



# ORIZZONTI DELLA RICERCA GENOMICA IN AGRICOLTURA

**Matteo Ruggeri, Davide Meriggi e Pierluigi Meriggi -**  
HORT@ From research to field

**Matteo Bozzoli, Alessia Confortini, Marco Maccaferri,**  
**Silvio Salvi, Roberto Tuberosa - DISTAL**



# HORT@

— From research to field —

Hort@ nasce nel **2008** come spin-off dell'**Università Cattolica del Sacro Cuore** con un chiaro obiettivo: trasferire alla pratica agricola l'**innovazione** proveniente dal mondo della **ricerca**.

**Il partner  
per le filiere agroalimentari**



**2008**  
Nasce  
Hort@

**2010**  
Lancio DSS  
per il grano

**2013**  
Distribuzione capillare  
dei DSS

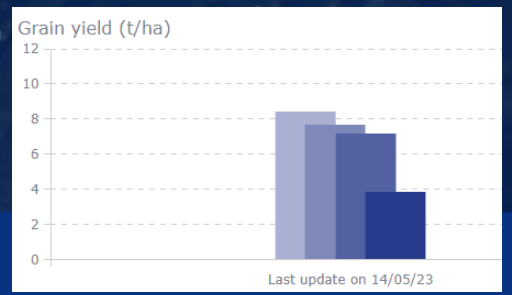
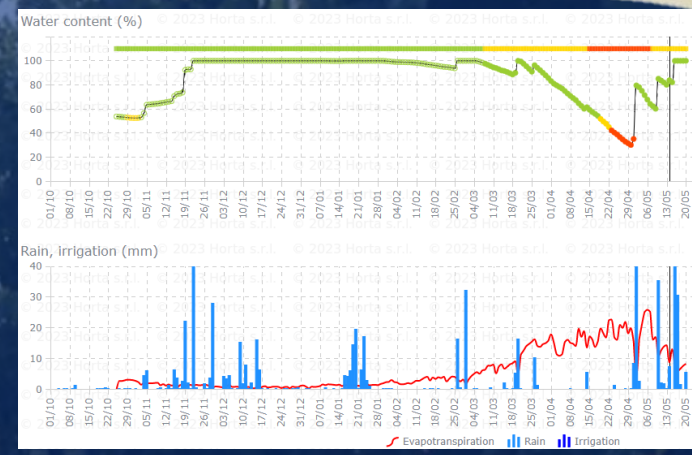
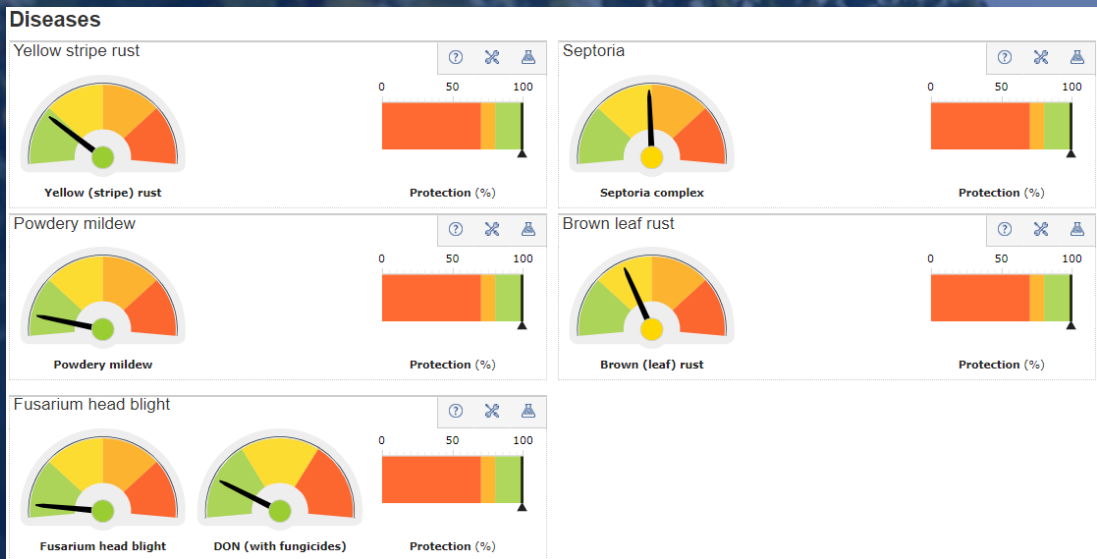
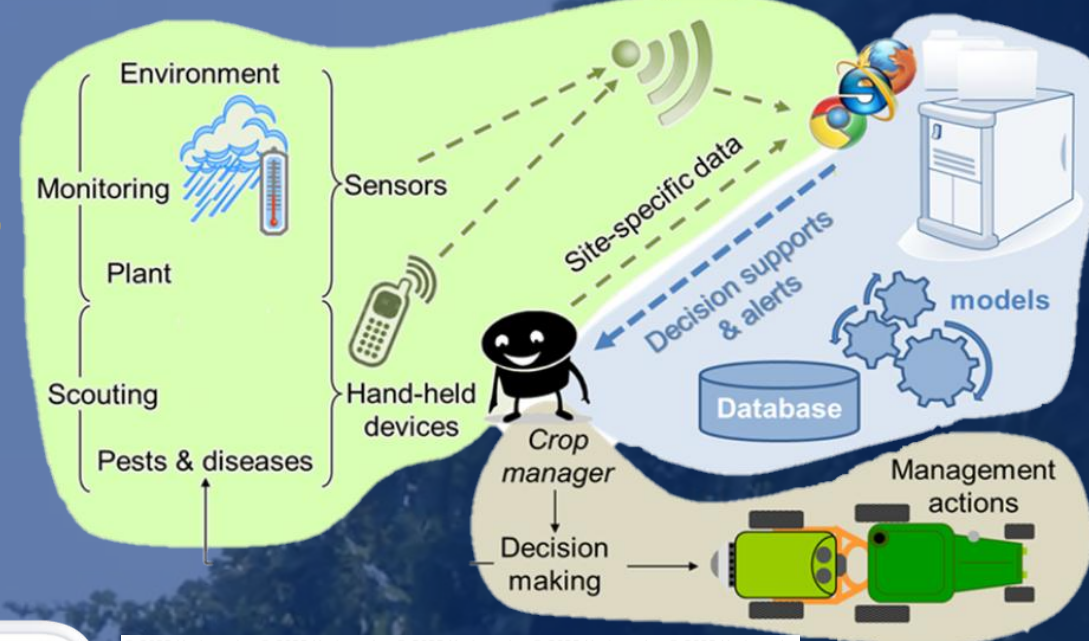
**2016**  
Export in Spagna, Grecia, Turchia e  
Romania

**2021**  
Partnership  
con BASF

HORT@

# SVILUPPO SISTEMI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI DSS

Modelli meccanicistici fitopatologici  
 Modelli nutrizionali  
 Modelli biologici  
 Modelli di popolazione



# Le funzionalità dei DSS Hort@



METEO  
E PREVISIONI



IMMAGINI  
SATELLITARI



SEMINA



DIFESA  
DALLE MALATTIE



DIFESA  
DAI FITOFAGI



ERBE  
INFESTANTI



STRESS ABIOTICI  
E IRRIGAZIONE



FERTILIZZAZIONE



PREVISIONI  
DI RESA



MONITORAGGIO



TRACCIABILITÀ



SOSTENIBILITÀ

# 12 SISTEMI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI

per la gestione di tutte le fasi di coltivazione, dalla semina alla raccolta



VITE.NET  
UVA.NET



PATATA.NET



OLIVO.NET



POMODORO.NET



GRANO.NET  
ORZO.NET



CIPOLLA.NET



GIRASOLE.NET



LEGUMI.NET  
SOIA.NET



MAIS.NET

## MISURA SOSTENIBILITÀ AGRICOLA



LCA



Product Environmental  
Footprint



Crediti di  
carbonio



Salute del suolo



Misure di  
mitigazione



Efficienza degli  
input agronomici



Biodiversità



Servizi  
ecosistemici



# PROVE SPERIMENTALI - PERCHÉ?

- VALIDAZIONE MODELLI PREVISIONALI
- STUDIARE EFFICACIA DEI NUOVI MEZZI TECNICI
- AFFINARE LE NUOVE TENICHE DI COLTIVAZIONE

