagge (che rappresentano solo una parte di quelle realmente presenti) con una densità stimabile quindi pari a 0,5 colonie per km². I dati registrati con BeeWild in questi siti hanno fatto emergere che la sopravvivenza delle colonie risulta molto maggiore in presenza di gruppi di colonie. Per questi gruppi di colonie, che potremmo definire apiari naturali, si è recentemente proposto in modo informale un termine specifico, *oikos*, che in greco sta a significare appunto lo "spazio fisico e simbolico in cui si esplica la vita della famiglia allargata". In tali situazioni, nelle cavità dove una colonia dovesse morire,

questa viene molto rapidamente riacquisita da un nuovo sciame naturale. Il sito di San Galgano è esemplare da questo punto di vista. In questi due anni e mezzo il numero di colonie di questo sito è aumentato significativamente nonostante le pessime annate apistiche. La sopravvivenza agli inverni 2021/22 e 2022/23 è stata molto elevata. La stessa situazione si osserva, su una scala spaziale più vasta, a Pantelleria e Ischia che hanno inoltre l'influenza dell'insularità. Lo studio delle colonie selvagge con l'app BeeWild sta confermando quanto scoperto da Seeley (2007, 2017) e cioè che in natura la sopravvivenza della singola colonia ha un senso relativo mentre quello che conta è la consistenza della popolazione locale, di quella comunità di alveari, l'*oikos*, che popola le cavità disponibili in un dato ambiente. La comunità di alveari è vitale e fluida e le colonie giovani probabilmente sono la maggioranza. Un altro aspetto interessante di queste aggregazioni di colonie selvagge è risultato che in alcuni casi, soprattutto a San Galgano e a Pantelleria, si è osservata una particolare conformità genetica e morfologica alla popolazione autoctona. Nel primo caso ad *Apis mellifera ligustica* Spinola, 1806 e nel secondo ad una popolazione affine ad *Apis mellifera siciliana* Dalla Torre, 1896 ma alquanto peculiare ed in corso di studio nell'ambito di una ricerca svolta per conto del Parco Nazionale Isola di Pantelleria. Le colonie selvagge risultano dunque fondamentali per la conservazione delle sottospecie o popolazioni autoctone di *Apis mellifera*, come era stato sottolineato dalla carta di San Michele all'Adige (Fontana *et al.* 2018 *Bull. Insectology* 71(2):257-271) e confermato da molte ricerche come quelle svolte in Irlanda (Hassett *et al.* 2018 *J. Apic. Res.* 57:337-350).



Individuare le migliori metodologie di indagine sull'impatto specifico dell'acquacoltura, sviluppando anche metodi innovativi, fornirà strumenti utili per valutare l'efficacia delle misure di mitigazione adottate dagli impianti.

Progetto filiera ASTRO - competitività e sostenibilità dell'acquacoltura di montagna

Filiera ASTRO project - competitiveness and sustainability of mountain aquaculture

The "Filiera ASTRO" project aims to enhance the environmental and economic sustainability of aquaculture in mountain areas. The project consists of four work packages (WPs), with WP1 and WP2 led by researchers from the Technology Transfer Centre of Fondazione Edmund Mach. WP1 focuses on diversifying salmonid aquaculture by developing reliable protocols for the commercial farming of *Salmo carpio*. Genetic selection and improvement, as well as protocols for reproduction, incubation, and weaning, will be evaluated. WP2 addresses the environmental sustainability of aquaculture by assessing the impact of fish farming and evaluating innovative mitigating solutions using both conventional and advanced methodologies.

Il progetto, presentato dall'Organizzazione dei Produttori ASTRO in collaborazione con un gruppo di trotilcoltori trentini, la Fondazione Edmund Mach e l'Università degli studi di Bologna, è risultato vincitore di un finanziamento

su Piano Nazionale degli investimenti Complementari al PNRR sui contratti di filiera nel settore della pesca e dell'acquacoltura del MASAF. Il progetto, della durata di tre anni (2023-2026), si pone l'obiettivo di sostenere la con-



.....

FILIPPO FACCENDA
CRISTINA CAPPELLETTI
FRANCESCA CIUTTI

Foto 1
Esemplare giovanile di carpione del Garda

.....

Foto 2

Attività di campionamento di macroinvertebrati e diatomee

.....



tinuità dell'acquacoltura di montagna, mettendo a sistema una serie di interventi diretti nel complesso a migliorare la redditività e la sostenibilità della filiera. La Fondazione Edmund Mach è partner scientifico del progetto e svolgerà la propria attività nell'ambito di quattro obiettivi realizzativi (OR), che sono stati sviluppati in collaborazione tra Centro Ricerca e Innovazione e Centro Trasferimento Tecnologico, con la finalità di introdurre innovazione facilmente adottabile dalle imprese per rispondere in modo innovativo a fabbisogni specifici:

- OR1 si occuperà della tematica dell'innovazione dei prodotti della filiera e nello specifico dell'allevamento del carpione del Garda, come specie alternativa alla trota;
- OR2 è incentrato sul miglioramento della sostenibilità degli allevamenti, sulla valutazione dell'impatto legato all'acquacoltura in presenza o meno di interventi di mitigazione; testerà e svilupperà le metodologie di indagine biologica più idonee;
- OR3 intende applicare i principi dell'acquacoltura di precisione all'allevamento della trota per ottimizzare i processi di allevamento, migliorare il benessere animale e ridurre gli sprechi;
- OR4 punta a studiare i processi di recupero degli scarti organici residui dalle fasi di allevamento e di lavorazione della trota, in un'ottica di riduzione e recupero in un sistema di economia circolare.

Tutti gli OR prevedono la collabora-

zione tra le Unità dei due centri FEM. Il Centro Trasferimento Tecnologico, nello specifico i tecnologi e ricercatori dell'Unità Acquacoltura e Idrobiologia, ha assunto la responsabilità scientifica degli OR 1 e 2.

OR1 - Innovazione di prodotto e della filiera: il carpione del Garda

Rispetto alla zootecnia terrestre, l'acquacoltura ha ancora oggi un enorme bacino di nuove specie allevabili rappresentato dall'ambiente naturale; tale opportunità deve essere colta per incentivare la diversificazione della produzione itticola. Questo processo passa attraverso l'individuazione della specie che, per adattamento alle condizioni ambientali e/o climatiche del territorio, per risorse tecnologiche di allevamento, per le tradizioni sociali, culturali e culinarie, o per il mutamento delle preferenze del consumatore e del mercato, riesce ad esprimere il massimo delle proprie potenzialità. Il carpione del Garda (*Salmo carpio*) è un prezioso endemismo del Lago di Garda, conosciuto e molto ricercato per la prelibatezza delle carni ma anche per un alto valore economico e nutrizionale. Un tempo abbondante nel lago, da un trentennio a questa parte la sua popolazione naturale è invece in forte sofferenza, tanto da essere inserita nella lista rossa dell'IUCN (International Union for Conservation of Nature) delle specie in grave pericolo di estinzione e vietandone la pesca nel Garda. La possibile scomparsa di

questa specie comporterebbe in primo luogo un'irreversibile riduzione di biodiversità per l'ecosistema lacustre ma anche delle ripercussioni economiche in quanto specie a lungo pescata e commercializzata a prezzi elevati presso i ristoranti locali, quindi fornire un prodotto di allevamento al posto di uno pescato potrebbe essere una soluzione per mantenere vive le tradizioni culturali e culinarie delle popolazioni rivierasche e azzerare la pressione di pesca sulla popolazione selvatica. Partendo da questi presupposti, il carpione del Garda mostra potenzialità zootecniche e commerciali meritevoli di attenzione. L'Unità Acquacoltura e idrobiologia si occupa da più di un decennio dello studio di questa specie e il presente progetto permette di ampliare le conoscenze sulla biologia del carpione del Garda e sviluppare dei protocolli standardizzati di allevamento, che consentono la transizione da un sistema di allevamento "di piccola scala" (come quello applicato in FEM) ad un sistema di tipo "commerciale". L'attività sarà supportata dall'Unità Genomica della conservazione del CRI che eseguiranno la caratterizzazione genetica degli stock allevati e il sistema di tracciabilità degli individui per una corretta gestione della popolazione domesticata.

OR2 - Intervento di sostenibilità ambientale per le acque

L'analisi delle comunità biologiche dei corsi d'acqua può fornire indicazioni sulla biodiversità degli ambienti e sulla qualità, in risposta a tutte le tipologie di impatto, nello specifico quello derivato dall'attività di acquacoltura,

legato all'arricchimento in sostanza organica, nutrienti, solidi sospesi e sedimentabili.

Il progetto prevede di effettuare uno studio su diversi corsi d'acqua della provincia di Trento caratterizzati dalla presenza di trotticoltura, effettuando indagini a monte e a valle degli impianti. Oltre alla analisi chimico-fisiche e microbiologiche dell'acqua, verranno analizzate le comunità biologiche presenti in alveo (macroinvertebrati e diatomee) con l'utilizzo di metodi biologici tradizionali e innovativi (DNA ambientale e di comunità - eDNA). I marcatori utilizzati comprenderanno COI e rbcL che potranno essere integrati, sulla scorta dei risultati preliminari, da altri marker genici. I monitoraggi saranno testati inoltre su un sottoinsieme di corsi d'acqua derivati da trotticoltura, che attueranno miglioramenti impiantistici finalizzati alla riduzione degli impatti (ad es. filtri) nelle fasi pre e post-intervento. Tali indagini permetteranno di individuare le strategie volte a contribuire alla protezione della biodiversità delle comunità acquatiche, permettendo il mantenimento della funzionalità delle reti trofiche e dei servizi ecosistemici ad esse connesse. Lo studio porterà inoltre ad individuare le metriche più idonee per la valutazione dell'impatto specifico, che potranno essere utilizzati per definire un protocollo di analisi biologiche funzionale alle certificazioni ambientali di filiera. Sarà inoltre possibile valutare l'efficacia delle misure di mitigazione poste in atto. L'attività sarà svolta dall'Unità Acquacoltura e idrobiologia CTT, in collaborazione con l'Unità Idrobiologia CRI.

Figura 1
Schema riassuntivo degli Obiettivi realizzativi

.....



OR1. Innovazione di prodotto e di filiera: il carpione del Garda



OR2. Intervento di sostenibilità ambientale per la qualità delle acque



OR3. Acquacoltura di precisione



OR4. Recupero degli scarti organici residui nelle fasi di allevamento e di lavorazione della trota



La medusa d'acqua dolce in Italia

FRANCESCA CIUTTI
CRISTINA CAPPELLETTI

Il genere *Craspedacusta*, originario dell'Asia dell'est, comprende le meduse d'acqua dolce, che sono fra gli organismi non nativi più diffusi nelle acque interne: sono infatti attualmente assenti solo in Antartide. L'introduzione involontaria è avvenuta probabilmente con piante acquatiche decorative, commercio di animali da compagnia e ripopolamenti di fauna ittica. Attualmente la tassonomia del genere è in discussione, per la plasticità morfologica dello stadio di medusa e l'osservazione a livello globale di tre linee genetiche distinte, due delle quali presenti in Europa.

Craspedacusta ha un ciclo vitale che comprende due forme, polipo e medusa. Il polipo vive attaccato ai substrati, è lungo circa 1 mm e si rinviene come individuo singolo o in formazioni coloniali; possiede nematocisti, che contengono una biotossi-

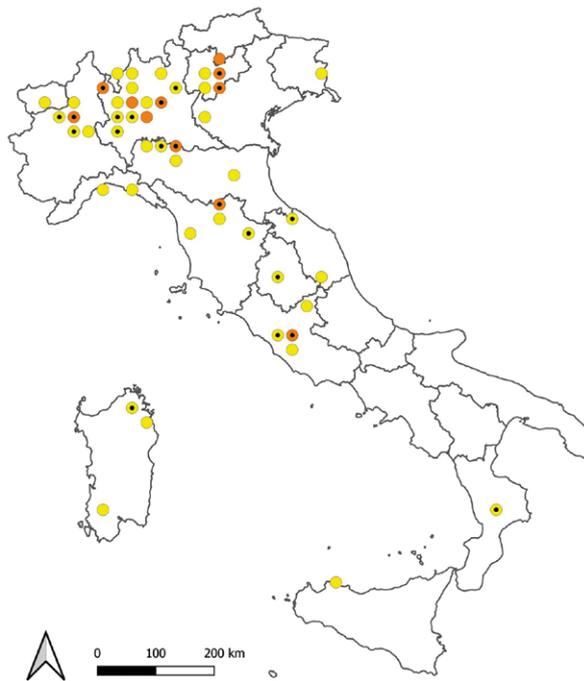
na, non urticante per l'uomo. La medusa ha un ciclo vitale breve, nuota libera nell'acqua e si sviluppa solo in particolari condizioni ambientali (es: temperatura dell'acqua elevata). La sua forma matura ha un diametro di 20-25 mm ed è dotata di numerosi tentacoli, provvisti anch'essi di nematocisti. Entrambe le forme si nutrono di zooplancton.

Fino al 2017 la presenza di *Craspedacusta* in Italia era stata segnalata in 40 ambienti (Ciutti *et al.* 2017 *Biol. Ambient.* 31:174-177). La Fondazione Mach ha partecipato ad un recente studio che ne ha aggiornato la distribuzione, attraverso la raccolta di nuove pubblicazioni e di segnalazioni provenienti da piattaforme internet (es. Google, iNaturalist e social networks Facebook e YouTube), da cittadini (citizen science) e naturalisti. Sono state inoltre effettuate analisi

Foto 1

Esemplare del genere *Craspedacusta*

Figura 1
Distribuzione in Italia



molecolari del gene mitocondriale citocromo ossidasi subunità I (COI) su alcune popolazioni (Morpurgo *et al.* 2024 *Biology* 13(4):202).

I risultati evidenziano che attualmente è presente in 61 siti, localizzati prevalentemente nel Nord Italia (Figura 1). Le segnalazioni derivano principalmente dall'osservazione di meduse (individui isolati e bloom), solo due dall'analisi di DNA ambientale, tecnica di indagine assai efficace per individuare organismi elusivi o di piccole dimensioni, come nel caso dei polipi di *Craspedacusta*. Il genere colonizza sia ambienti naturali (49,2%, principalmente laghi), che artificiali (50,8%, laghi di cava e bacini artificiali). In Trentino, dal 1992 al

2003, è stato osservato nei laghi Santo di Cembra, Lavarone, Garda, Levico, Poiani e Santo di Monte Terlago. L'analisi molecolare ha permesso di evidenziare la presenza di due linee genetiche: un gruppo comprende sequenze del Centro-Nord Italia ed un altro tre popolazioni del Nord Italia ed una della Sicilia.

Nonostante si sia ritenuto per più di un secolo che in Europa fosse presente un'unica specie di *Craspedacusta*, l'individuazione di due linee genetiche distinte, osservata anche in Italia, fa presupporre l'esistenza di due specie separate. La soluzione nomenclaturale di queste rimane problematica e necessita di una revisione sistematica.



Il monitoraggio e la valutazione della composizione del paesaggio e della stagionalità possono fornire strumenti utili all'apicoltore al fine di massimizzare la risorse floreali presenti intorno agli alveari e minimizzare la probabilità di contaminazione del polline da prodotti fitosanitari.

Composizione del paesaggio e stagionalità influenzano la contaminazione da prodotti fitosanitari nel polline raccolto da *Apis mellifera*

PAOLO FONTANA
GINO ANGELI
LIVIA ZANOTELLI

Negli ultimi decenni, gli insetti impollinatori hanno subito un forte declino per molteplici cause, tra le quali l'utilizzo di prodotti fitosanitari e la perdita e la frammentazione delle aree naturali. Tra gli impollinatori, l'ape mellifera (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) è la specie più diffusa e la sua presenza, assieme agli altri impollinatori, è fondamentale per garantire la riproduzione delle piante in habitat naturali e per la produzione agricola. Come per la maggior parte delle api, la dieta dell'ape mellifera si basa su nettare e polline. La presenza di prodotti fitosanitari nel polline raccolto dalle api può incidere negativamente

sulla loro salute e può essere fortemente influenzata dalla composizione del paesaggio e, in particolare modo, dalla quantità di aree agricole presenti. Per analizzare l'effetto della composizione del paesaggio e della stagione sulla quantità di residui di prodotti fitosanitari del polline raccolto da api mellifere tra il 2017 e il 2020 è stato condotto uno studio su 14 località Trentino-Alto Adige e in Veneto. In ognuno dei 14 siti sono stati posizionati due alveari per la raccolta a cadenza mensile di campioni di polline. Per valutare l'eterogeneità del paesaggio in ogni sito è stata determinata l'incidenza dei principali tipi

di habitat in un raggio di 3 km applicando poi l'Analisi delle Componenti Principali (PCA). I campioni di polline raccolti durante questo studio sono stati analizzati sia da un punto di vista botanico che da quello dei residui da agrofarmaci. Lo studio botanico dei pollini raccolti in questi 14 siti ha evidenziato come la stagionalità e la composizione del paesaggio determinano la diversità del polline raccolto dalle api mellifere (Malgini *et al.* 2022 *Front. sustain. food syst.* 6:865368). Per quanto riguarda i residui, nel polline sono stati cercati oltre 400 composti ed è stato quindi calcolato per ogni campione il Pollen Hazard Quotient (PHQ), un indice che fornisce una misura della potenziale tossicità del polline nei confronti delle api. Dei 200 campioni di polline analizzati, solo 6 (3%) sono risultati completamente privi di residui. Nei campioni analizzati sono stati individuati quasi 100 composti, soprattutto fungicidi. I valori di PHQ sono risultati alti (PHQ > 1000) in 32 campioni

(16%), medio-alti (500 < PHQ < 1000) in 14 campioni (7%), medi (50 < PHQ < 500) in 47 campioni (24%) e bassi (PHQ < 50) in 101 campioni (50%). La stagione di campionamento è risultata avere un forte impatto sulla quantità di residui presenti: in particolare, il PHQ è risultato significativamente più alto tra aprile e luglio, mentre il picco nel numero dei composti individuati nel polline è stato registrato a giugno. Anche il paesaggio ha mostrato un effetto sulla presenza di residui di prodotti fitosanitari nel polline: in particolare i residui aumentano all'aumentare della percentuale di alcune categorie di aree agricole, e diminuiscono invece all'aumentare della percentuale di aree naturali e seminaturali. Questa ricerca (Cappellari *et al.* 2024 *Chemosphere* 349:140829) ha messo in luce come sia la stagionalità che la composizione del paesaggio influenzino la presenza di residui di prodotti fitosanitari nel polline raccolto dalle api mellifere, con potenziali impatti negativi sulla salute delle api.



Foto 1

Alveari con trappole piglia polline installate nell'apiario FEM di Pergine Valsugana

.....

Approfondimenti tecnici circa il funzionamento di campionatori passivi (POCIS) per il monitoraggio delle acque superficiali

LORIS TONIDANDEL
ANNA CASARI*
ALICE BARBERO

* Dottoranda C3A Università degli Studi di Trento

Technical insights into the operation of passive samplers (POCIS) used in surface water monitoring

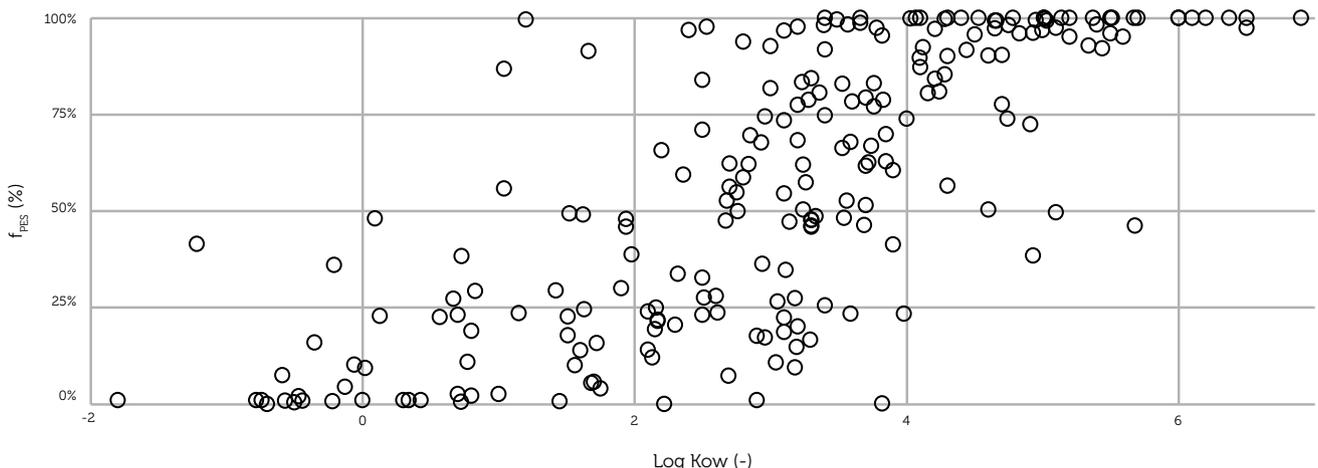
The Polar Organic Chemical Integrative Sampler (POCIS), a passive sampler, monitors organic compounds in water, such as pesticides and drugs. It consists of a receiving phase, Oasis HLB, enclosed between two polyethersulfone (PES) membranes. In most cases, analytes were only extracted from the receiving phase, but recent research indicates that some compounds were also adsorbed on the PES membranes. Many aspects of membrane behavior are still unknown, and this study aims to address some of the existing knowledge gaps by exploring the capability of PES membranes to adsorb pesticides.

Dopo una prima fase di studio dove è stata valutata l'efficacia dei campionatori passivi (POCIS, Polar Organic Chemical Integrative Sampler) nell'adsorbire residui di fitofarmaci in fiumi e torrenti della Provincia Autonoma di Trento, si è voluto approfondire il ruolo dei costituenti del POCIS (membrana in polietilensulfone (PES) e fase adsorbente HLB (30 µm particle size, divinylbenzene N-vinyl-pyrrolidone)) al fine di migliorare le tecniche di campionamento e di indagine analitica. Le prime pubblicazioni sull'argomento risalgono alla fine degli anni '90 ed erano incentrate principalmente sullo studio delle fasi polimeriche, mentre le membrane erano viste come dei semplici supporti per poter contenere la fase e per metterla in contatto l'acqua. Successivi lavori (e.g. Silvani et

al. 2017 *Chemosphere* 184:1362-1371) dimostrarono che alcune membrane, tra cui quelle in PES, avevano delle capacità adsorbenti non trascurabili nei confronti di molecole organiche con determinate caratteristiche chimico-fisiche. Nell'ambito del progetto di dottorato promosso da FEM, APPA ed UNITN si è quindi deciso di investigare la capacità adsorbente della membrana nei confronti di un ampio numero di fitofarmaci impiegati in agricoltura negli ultimi cinquant'anni. Per lo scopo, sono state condotte inizialmente delle sperimentazioni su scala di laboratorio simulando dei campionamenti in dei contenitori in vetro adatti alle dimensioni del POCIS e al monitoraggio della quantità dei fitofarmaci aggiunti (circa 230 ad una concentrazione compresa tra 0,2

Figura 1

Massa accumulata sulla membrana rispetto al POCIS totale (f_{PES}) per i fitofarmaci analizzati e ordinati in base alla loro polarità che nel caso specifico è definita dal Log Kow



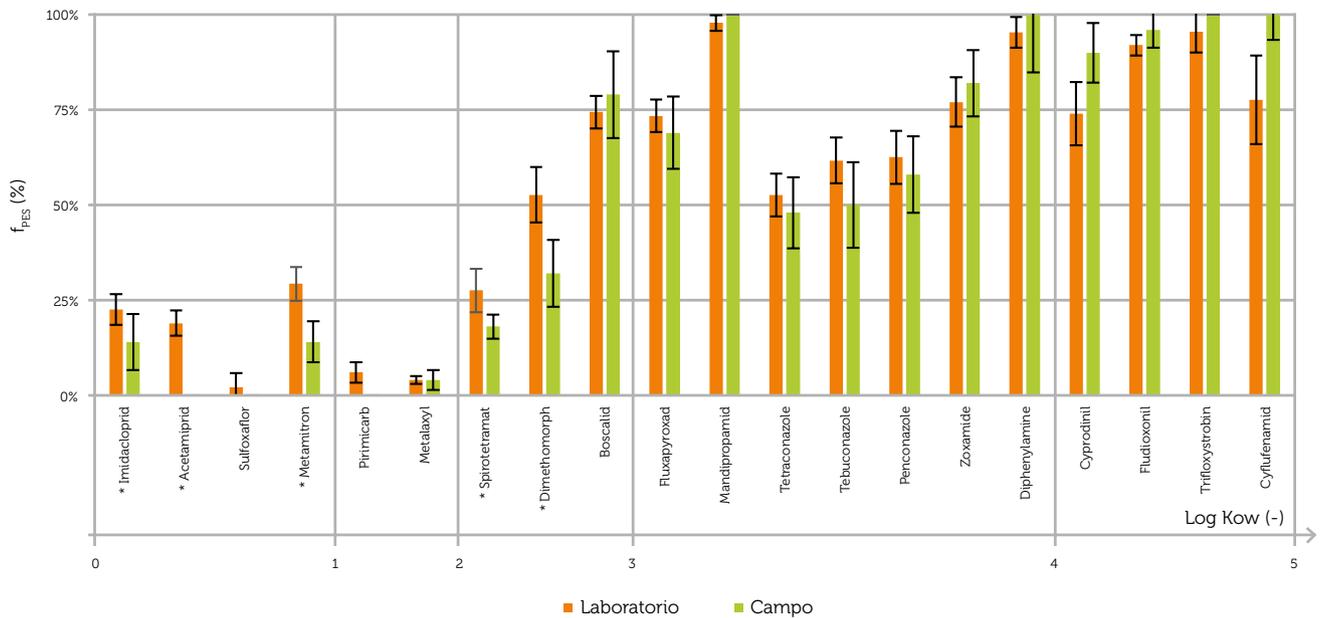


Figura 2

Confronto tra la quantità percentuale di fitofarmaci adsorbita dalla membrana negli esperimenti condotti in campo ed in laboratorio.

I composti sono ordinati in ordine crescente in funzione del valore di LogKow * L'asterisco indica una differenza significativa tra i risultati ottenuti dalle prove di laboratorio e i risultati ottenuti dal campionamento in campo (t-test, $\alpha=0,05$)

e 0,05 µg/L) durante tutto il periodo di campionamento (14 gg). Successivamente, le prove sono state trasferite in campo sul torrente "Fossa di Caldaro".

I risultati delle prove condotte in laboratorio hanno dimostrato che la membrana in PES rappresenta un ottimo substrato adsorbente e non può essere trascurato in fase di estrazione per l'analisi chimica. Nel grafico di Figura 1, infatti, dove viene riportata la frazione di fitofarmaci adsorbiti dalla membrana rispetto alla quantità complessivamente adsorbita dal POCIS ($f_{PES} \%$), inteso come fase più membrana, si nota come le molecole con caratteristiche più apolari (Log Kow >3) vengono adsorbite preferenzialmente dalla membrana mentre quelle con caratteristiche più polari vengono adsorbite prevalentemente dalla fase HLB. Dal grafico si evince, inoltre, che esistono alcune molecole la cui affinità verso i due substrati non è legata alla polarità, ma ad altri fattori che potranno essere approfonditi in studi successivi.

Le prove condotte in campo hanno permesso di rilevare 13 principi attivi, per i quali è stato possibile confrontare i valori di $f_{PES} \%$ ottenuti in campo con quelli ottenuti dalle prove di laboratorio (Figura 2); per le molecole aventi un Log Kow >3 i dati relativi alla ripartizione del fitofarmaco tra membrana e fase risultano essere

paragonabili mentre, per alcune molecole con caratteristiche più polari (log Kow <3), il "fattore campo" (temperatura, flusso, salinità dell'acqua, ecc.) sembra influenzarne la ripartizione. Un parametro chiave per lo studio dei POCIS è il tasso di campionamento (R_s), il quale può essere interpretato come la "velocità" con cui un principio attivo viene adsorbito dal substrato del campionatore. In linea teorica, infatti, R_s moltiplicato per il tempo di esposizione del POCIS in acqua corrisponde al rapporto tra la quantità di fitofarmaco adsorbita dal substrato divisa per la sua concentrazione media in acqua. Andando quindi a studiare i fenomeni attraverso i tassi di campionamento (R_s), calcolati indipendentemente per la membrana ($R_{s,PES}$) e per la fase HLB ($R_{s,HLB}$) (Figura 3), si nota che la capacità adsorbente della membrana tende ad aumentare con l'apolarità del PA, mentre la fase HLB sperimenta mediamente una capacità inferiore ma indipendente rispetto alla polarità delle molecole riscontrate. Oltre a ciò, dalla Figura 3 si nota che i tassi di campionamento calcolati in laboratorio rispetto a quelli calcolati in campo non sono statisticamente differenti per le molecole più affini al substrato mentre sono statisticamente differenti per quelli meno affini. Tale fenomeno si osserva sia per la fase HLB che per la membrana in PES.

