

Remote Sensing e analisi di indici vegetazionali in viticoltura da vino

Giovanni Gentilesco

Luigi Tarricone

Alessandra Russi

CREA - Centro ricerca

Viticoltura e Enologia

Turi (BA)

Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi
dell'Economia Agraria



INTRODUZIONE

**Agricoltura
di
precisione**

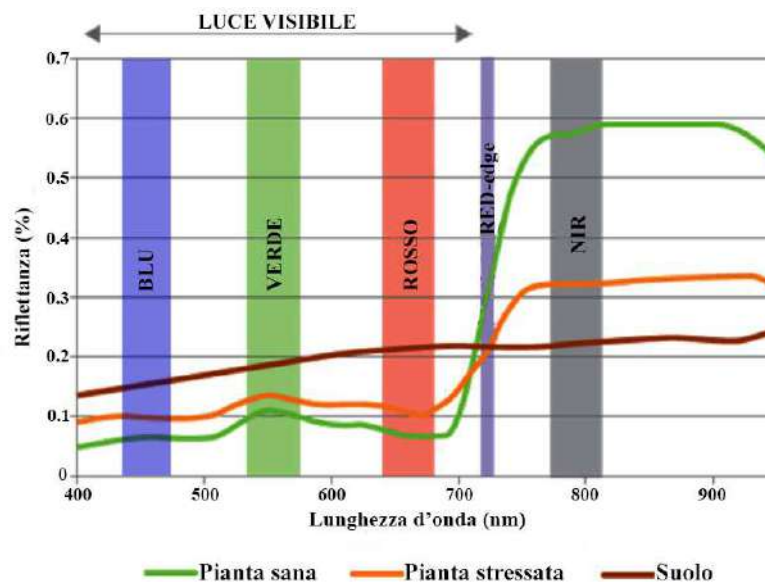
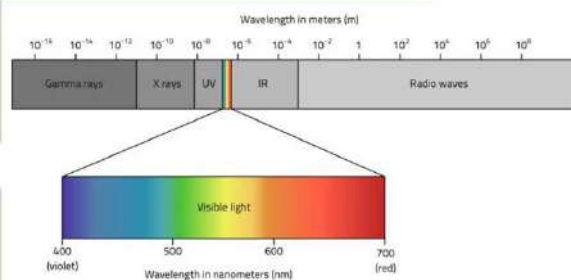
«Fare la cosa giusta,
al momento giusto,
al punto giusto»
(*Gebbers e Adamchuk, 2010*)

Gestire la variabilità spaziale e
temporale (gestione sito-specifica)

(sentire da remoto)
**Remote sensing
O
Telerilevamento**

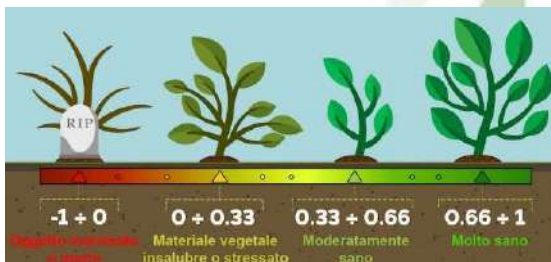
permette di ricavare informazioni, qualitative e quantitative,
sull'ambiente e su target posti *a distanza* da un sensore mediante
misure di radiazione elettromagnetica (emessa, **riflessa** o trasmessa)

I sensori per il telerilevamento registrano la radiazione riflessa dagli oggetti della superficie (target), che varia in funzione della lunghezza d'onda definita **riflettanza spettrale** o **firma spettrale**.



acquisiscono immagini
nelle bande del visibile
e del vicino infrarosso dello spettro
elettromagnetico

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}$$



$$GNDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{GREEN}}{\rho_{NIR} + \rho_{GREEN}}$$

$$NDRE = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RE}}{\rho_{NIR} + \rho_{RE}}$$

$$OSAVI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{RED})}{(\rho_{NIR} + \rho_{RED} + 0.16)}$$

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

- Semplice da interpretare (-1 - +1) (+ utilizzato)
- Fotografa il livello di «vigoria» della coltura (correlato con biomassa delle viti)
- Varia in base alla varietà e alla fase fenologica della coltura
- Bassi valori possono essere causati da fattori molto diversi come:
 - ✓ stress nutrizionali
 - ✓ attacchi parassitari
 - ✓ stress idrici

GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index)

- Comportamento molto simile all'NDVI (-1 - +1)
- Più sensibile alla concentrazione di clorofilla rispetto al NDVI (spettro verde)

NDRE (Normalized Difference Red Edge)

- Molto utilizzato in viticoltura per pianificare l'inizio della vendemmia (mappe di qualità)
- Red edge (regione di confine)
 - R** -assorbimento della clorofilla
 - NIR** -dispersione // causata dalla struttura interna della foglia correlato alla concentrazione di clorofilla a livello fogliare

OSAVI (Optimized Soil Adjusted Vegetation Index)

- Riduce l'effetto di disturbo del suolo e produce una valutazione più accurata della vegetazione nei vigneti

PUGLIA VITIVINICOLA DELL'INTERNET OF THINGS



Agro Ugento (LE)

Caratteristiche Impianto

- cv **Primitivo**
- Doppio cordone speronato
- Distanze impianto: 0,80 x 2,30 m
- Irriguo

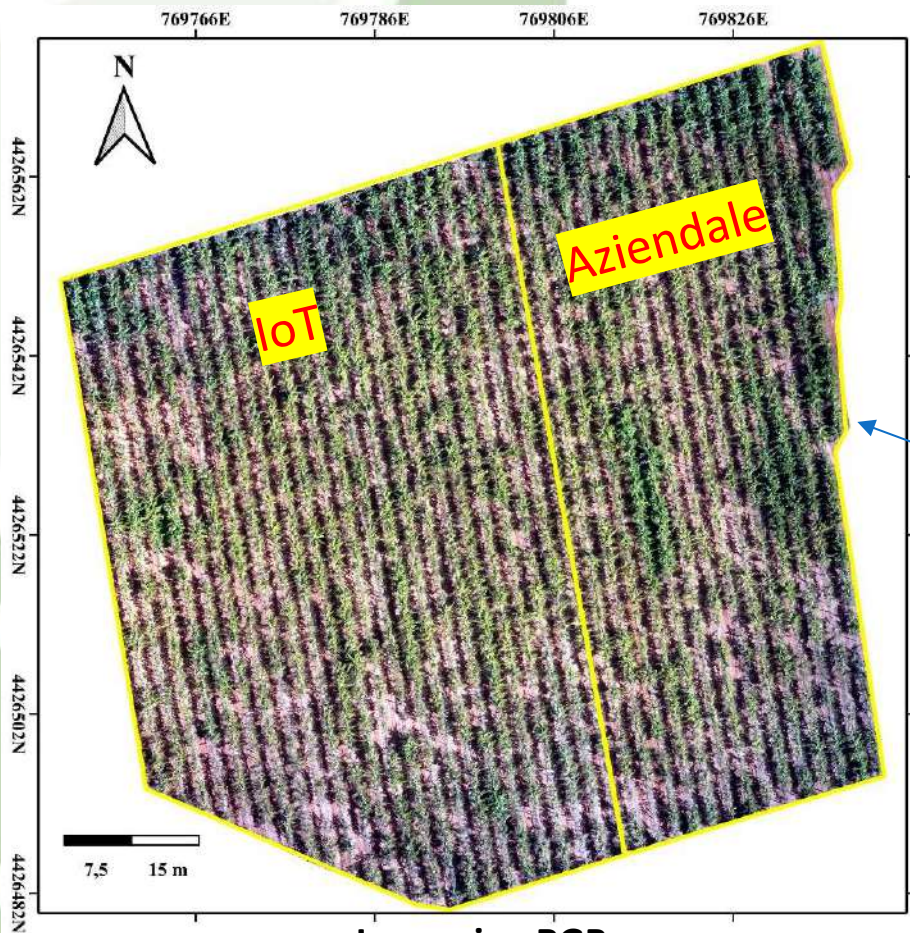
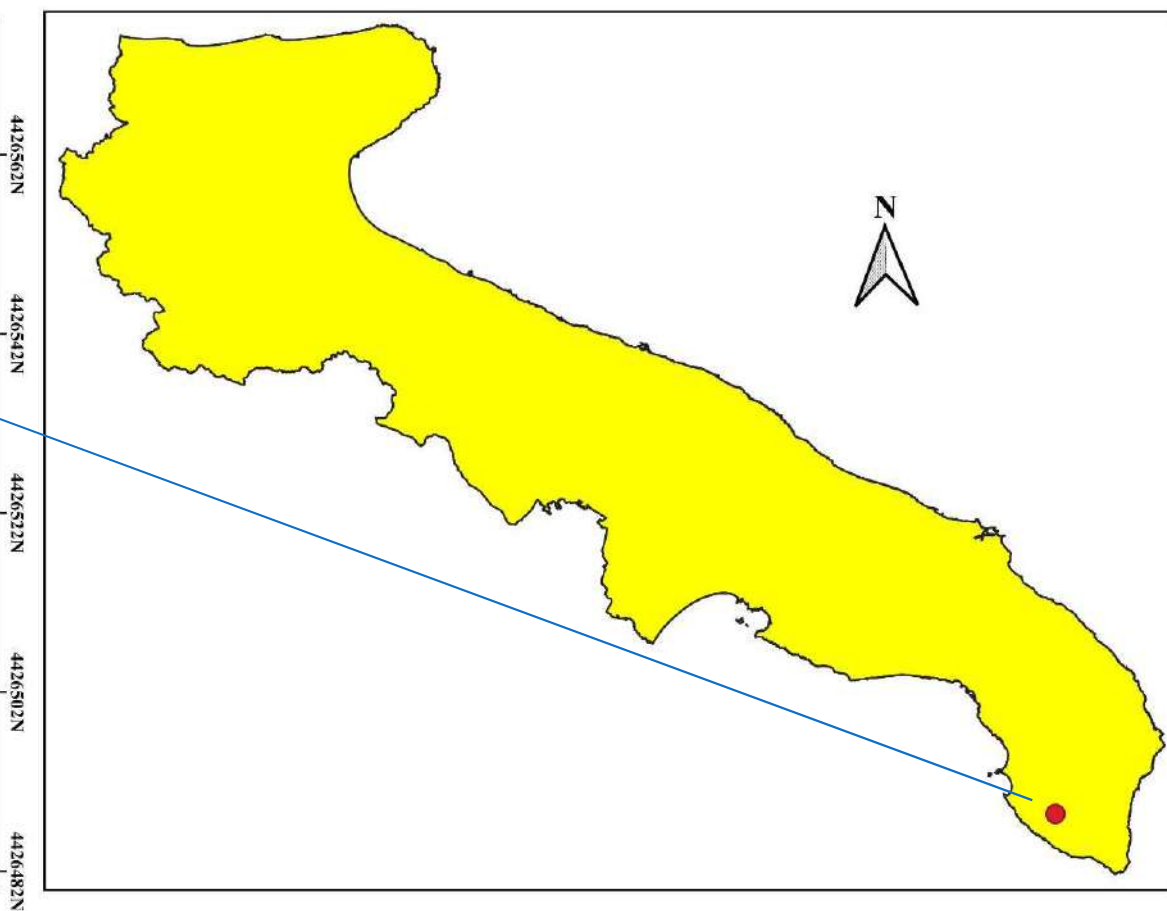
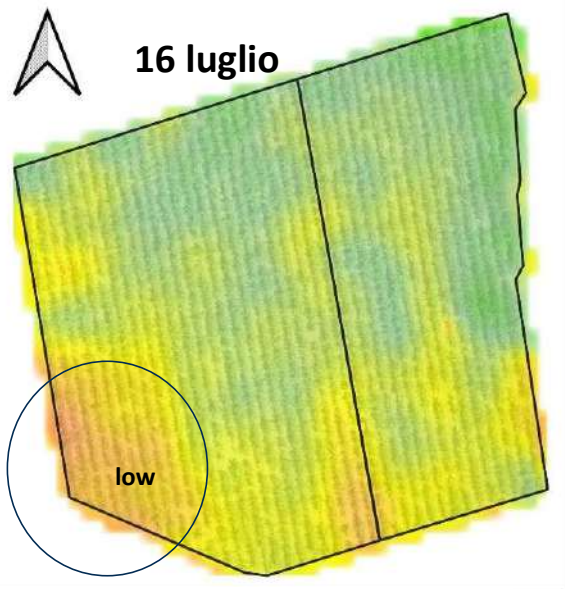


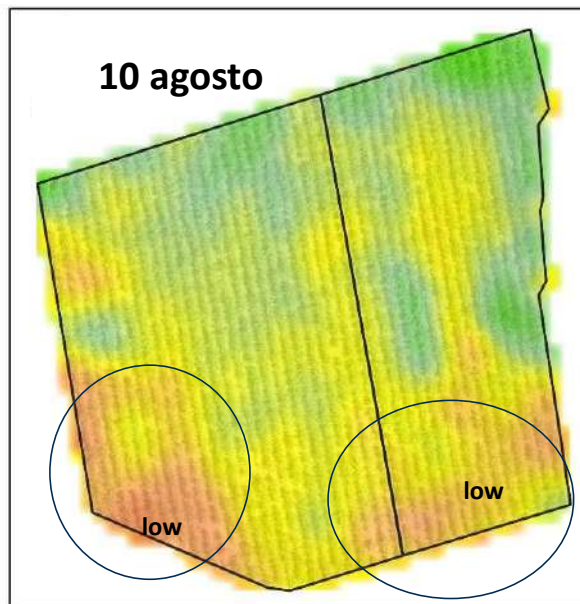
Immagine RGB



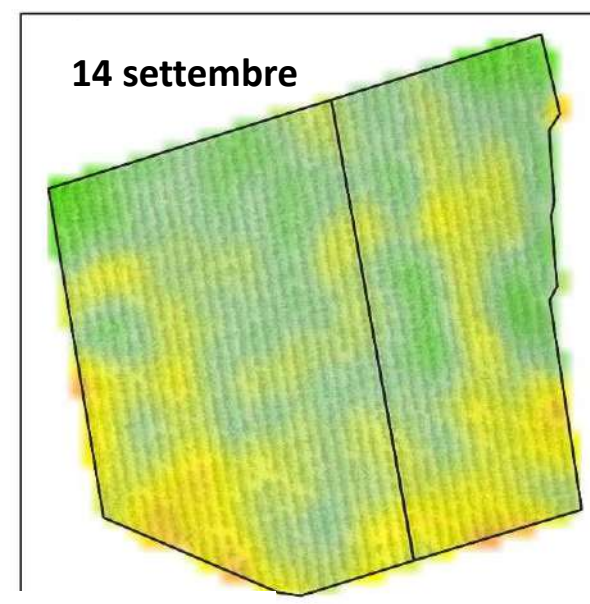
2021



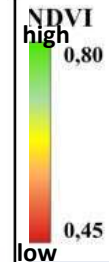
Prechiusura grappolo - Invaiatura



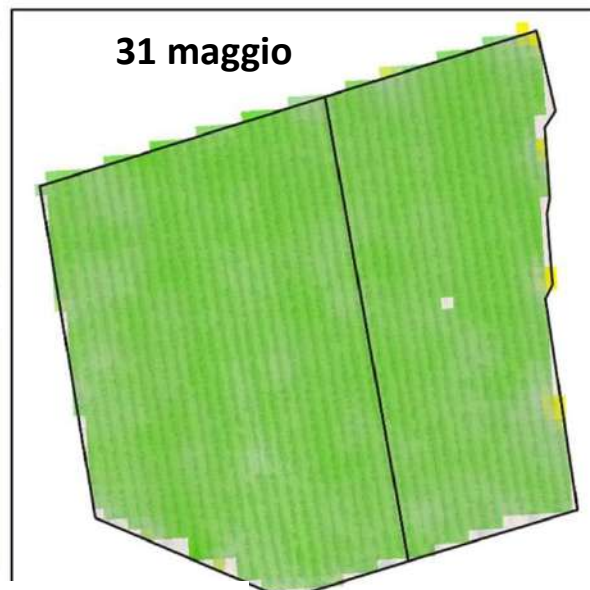
Inizio maturazione



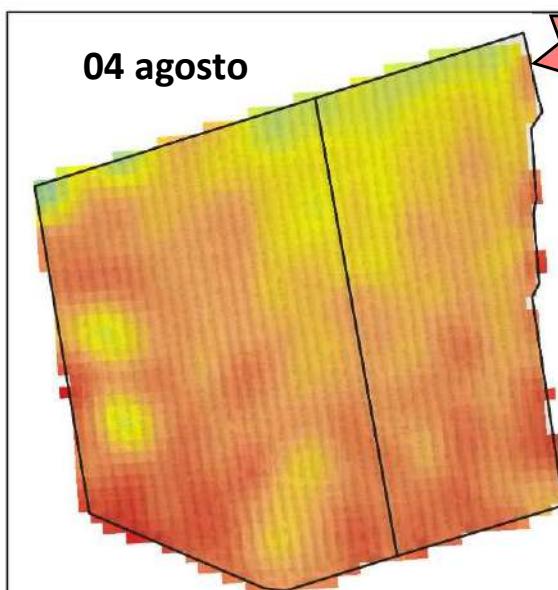
Maturazione



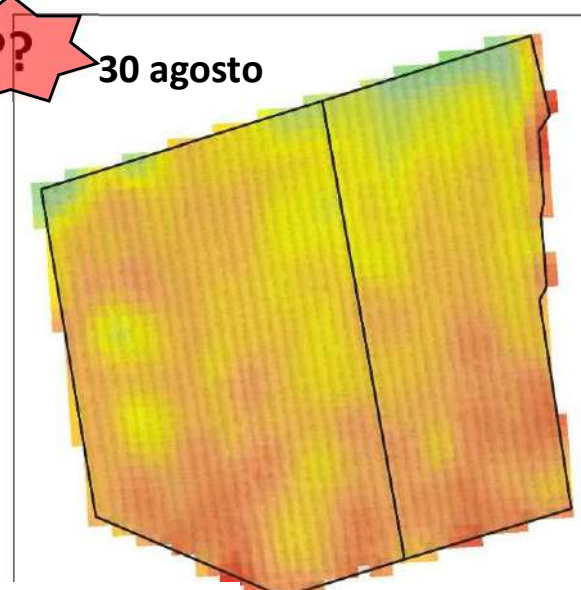
2022



Fine Fioritura



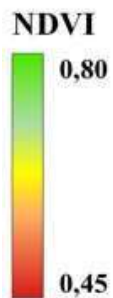
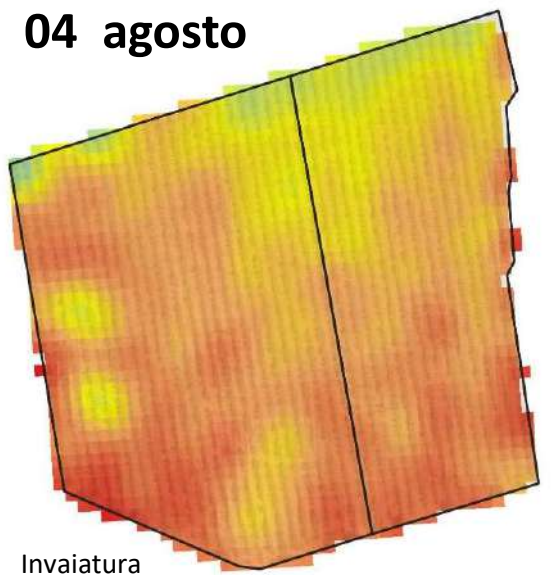
Invaiatura



