

OLIVICOLTURA TRENTINA

Ricerca e sperimentazione
tra produzione di qualità
e tutela del paesaggio

..... N. 5 - FEBBRAIO 2020

Approfondimento monografico
del Centro Trasferimento Tecnologico
della Fondazione Edmund Mach



FONDAZIONE
EDMUND MACH



Gli studi presentati nella pubblicazione sono stati realizzati nell'ambito dei progetti di sperimentazione e ricerca "Miglioramento dei sistemi d'irrigazione e delle tecniche colturali" (2015-2018) finanziato da AIPO Verona (Associazione interregionale produttori olivicoli) e "Innovazione e Ricerca per l'olio dell'Alto Garda Trentino" (2017-2019) di Agraria Riva del Garda e finanziato con il contributo della Provincia Autonoma di Trento (APIAE - L.P. 6/99 sugli incentivi alle imprese).

.....
© 2020 Fondazione Edmund Mach - Centro Trasferimento Tecnologico
OLIVICOLTURA TRENTINA Ricerca e sperimentazione tra produzione di qualità e tutela del paesaggio

TESTI

Gino Angeli, Mario Baldessari, Serena Chiesa, Franco Michelotti, Massimo Mucci, Stefano Pedò, Monica Sofia
Centro Trasferimento Tecnologico, Fondazione Edmund Mach

Federica Camin, M. Stella Grando, Luca Lombardo, Fulvio Mattivi, Paula Moreno Sanz
Centro Agricoltura Alimenti Ambiente, Università degli Studi di Trento / Centro Ricerca e Innovazione, Fondazione Edmund Mach

Luana Bontempo, Alessio Da Ros, Silvia Lorenzi, Domenico Masuero, Urska Vrhovsek, Luca Ziller
Centro Ricerca e Innovazione, Fondazione Edmund Mach

Furio Battelini, Mauro Nisi
Agraria Riva del Garda

Graziano Guella
Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Trento

CURA E REVISIONE DEI TESTI

Stefano Pedò

COORDINAMENTO EDITORIALE

Erica Candioli

FOTO

Foto 3-6 Scuola Sant'Anna di Pisa, Istituto Scienze della Vita, BioLabs
Copertina Agraria Riva del Garda

PROGETTO GRAFICO

IDESIA

REALIZZAZIONE GRAFICA ESECUTIVA E STAMPA

Esperia Srl - Lavis (TN)



Presentazione

L'oliveto trentino rappresenta il lembo più settentrionale della produzione Gardesana, nonché mondiale. Non sono molti gli ettari, sono invece numerosi i riconoscimenti relativi alla qualità degli oli prodotti e l'importanza che tale specie, generosa ma incostante, ha nell'adornare un'area turistica sempre apprezzata.

La dinamicità aziendale trentina, ben rappresentata da Agraria Riva del Garda e supportata dalla Provincia autonoma di Trento, dalle Associazioni di produttori (AIPO) e dalla Fondazione Edmund Mach, ha consentito uno sviluppo complessivo del sistema produttivo che non è facile trovare in altri ambiti olivicoli.

L'attenzione della Fondazione, nello specifico del Centro Trasferimento Tecnologico, è testimoniata da tempo dalla presenza di tecnici olivicoli specializzati e di sperimentatori che ben conoscono l'olivo e le sue problematiche agronomico-produttive.

Questa pubblicazione intende fare il punto non solo sulle competenze messe in campo da tecnici e sperimentatori, ma anche sulle ricerche promosse dal Centro Ricerca e Innovazione e dal Centro Agricoltura Alimenti e Ambiente, anche a seguito di specifiche richieste degli attori della filiera "frantoi cooperativi, consorzi irrigui".

È stato così possibile mettere a disposizione dell'oliveto trentino competenze, tecnologie e capacità che sono di fondamentale importanza per far maturare e trasferire conoscenza, innovazione e sostenibilità.

Claudio Ioriatti

Dirigente del Centro Trasferimento Tecnologico
Fondazione E. Mach

Sommario

Introduzione	5
Irrigare l'oliveto trentino	6
<i>Stefano Pedò</i>	
La turnazione della potatura dell'oliveto	12
<i>Franco Michelotti</i>	
La mosca delle olive nel Garda Trentino.....	16
<i>Franco Michelotti, Massimo Mucci, Serena Chiesa, Mario Baldessari, Monica Sofia, Gino Angeli</i>	
Diffusione della 'Casaliva' e di altre varietà di olivo nell'Alto Garda Trentino	24
<i>Paula Moreno Sanz, Luca Lombardo, Silvia Lorenzi, Franco Michelotti, M. Stella Grando</i>	
Composizione dell'olio extravergine di oliva Casaliva Garda Trentino	29
<i>Alessio Da Ros, Furio Battelini, Mauro Nisi, Graziano Guella, Domenico Masuero, Urska Vrhovsek, Fulvio Mattivi</i>	
Carta di identità isotopica dell'olio extravergine di oliva del Garda Trentino	33
<i>Federica Camin, Luca Ziller, Luana Bontempo, Mauro Nisi, Furio Battelini</i>	
UlivaGIS	36
Bibliografia.....	38

Introduzione

Il territorio del Garda è il cuore di un piccolo sistema olivicolo, meno dello 0,5% della produzione italiana, noto in Italia e nel mondo per la produzione di oli extravergini di qualità, per definizione di “alta gamma”, apprezzati da una fascia di consumatori/amatori che ne apprezzano le qualità nell’uso, soprattutto, a crudo. Il prodotto di nicchia si quota da solo in base, certamente alla sua qualità, ma altresì alle capacità imprenditoriali delle aziende produttrici. Gli oliveti trentini si estendono su circa 500 ettari ed assumono un noto duplice ruolo. In primo luogo sono generatori di oli di qualità che rappresentano fonte di reddito primario od integrazione dello stesso per molte famiglie dell’Alto Garda. D’altra parte, quali affascinanti sempreverdi, costituiscono un elemento paesaggistico mediterraneo che rende peculiari i panorami di un territorio ad alta vocazione turistica.

In questa sede vogliamo raccogliere i risultati di ricerche e sperimentazioni che la Fondazione Edmund Mach (FEM) ha svolto, in sinergia con partner di volta in volta differenti, e che sono state sviluppate intorno all’olivo e agli oli trentini nel periodo 2016-2019.

Il progetto iniziale si innesta sul programma Carta dei Suoli di FEM, iniziato su mandato della Provincia autonoma di Trento ed esteso alle zone di fondovalle nell’ambito del progetto denominato PICA (Piattaforma Integrata Cartografica Agri-vitivinicola), commissionato da CAVIT, titolare dello stesso. PICA è un sistema che integra automaticamente ogni tipo di dato proveniente dalle diverse cantine (dati pedologici e climatici, produttivi, anagrafe e catasto soci, conferimenti), consentendo ai tecnici una gestione cartografica estremamente avanzata dei dati vitivinicoli e la consultazione dei modelli previsionali, messi a disposizione da un sistema di d’eccellenza come quella trentino. Agraria di Riva, dal 2016, ha deciso di estendere il lavoro di definizione della carta dei suoli al territorio olivicolo, aumentando altresì il livello di dettaglio dell’indagine. Parallelamente al progresso di questo strumento sono state sviluppate due linee sperimentali riguardanti l’irrigazione e il turno di potatura dell’oliveto. Appena dopo ha visto la luce il progetto di ricerca: “Innovazione e ricerca per l’olio dell’Alto Garda Trentino”, finanziato dalla Provincia autonoma di Trento e da Agraria Riva del Garda, che ha dato la possibilità di indagare ulteriori aspetti riguardanti la difesa dalla mosca olearia, l’origine genetica e la diffusione della varietà Casaliva, oltre a specifici approfondimenti sulle caratteristiche compositive (carta d’identità isotopica) e qualitative dell’olio proveniente dalla porzione più settentrionale del territorio gardesano. Questa serie di lavori rappresenta una sintesi estremamente positiva, un ottimo esempio di collaborazione tra imprese produttrici, associazioni di olivicoltori, ente pubblico e sistema territoriale di ricerca/sperimentazione, che ha innalzato il livello di conoscenza tecnica e consapevolezza come in pochi altri distretti olivicoli. È stata un’esperienza importante che ci auguriamo possa sfociare in future nuove ricerche e collaborazioni a sostegno di una coltura che rappresenta ben più di quel che produce.

Irrigare l'oliveto trentino

Le zone olivicole gardesane sono caratterizzate da un clima particolare, il cosiddetto mesoclima insubrico, che si distingue da quello padano, sia dal punto di vista delle piogge sia da quello delle temperature. Tale peculiarità trae origine dall'effetto protettivo delle Prealpi dai venti più freddi e dalla presenza dei laghi. Per quanto riguarda le precipitazioni, il Garda presenta un massimo di piogge autunnale ed uno secondario primaverile-estivo. L'olivicoltura trentina si trova proprio al limite verso nord del mesoclima insubrico e presenta un regime di piogge diverso dal resto del Trentino e da un clima tipicamente mediterraneo. La disponibilità dello strumento irriguo pone la necessità di utilizzare l'acqua in maniera molto specifica, in ossequio al clima, alle esigenze fisiologiche della pianta e alle disponibilità sempre più limitate di acqua ad usi umani ed agricoli. Quale primo approccio alla novità dell'irrigazione sui nostri oliveti, si è deciso di applicare un protocollo irriguo veramente "minimo", tarato sulle esigenze fisiologiche della pianta nelle fasi maggiormente critiche.

L'olivo è una specie estremamente adattata a vivere in ambienti aridi che riesce a mantenere un bilancio idrico positivo grazie a particolari adattamenti fisiologici e morfologici che permettono alla pianta di instaurare un'elevata differenza di potenziale tra foglie, radici e terreno e di utilizzare l'acqua del suolo fino a valori di -2,5 MPa (Xiloyannis *et al.*, 1993). Il punto di perdita di turgore a valori di potenziali fogliari di circa -3,5 MPa è stato trovato da altri autori in piante di olivo (Lo Gullo e Salleo, 1988; Rieger, 1995). D'altronde altri studiosi, hanno riscontrato flussi traspirativi e fotosintetici in piante di olivo che presentavano potenziali decisamente più bassi del punto di perdita di turgore cellulare, e fino a valori di -6,0 -7,0 MPa (Dichio *et al.*, 1999). In pratica, i potenziali fogliari compresi tra -2,5 MPa e -3,0 MPa sembrano essere accettabili per tutte le cultivar e possono essere utilizzati quali limiti per gestire in modo efficiente l'irrigazione negli oliveti (Masmoudi *et al.*, 2010; Chehab, 2007).

Nel primo anno di sperimentazione, ad inizio 2015, c'erano ovvie difficoltà nel reperire oliveti idonei, in quanto quasi nessuno era dotato di impianto irriguo. Si è iniziata la sperimentazione presso un solo oliveto con un impianto di irrigazione a goccia appositamente installato (azienda '1_PL'), sito sul rilievo del Monte Brione.

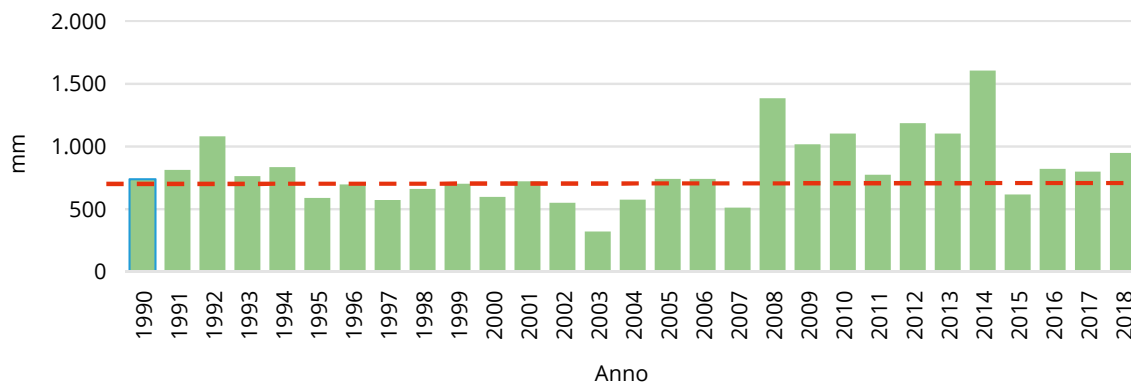
Nel 2016 sono stati selezionati altri due oliveti, uno in località Braila di Arco ('2_BE'), l'altro in località Laghel di Arco ('3_TO'), nei quali si sono allestiti appositi impianti irrigui.

Materiali e metodi

La nostra strategia è stata quella di porre, quale limite per iniziare l'irrigazione, un valore di potenziale fogliare, determinato con camera di Scholander, tra -2 e -2,5 MPa (da -20 a -25 bar).

Sono state effettuate tre diverse irrigazioni a goccia (tesi asciutta, tesi al 100%, tesi al 50% della dose irrigua), sulla varietà Casaliva in tre aziende. Per le parcelle irrigate al 100% la quantità di acqua nei diversi anni è stata sui 445-500 m³/ha per le aziende 2_BE e 3_TO ed intorno ai 2.500 m³/ha per l'azienda 1_PL. Queste quantità di acqua sono inferiori alle dosi irrigue di zone più tipicamente mediterranee dove si possono somministrare sui 2.000-3.000 m³/ha per impianto adulto. In ogni tesi irrigua, su piante di omogeneo vigore e sviluppo sono stati effettuati ogni anno i seguenti rilievi: crescita dei germogli, degli incrementi annuali del legno, della percentuale di frutti sviluppati dai fiori, analisi degli elementi minerali delle foglie (N, P, K, Ca, Mg, Mn, S, Cu, B, Fe, Zn) presso i laboratori FEM e misura di uno specifico indice (NDVI) per verificare le differenze vegetative in periodi di carenza idrica in assenza di sintomi visivi (3 rilievi annui).

Poco prima della raccolta aziendale, si è provveduto ad un campionamento di un sufficiente quantitativo di olive per ogni tesi, per effettuare su di esse le seguenti misure: determinazione del livello di maturazione (indice di Jaén), misura del rapporto tra peso fresco/peso secco, per determinare il rapporto tra componenti solide ed

**Figura 1**

Entità delle precipitazioni annuali nel periodo 1990-2017 (Riva del Garda). La linea rossa tratteggiata rappresenta la media del periodo

acqua, pesi delle componenti del frutto, polpa e nocciolo e misure principali dei frutti: diametro maggiore e minore.

A maturazione, tramite un microoleificatore appositamente acquisito all'uso da parte dell'Agraria di Riva sono stati ottenuti gli oli e questi analizzati per determinare: acidità, perossidi, polifenoli totali, acido oleico, indici spettrofotometrici, esteri metililici nonché il profilo sensoriale tramite un panel test composto da un gruppo di assaggiatori esperti di FEM e della stessa Agraria di Riva.

Caratterizzazione pluviometrica

Le precipitazioni annuali sono state di 613,6 mm nel 2015, di 818,4 mm nel 2016 e 795,8 mm nel 2017. Rispetto alle distribuzioni del periodo 1990-2014, derivanti dai dati disponibili per la stazione di Riva del Garda (Fig. 1), possiamo considerare tali annate perfettamente nella media pluviometrica (linea rossa tratteggiata), perlomeno per quel che riguarda il 2016 ed il 2017, mentre il 2015 si colloca tra gli anni meno piovosi degli ultimi quindici.