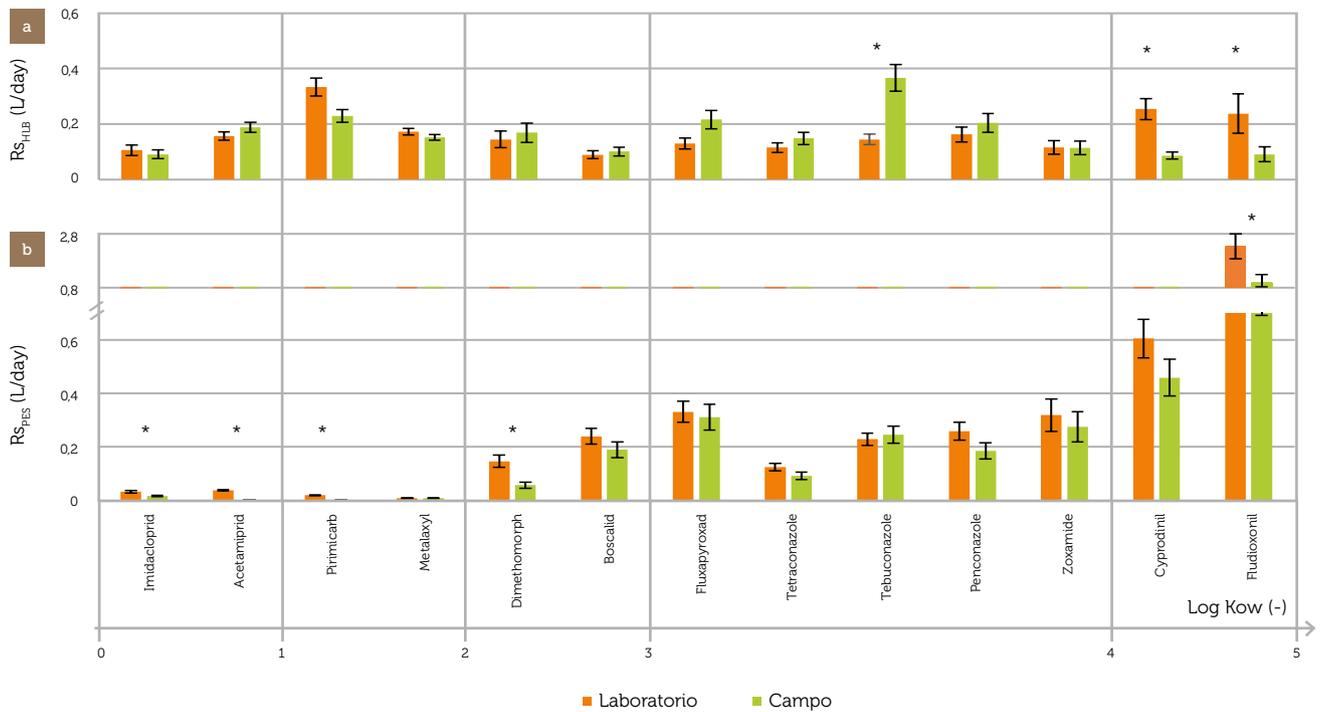


Figura 3
Tassi di campionamento a) $R_{S,HLB}$ b) $R_{S,PES}$ ottenuti dalle sperimentazioni effettuate in laboratorio e da quelle effettuate in campo sul torrente Fossa di Caldaro. * L'asterisco indica che i tassi di campionamento differiscono di un fattore superiore a 2

Nel complesso i risultati di questa sperimentazione dimostrano che per sfruttare al meglio le potenzialità del campionatore passivo, evitando di perdere un'ampia gamma di molecole con diverse caratteristiche chimico-fisiche, è importante che l'analisi chimica preveda l'estrazione di

entrambi i componenti del POCIS e non solo della fase HLB. Inoltre, nel caso in cui si volessero intercettare principi attivi con caratteristiche apolari, il campionatore passivo potrebbe essere costruito impiegando la sola membrana in PES come substrato adsorbente.

La chimica degli alimenti: studiosi a confronto

LORIS TONIDANDEL

Il 9 e 10 ottobre 2023 a Fai della Paganella è stato organizzato un gruppo di discussione sui metodi analitici impiegati nella chimica degli alimenti. L'evento, curato dal laboratorio fitofarmaci CTT ha coinvolto più di 30 esperti del settore, provenienti da tutta Italia, interessati a promuovere un confronto costruttivo sull'analisi chimica degli alimenti. Questa tipologia di incontri, ideata e portata avanti per più di vent'anni dal Prof. Pietro Traldi è stata riproposta quest'anno sotto una nuova veste, ma sempre finalizzata ad approfondire tematiche comuni in un contesto informale e capace di favorire un proficuo scambio di idee. All'evento si è discusso delle poten-

zialità della spettrometria di massa in campo analitico, delle tecniche dedite a studiare il potere antiossidante dei prodotti, delle problematiche legate ai laboratori accreditati che lavorano per le più importanti aziende alimentari, della tracciabilità dei prodotti agroalimentari sino agli studi di metabolomica nel campo vitienologico. Da anni il laboratorio FEM svolge un servizio analitico di livello a supporto del comparto agroalimentare trentino e nazionale e promuovere eventi di questo tipo rappresenta un'ottima opportunità per confrontarsi su problematiche comuni e stringere collaborazioni tecnico/scientifiche con gruppi di ricerca che operano in simili settori.



Carotenoidi e vitamine liposolubili: comparazione fra prodotti lattiero-caseari d'alpeggio e industriali

Comparative study of carotenoid and fat-soluble vitamin levels in alpine vs. industrial dairy products

Carotenoids and fat-soluble vitamins are vital nutrients obtained through diet, with dairy products being a key source. This study developed a method to analyze these compounds in cheese, butter, and cream. A comparison of alpine and industrial products revealed higher levels of several vitamins and carotenoids in alpine cheeses and butters with minimal differences in creams.

I carotenoidi e le vitamine liposolubili sono composti bioattivi essenziali per l'uomo, coinvolti in numerosi processi necessari per il mantenimento della salute (Pestana *et al.* 2009 *Dairy Sci. Technol.* 89:193-200). Ad eccezione della vitamina D, che può essere sintetizzata tramite l'esposizione ai raggi UV, tutti gli altri composti devono necessariamente essere assunti attraverso la dieta. I prodotti lattiero-caseari

rappresentano una fonte importante di micronutrienti, inclusi carotenoidi e vitamine liposolubili, ma il contenuto di queste molecole può variare notevolmente in base ai metodi di produzione, alla razza bovina, e all'alimentazione dei ruminanti (Stout *et al.* 2018 *J. Dairy Sci.* 101:4906-4913). Tuttavia, molteplici studi hanno riconosciuto l'alimentazione basata sul pascolo come il principale fattore

.....
TIZIANA NARDIN
FRANCESCA MARTINELLI
SILVIA SCHIAVON
GIULIA VINOTTI*
ROBERTO LARCHER

* Tesista Università San Raffaele Roma

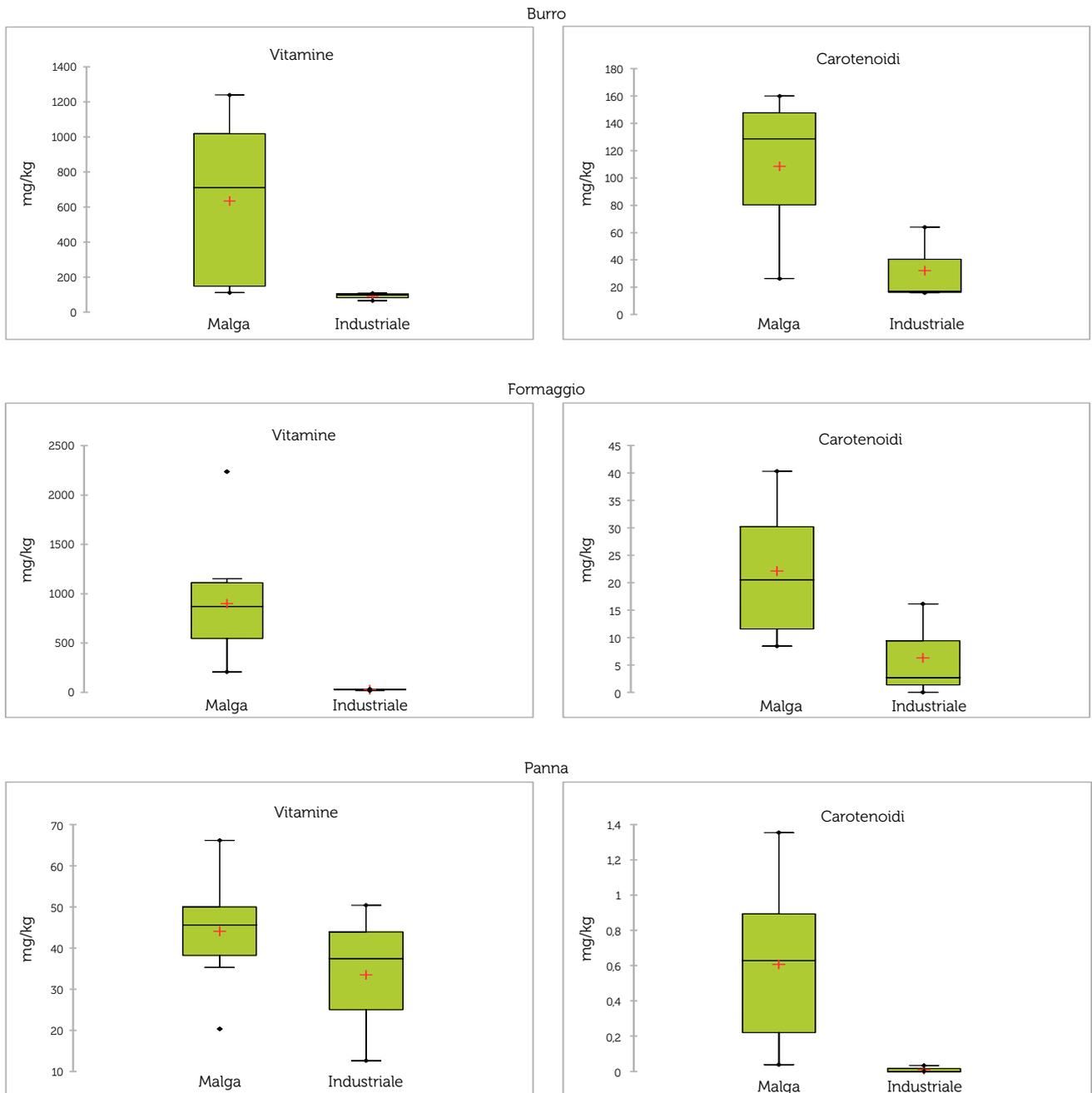


Figura 1

Box plot dei contenuti totali di vitamine liposolubili e carotenoidi in diversi prodotti lattiero caseari di malga e industriali

.....

determinante della struttura e della qualità sensoriale del latte e dei suoi derivati (Nozière *et al.* 2006 *Anim. Feed Sci. Technol.* 131:418-450). L'erba del pascolo è infatti ricca di carotenoidi, composti organici volatili, acidi grassi e vitamine come la A e la E, contenuti che si riducono notevolmente nei foraggi essiccati. L'indagine del profilo di questi analiti nei prodotti lattiero caseari, potrebbero non solo avere un valore salutistico, ma anche valutare un possibile loro utilizzo come importanti marker nella tracciabilità dei prodotti di montagna. La diversa polarità e solubilità dei carotenoidi e delle vitamine liposolubi-

li, nonché la loro estrema instabilità, rende estremamente difficile la loro estrazione e quantificazione simultanea. Per questo motivo il Laboratorio dell'Unità di chimica vitienologica e agroalimentare in collaborazione con l'Università San Raffaele di Roma ha sviluppato, per un lavoro di tesi quinquennale, un metodo per l'analisi simultanea di questi analiti in formaggio, burro e panna, utilizzando la cromatografia liquida ad alte prestazioni accoppiata alla spettrometria di massa ad alta risoluzione (HPLC-HR-MS) con sorgente a ionizzazione chimica a pressione atmosferica (APCI). La preparazione del campione, effet-

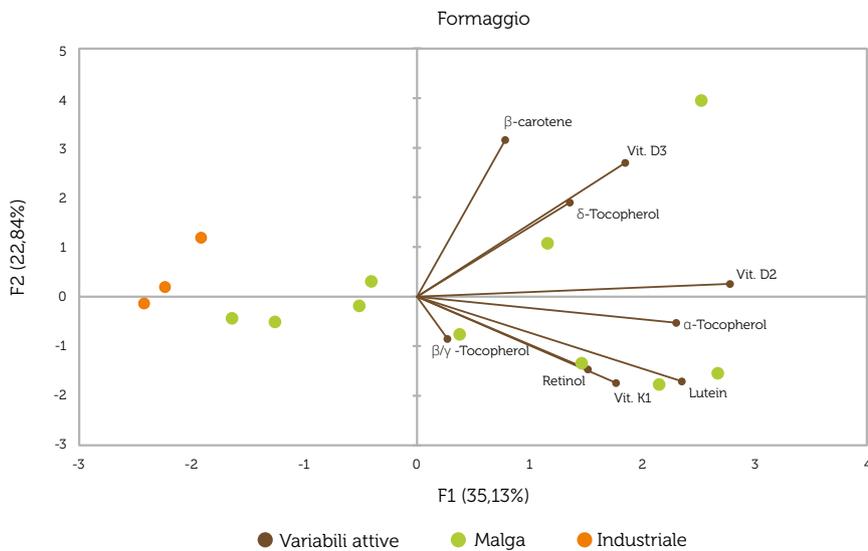


Figura 2

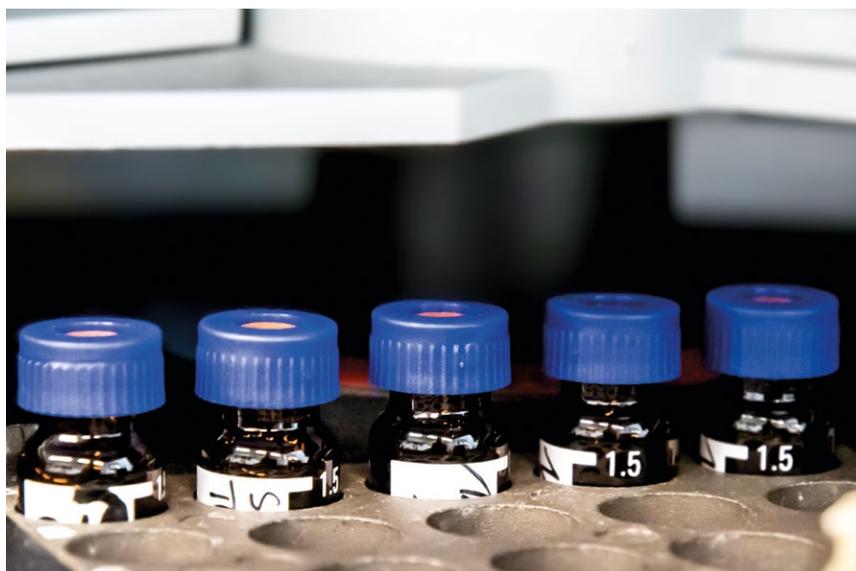
PCA: Score plot campioni di formaggio di malga (verde) e industriale (arancione)

tuata attraverso una doppia estrazione con acetone ed esano, deve essere effettuata quanto più possibilmente in assenza di luce ed avviene in protezione con l'aggiunta di butilidrossitoluene (BHT). Viene eseguita successivamente anche una saponificazione con idrossido di potassio (KOH) al 40% per liberare e permettere la quantificazione di tutte le molecole legate ad amminoacidi o acidi grassi. Per identificare e quantificare i precursori durante l'analisi, è stato utilizzato lo ione molecolare protonato $[M+H]^+$, $[M+H-H_2O]^+$, oppure $[M]^+$ corrispondente ai valori di m/z della molecola con tolleranza di massa <5 ppm, comparando il tempo di ritenzione (RT) e lo spettro di frammentazione (dd-MS / MS) con gli standard commerciali.

Il metodo ha consentito la quantificazione utilizzando curve di calibrazione in matrice e successiva correzione con standard interno (astaxantina). La linearità è stata determinata nel range da 0,02 a 1 mg/L ottenendo delle curve di calibrazione con coefficienti di correlazione (R^2) superiori a 0,99 per tutti gli analiti. La valutazione del limite di quantificazione (LOQ) è stata invece condotta secondo le linee guida SANTE, fissando i LOQ a 0,1 mg/kg per tutti gli analiti esclusa la vitamina K1 a 0,05 mg/kg.

Il metodo è stato utilizzato per analizzare e confrontare vari prodotti provenienti da malghe del Trentino-Alto Adige (N=26) e prodotti industriali acquistati al supermercato (N=9),

determinando i contenuti di luteina, β -carotene, retinolo, α -tocoferolo, β/γ -tocoferolo, δ -tocoferolo, vitamina K1 e vitamine D2 e D3. Come si può vedere nei box plot riportati in Figura 1, complessivamente i contenuti di vitamine e carotenoidi sono risultati sempre maggiori nei prodotti d'alpeggio. In particolare, nel burro sono stati individuati contenuti significativi di α -tocoferolo (media 560 mg/kg) e β -carotene (media 74 mg/kg), mentre nel formaggio si sono riscontrati alti contenuti soprattutto di α -tocoferolo (media 350 mg/kg) e retinolo (media 530 mg/kg). Complessivamente, le panne hanno mostrato contenuti nettamente inferiori rispetto alle altre categorie merceologiche considerate, ma presentano comunque un interessante contenuto di luteina (media 0,6 mg/kg), significativamente maggiore nei prodotti d'alpeggio rispetto a quelli industriali. Per ogni categoria commerciale è stata eseguita un'analisi statistica mediante Principal Component Analysis (PCA) per esplorare la variabilità dei diversi campioni lattiero-caseari e verificare la possibilità di utilizzare questi composti come marker di differenziazione tra i campioni alpini e quelli industriali. Si riporta nella Figura 2 la PCA riferita al formaggio dove si nota una chiara separazione tra i prodotti industriali e quelli d'alpeggio lungo PC1 e PC2. I prodotti d'alpeggio sono associati a più alti contenuti di vitamine e carotenoidi come β -carotene, vitamina



D3 e α -tocoferolo, mentre i prodotti industriali sembrano avere un profilo vitaminico e di carotenoidi meno pronunciato. Nel complesso la PCA spiega circa il 60% della variabilità dei dati e le variabili come β -carotene, vitamina D3 e α -tocoferolo, che mostrano vettori lunghi e distanti dal centro, possono essere considerate marker efficaci per distinguere i prodotti d'alpeggio dai prodotti industriali. Nel caso del burro si spiega il 69% della variabilità e il β/γ -tocoferolo sembra essere particolarmente distintivo per i campioni industriali, mentre le altre vitamine e carotenoidi favoriscono la distinzione a favore dei campioni d'alpeggio. Infine, per la panna si spiega il 54% della variabilità e le variabili come β -carotene, retinolo, α -tocoferolo e vitamina D2 sono importanti per la distinzione tra i due gruppi. In conclusione, i risultati analitici for-

niscono dati oggettivi che possono essere utilizzati per valorizzare i prodotti d'alpeggio, rivelando contenuti nutrizionalmente interessanti, in particolare per il retinolo e l' α -tocoferolo. La possibilità di dimostrare contenuti elevati di composti bioattivi attraverso analisi scientifiche può incentivare pratiche agricole sostenibili e metodi di produzione che preservano l'ambiente e il benessere degli animali. Inoltre, le informazioni riguardanti il contenuto di nutrienti possono attrarre nicchie di mercato specifiche, come i consumatori interessati a prodotti funzionali o a diete particolari. Altro aspetto molto interessante è stato rivelato dai test statistici che danno buone prospettive per un utilizzo di questi dati per certificare l'autenticità dei prodotti d'alpeggio, anche se questo aspetto va sicuramente approfondito con studi più ampi.



Passata di pomodoro 100% naturale? Come l'analisi isotopica può aiutarci a capirlo

La produzione di passata di pomodoro costituisce un importante tassello dell'economia del nostro paese. Secondo il report ISMEA (Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare) del 2022 (www.ismeamercati.it ultimo accesso 25/06/2024), l'Italia è il terzo produttore mondiale di pomodori destinati a diventare passata, preceduta da Cina e California. Nel 2022, 5,5 milioni di tonnellate di pomodoro sono state trasformate in passata, corrispondenti ad un fatturato industriale di 4 miliardi di euro per questa filiera di cui la metà deriva dalle esportazioni. A sottolineare l'elevato valore dei prodotti della

filiera agroalimentare italiana, anche per la passata di pomodoro sempre più produttori includono oggi in etichetta diciture come "100% naturale" o "senza additivi". Ma cosa significa davvero "naturale"? Secondo il REACH (Regolamento (CE) n. 1907/2006) è "naturale" una "sostanza presente in natura", mentre la Food and Drug Administration dichiara che definire un prodotto "naturale" equivale a dichiarare che "nessun composto estraneo, artificiale o sintetico (inclusi coloranti, indipendentemente dall'origine) vi è incluso o vi è stato aggiunto"⁽¹⁾. L'assenza di una chiara legislazione in materia ha spesso ostacolato gli

MATTEO PERINI
SILVIA PIANEZZE

(1) www.fda.gov/food/food-labeling-nutrition/use-term-natural-food-labeling (ultimo accesso 25/06/2024)

organi di controllo nella loro attività di lotta alla contraffazione alimentare e verifica del "claim". Tra gli additivi maggiormente utilizzati per correggere o esaltare le caratteristiche organolettiche della passata di pomodoro si trovano l'acido citrico e gli zuccheri glucosio e fruttosio le cui aggiunte non prevedono limitazioni normative sulla quantità o sull'origine del prodotto. L'acido citrico puro, commercialmente disponibile, a dispetto di quello naturalmente presente nella passata, non viene estratto dagli agrumi ma normalmente biosintetizzato utilizzando il fungo *Aspergillus niger*, alimentato con melasse zuccherine di canna o barbabietola. Glucosio e fruttosio aggiunti derivano invece normalmente dall'estrazione da canna da zucchero o da barbabietola. Esiste quindi un metodo per identificare l'aggiunta di acido citrico e zuccheri esogeni nelle passate di pomodoro? L'analisi degli isotopi stabili del carbonio può essere la risposta a questo quesito. Il successo di questa tecnica risiede nella differenza tra l'origine botanica dei pomodori ed il materiale con cui viene alimentato il fungo produttore di acido o utilizzato per ottenere i due zuccheri. Mentre il pomodoro è una pianta a ciclo fotosintetico C3, le melasse che vengono utilizzate per le aggiunte zuccherine o come nutrimento per l'*Aspergillus ni-*

ger da cui si ricava l'acido sono solitamente costituite da canna o mais, che sono invece piante a ciclo fotosintetico C4. Tale differenza fa sì che il rapporto isotopico del carbonio ($\delta^{13}\text{C}\%$) dell'acido citrico, fruttosio e glucosio naturalmente presenti nei pomodori sia perfettamente distinguibile da quello degli stessi composti biosintetizzati o estratti da altre fonti vegetali. Questo approccio analitico richiede la definizione di range di variabilità del parametro per le due tipologie "naturale da pomodoro" e "esogeno". Allo stato attuale la AIJN (Association of the Industry of Juices and Nectars) ha definito tali intervalli isotopici solo per gli zuccheri glucosio e fruttosio del pomodoro ma non per l'acido citrico in esso naturalmente presente. Lo strumento utilizzato per l'analisi dei campioni è un LC-IRMS (Liquid Chromatography-Isotope Ratio Mass Spectrometry), che accoppia la cromatografia liquida con l'analisi isotopica, permettendo di misurare i valori $\delta^{13}\text{C}\%$ di acido citrico, glucosio e fruttosio in una singola analisi. Lo studio effettuato ha avuto in primis lo scopo di validare questo innovativo metodo per l'analisi della passata di pomodoro. In secondo luogo, sono stati stabiliti dei valori di riferimento per l'acido citrico presente nel pomodoro, analizzando un ampio dataset di campioni autentici di passata provenienti



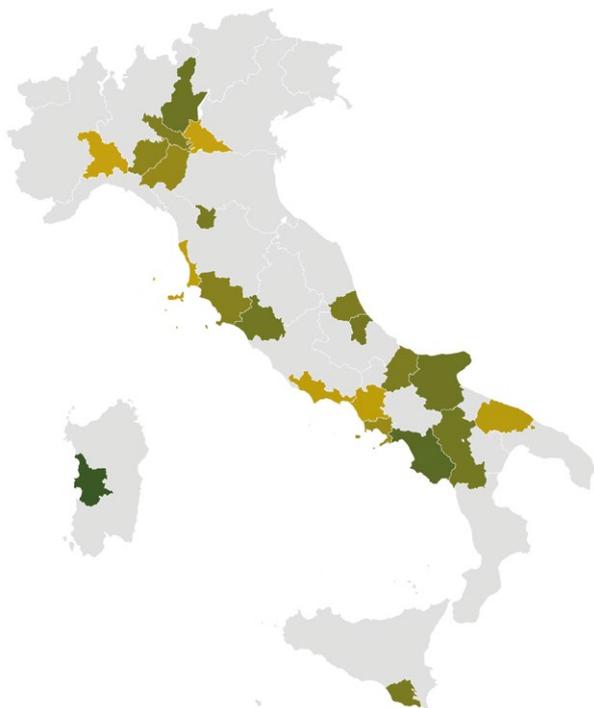


Figura 1

Provine di campionamento per la passata di pomodoro

.....

da diverse regioni d'Italia (Figura 1). Infine, i valori di riferimento ottenuti sono stati applicati ad un gruppo di campioni disponibili in commercio, per valutare se questi fossero aggiunti o meno di acido citrico sintetizzato a partire dal fungo *Aspergillus niger*. I risultati hanno rivelato che il 2,8% dei campioni di passata di pomodoro commerciale analizzati in questo studio contenevano acido citrico di sintesi, mentre l'8,4% risultava non rego-

lare per l'aggiunta di zuccheri esogeni (glucosio e/o fruttosio provenienti da piante di tipo C4). L'esito dello studio ha evidenziato come la tecnica utilizzata possa rivelarsi utile nel tentativo di valutare la qualità di questo prodotto, a seguito della proposta di una chiara legislazione riguardante il significato del termine "naturale" e, in questo caso specifico, riguardante l'aggiunta dell'acido citrico di sintesi nella passata di pomodoro.

L'ATTIVITÀ IN SINTESI

PIATTAFORMA SERVIZI: MESSAGGISTICA TECNICA

Figura 1

Andamento del numero di iscritti alla piattaforma servizi dal suo avvio (febbraio 2014) al 31 dicembre 2023

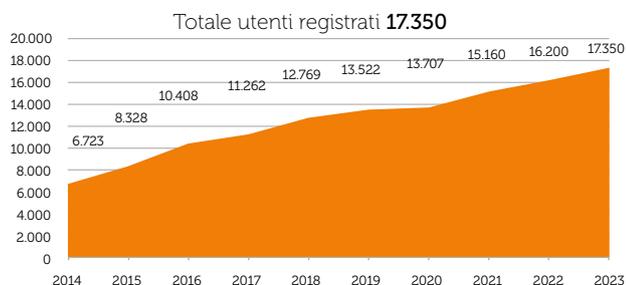


Figura 2

Totale degli avvisi tecnici inviati via mail per le varie colture nel 2023: 907

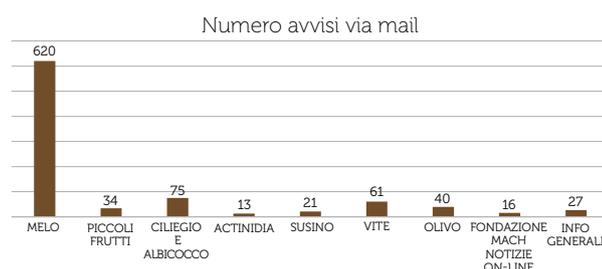


Figura 3

Totale mail inviate nel 2023: 622.711

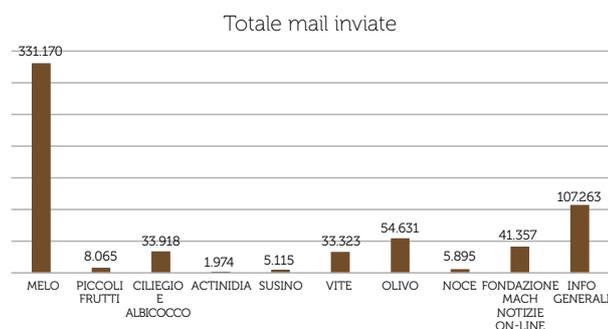


Figura 4

Totale degli avvisi inviati via sms per le varie colture nel 2023: 471

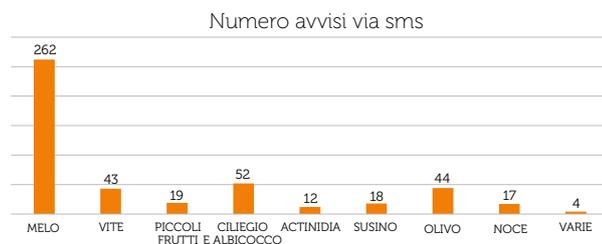
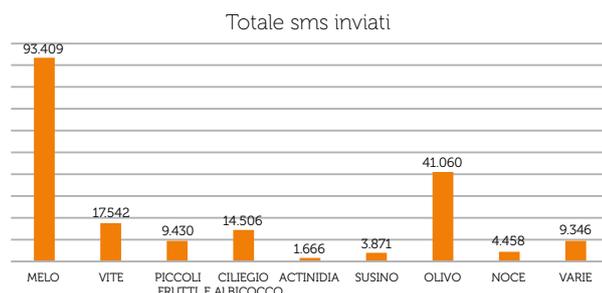


Figura 5

Totale sms inviate nel 2023: 195.288



Il numero degli avvisi per coltura è la somma degli avvisi prodotti dai tecnici FEM-CTT dalle varie sedi periferiche dislocate sul territorio o degli avvisi inviati per settori territoriali omogenei.