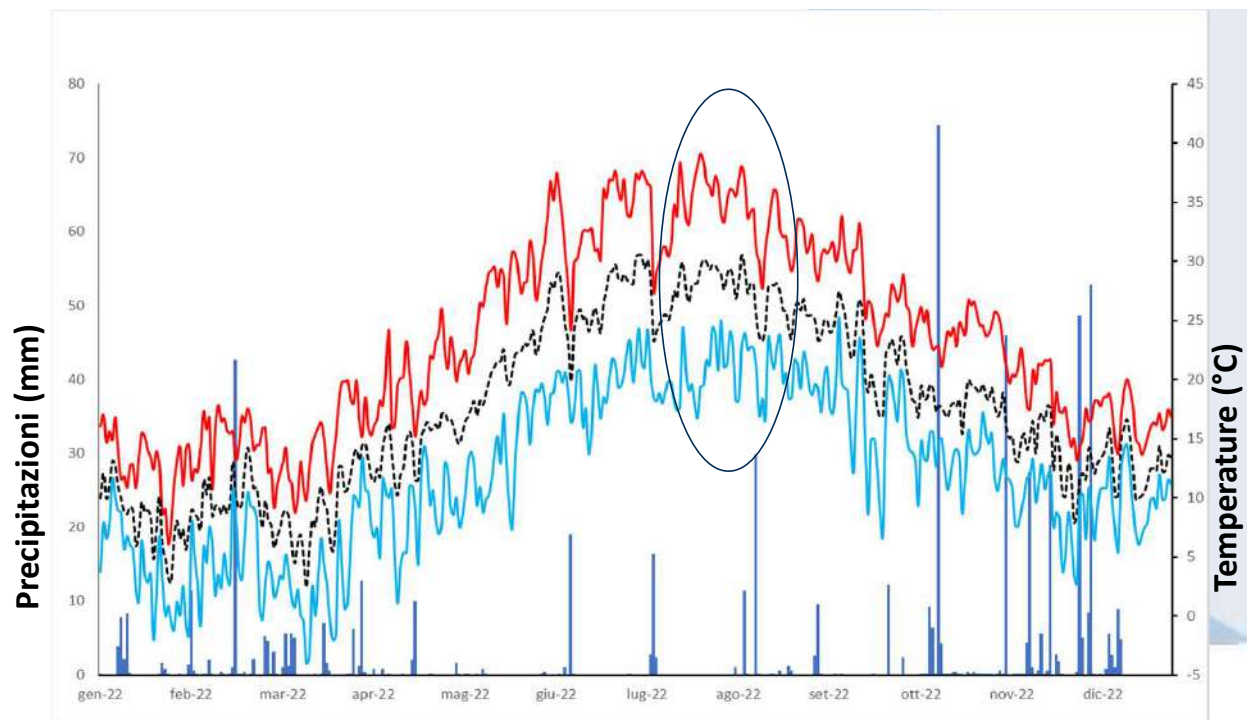
Maturazione

2022

04 agosto

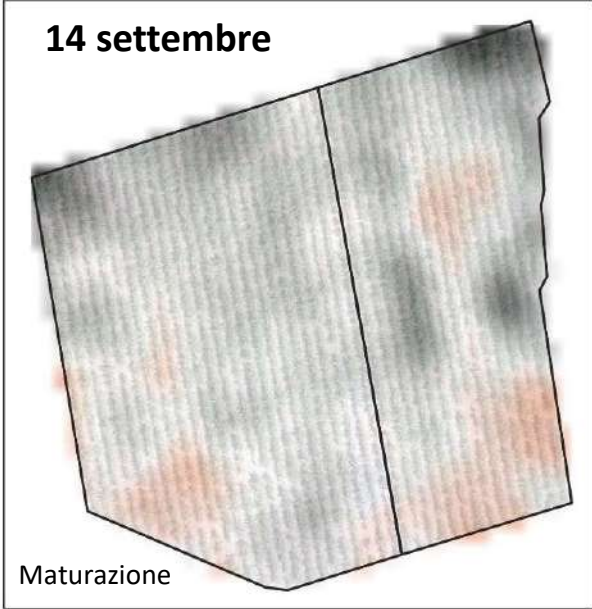


Andamento termo-pluviometrico Ugento – ANNO 2022

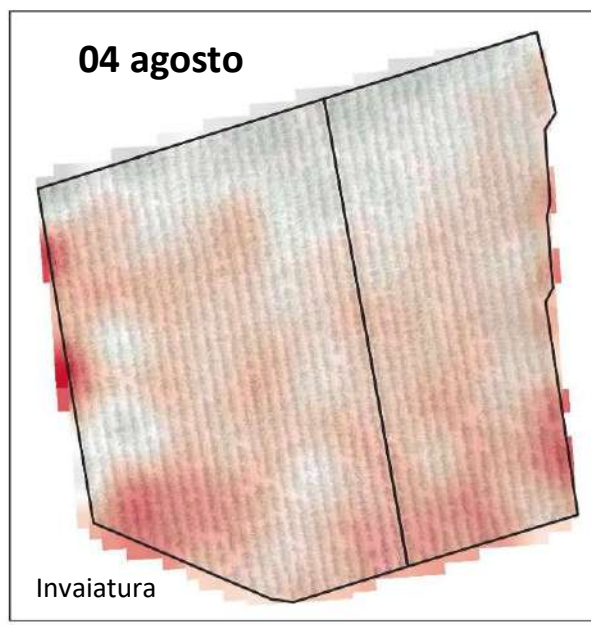


Maturazione

2021

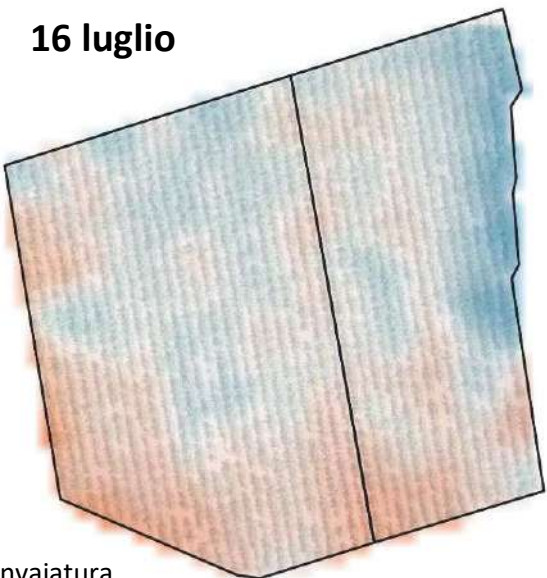


2022



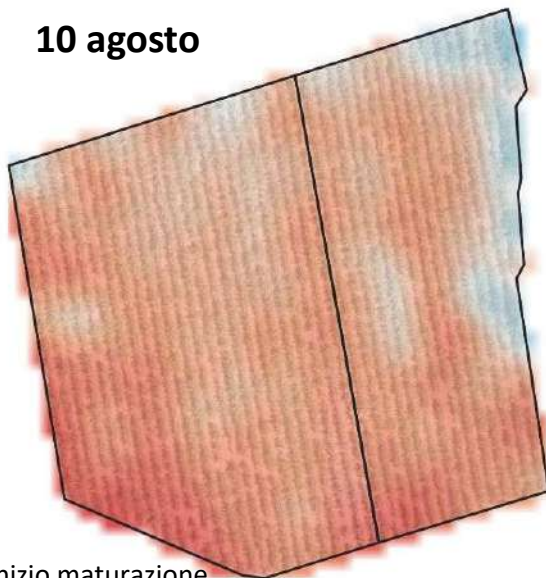
2021

16 luglio



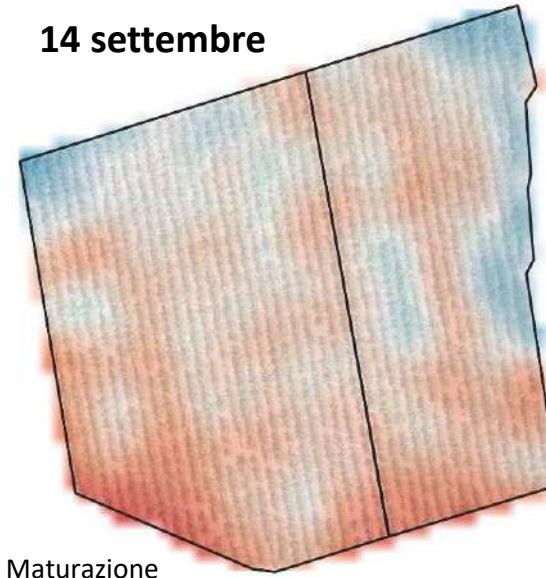
Invaiatura

10 agosto



Inizio maturazione

14 settembre



Maturazione

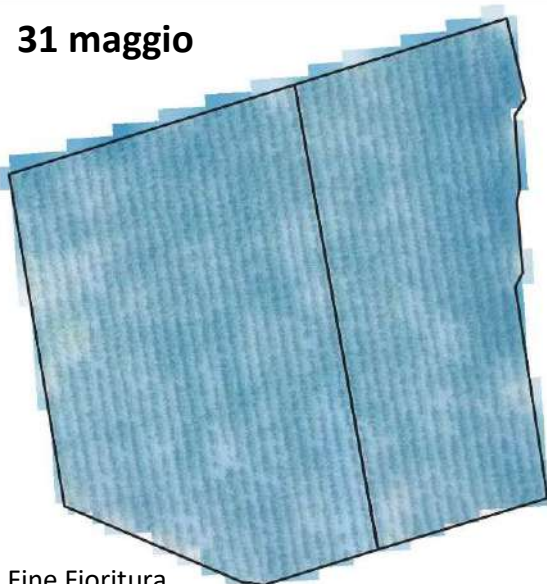
OSAVI

0,51

0,21

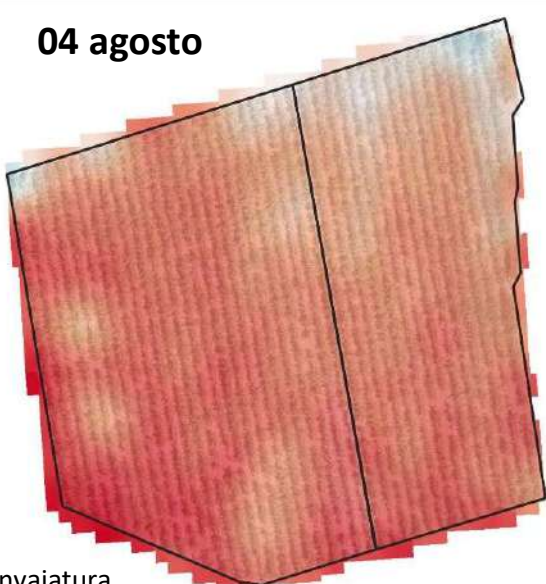
2022

31 maggio



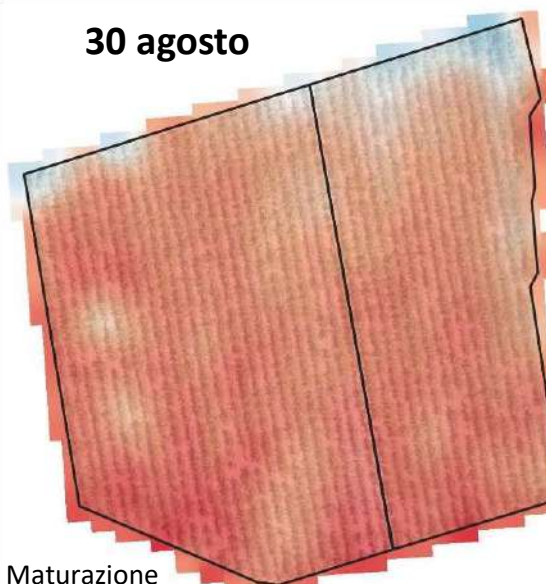
Fine Fioritura

04 agosto



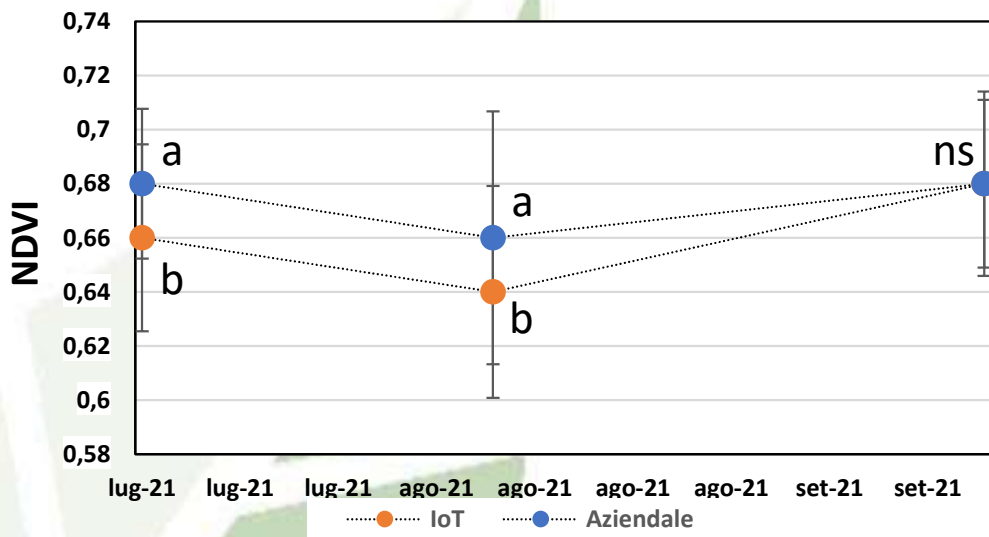
Invaiatura

30 agosto

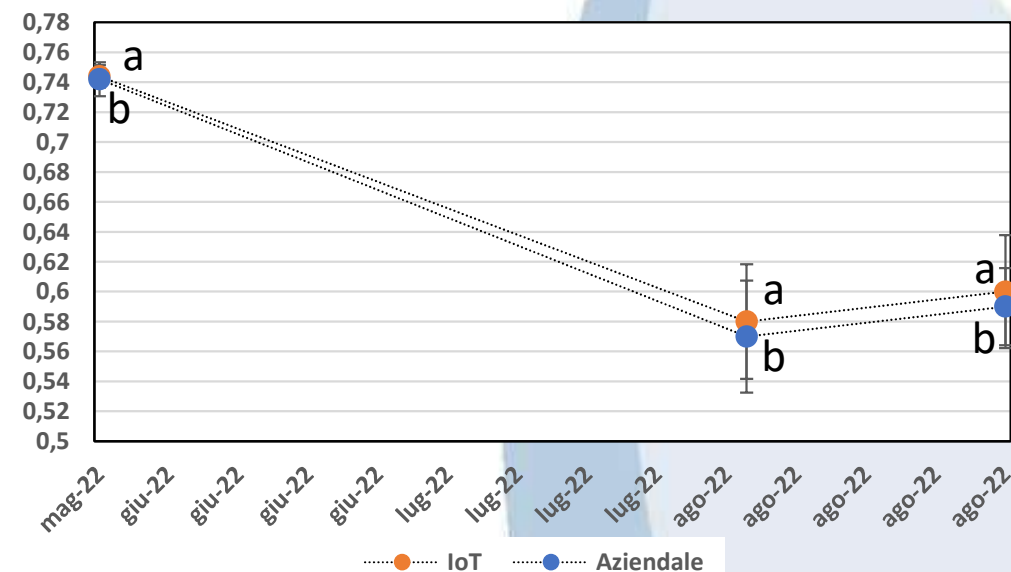


Maturazione

2021

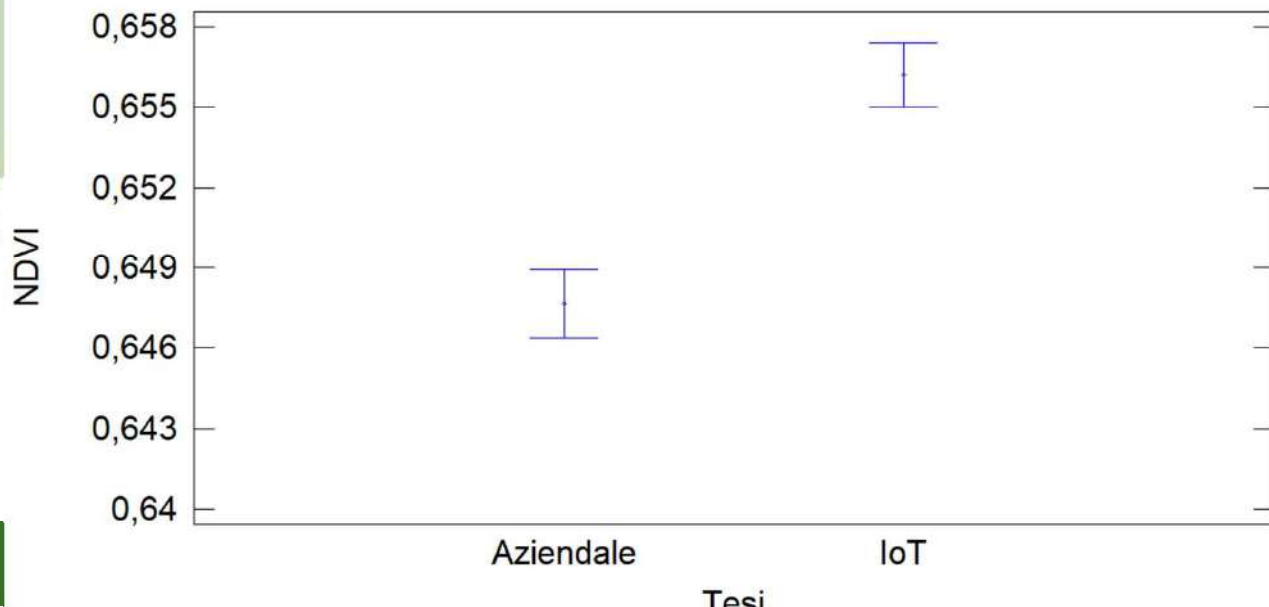


2022



Valori medi NDVI; i dati sono stati elaborati secondo il test t di Student con un livello di confidenza del 99%. A lettere diverse corrispondono medie significativamente differenti ($p \leq 0,01$)