Entità delle precipitazioni annuali nel periodo 1990-2017 (Riva del Garda). La linea rossa tratteggiata rappresenta la media del periodo

I periodi critici per la nutrizione idrica dell'oliveto si posizionano in fase di fioritura (fine maggio - inizio giugno) nella quale è essenziale l'idratazione dei tessuti al fine di una buona allegagione e dopo l'indurimento del nocciolo verso agosto,

quando avviene la crescita delle drupe per distensione cellulare indotta dall'accumulo di acqua nelle cellule del frutto.

Dall'analisi disaggregata delle precipitazioni mensili si nota che nel 2015, in pre-fioritura, tra la seconda e la terza decade di maggio si sono verificati 42,2 mm di pioggia e 55 mm ne sono caduti nella seconda decade di giugno; tali quantitativi sembrano essere sufficienti a ricaricare la riserva idrica del suolo e a mantenere le piante idratate. Nel medesimo anno le piogge estive sono state consistenti, oltre la media climatica trentina. Il 2016 si è caratterizzato per precipitazioni nel periodo della fioritura addirittura superiori: 79,4 mm nelle due decadi precedenti la fioritura e 77,4 mm nei primi 20 giorni di giugno, mentre il periodo estivo di distensione cellulare ha beneficiato di precipitazioni sotto la media, con 59 mm ad agosto e soli 10,6 a settembre. Nel 2017 si è annotato il periodo della fioritura più asciutto del triennio, con 22,2 mm in pre-fioritura e 29,2 mm nel periodo successivo, mentre nel mese di agosto sono scese piogge per 67 mm, appena sotto media, ma di 112,8 mm a settembre ben oltre la media trentina.

Caratteristiche vegetative

L'irrigazione ha avuto un effetto significativo sull'accrescimento vegetativo delle piante, sia in termini di sviluppo dei germogli dell'anno che

di crescita del legno di più anni, mentre l'effetto sulla quantità di frutti si è avuto solo per l'azienda 2_BE che manifestava problemi di scarsa allegazione rispetto agli altri due oliveti, nei quali l'irrigazione non ha modificato il numero di frutti (Fig. 2 e tabella 1). La maggiore crescita vegetativa, soprattutto in termini di numero delle gemme formatesi sui rametti dell'anno, è importante perché l'olivo produce fiori e olive sui rametti dell'anno precedente, quindi più gemme può potenzialmente significare più frutti nell'anno successivo. In effetti si sa bene che lo strumento irriguo è uno dei fondamentali per ridurre l'alter-

nanza di produzione, molto accentuata su questa specie.

Un indice utilizzato per la caratterizzazione della vegetazione o, meglio, della biomassa fotosinteticamente attiva, è l'NDVI (*Normalized Differential Vegetation Index*), che si è rivelato uno strumento affidabile per rappresentare la situazione fisiologica di diverse colture (Myneni *et al.*, 1995).

A valori più elevati di tale indice corrispondono livelli di biomassa fotosinteticamente attiva superiori, espressione della combinazione tra quantità di vegetazione e contenuto di clorofilla della copertura vegetale.

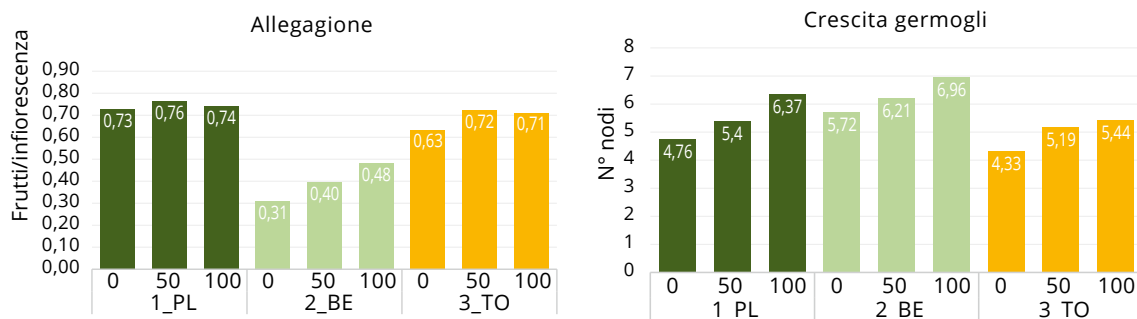


Figura 2
Effetto dell'irrigazione sulla vegetazione e sulla produttività delle piante

Azienda	Classe rami (mm)	Acqua 0	Acqua 50	Acqua 100
1_PL	Piccoli (6,2-10,3)	0,52	9,74	10,14
	Medi (10,4-13,3)	1,15	1,95	6,10
	Grandi (13,4-27,1)	2,51	4,50	8,80
2_BE	Piccoli (4,4-7,7)	10,25	8,06	13,73
	Medi (7,8-9,9)	6,03	3,98	4,64
	Grandi (10-31,9)	6,45	4,38	3,38
3_TO	Piccoli (6,5-12,8)	3,08	8,11	9,20
	Medi (12,9-17,9)	7,44	13,26	12,10
	Grandi (18,2-31,6)	5,85	10,90	11,75

Tabella 1
Crescita % della circonferenza dei rami di più anni. Incremento percentuale dal primo all'ultimo anno di sperimentazione

Per le misure effettuate nella sperimentazione (3 momenti durante la stagione primaverile-estiva) è stato utilizzato uno strumento portatile *Greenseeker handheld* (Trimble©) allestito con un sensore tra i più utilizzati praticamente nell'agricoltura di precisione, che permette numerose misure (Fig. 3) e veloce applicabilità.

I rilievi da noi effettuati su olivo hanno evidenziato che l'NDVI si è rivelato un buon indicatore in quanto in grado di differenziare l'effetto dell'irrigazione in tutti gli anni e in tutte le aziende.

Considerando le medie di più anni (Fig. 3) si nota che la tesi non irrigata si distingue sempre dalla tesi al 100%, ed in certi casi anche dalla tesi al 50% della dose irrigua.

Analisi elementi nutritivi fogliari

La differente disponibilità idrica può determinare, ipoteticamente, una diversa capacità di assorbire nutrienti dal suolo, in quanto questi si muovono e vengono assorbiti dalle radici in soluzione acquosa. L'analisi dei dati derivanti dai prelievi fogliari per la determinazione degli elementi nutritivi, effettuata in fioritura, ha evidenziato delle differenze imputabili al fattore "Oliveto" e "Anno", ma nessun effetto ascrivibile all'irrigazione. Va detto che considerati i minimi volumi irrigui applicati, era ragionevole non at-

tendersi particolari e consistenti variazioni del quadro nutrizionale degli olivi in base al variare del regime irriguo.

Caratteristiche produttive e qualità dell'olio

Per la valutazione del livello di maturazione delle olive si è utilizzato il metodo dell'indice di maturazione di Jaèn (Uceda, 1983). Questo si applica su un campione rappresentativo di olive delle quali si deve valutare la colorazione superficiale, ed in caso di olive invaiate esternamente, anche l'eventuale approfondimento di colorazione nel mesocarpo. Sul campione, appositamente raccolto pochi giorni prima della raccolta aziendale, sono state effettuate anche le misure delle olive.

In tutti gli anni e in ogni azienda (dati non riportati), tranne nell'azienda 3_TO nel 2017, si nota un effetto dell'irrigazione nel senso atteso dal punto di vista fisiologico: la tesi non irrigata mostra un livello di maturazione più avanzato rispetto a quelle che hanno ricevuto acqua irrigua. Nel 2016 in due aziende anche le tesi irrigue si distinguono tra loro in maniera significativa, segno che la disponibilità d'acqua, anche in dosi diverse, spinge la pianta ad allungare la maturazione rispetto al regime seccagno, nel quale l'olivo tende a maturare più in fretta semi e frutti.

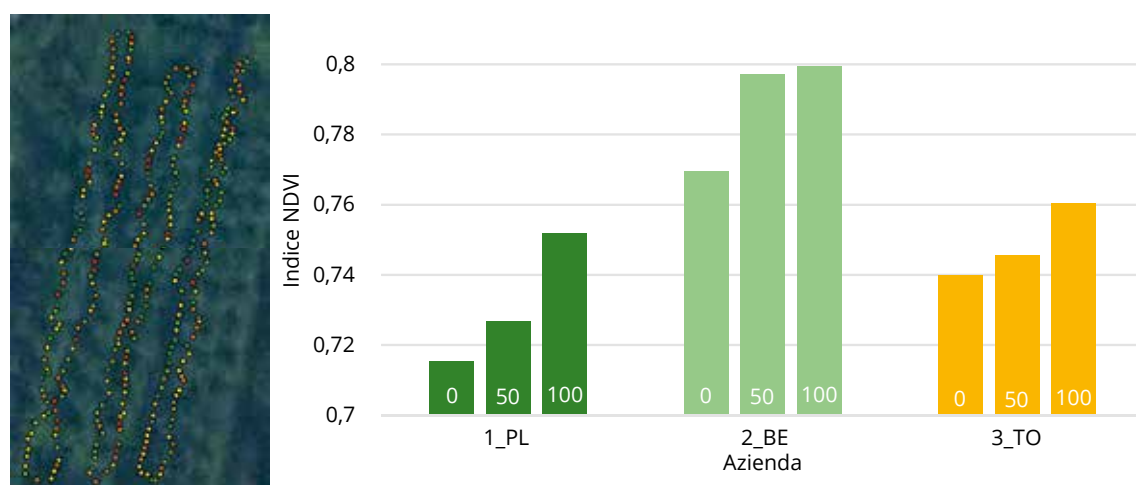


Figura 3

Effetto dell'irrigazione rilevato attraverso l'indice NDVI (nell'immagine a sinistra si evidenzia visivamente la numerosità dei rilievi effettuati sulle tre tesi)

Azienda	Tesi Irrigua	Peso medio unitario (g)			Peso secco/Peso fresco (100 drupe)		
		2015	2016	2017	2015	2016	2017
1_PL	Acqua 100	2,12 a	2,04 a	2,10 a	0,485 b	0,480 b	0,485 b
	Acqua 50	2,02 a	1,85 ab	1,91 ab	0,505 b	0,499 b	0,480 b
	Acqua 0	1,99 a	1,65 b	1,71 b	0,541 a	0,536 a	0,544 a
2_BE	Acqua 100	-	2,66 a	2,90 a	-	0,437 b	0,513 b
	Acqua 50	-	2,54 a	2,84 a	-	0,465 a	0,523 ab
	Acqua 0	-	2,19 b	2,59 b	-	0,477 a	0,539 a
3_TO	Acqua 100	-	1,57 a	2,43 a	-	0,438 a	0,523 a
	Acqua 50	-	1,45 a	2,68 a	-	0,424 a	0,536 a
	Acqua 0	-	1,38 a	2,05 a	-	0,449 a	0,572 a

Tabella 2

Pesi delle olive e rapporto polpa/nocciolo nelle diverse gestioni irrigue. A lettere diverse corrispondono differenze statisticamente significative ($p \leq 0,05$)

L'irrigazione ha determinato nelle aziende 1_PL e 2_BE la formazione di olive più pesanti, ma con un rapporto peso secco/peso fresco più basso, segno che le olive erano certo più pesanti, ma per il maggior contenuto in acqua. Nell'azienda 3_TO non si sono mai rilevate differenze (tabella 2). Il rapporto tra polpa e nocciolo non è stato influenzato dall'irrigazione, così come dimensioni medie delle olive che hanno evidenziato risultati alternanti nei diversi anni. Anche l'analisi del contenuto totale in olio, effettuata alla raccolta presso l'Agraria di Riva, non ha evidenziato nessuna differenza tra le irrigazioni (dati non riportati).

Nessun parametro analitico relativo alla qualità degli oli (acidità, perossidi, polifenoli totali, acido oleico, indici spettrofotometrici) è variato negli anni della prova a causa della nutrizione idrica. Anche i risultati dell'analisi sensoriale mostrano una sostanziale omogeneità tra gli oli ottenuti da differenti irrigazioni.

Conclusioni

In generale, la nutrita letteratura scientifica relativa ad aree mediterranee ci dice che in annate pio-

vose o climi umidi la produzione di olio in irriguo può risultare inalterata o solo leggermente più elevata rispetto alla coltura non irrigata. Di solito ciò si verifica in aree con una piovosità annua di almeno 800 mm e vale anche per annate piovose in zone normalmente siccitose. Al contrario, l'irrigazione aumenta sensibilmente la produzione in aree contraddistinte da lunghi periodi di siccità estiva, evapotraspirazione potenziale superiore a 1.100 mm annui e precipitazioni inferiori a 800 mm.

I benefici sono tanto maggiori quanto più arido il clima o scarsa la capacità di ritenzione idrica del suolo (Gucci R., 2012).

La soglia degli 800 mm annui di precipitazioni, associata a lunghi periodi estivi siccitosi, è considerata una soglia che spesso differenzia i risultati dell'irrigazione. Dall'analisi delle piogge annuali cadute negli ultimi 29 anni nella zona dell'alto Garda (Fig. 1) si nota come solo in dieci si siano raggiunti e/o superati gli 800 mm di pioggia. Nei rimanenti anni si configurano le condizioni affinché lo strumento irriguo su olivo potesse essere fondamentale per migliorare la costanza produttiva negli anni.

Dal volume di terreno esplorato dalle radici dipende la riserva idrica utilizzabile dalle piante, perciò la conoscenza approfondita delle diverse tipologie di suolo su cui sono posti gli oliveti trentini, che può derivare dallo strumento ULIVA GIS voluto dall'Agraria di Riva, è un dato di assoluta importanza per la programmazione degli interventi irrigui. La sperimentazione ha mostrato che anche apporti irrigui minimi hanno degli effetti non trascurabili sulla produttività degli oliveti e che l'irrigazione in deficit (che non restituisce tutta l'acqua evapotraspirata dalla pianta) è la strategia da utilizzare. È, quindi, possibile un uso intelligente di quel bene prezioso che è l'acqua, al fine di stabilizzare la produttività degli oliveti, senza cambiare le caratteristiche di qualità dell'olio. Per decidere quanta acqua utilizzare e in che mo-

mento distribuirla è già disponibile un servizio irrigazione su Internet per la Provincia di Trento della Fondazione Mach denominato IrriTRE, reperibile alla pagina web: <http://meteo.fmach.it/irri3/>

All'interno di questi anni di prove sperimentali il servizio IrriTRE è stato implementato anche per l'olivo e si proseguirà ad affinare lo strumento per una coltura che, seppure sviluppata in un contesto territoriale circoscritto, ha un ruolo importante sull'economia locale ed un impatto paesaggistico peculiare in zone ad alta vocazione turistica.

Ringraziamenti

Si ringraziano vivamente per i finanziamenti e per il supporto costante AIPO Verona (Associazione interregionale produttori olivicoli) e Agraria Riva del Garda s.c.a.

La turnazione della potatura dell'oliveto

La potatura è la tecnica che, dopo la raccolta, maggiormente impegna l'olivicoltore. Ma se raccogliere le olive è indispensabile per ottenere l'olio, non è altrettanto obbligatorio potare gli olivi per farli produrre.