La ricezione della messaggistica tecnica è legata all'adesione/iscrizione ai servizi di consulenza a fronte di una compartecipazione ai costi per le colture: melo, vite, ciliegio e piccoli frutti, actinidia, susino, albicocco e produzioni zootecniche. Per la messaggistica sulle colture olivo, noce e apicoltura è mantenuto l'accesso libero e gratuito.



SISTEMA ALLERTAMENTO GELATE

ALLERTA VIA SMS

Stazioni meteo con sistema antibrina coinvolte	46 di cui 10 sperimentali su ciliegio
Stazioni sperimentali con sistema di trasmissione LoRaWAN	14
Totale SMS di allerta gelate inviati nel periodo 15/3 - 10/5	
Numero allarmi per melo	404
Totale sms inviati per melo	49.492
Numero allarmi per ciliegio	717
Totale sms inviati per ciliegio	25.631
Totale sms stazioni sperimentali LoRaWAN	1.412
Numero di allarmi inviati per stazione	
Marco di Rovereto	16 melo - 23 ciliegio
Aldeno	13 melo - 25 ciliegio
Romagnano	13 melo - 19 ciliegio

MONITORAGGIO TEMPERATURE: APP FEM Dati Meteo Trentino

Utilizzo dell'APP per consultare i grafici gelate in tempo reale dal 15/3 al 10/5	
Numero accessi complessivi	25.941
Numero utenti	268

SITO FITOEMERGENZE

Sito dedicato alle emergenze fitosanitarie

(colpo di fuoco batterico, flavescenza dorata e scopazzi del melo)

<https://fitoemergenze.fmach.it/>

Visualizzazioni di pagina	7.942
---------------------------------	-------

SITO DEL CENTRO TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

<https://ctt.fmach.it/>

Visualizzazioni di pagina	71.038
---------------------------------	--------

I DATI DEI SERVIZI E DELLE ATTIVITÀ

DIAGNOSTICA FITOPATOLOGICA

Resp. Valeria Gualandri - valeria.gualandri@fmach.it - fito.diagnostica@fmach.it

Virus, funghi, batteri, fitoplasmi, nematodi, insetti
(per programma interno, per clienti esterni e programma PAT) **3.737**

DIAGNOSI FORESTE E VERDE URBANO

Resp. Gino Angeli - gino.angeli@fmach.it

Valutazioni fitosanitarie e di stabilità di piante arboree **44**

ANALISI CHIMICHE/MICROBIOLOGICHE

Su un totale di circa 27.000 campioni di varie merceologie

Resp. Roberto Larcher - roberto.larcher@fmach.it - segreteria.laboratorio@fmach.it

Tracciabilità dell'origine con isotopi e microelementi **3.015**
 Analisi di controllo viti-enologiche **10.189**
Consulenza enologica a piccole aziende private-analisi e refertazione **3.345**
 Analisi di controllo su alimenti **2.925**
 Profili aromatici in vino e distillati **1.423**
 Analisi di residui di fitofarmaci negli alimenti **2.592**
 Analisi di suoli e vegetali **2.858**
 Indagini microbiologiche sugli alimenti **1.608**

CENTRO DI SAGGIO

Resp. Gastone Dallago - gastone.dallago@fmach.it - centrodissaggio.ctt@fmach.it

Sperimentazioni fitopatologiche su melo, vite, piccoli frutti,
ciliegio, olivo, altre specie vegetali agrarie **53**

SELEZIONE CLONALE-SANITARIA DELLA VITE

Resp. Alberto Gelmetti - alberto.gelmetti@fmach.it

Mantenimento e selezione di biotipi/cloni ufficiali **520 biotipi / 108 cloni registrati**
Saggi di inoculo in campo (indexaggi vite) **200 combinazioni**

MICROVINIFICAZIONI

Resp. Tomas Roman - tomas.roman@fmach.it

Processi di microvinificazione completi
o parziali per sperimentazione e servizi **585**

ISPEZIONE AI CENTRI DI CONTROLLO FUNZIONALE DELLE IRRORATRICI

Resp. Gino Angeli - gino.angeli@fmach.it

Ispezioni sull'attività dei Centri già autorizzati dalla PAT	4
Ispezioni sull'attività dei Centri fuori provincia	6

IDENTIFICAZIONE ACARI FITOSEIDI

Resp. Daniele Prodorutti - daniele.prodorutti@fmach.it

Identificazione acari fitoseidi su foglie di vite	23
---	----

RILIEVI FISIOLÓGICI E NUTRIZIONALI

Resp. Alberto Gelmetti - alberto.gelmetti@fmach.it

Analisi della vigoria e della variabilità interna del vigneto

- Rilievi NDVI tramite Skye Spectrosense per la valutazione della biomassa fotosinteticamente attiva 7.700
- Rilievi SPAD (colorimetro fogliare, stima indiretta della clorofilla) 12.000

Verifica attività prodotti fertilizzanti

- Sperimentazioni di prodotti fertilizzanti, ammendanti, biostimolanti e corroboranti su vite e fruttiferi 32 tesi / 106 parcelle sperimentali
 - Misure di allungamento rachidi 1.080
 - Misure di lunghezze dei germogli 540
 - Scorporazione piante di vite in 4 organi 108 piante
 - Misure di colorazione dei frutti (L a b) 640

Analisi di struttura (Texture Analyzer), numero determinazioni per

- Consistenza della bacca 5.220
- Durezza della buccia e/o della polpa 5.220/800
 - Spessore della buccia 5.220

ANALISI PRE- POST-RACCOLTA

Resp. Dario Angeli - dario.angeli@fmach.it

Analisi fisico chimiche per test di maturazione	996
Test dell'amido	1.213
Analisi fisico chimiche e controllo qualità su frutta in conservazione (celle)	856

I DATI DEI SERVIZI E DELLE ATTIVITÀ

AGROMETEOROLOGIA

Resp. Stefano Corradini - stefano.corradini@fmach.it - meteo@fmach.it

Raccolta, archiviazione e pubblicazione su web dei dati di 95 stazioni agro-meteorologiche raccolti in tempo reale con cadenza 15 min.

Totale pagine visitate (dal 01-01-2023 al 31-12-2023)	349.100
Media giornaliera	956
Media mensile	29.092

MODELLI PREVISIONALI

Resp. Stefano Corradini - stefano.corradini@fmach.it - meteo@fmach.it

Stazioni meteo coinvolte	45
<i>RIMpro (melo/ticchiolatura)</i>	
Totale accessi	17.189
Accessi medi per stazione	318
Giorno con più accessi (10 maggio)	705
Stazioni più visitate: Cles, San Michele, Coredo, Aldeno	
<i>RIMpro (vite/peronospora)</i>	
Totale accessi	7.579
Accessi medi per stazione	157
Giorno con più accessi (9 maggio)	194
Stazioni più visitate: San Michele, Arco, Giovo, Cembra	

ANALISI QUALITÀ BIOLOGICA DEI CORSI D'ACQUA

Resp. Filippo Faccenda - filippo.faccenda@fmach.it - centroittico.ctt@fmach.it

Diatomee (Indice ICMi)	159
Rapporti tecnici	35

ACQUACOLTURA

Resp. Filippo Faccenda - filippo.faccenda@fmach.it - centroittico.ctt@fmach.it

<i>Sorveglianza sanitaria troticolture e incubatoi di valle</i>	
Ispezioni ex D.Lgs 148/2008 al fine di verificare le buone prassi sanitarie in allevamenti ittici	44
<i>Consulenze</i>	
Consulenza ad aziende ittiche, associazioni ed enti	4
<i>Analisi chimico-fisiche su pesce</i>	
Analisi di texture su filetti di trota (TPA)	36

CONSULENZA ZOOTECNICA

Resp. Gabriele Iussig - gabriele.iussig@fmach.it

Consulenza aziendale qualità latte, piano mastite, alpicoltura/maiscoltura/ praticoltura, alimentazione animale, economia e bilancio aziendale, costruzioni zootecniche, gestione reflui, ovicaprini	1.540 contatti in 324 aziende, di cui 660 per il Piano mastite e 477 per la Qualità latte
<i>Piano mastite bovini</i>	
Aziende coinvolte	145 aziende, 10 malghe
Campioni di latte per analisi microbiologica	9.429
<i>Consulenza specialistica per piccoli ruminanti</i>	
Aziende coinvolte	17
Diagnosi ecografica di gravidanza	823
Interventi di fecondazione artificiale	105
Campioni di latte per analisi microbiologica	165
Redazione dei Piani di Utilizzazione Agronomica degli effluenti	4

CONSULENZA ENOLOGICA PICCOLE E MEDIE AZIENDE

Resp. Tomas Roman - tomas.roman@fmach.it

Pacchetto consulenza enologiche piccole e medie aziende trentine	75
Valutazioni sensoriali e/o analitiche	3.365

LE AZIENDE CLIENTI 2023

Nel 2023 il CTT ha fornito prestazioni professionali e strumentali per 1.064 aziende (enti pubblici, e imprese private) in Italia e all'estero.

Figura 6

Distribuzione della provenienza delle aziende clienti in Italia e all'estero (totale 1.065)

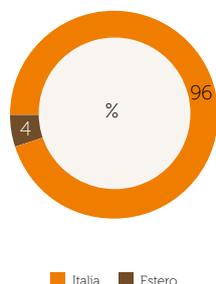
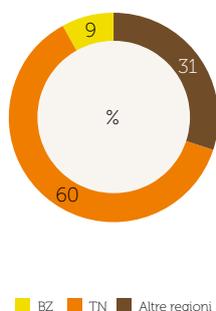


Figura 7

Distribuzione della provenienza delle aziende clienti in Italia (totale 1.020)



RICONOSCIMENTI

Struttura	Tipologia	Riferimento
<p>Laboratorio chimico e microbiologico (Unità Chimica vitienologica e agroalimentare e Unità Trasformazione e Conservazione)</p> <p>Laboratorio diagnosi fitopatologica (Unità Protezione delle piante agroforestali e apicoltura)</p>	Accreditamento ACCREDIA (Ente Italiano di Accreditamento) numero 0193, attualmente per 67 prove, corrispondenti a circa 300 parametri analitici	Norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025
<p>Laboratorio chimico e microbiologico (Unità Chimica vitienologica e agroalimentare e Unità Trasformazione e Conservazione)</p>	Autorizzazione Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali al rilascio dei certificati di analisi nel settore vitivinicolo	DM 17 ottobre 2022
<p>Laboratorio chimico (Unità Chimica vitienologica e agroalimentare)</p>	Designazione dei Laboratori di prova per analisi di controllo in agricoltura biologica	DM 2592 del 12 marzo 2014
<p>Laboratorio chimico e microbiologico (Unità Chimica vitienologica e agroalimentare e Unità Trasformazione e Conservazione)</p>	Inserimento nell'albo del MiUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca) dei laboratori esterni pubblici e privati altamente qualificati per attività di "Ricerca e sviluppo sperimentale nel campo della chimica, della biologia, delle scienze naturali e dell'ingegneria"	DM 30 dicembre 2008
<p>Laboratorio chimico e microbiologico (Unità Chimica vitienologica e agroalimentare e Unità Trasformazione e Conservazione)</p>	Iscrizione negli elenchi provinciali dei "Laboratori di analisi non annessi alle industrie alimentari ai fini dell'autocontrollo"	DPP 23 febbraio 2005, n. 1-31/Leg art. 1
<p>Centro di Saggio (Unità Centro di Saggio)</p>	Riconoscimento del Ministero per le Politiche Agricole Alimentari e Forestali di conformità alle buone pratiche di campo	DM 6 giugno 2000, Prot. n. 33038
<p>Laboratorio diagnosi fitopatologica (Unità Protezione delle piante agroforestali e apicoltura)</p>	Laboratorio pubblico autorizzato dal Mipaaf per le finalità di cui al DM 02 luglio 1991, N 290	DM 10 ottobre 1996 DM 13 dicembre 2011
<p>Laboratorio diagnosi fitopatologica (Unità Protezione delle piante agroforestali e apicoltura)</p>	Riconoscimento per l'esecuzione delle diagnosi ufficiali degli organismi nocivi contemplati dalle normative di competenza dell'Ufficio fitosanitario provinciale	Delibera GP n. 696 del 9 maggio 2014
<p>Laboratorio diagnosi fitopatologica (Unità Protezione delle piante agroforestali e apicoltura)</p>	Riconoscimento come Laboratorio ufficiale che opera in nome e per conto delle autorità competenti regionali e nazionali	Regolamento UE 2017/625
<p>Centro di conservazione e di premoltiplicazione per le pomoidee (Unità Viticoltura e Olivicoltura, Unità Protezione delle piante agroforestali e apicoltura, Azienda agricola)</p>	Riconoscimento ufficiale del Ministero per le Politiche Agricole Alimentari e Forestali	DM 24 luglio 2003 DM 23 ottobre 1987
<p>Centro ittico (Unità acquacoltura e idrobiologia)</p>	Autorizzazione alla sperimentazione animale di cui al D. Lgs 116/92	DM 120/2008-A del 3 settembre 2008

Articoli pubblicati su riviste scientifiche con fattore d'impatto

Andersen J., Bosetti M., Mancini A., Solovjev P., Nardin T., Bontempo L., Larcher R., Franciosi E. (2023).

Improvement of Caciotta-like cheese nutritional value by means of enrichment with blackcurrant (*Ribes nigrum*) and Cornelian cherry (*Cornus mas*).

Frontiers in Nutrition, 9: 1023490.

Introduction: In this study, we supplemented models of Caciotta-like cheese with blackcurrant (*Ribes nigrum*) and Cornelian cherry (*Cornus mas*), as they have a high content of polyphenols, known as phytochemicals associated with health benefits. We evaluated the microbial composition, organoleptic aspects, total phenolic content, and chemical composition of model cheeses enriched with blackcurrant and Cornelian cherry. Methods: Two different suppliers have been tested: a conventional and an organic one. Two different conditions of preparation (freeze-dried and not freeze-dried) were tested in two different amounts (0.3 and 0.6% dry weight w/v milk volume). Polyphenols were determined using Folin-Ciocalteu reaction and spectrometry; microbial community was determined with selective 24 media and plate counts; composition was determined using nuclear magnetic resonance spectrometry. Organoleptic tests with an untrained panel have been performed. Results: The enrichments with blackcurrant and Cornelian cherry increased the total polyphenol content in model cheeses, in particular, when blackcurrant and Cornelian cherry were from conventional farming. Blackcurrant-enriched cheeses showed higher counts of lactic acid bacteria, higher levels of organic acids, amino acids, gamma-aminobutyric acid, histamine, and lower amount of monosaccharides deriving from bacterial lactose fermentation in cheese, suggesting a positive effect of blackcurrant compounds on the growth and activity of lactic acid bacteria. The enrichments did not affect the acceptance of the cheese, neither by blackcurrant nor by Cornelian cherry incorporation, with the exception of the appearance. Discussion: Overall, we showed that cheeses enriched with blackcurrant or Cornelian cherry from conventional farming increased the bioactive potential of the dairy product without having an adverse effect on the microbial community, physicochemical properties, or organoleptic properties.

Bona D., Bertoldi D., Borgonovo G., Mazzini S., Ravasi S., Silvestri S., Zaccone C., Giannetta B., Tambone F. (2023).

Evaluating the potential of hydrochar as a soil amendment.

Waste Management, 159: 75-83.

In this study, hydrochar (HC), a carbon-rich product originated from hydrothermal conversion treatment (HTC), was obtained from wastes of the wine and dairy industries. The effect of mixing secondary char and compost was tested, before and after the aerobic mixing of compost (COM) and HC at increasing doses (from 15 to 75 Mg ha⁻¹ DM), in an effort to lower the HC phytotoxicity due to potential phytotoxic compounds of secondary char. The results indicated that, after the aerobic stabilization, the mix HC/COM was able to double the plant growth in comparison to COM alone. The presence of easily degradable organic compounds probably led to poor stability of HC, increased microbial activity and, consequently, root anoxia when used at high doses. Chemical, spectroscopic and thermal investigation confirmed this hypothesis. In particular, HC shows a high content of dissolved organic matter, characterized by the presence of small molecules, which is negatively correlated with the growth index of lettuce. Furthermore, thermal characterization suggests a higher proportion of less complex and thermally stable molecular compounds in HC in comparison to COM. Therefore, co-composting of HC allows obtaining a useful amendment to support soil organic matter and fertility.

Bontempo L., Perini M., Pianezze S., Horacek M., Roßmann A., Kelly S.D., Thomas F., Heinrich K., Schlicht C., Schellenberg A., Hoogewerff J., Heiss G., Wimmer B., Camin F. (2023).

Characterization of beef coming from different European countries through stable isotope (H, C, N, and S) ratio analysis.

Molecules, 28 (6): 2856.

The need to guarantee the geographical origin of food samples has become imperative in recent years due to the increasing amount of food fraud. Stable isotope ratio analysis permits the characterization and origin control of foodstuffs, thanks to its capability to discriminate between products having different geographical origins and derived from different production systems. The Framework 6 EU-project "TRACE" generated hydrogen (²H/¹H), carbon (¹³C/¹²C), nitrogen (¹⁵N/¹⁴N), and sulphur (³⁴S/³²S) isotope ratio data from 227 authentic beef samples. These samples were collected from a total of 13 sites in eight countries. The stable isotope analysis was completed by combining IRMS with a thermal conversion elemental analyzer (TC/EA) for the analysis of δ(²H) and an elemental analyzer (EA) for the determination of δ(¹³C), δ(¹⁵N), and δ(³⁴S). The results show the potential of this technique to detect clustering of samples due to specific environmental conditions in the areas where the beef cattle were reared. Stable isotope measurements highlighted statistical differences between coastal and inland regions, production sites at different latitudes, regions with different geology, and different farming systems related to the diet the animals were consuming (primarily C3- or C4-based or a mixed one).

The aim of this work was to evaluate the characteristics of nine kaki vinegars produced using different yeasts and bacteria traditionally involved in wine production, and to evaluate their acidity, density, total phenolic content, and antioxidant activity. Furthermore, the study characterized the volatile fingerprinting by headspace-gas chromatography-ion mobility spectrometry (HS-GC-IMS) and by two-dimensional gas chromatography coupled to mass spectrometry (GCxGC-TOF-MS). Finally, individual carotenoids were characterized using high performance liquid chromatography (HPLC). More than a thousand distinguishing molecules were found. It was discovered that vinegars fermented with *S. cerevisiae* produced a larger number of volatile chemicals. Among the three vinegars produced with this strain, the one fermented with *Acetobacter_vino* seemed to have a more elaborate flavour profile than all the other samples. The vinegar produced utilizing the mixture of *T. delbruekii* and *Acetobacter* was the only kind to have a high concentration of carotenoids.

.....
Rationale. The Polar Organic Chemical Integrative Sampler (POCIS) is a passive sampler composed of a receiving phase, Oasis HLB, enclosed between two polyethersulfone (PES) membranes. It is used for monitoring organic compounds in surface water and in groundwater. The measurement of pesticide concentrations by passive samplers in streams still represents an open challenge, which limits the samplers' use in environmental monitoring of the quality status of water bodies in accordance with the EU Water Framework Directive. Methodology. We addressed these limitations by calibrating a POCIS with concentration measurements performed on samples collected by means of an automatic sampler from the same section of a small alpine river where a passive sampler was deployed. In the majority of published studies, the analytes were extracted only from the receiving phase, but recent works show that some compounds were also adsorbed by the PES membrane, suggesting the importance of extracting the analytes from both the phase and the membrane. Results. The POCIS was calibrated for 31 compounds, by a comparison between the total amount of pesticides adsorbed by POCIS (Ms) and the timeweighted average concentration (TWAc) obtained from several grab samples, and by estimation of the sampling rate (Rs), which allows linking the Ms with the TWAc over time. The data showed an increasing Rs trend with hydrophobicity for the most hydrophobic and hydrophilic compounds, while compounds with $1.5 \leq \log Kow \leq 3.5$ assumed a value of Rs independent of log Kow. The contribution of PES membranes allows expansion of the calibration of Rs to the most hydrophobic compounds and allows monitoring of pesticides that would hardly have been detected if they were extracted only from the Oasis HLB phase, such as fluazinam. Discussion. The calibration was then verified on the same stream and the model extended to a different sampling site; in both cases, the calibration allowed estimation of a value of TWAc that fits with the reality within a factor of 5, and in the majority of cases within a factor of 2. If this level of accuracy is accepted, the Rs reported here can be used to estimate TWAc from sampling with POCIS.

.....
Vineyards are economically valuable agroecosystems that have spread to all continents. As such, sustainable management of their pests is an important goal. Mealybugs are serious pests of vines with *Planococcus ficus* (VMB) being the most problematic worldwide. Mealybugs are attended by different ant species, whose trophobiotic relationship is often considered damaging since some ant species may offer effective protection from natural enemies in exchange for honeydew. We tested whether this trophobiosis can be used as a VMB monitoring tool, developing a protocol to evaluate infestation on the plants based on ant behaviour (Ant method). We compared this new protocol with the conventional one, consisting in visual counting of VMBs on infested leaves (Leaf method). Our results demonstrated that the Ant method yielded significant advantages over the Leaf method by: (i) allowing to detect VMB infestation on individual plants much earlier; and (ii) allowing to keep track of VMB presence after pest treatments. The Ant method is proposed as a valid complementary tool for integrated pest management in vineyards and its successful achievement encourage searching for further agricultural contexts in which ants may be reevaluated as a monitoring tool.

.....
This study reports the results of a survey disseminated to Italian winegrowers and wine makers to understand their attitude toward the main climate risk factors on grape and wine productions and their willingness to proactively act in facing the related consequences. A general noticeable concern about the future effects of climate change and variability emerged, even with some differences between stakeholders operating in different geographic and climatic areas. Current signals of adaptation mostly emerged at technological level, but they also included the varietal choice, with evidence to a switch from traditional varieties to others showing better pest and drought tolerance. In addition, some climate-smart cultural practices are considered ranging from water-saving irrigation methods to sustainable energy management.

.....
Chitosan is a natural polysaccharide which has been authorized for oenological practices for the treatment of musts and wines. This authorization is limited to chitosan of fungal origin while that of crustacean origin is prohibited. To guarantee its origin, a method based on the measurement of the stable isotope ratios (SIR) of carbon $\delta^{13}C$, nitrogen $\delta^{15}N$, oxygen $\delta^{18}O$ and hydrogen δ^2H of chitosan has been recently proposed without indicating the threshold authenticity limits of these parameters which, for the first time, were estimated in this paper. In addition, on part of the samples analysed through SIR, Fourier transform infrared spectrometry (FTIR) and thermogravimetric analysis (TGA)

Bordiga M., Guzzon R., Manfredi M., Barberis E., Grasso S., Benítez-González A.M., Meléndez Martínez A.J., Travaglia F., Arlorio M., Coisson J.D. (2023).

Characterisation of *Diospyros kaki* (persimmon) vinegars produced with different microorganisms.

Food Bioscience, 55: 102987.

Casari A., Tonidandel L., Zolezzi G., Bellin A., Negri P., Barbero A., Larcher R. (2023).

Validation of a calibration model able to estimate the concentration of pesticides in an alpine stream through passive sampling (POCIS) monitoring.

Environmental Chemistry, 20 (5): 197-211.

Castracani C., Giannetti D., Spotti F.A., Schifani E., Ghizzoni M., Delaiti M., Penner F., Leonardi S., Mori A., Ioriatti C., Grasso D.A. (2023).

Ants as mealybug detectors: a novel tool for monitoring *Planococcus ficus* infestation based on ant behaviour.

Agricultural and Forest Entomology, 25 (2): 237-250.

Chieco C., Morrone L., Magli M., Gelmetti A., Pedò S., Roman Villegas T., Stefanini M., Rossi F., Battistel G.A., Eccel E. (2023).

Italian winegrowers' and wine makers' attitudes toward climate hazards and their strategy of adaptation to the change.

Italian Journal of Agrometeorology (1): 47-65.

Claverie E., Perini M., Onderwater R.C.A., Pianezze S., Larcher R., Roosa S., Yada B., Wattiez R. (2023).

Multiple technology approach based on stable isotope ratio analysis, Fourier transform infrared spectrometry and thermogravimetric analysis to ensure the fungal origin of the chitosan.

Molecules, 28 (11): 4324.

were performed as simple and rapid discrimination methods due to limited technological resources. Samples having $\delta^{13}\text{C}$ values above -14.2‰ and below -125.1‰ can be considered as authentic fungal chitosan without needing to analyse other parameters. If the $\delta^{13}\text{C}$ value falls between -25.1‰ and -24.9‰ , it is necessary to proceed further with the evaluation of the parameter $\delta^{15}\text{N}$, which must be above $+2.7\text{‰}$. Samples having $\delta^{18}\text{O}$ values lower than $+25.3\text{‰}$ can be considered as authentic fungal chitosan. The combination of maximum degradation temperatures (obtained using TGA) and peak areas of Amide I and $\text{NH}_2/\text{Amide II}$ (obtained using FTIR) also allows the discrimination between the two origins of the polysaccharide. Hierarchical cluster analysis (HCA) and principal component analysis (PCA) based on TGA, FTIR and SIR data successfully distributed the tested samples into informative clusters. Therefore, we present the technologies described as part of a robust analytical strategy for the correct identification of chitosan samples from crustaceans or fungi.

Dalmaso G., Ioriatti C., Gualandri V., Zapponi L., Mazzoni V., Mori N., Baldessari M. (2023).

***Orientus ishidae* (Hemiptera: Cicadellidae): biology, direct damage and preliminary studies on apple proliferation infection in apple orchard.**

Insects, 14 (3): 246.

The mosaic leafhopper, *Orientus ishidae* (Matsumura), is an Asian species widespread in Europe that can cause leaf damage in wild trees and transmit disease phytoplasmas to grapevines. Following an *O. ishidae* outbreak reported in 2019 in an apple orchard in northern Italy, the biology and damage caused by this species to apples were investigated during 2020 and 2021. Our studies included observations on the *O. ishidae* life cycle, leaf symptoms associated to its trophic activity, and its capability to acquire "*Candidatus Phytoplasma mali*", a causal agent of Apple Proliferation (AP). The results indicate that *O. ishidae* can complete the life cycle on apple trees. Nymphs emerged between May and June, and adults were present from early July to late October, with the peak of flight between July and early August. Semi-field observations allowed for an accurate description of leaf symptoms that appeared as a distinct yellowing after a one-day exposure. In field experiments, 23% of the leaves were found damaged. In addition, 16-18% of the collected leafhoppers were found carrying AP phytoplasma. We conclude that *O. ishidae* has the potential to be a new apple tree pest. However, further studies are required to better understand the economic impact of the infestations.

Dalponte M., Cetto R., Marinelli D., Andreatta D., Salvadori C., Pirotti F., Frizzera L., Gianelle D. (2023).

Spectral separability of bark beetle infestation stages: a single-tree time-series analysis using Planet imagery.

Ecological Indicators, 153: 110349.

Bark beetles cause severe damage to European forests leading to impacts on many sectors, from the environmental to the economical. Timely mapping of the different stages of an attack is very important. Remote sensing has been widely used to map bark beetle damage using both airborne and satellite data. Newly available satellite multispectral data with a daily revisit time and high spatial resolution has the potential to monitor an attack in all its phases. This study explores the spectral separability of bark beetle infestation stages using the Planet imagery at individual tree level. Multi-temporal spectral analysis of 78 trees in different stages of a spruce bark beetle attack was carried out. Bands and vegetation indexes derived from 42 multispectral images were compared to eleven field surveys over a time span of approximately four months. The spectral separability analysis was done considering three criteria exploring: 1) the significance of the differences, 2) the magnitude of the differences and 3) the separability in a supervised classification context. The field surveys reported different effects depending on the season of the bark beetle attack - spring vs. summer. Spectral bands and indexes extracted from trees in the healthy and red-stage were significantly different. Trees in the green-attack stage at the end of the summer showed a statistically significant difference from healthy trees. The separability measured with a supervised classifier showed that it is possible to separate healthy, green-attack and red-stage trees with high accuracy values (kappa accuracy above 0.9).

Dekker S., Nardin T., Fedrizzi B., van Leeuwen K.A., Larcher R. (2023).

Monitoring hydrogen sulfide de-novo formation from polysulfides present in wine using ion chromatography and ultra high-pressure liquid chromatography combined with fraction collection and high-resolution mass spectrometry.

Journal of Chromatography A, 1690: 463805.

The study of polysulfides has been a recent topic of interest for wine research due to the possibility of these compounds to release hydrogen sulfide (H_2S) during storage. However, studying these compounds has been challenging for several reasons. Polysulfides are low in concentration in natural samples, they are chemically unstable and pure standards of the single compounds (RSnR with $n > 2$) are not commercially available. In the present study, a method was developed in order to collect a single polysulfide and study its degradation and the consequent formation of H_2S . For this approach, ultra-high pressure liquid chromatography was used with an integrated fraction collector and subsequently coupled to high resolution mass spectrometry. After fractionation, the degradation of the di-cysteinyl pentasulfide (CS5C) was induced by exposure to 30°C and the H_2S formation was measured in parallel using ion-exchange chromatography. This method showed the evolutions of different polysulfides and the H_2S release originating from the target compound, an observation that to the best of our knowledge has never been made before. The method in the present study demonstrated promising applications for polysulfide studies and brought us a step closer to the understanding of the chemistry of polysulfides in wine.

