

rivista di

FRUTTICOLTURA



e di ortofloricoltura

ISSN 0392-954X

edagricole

Anno LXXXIII - SUPPLEMENTO AL N. 10 - DICEMBRE 2019

www.rivistafrutticoltura.it
www.edagricole.it

Speciale

**NEL NOCCIOLO
SI INNOVA**



Mensile - Mens. Agrar. e Forest. - Via Eritrea 21 - 20137 Milano - Poste Italiane S.p.A.





SOMMARIO

- 2** **Il nocciolo corre avanti con la ricerca. Fermento per le iniziative industriali**
SILVIERO SANSAVINI
- 4** **Cresce la produzione mondiale ma aumenta di più il consumo**
LORENZO TOSI
- 8** **La variabile costi di produzione fa la differenza**
ALESSANDRO PALMIERI - CARLO PIRAZZOLI
- 12** **Origine della filiera "Punto chiave" della qualità**
GIUSEPPE CASTELLO - NICOLA SPIGOLON
- 14** **La strada per far crescere le aggregazioni territoriali**
LORENZO TOSI
- 19** **Vivaismo professionale, il nocciolo fa sistema**
LUIGI CATALANO - GIANDOMENICO CONSALVO - BRUNO CAIO FARAGLIA
- 24** **Scelta varietale nei distretti tradizionali e nuovi areali**
R. BOTTA - N. VALENTINI - C. CIRILLO
V. CRISTOFORI - D. FARINELLI - A. A. GERMANÀ - E. NICOLOSI - M. PETRICCIONE - S. TOMBESI
- 32** **Le carte di attitudine alla coltivazione intensiva del nocciolo**
N. BENATTI - N. LARUCCIA - P. MAGAZZINI - N. MARCHI - FABIO PIRETTA - W. PRATIZZOLI - F. SAMMICHELI - R. NAPOLI - P. TAROCCO - F. ADDUCI - S. TOMBESI
- 36** **Gestione agronomica del corileto nell'era della "precision farming"**
V. CRISTOFORI - C. SILVESTRI - M. PAOLOCCI - A. L. PICA - A. GASPARRI - N. VALENTINI - R. BOTTA
- 44** **Gestione degli stress abiotici in corilicoltura**
E. LUCIANI - M. BOCO - A. SFORNA - S. TOMBESI - T. FRIONI - A. PALLIOTTI - D. FARINELLI
- 50** **Gestione meccanizzata. Le più recenti innovazioni**
VALERIO CRISTOFORI - ROBERTO BOTTA - DANILO MONARCA
- 58** **La cimice asiatica, nuova minaccia per la corilicoltura**
LUCIANA TAVELLA - LARA BOSCO - SILVIA TERESA MORAGLIO
- 62** **Strategie per le vecchie e nuove malattie del nocciolo**
MARCO SCORTICHI



rivista di FRUTTICOLTURA e di ortofloricoltura

Anno LXXXIII - n.10 - DICEMBRE 2019
www.rivistafrutticoltura.it - www.edagricole.it
Shopping su: newbusinessmedia.it

DIRETTORE RESPONSABILE: Ivo A. Nardella

REDAZIONE: Francesco Bartolozzi, Gianni Gnudi (capo redattore),
Alessandro Maresca,
Giorgio Setti (capo redattore), Lorenzo Tosi

DIRETTORE SCIENTIFICO: Silviero Sansavini

COMITATO SCIENTIFICO: Silviero Sansavini (DISTAL - Università di Bologna), Elvio Bellini (Centro di Studi e Documentazione sul Castagno - Marradi, Fi), Tiziano Caruso (SAAF, Università di Palermo), Luigi Catalano (CIVI Italia, Roma), Luca Corelli-Grappadelli (DISTAL - Università di Bologna), Guglielmo Costa (DISTAL - Università di Bologna), Walther Faedi (CREA, Centro di Ricerca per la Frutticoltura, Forlì), Carlo Fideghelli (CREA, Centro di Ricerca per la Frutticoltura, Roma), Alessandra Gentile (DISA, Università di Catania), Riccardo Gucci (DISAAA - Università di Pisa), Maria Lodovica Gullino (DISAFA, Università di Torino), Paolo Inglese (SAAF, Università di Palermo), Cesare Intrieri (DISTAL - Università di Bologna), Markus Kelderer (Centro di Sperimentazione Agraria e Forestale Laimburg - Bolzano), Mario Alberto Levi (Coop. Modenese Essiccazione Frutta, Modena), Valiero Mazzotti (Direzione Generale Agricoltura - Regione Emilia-Romagna), Carmelo Mennone (Alsia - Az. Sper.le Pantanello - Metaponto (Mt)), Davide Neri (DISA, Università Politecnica delle Marche), Ugo Palara (Agrintesa Soc. Coop. - Faenza (Ra)), Carlo Pirazzoli (DISTAL - Università di Bologna), Giampiero Reggiori (Apo Conerpo, Bologna), Vito Savino (DISSPA, Università di Bari), Massimo Tagliavini (Facoltà di Scienze e Tecnologie Agrarie - Libera Università di Bolzano), Raffaele Tefolin (Di4A, Università di Udine), Cristos Xiloyannis (DICEM, Università della Basilicata)