Storicamente l'olivicoltura alto gardesana non ha mai avuto una scuola di potatura; nel 1929 l'agronomo Arturo Mancinelli così descriveva l'oliveto trentino: *"Nel Trentino gli olivi con le loro folte ed altissime chiome ci dicono che essi non sono allevati razionalmente, essi fruttificano solo in cima causa anche il cattivo metodo di potatura [...] qui la potatura si fa a lunghi intervalli e cioè gli olivicoltori trentini in generale potano una volta ogni tre anni e qualcuno ogni quattro anni, alla fine dell'inverno, e quasi sempre dopo un buon raccolto di olive. Dopo questa potatura, che è quasi sempre radicale, cioè con grandi tagli, l'olivo rimane come un gelso sfrondato e non da olive per un paio di anni [...] La potatura a verde o rimonda qui non si conosce affatto [...] E così gli olivi trentini danno saltuari raccolti ed abbondanti periodicamente, solo ogni tre o quattro o cinque anni"*.

In tempi successivi le abitudini si sono evolute, dato che la frequenza di potatura più diffusa era ad anni alterni, con un intervento piuttosto drastico di sfoltimento della vegetazione senza particolari indirizzi fisiologici o architettonici.

A partire dagli anni cinquanta, su iniziativa dell'Ispettorato Agrario prima e del Servizio di Assistenza Tecnica dell'ESAT (Ente per lo Sviluppo dell'Agricoltura Trentina) poi, si avvicendarono con dimostrazioni pratiche negli oliveti dell'Alto Garda maestri di potatura come Secondo Tonini, Giorgio Bargioni e Giorgio Pannelli. Purtroppo a causa della saltuarietà e la insufficiente partecipazione degli olivicoltori questi interventi ebbero una debole risonanza. Tuttavia va dato merito soprattutto agli ultimi due di aver saputo infondere consapevolezza e capacità ai tecnici e olivicoltori locali, finalizzate alla trasformazione della forma di allevamento degli olivi da libera a vaso policnico. Da circa 20 anni la consulenza olivicola di ESAT prima e FEM poi organizza ogni anno vari

corsi di potatura rivolti a tutti gli olivicoltori trentini, che desiderano oliveti più sicuri, facili da gestire e costanti nella produttività.

Tra i vari argomenti che sono alla base degli insegnamenti nei corsi di potatura, la frequenza degli interventi di potatura è uno degli aspetti importanti, e, come abbiamo visto, è anche una problematica antica dell'olivicoltura trentina.

La potatura biennale dell'olivo, ancora piuttosto diffusa nell'Alto Garda, è praticata dagli olivicoltori per ridurre i tempi dedicati a questa operazione, tuttavia si va affermando vieppiù l'idea di potatura annuale con interventi di sfoltimento della vegetazione minuta più o meno leggeri in funzione della situazione vegetativa che caratterizza l'oliveto.

Prove recenti (2015-2017)

All'interno del progetto Uliva GIS proposto da Agraria di Riva e grazie alla disponibilità dell'azienda Comai di Riva del Garda, al fine di verificare l'effetto di diversi turni di potatura, in un oliveto della varietà Casaliva con circa 270 olivi per ettaro, a partire dalla primavera 2015 si è introdotta una prova di potatura secondo le seguenti varianti applicate su sei piante per tesi:

- **Potatura triennale:** eseguita nella primavera 2015 con tagli di riforma sulla struttura legnosa degli olivi ed intenso sfoltimento della vegetazione minuta. Successiva potatura a verde dei succhioni all'interno della pianta nell'agosto dello stesso anno;
- **Potatura biennale:** compiuta nella primavera 2016 con tagli sulla struttura legnosa degli olivi, sfoltimento di media intensità della vegetazione, potatura a verde dei succhioni all'interno della pianta nell'agosto dell'anno di potatura;
- **Potatura annuale:** effettuata la primavera di ogni anno con intensità medio-leggera, nessuna spollonatura estiva.

Alla raccolta è stata pesata la produzione in olive di ogni singola pianta, mentre il peso medio delle drupe (Fig. 4) e la resa in olio (Fig. 5), intesa come grasso complessivo, da non confondersi

con la resa in frantoio, sono state determinate su un campione rappresentativo per pianta. L'analisi del contenuto in grasso è stata svolta tramite spettrofotometro NIR dai tecnici di Agraria di Riva. Da questi dati è stata derivata l'entità della quantità di olio per pianta. La durata del complesso delle operazioni di potatura necessarie per pianta, effettuate sempre dal medesimo operatore, sono state annotate in tutto il triennio. I risultati produttivi del 2015 sono stati influenzati da una pesante grandinata a fine giugno che ha ridotto a circa un terzo della potenzialità la produzione della tesi annuale aziendale e praticamente azzerato quella della tesi triennale. Nelle figure 5 e 6 si evidenzia l'importante effetto annata sulla dimensione delle drupe e sulla loro concentrazione in sostanza grassa.

Nel biennio 2016-17 (Fig. 6 e 7) si nota la costanza produttiva della tesi annuale, mentre altrettanto non si può dire delle due tesi pluriennali. Di

entrambe delude l'ultimo anno della turnazione (2017), in cui ci si sarebbe aspettati un ulteriore aumento della produzione a seguito dell'aumento del volume di vegetazione potenzialmente produttiva, fatto che, invece, non si è verificato.

L'ipotesi che si può fare è che ciò sia avvenuto per un equilibrio vegetativo non ancora raggiunto, accentuato dall'andamento climatico della primavera ed estate del 2017 caratterizzato da una piovosità ben distribuita e dall'assenza di stress idrici. Ciò può aver favorito la fase vegetativa nella parte alta della chioma a scapito della produzione. La prova si è conclusa con la raccolta 2017, tuttavia l'impressione è che le due tesi pluriannuali avrebbero espresso tutto il loro potenziale produttivo negli anni successivi. Va segnalata, soprattutto nella tesi triennale, la grande difficoltà nell'ultimo anno di raccogliere le olive prima e di eseguire la potatura poi, per via di una vegetazione estremamente fitta e aggrovigliata.

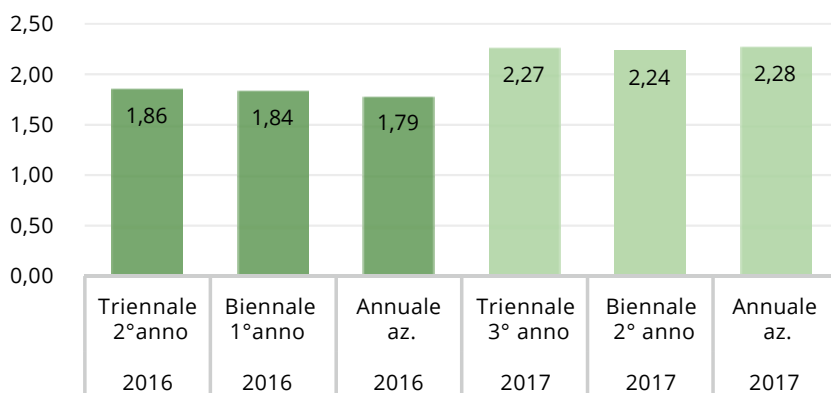


Figura 4
Peso medio delle olive (g)
nelle diverse tesi e anni

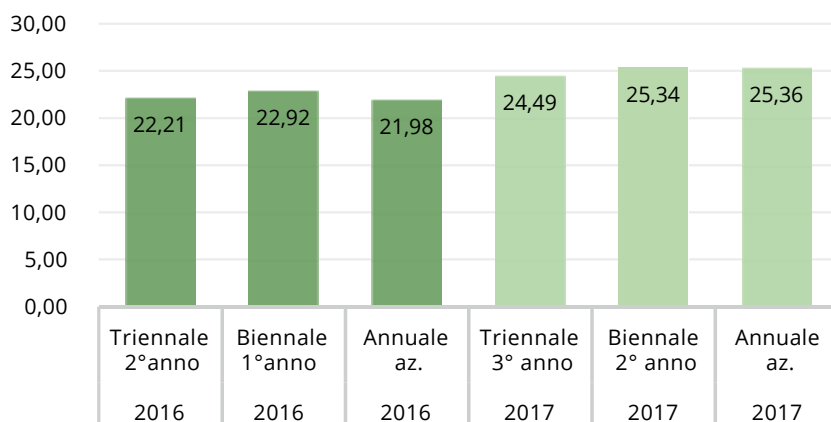


Figura 5
Percentuale di sostanza
grassa nelle olive

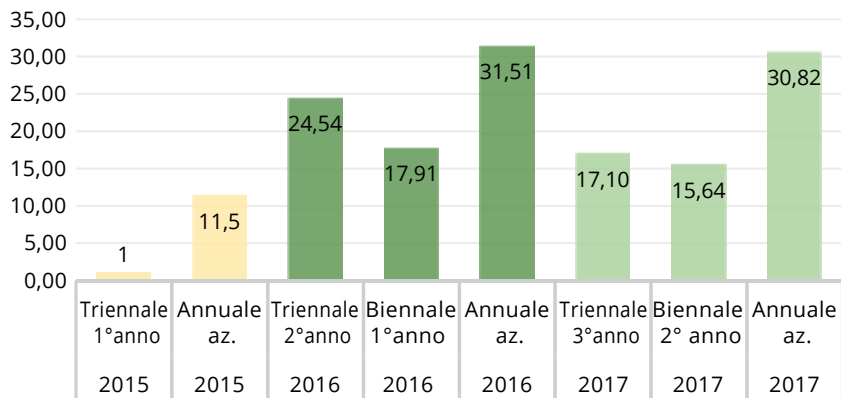


Figura 6
Quantità di olive per
pianta (kg)

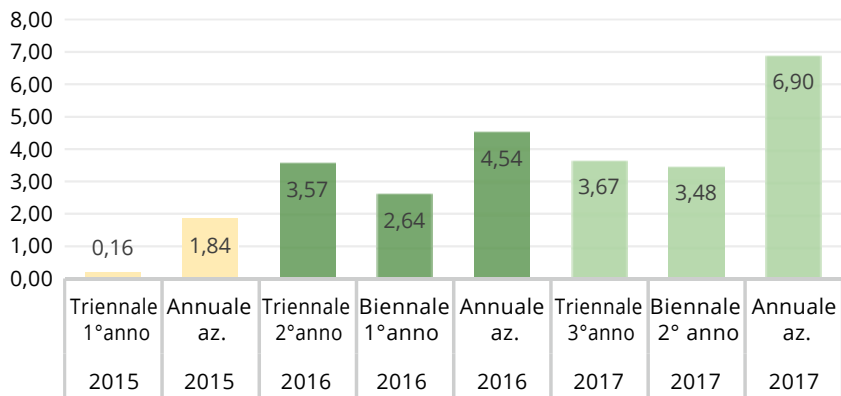


Figura 7
Quantità di olio per
pianta (kg)

	Turno annuale	Turno biennale	Turno triennale
Minuti/ pianta/anno	25	22,5	15
Ore/ettaro/anno	112,5	101,25	67,5
Costo/ettaro (euro)	900	810	540
Differenza valore olio cumulato nel triennio (€/ha)	0	-7.182	-4.391

Tabella 3

Calcolo economico del costo delle operazioni (ipotesi di compenso potatore di 8,00 €/ora e compenso per olio di 10,00 €/kg)



Foto 1 e 2

Potatura triennale 2015: evidenti i tagli che hanno interessato spesso il legno di più anni

.....

La quantità di olio prodotto in seguito alla diversa turnazione assume maggiore significatività se si rapporta ai tempi necessari per le differenti potature. Dal punto di vista dei tempi di lavoro si riscontra effettivamente un risparmio nelle tesi a frequenza di potatura pluriennale, ma dal punto di vista economico, questo non è compensato in termini di valore dell'olio ottenuto (tabella 3). In conclusione, si conferma che l'intervento annuale con una potatura che mantenga una buona insolazione della parte interna della chioma e un moderato sfoltimento della vegetazione minuta produttiva, sia la situazione che maggiormente favorisce la produttività e l'economicità di gestione di Casaliva, varietà prevalente nell'Alto Garda trentino, sia in condizioni di normalità che in

caso di malaugurati eventi distruttivi, quali forti grandinate. Nel caso delle nostre prove nella tesi annuale non furono praticati interventi a verde, tuttavia si ritiene che, in caso di necessità, un passaggio nella seconda metà dell'estate per togliere la vegetazione assurgente all'interno della chioma sia, in generale, utile per il mantenimento dell'equilibrio vegetativo e favorire la produttività della pianta di olivo. Tale scelta dipende molto dal vigore dell'oliveto in questione.

Ringraziamenti

Si ringraziano vivamente per i finanziamenti e per il supporto costante AIPO Verona (Associazione interregionale produttori olivicoli) e Agricola Riva del Garda s.c.a.

La mosca delle olive nel Garda Trentino

L'olivo è soggetto ad avversità che comprendono danni di natura biotica provocati da artropodi, in prevalenza insetti, e da malattie causate da funghi, batteri, virus e fitoplasmi. Fra gli artropodi fitofagi la mosca delle olive (*Bactrocera oleae* Gmel.) e la tignola dell'olivo (*Prays oleae* Bern.) costituiscono le minacce più frequenti per le produzioni olivicole dell'Alto Garda Trentino e necessitano spesso il ricorso a misure specifiche di contenimento. La mosca olearia in particolare, con sempre più frequenza, è in grado di compromettere gran parte della produzione e, pertanto, è considerata l'avversità principale dell'agroecosistema oliveto. In Trentino siamo in presenza di un'olivicultura di eccellenza, ma frammentata e condotta in prevalenza come attività professionale secondaria. È necessario pertanto fornire

agli olivicoltori sistemi di difesa accessibili a tutti, di semplice uso, coerenti con la salvaguardia del territorio ed economicamente sostenibili. Si tenga conto che nel territorio dell'Alto Garda la presenza delle piante di olivo è molto diffusa anche in ambiente urbano e quindi la necessità di innovare la difesa con sistemi sostenibili è maggiormente giustificata. La popolazione della mosca olearia negli ultimi due decenni è in graduale aumento e sta andando a colonizzare, oltre alle sponde a nord del lago di Garda, anche aree a oliveto in entroterra e in quota, in precedenza indenni. La presente nota intende fornire un aggiornamento sulle più recenti conoscenze sul comportamento, sul monitoraggio e la gestione dei danni da mosca attuabili nell'ambiente trentino.



Foto 3

Maschio e femmina adulti di *Bactrocera oleae*. Si noti il particolare dell'ala con macchia distale bruna.

Bactrocera oleae (Gmelin)

La mosca dell'olivo (*B. oleae*) è un dittero tefritide con comportamento larvale carpo-fago. L'adulto (Foto 3) ha una lunghezza media di 4,5 mm, il capo è giallastro con due macchie circolari nere sotto le antenne, gli occhi verde-bluastri. Il mesonoto color grigio-bluastro porta tre linee scure longitudinali, che talvolta appaiono come macchie, sono inoltre inserite un paio di ali trasparenti, con macchia apicale scura. L'Addome è di colore castano chiaro, dove sono visibili delle macchie nerastre su alcuni segmenti, detti urotergiti; questi, nella parte distale risultano fusi, là dove è posto l'apparato riproduttore (Foto 4). La larva di mosca è apoda (Foto 5) e sviluppa attraverso tre età. È di colore bianco-giallastro, allungata e appuntita nella parte anteriore e misura allo stadio finale 6-7 mm. La pupa (Foto 6), subovale allungata è di colore giallo-rossastro con varianti a seconda dell'età sino al color crema e misura 4 mm di lunghezza.