Prove fungicidi

Prove varietali

Prove epoca di semina

Prove densità di semina

Prove apporti azotati differenziati

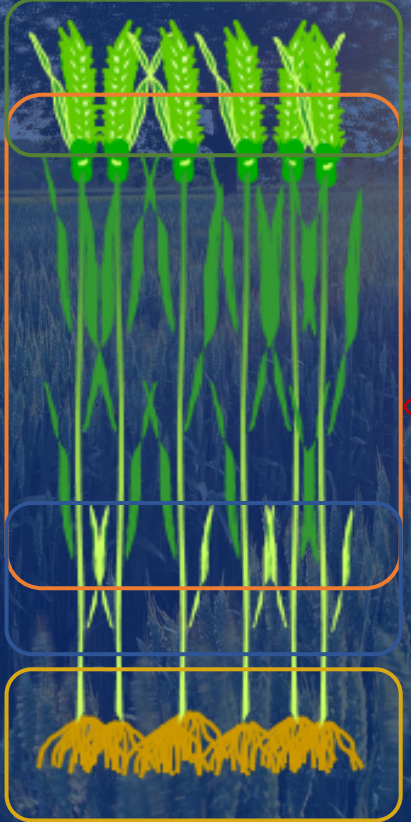
Prove concimazioni



# MALATTIE FUNGINE GRANO



Volpatura  
Carie



Fusariosi della spiga  
Carbone  
Sclerozio

Ruggini  
Mal bianco  
Septoria complex

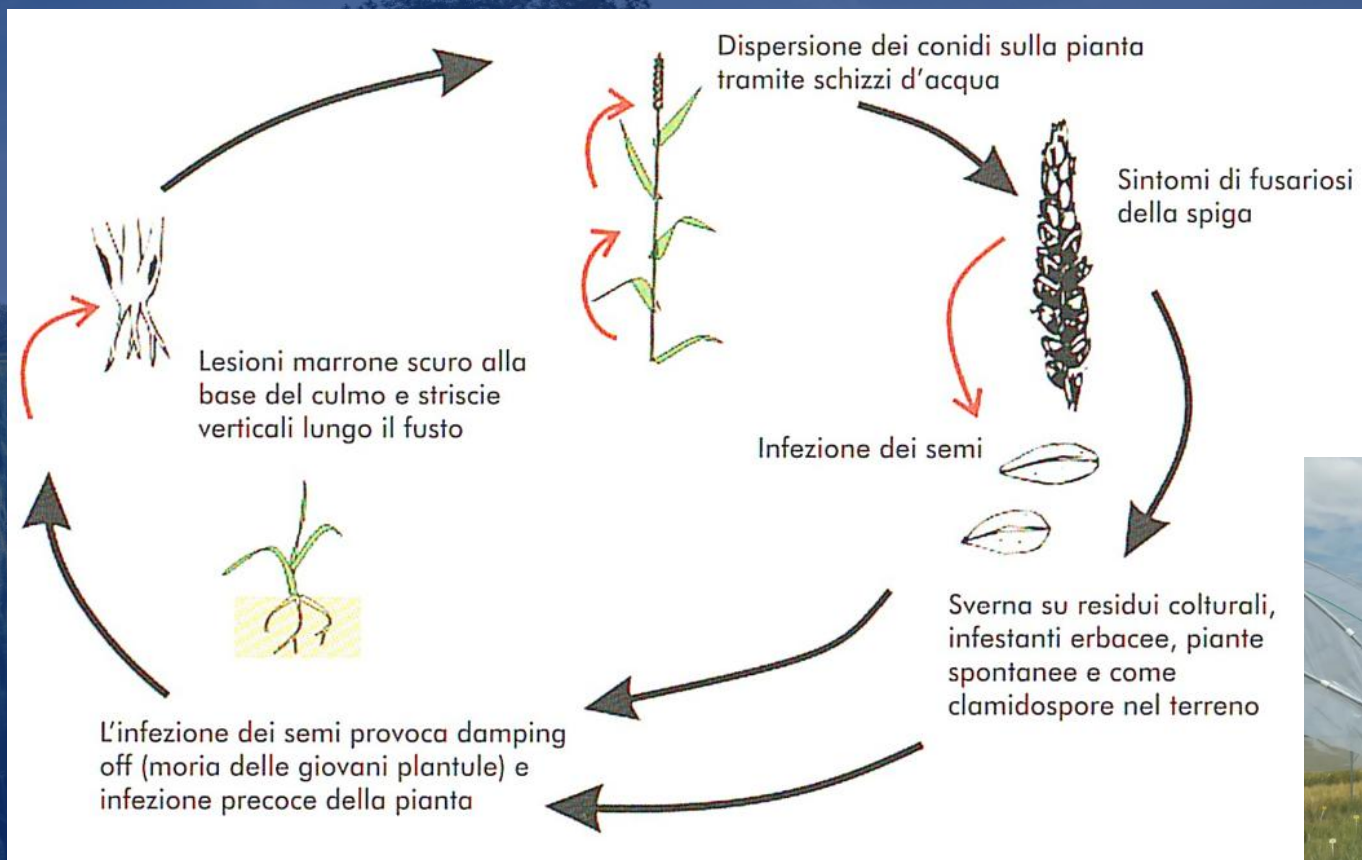
Virosi

Mal del piede



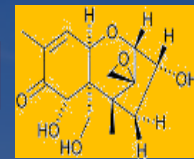
# FUSARIOSI (Mal del piede, fusariosi della Spiga)

*Fusarium spp.* e *Microdochium nivale*



**Tossinogenesi**

Micotossine



**Evasione**

Spighe fusariate



Cariossidi infette

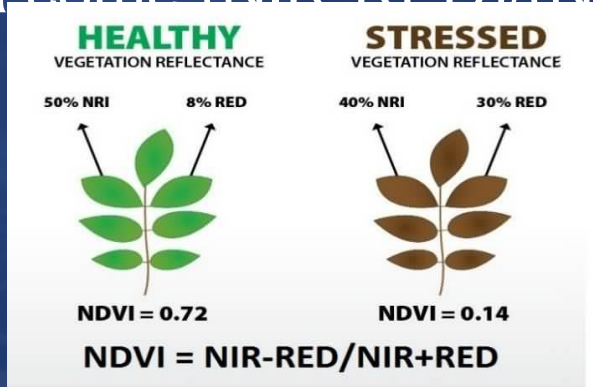
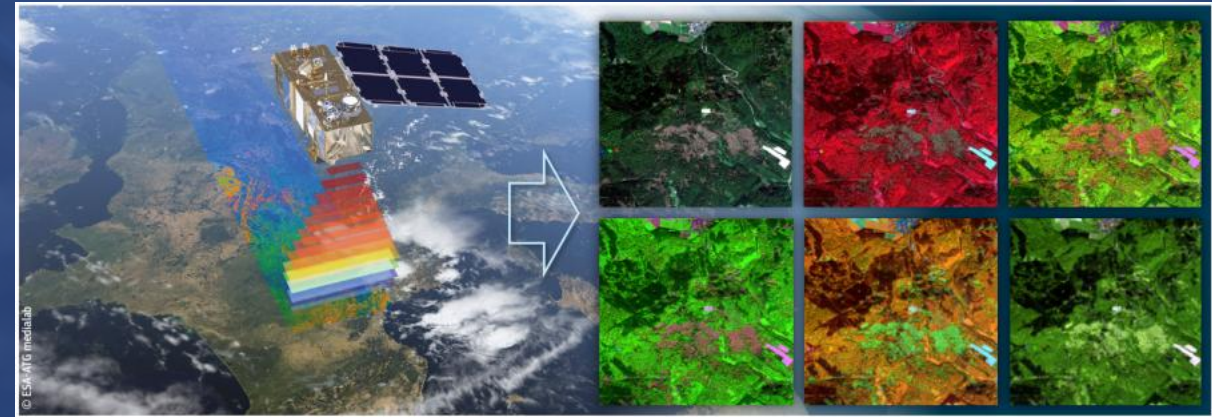




# LETTURE OTTICHE REMOTE/PROXIMAL SENSING

## NDVI

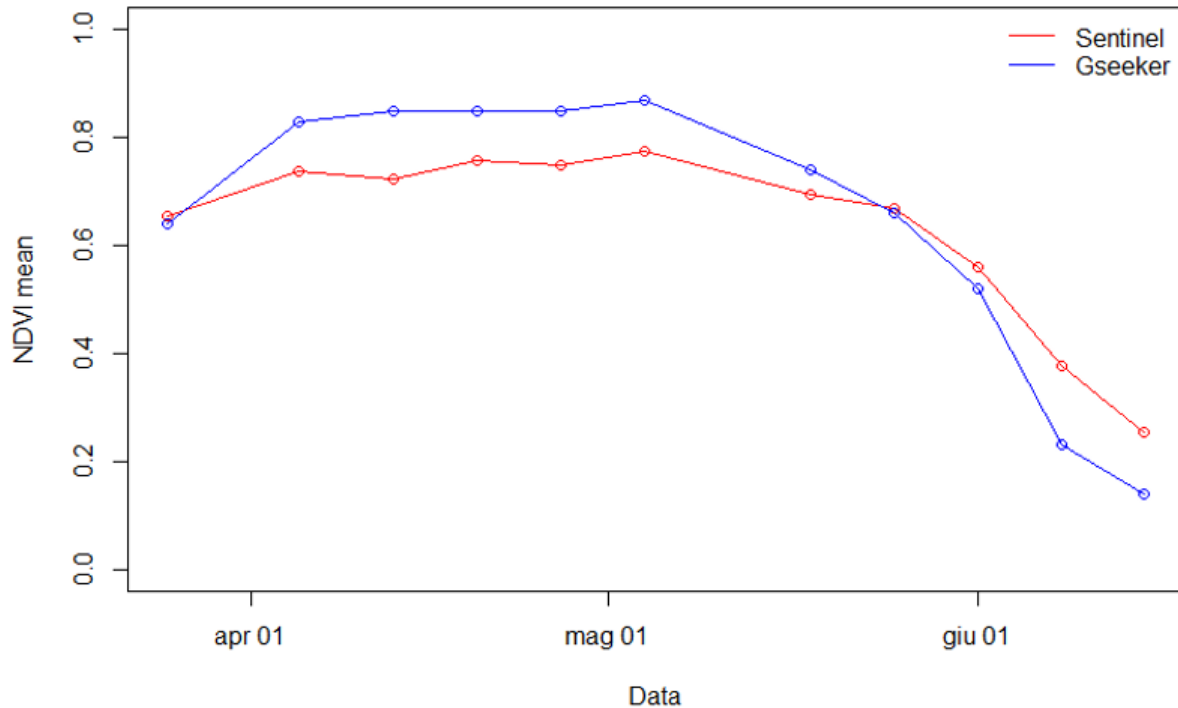
L'indice di vegetazione più utilizzato è senza dubbio l'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index): esso descrive il livello di vigoria della coltura e si calcola come il rapporto tra la differenza e la somma delle radiazioni riflesse nel vicino infrarosso e nel rosso, ossia come  $(NIR-RED)/(NIR+RED)$ .