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Analisi della
varianza '21 - '22

Agro Casarano (LE)

Caratteristiche Impianto

- cv **Negro amaro**
- Doppio cordone speronato
- Distanze: 0,80 x 2,30 m
- Irriguo

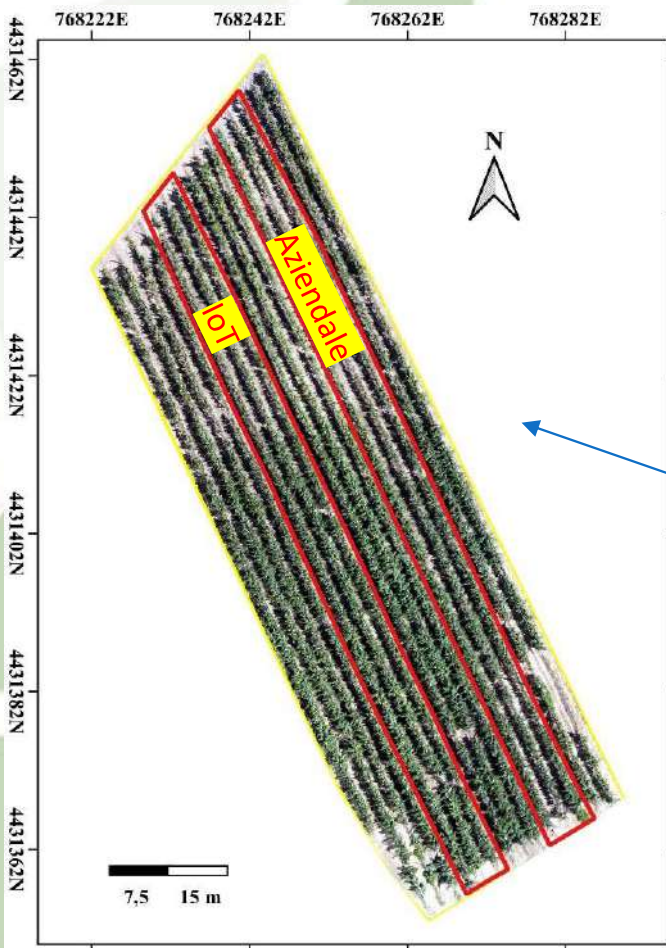
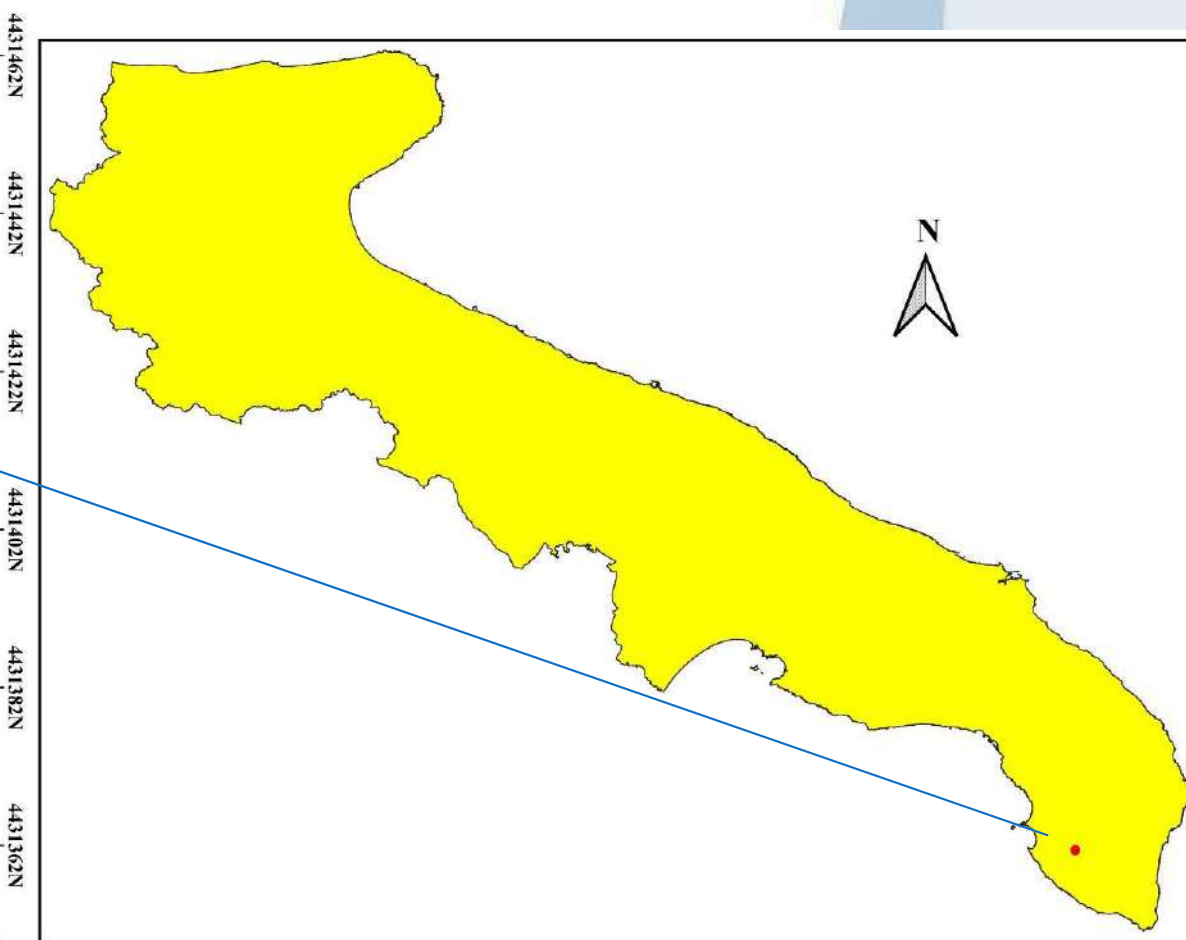
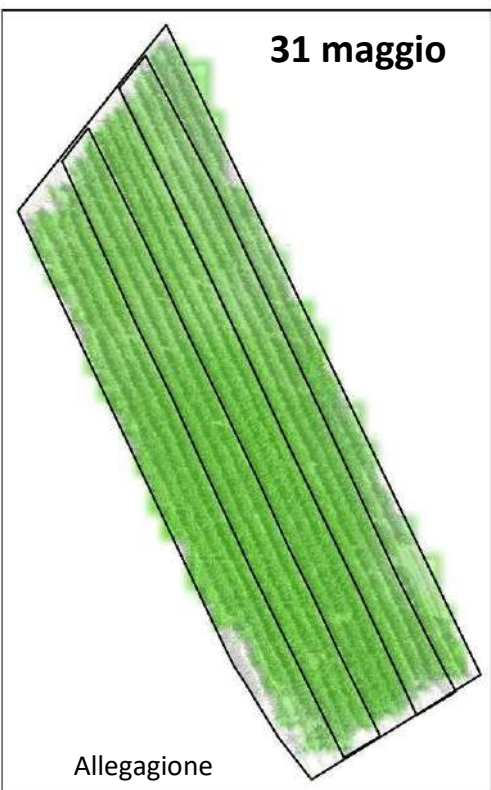
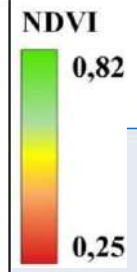
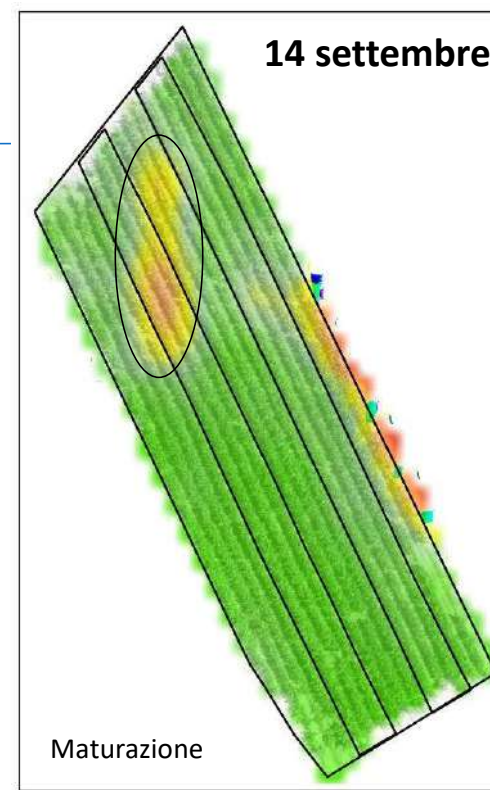
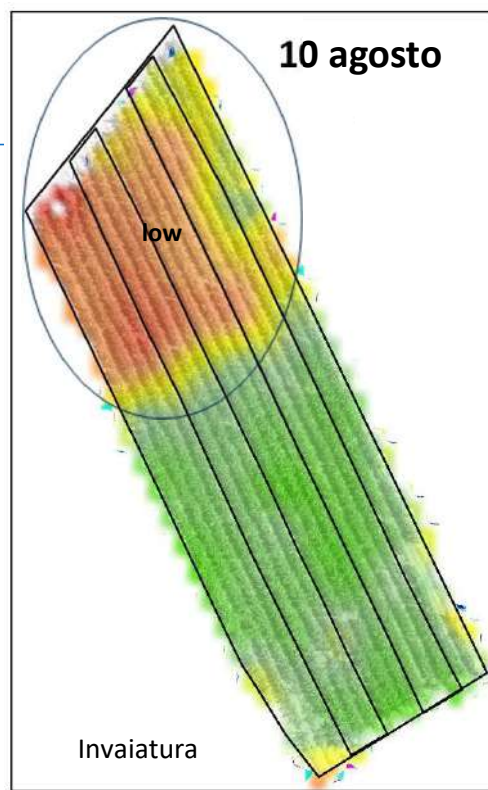
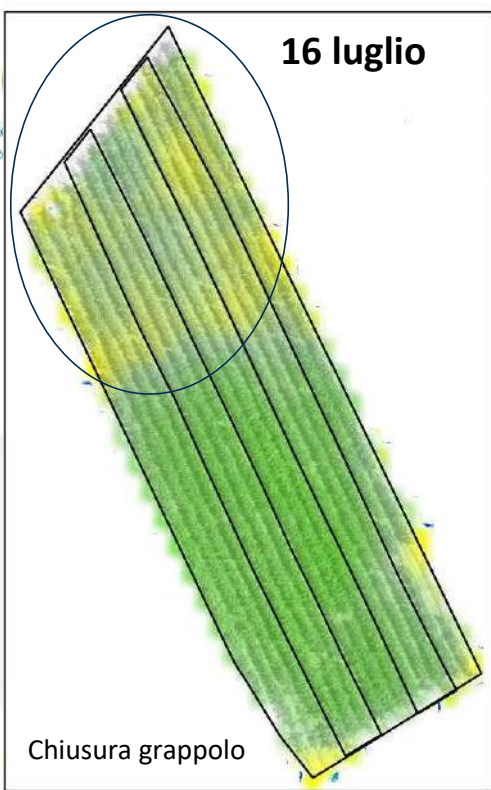
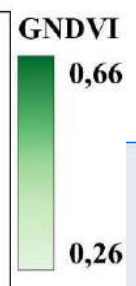
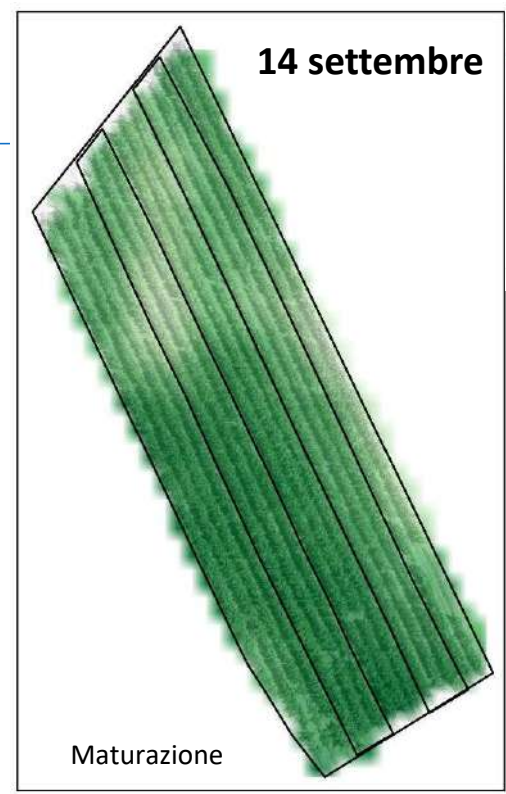
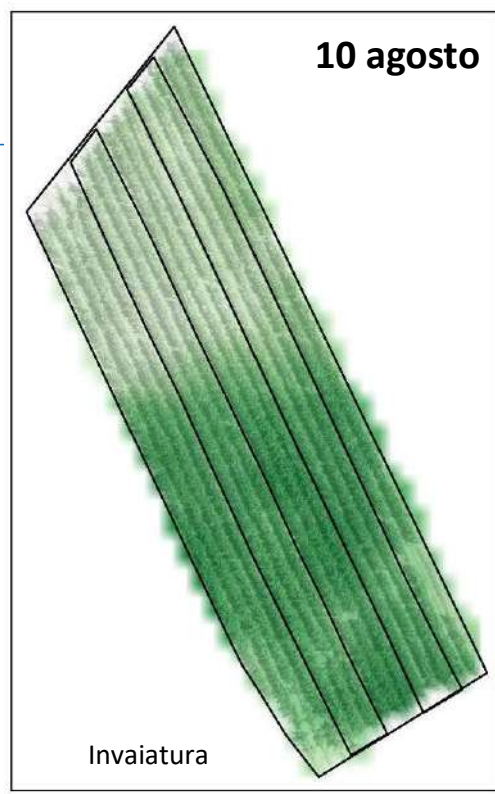
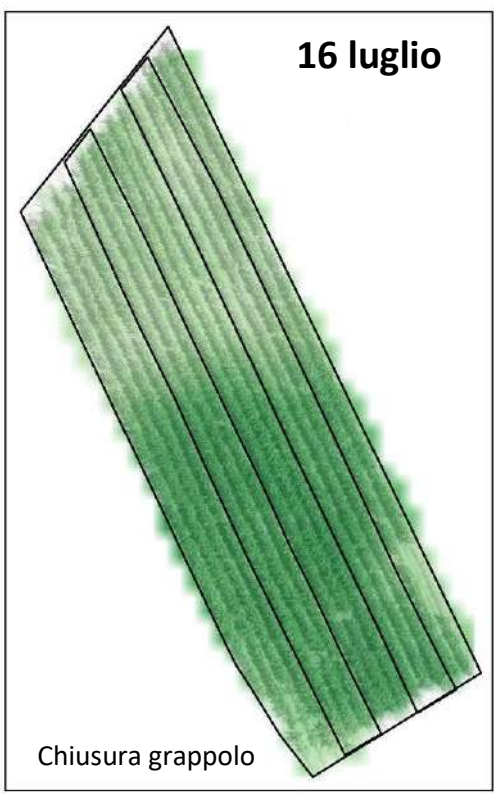