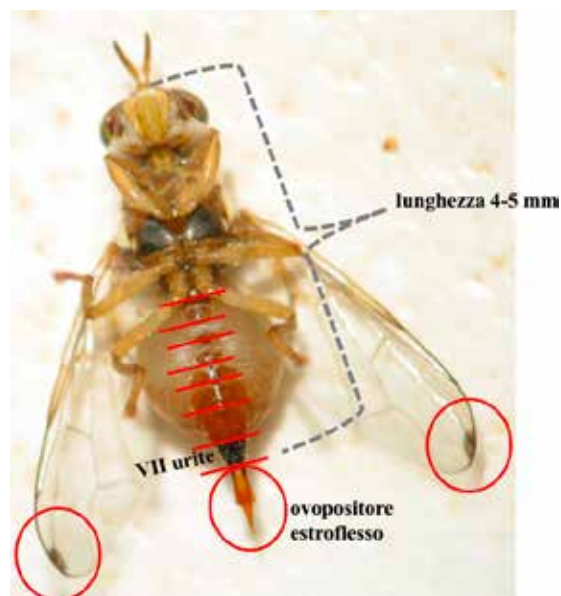


Foto 4
Adulto Femmina di *Bactrocera oleae* (vista ventrale) e dettaglio dell'ovopositore



Foto 5 e 6
Larva (a sinistra) e pupa (a destra) di mosca delle olive

Biologia e comportamento

Bactrocera oleae si sviluppa esclusivamente sulle drupe dell'olivo e dell'olivastro. Nell'area dell'Alto Garda si ritiene che possa svernare come larva nelle drupe rimaste in pianta o come pupa a pochi centimetri di profondità nel terreno, ma non si esclude neppure da adulto in vari ripari, nelle aree più miti come nei distretti prossimi al lago, anche fuori l'oliveto, in case e magazzini. Da almeno una decina di anni si registrano con frequenza catture di adulti già nel mese di marzo e, talvolta, anche nella seconda metà di febbraio (Fig. 8). Gli adulti, in particolare le femmine fecondate, si nutrono di melata, nettare, succo di frutti, ma anche pollini e batteri epifiti del filloplano. Valori di temperatura limite, al di sotto dei 6-7°C e superiore i 33-34°C determinano l'innattività degli adulti e periodi prolungati con alte temperature ne determinano la morte in particolare di adulti e larve.

In inverno, periodi prolungati con temperatura al di sotto dei 2-3°C determinano la devitalizzazione delle forme svernanti. In primavera gli adulti riprendono a volare attorno a temperature di 13-14°C, mentre l'attività riproduttiva ha luogo al raggiungimento di almeno 16-17°C (Girolami, 1979).

Già in primavera, al crepuscolo e con condizioni di temperature favorevoli iniziano gli accoppiamenti. La femmina emette il feromone sessuale costituito da una miscela di sostanze volatili, di cui il principale è il 1,7-dioxaspiro (5,5) undecano (De Cristofaro *et al.*, 2001). L'ovideposizione inizia circa una decina di giorni dall'accoppiamento e specialmente durante questo periodo la femmina si nutre anche di succo attraverso punture nella drupa praticate con l'ovopositore.

Recenti osservazioni svolte in trentino evidenziano che le prime ovideposizioni possono avvenire già in primavera sulle olive residue rimaste in

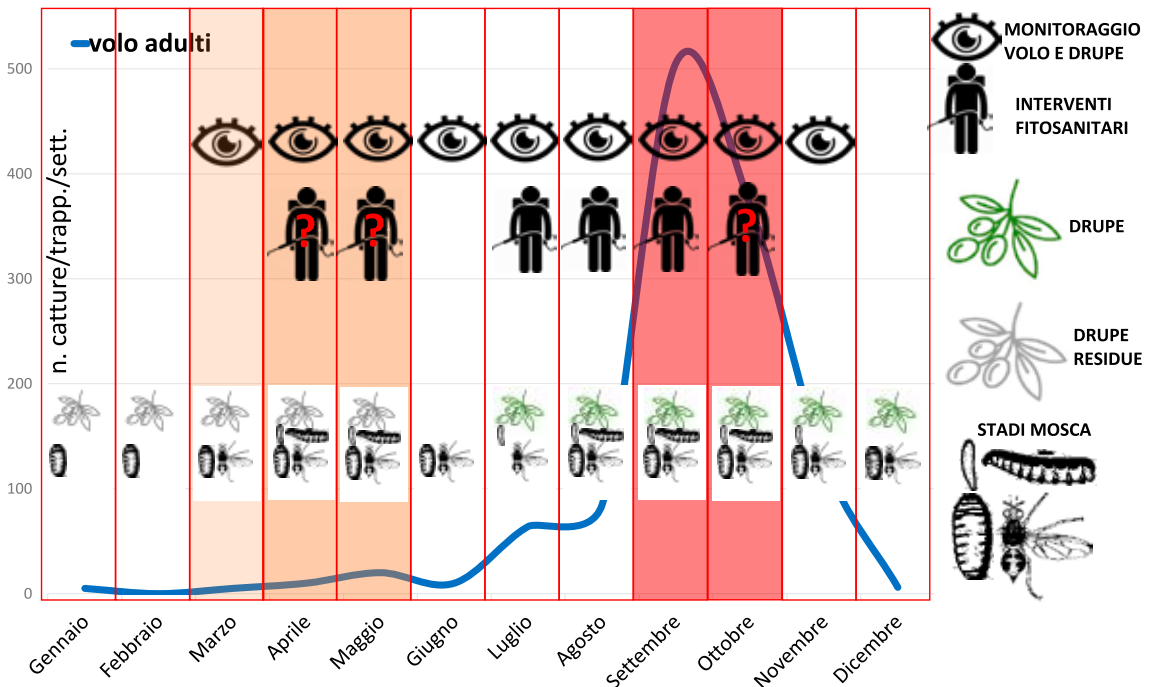


Figura 8
Ciclo di sviluppo di *Bactrocera oleae* nell'Alto Garda trentino

pianta dall'anno precedente (Mucci *et al.*, 2019). In estate la deposizione di uova per femmina arriva sino a 10-20 al giorno e la fecondità di ciascuna è di alcune centinaia di uova. La femmina perfora con l'ovopositore l'oliva per deporre un singolo uovo, generalmente uno per frutto. Il cosiddetto "bacio della ferita" è una marcatura repellente prodotta dalla femmina con il rigurgito di succhi in precedenza assunti, per inibire ulteriori ovideposizioni sulla drupa. Con la deposizione la femmina trasmette all'uovo il batterio simbiote, necessario per lo sviluppo della discendenza. La puntura di deposizione sull'oliva è riconoscibile per il contorno brunastro di forma triangolare (1,5-2 mm). L'incubazione dell'uovo a seconda della stagione dura da qualche giorno ad alcune settimane (De Cristofaro *et al.*, 2001). In seguito lo sviluppo larvale, di tipo carpofoago, avviene attraverso tre stadi durante i quali la larva scava una galleria inizialmente filiforme nel mesocarpo dell'oliva, per poi ingrandirsi gradualmente. La durata di sviluppo larvale è anch'essa legata alla temperatura del periodo e varia da metà mese a più mesi a seconda della generazione primaverile, estiva o autunnale. Raggiunta la terza età matura, la larva produce a ridosso del nocciolo una camera e si apre un foro verso l'esterno, chiuso da una sottile pellicola epidermica. Nell'area gardesana si può sviluppare una generazione primaverile sulle olive residue, da fine aprile a maggio, almeno per una parte della popolazione; in seguito si registrano almeno due generazioni estivo/autunnali: luglio-agosto e settembre-ottobre (Fig. 8). La suscettibilità delle cultivar agli attacchi di mosca dipende dalle caratteristiche di durezza dell'epicarpo e dalla dimensione della drupa, ma anche in funzione di componenti chimiche come il contenuto di oleuropeina o di cere poste sulla buccia (Iannotta, 2003). Alla principale cultivar locale Casaliva si attribuisce un livello di sensibilità medio-alto. L'alternanza di produzione di olive può condizionare la dinamica di attacco della mosca: con bassa produzione il danno può compromettere gran parte del raccolto se non adeguatamente gestito, mentre il danno solitamente decorre più lentamente in annate con forte carica.

Tra i fattori limitanti di natura biotica vi sono diverse specie di insetti utili, ma di essi i più importanti sono gli imenotteri parassitoidi, in particolare di uova e larve. Si tratta tuttavia di limitatori naturali generalisti e considerato che lo sviluppo degli stadi pre-immaginale di mosca avviene nella polpa della drupa (uova e sviluppo larvale endofita), il livello di controllo biologico raggiunto (20-60%) non è mai risolutivo.

Danni e campionamento

I danni sui frutti, unico organo danneggiato, sono dovuti alle larve che si cibano della polpa riducendo il peso della drupa e/o provocando la caduta di parte della produzione. Gli effetti dei danni sulla qualità possono essere per effetto diretto di ossidazione dei tessuti della drupa erosi, ma anche per eventuali infezioni da patogeni fungini responsabili della marcescenza del frutto.

Le drupe pendenti divengono suscettibili agli attacchi della mosca a partire da poco dopo l'allegagione e la loro sensibilità aumenta nel corso dell'estate e autunno, diventando massima nella fase di maturazione.

In estate e autunno le varianti climatiche giocano un ruolo molto importante sulla fertilità delle femmine e sulla vitalità di uova e larve. Con l'avanzare della stagione, l'accavallarsi delle generazioni e l'aumentare della sensibilità delle olive rendono sempre maggiore il rischio di danno, anche in autunno.

In queste situazioni il permanere delle olive in pianta in attesa della raccolta può costituire un'ulteriore rischio di perdita. Da osservazioni decennali nell'Alto Garda, in collaborazione con Agraria di Riva e AIPO (Associazione Interregionale produttori olivicoli) si è riscontrato che l'accumulo di grassi nelle drupe di Casaliva in fase di maturazione raggiunge la soglia del 95% verso metà di ottobre. Raggiunta questa fase, un precoce avvio delle operazioni di raccolta delle olive non pregiudica perdite nella quantità di olio, al contrario consente un netto miglioramento della sua qualità, sia per la ricchezza organolettica che per una minore incidenza dell'attacco di mosca.

Monitoraggio delle popolazioni di mosca dell'olivo

L'evoluzione della densità di popolazione di mosca costituisce il cardine sul quale ruota la pianificazione di un razionale, efficiente e sostenibile programma di protezione delle drupe.

Dal 2008 è attivo in Trentino il monitoraggio a partire dai mesi primaverili, di adulti, uova e larve. Recentemente la dinamica di popolazione viene seguita anche con l'obiettivo di raccogliere dati per implementare a livello provinciale un modello previsionale delle infestazioni, come già in uso in alcune regioni italiane (Marchi *et al.*, 2015, Marchini *et al.*, 2017, Ragolini *et al.*, 2007) e per valutare se tali informazioni possano essere di utilità per precoci forme di contrasto attraverso interventi di difesa primaverile (Mucci *et al.*, 2018).

Le trappole di monitoraggio disponibili in commercio sono caratterizzate dalla combinazione di caratteristiche costruttive e sistemi di attrattività differenti (Mucci *et al.*, 2019). Sinora i dispositivi che hanno avuto maggior diffusione a livello locale sono dei pannelli collanti di colore giallo, attrattivo per entrambi i sessi, innescati con attrattivo alimentare (sali di ammonio) e feromone (1,7-Dioxaspiro [5.5] undecano).

Le trappole vengono posizionate sulle piante a 2 m di altezza dal terreno, nella parte esposta a Sud-Ovest; la sostituzione dei pannelli e degli attrattivi avviene ogni 5-6 settimane. In passato il monitoraggio degli adulti iniziava a inizio luglio e proseguiva sino alla raccolta delle olive, in genere protratta non oltre la metà di novembre. A seguito delle recenti osservazioni sul comportamento della mosca nell'Alto Garda, l'attività dell'insetto viene ora monitorata tutto l'anno. In presenza di drupe in pianta si quantifica anche l'infestazione diretta, intesa come percentuale di frutti con presenza di uova, larve e pupe o dei frutti con fori di uscita. Indicativamente il campione controllato per ettaro è di alcune centinaia di drupe, una o due per pianta.

Da numerose ricerche emerge che non vi è una stretta correlazione tra intensità delle catture degli adulti e danno sulle drupe. Del resto è ben noto come l'efficacia attrattiva delle trappole

venga influenzata da diverse variabili quali l'andamento climatico, l'esposizione dell'oliveto, la carica produttiva, la dimensione e suscettibilità dei frutti, il rapporto maschi/femmine della popolazione di mosca (Varikou *et al.*, 2013, Noori & Shirazi, 2014, Delrio & Lentini, 2016).

Evoluzione della difesa

La modalità di conduzione della difesa olivicola si è evoluta nel tempo, passando da lotta chimica a calendario a difesa guidata, integrata e più recentemente in "Produzione integrata". I concetti, poi divenuti regole alla base di queste evoluzioni sono molteplici, ma tutti finalizzati alla sostenibilità, prima di tutto attraverso la selezione e riduzione d'impiego dei mezzi chimici.

Di queste regole, forse la più innovativa, fu l'introduzione della soglia di tolleranza poi declinata come soglia di intervento, la quale presuppone la verifica in campo dell'agente dannoso e la sua quantificazione attraverso il monitoraggio in pianta.

Come già riferito (Mucci *et al.*, 2018) particolare attenzione viene posta alle dinamiche di mosca relative alle generazioni primaverili, quali elementi di valutazione e predizione del comportamento estivo. A tale scopo, al monitoraggio primaverile con le trappole, si affiancano periodici campionamenti delle olive rimaste in pianta, non raccolte, per quantificare la fuoriuscita di adulti dalla stasi invernale e per quantificare la presenza delle forme giovanili. Nel corso del periodo estivo e autunnale i metodi di controllo proseguono, analizzando i dati che emergono dall'utilizzo di trappole di monitoraggio per adulti e il controllo visuale dell'infestazione sulla drupa, eseguita in campo e in laboratorio.

Mezzi chimici

La farmacopea disponibile per l'olivo non è ampia, tuttavia comprende sostanze attive (s.a.) proposte in diverse formulazioni, che agiscono sulla mosca in maniera differenziata (tabella 4).

Un primo gruppo include s.a. a prevalente azione adulticida, tra queste le piretrine sintetiche, deltametrina, lambda-cialotrina (piretroidi) e lo spinosad (spinosine).

Gruppo chimico	Sostanza attiva	Modalità di azione	Tempo di carenza	N° tratt. ammessi	Limitazioni PAN aree sensibili	Prod. biologica	Formulazione per	Prodotti commerciali
Spinosine	Spinosad	Adulticida/preventiva	7	8	No	Si	Esca	Spintor fly
Piretrine	Deltametrina	Adulticida/preventiva			No	Si	Trappola	Ecotrap, Dako faka
Piretrine	Deltametrina	Adulticida/preventiva	7	3	No	No	Esca con proteine idrolizzate	Decis jet PFnPE
Piretrine	Lambda cialotrina	Adulticida/preventiva				Si	Trappola	Magnet oli
Neonicotinoide	Acetamiprid	Ovo larvicida	21	2	No	No	Tratt. chioma	Epik SI
Fosfororganico	Dimethoato*	Ovo larvicida	28	2	Si / H317	No	Tratt. chioma	Vari
Fosfororganico	Fosmet	Ovo larvicida	21	2	No	No	Tratt. chioma	Vari
Farina di roccia	Caolino	Repellente/preventiva			No	Si	Tratt. chioma	Vari
Farina di roccia	Zeolite	Repellente/preventiva			no	si	Tratt. chioma	Vari
Bioinsetticida	<i>Beauveria bassiana</i>	Repellente/preventiva			no	si	Tratt. chioma	Naturalis

Tabella 4

Sostanze attive attualmente a disposizione nella gestione della mosca delle olive.