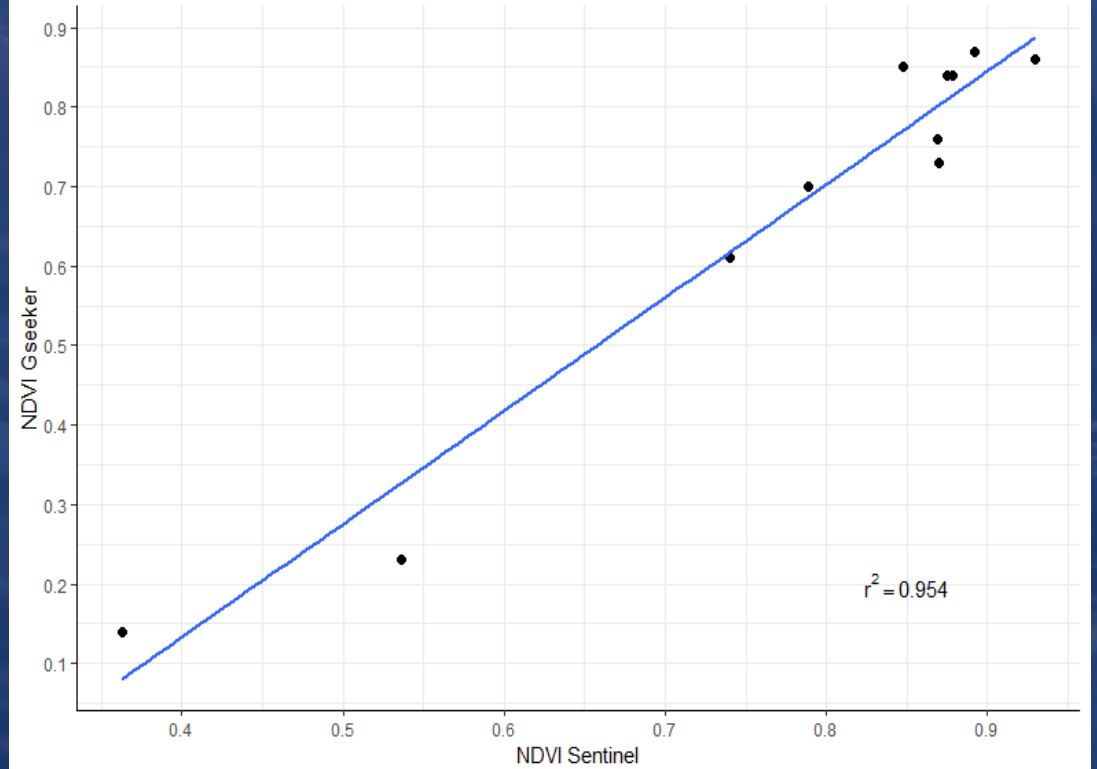
# LETTURE OTTICHE REMOTE/PROXIMAL SENSING

Analisi correlazione tra remote e proximal sensing

Sentinel VS Green Seeker UP6

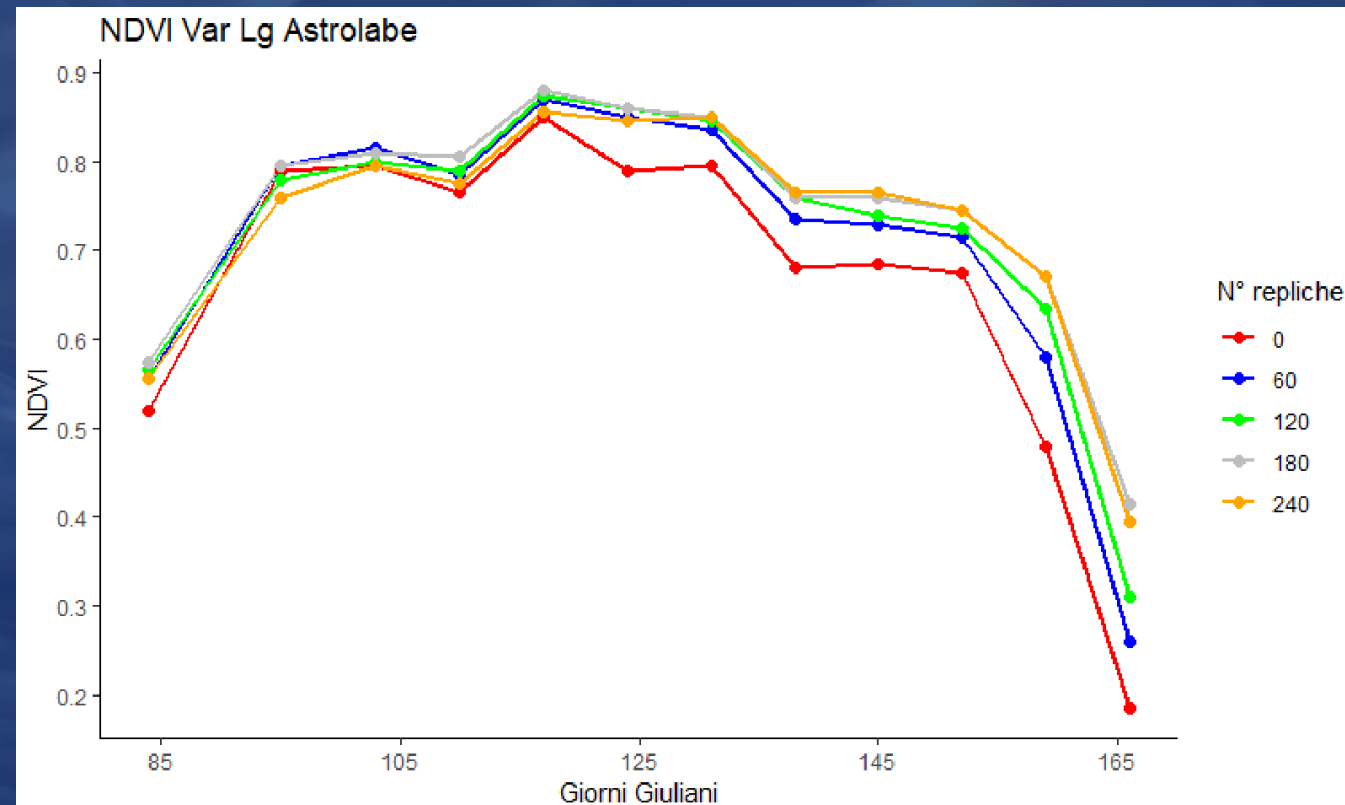
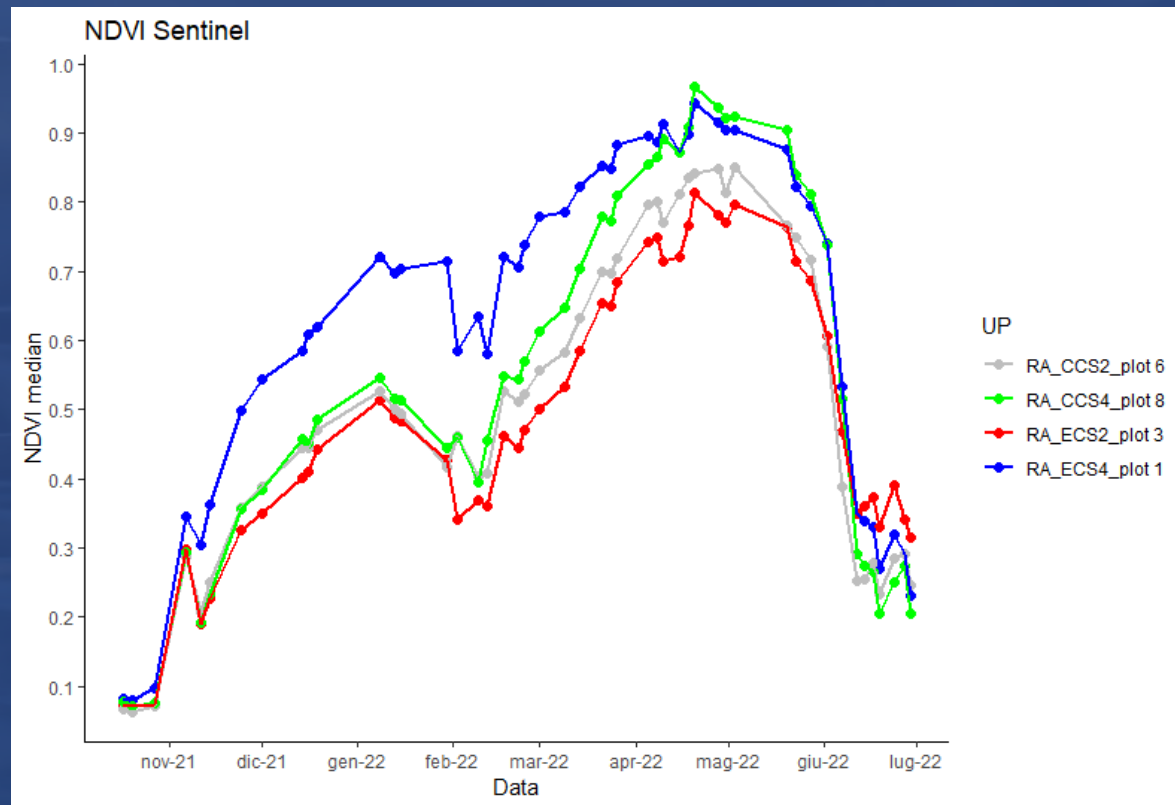