REFERENTI TECNICI: Ugo Palara, Giovambattista Sorrenti

SEGRETERIA DI REDAZIONE: Tel. +39 051/6575857 - Fax: +39 051/6575856
Piazza Galileo Galilei, 6 - 40123 Bologna - redazione.edagricole@newbusinessmedia.it

UFFICIO GRAFICO: Emmegi Group Srl

PROPRIETARIO ED EDITORE: New Business Media Srl

SEDE LEGALE: Via Eritrea, 21 - 20157 Milano

DIRETTORE EDAGRICOLE: Eugenio Occhialini



SEDE OPERATIVA: Piazza Galileo Galilei, 6 - 40123 Bologna
UFFICIO PUBBLICITÀ: Tel. +39 051 6575.822 - Fax: +39 051 6575.853
pubblicita.edagricole@newbusinessmedia.it
UFFICIO TRAFFICO: Tel. +39 051 6575.813
impianti.edagricole@newbusinessmedia.it
Piazza Galileo Galilei, 6 - 40123 Bologna

STAMPA: Faenza Group - Via Vittime civili di guerra, 35 - Faenza (RA)

SERVIZIO CLIENTI PERIODICI: abbonamenti@newbusinessmedia.it
Tel: +39 02 3909.0440 - Fax +39 02 3909.0335
Italia abbonamento annuo cartaceo: Euro 72,00
Italia / Estero abbonamento annuo digitale: Euro 30,00
MODALITÀ DI PAGAMENTO

Bonifico bancario SU IBAN: IT98030690950410000000929
Conto corrente postale n. 1017908581
intestato a New Business Media srl

L'abbonamento avrà inizio dal primo numero raggiungibile

Registrazione Tribunale di Milano n. 68 - 05.03.2014

(precedentemente registrata al Tribunale di Bologna n. 4999 del 22/07/1982)
ROC "Poste italiane Spa - sped. A.P. - DL 353/2003 conv. L. 27/02/2004 n. 46,
art. 1 c. 1: CN/BO"

ROC n° 24344 dell'11 marzo 2014 - ISSN 0392-954X

Associato a:

ANES ASSOCIAZIONE NAZIONALE
EDITORIA DI SETTORE

Aderente a: Confindustria Cultura Italia

Responsabilità: la riproduzione delle illustrazioni e articoli pubblicati dalla rivista, nonché la loro traduzione è riservata e non può avvenire senza espressa autorizzazione della Casa Editrice. I manoscritti e le illustrazioni inviati alla redazione non saranno restituiti, anche se non pubblicati e la Casa Editrice non si assume responsabilità per il caso che si tratti di esemplari unici. La Casa Editrice non si assume responsabilità per i casi di eventuali errori contenuti negli articoli pubblicati o di errori in cui fosse incorsa nella loro riproduzione sulla rivista. Ai sensi del D.Lgs 196/03 garantiamo che i dati forniti saranno da noi custoditi e trattati con assoluta riservatezza e utilizzati esclusivamente ai fini commerciali e promozionali della nostra attività. I Suoi dati potranno essere altresì comunicati a soggetti terzi per i quali la conoscenza dei Suoi dati risulti necessaria o comunque funzionale allo svolgimento dell'attività della nostra Società. Il titolare del trattamento è: New Business Media Srl Via Eritrea 21, 20157 Milano. Al titolare del trattamento Lei potrà rivolgersi mediante il numero 02/3909.0349 per far valere i Suoi diritti di rettifica, cancellazione, opposizione a particolari trattamenti dei propri dati, esplicitati all'art. 7 D.Lgs 196/03

Gestione agronomica del corileto nell'era della "precision farming"

VALERIO CRISTOFORI¹, CRISTIAN SILVESTRI¹, MARCO PAOLOCCI¹, ANIELLO LUCA PICA¹, ANDREA GASPARRI², NADIA VALENTINI³, ROBERTO BOTTA³

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE) - Università degli Studi della Tuscia, Via San Camillo de Lellis, s.n.c., 01100 Viterbo

² Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi "Roma Tre", Via della Vasca Navale, 79, 00146 Roma

³ Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) - Università degli Studi di Torino, Via Verdi, 8, 10124 Torino

Così le nuove tecnologie informatiche e digitali applicate nelle pratiche di fertilizzazione e irrigazione rendono più efficiente e sostenibile la gestione del corileto

La corilicoltura italiana, similmente a quanto verificatosi negli anni settanta-ottanta, è interessata da un nuovo periodo di espansione culturale. A differenza di quanto verificatosi in passato, il rinnovato interesse per la coltivazione del nocciolo è affiancato da un'attività sperimentale volta a promuovere modelli di gestione agronomica del corileto sostenibili e rispettosi dell'ambiente. Ne sono testimonianza le recenti acquisizioni nella gestione dei fattori ac-

qua e nutrienti, oltre che le recenti applicazioni sperimentali di "precision farming" quale nuova proposta nella gestione degli impianti in aziende di dimensioni medio-grandi. Il trasferimento tecnologico di innovazioni nella gestione del corileto va promosso senza soluzione di continuità anche attraverso il supporto delle associazioni di produttori per sviluppare una filiera di campo che consenta l'ottimizzazione delle operazioni colturali nel rispetto dell'ambiente e nella sostenibilità.