Immagine RGB

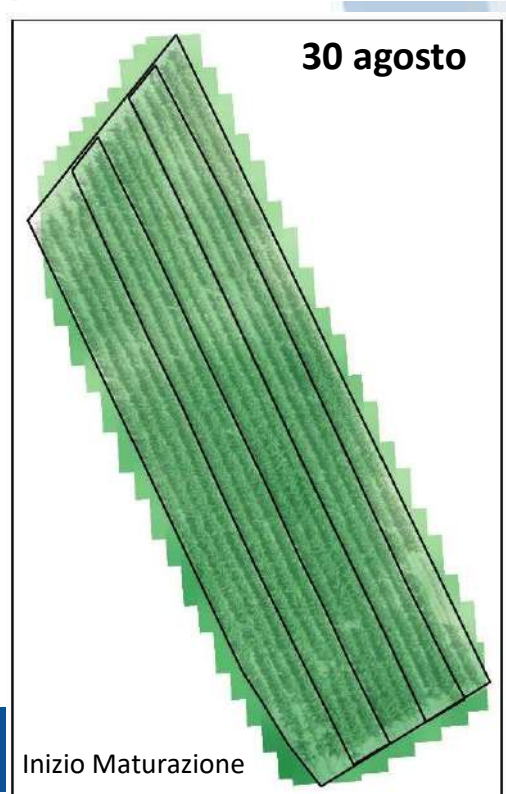
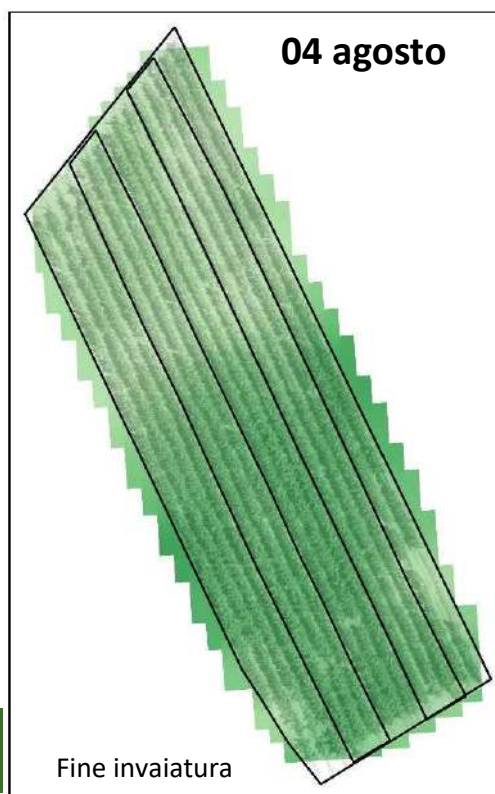
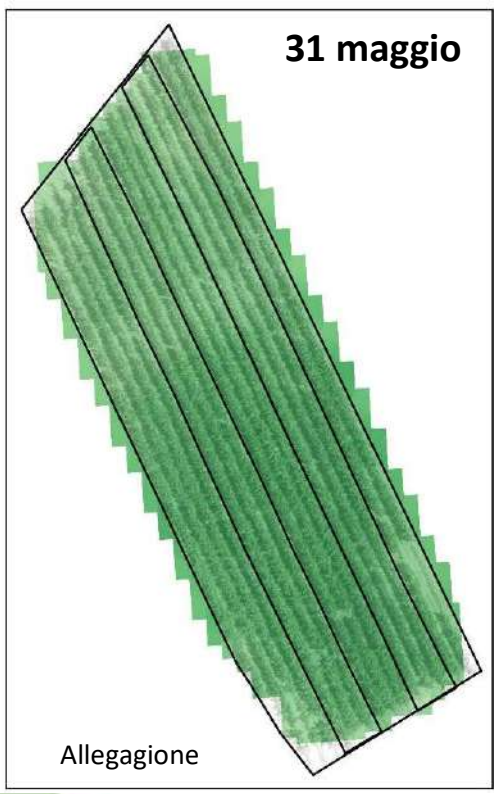


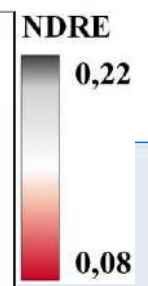
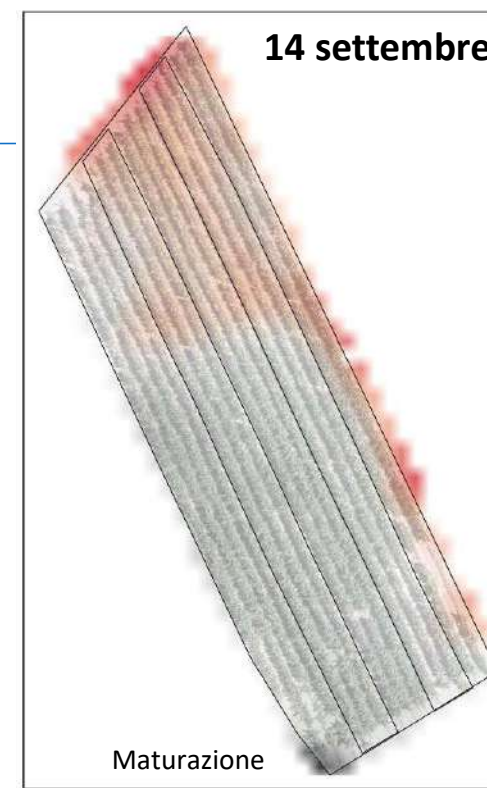
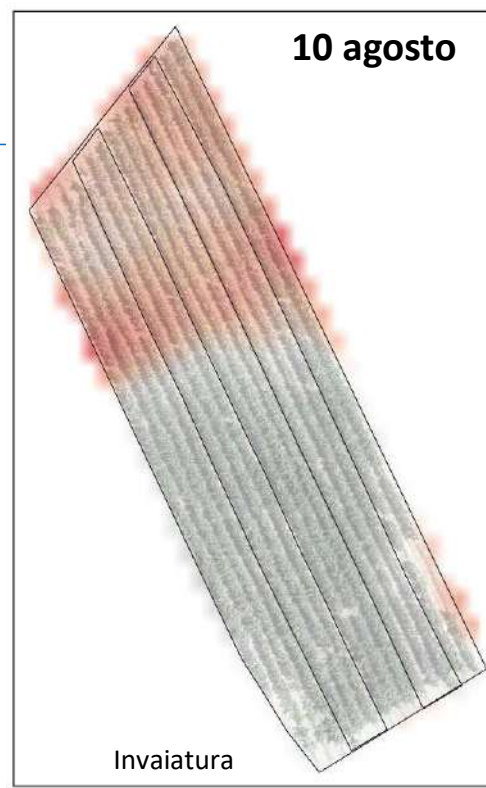
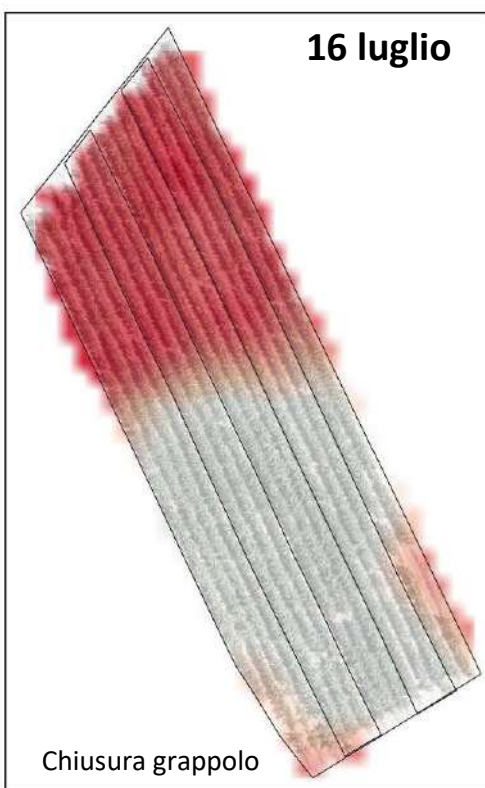


2021

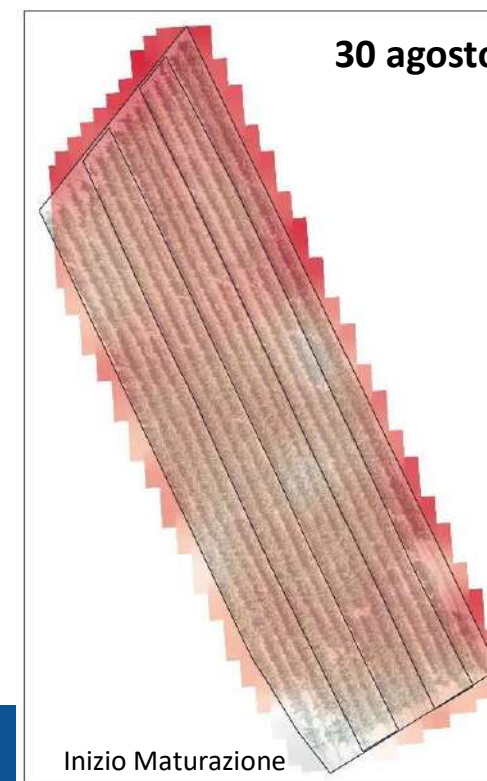
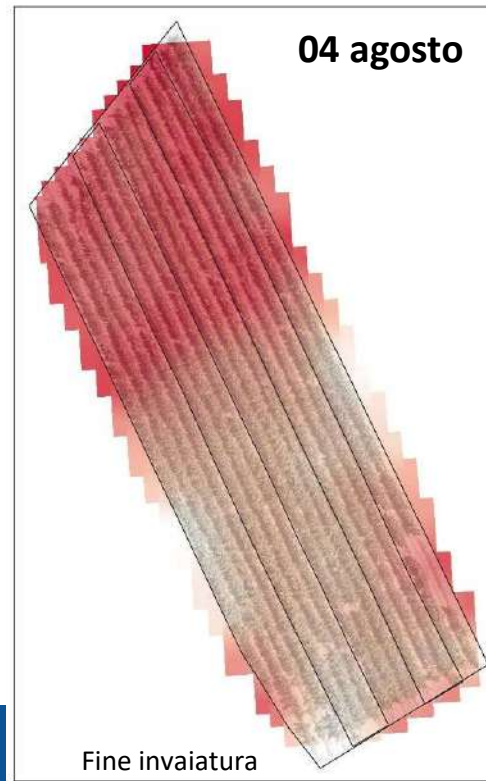
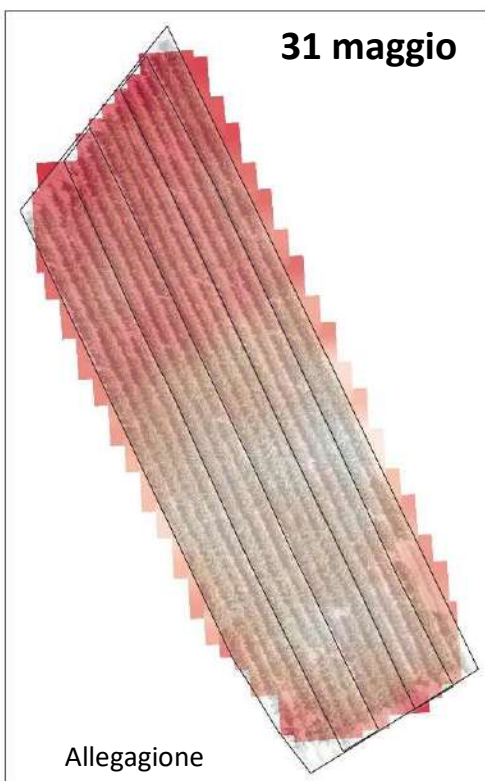


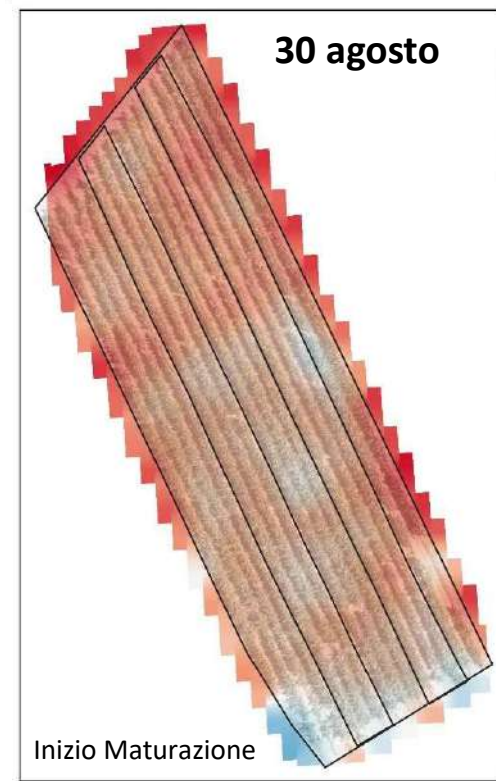
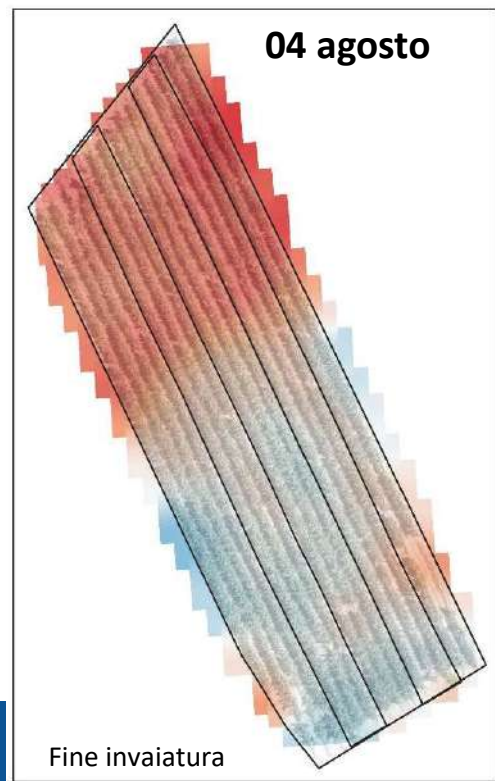
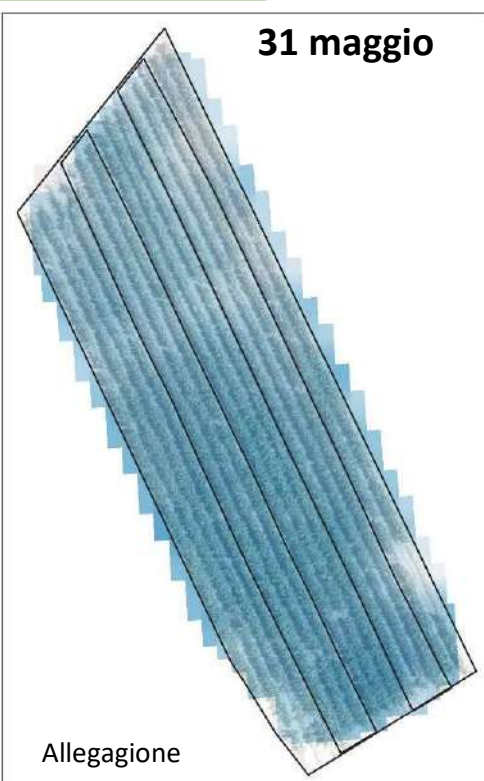
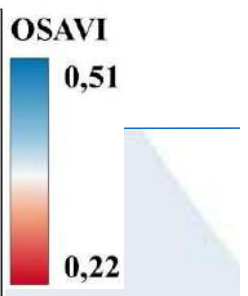
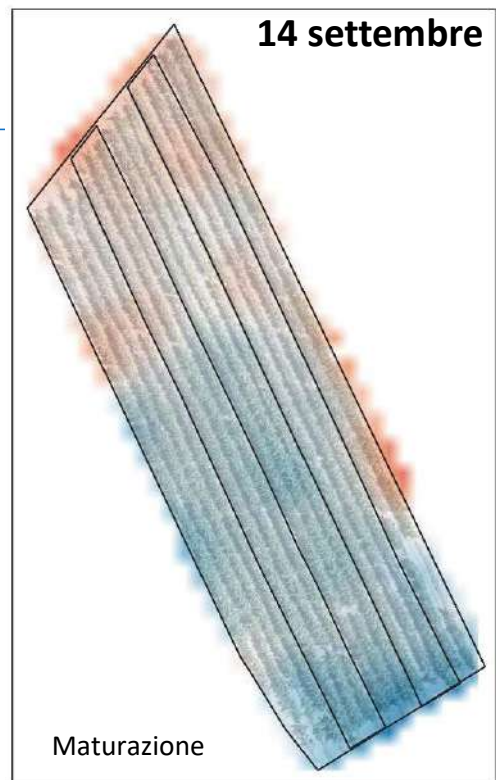
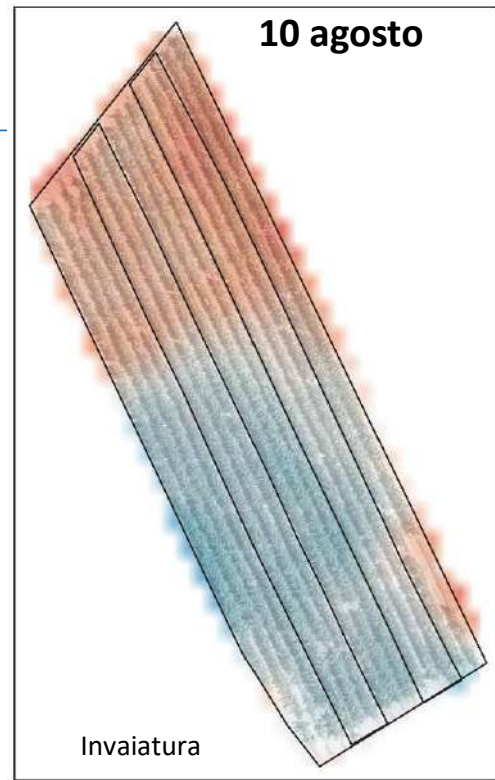
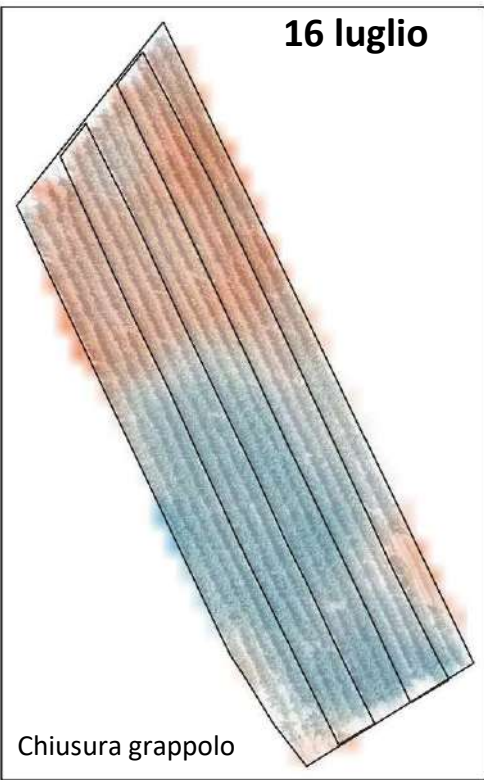
2022