NDVI Sentinel VS Gseeker UP1



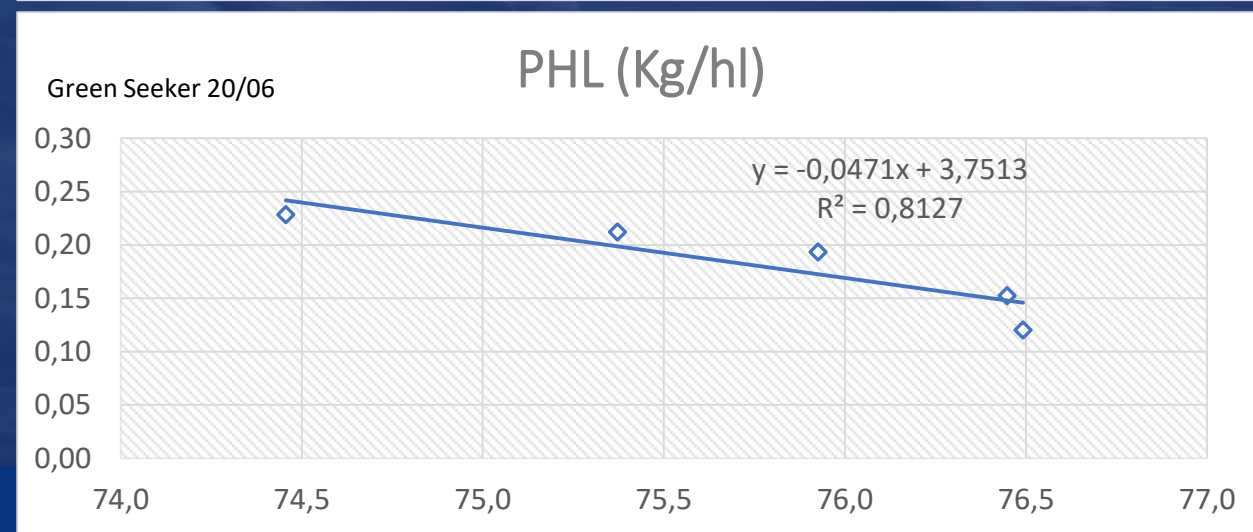
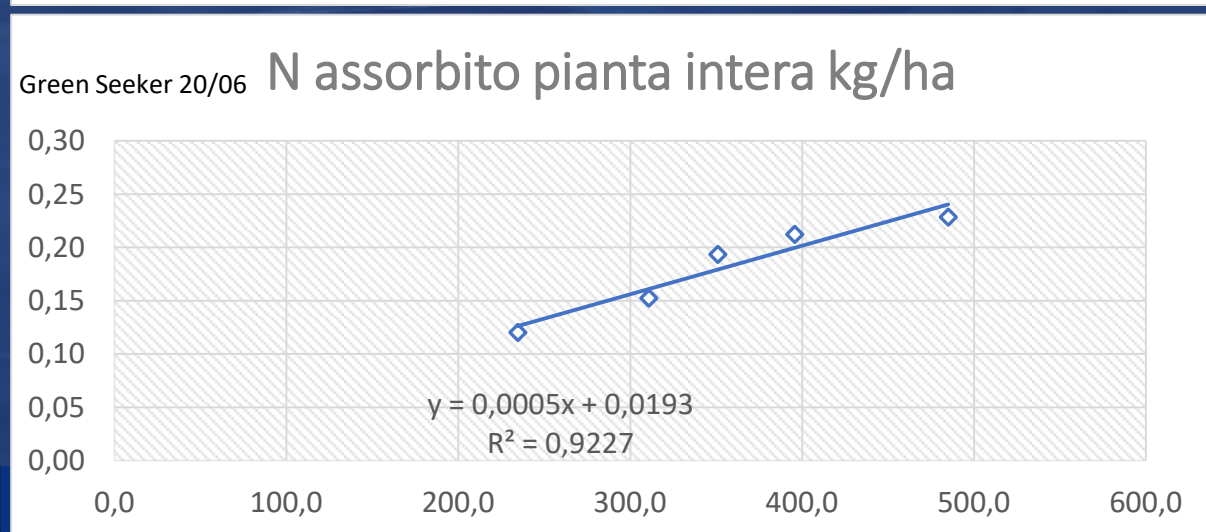
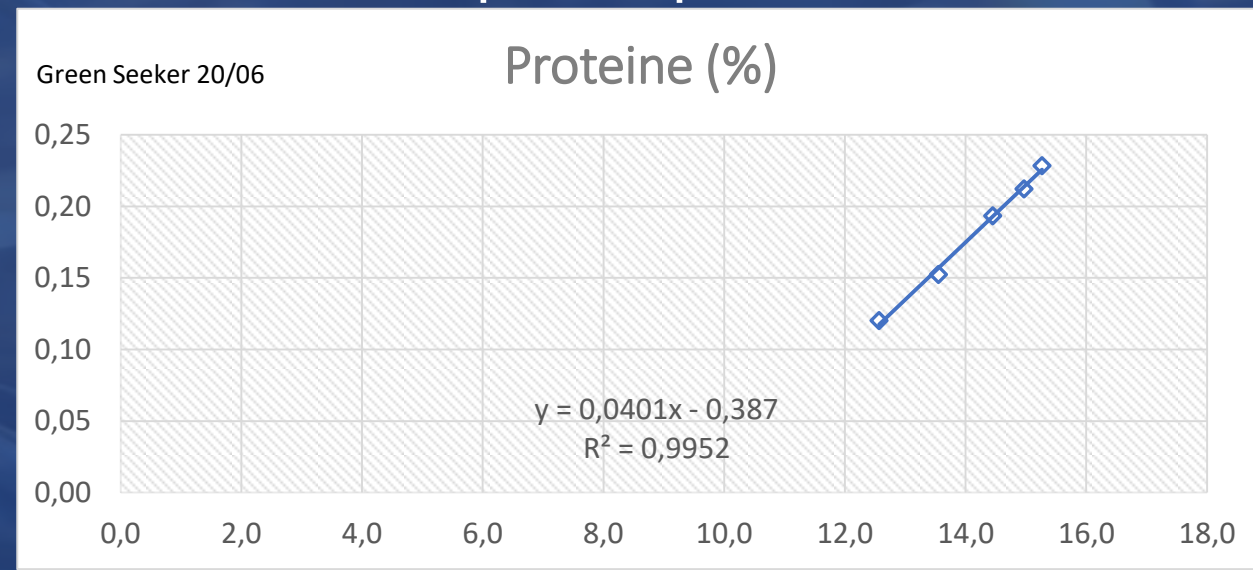
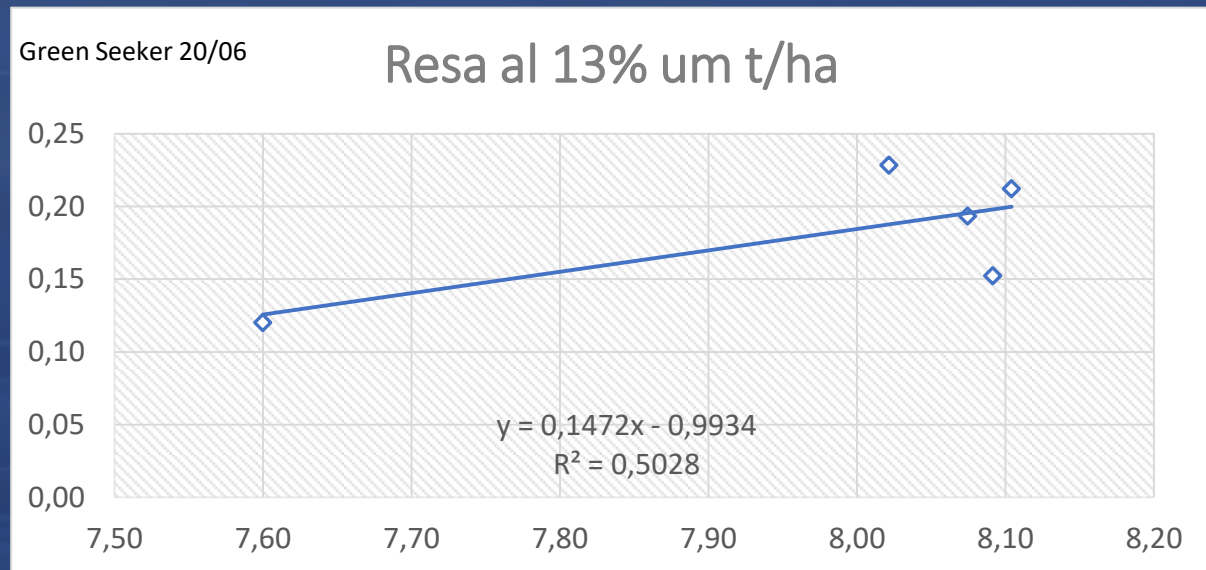
# LETTURE OTTICHE PROXIMAL SENSING

Analisi andamento indici vegetazionali a diverse conduzione agronomiche



# LETTURE OTTICHE PROXIMAL SENSING

Valutazione correlazioni letture ottiche con dati quanti-qualitativi





# ***Remote sensing per caratterizzazione varietale e programmi di breeding***

**Matteo Bozzoli, Alessia Confortini, Marco  
Maccaferri, Silvio Salvi, Roberto Tuberosa - DISTAL**



# Progetto INNOVAR



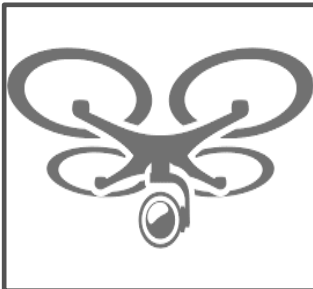
- **Identificare le caratteristiche delle varietà (frumento duro e tenero) e i "criteri di sostenibilità" in diversi ambienti**



- **Integrare i "criteri di sostenibilità" nei protocolli di test varietali attualmente in uso**

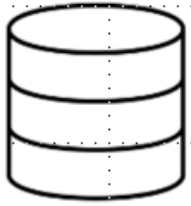


- **Migliorare e aggiornare i metodi per i protocolli europei di distinzione, uniformità e stabilità (DUS) e valore della coltivazione e dell'uso (VCU)**