Questo articolo vuole portare a conoscenza dei lettori quanto le nuove tecnologie informatiche e di precisione per l'automazione delle operazioni colturali del nocciolo, possano rivoluzionare la gestione dei nuovi impianti. Molte sono le innovazioni in via sperimentale che potranno operare efficientemente ed economicamente solo su grandi superfici o aziende consor-



▲ Fig. 1 - Particolare di pianta di nocciolo innestata su portinnesto non pollonifero Dundee (Tarragona - Spagna).

ziate, altre invece possono essere subito acquisite da imprenditori che vogliono da subito avviare forme di corilicoltura moderna.

Spollonatura

A partire dal secondo anno dall'impianto, la spollonatura è pratica colturale indispensabile. Durante la fase giovanile di piante allevate a forma policaule, i polloni vengono rimossi manualmente avendo cura di eliminare soltanto quelli in eccesso e mal disposti, per favorire la formazione del futuro

TAB. 1 - COEFFICIENTI CULTURALI (Kc) DEL NOCCIOLO (*)

MESE	Kc (Spagna)	Kc (Francia)
Aprile	0,30	-
Maggio	0,40	0,5
Giugno	0,62	0,7
Luglio	0,70	0,87
Agosto	0,55	0,87
Settembre	0,35	-

Kc determinati in Spagna (Tarragona) sulla cultivar Negret coltivata con densità di 500 piante/ha (Girona *et al.*, 1994), e in Francia (Clermont-Ferrand) con impiego di lisimetri sulle cultivar Ennis e Fertile De Coutard sin. Barcelona (Mingeau e Rousseau, 1994)



▲ Fig. 2 - Irrigazione a goccia del nocciolo adulto: le ali gocciolanti sono posate sulle chiome.

cespuglio.

Dal 4-5° anno le strategie di controllo spaziano dalla eliminazione manuale o meccanica in periodo estivo, al controllo chimico con impiego di erbicidi fino alla recente utilizzazione di portinnesti

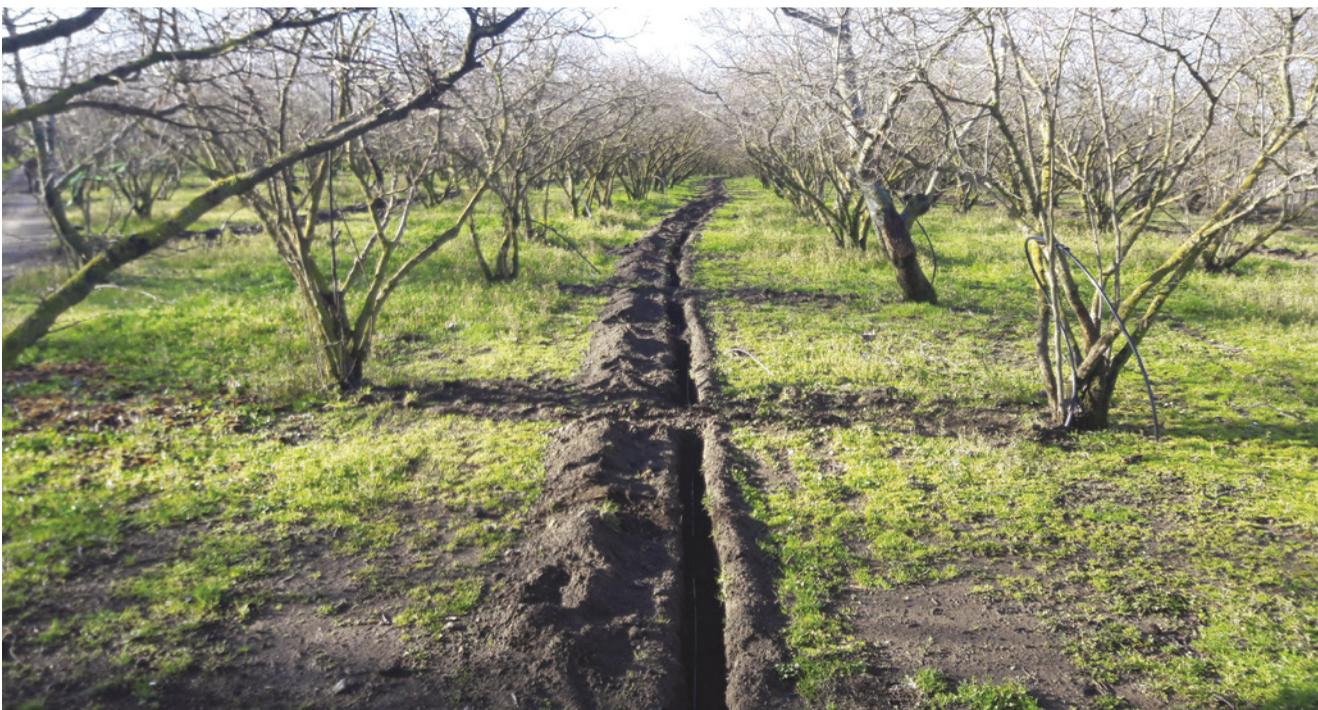
non polloniferi.