* vietato da giugno 2020

Nei confronti della mosca dell'olivo, queste vengono utilizzate assieme ad attrattivi feromonal e alimentari nella preparazione di dispositivi per la cattura di massa, esche o trappole utilizzate in programmi di difesa territoriali, con l'obiettivo di contenere l'incremento demografico della popolazione. Le trappole si appendono ai rami dell'olivo, mentre le esche si spruzzano su una porzione ridotta di chioma. Tali dispositivi sono ammessi sia in produzione integrata che biologica. Un secondo gruppo di insetticidi ha prevalente azione ovo-larvicida. Queste sostanze, se applicate all'inizio dell'infestazione penetrano nei tessuti dell'oliva e devitalizzano uova e larve nelle prime fasi di sviluppo. Tra queste molto usata, data la facilità d'uso, l'efficacia d'azione e il basso costo è il dimethoato (estere fosforico), una vecchia molecola che a

causa del notevole impatto eco-tossicologico è vietata da giugno 2020 (Reg. (UE) 2019/1090). Altra molecola ascrivibile agli ovo-larvicidi è il phosmet. Si tratta di un estere fosforico caratterizzato da elevata lipofilia, pertanto sull'oliva i residui della s.a. tendono ad accumularsi nell'olio anziché nell'acqua di vegetazione; per questo insetticida la finestra di applicazione deve essere limitata solo a inizio estate. Recentemente è autorizzata all'impiego la s.a. acetamiprid, del gruppo dei neonicotinoidi; questa molecola non ha subito limitazioni d'uso in virtù del minore impatto su organismi utili, in particolare sulle api. Peraltro è ammessa anche nei programmi di produzione integrata di numerose altre colture, quali melo, vite, ciliegio e piccoli frutti, il che rende meno problematico il rischio di

contaminazione per deriva delle colture adiacenti l'oliveto. Alcuni preparati derivanti da organismi/ sostanze naturali sono attivi contro la mosca olearia. Tra questi lo spinosad, di cui si è già riferito, ma il cui impiego su olivo non è per ora autorizzato per applicazioni sull'intera pianta.

Sono invece disponibili preparati a base di *Beauveria bassiana*, con azione di repellenza nei confronti della *Bactrocera*. L'azione è di tipo preventivo, ma soggetta a ridotta persistenza di azione, il che necessita la ripetizione dei trattamenti. La *Beauveria* è ammessa anche in produzione biologica e trova talvolta applicazione in vicinanza della raccolta, data l'assenza di tempo di carenza. Tra i bioinsetticidi di recente formulazione segnaliamo il batterio *Burkholderia rinojensis*, organismo che devitalizzato a caldo possiede efficacia sulla mosca olearia; la sua registrazione è al momento limitata solo ad alcuni stati del Nord America.

Un ulteriore gruppo di sostanze con azione anti-dacica è rappresentato dalle farine di roccia. Queste, distribuite sull'intera pianta, determinano repellenza verso gli adulti di mosca e conseguente riduzione dell'ovideposizione. L'applicazione deve essere di tipo preventivo in modo da rendere la superficie del fogliame e delle drupe poco gradevoli per l'ovideposizione. Rientrano in questo ambito prodotti commerciali contenenti Caolini o Zeoliti. Taluni, causa il deposito di micro-particelle biancastre, tendono ad imbrattare eccessivamente drupe e vegetazione, determinando un forte impatto visivo.

Altre s.a. registrate sull'olivo verso parassiti diversi dalla mosca, posseggono una certa azione collaterale verso il dittero. Meritano attenzione i prodotti rameici usati verso le crittogame: questi, se assunti dalla femmina adulta sul fogliame trattato, interferiscono sulla fertilità e vitalità di uova e larve appena nate. Anche le piretrine naturali, registrate in vari formulati verso le cocciniglie e taluni anche verso la tignola dell'olivo, manifestano un'attività collaterale di contatto verso gli adulti di *Bactrocera oleae*. Analogamente la spinosina sintetica spinetoram, recentemente registrata contro tignola (*Prays oleae*) possiede azione adulticida collaterale.

Evoluzione e prospettive difesa

L'utilizzo di prodotti fitosanitari negli oliveti dell'Alto Garda rappresenta una problematica crescente. Negli ambienti a oliveto si sommano problematiche legate alla difficoltà di accesso ai fondi, alla distribuzione dei prodotti fitosanitari in aree scoscese, fino alla criticità legata alla fruizione dell'agroecosistema oliveto da parte di residenti e turisti per il loro valore paesaggistico. In tale contesto ha trovato applicazione prevalente il metodo della cattura massale, con le prime esperienze su iniziativa della consulenza tecnica di ESAT (anno 2000), poi proseguite da FEM, con il sostegno della PAT, di Agraria di Riva, di AIPO e resa possibile dal supporto degli olivicoltori che da subito hanno creduto nell'innovazione e sostenuto i costi di gestione.

Ben presto l'applicazione della tecnica di cattura massale (*attract & kill*) aveva consentito di ridurre per diversi anni l'impiego di insetticidi ovo-larvicidi. A causa dell'aggravarsi dei danni, a iniziare dal 2007, si è dovuto ripiegare verso una difesa in prevalenza combinata, semiochimica-insetticidi, laddove l'impiego di questi ultimi, pur limitato, era gestito rispettando le linee di produzione Integrata.

Il crescente interesse del settore olivicolo per forme di difesa sempre più sostenibili ha trovato attuazione nel 2016 con il progetto triennale "Gestione sostenibile della mosca" e che ha visto la collaborazione di FEM, Agraria di Riva e PAT; il progetto era finalizzato allo studio del comportamento di *Bactrocera oleae* in Trentino e alla ricerca di soluzioni tecniche di controllo migliorative rispetto a quanto si faceva anche nel recente passato. L'accertata fase riproduttiva nel periodo primaverile induce a considerare l'applicazione anticipata alla primavera di dispositivi per la cattura massale; ciò rende necessario individuare trappole in grado di garantire una copertura più ampia della stagione a partire dai mesi primaverili (aprile-maggio-giugno) fino all'estate e l'inizio autunno.

Si è confermato che gli strumenti di cattura di massa costituiscono un valido aiuto al mantenimento di bassi livelli delle popolazioni di mosca delle olive, tuttavia in annate di forti infestazio-

ni si necessita l'integrazione con insetticidi o altri mezzi. Di questi, gli insetticidi ovo-larvicidi consentono di bloccare larve e uova nella polpa della drupa.

Per realizzare un'efficace e sostenibile strategia di difesa è indispensabile una capillare distribuzione delle informazioni agli olivicoltori. Attualmente la consulenza olivicola della Fondazione Mach, attraverso i notiziari Fondazione Mach Notizie, raggiunge oltre 1.000 olivicoltori e trasmette avvisi e comunicati tecnici per posta elettronica e SMS.

Attuale strategia di difesa in Trentino

In tutte le zone olivate dell'Alto Garda e della Valle dei Laghi, la strategia di difesa dalla mosca olearia si basa sull'applicazione capillare di dispositivi di cattura di massa, a partire dall'inizio di sensibilità delle drupe agli attacchi di mosca, verso fine giugno. Vengono solitamente utilizzati sistemi *attract & kill*, tipo le esche pronte all'uso (Spintor fly) applicate più volte (massimo 8 applicazioni/stagione), o in alternativa si utilizzano trappole attrattive, tipo Ecotrap e Dakofaka; queste ultime vengono applicate a inizio infestazione e solitamente mantengono durata d'azione per l'intera stagione estivo-autunnale. Tali dispositivi sono applicabili sia nelle coltivazioni familiari che negli oliveti. Talvolta, in

annate con infestazioni gravi, generalmente a fine estate, si rende necessaria l'integrazione con altri mezzi di difesa. Tra questi sono utilizzabili, anche in gestione biologica, le farine di roccia (1-2 trattamenti con caolini e zeoliti). La miscelazione delle farine di roccia con i sali di Rame può aumentare la loro efficacia e prevenire anche alcune malattie fungine dell'olivo. Benché le farine di roccia non siano prodotti fitosanitari e non abbiano tempo di carenza è preferibile sospenderne la distribuzione con un congruo anticipo rispetto alla raccolta delle olive, per ridurre il rischio di contatto o inalazione con il pulviscolo durante la raccolta delle olive. Nella gestione integrata si dispone inoltre di prodotti ovo-larvicidi, che vanno utilizzati nel rispetto dei tempi di carenza specifici per ciascun formulato. Tra questi vi è il p.a. acetamiprid, caratterizzato da minore tossicità e maggiore selettività nei confronti degli insetti utili rispetto agli insetticidi fosforганиci.

Ringraziamenti

Diverse indicazioni tecniche sono desunte dal progetto: "Innovazione e ricerca per l'olio dell'Alto Garda Trentino" di Agraria Riva del Garda finanziato con il contributo della Provincia Autonoma di Trento.

Diffusione della 'Casaliva' e di altre varietà di olivo nell'Alto Garda Trentino

L'olivo (*Olea europaea*) è una specie mediterranea che trova nell'alto Garda Trentino l'areale più settentrionale della sua coltivazione in Europa. La presenza antica dell'olivo in questa regione, pur influenzata dalle vicende climatiche, è accertata da documenti storici dove non mancano riferimenti alla nomenclatura delle cultivar e alla loro identità (Hugues, 1881-1921).

Tra le specie arboree da frutto, l'olivo sembra essere anche la specie coltivata da più lunga data, con diverse centinaia di varietà ancora diffuse nelle zone tradizionali di coltivazione o conservate in collezioni di germoplasma. La propagazione clonale di piante selezionate ha consentito infatti il mantenimento delle caratteristiche varietali lungo i percorsi di migrazione dell'olivicoltura, generando nel contempo un gran numero di omonimie, sinonimie ed errori di denominazione (D'Agostino *et al.* 2018).

La varietà di olivo più legata all'alto Garda è comunemente chiamata Casaliva. Alcuni studi associano questa denominazione a quella di altre cultivar presenti nei cataloghi regionali (per es. Frantoio in Toscana, Raza in Veneto e Gorgazzo in Friuli) che insieme formerebbero un unico gruppo varietale sulla base di presunte similarità genetiche (Pannelli e Perri, 2012).

Il riconoscimento varietale degli olivi basato su aspetti morfologici e fenologici, effettivamente è complicato dall'influenza ambientale sulle caratteristiche osservabili nei vari stadi di sviluppo della pianta e del frutto. Tuttavia, affiancando al sistema descrittivo convenzionale l'analisi diretta del genotipo (DNA), negli ultimi anni l'identificazione varietale è diventata meno complessa e più oggettiva. Partendo dai tessuti vegetali, è possibile evidenziare rapidamente il profilo del DNA della pianta: un tratto distintivo di ogni cultivar nata da seme che rimane pressoché invariato durante la propagazione vegetativa. Tramite il profilo genetico, qualsiasi albero di interesse può essere assegnato a varietà già caratterizzate o non ancora descritte. In ogni caso, questo tipo di infor-

mazione è indispensabile per stabilire il grado di diversità genetica di un insieme di piante.

Utilizzando l'approccio genetico-molecolare, è stata condotta un'estesa indagine negli oliveti del Garda Trentino allo scopo di stabilire la reale composizione varietale della popolazione di olivo presente sul territorio, avvalendosi per il riconoscimento varietale anche di accessioni di olivo conservate in alcune collezioni di germoplasma del Trentino, della Lombardia e del Veneto.

Contribuendo alla caratterizzazione delle produzioni locali e dimostrando il forte legame della Casaliva con l'alto Garda, questo studio pone anche le basi per lo sviluppo di una strategia colturale volta ad assicurare rese produttive della consueta qualità, nel rispetto della tipicità e nel contesto dei cambiamenti climatici.

Materiali e metodi

Con la collaborazione dei tecnici di Agraria Riva del Garda, sono stati raccolti campioni di foglie da olivi distribuiti su tutto il territorio olivicolo Trentino, rappresentativi sia della coltivazione tradizionale sia degli impianti più recenti. Sono stati inoltre inclusi campioni di piante presenti in alcune collezioni varietali di olivo dell'areale locale, come AIPOL, Chiarani, Ischia, Olio CRU, Santa Massenza e dell'ex Istituto Sperimentale di Frutticoltura della provincia di Verona (Fig. 9).

Dai campioni vegetali è stato estratto il DNA e sono stati ottenuti i profili di 19 marcatori molecolari. Il confronto di questi dati genetici ha permesso di valutare la frequenza dei diversi genotipi nella popolazione di olivi indagata e di stabilirne l'eventuale corrispondenza con varietà presenti nelle collezioni locali. Sono inoltre state consultate banche dati nazionali ed internazionali dei profili genetici di olivo, come la *World Olive Germplasm Bank* di Cordoba in Spagna, per verificare se i genotipi osservati nel Garda Trentino risultano già noti e nel caso, con quali nomi varietali figurano indicati.

Un ulteriore sviluppo dell'indagine genetica ha

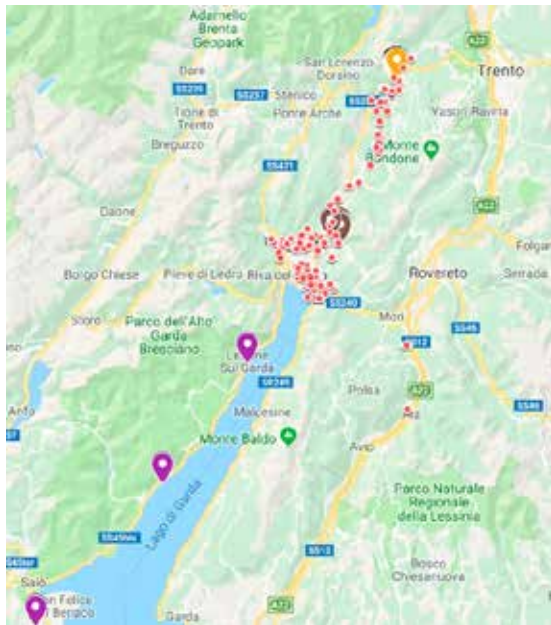


Figura 9
Distribuzione geografica della popolazione di olivi sottoposta all'analisi genetica e delle collezioni varietali.



Foto 7
Olif de Botes cui si accredita da 500 a 800 anni di età, testimone di antichi accordi commerciali suggellati dai contraenti, all'ombra delle sue fronde, con sonore botte sulle mani.

successivamente considerato il DNA di embrioni isolati da olive di alberi accertati Casaliva, allo scopo di eseguire un test di paternità volto ad identificare gli impollinatori effettivi in diverse zone.

