

Il Progetto DigiViT: droni per la stima delle rese e della maturità fenolica

Salvatore Filippo Di Gennaro, Alessandro Matese

- Istituto per la BioEconomia (IBE), Dipartimento di Scienze Bio-Agroalimentari del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-DISBA), Firenze

Andrea Berton - Istituto di Fisiologia Clinica (IFC), Dipartimento di Scienze Biomediche del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-DSB), Pisa

Gionata Pulignani - Castello di Fonterutoli - Marchesi Mazzei S.p.A., Castellina in Chianti, Siena

Matteo Tonghini - Azienda Agricola Cennino, Castellina in Chianti, Siena

Filippo Vigni - Castello di Ama, Gaiole in Chianti, Siena

Simone Giusti Sigma Ingegneria S.r.l., Lucca

Negli ultimi anni la ricerca scientifica nell'ambito della viticoltura di precisione ha fornito tecnologie sempre più performanti e all'avanguardia per il monitoraggio e la gestione sito-specifica in vigneto. Si è osservata una crescente diffusione dell'utilizzo di droni in viticoltura, grazie all'alta flessibilità di impiego, costi operativi ridotti e un'elevatissima risoluzione spaziale. I prodotti di attività di monitoraggio che sempre più aziende di servizio propongono al viticoltore si concretiz-

zano generalmente in mappe di vigore dei singoli appezzamenti che descrivono aspetti della variabilità spaziale.

La conoscenza di questo tipo di prodotto è abbastanza consolidata per la maggior parte degli agronomi, tuttavia non sono molte le aziende che accedono a servizi di mappatura dei loro vigneti. Inoltre, accade che nei casi in cui siano disponibili tali informazioni non se ne sfrutta il reale potenziale, finendo "nel cassetto" dell'agronomo.

Si osserva un ritardo nella diffusione e integrazione di questo tipo di prodotti di caratterizzazione spaziale nella quotidiana gestione del vigneto, non necessariamente con tecnologia a rateo variabile, ma in modo efficace anche con interventi differenziati temporalmente. Le motivazioni possono essere individuate come costi di acquisto di servizi di mappatura da drone o la sensibilità dell'azienda a investire in queste tecnologie. Inoltre, deve essere considerato il livello di formazione dell'agronomo per una corretta interpretazione di questo tipo di supporti digitali soprattutto a livello di software GIS, ma anche più semplicemente di immagini di mappe classificate del vigneto. Questo può essere ulteriormente aggravato da aziende di servizio di monitoraggio da drone scarsamente competenti che forniscono output complessi, di difficile

**LA PREVISIONE
DELLE RESE
DELL'UVA È
UN'INFORMAZIONE
IMPORTANTE
PER AIUTARE
L'AGRONOMO
NELLE SCELTE
GESTIONALI**



DALLA RICERCA PER UNA VITICOLTURA SOSTENIBILE: **VOLTURNIS®**



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI UDINE**
hic sunt futura

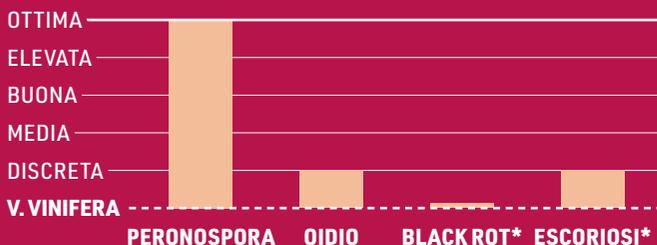


COMPOSTI AROMATICI IN FORMA LIBERA (µg/l)		
260	Banana (acetato di isoamile)	260
30	Albicocca, miele (acetato di b-feniletile)	30
100	Mela, pesca (butirrato di etile)	90
100	Mora, fragola, anice (capronato di etile)	70
24	Chimico, fenolico (guaggiacolo)	23
520	Frutta, balsamico (alcol benzilico)	560
15400	Rosa (alcol b-feniletilico)	20100
130	Mandorla amara (benzaldeide)	61
43	Mela, rosa, miele (b-damascenone)	33
40	Frutta, mela, vegetale (trans 3-esenolo)	30
271	ANTOCIANI TOTALI (µg/l)	126
1642	POLIFENOLI TOTALI (µg/l)	1580