L'eliminazione manuale è una pratica condotta per lo più in corileti a conduzione biologica o nelle aziende di piccole dimensioni a conduzione familiare. Le operazioni manuali di spollonatura sono

infatti onerose e rese più problematiche da una progressiva carenza di manodopera. Il controllo manuale dei polloni, richiede circa 20-25 ore di manodopera ad ettaro, secondo stime recenti condotte su corileti adulti allevati a forma policaule, incidendo per oltre 1/5 sui costi di gestione annuale del corileto (Botta e Valentini, 2018).

Il controllo meccanico con impiego di decespugliatori, da effettuarsi su polloni allo stadio erbaceo, richiede più interventi stagionali, e non ne consente la completa eliminazione nelle parti interne del cespuglio se la forma è policaule.

Il controllo chimico, con impiego di erbicidi ad azione spollonante applicati di norma in due-tre interventi stagionali su polloni allo stadio erbaceo, è pratica diffusa vista l'efficacia di azione e l'economicità dell'intervento. Come nel caso del controllo chimico della flora spontanea, anche l'impiego di spollonanti chimici è piuttosto dibattuto per l'impatto ambientale dei principi attivi utilizzati (es. Carfentrazone etile), e per i rischi di fitotossicità sulle piante, per cui si cercano nuove soluzioni di controllo a basso impatto.



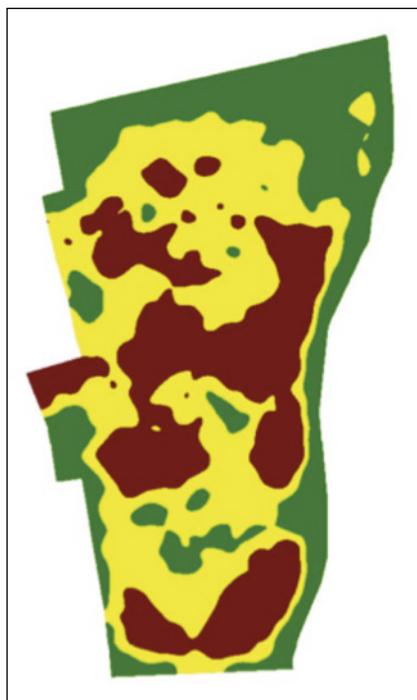
▲ Fig. 3 - Operazioni di messa in posa delle linee di subirrigazione in un impianto adulto del viterbese. Si noti la trincea aperta lungo la mezziera dell'interfilare per la posa della linea a circa 30 cm di profondità.

In via sperimentale è stata valutata l'efficacia del pirodiserbo e l'impiego del vapore acqueo, strategie tuttavia poco praticabili per i costi elevati e a causa dell'effetto transitorio (controllo limitato a circa 20 giorni dall'intervento) (Corte, 2012).

Una soluzione particolarmente promettente, già in uso in nuovi impianti realizzati in ambiente spagnolo (Fig. 1), prevede l'impiego di portinnesti non polloniferi, come i semenzali di *Corylus colurna*, e gli ibridi di *C. colurna* x *C. avellana* (es. Dundee), su cui innestare le cultivar. L'impiego di portinnesti non polloniferi consente di ovviare alle onerose operazioni di spollonatura, ma impone nel contempo innovazioni del corileto, da allevare a monocaule. Sono inoltre in corso alcune osservazioni anche in ambiente italiano (Piemonte) e quanto prima ne sarà reso noto l'esito.

Fabbisogni idrici e irrigazione

Un corileto adulto necessita di una disponibilità d'acqua di almeno 800 mm/anno (8.000 m³/ha) ben distribuiti durante l'anno per essere condotto in regime asciutto e garantire produzioni soddisfacenti. Al di sotto di questa soglia si consiglia



▲ Fig. 4 - Mappa di vigore di un corileto ottenuta dall'elaborazione di una foto area presa con camera multispettrale. Le aree rosse sono quelle con il vigore vegetativo più basso, quelle verdi con il vigore più alto (mappa Studio Terradat).



▲ Fig. 5 - Foto aerea del corileto della figura 4 dopo tre anni. Si osservano ancora aree di basso vigore vegetativo ma anche una loro riduzione in diversi punti del campo (Google Earth).

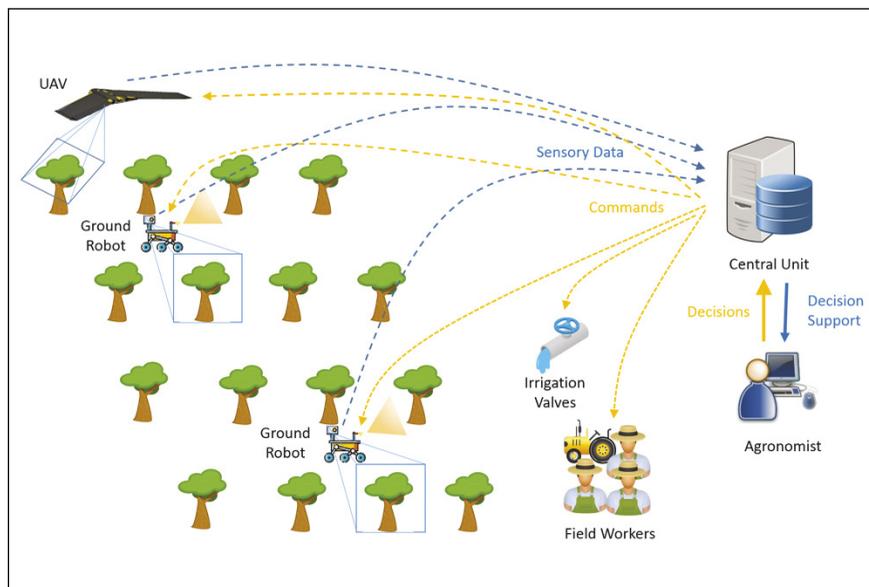
l'apporto irriguo.