- **Interazioni tra protocollo DUS e VCU**

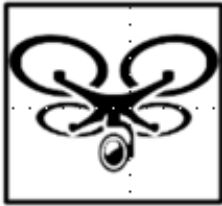
# Struttura principale di INNOVAR



**Innovar database**



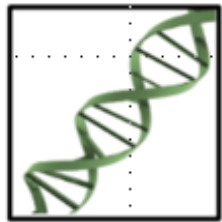
- *Dati de novo VCU/DUS e stazioni meteo*



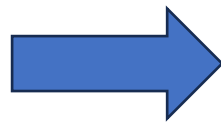
**Fenomenica**



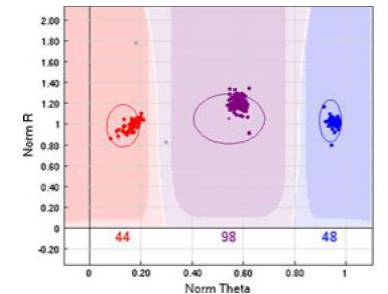
- Voli multispettrali UAV con droni a 9 stadi di crescita



**Analisi genomica**



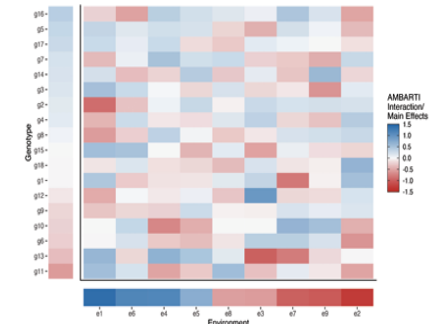
- Genotipizzazione con SNP chip Illumina 90K
- Analisi degli aplotipi