Diversità genetica degli olivi nel Garda Trentino

In una prima fase di campionamento sul territorio, sono state prese in considerazione le piante morfologicamente più diverse o già ritenute cultivar differenti dalla Casaliva, in base all'esperienza dei tecnici. Questa indagine ha coinvolto due patriarchi: 15 alberi di età presunta superiore a 300 anni e circa 90 piante di almeno 100 anni (Foto 7). Nonostante le differenze di aspetto, oltre due terzi delle piante esaminate sono risultate geneticamente identiche e hanno mostrato il profilo genetico della Casaliva. Gli altri alberi di olivo sono risultati invece appartenere con diversa frequenza a una ventina di cultivar differenti. Da molti olivi sono stati inoltre prelevati più campioni per pianta, partendo da branche diverse o da ricacci radicali, allo scopo di verificare l'eventua-

lità di innesti o sovrainnesti con cultivar geneticamente diverse. Questo approfondimento ha effettivamente rivelato che ceppi di Casaliva sono stati usati in passato per innestare altre cultivar, in particolare nella zona del Monte Brione.

Una seconda fase di campionamento è stata dedicata agli oliveti di origine più recente, cercando di includere anche in questo caso gli alberi con tratti distintivi più marcati. L'analisi dei marcatori molecolari ha rivelato che il 75% delle circa 150 piante studiate è geneticamente identico alle piante storiche di Casaliva. Tra le cultivar diverse da Casaliva, il confronto del profilo genetico ha permesso di stabilire che alcune erano già state ritrovate tra le vecchie piante sul territorio, mentre altre sembrano presenti solo negli impianti moderni. L'insieme dei dati permette di concludere che i nuovi impianti sono geneticamente omogenei, con rari casi di alberi non corrispondenti alla varietà tradizionale, forse introdotti come impollinatori.

Nel complesso l'indagine ha rivelato un certo assortimento varietale sul territorio, riconducibile però a poche decine di individui geneticamente

diversi che non incidono quantitativamente sulle produzioni. Tali varietà minori, in termini di diffusione, meritano comunque di essere conservate o quantomeno riconosciute perché in parte potrebbero rappresentare vecchi genotipi caratteristici dell'areale studiato e diventare interessanti per future valutazioni.

Confronti dei profili genetici: collezioni locali e banche dati

L'analisi genetica ha riguardato anche più di un centinaio di piante di olivo presenti in collezioni varietali locali, per ricondurre eventualmente i profili genetici individuati sul territorio Trentino a tali varietà. Anche in questo caso, nonostante la ricchezza di denominazioni, le accessioni sono risultate geneticamente meno diverse di quanto

atteso, mostrando 46 profili genetici differenti. Di questi solo 6 coincidono con varietà riscontrate sul territorio. Il profilo identificativo della Casaliva per esempio è stato ritrovato in accessioni della collezione di Santa Massenza chiamate Brisighella, Taggiasca e Redar LG. Viceversa, alcune accessioni di collezione che nel nome contenevano il termine Casaliva hanno mostrato un profilo genetico non corrispondente alla vera Casaliva.

Nelle banche dati nazionali e internazionali consultate, il profilo genetico più diffuso sul territorio dell'alto Garda e negli impianti recenti è risultato corrispondere alla varietà di olivo denominata Frantoio che si conferma quindi sinonimo di Casaliva in accordo con altri studi recenti (Hmnam *et al.* 2018). È interessante notare che hanno mo-



Foto 8

Raza del Lenzimot in località "la Gort" tra Nago e Torbole. Probabilmente citata dal prof. C. Hugues ne "Il Trentino oleario" come già abbondantemente produttiva nel 1600.

strato questo genotipo sia alberi attribuiti morfologicamente alla tipologia Casaliva che altri del tipo Razza o non attribuibili su base fenotipica ad alcuna delle due tipologie (Foto 8 e 9). Questo in-



Foto 9
Antica varietà autoctona, che gli olivicoltori dell'Alto Garda chiamano Favarol, innestata su Casaliva.

.....



Foto 10
Valutazione dell'autofecondazione di Casaliva in campo: apertura del sacchetto che ha protetto i fiori dall'impollinazione esterna e osservazione di eventuali frutti.

.....

dica che la diversificazione di piante osservata sul territorio in gran parte dei casi non è imputabile alla presenza di varietà geneticamente diverse. Allo stesso modo, i dati dimostrano che la Casaliva del Garda Trentino va ricondotta allo stesso ceppo genetico che ha dato origine alla varietà Frantoio, diffusa e ben nota in altre zone d'Italia anche con altri nomi.

Relativamente alle cultivar minori ritrovate sul territorio o nelle collezioni locali, il confronto con le banche dati ha permesso di trovare corrispondenze varietali solo in pochi casi, per esempio con Ascolana tenera, Cipressino, Coratina, Grappolo, Istarska, Pendolino, Leccino, Maurino e Picholine.

Produzione di olive e auto-incompatibilità di Casaliva

La popolazione di olivi del Garda Trentino, come emerso dall'indagine genetica precedentemente descritta, risulta composta da una stragrande maggioranza di piante della varietà Casaliva e da sporadiche altre cultivar. Se da un lato questo risultato sostiene con nuove basi il forte legame tra Casaliva e territorio, dall'altro prefigura una possibile limitazione produttiva, legata alla forte omogeneità genetica degli oliveti. È noto infatti che l'olivo è una specie auto-incompatibile e che molte cultivar manifestano anche incompatibilità tra coppie (cross-incompatibilità). Sostanzialmente, nella situazione dell'alto Garda le piante di olivo a fioritura hanno una probabilità molto elevata di entrare in contatto con polline della loro stessa varietà (polline dello stesso fiore, di fiori della stessa pianta o delle piante circostanti) nel momento in cui si determina la formazione del frutto. Il polline, se riconosciuto come incompatibile, non arriva a compiere la fecondazione, impedendo lo sviluppo del seme e dell'oliva. Il fenomeno si può manifestare in modo più accentuato nelle stagioni siccitose che limitano la germinazione del polline, incidendo negativamente sulle rese di frutti (Foto 10).

Studi recenti, basati su una precisa identificazione varietale, hanno aggiornato le conoscenze relative alla compatibilità del polline tra cultivar di olivo. Casaliva/Frantoio, per la quale in lettera-

tura esistevano indicazioni discordanti, viene ora indicata come varietà auto-incompatibile in base ai test sul polline in laboratorio (Saumitou-Laprade *et al.* 2017).

Per valutare se nella situazione ambientale e culturale del Garda Trentino l'autofecondazione di Casaliva effettivamente non si verifica o si verifica sporadicamente, è stata sviluppata un'indagine genetica, questa volta focalizzata sulle olive. L'embrione del seme combina le informazioni genetiche materne e paterne: un profilo ricombinato materno indicherà casi di autofecondazione mentre la presenza di marcatori del DNA non-Casaliva segnaleranno la fecondazione incrociata. È stato effettuato un campionamento di olive da alberi di sicura identità Casaliva coltivati in diverse zone dell'alto Garda al quale sono stati aggiunti alcuni campioni di olive prelevate in oliveti e in frantoio (Foto 11). L'esteso "test di paternità" attualmente in corso, permetterà di rivelare gli accoppiamenti effettivamente responsabili della formazione di questi frutti (Foto 12). Per mantenere e migliorare le produzioni tradizionali, sarà interessante comprendere se e in quali proporzioni gli alberi di Casaliva sono in grado di generare olive per autofecondazione, quanto efficaci sono le cultivar eventualmente introdotte negli oliveti come impollinatori e se esistono delle varietà locali che giocano un ruolo



Foto 11

Olive di una pianta con profilo genetico corrispondente alla cultivar Casaliva

.....

rilevante in questi processi e possono dunque essere valorizzate come ulteriore elemento di tipicità.

Ringraziamenti

Lavoro svolto nell'ambito del progetto "Innovazione e Ricerca per l'olio dell'Alto Garda Trentino" di Agraria di Riva del Garda finanziato con il contributo della Provincia autonoma di Trento.



Foto 12

Isolamento degli embrioni dal seme delle olive per estrarre il DNA ed effettuare il test di paternità

.....

Composizione dell'olio extravergine di oliva Casaliva Garda Trentino

Il Garda Trentino è la zona di coltivazione olivicola più settentrionale al mondo. L'Olio Extra Vergine di oliva prodotto in questa regione è considerato un prodotto di nicchia, in quanto la sua piccola produzione, la dominanza della varietà Casaliva, il particolare microclima dell'Alto Garda, e l'insieme di accorgimenti risultanti da tradizione e innovazioni applicate a questa produzione, hanno creato un contesto unico che attribuisce a questo prodotto tipicità e livelli qualitativi eccellenti.

All'inizio di questo studio non erano disponibili i profili compositivi caratteristici degli oli provenienti da questa terra, peraltro come per la maggior parte degli oli monovarietali italiani. In questo contesto si ritiene importante caratterizzare questi oli per la loro composizione fenolica, lipidica e aromatica. È infatti noto che queste molecole, presenti all'interno delle olive, sono influenzate dalla zona di coltivazione e sono correlate alle condizioni pedoclimatiche, oltre che ai processi produttivi.

Negli ultimi decenni, la comunità scientifica e parte dell'industria dell'olio d'oliva sono diventate sempre più legate dall'obiettivo comune di migliorare la produzione e la qualità dell'olio d'oliva, ma con obiettivi non sempre convergenti. Uno degli importanti obiettivi per il settore che punta all'eccellenza delle produzioni, è rafforzare e migliorare la diversificazione delle diverse tipologie presenti nel settore merceologico Olio Extra Vergine di Oliva (in sigla: OEVO) sul mercato. Esiste ancora una maggioranza di consumatori che considerano l'olio extravergine di oliva un prodotto standard, un condimento accessorio. Essi sono spesso inconsapevoli della grande eterogeneità sensoriale e nutrizionale degli oli all'interno della categoria extravergine. I regolamenti (CEE 2568/1991) che definiscono la composizione chimica dell'OEVO non aiutano. Infatti i parametri (acidità, valore di perossido, K_{232} , K_{270} , valori di K, alchil esteri) non sono sufficientemente stringenti e possono essere soddisfatti in modo relativamente semplice, mentre il metodo di analisi sensoriale prescritto praticamente discrimina solo oli con un certo gra-

do di fruttato e senza difetti sensoriali, da quelli difettosi. Di conseguenza, prodotti piuttosto diversi tra loro sono egualmente tutti oli extravergini, e questo confonde i consumatori. Gli oli a denominazione di origine (DOP) garantiscono un livello qualitativo minimo superiore rispetto ai semplici extravergini innanzitutto perché ogni lotto è analizzato ed assaggiato, a cura di un ente certificatore, prima di essere commercializzato, mentre gli OEVO vanno sul mercato direttamente con la sola garanzia formale del produttore. Inoltre, ad esempio, il disciplinare Garda DOP dà una descrizione sensoriale, supportata dall'assaggio di un panel test, che prevede obbligatoriamente siano percepibili il fruttato di oliva, verde o maturo, il sentore di mandorla e le note di amaro e piccante. Esistono quindi maggiori caratterizzazioni organolettiche obbligatorie negli oli DOP, ma comunque si trova una grande variabilità di prodotti anche in questa categoria.

I parametri chimici che non sono regolati dalla legislazione, ma sono certamente tra i più significativi per valutare e comprendere la qualità sensoriale e nutrizionale di OEVO e potrebbero servire come differenziatori basati su tali criteri, sono composti aromatici volatili e fenoli. L'olio extravergine d'oliva è composto per il 98-99 % da una frazione lipidica, formata principalmente da trigliceridi, digliceridi (2-3%) e monogliceridi (0,1-0,2%) degli acidi grassi, che qualitativamente è simile per tutti i tipi di olio, ma può cambiare quantitativamente. La rimanente parte (1-2%) è costituita dalla frazione insaponificabile che, anche se presente in quantità ridotte, può svolgere un ruolo molto importante per la qualità dell'olio. Questa consiste di idrocarburi come lo squalene e le cere, tocoferoli e tocotrienoli, alcoli alifatici, steroli, alcoli triterpenici e biterpenici, fenoli, pigmenti come carotenoidi e clorofille. Composti che sono in grado di differenziare sia quantitativamente che qualitativamente gli oli, sia sotto gli aspetti organolettici sia delle proprietà nutrizionali e dietetiche.

Il tipico aroma fruttato e verde di OEVO di alta qualità è costituito principalmente da aldeidi e chetoni a 5 o 6 atomi di carbonio (C5 e C6), la cui formazione è promossa dagli enzimi lipossigenasi (LOX) e idroperossido liasi (HPL) naturalmente presenti nel frutto, durante la lavorazione delle olive, e successivamente ridotte in parte in alcoli C6 da alcol deidrogenasi (ADH) e trasformato in esteri C6 da alcol aciltransferasi (AAT). Inoltre, ci sono altre importanti classi di molecole volatili che caratterizzano gli OEVO, come idrocarburi, acidi e terpeni, che contribuiscono a generare note aromatiche positive (di legno, limone, rosa) o negative (rancido, burro, aceto). I fenoli negli oli EVO sono responsabili delle caratteristiche di gusto, come l'amaro, l'astringente e il piccante e sono caratterizzati da una varietà di famiglie chimiche, inclusi alcoli fenolici e acidi fenolici, idrossi-isocromani, flavonoidi, lignani e secoiridoidi. I più abbondanti, i secoiridoidi, sono composti specifici delle Oleacee e differenziano l'olio d'oliva come unico tra gli altri oli vegetali. I secoiridoidi, in particolare il glucoside di oleuropeina e il suo aglicone, sono i fattori chiave della nota amara degli OEVO, sebbene sia stato osservato che anche i derivati dell'acido benzoico e dell'acido cinnamico ne sono corresponsabili. La particolarità di OEVO deriva anche da altri

secoiridoidi, specialmente dalla forma dialdeidica di acido decarbossimetilenolico legata al tirosolo, nota anche come oleocantale. I fenoli in OEVO mostrano attività antiossidante, ampiamente responsabile della sua stabilità all'ossidazione e alla conservazione, nonché del suo valore nutritivo. Infatti, l'Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA) ha autorizzato i produttori di olio d'oliva a dichiarare sull'etichetta il loro effetto positivo sui lipidi nel sangue (Commissione europea, 2012), confermando che il contenuto e la composizione dei fenoli possono essere utilizzati direttamente come indicatore della qualità degli OEVO.

Le prime analisi esplorative tramite tecniche analitiche moderne hanno permesso di ricavare alcune informazioni sui numerosi composti chimici che si sviluppano o si degradano durante tutte le fasi di estrazione dell'olio extravergine di oliva.

Evoluzione della composizione nelle fasi di gramolazione e frangitura

Frazione volatile (aromatica)

Durante le fasi di frangitura e gramolazione a cui vengono sottoposte le olive, inizia la prima biotrasformazione di molecole, quali lipidi e polifenoli presenti nel frutto (*via della lipossigenasi*).