Nelle aziende di grandi dimensioni è consuetudine impiegare sonde volumetriche collocate in punti rappresentativi di appezzamenti a composizione granulome-

trica omogenea per monitorare il depauperamento idrico del terreno e definire di volta in volta i volumi di acqua da somministrare durante i turni irrigui. La somministrazione di acqua irrigua nel corileto necessita comunque di una razionalizzazione di approccio determinando i turni e i volumi di adacquamento attraverso la stima o il calcolo in tempo reale del bilancio idrico. La soluzione ideale consiste nella installazione di una stazione agrometeorologica in azienda, capace di calcolare giornalmente l'evaporato di riferimento, da correlare ai coefficienti culturali (Kc) del nocciolo per determinare l'evapotraspirato da restituire con l'irrigazione. Tale approccio è però poco applicato anche per la limitata conoscenza di appropriati Kc. La letteratura infatti ancora oggi riporta soltanto Kc per il nocciolo determinati in passato in ambiente spagnolo su impianti della cultivar Negret, ed in Francia per le cultivar Ennis e Barcelona (Tab. 1). Più frequentemente vengono adottati Kc determinati dalla FAO che risultano però piuttosto



▲ Fig. 6 - Distribuzione di fertilizzanti dosata dal GPS (Sistema di Posizionamento Globale) sulla base degli indici di vigore vegetativo in un corileto dell'Alessandrino (Attrezzatura ditta Casella Macchine Agricole, foto A. Panseccchi).



▲ Fig. 7 - Descrizione dell'architettura SCADA progettata per il progetto PANTHEON.

generici, soprattutto se applicati in particolari microclimi.

Alcune sperimentazioni hanno inoltre dimostrato come nel nocciolo, nel periodo di massimo fabbisogno idrico, si ottengono buone performance vegeto-produttive alla restituzione del 70-75% dell'evapotraspirato colturale (Gispert et al., 2005; Cristofori et al., 2014).

La microirrigazione

Sebbene l'irrigazione sia ancora poco praticata in Italia, la distribuzione localizzata rappresenta la tecnica irrigua più impiegata nel corileto. L'irrigazione a goccia con posa delle ali gocciolanti sulle chiome e distribuzione dell'acqua tramite gocciolatoi autocompen-

Applicazioni sperimentali di agricoltura di precisione nel corileto

L'applicazione di tecniche di agricoltura di precisione al corileto è relativamente recente e ancora a carattere sperimentale, pur rappresentando un'opportunità di innovazione tecnologica nella gestione degli impianti secondo il concetto del "fare la cosa giusta, nel posto giusto e al momento giusto, con la giusta quantità".

Applicazioni di agricoltura di precisione sono state proposte per alcune colture perenni (Zude-Sasse, et al., 2016) come vite, olivo, drupacee e pomacee, per la gestione dell'irrigazione tramite telerilevamento e impiego di sensori prossimali e remoti (Johnson et al., 2006; Agam et al., 2014), per stimare le rese produttive e monitorare la shelf-life di post-raccolta dei frutti (Aggelopoulou et al., 2010; Perry et al., 2010; Ziosi et al., 2018).

In Italia è in svolgimento un progetto europeo denominato "PANTHEON: Precision farming of hazelnut orchards (H2020 - Grant Agreement n. 774571 - <http://www.project-pantheon.eu>)", che ambisce a sviluppare un sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) per il corileto (Fig. 7), rivolto principalmente alle aziende di grandi dimensioni.

I progressi tecnologici in materia di controllo automatizzato dei processi industriali, la robotica, il telerilevamento e la gestione di informatica di "big data", consentono infatti la progettazione di sistemi integrati capaci di acquisire dati di monitoraggio fisiologico delle piante, parametri climatici, caratteristiche fisico-chimiche e idriche dei suoli, e di sviluppare algoritmi capaci di gestire in modo automatizzato alcuni interventi agronomici come l'irrigazione, la difesa dalle malattie e la gestione della chioma.

Il progetto prevede l'impiego di robot terrestri (Fig. 8) all'interno del corileto e sorvolo di droni (Fig. 9) dotati di sensori ("imaging" di alto livello, fotocamere LiDAR e multispettrali), oltre alla installazione di una rete agro-meteorologica in stile IoT (Internet of Things) per il monitoraggio dei parametri ambientali e dell'umidità e temperatura del terreno. Il tutto al fine di acquisire dati per interpretazioni fenologiche e fisiologiche della pianta in tempo reale ed eseguire operazioni colturali in automatico in assenza di operatore, come ad esempio il

controllo chimico dei polloni allo stadio erbaceo.

Il corileto è inoltre dotato di antenne alimentate da pannelli solari che permettono la trasmissione delle informazioni attraverso la creazione di una opportuna rete mesh Wi-Fi (Fig. 10).