VOLTURNIS®

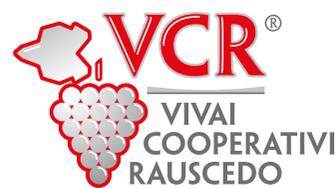
PINOT NERO

GRADO DI RESISTENZA ALLE MALATTIE



* Dati in fase di validazione

Il **VOLTURNIS®** presenta un corredo aromatico del tutto simile al Pinot Nero con evidenti note di frutta fresca, rosa e miele. Migliore rispetto al Pinot Nero il livello degli antociani e dei polifenoli. Per la sua precocità di maturazione, resistenza alla peronospora e tolleranza all'oidio, è adatto alla coltivazione negli areali più nordici del Pinot Nero.



L'innovazione in viticoltura

VIVAI COOPERATIVI RAUSCEDO

33095 Rauscedo (PN) ITALIA

Tel. +39.0427.948811

www.vivairauscedo.com

“Oltre il tradizionale indice NDVI, identificare un fattore chiave per diffondere l’uso dei droni in viticoltura di precisione” è l’ultimo articolo pubblicato da Alessandro Matese e Salvatore Filippo Di Gennaro del CNR-IBE sulla rivista “Scientific Reports” del gruppo Nature. Nell’ultimo decennio si è assistito a una crescita esponenziale dell’attività di ricerca sull’identificazione di correlazioni tra indici vegetazionali elaborati da immagini acquisite da drone e parametri produttivi e vegetativi della vite. Tuttavia, l’acquisizione e l’analisi dei dati spettrali richiedono costi e competenze che spesso non sono sufficientemente disponibili.

In questo contesto diventa estremamente interessante l’individuazione di indici geometrici che permettano il monitoraggio della variabilità spaziale con strumenti a basso costo basati su tecniche di fotogrammetria con camere RGB ad alta risoluzione. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare il potenziale di nuovi indici basati sulla geometria della chioma per la caratterizzazione dei parametri agronomici vegetativi e produttivi confrontati al tradizionale indice NDVI derivato da camere multispettrali.

Uno dei principali risultati forniti dalla ricerca che è stata svolta nell’areale del Chianti Classico nel corso di 3 anni (2017-2019), è stato individuare nello spessore della chioma ricostruito da immagini RGB acquisite da drone, il dato più performante per alimentare modelli previsionali della resa ottenuti con tecniche di machine learning.

Matese, A., Di Gennaro, S.F. *Beyond the traditional NDVI index as a key factor to mainstream the use of UAV in precision viticulture. Scientific Reports 11, 2721 (2021).*



IL VALORE AGGIUNTO DEL PROGETTO DIGIVIT SARÀ INDIVIDUATO IN UN INCREMENTO DELLA PRODUTTIVITÀ E COMPETITIVITÀ

Figura 1 - Vigneti sperimentali presso le 3 aziende partner situate in provincia di Siena

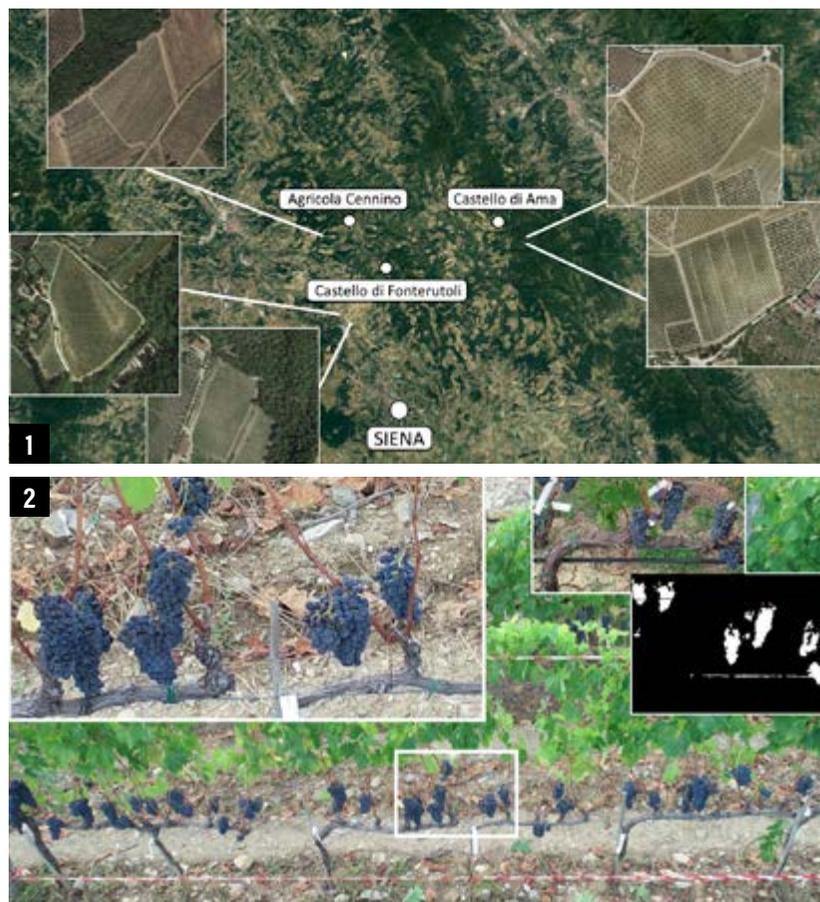
Figura 2 - Dettaglio delle immagini ad alta risoluzione acquisite da drone (Azienda Agricola Cennino) e output del processo di riconoscimento dei grappoli