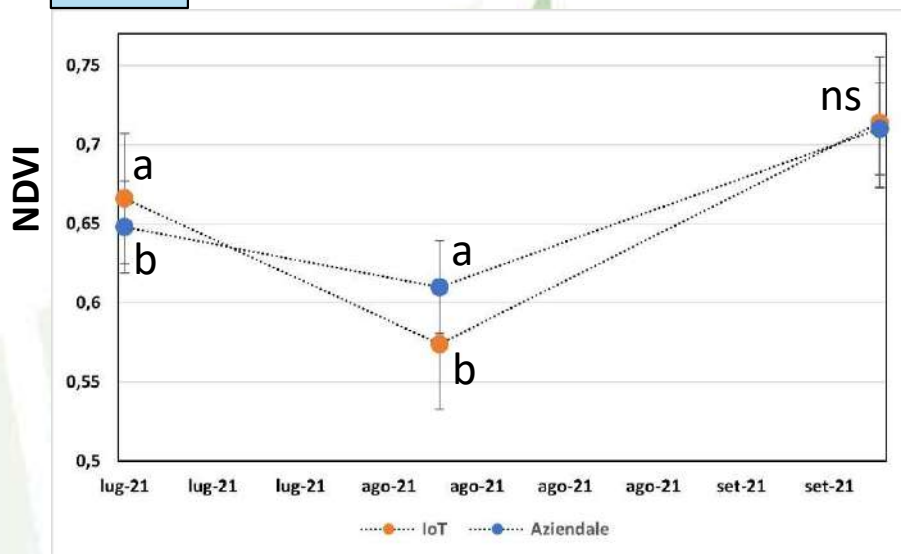


2022

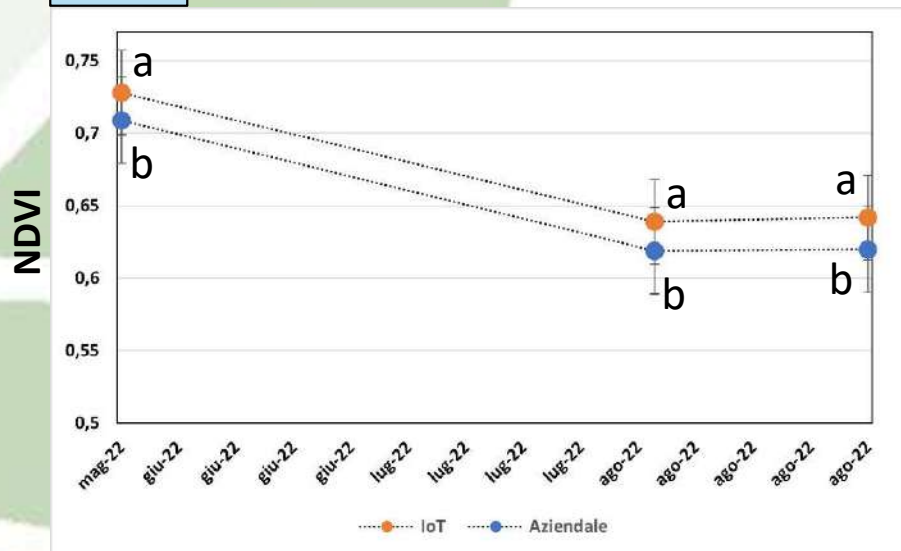




2021

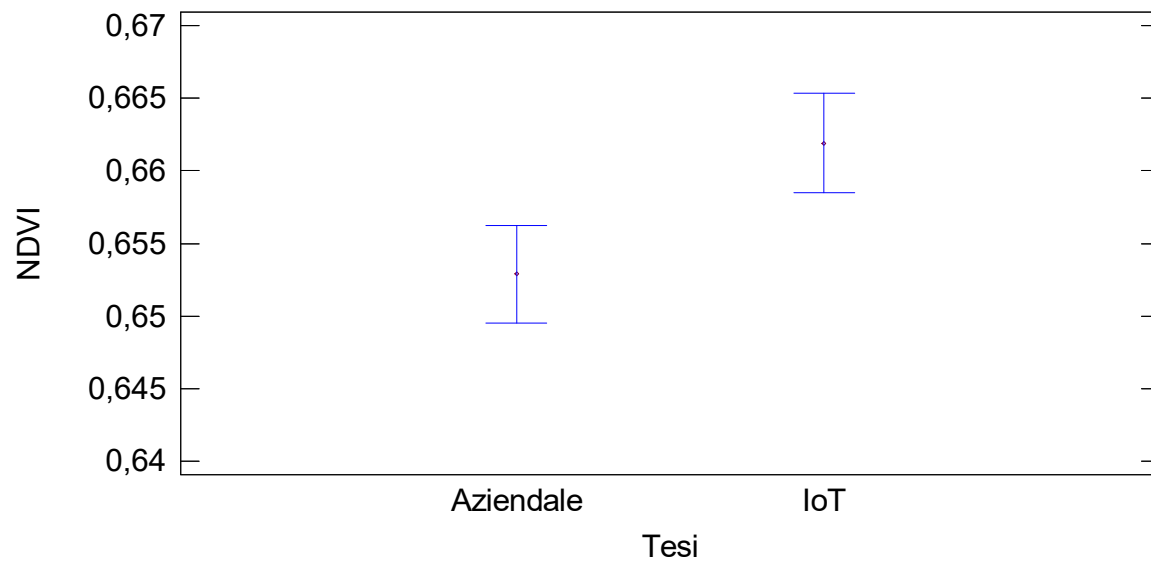


2022



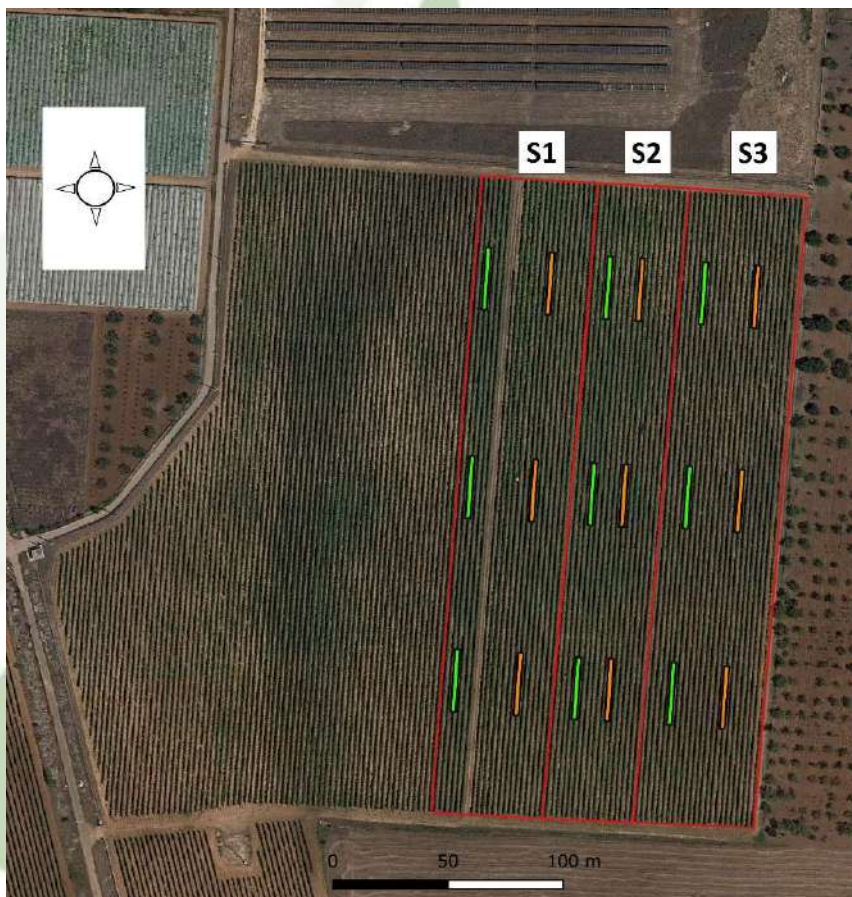
Analisi della varianza_Anno '21-'22

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Valori medi NDVI; i dati sono stati elaborati secondo il test t di Student con un livello di confidenza del 99%. A lettere diverse corrispondono medie significativamente differenti ($p \leq 0,01$)

Agro Gioia del Colle (BA)



Caratteristiche Impianto

- cv **Minutolo**
- Cordone speronato
- Distanze: 0,80 x 2,10 m
- Irriguo

2 Fattori sperimentali



Cover crops (inerbimenti):

S1: miscuglio favino, pisello, triticale e avena;

S2: miscuglio segale, triticale, avena sativa, avena strigosa, veccia comune, pisello proteico, pisello foraggero, trifoglio alessandrino, trifoglio incarnato, 4 Crucifere, Phacelia;

S3: miscuglio avena, triticale, veccia, trifoglio incarnato, trifoglio alessandrino, senape bruna, Phacelia.

Carica di gemme:

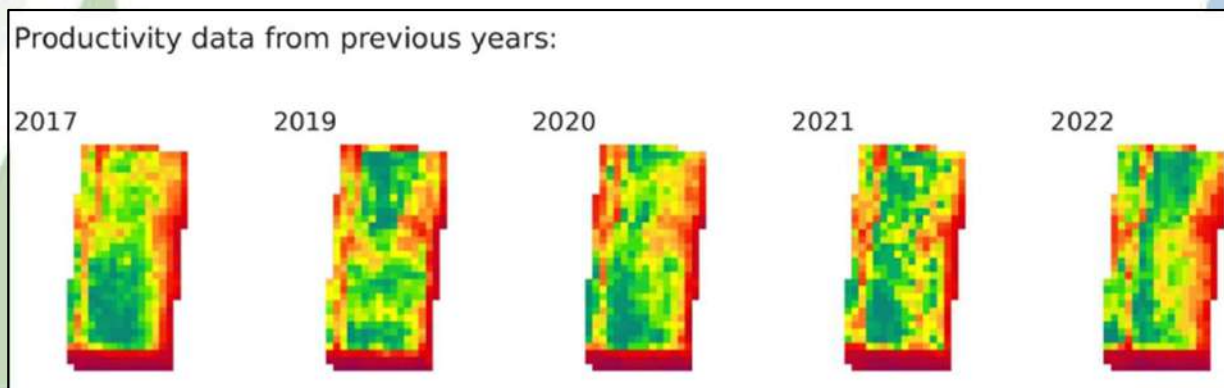
-  **CB:** Carica bassa (10 gemme)
-  **CA:** Carica alta (16 gemme)

Obiettivi:

- Implementazione del disegno sperimentale
- Analisi conoscitiva della variabilità sito-specifica

Analisi esplorativa attraverso algoritmi di deep learning (apprendimenti profondo)

vengono poste a confronto immagini satellitari per
l'indice vegetativo NDVI di diversi anni ('17 – '22)



L'algoritmo analizza tutte le immagini nel tempo (anni) e nello spazio (coordinate geografiche) e individua delle zone omogenee denominate **produttività media**;

Risultato:

indica nel tempo se queste aree sito-specifiche si trovano spazialmente nelle stesse zone o se hanno avuto variazioni.

4.42 ha, Uva

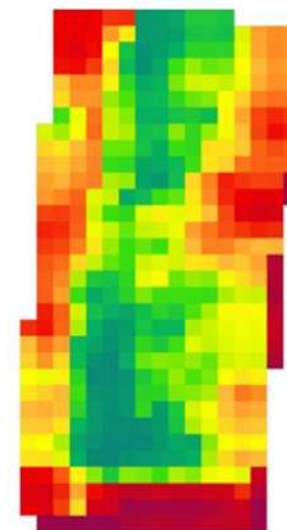
Produttività media

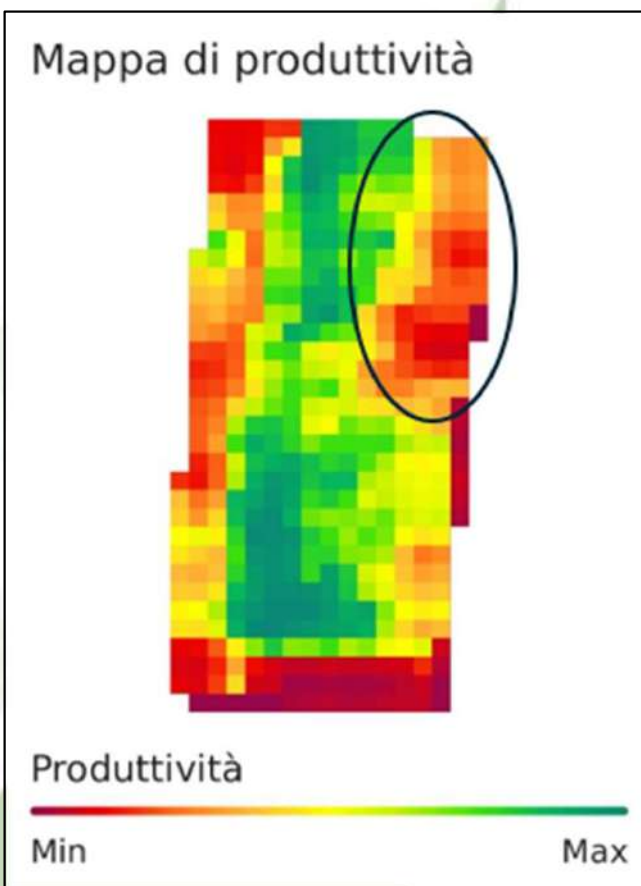
Nelle immagini selezionate, le zone con indice NDVI basso e alto si trovano nelle stesse aree da una stagione all'altra. Ciò significa che nelle zone del campo a bassa produttività, è presente un fattore limitante che inibisce la produttività di queste aree da un anno all'altro.

Produttività

Min

Max





Da quanto analizzato la mappa indica che ci sono aree che non hanno mutato nel tempo la loro spazializzazione, ma i loro valori di NDVI sono bassi (vedi ellisse sulla mappa) e potrebbero essere dovuto ad un fattore limitante come scarsa sostanza organica in quella zona o basso franco di coltivazione, imputabile alle caratteristiche chimico-fisiche del suolo.

Consiglio

Sarebbe opportuno indagare in maniera più approfondita con analisi chimico-fisiche ed idrologiche del suolo, andando ad eseguire un campione nella zona evidenziata.