Delaiti S., Nardin T., Roman T., Pedo S., Zanzotti R., Larcher R. (2023).

Atypical ageing defect in Pinot Blanc wines: a comparison between organic and conventional production management systems.

Journal of the Science of Food and Agriculture, 103 (1): 437-449.

Atypical ageing (ATA) is an aroma defect that occurs in white wines and entails a loss of varietal aromas as well as scents of wet mop, shoe polish and dish rag. 2-Aminoacetophenone (2AAP) - a degradation product of indole-3-acetic acid (IAA) - has been described as the main odour-active compound and chemical marker responsible for this off-flavour. A stress reaction in the vineyard triggered by climatic, pedological and viticultural factors can ultimately cause ATA development in wines and remarkably affect wine quality. The aim of this research was to investigate the influence of three grapevine management systems on the occurrence of ATA. The experiments were carried out on

Pinot Blanc grape samples from vines cultivated using one conventional and two organic approaches. The management systems mainly differed for the fertilisation regime and the weed control.

.....
Background: Classical biological control has been identified as the most promising approach to limit the impact of the invasive pest species *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae). This study investigated the parasitism rate at sites where the biocontrol agent *Trissolcus japonicus* (Hymenoptera: Scelionidae) was released and where its unintentional introduction took place, in the Trentino-South Tyrol region. The effect of land-use composition was studied to understand which factors favor the establishment of hosts and parasitoids, including native and exotic species. Results: The released *T. japonicus* were detected a year after the start of the program, with a significant parasitoid impact and discovery, compared to control sites. *Trissolcus japonicus* was the most abundant *H. halys* parasitoid, and *Trissolcus mitsukurii* and *Anastatus bifasciatus* were recorded also. The efficacy of *T. mitsukurii* was lower in sites where *T. japonicus* was successfully established, suggesting a possible competitive interaction. Parasitism level by *T. japonicus* at the release sites was 12.5% in 2020 and 16.4% in 2021. The combined effect of predation and parasitization increased *H. halys* mortality up to 50% at the release sites. Landscape composition analysis showed that both *H. halys* and *T. japonicus* were more likely to be found at sites with lower altitude and with permanent crops, whereas other hosts and parasitoids preferred different conditions. Conclusion: *Trissolcus japonicus* showed a promising impact on *H. halys*, at release and adventive sites, with minor nontarget effects, mediated by landscape heterogeneity. The prevalence of *T. japonicus* in landscapes with permanent crops could support IPM in the future. © 2023 The Authors. Pest Management Science published by John Wiley & Sons Ltd on behalf of Society of Chemical Industry.

.....
Transpiration per unit of leaf area is the end-product of the root-to-leaf water transport within the plant, and it is regulated by a series of morpho-physiological resistances and hierarchical signals. The rate of water transpired sustains a series of processes such as nutrient absorption and leaf evaporative cooling, with stomata being the end-valves that maintain the optimal water loss under specific degrees of evaporative demand and soil moisture conditions. Previous work provided evidence of a partial modulation of water flux following nitrogen availability linking high nitrate availability with tight stomatal control of transpiration in several species. In this work, we tested the hypothesis that stomatal control of transpiration, among others signals, is partially modulated by soil nitrate (NO₃⁻) availability in grapevine, with reduced NO₃⁻ availability (alkaline soil pH, reduced fertilization, and distancing NO₃⁻ source) associated with decreased water-use efficiency and higher transpiration. We observed a general trend when NO₃⁻ was limiting with plants increasing either stomatal conductance or root-shoot ratio in four independent experiments with strong associations between leaf water status, stomatal behavior, root aquaporins expression, and xylem sap pH. Carbon and oxygen isotopic signatures confirm the proximal measurements, suggesting the robustness of the signal that persists over weeks and under different gradients of NO₃⁻ availability and leaf nitrogen content. Nighttime stomatal conductance was unaffected by NO₃⁻ manipulation treatments, while application of high vapor pressure deficit conditions nullifies the differences between treatments. Genotypic variation for transpiration increase under limited NO₃⁻ availability was observed between rootstocks indicating that breeding (e.g., for high soil pH tolerance) unintentionally selected for enhanced mass flow nutrient acquisition under restrictive or nutrient-buffered conditions. We provide evidence of a series of specific traits modulated by NO₃⁻ availability and suggest that NO₃⁻ fertilization is a potential candidate for optimizing grapevine water-use efficiency and root exploration under the climate-change scenario.

.....
Current management strategy of the invasive fruit fly *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) exploits different tools but relies mainly on chemical control. In the invaded areas, the local natural enemy community mostly consists of generalist pupal parasitoids unable to control the pest efficiently. Conversely, in the pest native area, there are more specialized sympatric larval parasitoids attacking *D. suzukii*. Following foreign explorations and quarantine risk assessments, the larval endoparasitoid *Ganaspis brasiliensis* (Ihering) (Hymenoptera: Figitidae) was selected as the best candidate for classical biological control programs. In 2021, the first ever propagative biocontrol program using a Japanese G1 lineage of *G. brasiliensis* started in Italy. Here we report the results of the first year of releases in the province of Trento (Northeast Italy), wherein *G. brasiliensis* was released in 12 locations. Pre- and post-release samplings on fresh and fallen fruits were performed around the release points to assess the recapture rate, the impact of the exotic parasitoid on *D. suzukii* and its potential interactions with local non-target species. After releases, *G. brasiliensis* was recovered at 50% of the locations. The exotic parasitoid only emerged from *D. suzukii*, mostly from fresh fruit still on the plant. Post-overwintering monitoring revealed the presence of a four *G. brasiliensis* individuals at two release locations.

.....
The genus *Parembia* Davis 1939, composed of few species and widespread in the Indian subcontinent, in the Middle East, in the Arabian Peninsula and in Somalia, is reported here from Cyprus and Europe for the first time. The report is based on a male specimen of *Parembia persica* (McLachlan 1877) kept in the Paolo Fontana collection at the Rovereto Civic Museum Foundation. From the citizen science project iNaturalist.org it is clear that in Cyprus almost certainly additional species of

Falagiarda M., Carnio V., Chiesa S.G., Pignalosa A., Anfora G., Angeli G., Ioriatti C., Mazzoni V., Schmidt S., Zapponi L. (2023).

Factors influencing short-term parasitoid establishment and efficacy for the biological control of *Halyomorpha halys* with the samurai wasp *Trissolcus japonicus*.

Pest Management Science, 79 (7): 2397-2414.

Faralli M., Bianchedi P.L., Moser C., Bontempo L., Bertamini M. (2023).

Nitrogen control of transpiration in grapevine.

Physiologia Plantarum, 175 (2): e13906.

Fellin L., Grassi A., Puppato S., Saggi A., Anfora G., Ioriatti C., Rossi Stacconi M.V. (2023).

First report on classical biological control releases of the larval parasitoid *Ganaspis brasiliensis* against *Drosophila suzukii* in northern Italy.

Biocontrol, 68: 1-12.

Fontana P., Bardiani M. (2023).

First report of *Parembia persica* (McLachlan 1877) from Cyprus and Europe (Insecta, Embioptera, Embiidae).

Bulletin of Insectology, 76 (2): 259-263.

Fontana P, Massa B. (2023).

Remarks on the misunderstood use of the term biodiversity.

International Journal of Zoology and Animal Biology, 6 (6): 1-7: 000537.

Francesca N., Pirrone A., Gugino I., Prestianni R., Naselli V., Settanni L., Todaro A., Guzzon R., Maggio A., Porrello A., Bruno M., Farina V., Passafiume R., Alfonzo A., Moschetti G., Gaglio R. (2023).

A novel microbiological approach to impact the aromatic composition of sour loquat beer.

Food Bioscience, 55: 103011.

Gallo A., Guzzon R., Ongaro M., Paolini M., Nardin T., Malacarne M., Roman Villegas T., Larcher R. (2023).

Biological acidification of "Vino Santo di Gambellara" by mixed fermentation of *L. thermotolerans* and *S. cerevisiae*: role of nitrogen in the evolution of fermentation and aroma profile.

Oeno One, 57 (3): 205-217.

Gallo A., Larcher R., Cappello N., Paolini M., Moser S., Carrau F., Schneider R., Nardin T., Roman T. (2023).

Insights into the grape must composition effect on *Hanseniaspora vineae* performance and metabolic aroma compounds in Chardonnay base wine for sparkling wine production.

Journal of food composition and analysis, 123: 105514.

Embioptera are present. However, the photographs, which accompany the records, do not allow identification at genus or species level. The record of *P. persica* based on collection material and those from iNaturalist.org suggest the need to make targeted collections on the island.

.....
The term diversity is intended to denote species richness understood as the number of species and individuals; it was explicitly discussed at length by Hutchinson in 1959 and by many other scientists in the following decades. The term biodiversity, certainly derived from diversity, was born in the 1980s. The difference between the two terms is substantial, diversity is a part of the whole, as biodiversity is understood as diversity of organisms at the level of species, individuals, genes, interactions and ecological processes among them and at the level of ecosystems. Thus, it is correct to write 'plant diversity' or 'animal diversity', but not 'plant biodiversity' or 'animal biodiversity'. Biodiversity is unique, it includes all living things, it is equal to a fundamental law of life, the maintenance of adequate levels of biodiversity is a necessity for the very life of our Planet. An illustration of biodiversity seen in the form of mosaic tesserae is tentatively presented.

.....
The growing interest in novel beer development determined the exploitation of unconventional yeasts isolated from novel ecological niches to generate unexplored sensory profiles. In recent years, there is an increasing interest in generating beers brewed with the addition of fruits. For the first time, *Lachancea thermotolerans* MNF105 and *Saccharomyces cerevisiae* MN113 isolated from manna, were tested as starter cultures to process loquat beer to improve the sensory profile. Innovatively, the yeast species *L. thermotolerans* was investigated for the production of sour fruit beer. Sour fruit beers produced with *L. thermotolerans* MNF105 were more balanced than the respective control, especially in terms of perceived acidity during sensory analysis. This could be due to the lower lactic acid production (0.49 g/L) compared to the respective control (1.74 g/L). The overall organoleptic investigation showed a preference for *S. cerevisiae* MN113 (TF1) isolated from manna. Experimental trials conducted with the selected strains demonstrated the absence of off-odour and off-flavour and improved aroma perception. Aldehydes and alcohols were the most abundant compounds emitted from the beers. *S. cerevisiae* MN113 and *L. thermotolerans* MNF105, manna related yeasts, showed great technological properties, representing promising starters for the production of fruit beer and sour fruit beer.

.....
In this work, *Lachancea thermotolerans* was exploited as a biological acidifier of Vino Santo di Gambellara, a traditional Italian wine made from long-dried grapes. The drying of grapes before winemaking is a traditional technique widely applied in Italy in the production of sweet wines, but in recent years, global warming reduces dramatically the acidity of grapes, causing microbial instability during drying and winemaking. The ability of *L. thermotolerans* to convert sugars in lactic acid was already applied in the acidification of red wines, but the peculiar features of dried grape (e.g., osmotic stress, lack of nutrients, presence of mould-derived toxic compounds during drying) impose specific tests. *L. thermotolerans* was employed in sequential fermentation in combination with a strain of *Saccharomyces cerevisiae*. Considering the lack of information about the nutritional requirement of the non-*Saccharomyces* yeast, three protocols of nitrogen supplementation (mineral, organic and organic at high dosage) were tested. Alcoholic fermentation experiments were followed by plate counts onto differential media to discriminate between the two yeast species and by chemical analysis. Moreover, a GC-MS-MS approach carried out a complete characterisation of the volatile profile of wines. Results evidenced a long permanence of *L. thermotolerans* during alcoholic fermentation, which remained over the 7 log units until the 14th day of fermentation. The nitrogen supplementation protocol influenced cell growth and fermentative activity. Inorganic nitrogen supplementations allowed the accomplishment of alcoholic fermentation and the maintenance of pH below 3.35, with respect to the control wine (made only by *S. cerevisiae*), which was over pH 3.50. *L. thermotolerans* also influenced the wine's volatile aroma profile. Statistical differences were found in the main families of the yeast-derived aroma: acetate, esters, lactates, fatty acids and C6 compounds.

.....
This study compares the performance of *Hanseniaspora vineae* (Hv) under mixed culture fermentation with *Saccharomyces cerevisiae*, with a conventional control (Sc) for the production of base wine. Hv exhibited fermentation kinetics comparable to controls when its nutritional requirements were satisfied. Volatile acidity in Hv from one batch was significantly lower (-0.3 g/L) compared to the controls, while in the other two batches the levels were equal. Interestingly, Hv trials showed a significant degradation of malic acid (-0.9 g/L on average) without variations of pH. Even though the matrix influenced the volatile composition, the characteristic features of *H. vineae* remained intact, with 24-fold higher levels of 2-phenylethyl acetate. There was no higher production of 2-aminoacetophenone, albeit tryptophan (known as a 2-aminoacetophenone precursor) is a preferred amino acid for *H. vineae*. Results suggest the potential of *H. vineae* to produce base wine with a broad spectrum of aroma compounds that increase flavor complexity, if obtained from nutrient-balanced grape musts.

Bacteria have a fundamental role in determining the fitness of grapevine, the composition of grapes and the features of wines but at present, little information is available. In this work, the bacteria colonizing the different portions of grapevine (bark, leaves and grapes) were explored in the vineyards of the Alpine region of Trentino, considering the impact of different environmental and agronomical variables. The vineyards included in the work were selected based on their different geographical positions (altitude) and grapevine training systems in order to explore the whole variability of the grapevine ecosystem. Moreover, the surface amount of copper was measured on grapes and leaves during the vegetative growth. Bacterial analysis, performed using plate counts and Illumina MiSeq, revealed an increase in the concentration of grape bacteria proportional to the progress of the ripening stage. Conversely, the peak of bacterial concentration onto leaf and bark samples occurred in August, probably due to the more favourable environmental conditions. In bark samples, the bacterial microbiota reached the 7 log CFU/cm², while 6 log UFC/g were measured in grape samples. A remarkable biodiversity was observed, with 13 phyla, 35 classes, 55 orders, 78 families and 95 genera of bacteria present. The presence of some taxa (Alphaproteobacteria, Desulfovibrionaceae, Clostridiales, Oscillospira, Lachnospiraceae and Bacteroidales) was ubiquitous in all vineyards, but differences in terms of relative abundance were observed according to the vegetative stage, altitude of the vineyard and training system. Bacteria having oenological implication (*Lactobacillus*, *Pediococcus* and *Oenococcus*) were detected in grape samples collected in August, in low abundance. The data revealed a complex bacterial ecosystem inside the vineyard that, while maintaining common traits, evolves according to environmental and agronomical inputs. This study contributes to define the role of bacteria in the complex balance established in each vineyard between human actions and agricultural environment, known as terroir.

The determination of authenticity and provenance is one of the main issues in high-value natural products such as lavender (*L. angustifolia*) essential oil. Due to their high value, natural products are often totally or partially substituted with cheaper alternatives. Therefore, it is necessary to accurately characterize the composition of lavender essential oil and its related species, particularly lavandin (*L. intermedia*) essential oil, which is frequently used as an adulterant. In this study, we analyzed the most distinctive volatile organic compounds (VOCs) and their relative compound-specific stable carbon and hydrogen ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^2\text{H}$) isotope ratios in lavender, lavandin, and commercial lavender essential oil samples using fast GC-MS/MS and GC-IRMS methods and sparse Partial Least Square Discriminant Analysis (sPLS-DA) to classify and verify their botanical origin. For the first time, concentration ranges for 79 VOCs and the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^2\text{H}$ values in 32 VOCs were used to characterize lavender essential oils. sPLS-DA models with either VOCs, $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^2\text{H}$, or in combination successfully classify lavender and lavandin with 100% accuracy. VOCs such as camphor, borneol, eucalyptol, α -bisabolol, and α -pinene were found to be the most important variables for differentiating lavender oil from lavandin. Similarly, $\delta^{13}\text{C}$ in camphor, eucalyptol, trans- β -ocimene and 3-octanone, and $\delta^2\text{H}$ in α -terpineol and trans- β -ocimene and 3-octanone also differentiated lavender and lavandin oil. In addition, we demonstrated that compound-specific $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^2\text{H}$ detected the adulteration of natural lavender or lavandin oil if more than 15% of linalool, linalyl acetate, eucalyptol, and α -terpineol were of synthetic origin. These preliminary results with sPLS-DA models suggest that VOCs and compound-specific $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^2\text{H}$ can be a promising tool for the botanical classification of lavender essential oil and the detection of possible adulteration with synthetic compounds.

A combination of Gas Chromatography-tandem Mass Spectrometry (GC-MS/MS) and Gas Chromatography-Isotope Ratio Mass Spectrometry (GC-IRMS) methods is a powerful tool to control false declaration of various food matrices including lavender essential oil. However, the methods need to be validated to demonstrate data reliability. In the present study, we developed a GC-MS/MS method for determining volatile organic compounds in lavender essential oil. For this, a single chromatographic run was optimized to separate thirty-eight pure reference standards in <17 min using a suitable capillary column, a faster injection system, temperature ramp gradient, and acquiring mass spectra through dynamic monitoring reaction and full scan mode. The GC-MS/MS method was validated according to the "Harmonised guidelines of IUPAC" considering parameters such as linearity range, limit of detection, limit of quantification, regression coefficient, repeatability and reproducibility. The validation parameters suggested that the method was sufficiently sensitive, precise and accurate for the determination of VOCs. Moreover, we developed a GC-IRMS method to characterize the isotope ratios of carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and hydrogen ($\delta^2\text{H}$) of a large selection of the VOCs present in the lavender oil. For this, different matrices of various essential oil compounds of known $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^2\text{H}$ values (obtained from bulk isotope ratio analysis) were analysed in the GC-IRMS. Similarly to the GC-MS/MS method, the GC-IRMS method was validated according to the recommendation by the Forensic Isotope Ratio Mass Spectrometry Network (FIRMS). In particular, the linearity test suggested that concentrations of at least 25 mg L⁻¹ and 200 mg L⁻¹ were required to produce reliable $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^2\text{H}$ values, respectively. Both $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^2\text{H}$ values were satisfactorily repeatable, reproducible and accurate. As expected, precision and accuracy of the $\delta^2\text{H}$ were lower than those of the $\delta^{13}\text{C}$. Finally, the practical applicability of the methods was confirmed by the analysis of 3 lavender and 3 lavandin essential oil samples. We quantified the concentrations of 71 VOCs and the $\delta^{13}\text{C}$ value of 32 and $\delta^2\text{H}$ value of 30 compounds in real essential oil samples. These preliminary results showed that the combination of GC-MS/MS and GC-IRMS is potentially useful for

Guzzon R., Bertoldi D., Roman T., Zanzotti R., Franciosi E. (2023).

Spatial and seasonal structure of bacterial communities within Alpine vineyards: Trentino as a case study.

Microbial Ecology, 85: 108-120.

Khatri PK., Paolini M., Larcher R., Ziller L., Magdas D.A., Marincas O., Roncone A., Bontempo L. (2023).

Botanical characterization and authentication of lavender essential oil using its volatile organic compounds and compound-specific carbon and hydrogen isotope ratio analysis.

Food Control, 154: 110002.

Khatri PK., Paolini M., Larcher R., Ziller L., Magdas D.A., Marincas O., Roncone A., Bontempo L. (2023).

Validation of gas chromatographic methods for lavender essential oil authentication based on volatile organic compounds and stable isotope ratios.

Microchemical Journal, 186: 108343.

Kovačić M., Uzunov A., Tlak Gajger I., Pietropaoli M., Soroker V., Adjlane N., Benko V., Charistos L., Dall'Olio R., Formato G., Hatjina F., Malagnini V., Freda F., Otrmi A., Puškadija Z., Villar C., Büchler R. (2023).

Honey vs. Mite—a trade-off strategy by applying summer brood interruption for *Varroa destructor* control in the Mediterranean region.
Insects, 14 (9): 751.

Larsen S., Albanese D., Stegen J., Franceschi P., Collier E., Zanzotti R., Ioriatti C., Stefani E., Pindo M., Cestaro A., Donati C. (2023).

Distinct and temporally stable assembly mechanisms shape bacterial and fungal communities in vineyard soils.
Microbial Ecology, 86: 337-349.

Malagnini V., Baldessari M., Duso C., Pozzebon A., Angeli G. (2023).

Side-effects of a number of insecticides on predatory mites in apple orchards.
Acarologia, 63 (Suppl.): 17-28.

Malagnini V., Baldessari M., Pedrazzoli F., Tatti A., Duso C., de Lillo E., Angeli G., Lewandowski M. (2023).

Is *Eriophyes mali* Nalepa present in Italy?
Acarologia, 63 (Suppl.): 39-44.

botanical classification between lavender and lavandin essential oils thus representing an additional powerful tool for assessing the authenticity of commercial essential oils.

.....
Ectoparasitic mite *Varroa destructor* with its associated viruses is a common global threat to the health of honey bee colonies. If colonies are not treated, the vast majority die in a 3-year period. Existing acaricides used for treatment are becoming less effective, and new approaches to honey bee protection are required. A reliable method is to create a broodless condition in a colony by preventing the queen from laying eggs, and after 25 days all mites will be exposed to the treatment with organic acids or essential oils. The focus of our study, performed on 178 colonies in six Mediterranean countries, was to compare different periods of queen caging on honey production, colony development, and the effect of treatment. Queen caging had no negative effect on colony strength before the wintering period, while it affected honey production; colonies in which queens were caged two weeks before the main summer nectar flow produced significantly less honey. However, tested colonies ten weeks after the treatment had significantly lower infestation with *V. destructor* mites. This study shows that caging the queen with subsequent oxalic acid treatment 25 days after caging is an efficient method to control *V. destructor* infestation, while the starting point of queen caging in relation to the main summer nectar flow affects honey production.

.....
Microbial communities in agricultural soils are fundamental for plant growth and in vineyard ecosystems contribute to defining regional wine quality. Managing soil microbes towards beneficial outcomes requires knowledge of how community assembly processes vary across taxonomic groups, spatial scales, and through time. However, our understanding of microbial assembly remains limited. To quantify the contributions of stochastic and deterministic processes to bacterial and fungal assembly across spatial scales and through time, we used 16 s rRNA gene and ITS sequencing in the soil of an emblematic wine-growing region of Italy. Combining null- and neutral-modelling, we found that assembly processes were consistent through time, but bacteria and fungi were governed by different processes. At the within-vineyard scale, deterministic selection and homogenising dispersal dominated bacterial assembly, while neither selection nor dispersal had clear influence over fungal assembly. At the among-vineyard scale, the influence of dispersal limitation increased for both taxonomic groups, but its contribution was much larger for fungal communities. These null-model-based inferences were supported by neutral modelling, which estimated a dispersal rate almost two orders-of-magnitude lower for fungi than bacteria. This indicates that while stochastic processes are important for fungal assembly, bacteria were more influenced by deterministic selection imposed by the biotic and/or abiotic environment. Managing microbes in vineyard soils could thus benefit from strategies that account for dispersal limitation of fungi and the importance of environmental conditions for bacteria. Our results are consistent with theoretical expectations whereby larger individual size and smaller populations can lead to higher levels of stochasticity.

.....
Background: *Amblyseius andersoni* is a common predatory mite occurring in fruit orchards located in Europe and North America. Its role in preventing spider mite outbreaks is widely recognized, in particular when selective pesticides are used. The compatibility between plant protection products and predatory mites is crucial to preserve their activity. There is a need to investigate the effects of pesticides on beneficials using multiple approaches. Objectives: Field and laboratory experiments were conducted to evaluate the effects of a number of insecticides on *A. andersoni*. Methods: The effects of neonicotinoids (i.e., acetamiprid, imidacloprid, thiacloprid, thia-methoxam) were compared with those of pyrethroids (i.e., tau-fluvalinate), well known for their negative impact on predatory mites. Insecticides were applied 1-3 times in an experimental fruit orchard located in Northern Italy. Laboratory trials focused on their effects on the survival and the fecundity of predatory mite females. Results: Field experiments showed a decline in predatory mite numbers in plots treated with neonicotinoids or tau-fluvalinate compared to the untreated control. However, predatory mites in neonicotinoid plots reached higher densities compared to those recorded in tau-fluvalinate plots. Spider mite (*Panonychus ulmi*) populations reached moderate to high densities in plots treated with tau-fluvalinate while their densities were negligible in the remaining plots. *Amblyseius andersoni* survival was moderately affected by some neonicotinoids in the laboratory while they significantly reduced predatory mite fecundity. In contrast tau-fluvalinate exerted severe effects on survival and fecundity of predatory mites. Finally, escaping rate increased after pesticide exposure suggesting possible alterations in predatory mite behavior. Conclusions: Neonicotinoid applications significantly affected predatory mite densities in field conditions and this phenomenon appeared to be influenced by their impact on female fecundity. Their effects on survival were less severe. Implications of these results for IPM tactics in fruit orchards are discussed.

.....
In the last few years, blistering symptoms were observed on apple plants in commercial orchards. Blisters are commonly found on apple leaves as well as on small fruits. This symptom is compatible with that described for apple blister mites belonging to the genus *Eriophyes* (Eriophyidae). To assess the identity of the etiological agent, leaf blisters and buds of symptomatic apple and, as a control, pear plants were examined under the dissection microscope and eriophyid mites were collected. Specimens were examined using both molecular and morphological approaches. The analysis of

sequences confirmed that eriophyoid mites collected from symptomatic apple and pear plants are genetically different. Our analyses highlight a complex scenario inside the genus *Eriophyes* that is worth to be studied in more detail.

Honey bees play a pivotal role in natural and rural ecosystems by providing human and animal food sources through pollination services. However, in cultivated areas, they can be exposed to the chemicals utilized for crop protection. Neonicotinoid insecticides can adversely affect honey bee colonies impairing their survival, immunity and biological activities at lethal and sublethal doses. For this reason, neonicotinoids, together with other stress factors, like pathogens (e.g. viruses and *Varroa* mites), climate change and food shortage, are considered one of the causes of worldwide colony losses. Nevertheless, the natural way of entry and diffusion of these pesticides in field colonies is not completely clear. Here, we wanted to fill this gap by studying the diffusion route of imidacloprid and its metabolites by analysing different matrices collected from honey bee colonies used for pollination of apple orchards, in the framework of applied Integrated Pest Management strategies. Pollen, honey bees, honey, royal jelly, bee wax and bee bread were sampled from 6 honey bee colonies placed in two different apple orchards before blooming, exposed to chemicals application and removed from the site after that. Samples were analysed using a liquid chromatography-tandem mass spectrometry (UHPLC-MS/MS) and gas chromatography-tandem mass spectrometry (GC-MS/MS) in order to detect imidacloprid, olefin imidacloprid and 5-hydroxy imidacloprid. The results demonstrate that the primary way of entrance of imidacloprid was the pollen transported by foragers, while the main accumulation matrices were bee bread, honey and wax. These findings allow us to hypothesize that the accumulation of this insecticide, especially in bee bread, the main larval food, could potentially impact negatively on honey bee wellbeing at the adult stage. Moreover, our data could implement the honey bee colony simulator.

The genus *Roeseliana* presently includes 10 specific or subspecific taxa, but following different authors some of them are considered synonyms. However, the authors who have treated these taxa often did not agree with the synonymies, in particular, concerning some taxa, such as *R. fedtschenkoi* (Saussure, 1874) and *R. roeselii* (Hagenbach, 1822). The present authors examined hundreds of specimens of different taxa, for the first time were able to obtain the translation from the Russian of the description of *R. fedtschenkoi*, compared the main morphological characters used to discriminate different taxa, biometrics, bioacoustics and genetics of some taxa. This allowed them to conclude that it is possible to recognize the following taxa: 1) *Roeseliana roeselii* (Hagenbach, 1822) widespread in the Palaearctic Region and imported in North America; 2) *Roeseliana fedtschenkoi* (Saussure, 1874) in Uzbekistan and Turkmenistan; 3) *Roeseliana pynovi* (Uvarov, 1924) in the Caucasian region; 4) *Roeseliana bispina* (Bolívar, 1899) in Turkey; 5) *Roeseliana azami* (Finot, 1892) from the Mediterranean France through Italian peninsula (formerly *R. azami* minor Nadig, 1961); 6) *R. ambitiosa* (Uvarov, 1924) on the Balkan peninsula; 7) *Roeseliana* n. sp. Lemonnier-Darcemont & Darcemont, (in press) on Epirus (Greece and Albania); 8) *Roeseliana brunneri* Ramme 1951 in north east Italy (Veneto, Friuli and Po Valley); 9) *Roeseliana oporina* (Bolívar, 1887) in Spain.