Tutte le informazioni in ingresso ed in uscita sono raccolte e memorizzate da un'unità operativa centrale che archivia i dati acquisiti dai vari sensori e, attraverso algoritmi di gestione, li elabora per controllare automaticamente alcune operazioni colturali (ad esempio per gestire l'irrigazione secondo il principio del rateo variabile). L'elaborazione dei dati acquisiti potrà essere inoltre fruibile tramite dispositivi mobili (cellulari e tablet) agli imprenditori agricoli e agronomi responsabili della gestione del corileto per programmare con elevato dettaglio quanti-qualitativo le operazioni colturali non automatizzabili. Le ricerche trattano anche il monitoraggio e la gestione automatizzata delle principali avversità del nocciolo.

Il progetto si prefigge inoltre l'obiettivo di monitorare singolarmente lo stato fisiologico delle piante per mirare, ove possibile, gli interventi su ogni singolo albero solo quando necessari.

La validazione sperimentale di PANTHEON, da condurre per un triennio, è in corso presso una azienda corilicola di grandi dimensioni sita nel viterbese, e interessa sia impianti giovani (Fig. 11), sia impianti in piena produzione (Fig. 12).

Gli aspetti agronomici trattati nel progetto interessano in particolare:

- il controllo automatizzato dei polloni;
- l'ottimizzazione degli interventi di potatura;
- la gestione automatizzata dell'irrigazione secondo i principi del rateo variabile;
- la valutazione dello stato fitosanitario delle singole piante;
- la stima della produzione.

L'architettura SCADA di PANTHEON è stata concepita con possibilità di futura integrazione dell'automazione di altre operazioni colturali, e in maniera tale da consentirne la sua futura applicazione ad altre colture legnose.



▲ Fig. 8 - Prototipi dei robot terrestri implementati per il progetto PANTHEON. Si noti la versione dedicata alla acquisizione dei dati in campo (a) e la versione progettata per l'esecuzione automatica di alcune operazioni culturali, come la distribuzione localizzata di erbicida e/o fitofarmaci (b). (Foto Dipartimento di Ingegneria UNIROMA3).

santi, a portata variabile da 4 a 8 litri per ora, è la tecnica più diffusa nella corilicoltura laziale e campana, in particolare negli impianti adulti tradizionali. Normalmente si applicano due gocciolatoi per pianta, uno per lato, a distanza di circa

un metro dal tronco o dalla ceppaia (Fig. 2) nelle piante adulte, mentre nei corileti giovani le ali gocciolanti possono essere messe in posa a terra o innalzate in prossimità del suolo con impiego di tutori.

Anche i microspruzzatori o mi-

crojet (sprinklers) sono piuttosto diffusi, soprattutto in impianti ad alta densità, in quanto consentono di fornire grandi volumi di adacquamento in minor tempo rispetto agli impianti a goccia, favorendo dunque una più efficiente gestione dei turni irrigui. I microjet richiedono di strutturare gli impianti irrigui con una maggiore portata rispetto all'impianto dei gocciolatoi e necessitano di una manutenzione accurata dei microspruzzatori, che possono occludersi con facilità.

Nelle aree a bassa umidità relativa o soggette a siccità sono particolarmente indicati in quanto modificano il microclima innalzando temporaneamente l'umidità nella chioma della pianta.

Inoltre, la somministrazione di acqua irrigua tramite sprinklers favorisce l'inerbimento dell'interfila, soprattutto in giovani corileti, contribuendo al mantenimento della biodiversità del suolo.

Tale tecnica irrigua aumenta la superficie di bagnatura rispetto al sistema a goccia. Si consiglia pertanto sospendere la somministrazione di acqua in prossimità della raccolta per evitare una eccessiva e prolungata bagnatura delle nocchie a terra.



▲ Fig. 9 - Prototipo di drone implementato per la acquisizione di dati in tempo reale durante i sorvoli in campo (Foto Dipartimento di Ingegneria UNIROMA3).

La tecnica della sub-irrigazione ha trovato una potenziale applicazione soprattutto negli impianti pianeggianti e di grandi dimensioni. Tale tecnica, basata sulla somministrazione di acqua irrigua per risalita capillare, risulta più efficiente per assenza di fenomeni evaporativi ed evita i fastidiosi intralci delle ali gocciolanti posate sulle chiome. Risulta inoltre molto vantaggiosa poiché consente la gestione meccanizzata delle operazioni di sfalciatura/trinciatura e raccolta delle nocchie sull'intera superficie del nocchieto (anche nello spazio interfila).

La messa in posa delle ali gocciolanti, ad una profondità di circa 30 cm, interessa la sola mezzeria di ogni interfila negli impianti adulti (Fig. 3), mentre negli impianti di nuova costituzione si esegue la messa in posa di due ali gocciolanti sotterrate per singola interfila, a distanze di circa 80 cm dal filare.

L'impianto irriguo, se opportunamente progettato tramite installazione di serbatoi e sistemi dosatori, consente la pratica della fertirrigazione, che inizia ad affacciarsi anche nella conduzione del corileto. Occorre tuttavia approfondire le conoscenze su questo aspetto applicativo, attraverso valutazioni di medio-lungo periodo della risposta vegeto-produttiva della pianta a somministrazioni ripetute di dosi contenute di nutrienti, principalmente azoto, per formulare un adeguato dosaggio e turnazione degli interventi di fertirrigazione, che tengano conto non soltanto della fertilità del suolo ma anche della vigoria delle cultivar e dei sestri di impianto del corileto.