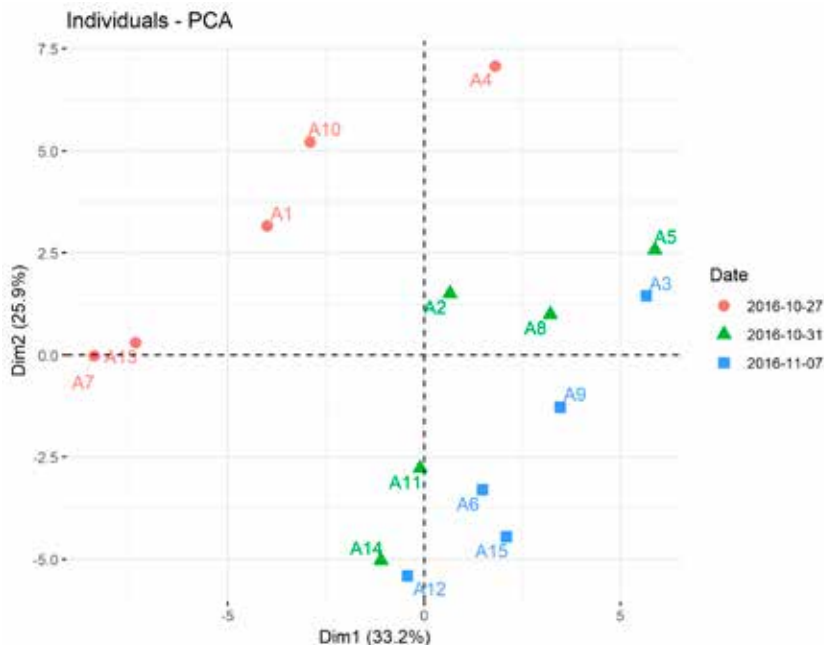


Figura 10

Disposizione delle diverse partite di olio, raccolte a date diverse e con diversi settaggi della frangitura, nello spazio delle prime due componenti principali (PCA). Si evidenziano tre raggruppamenti (rosso, verde e azzurro) dei gruppi corrispondenti alle diverse date di frangitura, che si spostano verso destra e verso il basso con il procedere della maturazione delle olive. L'effetto della frangitura è modesto.

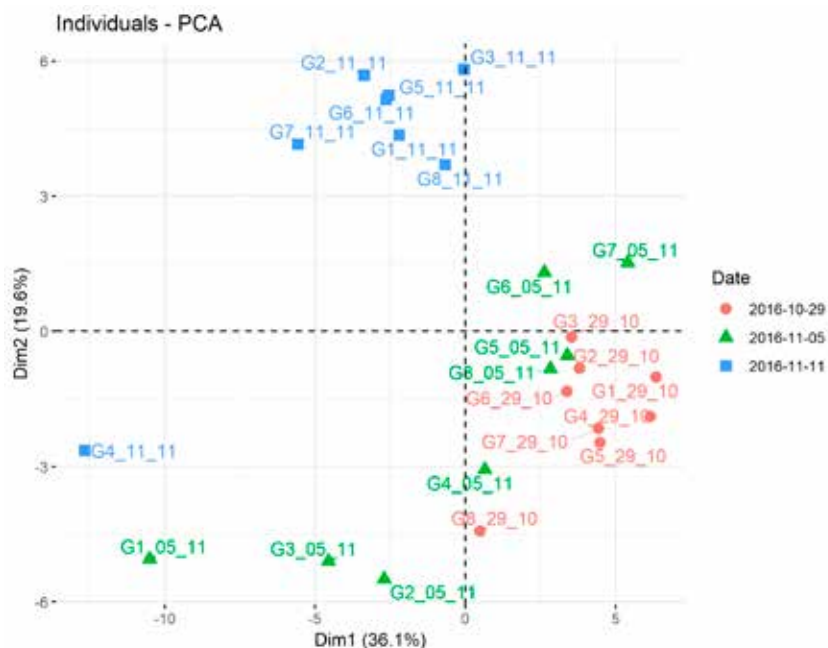


Figura 11

Disposizione delle diverse partite di olio, raccolte a date diverse e con diversi settaggi della gramolazione, nello spazio delle prime due componenti principali (PCA). Si evidenziano tre raggruppamenti (rosso, verde e azzurro) ben suddivisi i quali indicano che i vari campioni di gramolazione per ogni singola data sono molto simili. Maggiore è l'effetto della maturazione delle olive.

Attraverso tecniche gas cromatografiche mirate si evince che, per quanto riguarda le variazioni apportate dai frangitori (modalità di taglio delle olive) e alle gramole (temperatura, durata e riempimento), in termini di composizione volatile non ci siano differenze significative tali da far pensare che, entro l'intervallo di lavoro ragionevole per le tecnologie testate, per esempio, una variazione di temperatura di pochi °C possa generare scostamenti significativi dalla composizione della frazione volatile dell'olio. Questo peraltro è un aspetto positivo, che conferma che la tecnologia lavorazione gioca un ruolo marginale rispetto alla qualità del frutto nel determinare la qualità finale dell'olio da esso ottenuto. È invece chiaramente emerso in maniera ripetuta e riproducibile nelle diverse annate campionate che il livello di maturazione risulta determinante nello stabilire le maggiori differenze sulla composizione aromatica dell'olio OEVO (Figure 10 e 11) provenienti dalle stesse varietà. Infatti i composti aromatici che si sviluppano quando le drupe sono poco mature sono quelli responsabili di note di verde, di erba tagliata come la (E;Z)-esenale, (E;Z)-esanolo; (E;Z)-esenile acetato e 1-penten-3-one.

Quando la maturazione è più avanzata, i composti volatili che hanno più rilevanza generano delle note di grasso/erba, o sostanzialmente tendono a sviluppare maggiormente componenti poco gradevoli causate da classi di molecole come acetati e chetoni.

Frazione polifenolica

I polifenoli appartengono a classi chimiche assai diverse. Si può ad esempio distinguere tra fenoli lipofili, i tocoferoli e quelli idrofili. I primi si ritrovano anche in altri oli e grassi di origine vegetale, mentre i secondi sono quasi un'esclusiva dell'olio extra vergine d'oliva.

L'analisi di questa frazione è resa possibile tramite tecniche di cromatografia liquida ad alta prestazione, abbinata a spettrometria UV-Vis e spettrometria di massa, che permettono di ottenere informazioni dettagliate su alcune classi di composti fenolici. In maniera simile agli aromi, anche in questo caso, abbiamo riscontrato che i campioni analizzati non presentano delle differenze significative per quanto riguarda le diverse fasi di frangitura e gramolazione. Ma è sempre l'indice di maturazione il maggior responsabile nel creare degli scostamenti tramite i campioni.

Frazione lipidica (acidi grassi liberi)

Da recenti studi emerge che i diversi parametri di frangitura non possono influenzare il contenuto e la qualità lipidica, infatti dai risultati ottenuti non sono risultate statisticamente significative le varie modalità e frequenze (non erano presenti grandi differenze tra le varie prove) di taglio delle olive. Si nota, ancora una volta, che è la maturazione delle olive ad essere determinante per la composizione lipidica, in quanto le drupe più mature sembrano essere influenzate da più acidi grassi rispetto a quelle meno mature. Infatti, tutti i lipidi minori come per esempio; acido oleico, oleato di etile, oleato di metile, acido palmitoleico, acido stearico e acido palmitico sono nettamente più presenti nei prodotti ottenuti dalle drupe con indice di maturazione più elevato. Acidi grassi liberi, come etili e metile sono composti indesiderati negli oli EVO in quanto sono responsabili ed indici di cattiva conservazione della drupa prima della lavorazione, maturazione troppa avanzata e/o pratiche agronomiche e igieniche poco corrette.

Gli stessi risultati si sono evidenziati anche per le varie modalità di gramolazione adottate. Dunque, si può concludere che è l'indice di maturazione ad avere un'influenza maggiore nella composizione chimica e qualità degli oli EVO. La composizione dell'olio OEVO Casaliva del Garda Trentino è quindi sostanzialmente riproducibile, è determinata dalla qualità del frutto e poco influenzata dal settaggio fine delle fasi di estrazione. Compito della corretta lavorazione sembra essere quello di estrarre l'olio rispettando la qualità della materia prima. Va data massima importanza alla scelta della giusta maturazione. Un indice di maturazione inferiore garantisce di ottenere un prodotto più stabile e che può prevenire l'insorgenza di difetti in termini di composizione chimica.

Ringraziamenti

Lavoro svolto nell'ambito del progetto "Innovazione e Ricerca per l'olio dell'Alto Garda Trentino" di Agraria di Riva del Garda finanziato con il contributo della Provincia autonoma di Trento.

Carta di identità isotopica dell'olio extravergine di oliva del Garda Trentino

Creare una carta d'identità isotopica di un alimento significa definirne i rapporti isotopici, ovvero i rapporti tra isotopi di bioelementi, quali l'idrogeno (H), il carbonio (C) e l'ossigeno (O). Gli isotopi sono atomi di un elemento con diverso numero di neutroni e quelli che si considerano in questi studi sono stabili ovvero non decadono nel tempo. Essi sono ^2H e ^1H per l'elemento idrogeno, ^{13}C e ^{12}C per il carbonio e ^{18}O e ^{16}O per l'ossigeno. I rapporti che vengono analizzati sono quindi $^2\text{H}/^1\text{H}$, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, che vengono espressi come delta (δ) ovvero $\delta^2\text{H}$, $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$. Questi rapporti isotopici in un alimento dipendono dalle caratteristiche geografiche (latitudine, altitudine, distanza dal mare) e climatiche (temperatura, quantità di pioggia, umidità) della zona di origine. Come è illustrato in figura 12, i rapporti isotopici dell'olio d'oliva dipendono da quelli dell'oliva, che sono correlati a quelli della pianta olivo, che presenta dei rapporti isotopici legati alla posizione geografica e alle condizioni climatiche della zona di produzione. I rapporti isotopici di H, C e O vengono quindi utilizzati per tracciare e verificare

l'origine geografica di diversi prodotti, tra cui l'olio extravergine di oliva.

Studi condotti presso FEM nell'ambito di progetti europei, nazionali e provinciali, hanno dimostrato la possibilità di discriminare, grazie all'analisi dei rapporti isotopici, oli extra-vergine di oliva DOP nazionali del Nord da quelli del Centro e Sud Italia, oli della costa tirrenica da quelli dell'adriatica e oli *Made in Italy* da quelli tunisini.

Obiettivo di questo studio è stato quello di creare una carta di identità isotopica dell'olio extravergine di oliva Alto Garda DOP, ovvero definire l'intervallo di valori isotopici tipici e caratteristici del prodotto, evidenziandone le differenze con oli di diversa origine.

Materiali e metodi

Sono stati raccolti a cura di Agraria Riva del Garda dai 35 ai 38 campioni ogni anno, per 3 annualità consecutive: 2016, 2017 e 2018, considerando ogni anno tre periodi di raccolta: precoce, media e tardiva. I campioni sono rappresentativi della produzione di olio extra-vergine di oliva Alto Gar-

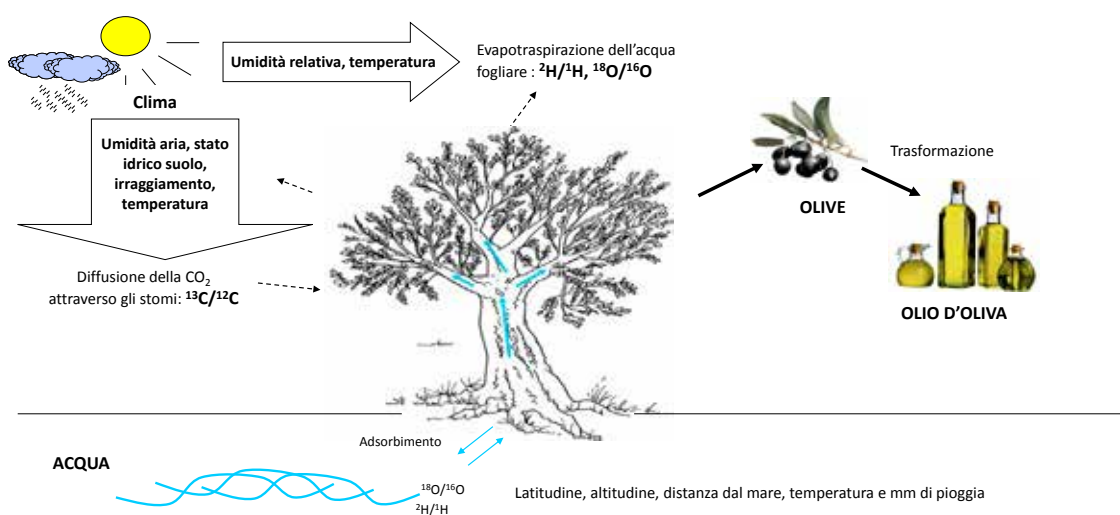


Figura 12

I rapporti isotopici degli oli d'oliva memorizzano le caratteristiche climatiche e geografiche dell'area di provenienza

Anno	$\delta^{13}\text{C}$ ‰ V-PDB	$\delta^2\text{H}$ ‰ V-SMOW	$\delta^{18}\text{O}$ ‰ V-SMOW
2016	-30,8	-162	21,7
	0,7	3	0,5
2017	-30,6	-152	23,4
	0,5	3	0,6
2018	-30,8	-159	22,0
	0,7	4	0,6

Tabella 5

Media e deviazione standard dei valori isotopici di H, C e O dell'olio extravergine di oliva per i campioni delle 3 annualità 2016, 2017 e 2018

da DOP e di alcune zone limitrofe rientranti nella DOP Garda, di varietà Casaliva, Frantoio, Leccino e FS17.

Per quanto riguarda l'annata produttiva 2016, sono stati raccolti anche 25 campioni commerciali (7 Italiani e 18 europei) e 15 campioni artigianali DOP o di origine certa, tra i quali anche due Garda DOP. I campioni sono stati sottoposti all'analisi dei rapporti isotopici di H, C e O sull'olio tal quale

e in parte all'analisi innovativa del rapporto isotopico del C nei singoli acidi grassi estratti dai trigliceridi dell'olio (acido palmitico, stearico, oleico, linoleico), utilizzando strumenti di spettrometria di massa isotopica, interfacciati ad un analizzatore elementare per l'analisi dell'olio tal quale e ad un gascromatografo per l'analisi dei singoli acidi grassi.