Windstorms and salvage logging lead to huge soil disturbance in alpine spruce forests, potentially affecting soil-living arthropods. However, the impacts of forest loss and possible interactions with underlying ecological gradients on soil microarthropod communities remain little known, especially across different environmental conditions. Here we used DNA metabarcoding approach to study wind-induced disturbances on forest communities of springtails and soil mites. In particular, we aimed to test the effect of forest soil disturbance on the abundance, richness, species composition, and functional guilds of microarthropods. We sampled 29 pairs of windfall-forest sites across gradients of elevation, precipitation, aspect and slope, 2 years after a massive windstorm, named Vaia, which hit North-Eastern Italy in October 2018. Our results showed that wind-induced disturbances led to detrimental impacts on soil-living communities. Abundance of microarthropods decreased in windfalls, but with interacting effects with precipitation gradients. Operative Taxonomic Units (OTU) richness strongly decreased in post-disturbance sites, particularly affecting plant-feeder trophic guilds. Furthermore, species composition analyses revealed that communities occurring in post-disturbance sites were different to those in undisturbed forests (i.e., stands without wind damage). However, variables at different spatial scales played different roles depending on the considered taxon. Our study contributes to shed light on the impacts on important, but often neglected arthropod communities after windstorm in spruce forests. Effects of forest disturbance are often mediated by underlying large scale ecological gradients, such as precipitation and topography. Massive impacts of stronger and more frequent windstorms are expected to hit forests in the future; given the response we recorded, mediated by environmental features, forest managers need to take site-specific conservation measures.

Alpine pastures have not yet been extensively studied with regard to the presence of alkaloids in herbaceous plants. In this work the alkaloid profiles were characterised from a selection of 62 herbs collected from alpine pastures in north-eastern Italy. High-performance liquid chromatography coupled to a hybrid quadrupole-orbitrap mass spectrometer was used to evaluate the presence of 41 different alkaloids and quantify them using a targeted approach. Provisionally, 118

Malagnini V., Fontana P., Di Prisco G., Medrzycki P., Zanotelli L., Power K., Colombo R., Serra G., Boi M., Angeli G. (2023).

Review on imidacloprid diffusion route and a case study: from apple orchard to the honey bee colony matrices.

Bulletin of Insectology, 76 (2): 179-188.

Massa B., Tagliavia M., Buzzetti F.M., Fontana P., Carotti G., Bardiani M., Leandri F., Scherini R., Lo Verde G. (2023).

A taxonomic revision of the Palaearctic genus *Roeseliana* (Orthoptera: Tettigoniidae: Tettigoniinae: Platycleidini): a case of ongoing Mediterranean speciation.

Zootaxa, 5270 (3): 351-400.

Nardi D., Fontaneto D., Girardi M., Chini I., Bertoldi D., Larcher R., Vernesi C. (2023).

Impact of forest disturbance on microarthropod communities depends on underlying ecological gradients and species traits.

PeerJ, 11: e15959.

Nardin T., Larcher R., Barnaba C., Bertoldi D., Pasut D., Romanzin A., Piasentier E. (2023).

Alkaloid profiling of Italian alpine herbs using high resolution mass spectrometry (Orbitrap-MS).

Natural Product Research, 37 (15): 2583-2590.

Nardin T., Savastano R., Franceschini J., Abballe F., Larcher R. (2023).

Risk of de-novo formation of chlormequat and mepiquat in industrial cocoa products assessed by ion chromatography coupled with high-resolution mass spectrometry.
International Journal of Food Science & Technology, 58 (6): 3006-3013.

Natolino A., Tat L., Gallo A., Roman Villegas T., Celotti E. (2023).

Use of potassium polyaspartate on white wines: interaction with proteins and aroma compounds.
Food Research International, 168: 112768.

Paolini M., Perini M., Allari L., Tonidandel L., Finato F., Guardini K., Larcher R. (2023).
Myo-inositol, scyllo-inositol and other minor carbohydrates as authenticity markers for the control of Italian bulk, concentrate and rectified grape must.
Molecules, 28 (8): 3609.

Perini M., Gaggiotti A., Pianezze S., Ziller L., Larcher R. (2023).
Stable Isotope Ratio Analysis for authentication of natural antioxidant cannabidiol (CBD) from *Cannabis sativa*.
Antioxidants, 12 (7): 1421.

alkaloids were identified, including both free and glycosylated forms, making use of a homemade database and a suspect screening approach. Rucifoline, gramine, heliotrine, lycopsamine, seneciophylline, and veratramine were quantified with concentrations ranging from 6 to about 100 $\mu\text{g kg}^{-1}$ in 6 plants. Herbaceous plants belonging to the most well-represented plant families (Poaceae, 9 species; Asteraceae, 7; Lamiaceae, 6) showed distinct and characteristic alkaloid profiles and were correctly reclassified with an average accuracy of 85% (Partial Least Squares - Discriminant Analysis).

Mepiquat (MQ) and chlormequat (CQ) are two main food contaminants that could be naturally present in various animal and plant foods due to heat treatments. Cocoa and its derivative products seem to be a matrix inclined, for both chemical characteristics and production technologies, to the formation of MQ and CQ. In this study, exploiting the selectivity and sensitivity of IC-HRMS, a new reliable analytical method was developed and validated for MQ and CQ quantification. The LOD of the method was set at 1.9 $\mu\text{g kg}^{-1}$ for both CQ and MQ, and the linearity was defined from 6.25 to 625 $\mu\text{g kg}^{-1}$. Average recoveries, at 2 $\mu\text{g L}^{-1}$, were 96.5% and 97.5% for CQ and MQ, respectively, while precision as repeatability (RSDr%) was 2.3% and 5.1% respectively. Subsequently, a laboratory-scale experiment was conducted to assess, for the first time, the actual risk of MQ and CQ formation, confirming in cocoa products the presence of MQ at detectable concentration after 55 min at 180 °C, approximately 8 $\mu\text{g kg}^{-1}$ for cocoa and 7 $\mu\text{g kg}^{-1}$ for chips. However, the investigation of a wide variety of commercial cocoa and nuts products has fortunately ruled out the presence of such contaminants at detectable concentrations.

The precipitation of tartaric salts represents one of the main visual sensory faults of white wines. It can be prevented by cold stabilization or adding some adjuvants, such as potassium polyaspartate (KPA). KPA is a biopolymer that can limit the precipitation of tartaric salts linking the potassium cation, however, it could interact also with other compounds affecting wine quality. The present work aims to study the effect of potassium polyaspartate on proteins and aroma compounds of two white wines, at different storage temperatures (4 °C and 16 °C). The KPA addition showed positive effects on the quality of wines, with a significant decrease of unstable proteins (up to 92%), also related to better wine protein stability indices. A Logistic function well described the effect of KPA and storage temperature on protein concentration ($R^2 > 0.93$; NRMSD: 1.54-3.82%). Moreover, the KPA addition allowed the preservation of the aroma concentration and no adversely effects were pointed out. Alternatively to common enological adjuvants, KPA could be considered a multifunctional product against tartaric and protein instability of white wines, avoiding adverse effects on their aroma profile.

Myo-inositol polyalcohol is a characteristic component of natural and concentrated grape musts (CMs), and Regulation (EU) no. 1308/2013 prescribes its presence as a marker of the authenticity of rectified concentrated must (RCM). Other polyalcohols besides myo-inositol, such as scyllo-inositol or minor sugars, could be considered authenticity markers, but an extensive search in the literature yielded no exhaustively investigated study of their concentration variability in genuine products. The aim of this study was to create an extensive national data bank of minor carbohydrates profiles and investigate the impact of the geographical origin and the different vintages on the concentration of these compounds; to this end, 450 authentic Italian grape musts of different varieties were sampled and analyzed during the harvest season in 2019, 2020, and 2021. The grape musts from the Italian wine-growing areas CII and CIIIb had myo- and scyllo-inositol contents always higher than 756 and 39 mg/kg of sugar, respectively. Conversely, also considering other mono- and disaccharides, sucrose, sorbitol, lactose, maltose, and isomaltose showed contents always lower than 534, 1207, 390, 2222, and 1639 mg/kg of sugar, respectively. The general applicability to the CM and RCM of the proposed authenticity thresholds, established in the must, was demonstrated by studying the influence of must concentration on the myo- and scyllo-inositol content. Inter-laboratory comparison experiments were also conducted to harmonize and characterize laboratory methods and validate the analytical dataset. Based on the obtained results, the text of the EU legislation (Reg. (EU) 1308/2013), which defines the characteristics of the must and the CRM product, should be revised.

Cannabidiol (CBD) is a non-psychoactive cannabinoid of *Cannabis sativa* that exhibits several beneficial pharmacological effects, including anti-inflammatory and antioxidant properties. The molecule can be obtained via extraction from the plant or through a biosynthetic route. The two products have both advantages and disadvantages, thus necessitating the development of methods capable of distinguishing between the two products. In this study, for the first time, the analysis of the stable isotope ratios of oxygen and hydrogen demonstrated high efficiency in the discrimination of CBD of a totally natural origin from that obtained through chemical synthesis. Considering a probability level of 95%, it was possible to identify threshold values for $\delta^2\text{H}$ and $\delta^{18}\text{O}$ of the totally natural CBD of -215‰ and $+23.4\text{‰}$, respectively. Higher values may indicate a non-entirely natural origin of CBD (i.e., a biosynthetic molecule).

The authenticity of grape musts is normally checked through a time-consuming stable isotopic analysis of carbon ($\delta^{13}\text{C}$) after fermentation and distillation by following the official OIV MA AS-312-06 method. In this study, the alternative use of a technique based on $\delta^{13}\text{C}$ isotopic analysis of the major sugars of the grape must by liquid chromatography coupled with isotope ratio mass spectrometry (LC-IRMS) is provided. It allows not only the detection of the fraudulent addition to grape must of exogenous glucose and fructose deriving from C4 plants but also the characterisation of it based on its geographical origin. In order to discriminate between musts from different areas of Italy, a preliminary dataset was considered; the $\delta^{13}\text{C}$ isotopic ratios of glucose and fructose of around 100 authentic samples were analysed. The two analysed parameters, ranging from -29.8‰ to -21.9‰, are well correlated ($R^2 = 0.7802$) and the northern regions showed significantly more negative $\delta^{13}\text{C}$ values for both sugars than the rest of the dataset.

Curcuminoid complex, a mixture of curcumin, demethoxycurcumin and didemethoxycurcumin, is one of the most popular antioxidants of natural origin, and it has a multitude of other health benefits. It is threatened by the proliferation of counterfeit products on the market containing synthetic curcuminoids whose addition is difficult to identify as they present the three curcuminoid forms in the correct ratios. Consequently, the necessity to detect this fraudulent practice is escalating. Carbon-14 analysis is the most effective available method, but it is also expensive and difficult to implement. This paper describes the first attempt to characterize natural curcuminoids and their synthetic form, used as an adulterant, through the analysis of stable isotope ratios of carbon and hydrogen (expressed as $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^2\text{H}$). Carbon values greater than -28.6‰ and hydrogen values greater than -71‰ may indicate the addition of synthetic curcuminoids to the natural ones.

Background: Official stable isotope databases, based on the analysis of $(\text{D}/\text{H})_{\text{ethanol}}$ and $(\text{D}/\text{H})_{\text{water}}$, are an indispensable tool for establishing the limits beyond which the mislabeling or the addition of sugar and/or water in wine production can be detected. The present study investigates, for the first time, whether the use of hybrid varieties instead of European *Vitis vinifera* for wine production can have an impact on the stable isotope ratios. Results: The analyses were performed by isotope ratio mass spectrometry and site-specific natural isotope fractionation by nuclear magnetic resonance, in accordance with the official methods of the International Organization of Grapes and Wine. The comparison shows the tendency of some stable isotope ratios of hybrid varieties, in particular $(\text{D}/\text{H})_{\text{I}}$, to deviate from the regional averages of the *V. vinifera* samples. Notably, Baron, Monarch and Regent showed significantly different values at one of the two sampling sites. Particularly high $\delta^{13}\text{C}$ values characterize Helios compared to other hybrid varieties. Conclusion: For the first time, and from an isotopic point of view, the present study investigates the wine obtained from hybrid varieties, showing that further attention should be paid to their interpretation, on the basis of the database established according to the European Regulation 2018/273. © 2022 Society of Chemical Industry.

In 2022, a test performance study (TPS) assessing the influence of different master mixes on the performance of the tetraplex real-time PCR (TqPCR) assay was organized. TqPCR allows for the specific detection and identification of *Xylella fastidiosa* (*Xf*) subspecies in a single reaction. Eighteen official laboratories of the Italian National Plant Protection Organization received a panel of 12 blind samples, controls, primers, probes, and different master mixes to participate in the TPS. Furthermore, the Research Centre for Plant Protection and Certification of the Council for Agricultural Research and Economics performed an intra-laboratory study (ITS) on spiked plant matrices to evaluate the analytical sensitivity of TqPCR employing the selected master mixes with the best performance. Naturally infected samples were analyzed for subspecies identification via TqPCR compared with the official multilocus-sequence-typing (MLST) method. The best results in this comparative study were obtained using Fast Universal PCR Master Mix (Applied Biosystems) and Brilliant multiplex QPCR Master Mix (Agilent), and they confirmed that the TqPCR test is reliable, offering the advantage of identifying this subspecies at the same time, thus saving time and resources. The TqPCR assay is suggested among the tests to be used by laboratories performing the official diagnosis of *Xf* to support the activities of official monitoring.

Background: Consumer interest in safeguarding animal welfare and increased demand for fresh aquatic products support the need to understand the effects of stunning methods used in aquaculture on the biochemical process affecting fish fillet quality. The present paper aimed at comparing electrical stunning (ES) and cold shock (ICE) in *Salmo carpio*, an Italian endemic under-investigated species. Rigor mortis evolution, fillet adenosine 5'-triphosphate (ATP), shape, colour, pH and water holding capacity were assessed by integrating chemical and image analyses. Results: Seventy-two fish (24 fish per treatment) were stunned by ES, ICE or anaesthesia (AN, used as control), then percussively slaughtered. ES and ICE hastened rigor mortis onset and resolution (21 and 28 h post mortem) compared to AN. This was confirmed by the faster ATP degradation in ES and ICE. Fillet shape features varied during rigor mortis, according to the stunning method, with the perimeter showing irreversible variation in ES and ICE groups. Initial circularity was recovered only in AN, while ICE and

Perini M., Pianezze S., Guardini K., Allari L., Larcher R. (2023). **Authentication and geographical characterisation of Italian grape musts through glucose and fructose carbon isotopic ratios determined by LC-IRMS.** *Molecules*, 28 (3): 1411.

Perini M., Pianezze S., Ziller L., Larcher R., Pace R. (2023). **Stable Isotope Ratio Analysis for the authentication of natural antioxidant curcuminoids from *Curcuma longa* (Turmeric).** *Antioxidants*, 12 (2): 498.

Perini M., Roman T., Lanz S., Moser S., Pianezze S., Camin F. (2023). **Insights into the stable isotope ratio variability of hybrid grape varieties: a preliminary study.** *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103 (6): 2867-2875.

Pucci N., Scala V., Cesari E., Crosara V., Fiorani R., L'Aurora A., Lucchesi S., Tatulli G., Barra E., Ciarroni S., Gualandri V., et al. (2023). **An inter-laboratory comparative study on the influence of reagents to perform the identification of the *Xylella fastidiosa* subspecies using tetraplex Real Time PCR.** *Horticulturae*, 9: 1053.

Pulcini D., Pulido-Rodríguez L.F., de Medeiros A.C.L., Faccenda F., Martini A., Martinoli M., Tonachella N., Secci G., Parisi G. (2023). **Effect of different stunning methods on rigor mortis, shape, energetic status and physical characteristics of *Salmo carpio* filets.** *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103 (4): 2037-2046.

Puppato S., Fiorenza G., Carraretto D., Gomułski L.M., Gasperi G., Caceres C., Grassi A., Mancini M.V., De Cristofaro A., Ioriatti C., Guilhot R., Malacrida A.R. (2023).

High promiscuity among females of the invasive pest species *Drosophila suzukii*.

Molecular Ecology, 32 (22): 5891-6082.

Rimoldi S., Ceccotti C., Brambilla F., Faccenda F., Antonini M., Terova G. (2023).

Potential of shrimp waste meal and insect exuviae as sustainable sources of chitin for fish feeds.

Aquaculture, 567: 739256.

Rodrigues M., Forestan C., Ravazzolo L., Huguency P., Baltenweck R., Rasori A., Cardillo V., Carraro P., Malagoli M., Brizzolara S., Quaggiotti S., Porro D., Meggio F., Bonghi C., Battista F., Ruperti, B. (2023).

Metabolic and molecular rearrangements of Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera* L.) berries in response to foliar applications of specific dry yeast.

Plants, 12 (19): 3423.

ES fillets showed significantly different values, between 0 and 192 h. Conclusion: ES is a promising stunning technique for *S. carpio*, but parameters should be optimized, because of the adverse effect on muscle activity which caused a fast pH drop, and the presence of blood spots in the fillets. Further studies are needed to understand whether fillet shape changes can interfere with filleting or fillet processing and consumer appreciation.

Drosophila suzukii (Matsumura, 1931), the spotted-wing drosophila, is a highly invasive fruit fly that spread from Southern Asia across most regions of Asia and, in the last 15 years, has invaded Europe and the Americas. It is an economically important pest of small fruits such as berries and stone fruits. *Drosophila suzukii* speciated by adapting to cooler, mountainous, and forest environments. In temperate regions, it evolved seasonal polyphenism traits which enhanced its survival during stressful winter population bottlenecks. Consequently, in these temperate regions, the populations undergo seasonal reproductive dynamics. Despite its economic importance, no data are available on the behavioural reproductive strategies of this fly. The presence of polyandry, for example, has not been determined despite the important role it might play in the reproductive dynamics of populations. We explored the presence of polyandry in an established population in Trentino, a region in northern Italy. In this area, *D. suzukii* overcomes the winter bottleneck and undergoes a seasonal reproductive fluctuation. We observed a high remating frequency in females during the late spring demographic explosion that led to the abundant summer population. The presence of a high degree of polyandry and shared paternity associated with the post-winter population increase raises the question of the possible evolutionary adaptive role of this reproductive behaviour in *D. suzukii*.

Aquaculture is one of the world's fastest growing food-producing sectors, providing more than half of all fish consumed globally for human nutrition. However, to maintain such growth and meet the increasing demand for aquatic food, sustainable raw materials for fish feeds are needed. In this regard, insects represent one of the most promising alternatives to fish meal (FM) protein source for use in aquafeeds. In addition to protein, insects contain bioactive compounds, such as chitin, which is a natural polysaccharide abundantly present in the pupal exuviae of some insects. Studies have shown that dietary chitin or its derivative chitosan acts as a prebiotic thus modulating the gut microbial communities of fish. Accordingly, the present study aimed to evaluate the effect of two waste products rich in chitin, i.e., shrimp head meal (SHM), and insect (*Hermetia illucens*) pupal exuviae on the gut microbiota of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Three isoproteic, isolipidic, and isoenergetic diets containing either FM, SHD, or a combination of FM and 1.6% of pupal exuviae meal (PEM) were tested through a 91-day feeding trial. At the end of the experiment, no differences in final mean body weight, specific growth rate, and feed conversion ratio values were observed between fish experimental groups. Mortality was <1% and it did not correlate with diet for the entire duration of the trial. However, a modulatory effect of dietary pupal exuviae on fish gut microbiota was detected. Indeed, gut bacterial species richness improved by including insect exuviae. In particular, Firmicutes and Actinobacteria phyla, mainly represented by *Bacillus*, *Facklamia*, *Brevibacterium*, and *Corynebacterium* genera, were enriched in trout receiving pupal exuviae. These genera are chitinolytic and short-chain fatty acids (SCFAs)-producing bacteria. SCFAs production was confirmed by gas chromatography analysis, which detected the highest amount of butyrate in feces of trout fed with pupal exuviae meal. Functional inference analysis of intestinal microbiota using PICRUST metagenome prediction tool, showed differences in response to diet. In particular, eleven pathways were significantly different between control fish (FM) and fish fed the PEM diet, whereas twenty functional traits were significantly different between the FM and SHM fish groups. Overall, our data confirmed that chitin from insects pupal exuviae represents a promising functional ingredient, better than SHM, for positively modulating gut microbiota communities of rainbow trout.

Dry yeast extracts (DYE) are applied to vineyards to improve aromatic and secondary metabolic compound content and wine quality; however, systematic information on the underpinning molecular mechanisms is lacking. This work aimed to unravel, through a systematic approach, the metabolic and molecular responses of Sauvignon Blanc berries to DYE treatments. To accomplish this, DYE spraying was performed in a commercial vineyard for two consecutive years. Berries were sampled at several time points after the treatment, and grapes were analyzed for sugars, acidity, free and bound aroma precursors, amino acids, and targeted and untargeted RNA-Seq transcriptional profiles. The results obtained indicated that the DYE treatment did not interfere with the technological ripening parameters of sugars and acidity. Some aroma precursors, including cys-3MH and GSH-3MH, responsible for the typical aromatic nuances of Sauvignon Blanc, were stimulated by the treatment during both vintages. The levels of amino acids and the global RNA-seq transcriptional profiles indicated that DYE spraying upregulated ROS homeostatic and thermotolerance genes, as well as ethylene and jasmonic acid biosynthetic genes, and activated abiotic and biotic stress responses. Overall, the data suggested that the DYE reduced berry oxidative stress through the regulation of specific subsets of metabolic and hormonal pathways.

The brown marmorated stink bug (BMSB), *Halyomorpha halys*, is a phytophagous invasive pest native to south-eastern Asia, and it is now distributed worldwide. This species is considered to be one of the most damaging insect pests in North America and in Europe. In agriculture, the predominant approach to managing BMSB is based on the use of insecticides, specifically pyrethroids and neonicotinoids. Unfortunately, the biology of the species and its facility to develop mechanisms of resistance to available pesticides has induced farmers and scientists to develop different, least-toxic, and more effective strategies of control. In a territorial area-wide approach, the use of a classical biological control program in combination with other least-toxic strategies has been given prominent consideration. Following exploratory surveys in the native range, attention has focused on *Trissolcus japonicus*, a small scelionid egg parasitoid wasp that is able to oviposit and complete its larval development in a single egg of *H. halys*. A common method for detecting egg parasitoids in the native range involves the placement of so-called 'sentinel' egg masses of the pest in the environment for a short period, which are then returned to the laboratory to determine if any of them are parasitized. Outside of the area of origin, the use of fertile sentinel eggs of the alien species may lead to the further release of the pest species; an alternative is to use sterile sentinel eggs to record the presence of new indigenous egg parasitoids or to detect the dispersal of alien species (in this case, *T. japonicus*) released in a new environment to control the target insect pest species. This study evaluated the performance of three types of sterile sentinel eggs as a suitable substrate for the oviposition and larval development of the egg parasitoid *T. japonicus* in a context of combining classical biological control with a Sterile Insect Technique (SIT) approach.

The brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, is a pentatomid bug of Eastern Asian origin that became an economically relevant pest in the Eurasian and American continents. Management of this species is limited to use of chemical insecticides: an inefficient method due to the strong adaptability of the target pest. The sterile insect technique (SIT) is potentially a valid tactic in the search for nontoxic alternatives. In this work, we investigated the suitability of mass-trapped overwintering males, collected during the aggregation phase before the winter diapause, for their release as competitive sterile males in an SIT programme. Differently from previous studies, irradiation was applied with a linear accelerator device that produced high-energy photons. Following a similar scientific protocol with newly emerged irradiated males, the effects of X-ray irradiation on physiological parameters (longevity, fecundity and fertility) were assessed. In addition, behavioural bioassays were carried out in no-choice conditions to evaluate if irradiation interferes with mating processes. The results are very encouraging; the effects of the irradiation at 32 Gy did not differ from the controls in the longevity or fecundity of the exposed overwintering adults. The hatching rate of the eggs laid by the fertile females that had mated with the irradiated males was less than 5%. The results of behavioural bioassays showed that the irradiation did not cause a significant impact on the quality of the sterile males. More research is warranted to evaluate the mating competitiveness of sterile males in semi-field and field conditions.

Biological invasions are frequently and closely associated with armed conflict. As a key element of human history, war involves the invasion of (often distant) enemy territories, during which time species can be translocated, intentionally or unintentionally. Large-scale conflicts such as World War I and II, in which thousands of soldiers and supplies (including foodstuffs) were transported within and between continents, resulted in the spread of non-native taxa. However, smaller scale military actions may also involve rapid movements of troops between geographical areas, potentially facilitating the accidental introduction of species into previously unoccupied areas. Furthermore, invasive pests have occasionally been used by armies as weapons to weaken and disrupt opposing forces or nations. The introduction of invasive species during war could be considered relatively minor collateral damage, but many biological invasions in conflict zones have long-lasting effects. Regulation of military practices to minimize or prevent biological invasions through existing international conventions has so far been unsuccessful, necessitating the development of additional measures.

A new genus of the tribe Ehippigerini, *Dinarippiger* Skejo, Kasalo, Fontana et Tvrtković gen. nov., is described based on the characters of occiput coloration, tegmina coloration, cerci and pronotum shape. The new genus is morphologically intermediate between the genera *Ehippiger* Berthold, 1827 and *Uromenus* Bolívar, 1878, and presently includes only Dalmatian Saddle Bush Cricket, *Dinarippiger discoidalis* (Fieber, 1853) comb. nov., hitherto known as *Ehippiger discoidalis* Fieber, 1853. The species inhabits NE Italy (mainly Carso Triestino), SW Slovenia, Croatia, Bosnia & Herzegovina, and Montenegro, i.e., islands and karst habitats along the eastern Adriatic coast, with isolated findings in Albania and Italy. Its prominent variation in size and coloration has already produced many synonyms (= *limbata* Fischer, 1853, = *limbata* var. *major* Krauss, 1879, = *limbata* var. *minor* Krauss, 1879, = *selenophora* Fieber, 1853, = *shacophila* Krauss, 1879), which may suggest that what is currently regarded as a single species could represent a complex of distinct species with restricted distributions. This study also presents an annotated distribution map and a bioacoustic analysis of *D. discoidalis* comb. nov. Further research, especially adopting molecular methods, is necessary to assess possible cryptic diversity within the genus *Dinarippiger* gen. nov. and elucidate its evolutionary history.

Roselli G., Anfora G., Sasso R., Zapponi L., Musmeci S., Cemmi A., Suckling D.M., Hoelmer K.A., Ioriatti C., Cristofaro M. (2023). **Combining irradiation and biological control against brown marmorated stink bug: are sterile eggs a suitable substrate for the egg parasitoid *Trissolcus japonicus*?** *Insects*, 14 (7): 654.

Roselli G., Anfora G., Suckling D.M., Mazzoni V., Vanoni V., Menegotti L., Fellin L., Rossi Stacconi M.V., Ioriatti C., Cristofaro M. (2023). **Effects of irradiation on biology and mating behaviour of wild males of brown marmorated stink bug using a 6 MV medical linear accelerator.** *Insects*, 14 (5): 460.

Santini A., Maresi G., Richardson D.M., Liebhold A.M. (2023). **Collateral damage: military invasions beget biological invasions.** *Frontiers in Ecology and the Environment*, 21 (10): 469-478.

Skejo J., Josip K.N., Fontana P., Ivovic S., Tvrtkovic N., Rebrina F., Adzic K., Buzzetti F.M., Čato S., Deranja M., Gomboc S., Scherini R., Škorput J., Veenvliet P., Vukovic M., Lemonnier Darcemont M., Darcemont C., Heller K.G. (2023). ***Dinarippiger* gen. nov. (Tettigoniidae: Bradyporinae: Ehippigerini), a new saddle bush-cricket genus for *Ehippiger discoidalis* Fieber, 1853 from the Dinaric karst.** *Zootaxa*, 5271 (1): 49-90.

Smeti S., Camin F., Bontempo L., Tibaoui S., Yagoubi Y., Pianezze S., Piasentier E., Ziller L., Atti N. (2023).

Fatty acid and multi-isotopic analysis (C, H, N, O) as a tool to differentiate and valorise the djebel lamb from the mountainous region of Tunisia.

Molecules, 28 (4): 1847.

Torres A.M., Ojeda G.A., Angelina E., Bustillo S., Peruchena N., Tonidandel L., Larcher R., Nardin T., Dellacassa E. (2023).

The anti-snake activity of *Nectandra angustifolia* flavonoids on phospholipase A2: in vitro and in silico evaluation.

Journal of Ethnopharmacology, 302 (Pt A): 115889.

Vale Pereira G.D., Conceição L.E.C., Soares F., Petereit J., Buck B.H., Johansen J., Dias J., Faccenda F. (2023).

Alternative feed formulations impact growth performance, flesh quality and consumer acceptance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).

Journal of Marine Science and Engineering, 11 (6): 1135.

Verdile N., Cardinaletti G., Faccenda F., Brevini T.A.L., Gandolfi F., Tibaldi E. (2023).

Ectopic stem cell niches sustain rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) intestine absorptive capacity when challenged with a plant protein-rich diet.

Aquaculture, 564: 739031.

The objective of this study was to distinguish between the Tunisian Djebel lamb meat and meat from typical Tunisian production systems (PSs) through the fatty acids (FAs) profile and the stable isotope ratio analysis (SIRA). Thirty-five lambs from three different regions and PSs (D = Djebel, B = Bou-Rebiaa, and O = Ouesslatia) were considered for this purpose. The results demonstrated that the PS and the geographic origin strongly influenced the FA profile of lamb meat. It was possible to discriminate between the Djebel lamb meat and the rest of the dataset thanks to the quantification of the conjugated linoleic acids (CLA) and the branched chain FAs. Moreover, statistically different concentrations of saturated, monounsaturated and polyunsaturated FAs and a different n-6/n-3 ratio were found for grazing (D and BR) and indoor (O) lambs, making it possible to discriminate between them. As for the stable isotope ratio analysis, all parameters made it possible to distinguish among the three groups, primarily on the basis of the dietary regimen ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) and breeding area ($\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^2\text{H}$).