**Machine learning**

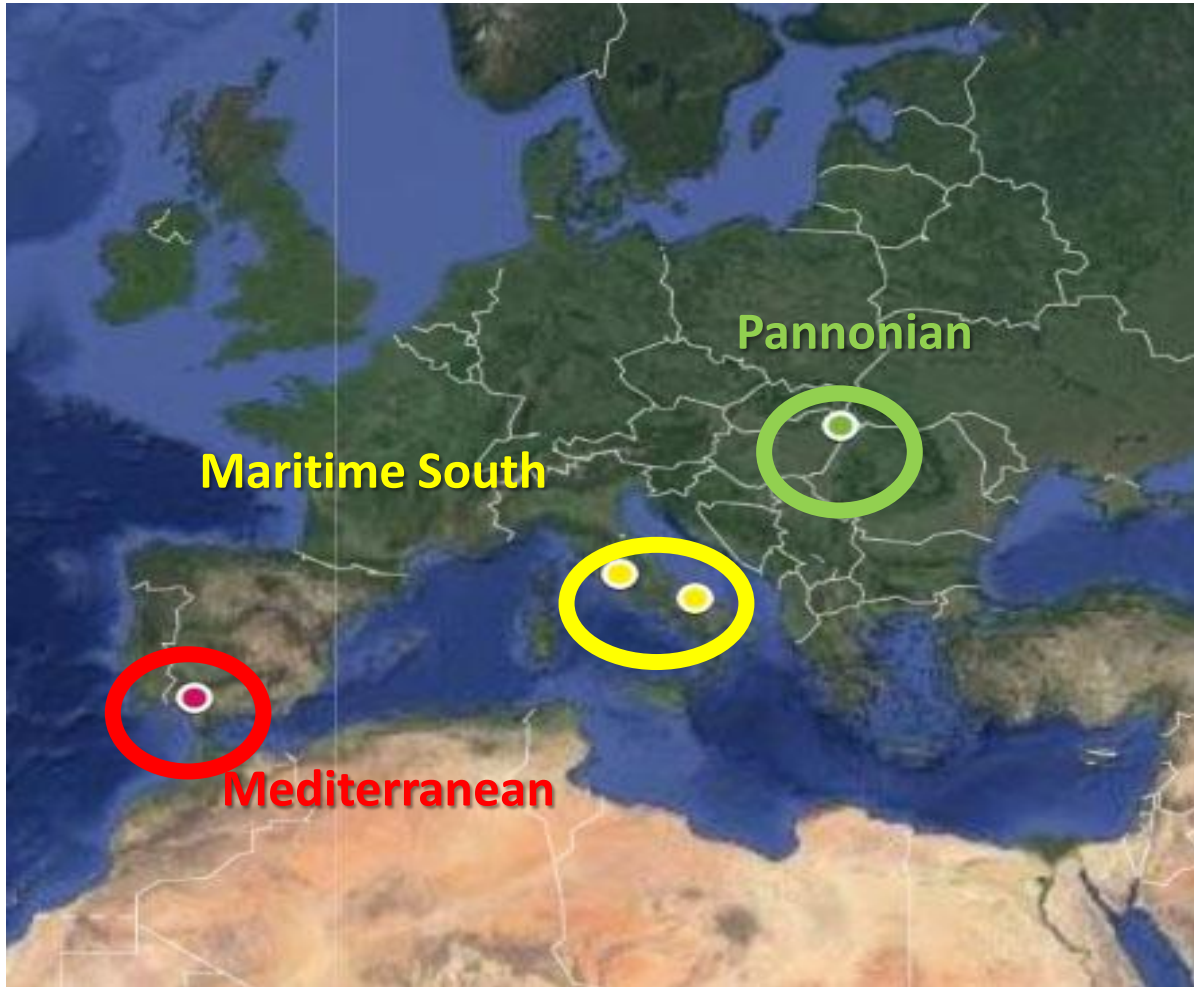


- Identificare varietà più performanti: GxE e GxExM

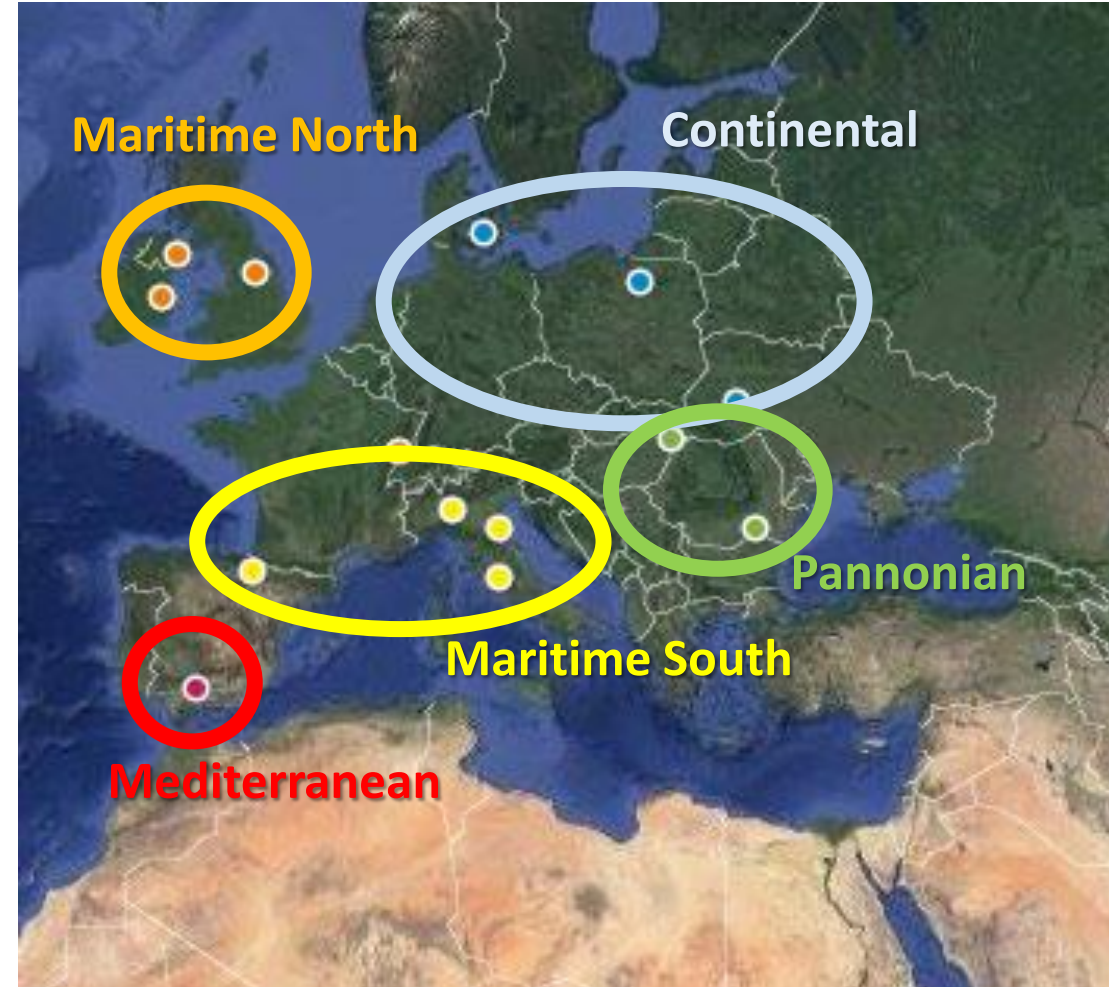


# INNOVAR: zone agroclimatiche (ACZ)

Frumento duro



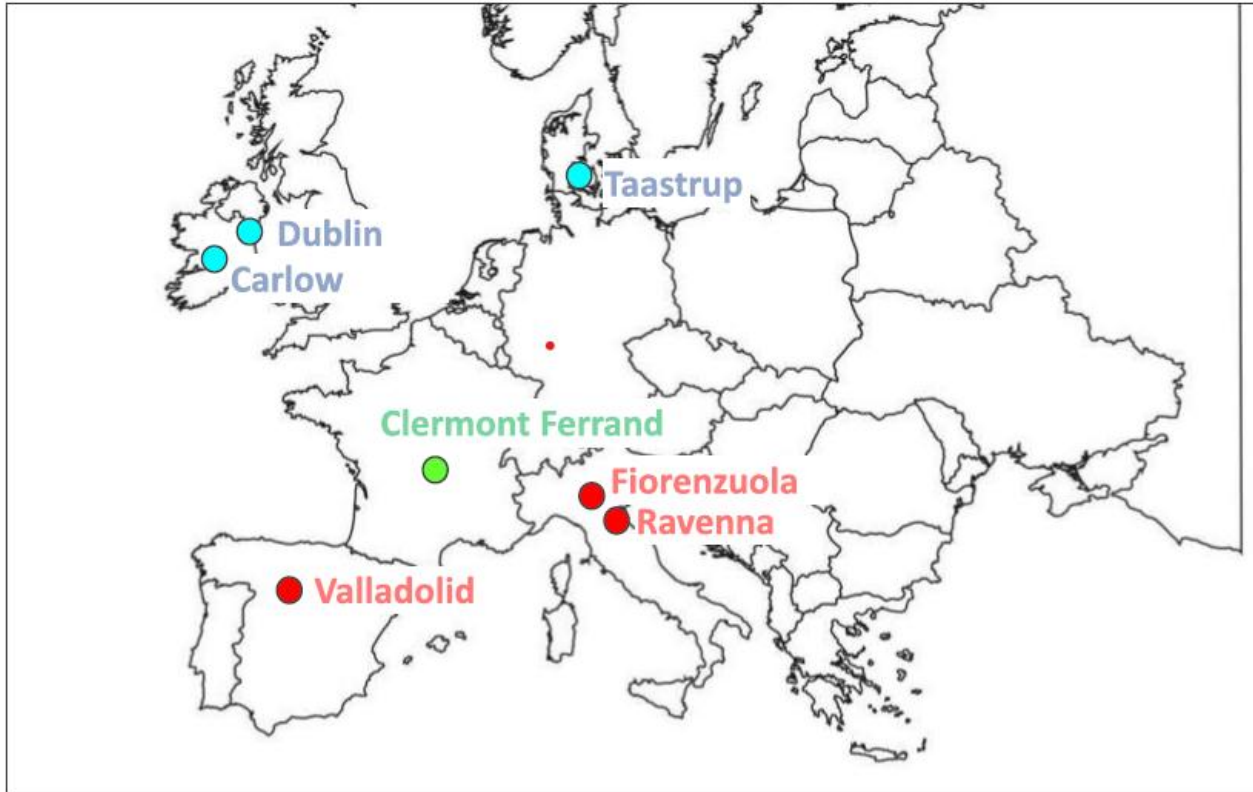
Frumento tenero







# Progetto *wheat security*

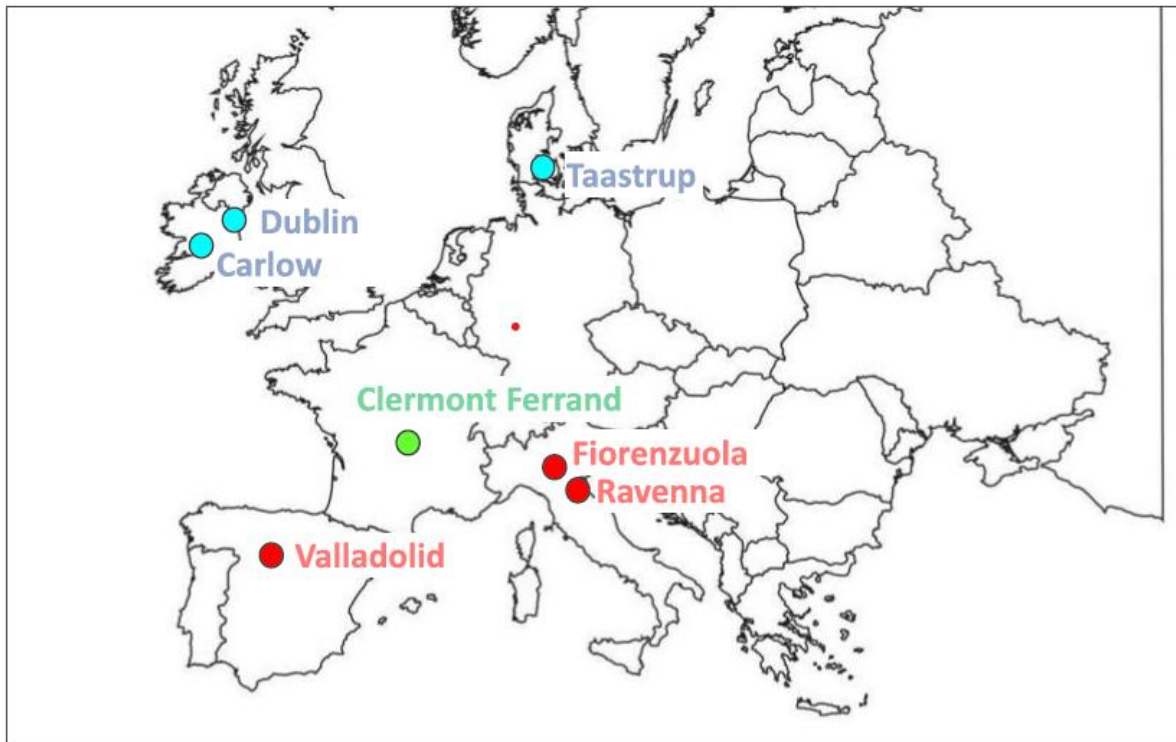


● Maritime-north    ● Central European    ● Maritime-south

- **Partners:** UNIBO, CREA, UB, TEAG, UCD, INRAE-G, UCPH, INRAE-U.
- **Obiettivo:** valutare la risposta delle varietà di frumento duro e tenero nei diversi ambienti e applicazioni di fertilizzanti/protezioni alternative, compresi i biostimolanti.
- **Valutare varietà di frumento anche in presenza di stress biotico e abiotico**



# Progetto *wheat security*



● Maritime-north

● Central European

● Maritime-south

## Germoplasma utilizzato:

### 16 CULTIVAR DI GRANO TENERO

8 COMUNI

3 SPECIFICHE PER LA RETE

3 DAL PANNELLO DIVERSITÀ

2 SITE-SPECIFIC (CONTROLLO LOCALE)

### 12 CULTIVAR DI GRANO DURO (comuni a tutti i trals)

## Gestione nutrizionale / Trattamenti:

**Impatto zero** (15% N ottimale, formulazione innovativa)

**Innovativo** (33% ottimale, formulazione innovativa)

**Sostenibile** (75% ottimale, formulazione convenzionale)

Non limitante (130%)

## Biostimolanti:

4 varietà (2 pane + 2 di semola)

Trattamenti su semi e fogliari e loro combinazioni

# Fenotipizzazione – Progetto WheatSecurity



- **High-throughput phenotyping**
  - 1) **Phenomobile** (sensori dinamici di crescita: 3 LIDAR, 2 RGB camera, 2 camera multispettrali)
  - 2) UAV drone equipaggiato con camera multispettrale a 10 lunghezze d'onda