comprensione o con informazioni di scarsa accuratezza o addirittura errate. Nonostante l’alto livello di automazione dei programmi di gestione del volo, acquisizione delle immagini e software di generazione di mappe tematiche, si tratta pur sempre di gestione di dati spettrali in cui piccoli errori possono compromettere notevolmente la qualità dei prodotti forniti alle aziende.

La risposta del progetto DigiViT

In questo contesto si inserisce il Progetto DigiViT – Viteicoltura Digitale in Toscana, finanziato dalle sot-tomisure 16.2 e 1.2 nell’ambito del bando PS-GO 2017 del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Toscana. Questa proposta progettuale mira a fornire output di chiara e semplice interpreta-

zione per soddisfare gli interessi più concreti delle aziende vitivini-cole, venendo incontro alle criticità operative e trovando soluzioni che consentano il miglioramento dei processi produttivi in termini di tempi e soprattutto costi. La semplicità e fruibilità dei prodotti informativi messi a disposizione delle aziende è l’unica direzione percorribile per una diffusione concreta e tangibile delle tecnologie di viticoltura di precisione. Il progetto prevede 3 attività principali distinte in: monitoraggio della produzione e sviluppo di algoritmi di riconoscimento dei grappoli, stima delle rese e analisi cromatica per la stima della maturazione fenolica; sviluppo di un drone dedicato all’attività di studio sperimentale e un prodotto finale di peso inferiore ai 500 g con caratteristiche ottimizzate per rilievi rapidi



Tutta un'altra musica

Esecuzione Perfetta

"Saremo a Enoforum Italia
per presentare 3 nuovi lieviti
unici al mondo"



Atecrem 12H Pombe

Addio alle note stonate dei batteri lattici.

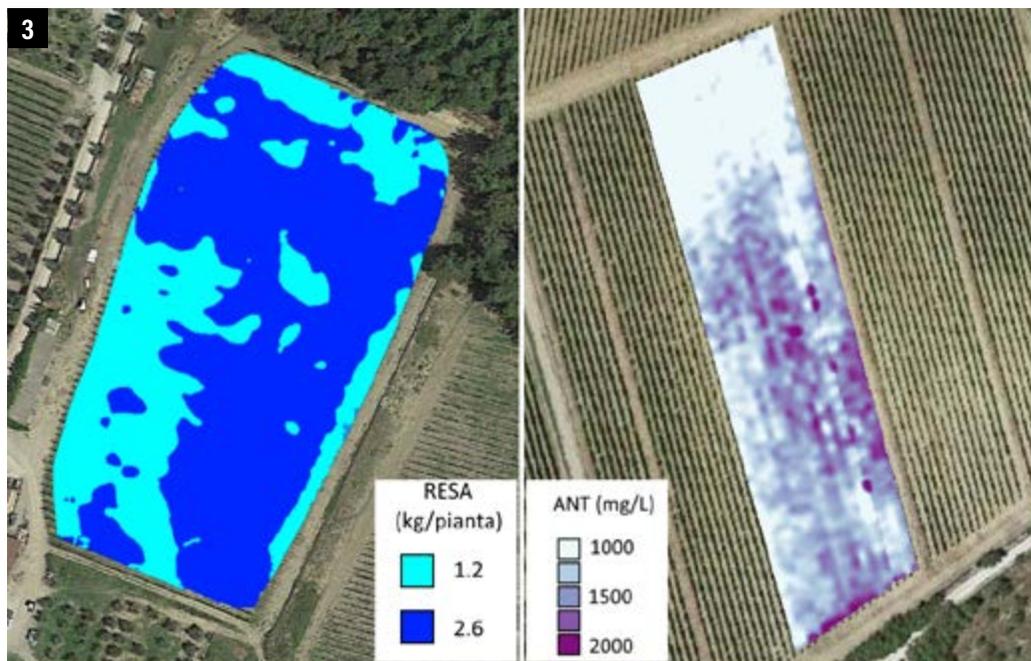
Finalmente un lievito che rispetta ed esalta la tipicità dei vini,
sia bianchi che rossi. L'unico demalicante. Forte produttore di glicerina.