Ethnopharmacological relevance: Lauraceae family includes *Nectandra angustifolia* a species widely used in the folk medicine of South America against various maladies. It is commonly used to treat different types of processes like inflammation, pain, and snakebites. Snakes of the Bothrops genus are responsible for about 97% of the ophidic accidents in northeastern Argentina. Aim of the study: To evaluate the anti-snake activity of the phytochemicals present in *N. angustifolia* extracts, identify the compounds, and evaluate their inhibitory effect on phospholipase A2 (PLA2) with in vitro and in silico assays. Methods: Seasonal variations in the alexiteric potential of aqueous, ethanolic and hexanic extracts were evaluated by inhibition of coagulant, haemolytic, and cytotoxic effects of *B. diporus* venom. The chemical identity of an enriched fraction obtained by bio-guided fractioning was established by UPLC-MS/MS analysis. Molecular docking studies were carried out to investigate the binding mechanisms of the identified compounds to PLA2 enzyme from snake venom. Results: All the extracts inhibited venom coagulant activity. However, spring ethanolic extract achieved 100% inhibition of haemolytic activity. Bio-guide fractioning led to an enriched fraction (F4) with the highest haemolytic inhibition. Five flavonoids were identified in this fraction; molecular docking and Molecular Dynamics (MD) simulations indicated the binding mechanisms of the identified compounds. The carbohydrates present in some of the compounds had a critical effect on the interaction with PLA2. Conclusion: This study shows, for the first time, which compounds are responsible for the anti-snake activity in *Nectandra angustifolia* based on in vitro and in silico assays. The results obtained in this work support the traditional use of this species as anti-snake in folk medicine.

This trial aimed to assess the growth performance of trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed novel formulations, evaluate fish welfare status, and determine flesh quality as part of the evaluation of sustainable feeds. A control diet containing fish meal and soy products (CTRL) was compared to: a diet with processed animal proteins (PAP); a diet without PAP (NoPAP); a PAP diet lower in protein (PAP-); and a NoPAP diet higher in protein (NoPAP+). Groups of 50 fish, weighing 58.84 ± 1.39 g (IBW), were allocated to 20 tanks and fed with formulated diets ad libitum over 91 days. Better growth performance was observed after the experiment in fish fed the NoPAP+ diet when compared to other diets. Protein retention was higher in CTRL diets than in PAP and PAP- diets. Protein and phosphorous digestibility were lower in fish fed PAP- diet. Diets did not influence the texture analysis. However, sensory analysis revealed higher acceptance for fish fed the NoPAP diet when compared to the PAP diet. Lysozyme was higher in the NoPAP diet than in other treatments. In addition, long-term predictions using FEEDNETICSTM software suggest some of these alternative formulations may be economically sustainable. Overall, these results support the hypothesis that the new formulations are viable options for trout farming.

To develop more sustainable feed formulations, it is important to assess in detail their effect on gut function and health. We previously described the specific organization of the epithelial and stromal components of the intestinal stem cell niche (ISCN), in rainbow trout (RT) under actual farming conditions. In the present work, we used our previous observation, for performing a comparative analysis between a control diet (CF) and an experimental vegetable-based diet (CV) under a new perspective. We correlated diet-induced changes of the morphology and the absorptive capability of the RT mucosa with modifications of the ISCN. Histological analysis confirmed that CV diet caused a mucosa remodeling, characterized by the generation of accessory branches sprouting from the middle of the proximal intestine folds, determining a significant increase of the luminal surface. The newly-formed structures showed positivity for PepT1, Sglt-1, and Fabp2 indicating their active role in small molecule absorption. However, the cells lining the base of the new branches expressed both epithelial (sox9) and stromal (pdgfra and foxl1) stem cell markers, rather than the expected markers of fully differentiated cells. Our results suggest that a nutritional challenge results in the formation of an ectopic ISNC at the middle of the intestinal folds that sustains the formation of functional collateral branches, presumably to compensate for the reduced intestinal absorption. Overall, these data highlight, for the first time, the plasticity of the ISCN and its possible role in compensating intestinal functions in response to challenging conditions.

Articoli pubblicati su riviste tecnico-scientifiche e divulgative

- Angeli D., Turrini L., Zeni F., Longa C., Gualandri V., Roman Villegas T. (2023).
Controlling white haze disease under in vitro controlled conditions. *Acta Horticulturae*, 1363: 95-99.
.....
- Angeli D., Turrini L., Zeni F., Roman Villegas T. (2023).
Effect of postharvest treatment on physiological disorders of new apple cultivars. *Acta Horticulturae*, 1363: 125-128.
.....
- Bertoldi Luigi, Zanoni Paolo (2023).
Terreni acidi: correggere in modo sostenibile. *Terra Trentina*, 62 (2): 70.
.....
- Bondesan D., Delaiti M., Panato D., Rizzi C. (2023).
Efficacia degli antibiotrici: effetti della distribuzione su vite. *L'Informatore Agrario*, (25): 47-50.
.....
- Bondesan D., Gelmetti A. (2023).
Trattamenti contro lo scafoideo: l'importanza della distribuzione. *L'Informatore Agrario*, (15): 47-50.
.....
- Cappellari A., Malagnini V., Marini L., Zanotelli L., Tonidandel L., Angeli G., Ioriatti C., Fontana P. (2023).
Effects of seasonality and landscape composition on pollen collected by honey bees. *Naturalista Siciliano*, 46 (1): 121-124.
.....
- Cappelletti C., Ciutti F. (2023).
La fascia riparia: una componente di grande importanza per il fiume. *Guizzo Trentino*, 2: 16-17.
.....
- Celotti E., Roman Villegas T., Gallo A., Natolino A. (2023).
High power ultrasound treatment of crushed grapes: beyond the extraction phenomena. *Bio Web of Conferences*, 56: 02011.
.....
- Celotti E., Sadeghian F., Comuzzo P., Iacumin L., Zanzotti R., Giovannini O., Trioli G., Torracco N., Visintini O., Mian G. (2023).
Study for the development of a rapid and non-destructive method for copper analysis in vineyards towards a precision fungal defense strategy. *Bio Web of Conferences*, 68: 01025.
.....
- Ciutti F., Cappelletti C. (2023).
Invasioni biologiche negli ambienti acquatici. *Pescare in Trentino*, 1: 11-15.
.....
- Ciutti F., Cappelletti C., Faccenda F., Gandolfi A., Tricarico E., Carnevali L. (2023).
Fauna ittica delle acque interne: la minaccia delle specie e delle popolazioni alloctone. *Biologia Ambientale*, 37: 16-22.
.....
- Coller E., Zanzotti R., Cestaro A. (2023).
Progetto Terroir – Valutazione impatto della viticoltura sui suoli trentini. *Agricoltura Trentina*, 4: 17.
.....
- Faccenda F. (2023).
L'utilizzo delle farine di insetto nei mangimi di acquacoltura. *Guizzo Trentino*, 2: 6-8.
.....
- Faccenda F. (2023).
Le sfide per una zootecnia più sostenibile: gli insetti per l'alimentazione di polli e pesci. *Agricoltura Trentina*, 8: 17.
.....
- Fontana P. (2023).
Quando il gioco si fa duro, i duri cominciano a giocare. *L'Apicoltore Italiano*, 1: 33-37.
.....
- Fontana P. (2023).
La tutela delle api e degli impollinatori negli ambienti urbani. *Dimensione Pulito, supplemento Servizi Ambientali*, 2: 46-49.
.....
- Fontana P. (2023).
Api in pericolo, sconosciute, da tutelare. *L'Apicoltore Italiano*, (9): 35-40.
.....
- Fontana P. (2023).
Api locali: tutela e selezione non sono la stessa cosa. *L'Apicoltore Italiano*, (2): 38-44.
.....

- Fontana P. (2023).
 Apicoltura e agricoltura: nemici-amici?. *L'Apicoltore Italiano*, (4): 34-40.

- Fontana P. (2023).
Apis mellifera in nature: my belated approach to the natural history of the honey bee. *Naturalista Siciliano*, 47 (1): 13-19.

- Fontana P. (2023).
 I mille granchi blu: le api e il problema delle specie aliene. *L'Apicoltore Italiano*, (8): 36-45.

- Fontana P. (2023).
 L'apicoltura e l'insidia del beewashing. *L'Apicoltore Italiano*, (7): 30-36.

- Fontana P. (2023).
 La tutela dell'apicoltura non è un gioco da ragazzi. *L'Apicoltore Italiano*, (6): 42-48.

- Fontana P. (2023).
 Sia lupo che agnello: l'ape mellifera tra natura e apicoltura. *L'Apicoltore Italiano*, (5): 34-38.

- Fontana P. (2023).
 Un'aspra e dolce sfida: il rilancio del miele italiano. *L'Apicoltore Italiano*, (3): 35-41.

- Fontana P., Andreis D., Corradini S., Biasi A., Mazzoni V., Malagnini V., Zanotelli L. (2023).
 Mapping and monitoring western honey bee unmanaged colonies. *Naturalista Siciliano*, 46 (1): 105-108.

- Fontana P., Grano M. (2023).
 Le colombaie nel vicentino. *Naturalista Siciliano*, 47 (2): 259-287.

- Fontana P., Lo Verde G., Malagnini V. (2023).
 Editors foreword. *Naturalista Siciliano*, 46 (1): 7-8.

- Fontana P., Zanotelli L., Malagnini V., Pedrazzoli F., Vettorazzo E., Filippi L. (2023).
 A survey on the apoidea anthophila of the Dolomiti Bellunesi National Park (Veneto, North-Eastern Italy). *Naturalista Siciliano*, 47 (1): 213-215.

- Franceschi P., Corradini S. (2023).
 Le sfide dell'irrigazione in Trentino. *Agricoltura Trentina*, 10: 19.

- Freda F., Pedrazzoli F., Malagnini V., Fontana P. (2023).
 Preliminary honeybee viruses survey on the island of Pantelleria. *Naturalista Siciliano*, 46 (1): 193-195.

- Guzzon R. (2023).
 Fermentazioni e macerazione, quale relazione?. *WVQ*, (7): 28-31.

- Guzzon R. (2023).
 Il biocontrollo in enologia, una strategia promettente. *WVQ*, (3): 58-61.

- Guzzon R. (2023).
 Lachancea thermotolerans, un lievito innovativo contro i cambiamenti climatici. *WVQ*, (6): 74-78.

- Guzzon R. (2023).
 Le Mannoproteine, una risorsa nascosta nella feccia?. *Millevigne*, (4): 36-38.

- Guzzon R. (2023).
 Lieviti e biofilm: un'interessante strategia evolutiva. *WVQ*, (1): 68-71.

- Guzzon R. (2023).
 Lieviti per la presa di spuma: caratteri essenziali e proprietà di interesse enologico. *WVQ*, (8): 30-33.

- Guzzon R. (2023).
 Lieviti, qualità e aroma del vino: una complessa interazione. *WVQ*, (6): 40-44.

- Guzzon R. (2023).
 Microbiota, terroir e vino: una complessa interazione. *WVQ*, (4): 34-38.

- Guzzon R. (2023).
Pratica arcaica o approccio moderno: la fermentazione spontanea alla luce della scienza. *WVQ*, (4): 28-32.
.....
- Guzzon R., Gallo A., Malacarne M., Roman T. (2023).
La microbiologia del Vino Santo trentino. *Terra Trentina*, 62 (2): 68.
.....
- Guzzon R., Passerelli A. (2023).
Acidità del vino e lieviti non convenzionali: ricerche e applicazioni. *WVQ*, (5): 24-27.
.....
- Guzzon R., Passerelli A. (2023).
Torulaspota delbrueckii l'altra fermentazione. *WVQ*, (5): 14-18.
.....
- Ioriatti C., Baldessari M., Zapponi L. (2023).
Difesa del melo più sostenibile nonostante le emergenze. *L'Informatore Agrario*, (12): 35-40.
.....
- Lancioni H., Partel E., Somenzi E., Hauffe H.C., Torroni A., Achilli A., Ajmone-Marsan P. (2023).
La rendena e i rendeneri storie genetiche parallele. *Informatore Zootecnico*, 70 (19): 48-52.
.....
- Lo Verde G., Fontana P., Malagnini V., La Mantia T., Ragusa E., Flaminio S., Quaranta M. (2023).
A contribute to wild bee fauna in Sicily. *Naturalista Siciliano*, 47 (1): 209-211.
.....
- Malagnini V., Pedrazzoli F., Fontana P., Cilia G., Costa C. (2023).
Honey bees in Pantelleria. *Naturalista Siciliano*, 46 (1): 21-23.
.....
- Mazzucchi M., Peterlini M. (2023).
Come sono andati i conti delle aziende trentine. *L'Allevatore Trentino*, 44 (5): 10-12.
.....
- Mazzucchi M., Peterlini M. (2023).
È tempo di fare i conti. *L'Allevatore Trentino*, 44 (4): 10-11.
.....
- Mazzucchi M., Peterlini M. (2023).
Il bilancio economico di esercizio. *L'Allevatore Trentino*, 44 (6): 6-7.
.....
- Morelli R., Zanzotti R., Chiusole M., Maines R., Bertoldi D., Coller E., Prodorutti D. (2023).
La sostenibilità dell'ecosistema vigneto aumenta col sovescio. *Vite & Vino*, (4): 20-27.
.....
- Morten M. (2023).
L'annata olivicola 2022. *Terra Trentina*, 62 (1): 66-67.
.....
- Moser S., Roman Villegas T., Larcher R., Bottura M., Osorio J., Boido E., Dellacassa E. (2023).
Profundización del conocimiento sobre el aroma de las variedades de vinos tintos resistentes a los hongos producidos en Trentino. *Bio Web of Conferences*, 56: 01018.
.....
- Mozzanini E., Grella M., Bondesan D., Marucco P., Rizzi C., Ioriatti C., Balsari P., Gioelli F. (2023).
Preliminary evaluation of irrigator emitters for pesticide application through solid set canopy delivering system in apple orchard and vineyard. *Acta Horticulturae*, 1378: 227-236.
.....
- Nardi D., Finozzi V., Andriolo A., Salvadori C., Berardinelli I., Inverardi E., Battisti A. (2023).
Il bostrico tipografo dopo Vaia: stato dell'infestazione e sviluppi futuri. *Sherwood. Foreste ed alberi oggi*, 262: 30-33.
.....
- Obwegs L., Nocker L., Guariento E., von Mörl G., Fontana P., Anderle M., Paniccia C., Plunger J., Tappeiner U., Hilpold A., Pramsohle M. (2023).
Biodiversity surveys in medicinal and aromatic plant fields. *Laimburg-Journal*, (5).
.....
- Partel E. (2023).
Produrre latte di qualità evitando contaminazioni microbiche indesiderate. *L'Allevatore Trentino*, 44 (4): 9.
.....
- Perini M. (2023).
Nuove strategie analitiche per garantire l'origine geografica e l'autenticità dei prodotti di origine vitivinicola. *Il Corriere vinicolo*, 32: 22-23.
.....
- Porro D. (2023).
Fertilizzazione post vendemmia 2023: influenza del meteo sugli apporti. *Vite & Vino*, (5): 30-36.
.....

- Puppato S., Grassi A., de Cristofaro A., Ioriatti C. (2023).
Augmentorium: a sustainable technique for conservation biological control of *Drosophila suzukii*.
IOBC/WPRS Bulletin, 166: 178-181.
.....
- Roselli G., Anfora G., Cristofaro M., Suckling D.M., Mazzoni V., Vanoni V., Menegotti L., Fellin L., Rossi
Stacconi M.V., Ioriatti C. (2023).
Effects of irradiation on the biology of overwintering males of the brown marmorated stink bug.
IOBC/WPRS Bulletin, 166: 108-110.
.....
- Ruschioni S., Lorenzini M., Fontana P. (2023).
Vespa orientalis (Hymenoptera, Vespidae), the first record in Marche region. *Naturalista Siciliano*, 47
(2): 361-367.
.....
- Waldner A., Dallago G. (2023).
Efficacia di un biostimolante sulla buttersatura amara del melo. *L'Informatore Agrario*, (12): 42-46.
.....
- Zanoni S., Zanzotti R., Morelli R. (2023).
Melo in conversione a biologico, valutazioni vegeto-produttive. *L'Informatore Agrario*, (36): 44-46.
.....
- Zapponi L., Morten M., Chiesa S.G., Michelotti F., Angeli G., Borri G., Mazzoni V., Sofia M., Anfora G., 2023.
Cimice asiatica responsabile della cascola precoce delle olive. *L'Informatore Agrario*, 11: 65-67 2023.
.....
- Zavagli F., Wenneker M., Vilardeil P., Spinelli F., Naef A., Micheli F., Kelderer M., Holthusen H.H.F.,
Donati I., Cabrefiga J., Bondesan D. (2023).
Benefits and limitations of apple production under rainproof covers. *Acta Horticulturae*, 1378: 253-260.
.....

Contributi a convegni pubblicati

- Andersen J., Mancini A., Bosetti M., Solovyev P., Nardin T., Larcher R., Franciosi E. (2023).
Supplementing cheese with polyphenol rich fruits to increase content of beneficial bioactive polyphenols.
In: 2nd ISO-FOOD Symposium: from food source to health, Portorož, Slovenia, April 24-26, 2023.
Ljubljana: Jožef Stefan Institute: 104.
.....
- Baldessari M., Chiesa S.G., Tomasi C., Mucci M. (2023).
Field trials with *Beauveria bassiana* (strain ATCC 74040) against woolly apple aphid. In: CNIE 2023:
XXVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo, 12-16 giugno 2023. Palermo: 443.
.....
- Baldessari M., Rizzolli W. (2023).
Afide lanigero in Trentino-Alto Adige: sintesi dati sperimentali. In: Giornata tecnica "Afide lanigero:
un parassita di nuovo attuale", Trento, 14 novembre 2023. San Michele all'Adige (TN): Fondazione
Edmund Mach. (Atti delle giornate tecniche): 10.
.....
- Baldi P., Yousaf A., Piazza S., Nicolussi Golo G., Gualandri V., Komjanc M., Patocchi A., Malnoy M. (2023).
Improve apple scab resistance via cisgenic approach. In: LXVI SIGA Annual Congress: Climate-smart
plants to feed the future, Bari, Italy, 5-8 September 2023.
.....
- Bona D., Bertolini S., Morelli R., Zanzotti R., Bertoldi D., Pindo M., Donati C., Silvestri S. (2023).
From apple pomace to soil fertility, the SMS Green project approach for understanding the contribution of
digestate, compost, and hydrochar to orchards fertility. In: 18th RAMIRAN conference: Managing organic
resources in a changing environment, Cambridge (UK), 12-14 September 2023. Cambridge (UK): 263.
.....
- Bona D., Cristoforetti A., Morelli R., Zanzotti R., Zanoni S., Tambone F., Pedò S., Fornasier F.,
Silvestri S. (2023).
Bioeconomia per l'agricoltura di montagna: impiego di fertilizzanti organici per la gestione della
sostanza organica e dei nutrienti in frutticoltura. In: 43° Congresso Nazionale della Società Italiana
della Scienza del Suolo Roma, 5-7 ottobre 2022: Società Italiana della Scienza del Suolo (SISS): 71-72.
.....
- Bondesan D., Grella M., Rizzi C., Mozzanini E., Balsari P., Angeli G., Ioriatti C. (2023).
Hydraulic-based fixed spray delivery system: preliminary result of apple scab management in Italy. In:
16th Workshop on Spray Application and Precision Technology in Fruit Growing, Montpellier, France,
September 19-21, 2023: 49-50.
.....

- Bondesan D., Rizzi C., Baldessari M. (2023). Targeted application to the basal part of trunk to control the woolly apple aphid (*Eriosoma lanigerum*). In: Targeted application, spray technology and authorisation workshop, Wageningen, The Netherlands, 10-11 May, 2023: The Association of Applied Biologists - Pesticide Application Group: 17.
-
- Boscaini A., Cappelletti C., Ciutti F., Salmaso N. (2023). Barcoding of non-indigenous bivalve mollusks in the BIOALPEC Project (NBFC, PNRR). In: XXVII Congresso Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia: Noi siamo acqua: conoscere gli ecosistemi acquatici per riconnettersi alla natura, Napoli, 26-30 giugno 2023. Napoli: 120.
-
- Cappellari A., Malagnini V., Fontana P., Zanotelli L., Tonidandel L., Angeli G., Ioriatti C., Marini L. (2023). Effetto della stagione e della composizione del paesaggio sui residui di prodotti fitosanitari nel polline raccolto dalle api mellifere = Effects of seasonality and landscape composition on pesticide residues in pollen collected by honeybees. In: CNIE 2023: XXVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo, 12-16 giugno 2023: 357.
-
- Cappelletti C., Ciutti F. (2023). Cambiamenti climatici: risposte delle comunità diatomiche. In: Convegno Ecosistemi acquatici e cambiamenti climatici. Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale. Reggio Emilia, 2-3 marzo 2023.
-
- Castaldi S., Formicola N., Mastrociccio M., Morales Rodríguez C., Morelli R., Prodorutti D., Vannini A., Zanzotti R. (2023). Sustainability evaluation of organic vs. integrated management in Italian vineyards with a multi footprint approach. In: 3rd World Science & Wine Congress: sustainability of wine production and food systems in the Mediterranean region, Porto, Portugal, 14-16 June 2023: 49.
-
- Celotti E., Damijan K., Staver M., Moscarda M., Nicolini G., Roman Villegas T., Gallo A., Natolino A. (2023). Technologies for enhancing the aromatic potential of Malvasia grapes. In: VII International symposium Mediterranean Malvasias, Dubrovnik, Croatia, 27-30 September 2023. Dubrovnik: University of Dubrovnik: 17.
-
- Chiesa S.G., Tomasi C., Baldessari M., Angeli G. (2023). Investigation on seasonal movements of the woolly aphid in the aerial part of the plant and its parasitoid *Aphelinus mali*. In: CNIE 2023: XXVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo, 12-16 giugno 2023: 36.
-
- Chiesa S.G., Tomasi C., Zanoni S. (2023). Ruolo di *Aphelinus mali* e prove di selettività di laboratorio. In: Giornata tecnica "Afide lanigero: un parassita di nuovo attuale", Trento, 14 novembre 2023. San Michele all'Adige (TN): Fondazione Edmund Mach. (Atti delle giornate tecniche): 8.
-
- Ciutti F., Collier E., Morelli R., Cappelletti C. (2023). Indicatori algali dei suoli in vigneti a diversa gestione agronomica. In: 43° Congresso Nazionale della Società Italiana della Scienza del Suolo, Roma, 5-7 ottobre 2022: Società Italiana della Scienza del Suolo (SISS): 77-78.
-
- Collier E., Morelli R., Zanzotti R., Bertola N., Bertoldi D., Chiusole M., Prodorutti D. (2023). Does green manure improve soil quality in a dry vineyard of Lake Garda?. In: 43° Congresso Nazionale della Società Italiana della Scienza del Suolo, Roma, 5-7 ottobre 2022: Società Italiana della Scienza del Suolo (SISS): 79-80.
-
- Dalmaso G., Baldessari M., Anfora G., Mazzoni V., Mori N., Ioriatti C. (2023). Diffusion of *Orientus ishidae* (Hemiptera: Cicadellidae) in Northern Italy apple orchards and study on host preference. In: CNIE 2023: XXVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo, 12-16 giugno 2023. Palermo: 157.
-
- Delaiti S., Pedò S., Roman Villegas T., Nardin T., Larcher R. (2023). Atypical aging and hydric stress: insights on an exceptionally dry year. In: Il International Congress on Grapevine and WineSciences, Logroño, La Rioja (Spain), 8-10 November 2023.
-
- Delaiti S., Roman Villegas T., Nardin T., Pedò S., Larcher R. (2023). Sparkling wines and atypical aging: investigating the risk of refermentation. In: Il International Congress on Grapevine and WineSciences, Logroño, La Rioja (Spain), 8-10 November 2023.
-

- Di Pierro E.A., Franceschi P., Bertoldi D., Ziller L., Tonon A., Larcher R., Bontempo L., Camin F., Troglio M. (2023).
Towards the geographical traceability of the Italian walnut: a case study based on stable isotopes signatures ($\delta(^2\text{H})$, $\delta(^{18}\text{O})$, $\delta(^{13}\text{C})$, $\delta(^{15}\text{N})$, $\delta(^{34}\text{S})$) and elemental fingerprinting. In: IX International Symposium on Walnut & Pecan, Grenoble, France, 12-16 June 2023: 12.
.....
- Fontana, P. (2023).
Giovanni Antonio Scopoli: il dimenticato rivelatore del millenario mistero della fecondazione delle api regine = Antonio Scopoli: the forgotten revealer of the millennial mystery of the fertilization of queen bees. In: CNIE 2023: XXVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo, 12-16 giugno 2023: 370.
.....
- Fontana P., Malagnini V., Andreis D. (2023).
BeeWild: la citizen science e lo studio delle colonie selvagge di *Apis mellifera* = Beewild: the citizen science and the study of the wild colonies of *Apis mellifera*. In: CNIE 2023: XXVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo, 12-16 giugno 2023: 361.
.....
- Fontana P., Malagnini V., Ruzzier E., Pedrazzoli F., Kocárek P. (2023).
Il genere *Chelidura* Latreille, 1825 nelle Alpi, tra complessità e rischio climatico (Dermaptera, Forficulidae, Anechurinae) = The genus *Chelidura* Latreille, 1825 in the Alps, between complexity and climatic risk (Dermaptera, Forficulidae, Anechurinae). In: CNIE 2023: XXVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo, 12-16 giugno 2023: 126.
.....
- Gallo A., Paolini M., Cappello N., Carrau F., Schneider R., Larcher R., Roman Villegas T. (2023).
Aromatic and fermentative performances of *Hanseniaspora vineae* in different sequential inoculation protocols with *Saccharomyces cerevisiae* for white winemaking. In: Ceno Macrowine 2023, Bordeaux, France, July 10-13, 2023: 185.
.....
- Gallo A., Paolini M., Castello D., Carrau F., Schneider R., Cappello N., Larcher R., Roman Villegas T. (2023).
Aromatic and fermentative performances of *Hanseniaspora vineae* in different coinoculation protocols with *Saccharomyces cerevisiae* for white winemaking. In: 44th World Congress of vine and wine, Cadiz/Jerez, Spain, 5-9 June 2023: 699-701.
.....
- Gallo A., Paolini M., Tessari G., Bernardi P., Cappello C., Larcher R., Roman Villegas T. (2023).
The effect of continuous nitrogen supplementation on the fermentation kinetics and aroma compounds of white wines. In: 44th World Congress of vine and wine, Cadiz/Jerez, Spain, 5-9 June 2023: 269-270.
.....
- Gallo A., Roman Villegas T., Natolino A., Curioni A., Marangon M., Celotti E. (2023).
Evidence of the interaction of ultrasound and aspergillopepsins I on unstable grape proteins. In: Ceno Macrowine 2023, Bordeaux, France, July 10-13, 2023: 294.
.....
- Gualandri V., Vicelli B., Angeli G. (2023).
Identification of apple Luteovirus (alv-1) and potential association with dieback of apple trees in Northern Italy. In: ICPP2023, Lyon, France, 20-25 August 2023.
.....
- Guzzon R., Paolini M., Nardin T., Roman Villegas T., Larcher R., Vagnoli P., Krieger Weber S. (2023).
Modulation of wine sensory profile by lactic bacterial activity in a global warming scenario by different malolactic fermentation strategies. In: 37th EFFoST International Conference 2023, Valencia, Spain, November 6-8, 2023.
.....
- Guzzon R., Perini M., Pianezze S., Onderwater R.C.A., Wattiez R., Vilardo F., Roman Villegas T., Larcher R. (2023).
Chitosan in wine industry: identification of origin by a multidisciplinary approach and application in oenology. In: 37th EFFoST International Conference 2023, Valencia, Spain, November 6-8, 2023.
.....
- Larcher R., Delaiti S., Nardin T., Pedò S., Roman T., Zanzotti R. (2023).
Atypical ageing defect in Pinot blanc wines: a comparison between organic and conventional production management systems. In: 44th World Congress of vine and wine, Cadiz/Jerez, Spain, 5-9 June 2023: 527-528.
.....
- Larcher R., Nardin T., Dekker S. (2023).
Evidence of the relationship between the oxygen radical absorbance capacity (ORAC) of white wines and the potential development of atypical aging (ATA). In: 44th World Congress of vine and wine, Cadiz/Jerez, Spain, 5-9 June 2023: 226-229.
.....