PUGLIA VITIVINICOLA DELL'INTERNET OF THINGS

Pu.V.I.o.T.
PUGLIA VITIVINICOLA INTERNET OF THINGS

Agro Ugento (LE)

Caratteristiche Impianto

- cv **Primitivo**
- Doppio cordone speronato
- Distanze impianto: 0,80 x 2,30 m
- Irriguo

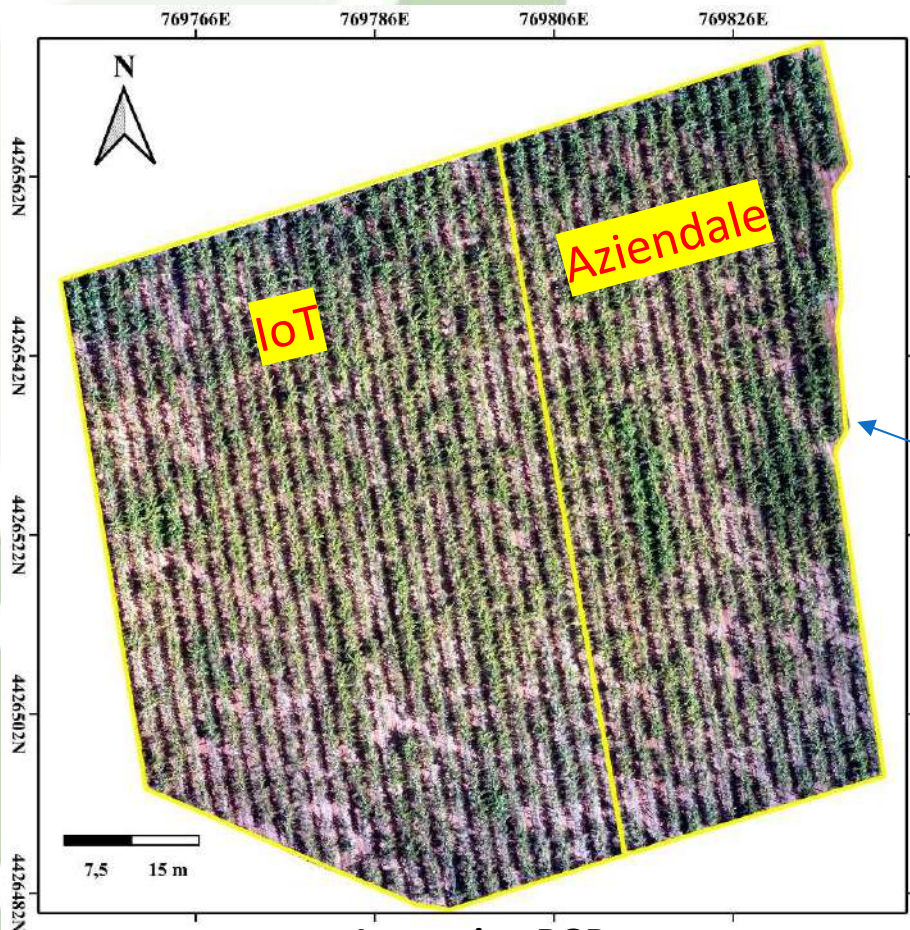
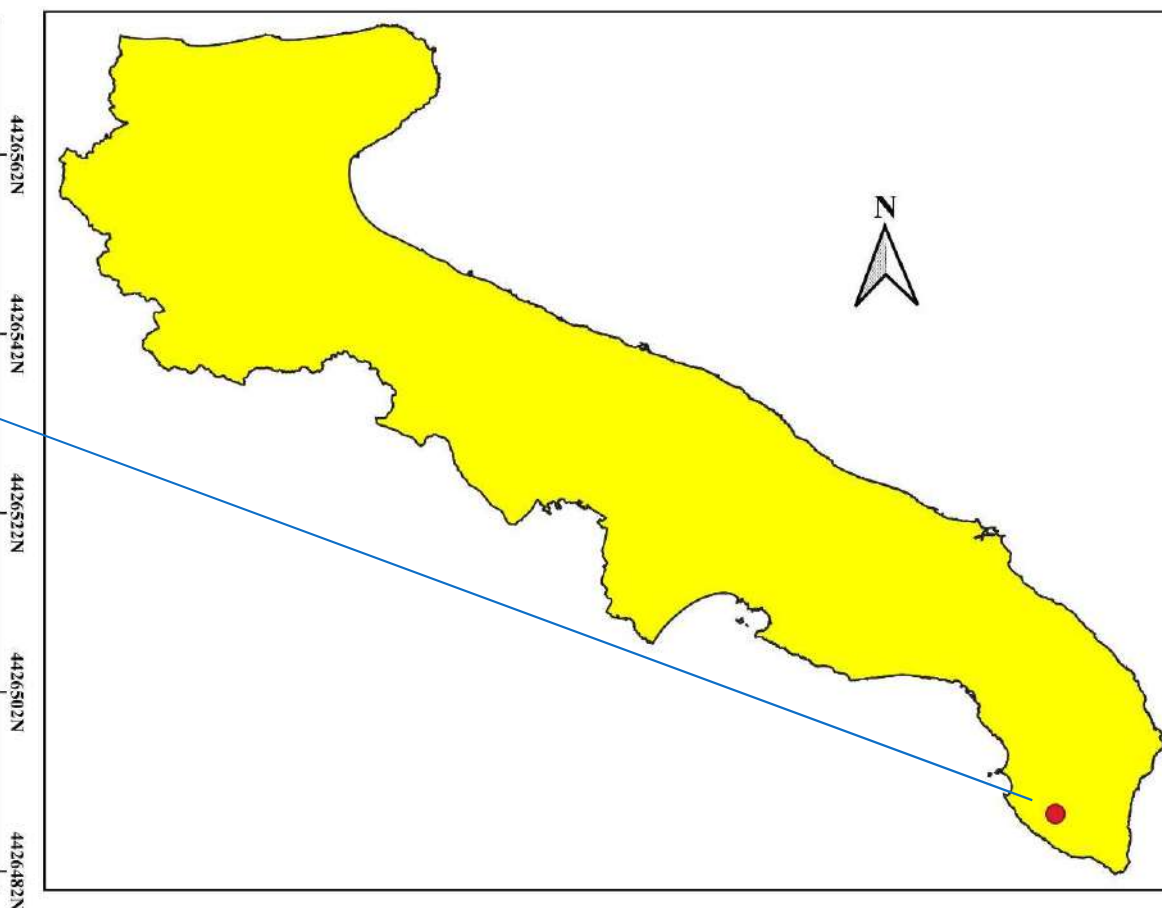


Immagine RGB



MONITORAGGIO PARAMETRI DELL'ATMOSFERA

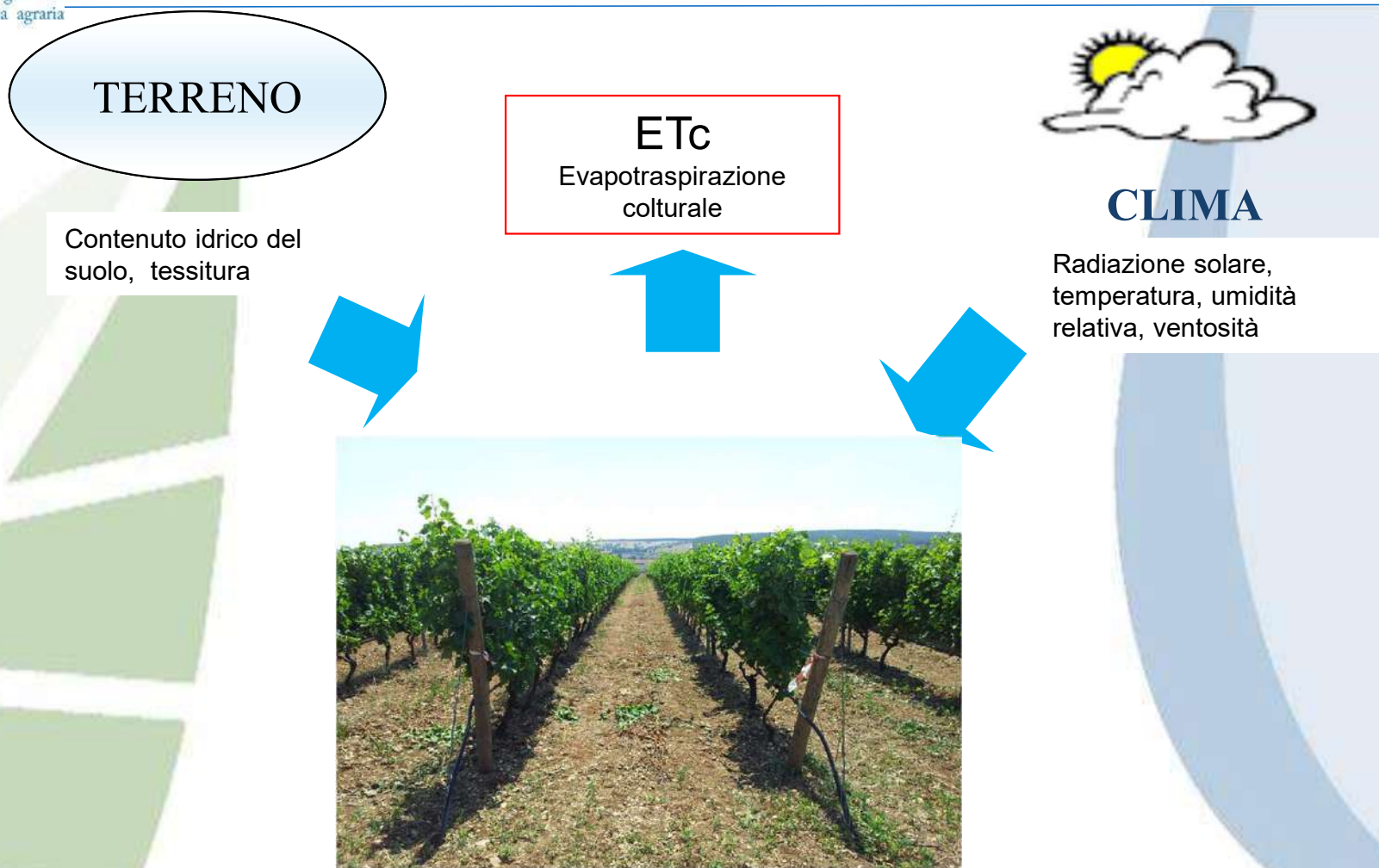
Attraverso l'utilizzo di dati relativi alle serie storiche dei dati meteo forniti da centraline meteorologiche è possibile effettuare una caratterizzazione climatica dell'area in cui insiste il vigneto quanto mai precisa e localizzata al fine di inquadrare gli elementi del clima che condizionano l'interazione vitigno-ambiente-risorse idriche.

Stima dell'ETo giornaliera, mensile e annuale e conoscenza delle esigenze idriche della coltura durante il ciclo colturale.



- L'evapotraspirazione (ET_c) viene stimata con diverse formule tra cui la formula di Penman-Monteith (FAO) o quella più semplice di Hargreaves-Samani adottando i coefficienti colturali proposti in ambiente mediterraneo (Allen et al., 1998).

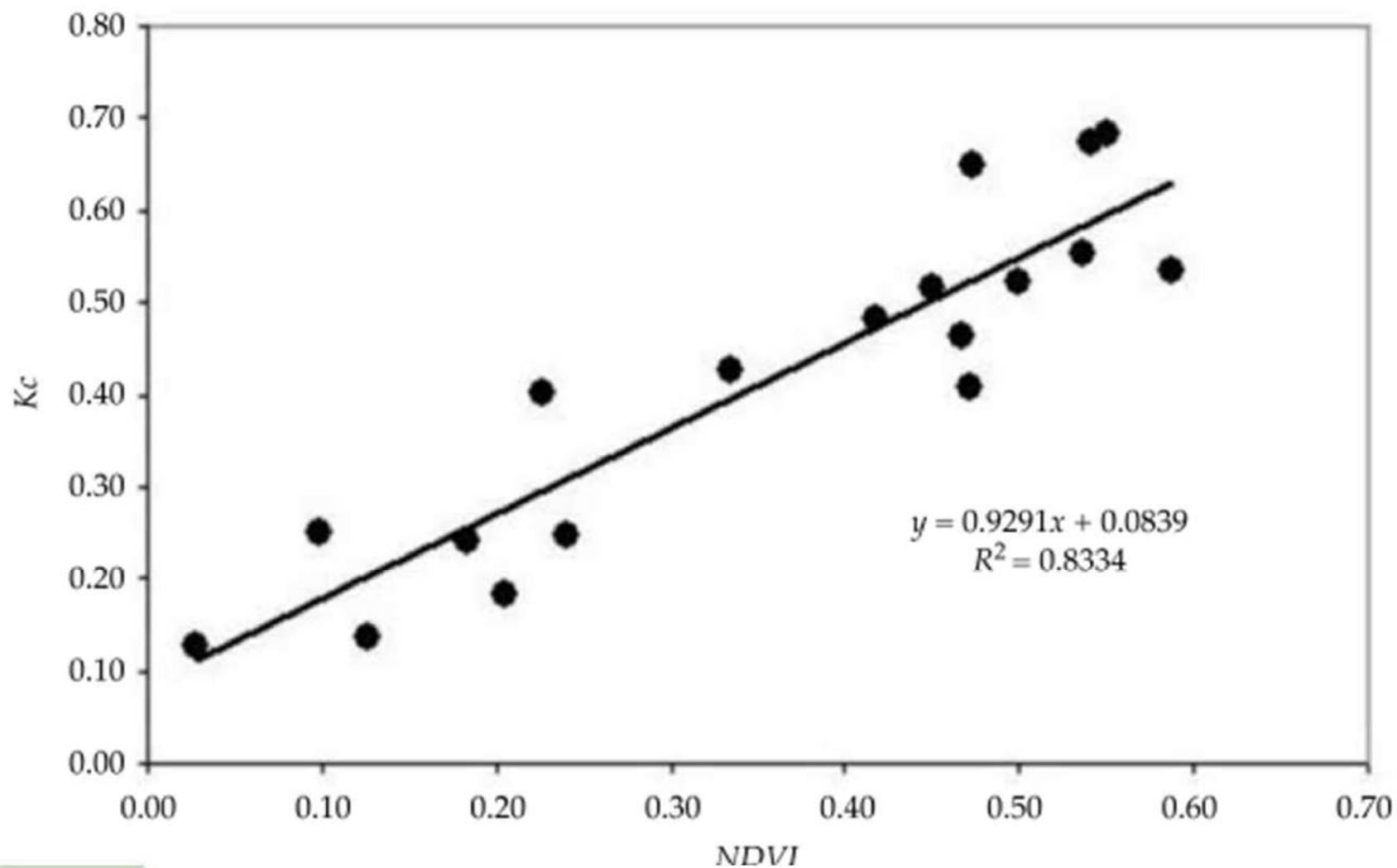
I consumi idrici e i fabbisogni irrigui



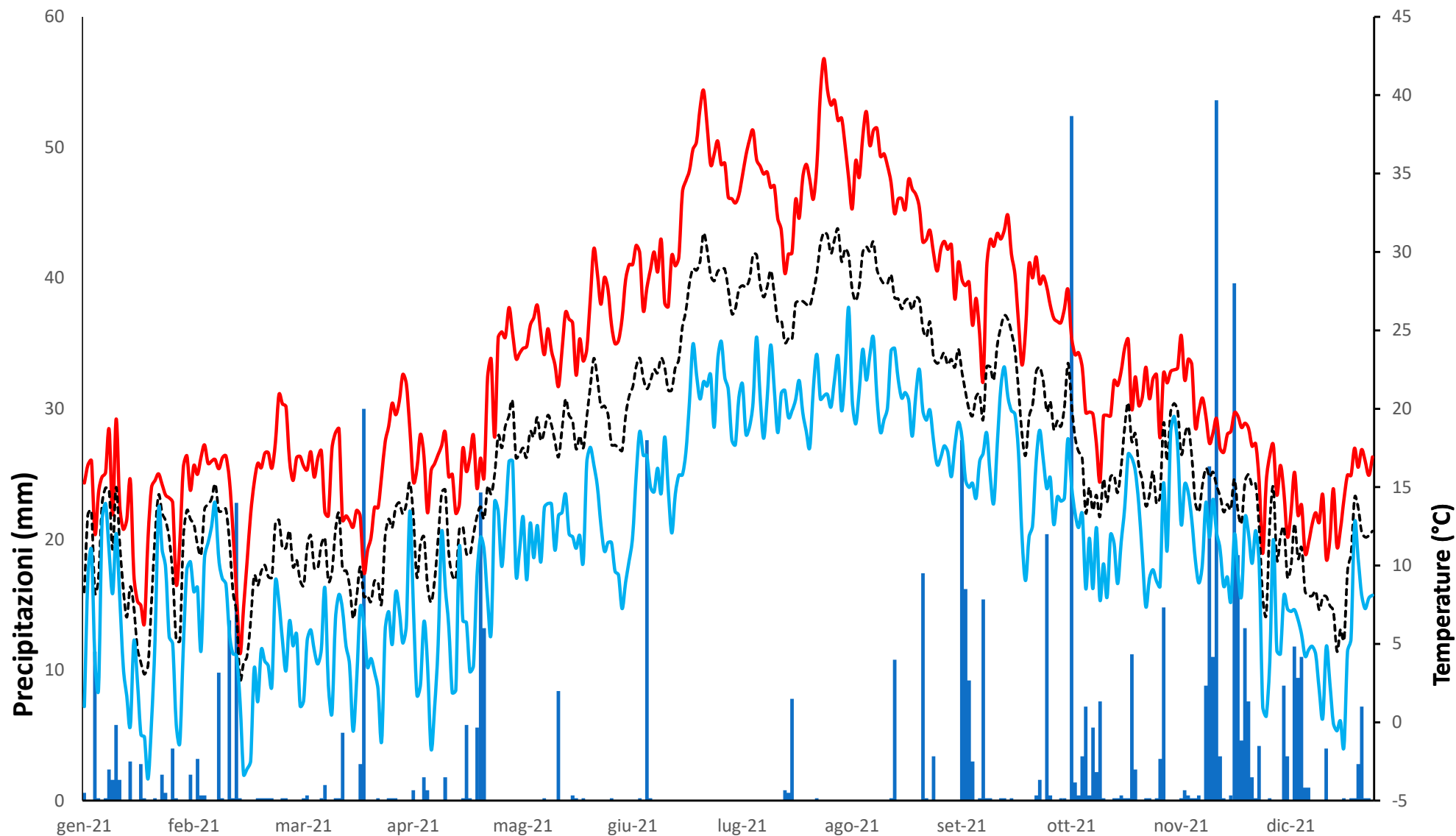
Evapotraspirazione colturale del vigneto $ETc = ETo \times Kc$

Kc varia in relazione alla fase fenologica, densità di impianto, tecnica colturale.