Risultati e discussione

In tabella 5 vengono riportati gli intervalli di variabilità isotopica, ovvero media e deviazione standard degli oli extravergine di oliva Alto Garda. Si evidenziano valori caratteristici (la deviazione standard non è molto diversa dall'errore analitico) e differenze tra annate soprattutto per quanto riguarda i rapporti isotopici di H e O, in quanto le caratteristiche climatiche del periodo pre-raccolta sono risultate diverse. Per i campioni del 2016, i dati sono stati confrontati con quelli di oli extravergine di oliva di stessa annata appartenenti a diverse DOP italiane o dichiarati prodotti in Italia o in Europa (Fig. 13). Dalla figura 13 è evidente che gli oli extravergine di oliva alto Garda presentano valori sovrapponibili a quelli degli oli

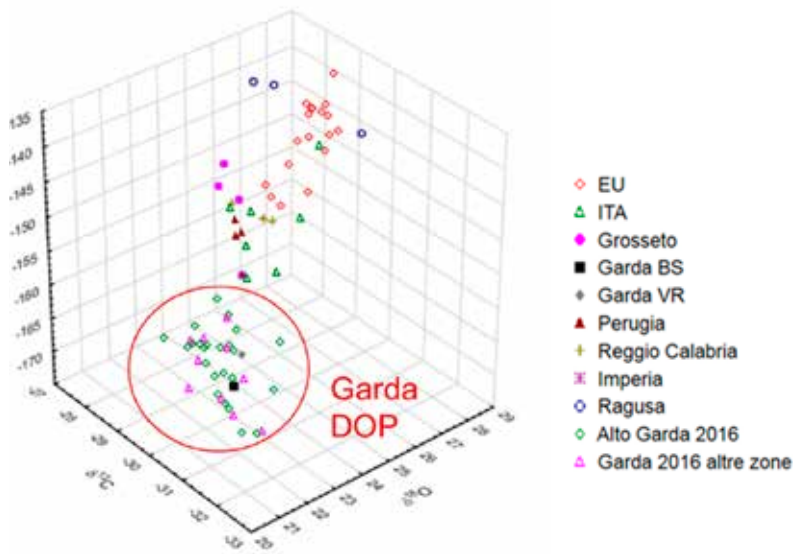


Figura 13

Distribuzione dei rapporti isotopici di H, C e O dell'olio extravergine di oliva Garda DOP e di altra provenienza italiana ed europea

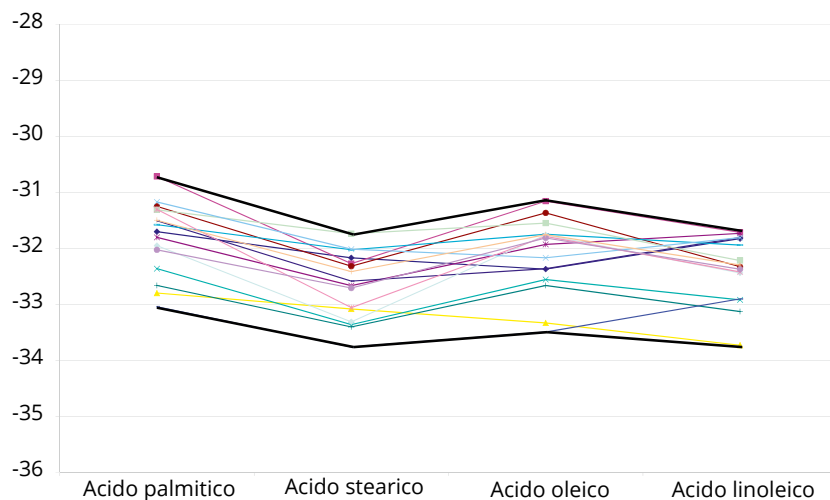


Figura 14
Rapporto isotopico del C dei principali acidi grassi (acido palmitico, stearico, oleico, linoleico) contenuti nei campioni Alto Garda DOP 2016.

limitrofi appartenenti alla DOP Garda, ma valori significativamente più bassi rispetto a quelli degli altri oli italiani e degli oli europei. Questo è una conseguenza del particolare microclima che caratterizza questa area e conferma la potenzialità dell'analisi isotopica di caratterizzare in maniera univoca l'olio extravergine del Garda e in particolare dell'Alto Garda. Risulta infatti evidente che l'olio extravergine d'oliva del Garda è in una zona del grafico totalmente diversa da quella di tutti gli altri campioni analizzati. Inoltre i campioni commerciali dichiarati Italia hanno valori diversi da quelli dichiarati Europa. I campioni artigianali prodotti a Ragusa hanno valori sovrapponibili a quelli dei campioni commerciali EU, di probabile provenienza Spagna, tendenza già osservata in studi precedenti. Anche i rapporti isotopici del C dei singoli acidi grassi dei campioni Alto Garda 2016, analizzati dopo idrolisi dei trigliceridi

ed esterificazione, mostrano un profilo isotopico molto caratterizzante che conferisce caratteristiche di unicità al prodotto (Figura 13 e 14).

Conclusioni

Grazie al microclima tipico dell'area Alto Garda, i valori isotopici riscontrati risultano peculiari del prodotto e diversi rispetto a quelli di oli di diversa provenienza. È quindi stato possibile costituire una carta d'identità isotopica che identifica univocamente l'olio extravergine d'oliva Alto Garda in particolare e l'olio Garda DOP in generale. Si evidenziano differenze tra i valori isotopici di diverse annate, conseguenza del diverso clima che caratterizza il periodo pre-raccolta delle diverse annate. È quindi necessario revisionare i valori isotopici su scala annuale, per avere una caratterizzazione e tipizzazione ancora più fine del prodotto.

UlivaGIS

UlivaGIS è un progetto per lo sviluppo del territorio olivicolo a cui hanno collaborato diversi enti di ricerca e aziende tra cui Fondazione Mach, MPA Solutions, Agraria di Riva e finanziatori quali AIPO. Prende origine da quanto sviluppato da CAVIT nel progetto PICA (Piattaforma Integrata Cartografica Agri-vitivinicola) su tutto il proprio territorio viticolo e intende concentrare in un'unica piattaforma telematica qualsiasi informazione relativa ad ogni singola particella fondiaria coltivata ad olivo. Tutto questo per poter fornire agli olivicoltori le corrette indicazioni per le pratiche colturali, dall'irrigazione alla difesa antiparassitaria, dalle fertilizzazioni alla raccolta.

Il prodotto, di fatto una piattaforma digitale, è di uso esclusivo su olivo dell'Agraria di Riva ed i benefici competitivi sono rivolti, in primo luogo, ai soci della stessa Agraria. Unica nel suo genere, UlivaGIS è quindi una piattaforma integrata per le esigenze dell'olivicoltura trentina, che mette in relazione i dati gestionali e produttivi con le peculiarità ambientali e territoriali dei singoli oliveti.

Il progetto ha richiesto inizialmente un corposo lavoro in campo e successivamente una dettagliata opera di rielaborazione dei dati ottenuti. Nello specifico le attività in campo hanno riguardato la caratterizzazione dei suoli degli oliveti, necessaria per definire i fabbisogni irrigui, ottimizzare le pratiche agronomiche (concimazioni,



Carta dei suoli per l'olivicoltura originata dal progetto ULIVAGIS

.....

lavorazioni), evitare l'impoverimento dei suoli (perdita di fertilità, lavorazioni sbagliate, erosione, contaminazioni) e conoscere e far conoscere il territorio, anche a fini di valorizzare i prodotti. Per lo studio completo degli oliveti sono state fatte 300 trivellate per indagare le caratteristiche principali dei vari tipi di suoli. In base a questa indagine preliminare si sono selezionati 72 punti specifici in cui sono stati fatti gli scavi che hanno permesso di approfondire l'eterogeneità dei suoli e le loro caratteristiche.

Tutti i dati raccolti in questa fase hanno permesso di creare una carta dei suoli dettagliata, necessaria allo studio successivo che ha permesso, oltre che l'interpretazione delle osservazioni fatte durante gli scavi, anche il calcolo della capacità di campo dei suoli e della riserva di acqua disponibile.

Tali valori sono necessari all'ottimizzazione e alla gestione della risorsa acqua. Tutti i dati pedologici emersi dallo studio sono stati fatti confluire sulla piattaforma UlivaGIS; da questa è possibile verificare le caratteristiche di ogni zona del Garda trentino.

Una volta terminato il processo di implementazione ai fini olivicoli, lo strumento UlivaGIS permetterà di:

- localizzare nello spazio gli oliveti da cui arriva ogni singolo carico di olive;
- collegare le olive conferite con le caratteristiche territoriali dell'oliveto in cui sono cresciute;
- investigare su come, su quale terreno e con quali condizioni meteo-climatiche crescono le olive di ogni singolo agricoltore;
- conoscere e tenere sotto controllo in modo semplice il territorio e la produzione.

Selezionando le varie particelle è possibile ottenere svariate informazioni tra cui: altimetria, giacitura, esposizione, varietà di olivo, presenza dell'irrigazione. Oltre alle informazioni sopra citate selezionando la particella è possibile aprire 3 tipi di approfondimenti: Scheda, Harvassist e evapotraspirazione.

L'approfondimento "Scheda" permette di verificare alcune informazioni inerenti alla particella come superficie, varietà di olivi presenti, pendenza oltre che a dati geologici, pedologici e geomorfologici.

Selezionando l'approfondimento "Harvassist" si apre una descrizione completa che comprende: scheda anagrafica/varietale, scheda geografica, scheda orografica, scheda bioclimatica e il meteo in tempo reale della stazione meteo più vicina (è possibile accedere all'andamento storico delle temperature e delle piogge). Selezionando invece "Evapotraspirazione" avremo invece alcuni dati utili alla gestione dell'irrigazione.

Un'altra funzione presente su UlivaGIS è chiamata "Delineazioni", questa funzione tramite il raggruppamento di suoli simili per caratteristiche chimico/fisiche permette di avere una panoramica completa di tutti i suoli degli oliveti del Garda Trentino. Ciò permette di conoscere la tipologia di suolo presente anche negli oliveti in cui non sono stati fatti approfondimenti pedologici. Selezionando tale funzione e interrogando le zone di interesse è possibile aprire una descrizione accurata delle stesse.

ULIVAGIS è, quindi, uno strumento complesso che consente di connettere un gran numero di informazioni relative al singolo oliveto, inoltre è una piattaforma sempre aperta ed implementabile con nuovi dati. È uno strumento avanzato che permetterà la massima conoscenza del territorio olivicolo in termini pedologici, climatici, agronomico-produttivi e, anche, di gestione delle avversità e delle patologie chiave dell'olivicultura trentina.

Bibliografia

- Chehab H. (2007). Etude écophysiological, agronomique, de production et relation source-puits chez l'Olivier de table en rapport avec les besoins en eau. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Institut National Agronomique de Tunisie.
- D'Agostino N., Taranto F., Camposeo S., Mangini G., Fanelli V., Gadaleta S., Miazzi M., Pavan S., di Rienzo V., Sabetta W., Lombardo L., Zelasco S., Perri E., Lotti C., Ciani E., Montemurro C. (2018). GBS-derived SNP catalogue unveiled wide genetic variability and geographical relationships of Italian olive cultivars. *Scientific Reports*, 8(1): 15877.
- De Cristofaro A., Rotundo G., Germinara G.S. (2001). Controllo della Mosca delle olive con prodotti di origine vegetale. *Quaderni Ente Regionale di Sviluppo Agricolo del Molise, ERSAM*, 5: 4-45.
- Delrio, G., Lentini, A. (2016). Dinamica e fattori di regolazione delle popolazioni della mosca delle olive. *Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia*, Anno LXIV: 55-62.
- Dichio B., Nuzzo V., Xiloyannis C. (1999). Osmoregolazione in foglie di olivo sottoposto a carenza idrica. *Atti Convegno Nazionale "L'agrometeorologia per il monitoraggio dei consumi idrici"*. Sassari, 3-4 novembre: 113-122.
- Girolami V. (1979). Studi biologici e demoecologici sul *Dacus oleae* (Gmelin). Influenza dei fattori ambientali abiotici sull'adulto e sugli stadi preimmaginali. *Redia*, 62: 147-91.
- Gucci R., a cura di (2012). Irrigazione. Collana divulgativa dell'Accademia nazionale dell'olivo e dell'olio. Volume IX, ISSN 2281-4930.
- Hmam I., Mariotti R., Ruperti B., Cultrera N., Baldoni L., Barcaccia G. (2018). Venetian olive (*Olea europaea*) germplasm: disclosing the genetic identity of locally grown cultivars suited for typical extra virgin oil productions. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 65: 1733-1750.
- Iannotta N. (2003). La difesa fitosanitaria. In: *Oleae. Trattato di olivicoltura*, a cura di P. Fiorino, Edagricole, Bologna.
- Lo Gullo M.A., Salleo S. (1988). Different strategies of drought resistance in three Mediterranean sclerophyllous trees growing in the same environmental conditions. *New Phytologist*, 108: 267-276.
- Marchi S., Guidotti D., Ricciolini M., Petacchi R. (2015). Mosca delle olive: un modello previsionale per salvaguardare la qualità. *L'Informatore Agrario*, 6/2015: 66-71.
- Marchini, D., Petacchi, R., Marchi, S. (2017). *Bactrocera oleae* reproductive biology: new evidence on wintering wild populations in olive groves of Tuscany (Italy). *Bulletin of Insectology*, 70 (1): 121-128.
- Masmoudi C.C., Ayachi M.M., Gouia M., Laabidi F., Ben Reguayaa S., Amor A.O., Bousnina M. (2010). Water relations of olive trees cultivated under deficit irrigation regimes. *Scientia Horticulturae*, 125: 573-578.
- Michelotti, F. a cura di (2016). Il Trentino oleario trascrizione del manoscritto del prof. Carlo Hugues. Fondazione Edmund Mach. San Michele all'Adige (TN),
- Mucci M., Baldessari M., Michelotti F., Giorgia Chiesa S., Angeli G. (2019). Captures of olive fruit fly [*Bactrocera oleae* (Gmelin)] in Alto Garda Trentino with different traps. *IOBC/WPRS Bulletin*, in press.
- Mucci M., Baldessari M., Michelotti F., Chiesa S. G., Angeli G. (2019). Captures of olive fruit fly in Alto Garda Trentino with different traps. 8th IOBC-WPRS Meeting on Integrated Protection of Olive Crops, 4-7 June 2018, Florence, Italy, in press.
- Mucci M., Chiesa S.G., Baldessari M., Michelotti F., Angeli G. (2018). Contenerne la mosca dell'olivo nell'alto Garda trentino, *L'Informatore Agrario*, 42: 30-33.
- Myneni R.B., Hall F.G., Sellers P.J., Marshak A.L. (1995). The interpretation of spectral vegetation indexes. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 33: 481-486.

- Noori H., Shirazi, J. (2014). A study on the Population Sampling of Olive Fruit Fly Adult, *Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera: Tephritidae), using McPhail traps in TaromSoflaRegion (Iran). *Acta Horticulturæ*. 1057: 293-300.
- Pannelli G., Perri E. (2012). Scelte varietali in Olivicoltura. Collana divulgativa dell'Accademia. Volume XVIII. Accademia Nazionale dell'Olio e dell'Olivo, Spoleto.
- Ragolini, G., Tomassone, D., Petacchi, R. (2007). Can spring-preventive adulticide treatments be assumed to improve *Bactrocera oleae* (Rossi). *Management Integrated Protection of Olive Crops IOBC/WPRS Bulletin*, 30 (9): 309-314.
- Rieger M. (1995). Offsetting effects of reduced root hydraulic conductivity and osmotic adjustment following drought. *Tree Physiology*, 15: 379-385.
- Saumitou-Laprade P., Vernet P., Vekemans X., Billiard S., Gallina S., Essalouh L., Mhaïss A., Moukhli A., El Bakkali A., Barcaccia G., Alagna F., Mariotti R., Cultrera N.G.M., Pandolfi S., Rossi M., Khadari B., Baldoni L. (2017). Elucidation of the genetic architecture of self-incompatibility in olive: Evolutionary consequences and perspectives for orchard management. *Evolutionary Applications*, 10(9): 867-880.
- Uceda M. (1983). Factores que influyen en la calidad del aceite de oliva. *Simp. Expoliva 83*, Jaen (E).
- Varikou, K., Alexandrakis, V., Gika, V., Birouraki, A., Marnelakis, C., Sergeantani, C. (2013). Estimation of fly population density of *Bactrocera oleae* in olive groves of Crete. *Phytoparasitica*, 41 (1): 105-111.
- Xiloyannis C., Dichio B., Nuzzo V. (1993). Meccanismi di risposta dell'olivo alla carenza idrica. *Atti del convegno Tecniche Norme e Qualità in Olivicoltura*, Potenza, Dicembre: 123-136.