## Fenotipizzazione tradizionale

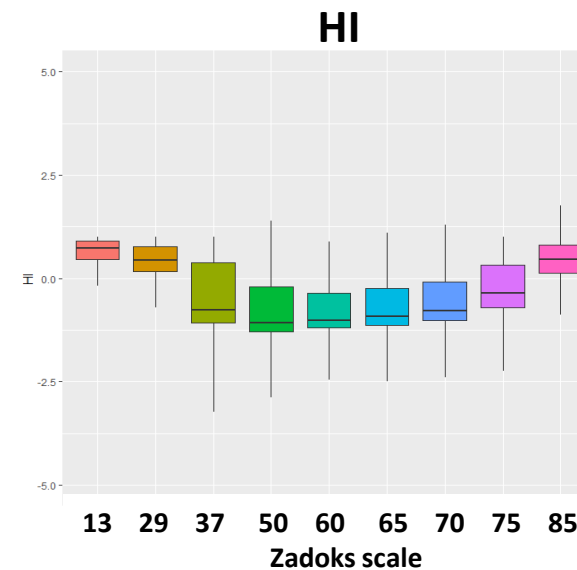
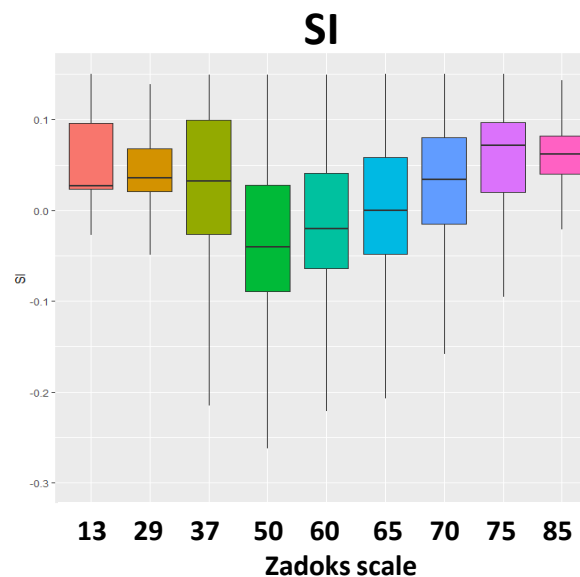
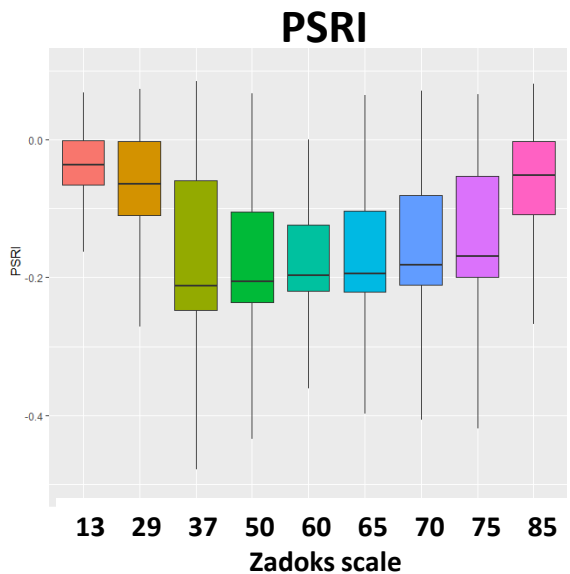
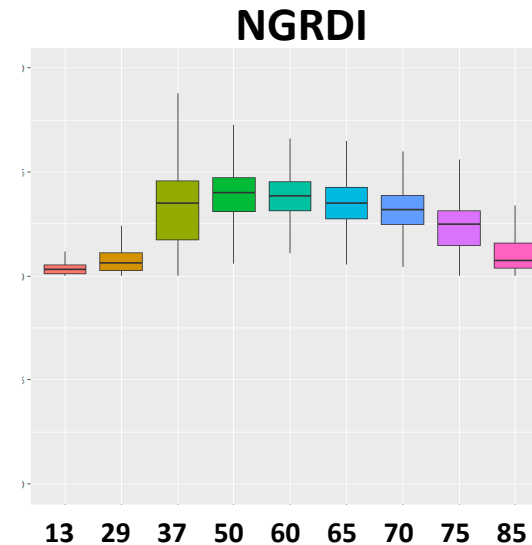
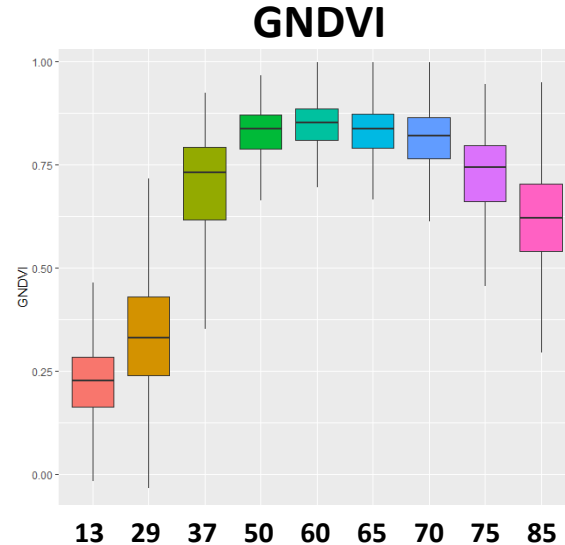
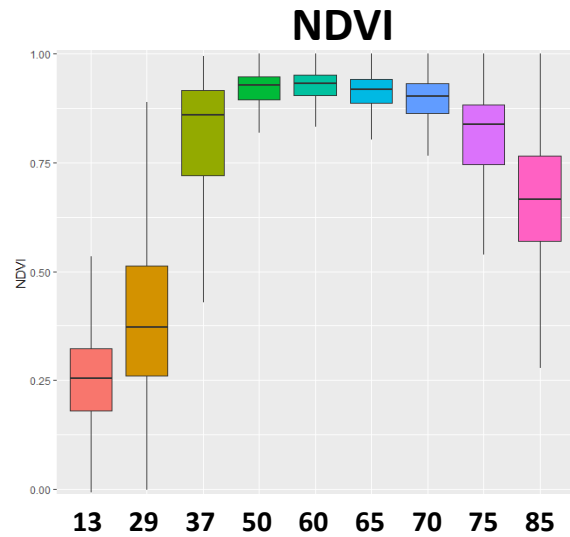
- Quantità di biomassa
- Caratteri della produzione
  - 1) Fertilità della Spiga
  - 2) Peso mille semi
  - 3) Contenuto proteine



**Analisi genotipiche con marcatori molecolari**

# Indici di vegetazione - HORTA

- In totale sono stati ottenuti 15 indici di vegetazione legati a verde, biomassa e senescenza



**NDVI** = Normalized difference vegetation index

**GNDVI** = Green normalized difference vegetation index

**NGRDI** = Normalized green red difference index

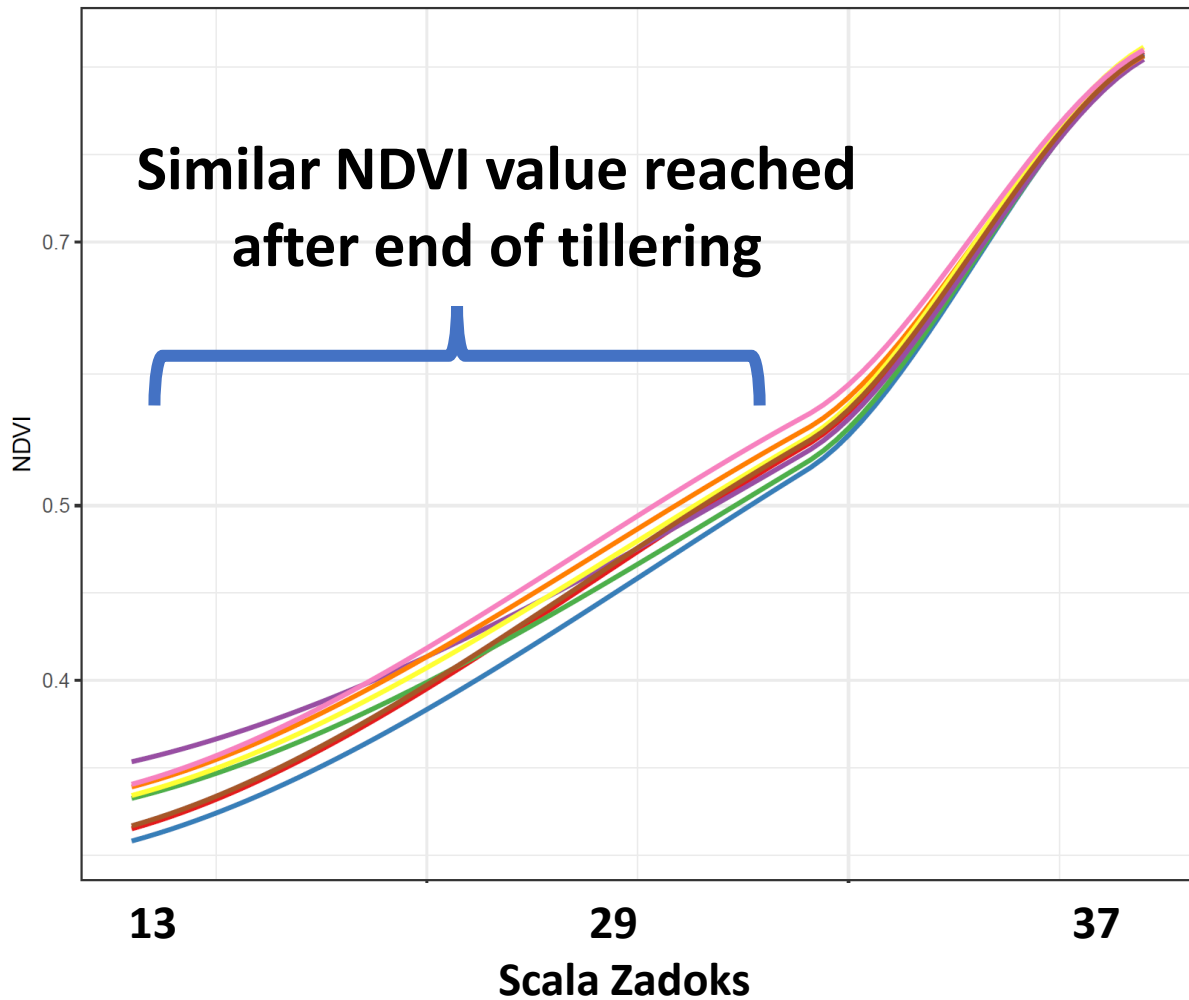
**PSRI** = Plant senescence reflectance index