- Larcher R., Tonidandel L., Barbero A., Fedrizzi B., Nardin T. (2023).
A new method of single liquid chromatography and tandem mass spectrometry for the analysis of varietal thiols and their precursors in wine. In: 44th World Congress of vine and wine, Cadiz/Jerez, Spain, 5-9 June 2023: 720-722.
.....
- Li M., Yu J., Sartore S., Bellini E., Bertoldi D., Larcher R., Saba A., Sanità di Toppi L., Varotto C. (2023).
Divergent patterns of metal/metalloid responsiveness and detoxification of two *Medicago truncatula* Gaertn. phytochelatin synthase genes. In: 118° Congresso della Società Botanica Italiana: IX International Plant Science Conference (IPSC), Pisa, 13-16 settembre 2023.
.....
- Lira de Medeiros A.C., Faccenda F., Pulido Rodriguez L.F., Bruni L., Secci G., Parisi G. (2023).
Quality of fillet from trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets supplemented with olive pomace at two different levels. In: ASPA 25th Congress. (Italian Journal of Animal Science): 22(sup1), 68.
.....
- Longa C.M., Ferretti M.C., Maresi G. (2023).
The role of *Verticillium dahliae* in the dieback of *Ailanthus altissima* in Trentino - South Tyrol. In: XIX Congress of European Mycologists, Perugia, Italy, September 4-8, 2023: 121.
.....
- Mainardi C.E., Peccerillo C., Roselli G., Anfora G., Mazzoni V., Ioriatti C., Paolini A., Cemmi A., Grodowitz M., Musmeci C., Sforza, R.F.H., Rossi Stacconi M.V., Suckling D.M., Menegotti L., Vanoni V., Cristofaro M. (2023).
Sterile insect technique to control pentatomid pest species: irradiation screening on *Halyomorpha halys* and *Bagrada hilaris*. In: ECE 2023: XII European Congress of Entomology, Heraklion, Crete, Greece, 16-20 October 2023: 580-581.
.....
- Malagnini V., Cappellari A., Zanotelli L., Fontana P., Ioriatti C. (2023).
Contaminazione da fitofarmaci ed effetto della biodiversità paesaggistica sul polline raccolto dalle api. In: Convegno Science for the planet, Campobasso, 28-30 giugno 2023. Campobasso: Università degli Studi del Molise: 43.
.....
- Malagnini V., Fontana P., Pedrazzoli F., Kryger P., Costa C., Cilia G., Anelli S. (2023).
Caratterizzazione della popolazione di *Apis mellifera* dell'isola di Pantelleria (Sicilia, Italia) = Characterization of the *Apis mellifera* population on the Island of Pantelleria (Sicily, Italy). In: CNIE 2023: XXVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo, 12-16 giugno 2023: 369.
.....
- Malagnini V., Fontana P., Zanotelli L. (2023).
Life VAIA: valutare la riforestazione di boschi danneggiati mediante un'agroforestazione innovativa = Life VAIA: valuing afforestation of damaged woods with innovative agroforestry. In: CNIE 2023: XXVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo, 12-16 giugno 2023: 371.
.....
- Malossini U., Bottura M., Roman Villegas T. (2023).
La selezione di cloni in varietà di vite identitarie del territorio (Trentino). In: XIV Giornate Scientifiche SOI: L'ortoflorofruitticoltura per la transizione ecologica, Torino, 21-22 giugno 2023. Firenze: Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana (SOI). (Acta Italus Hortus): 202.
.....
- Massa B., Fontana P., Brizio C., Buzzetti F.M., Stancher G. (2023).
La bioacustica nella ricerca degli ortotteri: i registratori ambientali e il caso emblematico dell'*Acheta pantescus* = Bioacoustics in Orthoptera research: environmental recorders and the emblematic case of *Acheta pantescus*. In: CNIE 2023: XXVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo, 12-16 giugno 2023: 133.
.....
- Morelli R., Bona D., Cristoforetti A., Zanoni S., Bertoldi D., Pindo M., Zanzotti R., Silvestri S. (2023).
Progetto PEI 2022-2024: SMS Green: bioeconomia circolare, sostenibilità melo-suolo. In: XIV Giornate Scientifiche SOI: L'ortoflorofruitticoltura per la transizione ecologica, Torino, 21-22 giugno 2023. Firenze: Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana (SOI). (Acta Italus Hortus): 121.
.....
- Morelli R., Collier E., Zanoni S., Zanzotti R., Maines R., Bertoldi D., Prodorutti D. (2023).
Nutrienti e attività biologica del suolo in un meleto a gestione biologica e integrata. In: 43° Congresso Nazionale della Società Italiana della Scienza del Suolo, Roma, 5-7 ottobre 2022: Società Italiana della Scienza del Suolo (SISS): 51-52.
.....
- Morelli R., Zanoni S., Bona D., Pedò S., Bertoldi D., Porro D., Cristoforetti A., Zanzotti R. (2023).
Nitrogen in apple orchard: organic fertilisation strategies in a circular economy approach. In: 18th RAMIRAN conference: Managing organic resources in a changing environment, Cambridge (UK), 12-14 September 2023. Cambridge (UK): 147.
.....

- Morelli R., Zanzotti R., Bertoldi D., Zanoni S. (2023).
Nitrogen in apple orchards under integrated and organic farming. In: IV Convegno AISSA #under 40, Fisciano (SA), 12-13 luglio 2023. Fisciano (SA): 228.
.....
- Nardin T., Dekker S., Fedrizzi B., Larcher R. (2023).
Monitoring accumulation and degradation of polysulfides with the consequently hydrogen sulfide formation using ion chromatography and ultra highpressure liquid chromatography combined with fraction collection and high-resolution mass spectrometry. In: 44th World Congress of vine and wine, Cadiz/Jerez, Spain, 5-9 June 2023: 263-264.
.....
- Nardin T., Dekker S., Martinelli F., Larcher R. (2023).
Investigation of thiolated polysulfide formation in must and wine using online SPE UHPLC-HRMS. In: 44th World Congress of vine and wine, Cadiz/Jerez, Spain, 5-9 June 2023: 732-733.
.....
- Obwegs L., Nocker L., Guariento E.C., Morl G., Zanotelli L., Fontana P., Tappeiner U., Hilpold A., Pramsohler M. (2023).
Biodiversitätsmonitoring im Südtiroler Kräuteraanbau = Biodiversity surveys in medicinal and aromatic plant fields in South Tyrol. In: 9. Tagung für Arznei- und Gewürzpflanzenforschung, Freising, 11-14 September 2023. (Julius-Kühn-Archiv): 97-101.
.....
- Paolini M., Cucinotta L., Roncone A., Bontempo L., Sciarrone D., Camin F., Moser S., Larcher R. (2023).
Aromatic characterization of Moscato Giallo by GC-MS/MS and stable isotopic ratio analysis of the major volatile compounds. In: II International Congress on Grapevine and WineSciences, Logroño, La Rioja (Spain), 8-10 November 2023.
.....
- Paolini M., Roman Villegas T., Cisolotto B., Moser S., Cappello N., Larcher R. (2023).
Aroma characterization of mold resistant basewines for sparkling wine produced in a warm-temperate area at two different altitudes. In: II International Congress on Grapevine and WineSciences, Logroño, La Rioja (Spain), 8-10 November 2023.
.....
- Perini M., Pianezze S. (2023).
How to guarantee the natural origin of nutraceutical and pharmaceutical products? The potential of the stable isotope ratios analysis. In: XIII Congresso nazionale di chimica degli alimenti, Marsala (TP), 29-31 maggio 2023: Società Chimica Italiana: 33.
.....
- Perini M., Pianezze S. (2023).
The Potential of the stable isotope ratio analysis to ensure the authenticity of food supplements. In: XXX Congresso della Divisione di Chimica Analitica della Società Chimica Italiana, Città del Vasto (CH), 17-21 Settembre 2023: 153.
.....
- Perini M., Pianezze S., Larcher R. (2023).
Authentication and geographical characterisation of Italian grape musts through glucose and fructose carbon isotopic ratios determined by LC IRM. In: 2nd ISO-FOOD Symposium: ISO-FOOD from food sources to health, Portorož, Slovenia, April 24-26, 2023: 52.
.....
- Pianezze S., Corazzin M., Perini M., Camin F., Paolini M., Saccà E., Fabro C., Piasentier E. (2023).
GC-C-IRMS on single fatty acids and EA-IRMS on bulk lipid to study the fractionation processes in bovine organism and to detect differences in four matrices of Simmental cows fed on C3 and C4 diets. In: 2nd ISO-FOOD Symposium: ISO-FOOD from food sources to health, Portorož, Slovenia, April 24 – 26, 2023. Ljubljana: Jožef Stefan Institute: 36.
.....
- Pianezze S., Perini M., Moreno-Rojas J.M., Muñoz-Redondo J.M., Piasentier E. (2023).
Discrimination between mangalica and commercial hybrids pigs through bulk isotopic analysis. In: ICoMST: 69th International congress of meat science and technology: from tradition to green innovation, Padova, Italy, August 20-25, 2023: 747-748.
.....
- Pianezze S., Perini M., Paolini M., Allari L., Tonidandel L., Finato F., Guardini K., Traldi U., Larcher R. (2023).
Recent applications of stable isotope ratio analysis in the study of wine and wine products. In: 3rd World Science & Wine Congress: sustainability of wine production and food systems in the Mediterranean region, Porto, Portugal, 14-16 June 2023: 47.
.....
- Pianezze S., Perini M., Piasentier E., Manuel Muñoz Redondo J., Manuel Moreno-Rojas J. (2023).
Discrimination between Mangalica pigs and commercial hybrids through bulk and compound specific isotopic analysis. In: XIII Congresso nazionale di chimica degli alimenti, Marsala (TP), 29-31 maggio 2023: Società Chimica Italiana: 160.
.....

- Prodorutti D., Bugiani R., Tosi C., Rizzi C., Collier E., Phillion V., Stensvand A., Pertot I. (2023).
L'irrigazione per aspersione come tecnica sostenibile per ridurre l'incidenza delle infezioni primarie di ticchiolatura del melo. In: XIV Giornate Scientifiche SOI: L'ortoflorofruitticoltura per la transizione ecologica, Torino, 21-22 giugno 2023. Firenze: Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana (SOI). (Acta Italus Hortus): 41.
-
- Pulido-Rodríguez L.F., Secci G., Tignania M.V., Medeiros A., Faccenda F., Parisi G. (2023).
Cold shock by immersion in iced salty water is a suitable method to stun Carpione del Garda (*Salmo carpio*) both considering animal welfare and flesh quality during storage. In: ASPA 25th Congress. (Italian Journal of Animal Science): 22(sup1): 66.
-
- Ricciari A., Fontana P., Freda F., Massa B., Cerini F., Spagoni L., Bologna M.A. (2023).
The role of integrative taxonomy in the conservation of Italian endemic species of insects. In: 82^o Congresso nazionale dell'Unione Zoologica Italiana, Palermo, 19-22 settembre 2023: 31.
-
- Rojas B., Lagreze J., Farneti B., Porro D., Malnoy M., Moser C., Dalla Costa L., Malacarne G. (2023).
Tackling the grapevine Pectate Lyase gene family and its role in the berry texture determination. In: LXVI SIGA Annual Congress: Climate-smart plants to feed the future, Bari, Italy, 5-8 September 2023.
-
- Roman Villegas T., Cappello N., Bottura M., Moser S., Stefanini M., Malacarne M. (2023).
Ripening behaviour and grape must quality of eleven white resistant varieties in Trentino. In: 22nd Giesco symposium, Ithaca, NY, 17-21 July 2023.
-
- Roman Villegas T., Cisolotto B., Cappello N., Paolini M., Echeverrigaray S., Bernardi P., Gallo A., Larcher R. (2023).
Interaction between nutrient supplementation and yeast strain on the aroma of Glera base wine for sparkling production. In: 44th World Congress of vine and wine, Cadiz/Jerez, Spain, 5-9 June 2023: 728-729.
-
- Roman Villegas T., Cisolotto B., Paolini M., Moser S., Cappello N., Larcher R. (2023).
Aroma characterisation of mold resistant sparkling wines produced in a warm-temperate area. In: 22nd Giesco symposium, Ithaca, NY, 17-21 July 2023.
-
- Roman Villegas T., Natolino A., Gallo A., Celotti E. (2023).
Preliminary studies on the combined effect of ultrasound and aspergillopepsins I on the protein instability indices of Gewürztraminer wine. In: 44th World Congress of vine and wine, Cadiz/Jerez, Spain, 5-9 June 2023: 244-245.
-
- Roman Villegas T., Paolini M., Gallo A., Barp L., Bortolotto L., Cappello N., Larcher R. (2023).
Modulation of yeast-derived aroma compounds in Chardonnay wines using encapsulated diammonium phosphate to control nutrient release. In: CEno Macrowine 2023, Bordeaux, France, July 10-13, 2023: 306.
-
- Rossi Stacconi M.V., Roversi P.F., Bertin S., Sabbatini Peverieri G., Biondi A., Zappalà L., Campo G., Tavella L., Tortorici F., Carli C., Bardella S., Bosio G., Mori N., Tonina L., Zanini G., Caruso S., Vaccari G., Masetti A., Bittau B., Bariselli M., Schmidt S., Falagiarda M., Bertignono L., Bonfanti R., Giorgini M., Guerrieri E., Tropiano F.G., Verrastro V., Baser N., Vitale M.L., Ranaldi G., Endrizzi S., Tessari L., Ioriatti C., Grassi A., Fellin L., Anfora G., Lupi D., Culatti P., Sacchetti P., Cappellini G. (2023).
Aggiornamento sul programma nazionale italiano di lotta biologica classica al moscerino asiatico dei piccoli frutti, *Drosophila suzukii*. In: CNIE 2023: XXVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo, 12-16 giugno 2023: 434.
-
- Saraiva J.L., Faccenda F., Cabrera-Álvarez M.J., Povinelli M., Hubbard P.C., Cerqueira M., Farinha A., Secci G., Tignani M.V., Parisi G. (2023).
Assessing rainbow trout welfare at slaughter: an integrative approach using behavioural, physiological, proteomic and quality indicators with a novel temperature stunning method. In: Aquaculture Europe 23, Vienna, Austria, 18-21 September 2023: 1310-1311.
-
- Silvestri S., Cristoforetti A., Pedò S., Bertoldi D., Bona D. (2023).
Fertilizzanti organici ottenuti da differenti processi di trattamento: effetti al suolo e ruolo nella de-carbonizzazione. In: Biowaste: XXV Conferenza sul compostaggio e digestione anaerobica: sessione tecnica, Rimini, 8 novembre 2023. Santarcangelo di Romagna (RN): Maggioli: 276-282.
-
- Solov'yev P., Andersen J., Bossetti M., Mancini A., Nardin T., Larcher R., Franciosi E., Bontempo L. (2023).
Application of NMR spectroscopy for tracing improved nutritional values in caciotta-like cheeses.

In: NMR Day Bari: Quantitative and non-targeted NMR for the protection of health and food, Bari, Italy, June 16th, 2023.

Solovveyev P., Gaudioso G., Weil T., Marzorati G., Bontempo L., Franciosi E., Bertoldi L., Pedrolli C., Tuohy K., Fava F. (2023).

NMR spectroscopy in analysis of organic sauerkraut fermentation. In: 50th National congress on magnetic resonance, Roma, 6-8 settembre 2023.

Tatti A., Carlino N., Silverj A., Longa C.M., Pedrazzoli F., Guzzon R., Pasolli E., Segata N., Rota Stabelli O. (2023).

Genome-scaled phylogeny of *Saccharomyces cerevisiae* from spontaneous must fermentations. In: ICYGB: 31^o International conference on yeast genetics and molecular biology, Firenze, 20-25 August 2023: 170.

Tonina L., Zanettin G., Puppato S., Grassi A., Miorelli P., Pantezzi T. (2023).

Anthonomus rubi su fragola in Trentino: fenologia, ecologia ed esperienze di gestione integrata. In: CNIE 2023: XXVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo, 12-16 giugno 2023: 444.

Varotto C., Barbaro E., Bertoldi D., Larcher R., Li M. (2023).

ACR3 is a key player in arsenic detoxification in bryophytes. In: 118^o Congresso della Società Botanica Italiana: IX International Plant Science Conference (IPSC), Pisa, 13-16 settembre 2023.

Vicelli B., Gualandri V., Cainelli C., Pedroncelli A., Puopolo G. (2023).

Development of an early detection protocol of *Erwinia amylovora* from corbicular pollen to monitor its spread in apple orchards. In: XXVIII Congress of the Italian Phytopathological Society (SIPaV). Naples, September 18 - 20, 2023. (Italy Journal of Plant Pathology): 105: 1237-1323.

Vicelli B., Gualandri V., Cainelli C., Pedroncelli A., Puopolo G. (2023).

Monitoring *Erwinia amylovora* spread in apple orchards: development of a detection protocol from corbicular pollen. In: ICPP2023, Lyon, France, 20-25 August 2023.

Zanoni S., Morelli R., Maines R., Coller E., Zanzotti R. (2023).

Gestione biologica e integrata a confronto: valutazione vegeto-produttiva in cinque anni di sperimentazione in meleto. In: XIV Giornate Scientifiche SOI: L'ortoflorofruitticoltura per la transizione ecologica, Torino, 21-22 giugno 2023. Firenze: Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana (SOI). (Acta Italus Hortus): 16.

Zanotelli L., Fontana P., Malagnini V., Movalli C. (2023).

Primo repertorio degli apoidei antofili del Parco Nazionale Val Grande (Piemonte, Italia) = First inventory of the Apoidea anthophila of the Val Grande National Park (Piedmont, Italy). In: CNIE 2023: XXVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo, 12-16 giugno 2023: 372.

Zanzotti R., Bertoldi D., Baldantoni D., Morelli R. (2023).

Soil fertility and agronomic performance of green manure in vineyard. In: IV Convegno AISSA #under 40, Fisciano (SA), 12-13 luglio 2023: 142.

Monografie e capitoli di libro

Battiston R., Fontana P., Massa B. (2023).

Mantodea. In: Sistematica ed evoluzione degli esapodi (editor(s) Minelli A., Bologna M.A.). Napoli: Liguori. (Entomologia): 211-215.

Battiston R., Fontana P., Massa B. (2023).

Blattodea. In: Sistematica ed evoluzione degli esapodi (editor(s) Minelli A., Bologna M.A.). Napoli: Liguori. (Entomologia): 204-210.

Battiston R., Fontana P., Massa B. (2023).

Phasmatodea. In: Sistematica ed evoluzione degli esapodi (editor(s) Minelli A., Bologna M.A.). Napoli: Liguori. (Entomologia): 199-203.

Battiston R., Fontana P., Massa B. (2023).

Grylloblattodea. In: Sistematica ed evoluzione degli esapodi (editor(s) Minelli A., Bologna M.A.). Napoli: Liguori. (Entomologia): 191-193.

Battiston R., Fontana P., Massa B. (2023).
Mantophasmatodea. In: Sistematica ed evoluzione degli esapodi (editor(s) Minelli A., Bologna M.A.).
Napoli: Liguori. (Entomologia): 188-190.
.....

Celotti E., Natolino A., Roman Villegas T., Gallo A. (2023).
Sostenibilità nel trattamento dei vini: possibilità offerte dagli estratti proteici di lievito (EPL) e dagli
ultrasuoni di potenza (HPUS). In: Vitenda Duemila24: L'agenda del vitivinicoltore (editor(s) Morando
A., Morando D., Amico L.): 278-280.
.....

Fontana P., Battiston R., Massa B. (2023).
Dermaptera. In: Sistematica ed evoluzione degli esapodi (editor(s) Minelli A., Bologna M.A.). Napoli:
Liguori. (Entomologia): 174-177.
.....

Fontana P., Battiston R., Massa B. (2023).
Embioptera. In: Sistematica ed evoluzione degli esapodi (editor(s) Minelli A., Bologna M.A.). Napoli:
Liguori. (Entomologia): 194-198.
.....

Guzzon R., Mattivi F., Ferrari M., Menta A. (2023).
Enologia e biotecnologie vitivinicole. Bologna: Zanichelli.
.....

Massa B., Battiston R., Fontana P. (2023).
Zoraptera. In: Sistematica ed evoluzione degli esapodi (editor(s) Minelli A., Bologna M.A.). Napoli:
Liguori. (Entomologia): 171-173.
.....

Massa B., Battiston R., Fontana P. (2023).
Orthoptera. In: Sistematica ed evoluzione degli esapodi (editor(s) Minelli A., Bologna M.A.). Napoli:
Liguori. (Entomologia): 178-187.
.....

Tonina L., Tolotti G., Favero A., Salvadori C. (2023).
Bostrico tipografo: prove con tronchi esca nella Foresta demaniale di San Martino di Castrozza. In:
Bollettino del CFT. Trento: Provincia Autonoma di Trento. (Bollettino del CFT): 91-100.
.....

PRODOTTI EDITORIALI

Publicazioni periodiche

FONDAZIONE MACH NOTIZIE

Notiziario tecnico del Centro
Trasferimento Tecnologico
della Fondazione Edmund Mach

Direttore responsabile: Silvia Ceschini.
Direttore Tecnico: Maurizio Bottura

.....
Autorizzazione Tribunale di Trento
n. 1 del 02.03.2018

N° - Data	Sezione	Argomento	Tiratura (cartaceo)	Via e-mail agli iscritti servizio messaggistica
1 - 19/05/2023	FRUTTICOLTURA	Disciplinare per la Produzione integrata melo, susino, actinidia e ciliegio 2023	903	2.659
2 - 01/06/2023		Gestione dell'oidio fino alla raccolta	881	2.545
3 - 19/06/2023		Difesa estiva dalla ticchiolatura	881	2.546
4 - 22/06/2023		Difesa estiva dall'alternaria	881	2.547
5 - 03/07/2023		Monitoraggio dell'azoto minerale del suolo e analisi fogliari	882	2.547
1 - 21/04/2023	PICCOLI FRUTTI	Disciplinare di Produzione integrata e guida all'applicazione. Difesa di fragola e piccoli frutti 2023	237	946
2 - 19/06/2024		Monitoraggio di <i>Drosophila suzukii</i> : aggiornamento della situazione	244	1.071
1 - 11/09/2023	VITICOLTURA	Flavescenza dorata della vite	167	2.918
1 - 29/06/2023	OLIVICOLTURA	Difesa estiva e autunnale dell'olivo 2023	242	1.668
1 - 09/05/2023	APICOLTURA	Covata calcificata: un problema insidioso per l'apicoltura trentina	284	1.249
2 - 12/06/2023		Lotta alla varroa in Trentino: proposte di intervento 2023	283	1.249
1 - 15/05/2023	GENERALE	Nuove disposizioni provinciali in materia di effluenti zootecnici	928	6.832
2 - 10/07/2023		Disposizioni provinciali sulle zone di rispetto idrogeologico dei punti di captazione delle acque per il consumo umano	1.150	6.844

Approfondimenti monografici del Centro Trasferimento Tecnologico della Fondazione Edmund Mach

FRUTTICOLTURA INTEGRATA 2023. Guida pratica alla coltivazione del melo

15 - Marzo 2023 / Andreatti N., Angeli D., Barchetti D., Bertagnolli A., Berti M., Bondesan D., Branz A., Chini L., Chini M., Cristoforetti A., de Concini M., Delaiti L., De Ros G., Flaim D., Gabardi D., Iachemet D., Iori L., Marcolla A., Micheli F., Morten M., Panizza C., Pellegrini F., Pezzè M., Prantil M., Soini M., Springhetti M., Toniolli F., Torresani R., Turrini L., Zapponi L., Zaffoni M., Zeni F., Zorzi C.
Pagine 184

La "Guida pratica alla coltivazione del melo", giunta alla terza edizione, è stata ulteriormente arricchita, aggiornata ed ampliata e raccoglie le informazioni essenziali per una conduzione ottimale dei frutteti secondo la produzione integrata che sono frutto dell'esperienza sia dei tecnici consulenti che degli sperimentatori FEM. La guida intende concentrare le indicazioni che periodicamente vengono fornite ai produttori tramite i vari canali informativi, con l'auspicio che diventi un punto di riferimento per i frutticoltori durante tutta l'annata agraria. Sono illustrate le indicazioni per controllare le principali avversità e le operazioni agronomiche utili per raggiungere la migliore produttività e qualità. Ampio spazio è stato dedicato ai consigli per i monitoraggi da eseguire in campo da parte del frutticoltore, fondamentali per rispondere alle esigenze di sostenibilità delle produzioni frutticole.





FRUTTICOLTURA BIOLOGICA Guida pratica alla coltivazione biologica del melo - Quinta edizione (2023)

16 - Aprile 2023 / Barchetti D., Bott S., Branz A., Cristoforetti A., Del Fabbro R., Dorigoni A., Flaim D., Forno F., Gobber M., Maines R., Mazzoni V., Mescalchin E., Morten M., Pellegrini F., Prodorutti D., Soini M., Springhetti M., Toniolli F., Torresani R., Zanoni S., Zanzotti R.
Pagine 64

In questa pubblicazione vengono trattati gli argomenti principali per la gestione del frutteto con metodo biologico: dal suolo, con particolare attenzione al mantenimento e miglioramento della sua fertilità biologica, alla gestione agronomica dell'interfilare e del sottofilare, al diradamento. La difesa delle avversità rappresenta una parte importante della pubblicazione, con la descrizione dei metodi di lotta utilizzabili in agricoltura biologica per il controllo di patogeni e fitofagi già noti o emergenti. Questa edizione è stata aggiornata con i risultati delle prove sperimentali di fertilizzazione del melo, confrontando l'effetto di diverse matrici organiche, con i nuovi metodi di valutazione della fertilità del suolo e con un aggiornamento sulla situazione delle principali avversità sul territorio provinciale e dei relativi metodi di lotta.



COLTIVAZIONE DELL'OLIVO IN TRENTINO Guida pratica per l'olivicoltura multifunzionale

17 - Settembre 2023 / Morten M., Pedò S., Bondesan D., Cristoforetti A., Guella E., Zapponi L., Michelotti F.
Pagine 83

Questa guida, strumento pratico di consultazione per gli olivicoltori durante tutta l'annata agraria, riporta indicazioni tecniche, informazioni ed aggiornamenti sugli aspetti agronomici e produttivi quali la gestione della fertilità del suolo, la potatura e l'irrigazione, e sulla protezione della coltura dalle principali avversità, patogeni e parassiti emergenti o noti, con ampio spazio dedicato alla problematica della mosca olearia. La pubblicazione è rivolta sia agli olivicoltori professionali che ai numerosi hobbisti che coltivano l'olivo nelle zone dell'Alto Garda, con l'obiettivo di ottenere un prodotto agricolo quantitativamente e qualitativamente ottimale adottando pratiche virtuose e innovative con una particolare attenzione alla conservazione e alla stimolazione della biodiversità, alla tutela del paesaggio e al risparmio di risorse ed energie. Fornisce quindi conoscenze e indicazioni di carattere pratico, derivate dall'esperienza pluridecennale dei tecnici FEM, derivate del costante monitoraggio del territorio e dalle più recenti sperimentazioni realizzate in collaborazione con i diversi attori della filiera olivicola e con partners tecnico-scientifici nazionali ed internazionali.

Monografie

RAPPORTO 2022

AA. VV., Pagine 166, Rapporto di attività
ISSN 20-37-7541
Scaricabile gratuitamente su ctt.fmach.it

La quattordicesima edizione del Rapporto del Centro Trasferimento Tecnologico della Fondazione E. Mach illustra in 35 relazioni tecnico-scientifiche le principali attività di sperimentazione, servizio e consulenza svolta dal personale del Centro nel 2022. Il Rapporto è corredato dalla sezione "Attività in sintesi" che riporta i dati più significativi relativi a servizi, analisi di laboratorio e attività sperimentali, nonché l'elenco delle pubblicazioni scientifiche, tecniche e divulgative, gli eventi organizzati e dati relativi al personale del Centro.



EVENTI ORGANIZZATI 2023

Data	Evento	Luogo	Co-Promotori
2 febbraio	3ª Giornata tecnica olivicoltura nelle regioni produttive Nord-Est italiano e Slovenia	San Michele all'Adige e diretta streaming	ERSA Agenzia Regionale per lo Sviluppo Rurale del Friuli Venezia Giulia, Istituto Agrario e Forestale di Nova Gorica, Università di Verona
28 febbraio	Esperienza pluriennale di confronto gestioni agronomiche in vigneto: risultati vegeto-produttivi, effetti sulla fertilità del suolo, impronte ambientali e qualità di mosti e vini	San Michele all'Adige	
1 marzo	26ª giornata tecnica La frutticoltura delle Valli del Noce	Cles e diretta streaming	Melinda, APOT
2 marzo	Valorizzazione reflui aziendali e corretto uso agronomico	San Michele all'Adige e diretta streaming	Federazione Allevatori Trento
15 marzo	9ª giornata tecnica piccoli frutti	San Michele all'Adige e diretta streaming	
16 marzo	La coltivazione della canapa in Trentino	San Michele all'Adige	Associazione Canapa Trentina
31 maggio	Giornata tecnica La gestione dell'acqua ad uso irriguo	San Michele all'Adige e diretta streaming	
8 giugno	Giornata tecnica ciliegio	Vigalzano di Pergine Valsugana	
3 agosto	Prove sperimentali in frutticoltura e viticoltura biologica	San Michele all'Adige e diretta streaming	Centro di Sperimentazione Laimburg
22 agosto	Porte aperte al frutteto sperimentale di Denno	Loc. Pinè - Denno	
14 novembre	Afide lanigero: un parassita di nuovo attuale	Trento	
30 novembre	Giornata tecnica di degustazione vini sperimentali	San Michele all'Adige	
13 dicembre	16ª Giornata tecnica della vite e del vino	San Michele all'Adige e diretta streaming	

FORMAZIONE PER ADULTI

Corsi per il rilascio / rinnovo dell'autorizzazione all'acquisto e uso (utilizzatori professionali) e vendita (distributori) dei prodotti fitosanitari (patentino) e per consulenti

(Delibera GP n. 1965 del 27 novembre 2020)

Corso	Numero edizioni	Numero partecipanti	Tipo
Rilascio autorizzazione per utilizzatori professionali (20 ore)	7	220	Formazione a distanza e videoconferenza
Rinnovo autorizzazione per utilizzatori professionali (12 ore)	/	526	Formazione a distanza
Rinnovo autorizzazione per utilizzatori professionali (da 1 a 11 ore come completamento del percorso formativo a crediti)	/	233	Formazione a distanza
Rinnovo autorizzazione per utilizzatori professionali (12 ore e ridotti)	7	181	In presenza in aula
Rilascio autorizzazione per la vendita dei prodotti fitosanitari (25 ore)	1	9	Formazione a distanza e videoconferenza
Rinnovo autorizzazione per la vendita dei prodotti fitosanitari (12 ore)	/	38	Formazione a distanza
Rilascio autorizzazione per l'attività di consulente (25 ore)	1	41	Formazione a distanza e in presenza in aula
Rinnovo autorizzazione per l'attività di consulente (12 ore)	1	22	Formazione a distanza

Totale partecipanti: 1.270

Formazione permanente per frutticoltori

Corsi organizzati in base all'Accordo dei servizi FEM-APOT dal 23 ottobre 2023 al 18 dicembre 2023 nell'ambito del percorso formativo a crediti per il rinnovo dell'autorizzazione all'acquisto e uso dei prodotti fitosanitari.