Nuovi approcci di nutrizione sostenibile

La produttività del nocchio è largamente influenzata da una corretta gestione dei piani di concimazione annuali. Oltre agli apporti nel suolo, anche la concimazione per via fogliare è ormai pratica diffusa nei corileti specializzati. Diversamente, la pratica della fertirrigazione è ancora poco applicata e merita maggiore attenzione visti



▲ Fig. 10 - Capannina agrometeorologia e antenna alimentate tramite pannelli solari installati in prossimità della viabilità dell'azienda ospitante la sperimentazione PANTHEON.

il risparmio quantitativo di fertilizzante ed i vantaggi agronomici che ne derivano e vista la sensibile attenuazione dei fenomeni di deriva degli elementi nutritivi ad essa legata.

Negli ultimi anni si è registrata una consistente riduzione degli apporti di fertilizzanti nel corileto dettata dalle indicazioni dei regolamenti emanati in materia agro-ambientale (PSR). In particolare la riduzione ha interessato gli apporti azotati, che fino agli anni novanta seguivano indicazioni applicative di oltre 150 unità fertilizzanti (UF) per ettaro, rispetto alle somministrazioni attuali che non eccedono le 90-120 UF, e che vengono spesso eseguite somministrando formulati commerciali a rilascio graduale degli elementi. Si registra anche una certa attenzione al frazionamento degli interventi in due

soluzioni, una primaverile apportando circa il 70% del quantitativo annuale e una tarda estiva apportando il restante 30% subito dopo la raccolta delle nocchie.

Il nocchio è particolarmente esigente in azoto e potassio, mentre i fabbisogni di fosforo sono più ridotti, e la letteratura in materia concorda che il rapporto in cui devono trovarsi i 3 macro-elementi (N:P:K) è di 1:0,5:1.

La somministrazione fogliare atomizzata di elementi nutritivi è pratica efficace e diffusa anche per compensare eventuali carenze nutrizionali che possono verificarsi durante la vita economica di un corileto.

Il crescente interesse per il nocchio ha favorito la disponibilità in commercio di formulati commerciali particolarmente idonei alle esigenze della specie, tanto da de-

terminare nuovi scenari applicativi in materia di nutrizione. Sono disponibili infatti prodotti che consentono la somministrazione per via fogliare dei macro e microelementi in forma chelata, ad elevata efficacia di assorbimento fogliare, e senza rischi di causare ustioni. Alcune recenti prove sperimentali di medio periodo hanno confermato la validità di tali interventi, che influenzano positivamente l'incidenza della fertilità gemmaria e ritardano la caduta autunnale delle foglie (Botta et al., 2017). Sono dunque proponibili nuove vie di somministrazione dei nutrienti del nocciolo basate sul modello della nutrizione fogliare (Cristofori et al., 2019) resa anche esclusiva e sostitutiva di quella al suolo, già applicata su vite e altre specie agrarie, e modelli alternativi che sfruttano gli interventi fogliari non solo per colmare eventuali carenze, ma al fine di ridurre significativamente l'apporto fertilizzante a terra.

La corretta applicazione fogliare va tuttavia affiancata da osservazioni diagnostiche da condurre periodicamente al fine di deter-

minare l'effettivo stato nutrizionale dell'impianto, avvalendosi dei valori di riferimento disponibili in letteratura, che recentemente hanno interessato alcune delle cultivar più diffuse in coltura (Botta et al., 2017; Sorrenti e Roversi, 2017).

..... **La gestione dell'azoto nel bio**

Nel caso dei corileti a conduzione biologica la somministrazione di sostanza organica di varia origine è la sola pratica consentita per l'apporto dell'azoto. Anche nei suoli a conduzione convenzionale la somministrazione di sostanza organica è una pratica consigliata per mantenere la fertilità.

Mediamente la sostanza organica viene mineralizzata ad un ritmo pari all'1,5-2,5% all'anno nei terreni sciolti ed all'1,2-1,5% all'anno in quelli più compatti; al fine di mantenere stabile il livello di sostanza organica nel profilo di suolo esplorato dalle radici (che per il nocciolo è di 40-50 cm), va considerato che in un suolo di medio impasto con il 2% di sostanza

organica vengono mineralizzate 2-2,5 t/ha/anno di humus. Mediante la gestione inerbita del suolo e i residui di biomassa della coltura (amenti, foglie, involucri), ritornano al terreno circa 0,5-1 t/anno di humus; la quota rimanente va dunque somministrata periodicamente con formulati commerciali (es. pelletati organici), compost o letame maturo, che devono rispondere a quanto previsto dalla normativa vigente (Botta e Valentini, 2018).

..... **L'accoppiata Gps-Vrt**

La fertilizzazione del nocciolo può avvalersi di tecniche di agricoltura di precisione che consentono di ottimizzare la distribuzione in funzione delle reali necessità della pianta, modulando in particolare i quantitativi di azoto in relazione alla diversa vigoria dell'albero. Per valutare il vigore vegetativo vengono utilizzate immagini aeree raccolte da droni equipaggiati con fotocamera multispettrale. L'elaborazione dei dati delle foto consentono di definire gli indici vegetativi delle singole



▲ Fig. 11 - Particolare di nuovo impianto, realizzato con trapiantatrice meccanica e tecnologia GPS, sito presso una azienda corilicola del vi-turbese che ospita la sperimentazione PANTHEON (cv Nocchione; sesto di impianto 4,5m x 3m).