**SI** = Spectral scope saturation index

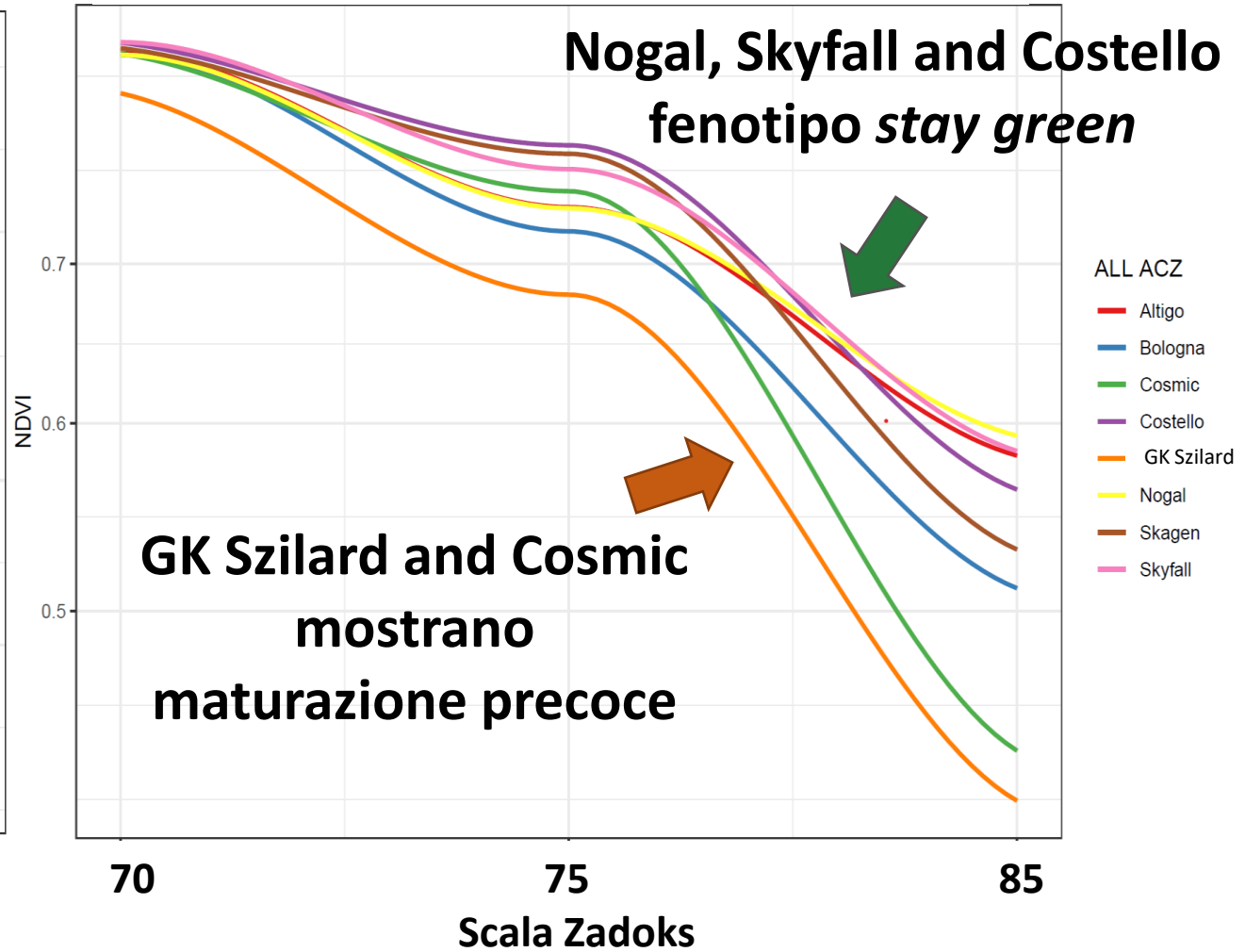
**HI** = Hue index

# NDVI index pattern for common ACZ varieties

NDVI  
Varietà comuni ACZ GS13/GS37



NDVI  
Varietà comuni ACZ GS70/GS85



- ALL ACZ
- Altigo
  - Bologna
  - Cosmic
  - Costello
  - GK Szilard
  - Nogal
  - Skagen
  - Skyfall

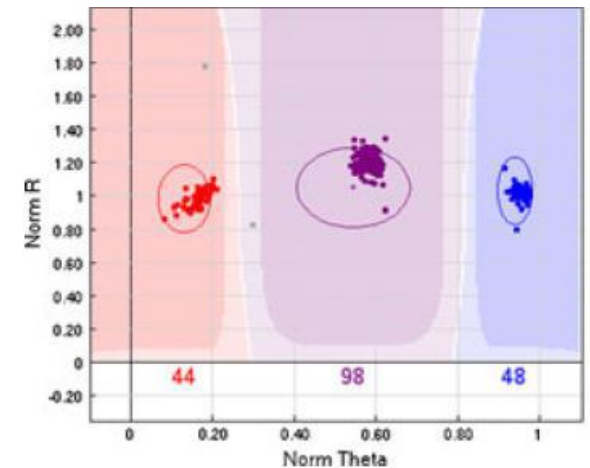
# Analisi per i progetti INNOVAR e Wheat Security

Fenotipizzazione tradizionale e attraverso nuove tecnologie



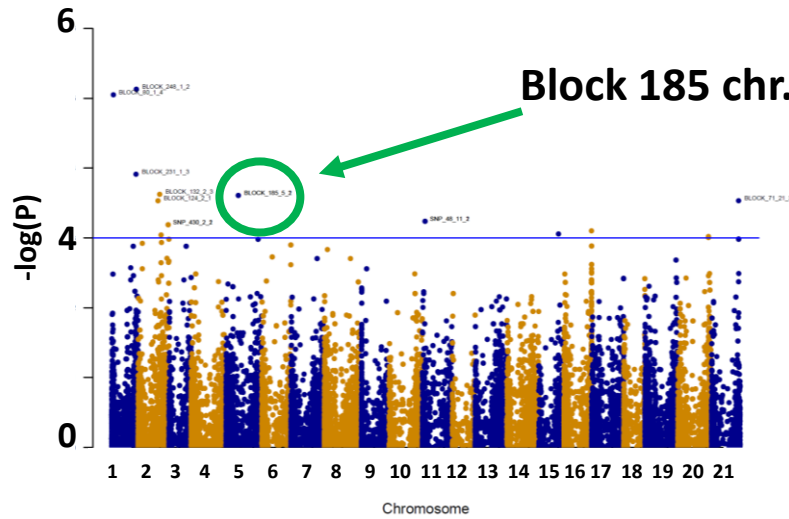
Genotipizzazione con marcatori molecolari

GWAS

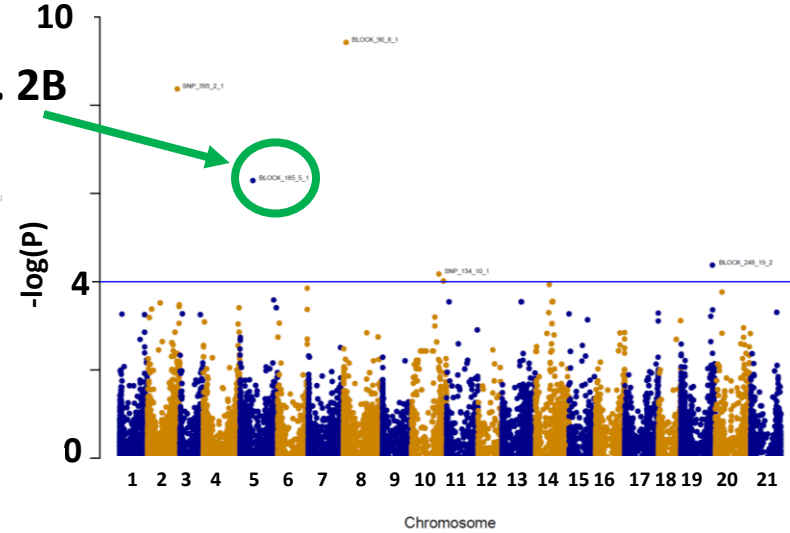


# GWAS su NDVI (accumulo di azoto e biomassa)

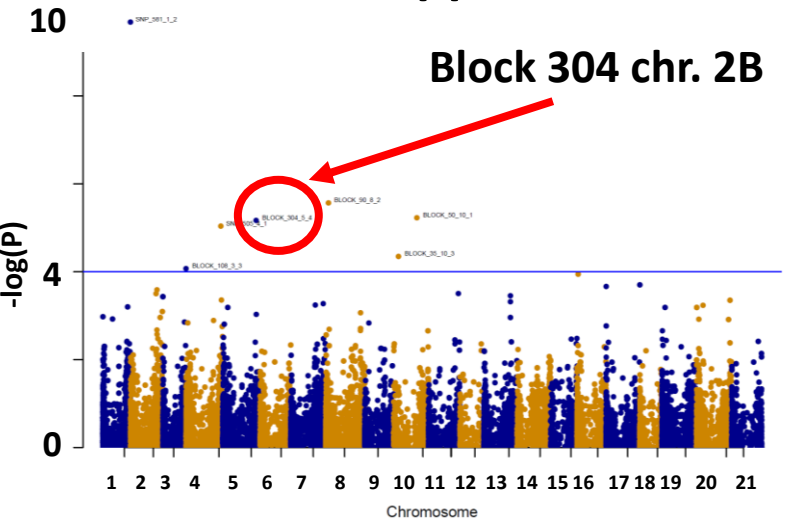
## NDVI - antesi



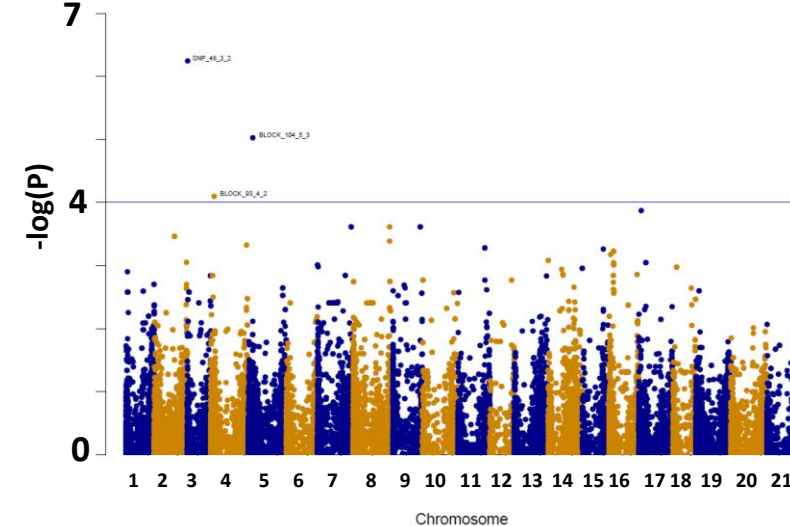
## NDVI - antesi completa



## NDVI - sviluppo del seme



## NDVI - senescenza



- Identificati diversi regioni cromosomiche ssociate con la variazione fenotipica (QTL)
- Blocco 185 su chr. 2B associato all'aumento delle proteine e dell'azoto nei semi
- Il blocco 304 include *WRKY70* coinvolto nella regolazione della senescenza fogliare (Yu et al., 2023, bioRxiv)

# Conclusioni e prospettive

- Le analisi genetiche e fenotipiche permetteranno garantiscono una miglior precisione nella caratterizzazione varietale
- Verranno sviluppati marcatori molecolari connessi con i fenotipi studiati → migliorare i protocolli di registrazione varietale
- La fenomica e la genomica possono aiutare a basarsi meno sul processo di valutazione visiva umana delle varietà







**DISTAL**



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE  
AGRO-ALIMENTARI

**22  
9  
'23** **OPEN  
DISTAL**



**HORT@**  
— From research to field —

**GRAZIE A TUTTI PER  
L'ATTENZIONE!**