Numero totale di edizioni organizzate (3 ore/edizione)	Numero totale dei partecipanti	Tipo/sedi
47	2.326	Videoconferenza
13	744	In presenza (Brez, Livo, Mezzolombardo, Taio)

FORMAZIONE PER ADULTI

Corso di apicoltura

Ore totali	Partecipanti	Luogo
32	55	Fondazione Edmund Mach, Vigalzano di Pergine Valsugana (TN)

Incontri formativi su potatura di riforma e slupatura dell'olivo

Numero di edizioni	Numero totale dei partecipanti	Luogo
3	37	Riva del Garda (TN)

La tecnica *curetage* per la prevenzione e la cura del mal dell'esca

Numero di edizioni	Numero totale dei partecipanti	Luogo
1	12	Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige (TN)

Formazione per allevatori

Numero di edizioni	Argomento	Luogo	Co-organizzatori
15	Incontri tecnici sul tema STEC	Sedi dei caseifici	CONCAST
2	Gestione aziendale e alimentazione degli animali negli allevamenti da latte	Telve Valsugana	
2	Disposizioni della nuova Delibera Effluenti (Del G.P. 2017/2022)	Borgo Valsugana, Romeno	PAT, APPA

INSEGNAMENTO

Laurea di primo livello in viticoltura ed enologia

Centro Agricoltura, Alimenti, Ambiente - C3A (Università degli Studi di Trento).

Insegnamenti relativi al secondo semestre aa 2022/2023 e al primo semestre aa 2023/2024

Insegnamento	Ore didattica	Docente	Ore supporto alla didattica	Docente
Laboratorio qualità prodotti vitivinicoli <i>Mod. I Teoria</i>	40	Roberto Larcher		
Laboratorio qualità prodotti vitivinicoli <i>Mod. II Esercitazioni</i>	60	Mario Malacarne	40	Marco Colapietro
Chimica e Microbiologia enologica <i>Mod. Microbiologia enologica con esercitazioni di laboratorio</i>	80	Raffaele Guzzon	30	Giovanna Facchinelli
Chimica e Microbiologia enologica <i>Mod. Chimica enologica</i>	35	Tiziana Nardin		
Tecnica enologica I	60	Tomas Roman	30	Nicola Cappello
Tecnica enologica II	70	Tomas Roman	30	Mauro Paolini
Viticultura biologica <i>Mod. Aspetti agronomici della viticultura biologica</i>	30	Roberto Zanzotti		
Viticultura 1 <i>Mod. Morfologia e fisiologia della vite con esercitazioni</i>			30	Franca Ghidoni
Enologia Internazionale e degustazione vini	30	Raffaele Guzzon		
Chimica agraria e biochimica con esercitazioni	35	Stefano Pedò		
Viticultura 2 <i>Tecnica viticola ed esercitazioni</i>			40	Marco Chiusole
TOTALE	440		200	

Laurea magistrale agrifood innovation management

Centro Agricoltura, Alimenti, Ambiente - C3A (Università degli Studi di Trento).

Insegnamenti relativi al secondo semestre aa 2022/2023 e al primo semestre aa 2023/2024

Insegnamento	Ore didattica	Docente	Ore supporto alla didattica	Docente
Methods for traceability, protection and authenticity detection of agri-food products			12	Matteo Perini

INSEGNAMENTO

Corsi professionalizzanti e post diploma

Insegnamento	Ore didattica	Docente
Corso enotecnico		
Enologia - esercitazioni	63	Luciano Groff
Legislazione vitivinicola	33	Giorgio De Ros
Percorso formativo di maestro artigiano e professionale "Birraio"		
Chimica delle materie prime ed esercitazioni di laboratorio	8	Malacarne Mario
Corso per accedere all'esame di Stato per periti agrari		
Analisi del suolo	8	Andrea Ceschini
Insetti patogeni delle colture agrarie	12	Lorenzo Tonina
Funghi patogeni delle colture agrarie	6	Valeria Gualandri
Tecnico manutentore del verde		
Agronomia, tecniche di coltivazione delle piante e meccanizzazione	16	Luca Brentari
Elementi di contabilità	6	Giorgio De Ros

Formazione PhD

Insegnamento	Ore didattica	Docente
Doctoral School in Agrifood and Environmental Sciences-UniTn		
Production and characterization of fermented foods	4	Raffaele Guzzon
	4	Tomas Roman
	5	Tiziana Nardin
	3	Roberto Larcher

TESI DISCUSSE NEL 2023

Laurea di primo livello

Nome	Titolo	Università	Relatore/Correlatore - Supervisore/Co-supervisore FEM-CTT
Robert Agapov	Prime valutazioni sperimentali del vino ottenuto da uve appassite di Nermantis e Termantis	Corso di Laurea in viticoltura ed enologia, C3A Università di Trento	Tomas Roman, Nicola Cappello
Simone Auri	La dealcolazione del vino con contattori a membrana	Corso di Laurea in viticoltura ed enologia, C3A Università di Trento	Tomas Roman, Nicola Cappello
Leonardo Barbieri	Study of the compositional variability of wines obtained from a grapevine mapping population	Corso di Laurea in viticoltura ed enologia, C3A Università di Trento	Tomas Roman
Andrea Castagnedi	Il mondo dei vini senza solfiti aggiunti	Corso di Laurea in viticoltura ed enologia, C3A Università di Trento	Raffaele Guzzon
Fernando Conte	Approfondimento sugli effetti dell'aggiunta di diversi attivanti di fermentazione nello sviluppo del aap	Corso di Laurea in viticoltura ed enologia, C3A Università di Trento	Tomas Roman, Tiziana Nardin, Nicola Cappello
Alessandro Ferrari	Efficacy of whey against grapevine powdery mildew compared with other biological fungicides	Corso di Laurea in viticoltura ed enologia, C3A Università di Trento	Daniele Prodorutti, Roberto Zanzotti
Mattia Ferrarini	Nuovo approccio alla tracciabilità dell'origine del tannino enologico: studio suspect screening con massa ad alta risoluzione	Corso di Laurea in viticoltura ed enologia, C3A Università di Trento	Roberto Larcher, Tiziana Nardin, Francesca Martinelli
Leonardo Galas	Effetto dell'utilizzo di aspergillopepsine i e del riscaldamento del mosto sulla componente aromatica dei vini	Corso di Laurea in viticoltura ed enologia, C3A Università di Trento	Tomas Roman, Mauro Paolini
Gianpaolo Poli	influenza della gestione di inoculo di quattro lieviti non-Saccharomyces sui parametri organolettici e analitici del Vino Santo Trentino	Corso di Laurea in viticoltura ed enologia, C3A Università di Trento	Tomas Roman, Nicola Cappello
Matteo Speranza	Indagine sull'ecologia riproduttiva di <i>Anthonomus rubi</i> (Coleoptera: Curculionidae), antofago e carpofago chiave della fragola in provincia di Trento	Corso di Laurea in Tecnologie Agrarie, Università di Bologna	Alberto Grassi, Simone Puppato, Lorenzo Tonina
Dennis Tommasi	Effetto dell'utilizzo combinato di aspergillopepsine i e ultrasuoni sulle proteine instabili del vino	Corso di Laurea in viticoltura ed enologia, C3A Università di Trento	Tomas Roman, Nicola Cappello
Paolo Troletti	Effetto della gestione della chioma in Cabernet Franc e Pinot Nero: impatto dei cambiamenti climatici sulla composizione chimica e biochimica dei grappoli e del vino	Corso di Laurea in viticoltura ed enologia, C3A Università di Trento	Tomas Roman
Stefania Villotti	Tra passato e futuro: i castagni monumentali della Val di Cembra	Corso di Laurea in scienze naturali, Università di Bologna	Giorgio Maresi
Francesca Violaro	Caratterizzazione isotopica del chitosano	Corso di Laurea in viticoltura ed enologia, C3A Università di Trento	Raffaele Guzzon, Matteo Perini, Silvia Pianezze

TESI DISCUSSE NEL 2023

Alta formazione professionale

Nome	Titolo	Percorso	Relatore/Correlatore FEM-CTT
Michelangelo Franchini	Valutazione di stabilità ed ecologica del patrimonio arboreo afferente al sistema museale "Castello del Buonconsiglio"	Tecnico superiore del verde, Fondazione Edmund Mach	Giorgio Maresi
Daniele Maino	Oltre il verde del castello: uso di Greenspaces per una gestione integrata	Tecnico superiore del verde Fondazione Edmund Mach	Giorgio Maresi

Laurea magistrale

Nome	Titolo	Università	Relatore/Correlatore FEM-CTT
Jakob Franceschini	Sviluppo e validazione di un metodo per la quantificazione delle nitrosammine nella carne attraverso HPLC-HRMS	Corso di Laurea in chimica e tecnologia farmaceutiche, Università degli Studi di Ferrara	Tiziana Nardin, Roberto Larcher
Rodica Ungureanu	Screening di proantocianidine (PAC) in tannini e alimenti mediante spettrometria di massa ad alta risoluzione	Corso di studio in scienze della nutrizione umana, Università San Raffaele di Roma	Tiziana Nardin, Francesca Martinelli, Roberto Larcher

Dottorato

Nome	Titolo	Università	Relatore/Correlatore FEM-CTT
Susanne Dekker	Impact of agronomical and technological factors and the oxidative protection of the matrix on polysulfide formation and atypical ageing in wine	PhD in Agrifood and Environmental Sciences, Università di Trento	Roberto Larcher, Tiziana Nardin

Premi e riconoscimenti

Premio di studio per tesi in agrometeorologia 2023, rilasciato da AIAM (Associazione Italiana di Agrometeorologia) a Cecilia Mattedi per la tesi di laurea dal titolo "*Integration of leaf temperature measurements and Crop Water Stress Index as a support tool for grapevine irrigation scheduling*". Relatore: prof. Mirco Rodeghiero, co-supervisore: dr. Roberto Zorer.

AFFILIAZIONI A SOCIETÀ SCIENTIFICHE/ACCADEMIE

SOCIETÀ SCIENTIFICA/ACCADEMIA - SITO WEB

COMPONENTI

Accademia Italiana della Vite e del Vino - www.aivv.it	Umberto Malossini, Roberto Larcher, Tomas Roman
Accademia Olimpica, Vicenza - www.accademiaolimpica.it	Paolo Fontana
Accademia roveretana degli agiati - www.agiati.it	Paolo Fontana
American Phytopathological Society - www.apsnet.org	Daniele Produrutti
Associazione Costitutori Viticoli Italiani - ACOVIT - www.acovit.it	Umberto Malossini (presidenza-segreteria)
Assoenologi - www.assoenologi.it	Franca Ghidoni (segretaria di sezione), Luciano Groff, Umberto Malossini, Duilio Porro, Paolo Martinatti, Tomas Roman, Federico Bruni
AAB (Association of Applied Biologists) - www.aab.org.uk	Daniel Bondesan
ADCF (Association pour le développement de la culture fourragère) - www.adcf.ch	Gabriele Iussig
AIAM - Associazione Italiana di Agrometeorologia - www.agrometeorologia.it	Stefano Corradini, Fabio Zottele
AIPP - Associazione Italiana per la Protezione delle Piante - www.aipp.it	Umberto Malossini, Gino Angeli
API - Associazione Piscicoltori Italiani - www.api-online.it	Filippo Faccenda, Michele Povinelli
CISBA - Centro Italiano Studi Biologia Ambientale - www.cisba.it	Francesca Ciutti
Collegio Nazionale degli Agrotecnici e degli Agrotecnici Laureati - www.agrotecnici.it	Paolo Martinatti
Coloss - Honey bee research association - www.coloss.org	Paolo Fontana, Valeria Malagnini
Federazione Nazionale degli Ordini dei Chimici e dei Fisici - Ordine Regionale dei Chimici e dei Fisici del Trentino Alto Adige www.chimicifisici.it	Roberto Larcher, Mario Malacarne, Matteo Perini, Loris Tonidandel
Federazione Italiana Dottori in Scienze della Produzione Animale - www.fidspa.it	Massimiliano Mazzucchi (Consiglio Direttivo)
Gruppo Microbiologia della Vite e del Vino - www.simtrea.org/it/gmvv-il-gruppo	Raffaele Guzzon
Ordine Nazionale dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali - www.conaf.it	Massimiliano Mazzucchi
ONAF Organizzazione Nazionale Assaggiatori Formaggi - www.onaf.it	Massimiliano Mazzucchi
ONAV Organizzazione Nazionale Assaggiatori Vino - www.onav.it	Luciano Groff
Ordine dei Medici Veterinari - www.ordineveterinaritrento.it	Erika Partel, Michele Povinelli
Free Software Foundation - www.fsf.org	Fabio Zottele
ICVG - International Council for the Study of Viruses and Virus-like Diseases of the Grapevine - www.icvg.org	Umberto Malossini, Valeria Gualandri
ISHS - International Society for Horticultural Science - www.ishs.org	Duilio Porro, Dario Angeli
MCI - Mastitis Council Italia - www.mastitalia.org	Erika Partel
Società Chimica Italiana - www.soc.chim.it	Roberto Larcher, Matteo Perini, Tiziana Nardin
SIN - Società Italiana di Nematologia - www.nematologia.it	Valeria Gualandri, Umberto Malossini
SIMTREA - Società Italiana di Microbiologia Agraria, Alimentare e Ambientale - www.simtrea.org	Raffaele Guzzon
SISS - Società Italiana della Scienza del Suolo - www.scienzadelsuolo.org	Raffaella Morelli
SIVE - Società Italiana di Viticoltura ed Enologia - www.siveonline.it	Umberto Malossini

AFFILIAZIONI A SOCIETÀ SCIENTIFICHE/ACCADEMIE

SOCIETÀ SCIENTIFICA/ACCADEMIA - SITO WEB	COMPONENTI
SILPA - Società Italiana Laboratori Pedologici e Agrochimici - www.silpalab.it	Laboratorio chimico
SIPAV - Società Italiana di Patologia Vegetale - https://www.sipav.org/	Valeria Gualandri
SEI (SEA) - Società Entomologica Italiana (Sezione di Entomologia Agraria) https://www.societaentomologicaitaliana.it/sezione-di-entomologia-agraria/	Lorenzo Tonina
SOI - Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana - www.soihs.it	Umberto Malossini, Duilio Porro, Roberto Zanzotti, Raffaella Morelli, Daniele Prodorutti, Sara Zanoni, Marco Chiusole, Stefano Pedò
Società di Scienze Naturali del Trentino - http://www.naturalishistoria.it	Lorenzo Tonina
SoZooAlp_ Società per lo studio e la valorizzazione dei sistemi zootecnici alpini www.sozooalp.it	Erika Partel (Direttivo), Gabriele Iussig
The Orthopterists' Society - orthsoc.org	Paolo Fontana
World Biodiversity Association onlus - https://biodiversityassociation.org/it	Paolo Fontana (Presidente)

PARTECIPAZIONE COMITATI E GRUPPI DI LAVORO

COMITATI/GRUPPI DI LAVORO	COMPONENTI
Associazione Italiana Apiterapia	Paolo Fontana
Comitato Albo Melissopalinologi (ministeriale)	Paolo Fontana (presidente)
Collegio dei Docenti del Dottorato di Agrifood and Environmental sciences - Università di Trento	Roberto Larcher
Comitato provinciale della pesca	Filippo Faccenda
Comitato di certificazione e salvaguardia e imparzialità, nell'ambito dell'organismo di controllo delle denominazioni di origine di interesse provinciale della Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Trento	Maurizio Bottura, Alberto Gelmetti (sost.)
Comitato tecnico Marchio Qualità Trentino	Erica Candioli
Commissione assaggio concorso Giornate del Riesling (Naturno, I)	Raffaele Guzzon
Commissione assaggio concorso Giornate del Vino della Bassa Atesina	Luciano Groff
Commissione assaggio grappe per il rilascio del marchio dell'Istituto tutela grappa del Trentino	Paolo Barchetti
Commissione suolo Consorzio Vini Trentino	Duilio Porro, Stefano Pedò, Roberto Zanzotti
Commissione SQNPI Consorzio Vini Trentino	Maurizio Bottura, Roberto Zanzotti, Gastone Dallago
Commissione Biologico Consorzio Vini Trentino	Daniele Prodorutti, Roberto Lucin
Commissione concorso enologico Vini di Territorio	Luciano Groff
Commissione fitofarmaci Consorzio vini Trentino	Maurizio Bottura, Alberto Gelmetti
Commissione provinciale di gestione Disciplinare di produzione integrata del settore melo	Gastone Dallago, Tommaso Pantezzi, Maurizio Bottura
Commissione provinciale di controllo Disciplinare di produzione integrata del settore melo	Dario Angeli, Lorenzo Turrini
Commissione provinciale di gestione Disciplinare di produzione integrata del settore piccoli frutti, orticoltura e mais da polenta	Tommaso Pantezzi, Maurizio Bottura
Commissione provinciale di controllo Disciplinare di produzione integrata del settore piccoli frutti, orticoltura e mais da polenta	Dario Angeli, Lorenzo Turrini
Commissione metodi analitici dell'Organizzazione Internazionale della Vigna e del Vino (OIV Commission II "OENOLOGY")	Matteo Perini (esperto)
Commissione Microbiologia dell'Organizzazione Internazionale della Vigna e del Vino (OIV Commission "MICRO")	Raffaele Guzzon (esperto)
Commissione esame corso Trentinerbe	Luigi Bertoldi
Comitato tecnico-scientifico rivista Vite & Vino (Edizioni L'Informatore Agrario)	Raffaele Guzzon
Comitato tecnico scientifico delle Giornate Fitopatologiche (Università di Bologna)	Gastone Dallago
Comitato tecnico scientifico tutela api autoctone	Paolo Fontana, Valeria Malagnini
CREA - Albo esperti nazionale (SSD-AGR/12 Patologia vegetale)	Umberto Malossini
CREA - Albo melissopalinologia	Valeria Malagnini
Eufrin (European Fruit Institutes Network) - Sustainable Fruit Production to minimize residues Working group	Gino Angeli
Eufrin (European Fruit Institutes Network) - Economics	Giorgio De Ros
Gruppo di lavoro permanente per la protezione delle piante MIPAAF sez. Materiali di moltiplicazione della vite (D.M. 30.06.2016 n. 1173)	Umberto Malossini
Gruppo di lavoro per la rete laboratoristica nazionale MASAF	Valeria Gualandri
Gruppo di lavoro Diabrotica del Servizio fitosanitario nazionale	Roberta Franchi
Gruppo di lavoro post-raccolta SOI-ISHS	Dario Angeli
Gruppo di lavoro viticoltura SOI	Duilio Porro
Gruppo di lavoro analisi impiego prodotti fitosanitari e impatto sulla salute PAT	Gastone Dallago
Gruppo di lavoro implementazione PAN trattamenti centri abitati PAT	Gastone Dallago
Gruppo di lavoro implementazione PAN trattamenti in ambito extra agricolo PAT	Gastone Dallago

PARTECIPAZIONE COMITATI E GRUPPI DI LAVORO

COMITATI/GRUPPI DI LAVORO	COMPONENTI
Gruppo di lavoro misure per il miglioramento dello stato qualitativo dei corpi idrici con impatti da fitofarmaci utilizzati in agricoltura (Art. 8 PAN)	Gino Angeli, Daniel Bondesan, Andrea Branz
ISHS Membership - Workgroup Mineral Nutrition of Fruit Crops, Commission Irrigation and Plant Water Relations - Commission Plant Substrates and Soilless Culture	Duilio Porro
National Technical Working Group (Gruppo Tecnico Nazionale GLOBALG.A.P.)	Fabrizio Benvenuti
NPVV - Nucleo di Premoltiplicazione Viticola delle Venezie	Maurizio Bottura
Nucleo di Premoltiplicazione Viticola "C. Naldi" Regione Emilia-Romagna	Umberto Malossini (Comitato Tecnico Scientifico)
OIV Organizzazione Internazionale della Vite e del Vino - Esperto permanente nella sezione "SPECIFIC" Sub-Commission	Matteo Perini
OIV Organizzazione Internazionale della Vite e del Vino - Esperto permanente nella sezione "Methods of Analysis" Sub-Commission	Matteo Perini
Servizio di Ispezione ai Centri di controllo funzionale delle macchine irroratrici (delibera PAT n. 2008 del 2012).	Daniel Bondesan
Sistema di qualità nazionale per la produzione integrata MASAF - Gruppo di lavoro difesa (DM 2722 del 17 aprile 2008)	Gastone Dallago
Sistema di qualità nazionale per la produzione integrata MASAF - Gruppo di lavoro agronomia (DM 2722 del 17 aprile 2008)	Gastone Dallago (supplente)
Società Italiana Laboratori Pedologici e Agrochimici (SILPA)	Andrea Ceschini (Consiglio Direttivo)
Tavolo tecnico-scientifico su Elateridi della patata MASAF	Luigi Bertoldi
Tavolo di lavoro Gestione sostenibile degli effluenti zootecnici (Accordo di Programma APPA, Servizio Agricoltura PAT, FEM, APOT, FPA, Consorzio Vini)	Roberta Franchi, Gabriele Iussig
Tavolo settore zootecnico PAT (FEM, FPA, APSS, Ordine medici veterinari, CONCAST, Latte Trento)	Erika Partel, Gabriele Iussig
Tavolo provinciale apicoltura (FEM, PAT, APOT, Associazioni apicoltori)	Paolo Fontana, Livia Zanotelli, Maurizio Bottura, Matteo de Concini, Valeria Malagnini
Working Group EPPO (European Plant Protection Organization) - Pest Risk Analysis on <i>D. suzukii</i>	Alberto Grassi



IL PERSONALE DEL CTT 2023

Direzione

Bottura Maurizio *Dirigente*

Bozza Federica, Cimarolli Donatella, De Oliva Sarah, De Ros Giorgio,
Demattè Lidia, Pancher Sabrina, Paternoster Cristina, Pedrazzoli Rudi

Ufficio Sviluppo e comunicazione

Bottura Maurizio *Responsabile*

Candioli Erica, Dalpiaz Michela, Tomasi Arianna

Dipartimento Innovazione delle produzioni vegetali

Bottura Maurizio *Responsabile*

Unità Certificazioni agroalimentari e ambientali

Benvenuti Fabrizio *Responsabile*

Ceccato Mirko, Pallaoro Marco, Pancheri Ivo, Pangrazzi Marcello, Zucal Michele

Personale non strutturato

Viliotti Giuseppe

Unità Frutticoltura e piccoli frutti

Pantezzi Tommaso *Responsabile*

Andreatti Nicola, Barchetti Daniele, Bertagnolli Andrea, Berti Michele, Branz Andrea, Brentari Luca, Chini Loris, Chini Maurizio, de Concini Matteo, Defant Cristian, Delaiti Lodovico, Flaim Damiano, Ganarin Gianpiero, Giuliani Gianluca, Gottardello Angela, Grassi Alberto, Iachemet Davide, Iori Lorenzo, Martinatti Paolo, Miorelli Paolo, Panizza Claudio, Pezzè Massimo, Prantil Massimo, Puppato Simone, Toniolli Fabio, Torresani Roberto, Zaffoni Mattia

Personale non strutturato

Boneccher Giorgia, Dallago Alex, Gabardi Deborah, Marchio Luca, Marcolla Alessandro, Marini Margherita, Martini Elena, Martini Psalidi Lorenzo, Rizzi Erica, Sartori Michele, Scrinzi Riccardo, Zorzi Cristiano

Unità Protezione delle piante agroforestali e apicoltura

Angeli Gino *Responsabile*

Bargna Sacha, Bondesan Daniel, Bragagna Paola, Cainelli Christian, Chiesa Serena Giorgia, Endrizzi Emanuel, Fontana Paolo, Gualandri Valeria, Malagnini Valeria, Maresi Giorgio, Rizzi Claudio, Salvadori Cristina, Sofia Monica, Tolotti Gessica, Tonina Lorenzo, Zanutelli Livia

Personale non strutturato

Casagrande Nicole, Cetto Ruggero, Clappa Elena, Dalpiaz Veronica, Fattore Thomas, Frigerio Matteo, Ruocco Giulia, Salvadori Michela, Turchi Pietro, Vicelli Bianca

Unità Viticoltura e olivicoltura

Gelmetti Alberto *Responsabile*

Bianchedi Pier Luigi, Cainelli Roberta, Ghidoni Franca, Malossini Umberto, Margoni Michele, Mattè Bruno, Mattedi Flavio, Morten Michele, Pedò Stefano, Penner Francesco, Porro Duilio, Zuanazzi Mauro

Personale non strutturato

Bertolini Davide, Dall'Agnol Nicola

Dipartimento Ambiente e agricoltura di montagna

Bottura Maurizio *Responsabile*

Unità Acquacoltura e idrobiologia

Faccenda Filippo *Responsabile*

Cappelletti Cristina, Ciutti Francesca, Povinelli Michele, Tanel Marco

Unità Agricoltura biologica

Prodorutti Daniele *Responsabile*

Bertoldi Luigi, Coller Emanuela, Del Fabbro Rolando, Forno Flavia, Lucin Roberto, Maines Romano, Morelli Raffaella, Zanoni Paolo, Zanoni Sara, Zanzotti Roberto

Personale non strutturato

Chiusole Marco

Unità Agrometeorologia e sistemi informatici

Corradini Stefano *Responsabile*

Andreis Daniele, Biasi Alessandro, Paternolli Ugo, Piffer Ivan, Zottele Fabio

Personale non strutturato

Centurioni Francesco, Mattedi Cecilia

Unità Risorse foraggere e produzioni zootecniche

Iussig Gabriele *Responsabile*

Franchi Roberta, Mazzucchi Massimiliano, Partel Erika, Peterlini Marco, Sandri Nicola

Personale non strutturato

Frittoli Elia, Roner Ingrid

Dipartimento Alimenti e trasformazione

Larcher Roberto *Responsabile*

Unità Chimica vitienologica e agroalimentare

Larcher Roberto *Responsabile*

Barbero Alice, Barchetti Paolo, Bertoldi Daniela, Ceschini Andrea, Colapietro Marco, Dalvit Federica, Decarli Fabrizio, Malacarne Mario, Martinelli Francesca, Mercè Daniele, Nardin Tiziana, Paolini Mauro, Perini Matteo, Pianezze Silvia, Pilati Michela, Rossi Sergio, Sartori Loretta, Sigismondi Lorena, Todeschi Stefania, Tonidandel Loris, Trainotti Debora

Personale non strutturato

Bortolotti Selene, Facchinelli Michele

Unità Centro di saggio

Dallago Gastone *Responsabile*

Baldessari Mario, Delaiti Marco, Giuliani Graziano, Mucci Massimo, Tomasi Cristina, Waldner Andrea

Unità Trasformazione e conservazione

Roman Tomas *Responsabile*

Angeli Dario, Bruni Federico, Cappello Nicola, Facchinelli Giovanna, Groff Luciano, Guzzon Raffaele, Schiavon Silvia, Turrini Lorenzo, Zeni Fabio

Personale non strutturato

Pederagnaga Alessandro, Valentini Milena

.....
Hanno collaborato con noi i dipendenti a tempo indeterminato dell'Azienda Agricola FEM:

Brugnara Luigi, Caset Danilo, Delvai Walter, Moscon Renzo

Hanno frequentato le nostre strutture:

47 frequentanti per dottorati di ricerca, borse di studio e progetti di ricerca, tirocini curriculari, tesi di laurea, alternanza scuola lavoro per un totale di 6.373 giornate lavorative.

LA FONDAZIONE EDMUND MACH

Presidenza

Direzione generale

- Centro Istruzione e Formazione
- Centro Ricerca e Innovazione
- **Centro Trasferimento Tecnologico**

CENTRO TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

Direzione

- Ufficio Sviluppo e comunicazione

Dipartimento Innovazione delle produzioni vegetali

- Unità Certificazioni agroalimentari e ambientali
- Unità Frutticoltura e piccoli frutti
- Unità Protezione delle piante agroforestali e apicoltura
- Unità Viticoltura e olivicoltura

Dipartimento Ambiente e agricoltura di montagna

- Unità Agricoltura biologica
- Unità Acquacoltura e idrobiologia
- Unità Agrometeorologia e sistemi informatici
- Unità Risorse ambientali energetiche e zootecniche

Dipartimento Alimenti e trasformazione

- Unità Centro di saggio
- Unità Chimica vitienologica e agroalimentare
- Unità Trasformazione e conservazione