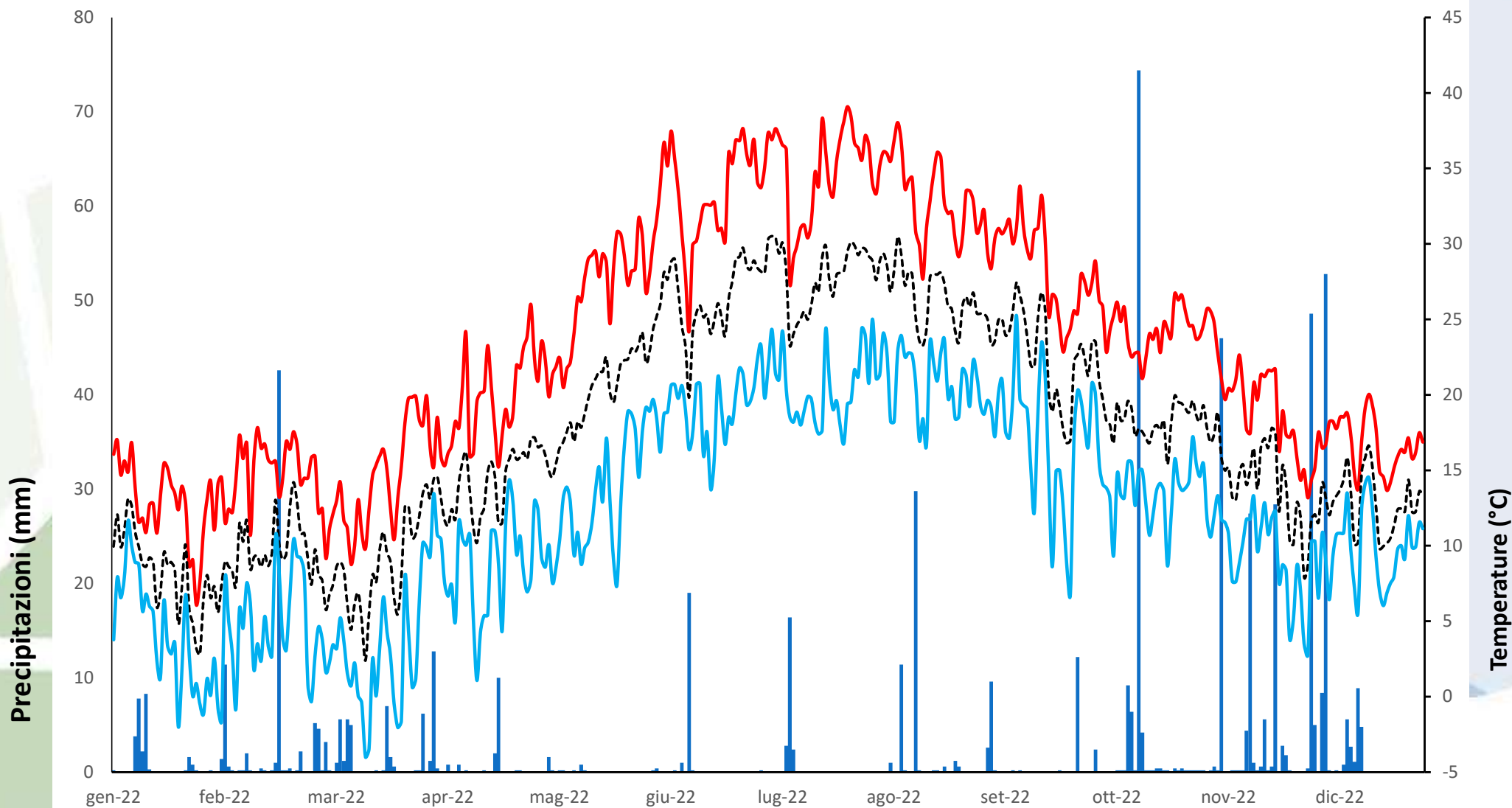
RELAZIONE LINEARE IN VITE TRA K_c (COEFFICIENTE COLTURALE) E NDVI



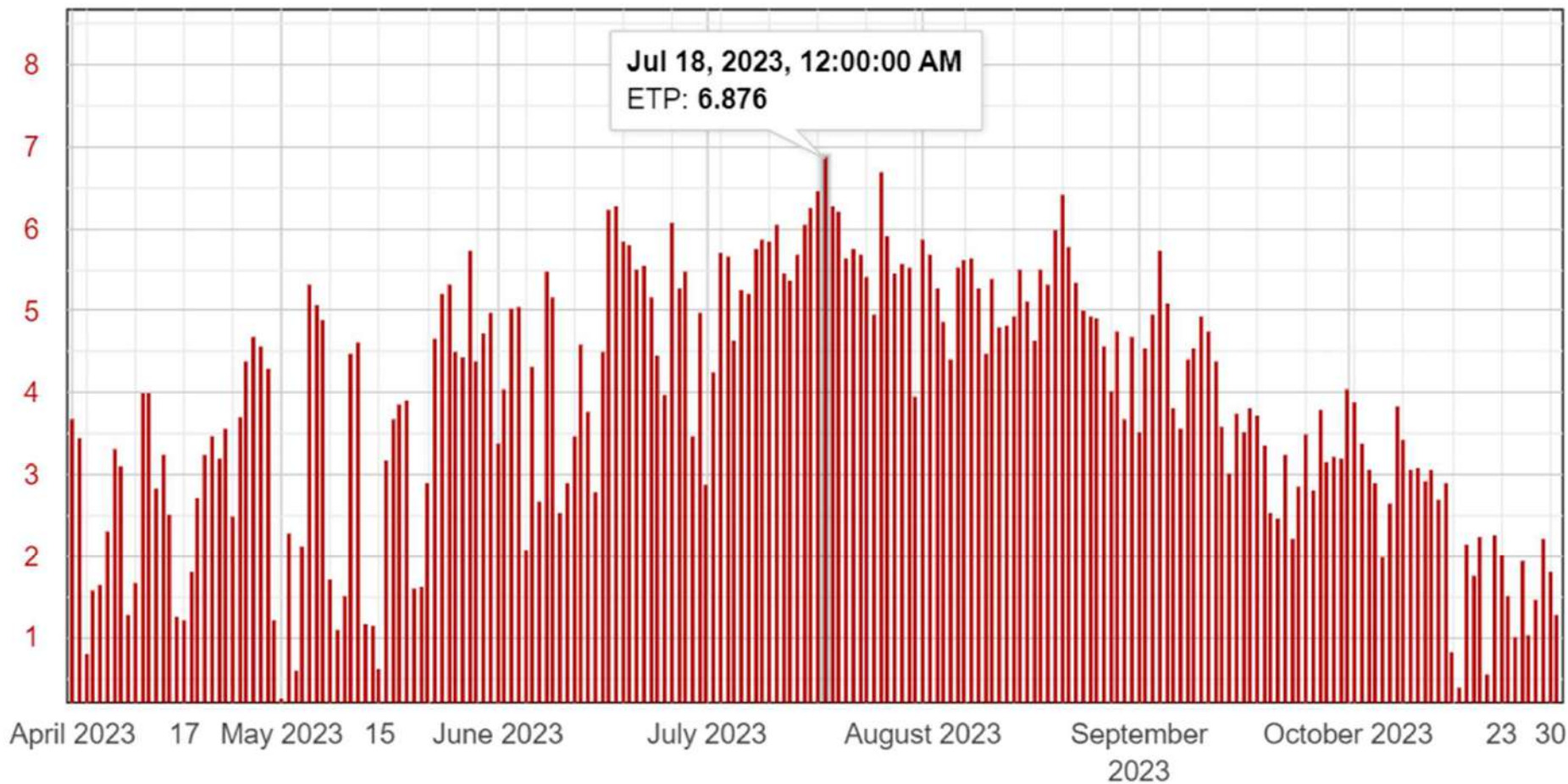
Andamento termo-pluviometrico - ANNO 2021

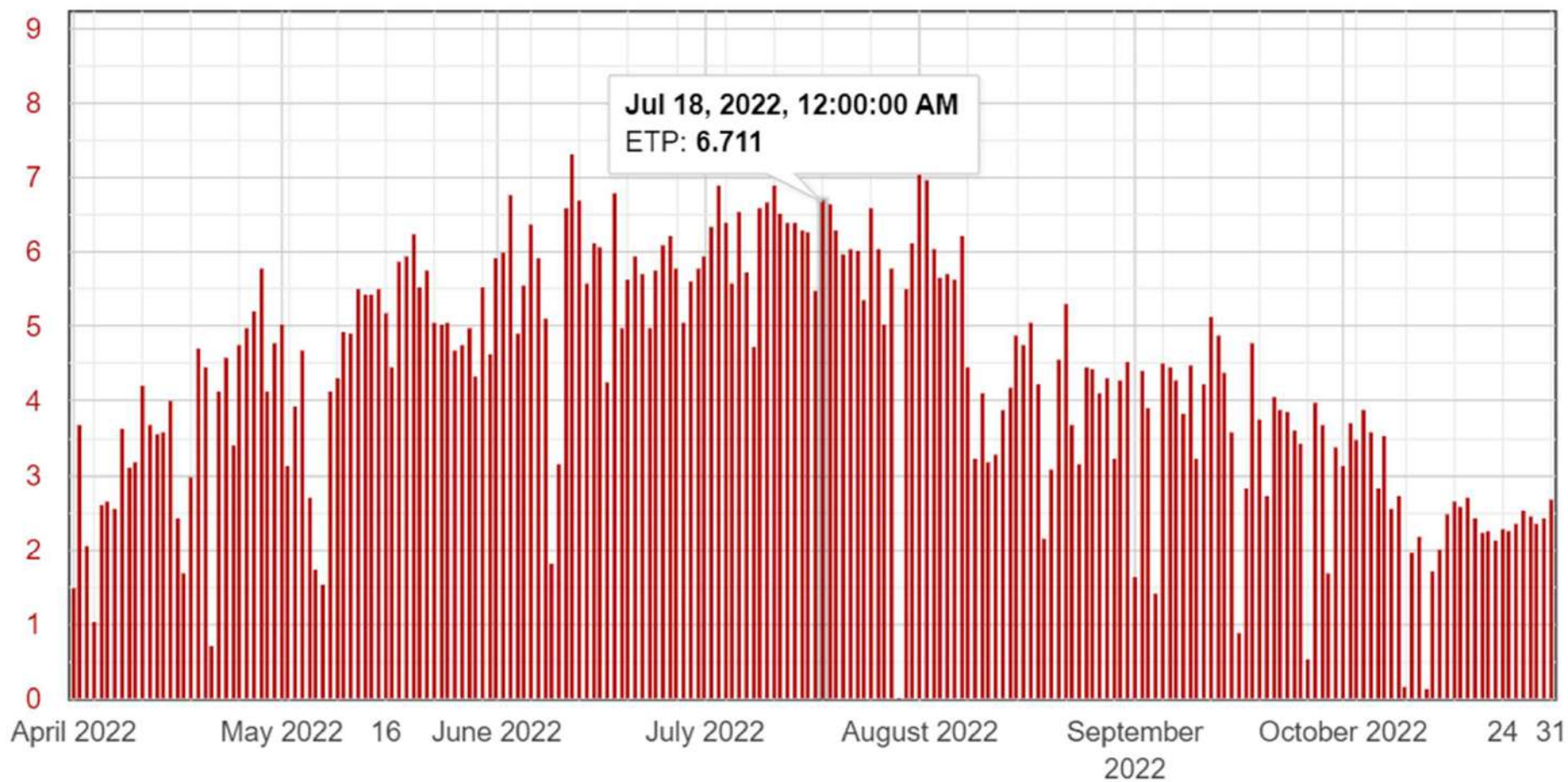


Andamento termo-pluviometrico - ANNO 2022

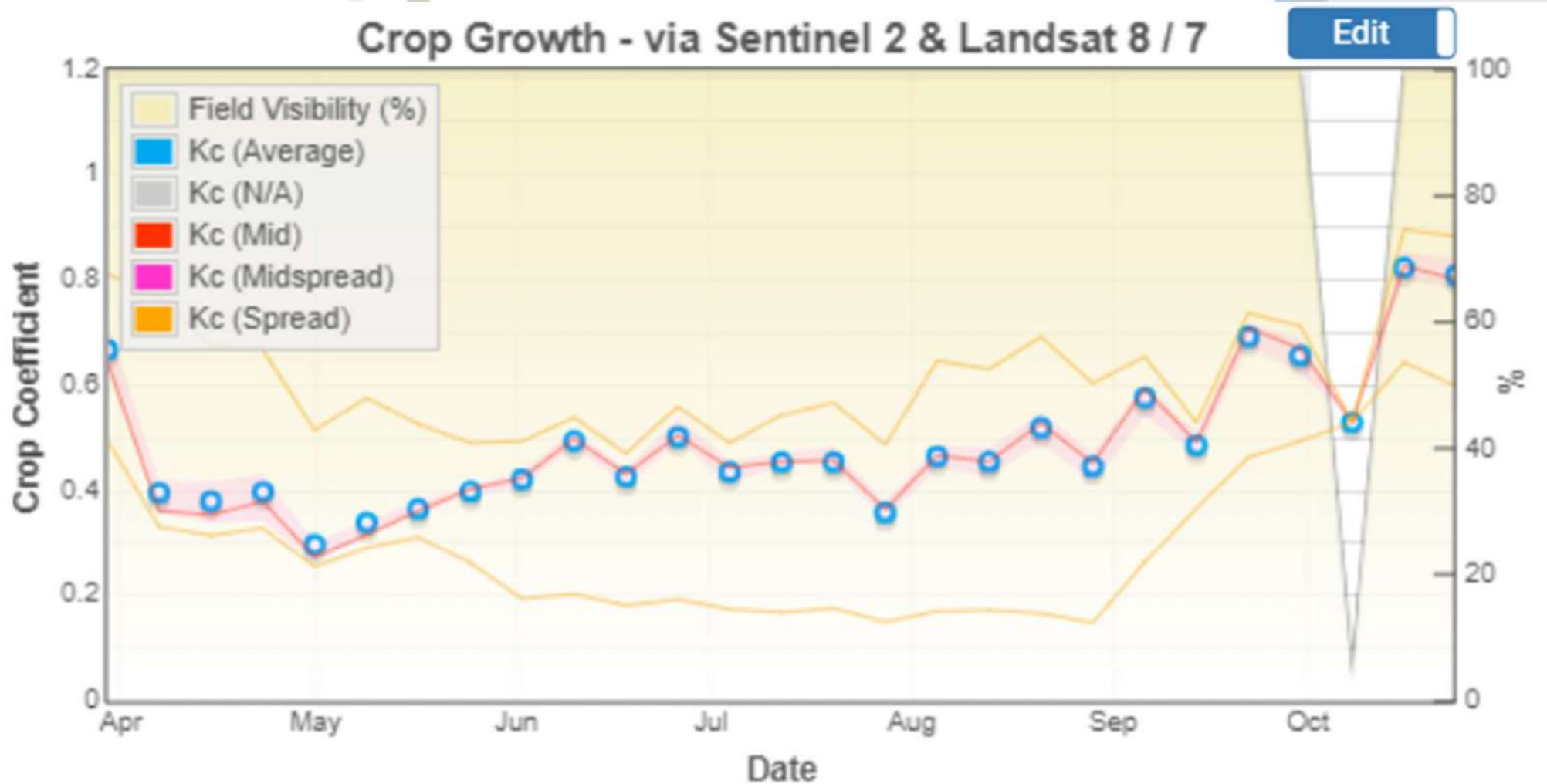


Precipitazioni (mm)