▲ Fig. 12 - Particolare di impianto in piena produzione, allevato a cespuglio policalue, sito presso una azienda corilicola del viterbese che ospita la sperimentazione PANTHEON (cv Tonda Gentile Romana; sesto di impianto 5m x 5m).

piante e di costruire mappe di vigore (Fig. 4) che rappresentano la situazione vegetativa delle diverse zone del nocciolo. In funzione di questa, viene definito il quantitativo da distribuire nelle diverse aree per cercare di riportare il corileto all'equilibrio vegeto-produttivo (Fig. 5). La concimazione verrà quindi guidata da sistemi di rilevamento GPS che gestiscono l'erogazione del fertilizzante (Fig. 6) con la tecnologia VRT (Variable Rate Technology, tecnologia a rateo variabile) con estrema precisione in funzione della quantità programmata per i diversi livelli di vigore. Questo consente di risparmiare concime, con benefici economici ed ambientali, migliorando le prestazioni del corileto. Anche se le tecniche di agricoltura di precisione prevedono maggiori costi iniziali, il futuro va sempre più nella direzione di gestioni agronomiche basate su valutazioni puntuali delle esigenze delle piante attraverso l'uso di sensori di diversa natura e sulla modulazione degli apporti di acqua, fertilizzanti, fitofarmaci in funzione delle reali necessità. ■

BIBLIOGRAFIA

- Agam N., Segal E., Peeters A., Levi A., Dag A., Yermiyahu U., Ben-Gal A., 2014. Spatial distribution of water status in irrigated olive orchards by thermal imaging. *Precision Agriculture* 15, 346-359.
- Aggelopoulou K.D., Wulfsohn D., Fountas S., Gemtos T.A., Nanos G.D., Blackmore S., 2010. Spatial variation in yield and quality in a small apple orchard. *Precision Agriculture* 11, 538-556.
- Botta R., Anfodillo T., Ascari L., Bregaglio S., Carraro V., Conati S., Confalonieri R., Cristofori V., Farinelli D., Novara C., Orlando F., Pasqualotto G., Siniscalco C., Tombesi S., Torello Marinoni D., Valentini N., Valentini R., 2017. Ricerca in corilicoltura: strategie innovative. *Riv. Frutticoltura Speciale Nocciolo* (1-2): 43-48.
- Botta R., Valentini N., 2018. Il nocciolo. Progettazione e coltivazione del corileto. Edagricole, *Tecnica e Pratica*. Pp. 189.
- Casa R., a cura di (2016), *Agricoltura di precisione. Metodi e tecnologie per migliorare l'efficienza e la sostenibilità dei sistemi colturali*, Edagricole, Milano
- Corte M., 2012. Nocciolo, gestione dei polloni e mantenimento del tappeto erboso. *Frutticoltura*, LXVI (5): 74-75.
- Cristofori V., Bortolato A., Valentini R., Stelliferi R., Valentini B., 2019. Total foliar nutrition applied on european hazelnut. *Acta Horticulturae*, 1226: 273-279.
- Cristofori V., Muleo R., Bignami C., Rugini E., 2014. Long term evaluation of hazelnut response, cv. Tonda Gentile Romana, to drip irrigation in Central Italy. *Acta Horticulturae*, 1052: 179-185.
- Girona J., Cohen M., Mata M., Marsal J., Miravete C., 1994. Physiological, growth and yield responses of hazelnut to different irrigation regimes. *Acta Horticulturae*, 351: 463-472.
- Gispert J.R., Tous J., Romero A., Plana J., Gil J., Company J., 2005. The influence of different irrigation strategies and the percentage of wet soil volume on the productive and vegetative behaviour of the hazelnut tree (*Corylus avellana* L.). *Acta Horticulturae*, 686: 333-341.
- Johnson L., Pierce L., Michaelis A., Scholasch T., Nemani R., 2006. Remote sensing and water balance modeling in California drip-irrigated vineyards. In *Proceedings of ASCE World Environmental & Water Resources Congress*, R. Graham, ed., pp. 1-9.
- Mingeau M., Rousseau P., 1994. Water use of hazelnut trees as measured with lysimeters. *Acta Horticulturae*, 351: 315-322.
- Perry E.M., Dezzani R.J., Seavert C.F., Pierce F.J., 2010. Spatial variation in tree characteristics and yield in a pear orchard. *Precision Agriculture* 11, 42-60.
- Sorrenti G., Roversi A., 2017. Tecnica agronomica degli impianti specializzati di nocciolo. *Riv. Frutticoltura, Speciale Nocciolo* (1-2): 30-36.
- Ziosi V., Noferini M., Fiori G., Tadiello A., Trainotti L., Casadoro G., Costa G., 2008. A new index based on vis spectroscopy to characterize the progression of ripening in peach fruit. *Postharvest Biology and Technology* 49, 319-329.
- Zude-Sasse M., Fountas S., Gemtos T.A., Abu-Khalaf N., 2016. Applications of precision agriculture in horticultural crops. *Eur. J. Hort. Sci.* 81(2), 78-90.