in alto dettaglio dei grappoli; disseminazione dei risultati ottenuti ai diversi soggetti coinvolti nella filiera vitivinicola e alle istituzioni.

Soggetti partner di progetto

L'Istituto per la BioEconomia del Consiglio Nazionale delle Ricerche in qualità di capofila ha il ruolo di coordinatore del progetto DigiViT. Si occuperà dello sviluppo della metodologia necessaria allo sviluppo di mappe di resa e maturità fenolica derivate da immagini RGB della fascia fruttifera acquisite da drone. Sigma Ingegneria riveste il ruolo di azienda tecnologica impegnata nella progettazione e sviluppo sia del drone impiegato nell'attività sperimentale di studio, che di un drone ultraleggero ottimizzato per questo tipo di attività che costituirà parte del tool operativo di output finale del progetto. Le attività di ricerca e validazione della soluzione tecnologica sviluppata si svolge presso vigneti messi a disposizione da 3 aziende vitivinicole partner situate nel comprensorio del Chianti Classico (Figura 1): Castello di Fonterutoli di Marchesi Mazzei S.p.A. Agricola e Azienda Agricola Cennino situate nel comune di Castellina in Chianti (SI) e Castello di Ama situato nel comune di Gaiole in Chianti (SI). Le 3 aziende si occupano della gestione dei vigneti sperimentali e dei campionamenti per la validazione della metodologia sviluppata, con specifica



attenzione alla caratterizzazione spaziale delle rese, delle maturità tecnologiche e fenoliche, della biomassa e sviluppo vegetativo.

Stima delle rese e della maturazione fenolica

Tra le criticità aziendali maggiormente rilevate nel contesto viticolo Toscano, il progetto intende intervenire sulla stima delle rese e della maturità fenolica attraverso l'analisi delle immagini ad altissima risoluzione telerilevate da drone, finalizzata al riconoscimento non solo della pianta ma soprattutto dei singoli grappoli.

La previsione delle rese dell'uva è un'informazione importante per aiutare l'agronomo nelle scelte gestionali finalizzate a preservare l'equilibrio vegeto produttivo, ottimizzare la produzione e la logistica di vendemmia e vinificazione. Metodi tradizionali legati ad osservazioni e misure in campo richiedono lunghi tempi operativi, inoltre la scelta delle piante può fornire dati poco rappresentativi della reale variabilità del vigneto.

Un primo obiettivo di questo progetto è l'implementazione di una metodologia semplice e rapida per la stima precoce delle rese, utilizzando algoritmi di image processing basati su pattern recognition per il riconoscimento dei grappoli utilizzando immagini angolate della fascia fruttifera acquisite da drone (Figura 2). Il secondo ambito di indagine è focalizzato sulla determinazione di parametri qualitativi che concorrono alla definizione della data ottimale di vendemmia. Il monitoraggio della maturità fenolica richiede il campionamento manuale acini/grappoli scelti da un operatore, trasportati in laboratorio, conservati a basse temperature e sottoposti ad una serie di analisi qualitative e quantitative. Il processo richiede tempo e risorse, vi è inoltre il rischio di errori di rappresentatività del campionamento, dato che l'operatore sceglie sia le zone che acini/grappoli da campionare. Il progetto DigiViT mira ad individuare una soluzione per ottimizzare il processo riducendo costi e tempi operativi, e definendo una procedura oggettiva e ripetibile. Vengono

**LA METODOLOGIA
CONSENTE
DI PRODURRE
MAPPE TEMATICHE
PREVISIONALI DELLE
RESE E DI MATURAZIONE
FENOLICA**



4



Figura 3 - Mappe delle rese (Castello di Fonterutoli) e del contenuto di antociani (Castello di Ama) sviluppate utilizzando segmentazione dei grappoli e indici calcolati da immagini RGB acquisite da drone.

Figura 4 - Prototipi sviluppati da Sigma Ingegneria: sistema EFESTO per l'attività sperimentale (sinistra) e prototipo ultraleggero ottimizzato per il monitoraggio dei grappoli (destra)

quindi applicate tecniche di analisi dell'immagine per caratterizzare il profilo cromatico dei grappoli identificati nelle immagini. Una volta validata la metodologia, sarà possibile effettuare un monitoraggio rapido in zone rappresentative della variabilità interna al vigneto di tutti i grappoli identificati all'interno della fascia fruttifera monitorata. La metodologia consente quindi di produrre mappe tematiche previsionali delle rese e di maturazione fenolica (Figura 3).

Droni ottimizzati per il monitoraggio dei grappoli

Al fine di raggiungere gli obiettivi del progetto, saranno individuate e combinate tecnologie innovative proprie dell'agricoltura di precisione.

Nello specifico il partner Sigma Ingegneria si occuperà dello sviluppo di 2 droni con peculiarità distinte a seconda dell'attività richiesta nel progetto (Figura 4). Durante la fase sperimentale è stata utilizzata la piattaforma preesistente EFESTO, un multirottore equipaggiato con sensori ottici ad alta risoluzione in grado di caratterizzare la variabilità interna al vigneto e individuare zone rappresentative dove acquisire immagini visibili in alto dettaglio della fascia fruttifera. Altamente innovativo è il secondo drone, un multirottore a 4 eliche con struttura monoscocca equipaggiato con camera RGB ad alta risoluzione inclinabile, con peso totale inferiore ai 500g tale da essere considerato a minima soglia di rischio (Classe C1 Regolamento Europeo EASA).

L'elevata facilità di utilizzo è garantita da sensori d'avanguardia per la gestione autonoma del volo e dell'acquisizione delle immagini, inoltre un software dedicato consentirà di estrapolare i dati produttivi (resa e maturità) in modo automatico. Tali specifiche sono state identificate al fine di avere una soluzione realmente trasferibile, a tal proposito è sufficiente un corso e un test entrambi online per abilitare un tecnico al pilotaggio del drone.

Potenzialità del progetto

La disponibilità di osservazioni in campo nel corso della stagione è una criticità in vigneto, tuttavia gli

interventi di scouting svolti da un operatore a terra sono estremamente time-consuming, soprattutto su ampie superfici viticole molto frazionate, spesso caratterizzate da condizioni difficili al passaggio come ad esempio elevate pendenze e suoli lavorati o bagnato. Inoltre, quando non si riesce a sfruttare le ore più fresche della giornata, gli alti regimi termici e radiativi della stagione estiva espongono gli operatori a rischi altamente sottostimati in agricoltura.

Altro fattore da considerare il fatto che la scelta soggettiva delle piante e grappoli da monitorare in campo può fornire dati poco rappresentativi della reale variabilità del vigneto. Il valore aggiunto fornito dal progetto DigiViT alle aziende sarà individuato in un incremento della produttività e competitività vista come riduzione delle ore lavoro necessarie ai campionamenti e stime più accurate grazie a un metodo oggettivo e replicabile nel tempo.

La disponibilità di stime delle dinamiche di maturità fenolica permetterà di pianificare al meglio la data di vendemmia ed ottimizzare la pianificazione e la logistica del lavoro in cantina.

La messa a punto di un sistema informativo semplice e compatto in grado di fornire dati altamente fruibili di resa e maturità, ha l'ambizione infine di stimolare ed accompagnare le aziende vitivinicole nel percorso fisiologicamente graduale che porterà dell'integrazione di un approccio digitale di viticoltura.

Riferimento Progetto

Progetto DigiViT - Viticoltura Digitale in Toscana, finanziato dalle sottomisure 16.2 e 1.2 nell'ambito del bando PS-GO 2017 del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Toscana