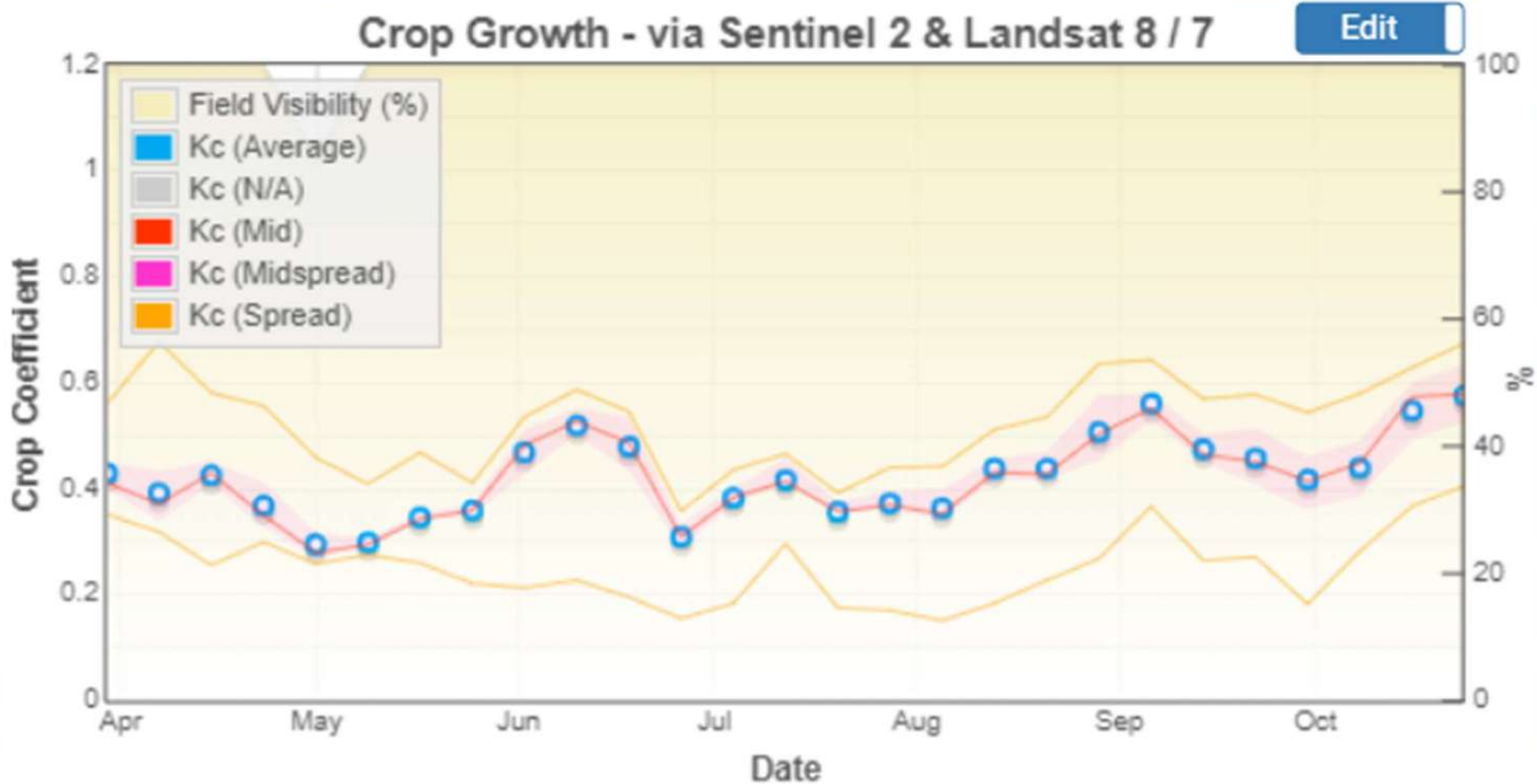




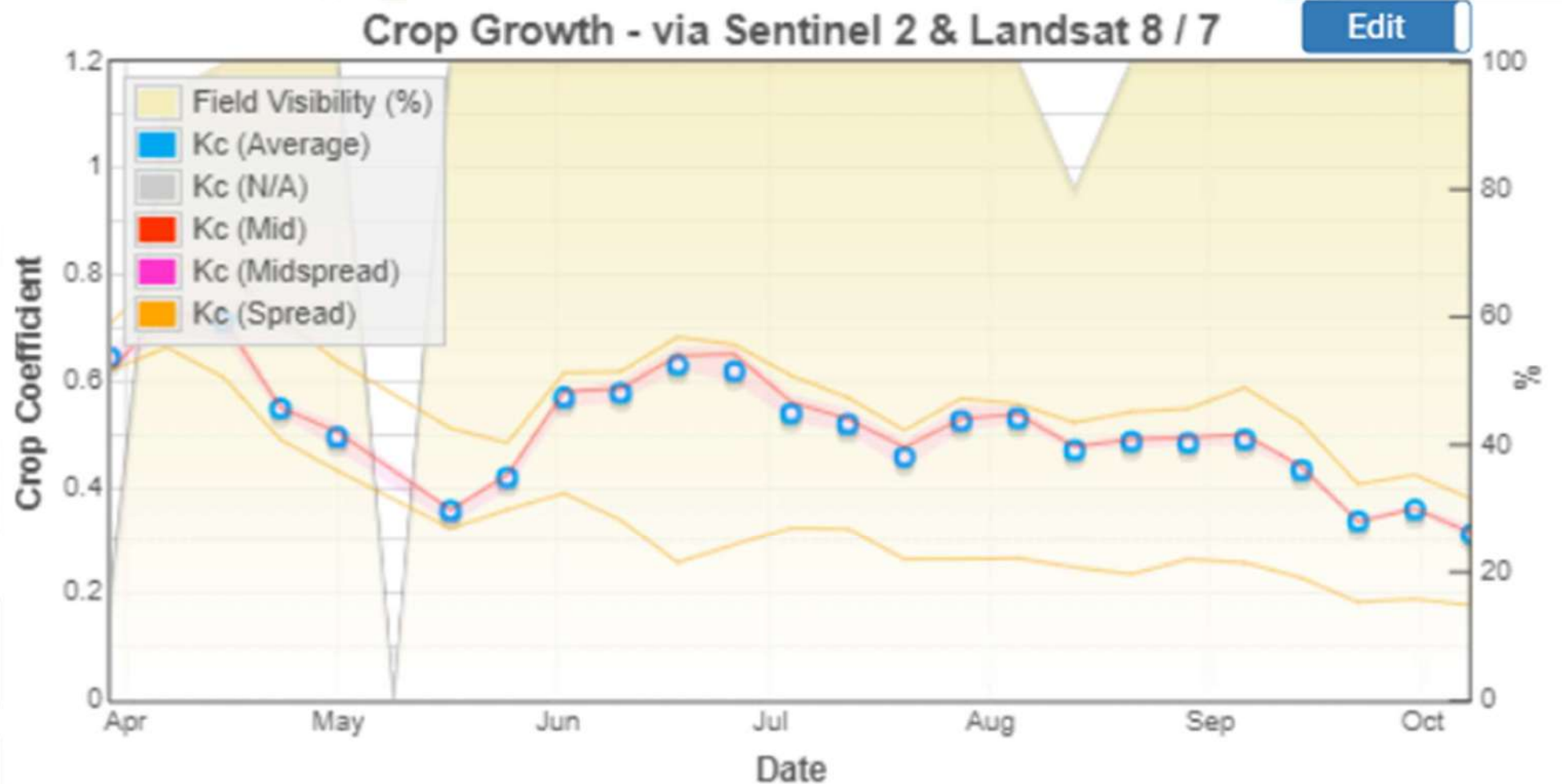
Andamento Coefficiente culturale (Kc) in vigneto cv Primitivo. Anno 2021



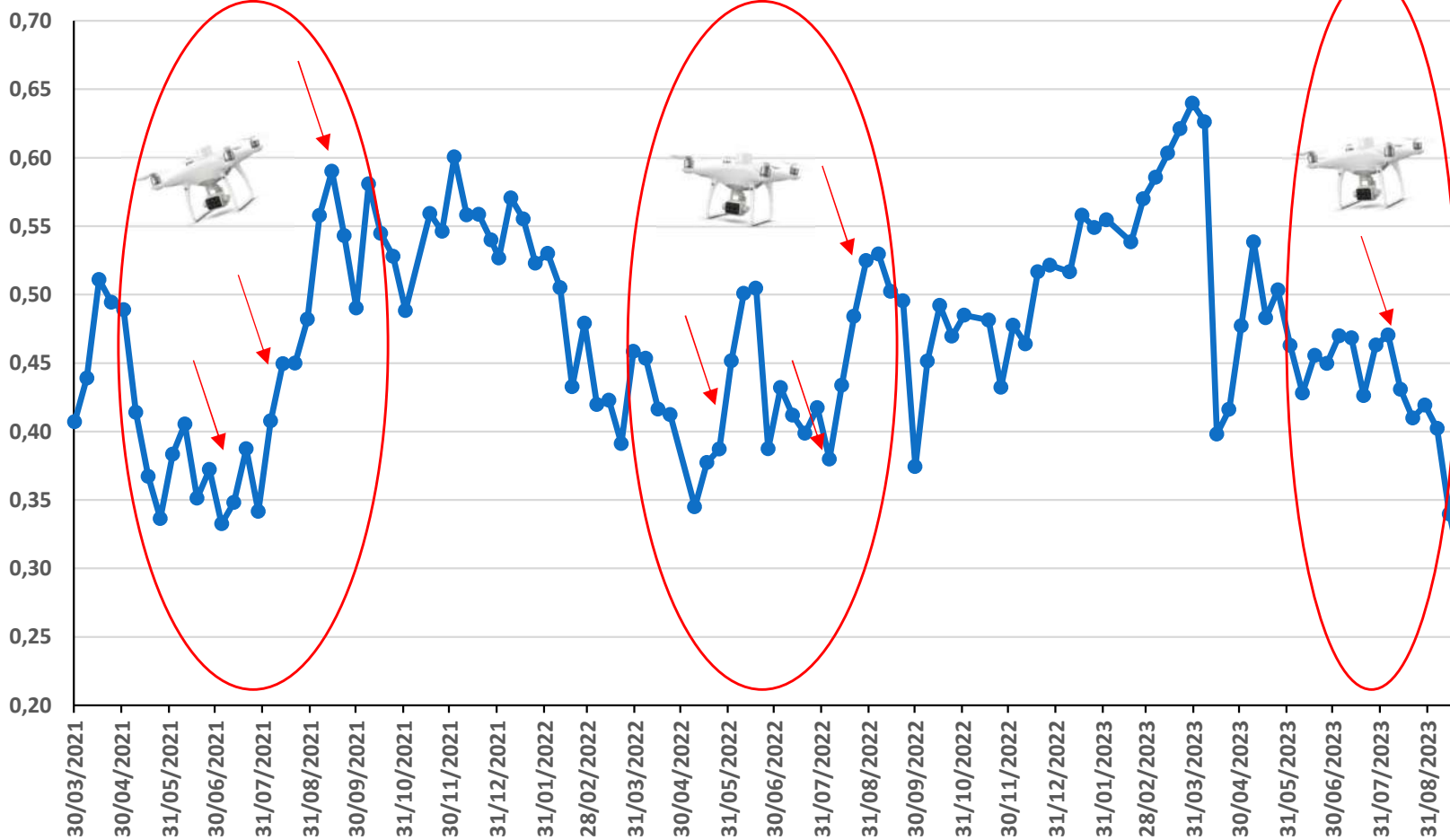
Andamento Coefficiente culturale (Kc) in vigneto cv Primitivo. Anni 2022



Andamento Coefficiente culturale (Kc) in vigneto cv Primitivo. Anni 2023



Andamento NDVI medio - Anno '21 - '23





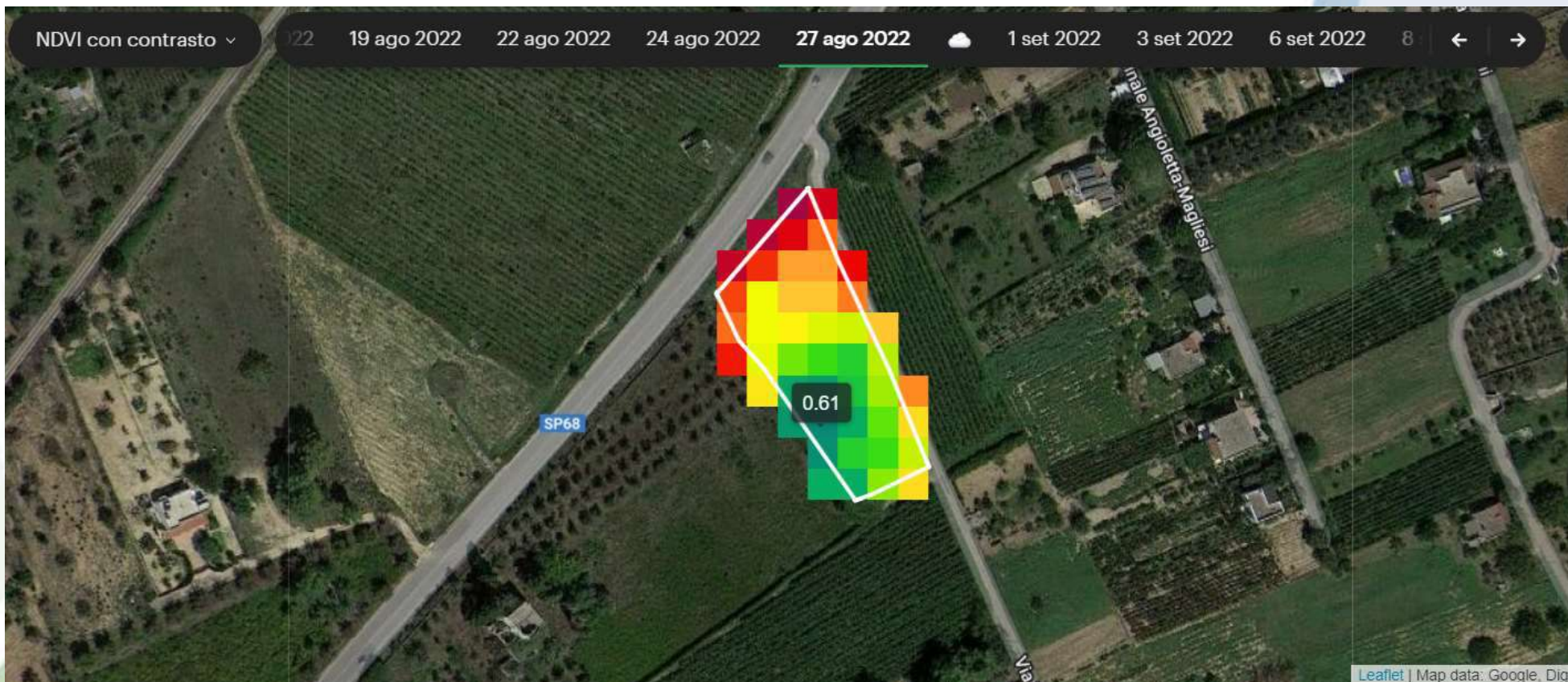
16 luglio 2021 – Chiusura grappolo



10 agosto 2021 - Invaiaitura



14 settembre 2021 - Maturazione

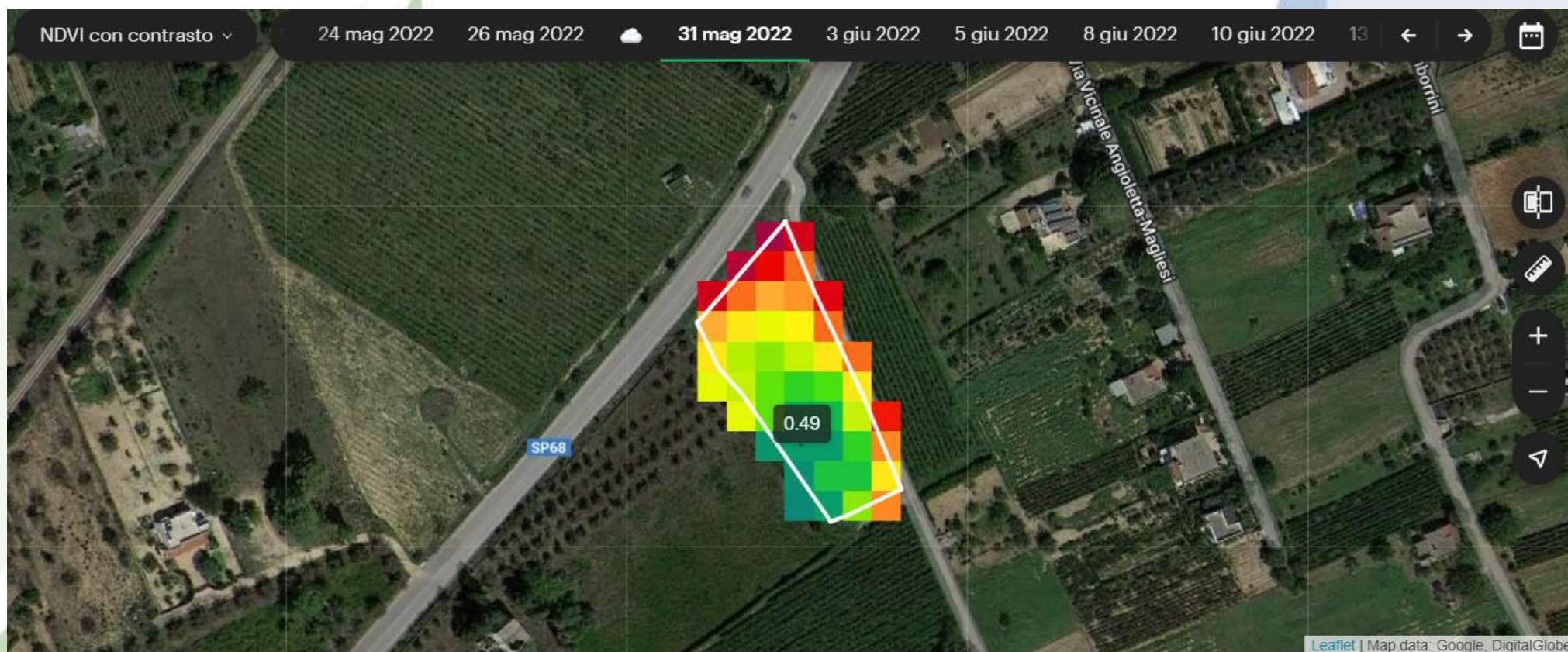


30 agosto 2022 - Maturazione



31 maggio 2022 - Allegagione

31 maggio 2022



04 agosto 2022 - Invaiaatura

CONCLUSIONI

- L'agricoltura di precisione può fornire un'importante contributo al miglioramento dell'efficienza di gestione delle tecniche agronomiche in vigneto;
- Gli indici multispettrali possono evidenziare buone correlazioni con i parametri legati al vigore: resa x p.ta e peso del legno di potatura dei tralci;
- Essere consapevoli (viticoltori) che nelle fasi iniziali di accrescimento dei germogli la conoscenza della variabilità degli indici vegetativi può consentire di pianificare e applicare operazioni correttive per migliorare la resa e la qualità delle uve;
- Gli indici vegetativi sono influenzati da fattori quali le fasi fenologiche delle viti della stagione vegetativa;
- L'intelligenza artificiale è un utile supporto alle decisioni senza prescindere dall'osservare in campo la veridicità
- La variabilità spaziale in termini di vigoria delle viti è possibile determinarla anche senza l'uso di tecnologie avanzate (bilancia e metro):
 - Peso del legno di potatura dei tralci dell'anno;
 - Produzione per vite ;
 - Rapporto produzione uva/peso legno di potatura (Indice di Ravaz)
 - Area del fusto.
 - Rapporto produzione uva /area del fusto (kg uva/cm²)

A composite image featuring a satellite in the upper portion, set against a sunset sky. Below the satellite is a landscape with a river, fields, and trees. A yellow banner with the text 'GRAZIE PER L'ATTENZIONE' is overlaid on the landscape. The left side of the image is partially obscured by a black and white torn-paper effect.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE