



San Lazzaro di Savena, 10 gennaio 2020

Tecnologie smart per supportare la concimazione (5)

Sistemi di allerta per la distribuzione di fitofarmaci (4)

Cambiamenti climatici e orticole in Emilia-Romagna: impatto e adattamento (3)

Prof. Roberto Confalonieri
Università degli Studi di Milano, Cassandra lab
roberto.confalonieri@unimi.it
www.cassandralab.com



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo Agricolo
per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali

San Lazzaro di Savena, 10 gennaio 2020

- **Domanda crescente di strumenti per ottimizzare la gestione dell'azoto in molti sistemi colturali**
 - ✓ massimizzare le **produzioni**
 - ✓ ridurre l'**impatto ambientale**
 - ✓ rispettare **standard qualitativi** richiesti dal mercato
 - ✓ aumentare la **redditività** dei sistemi colturali
 - ✓ diminuire la suscettibilità a **malattie** e **allettamento** (consumo di lusso di azoto)

San Lazzaro di Savena, 10 gennaio 2020

- Gli approcci **più quantitativi** per **monitorare** dinamicamente lo **stato nutrizionale** sono basati sull'**integrazione** di
 - ✓ **telerilevamento satellitare** e
 - ✓ **poche misure a terra** guidate dal satellite

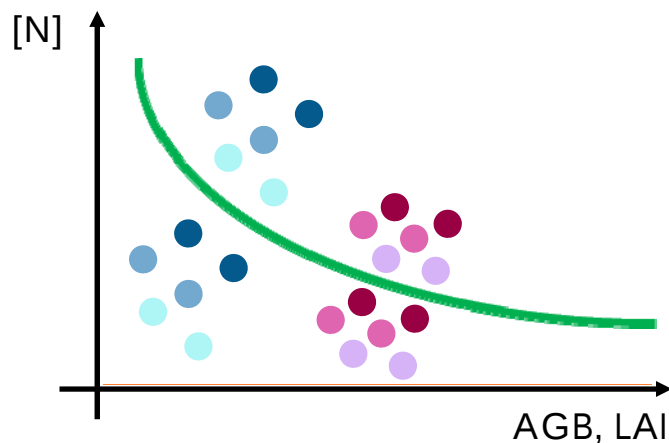
→ l'obiettivo è derivare **stime spazialmente distribuite dell'indice di stato nutrizionale (NNI)**

$$NNI = \frac{PNC}{Ncrit}$$

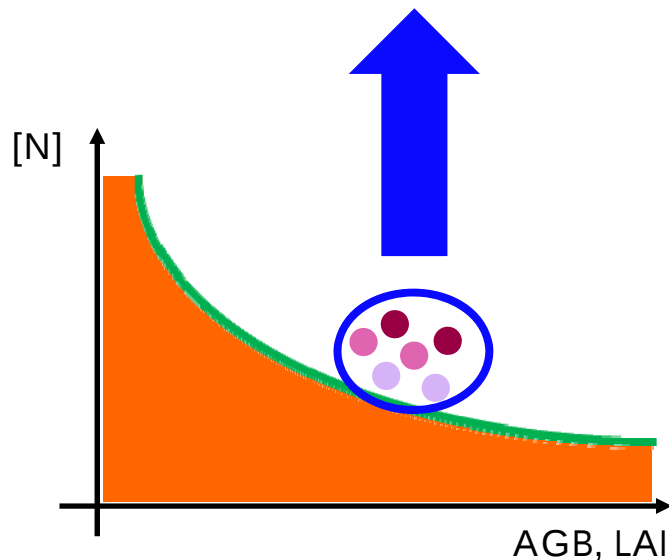
PNC e *Ncrit* sono il contenuto di azoto rilevato nella pianta e il contenuto critico

San Lazzaro di Savena, 10 gennaio 2020

- Perché i dati satellitari – da soli – non sono sufficienti?
- ...catturano la **variabilità spaziale** in **termini relativi**
 - ✓ Il campo potrebbe essere
 - tutto in stress (di più in alto, meno in basso)
 - tutto in consumo di lusso (di più in basso, meno in alto)



Supporto concimazione

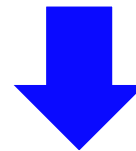


PocketN

Gradazione di verde delle foglie



Curve di calibrazione specifiche
per varietà/ibridi



Contenuto
di azoto
nella pianta
(PNC)



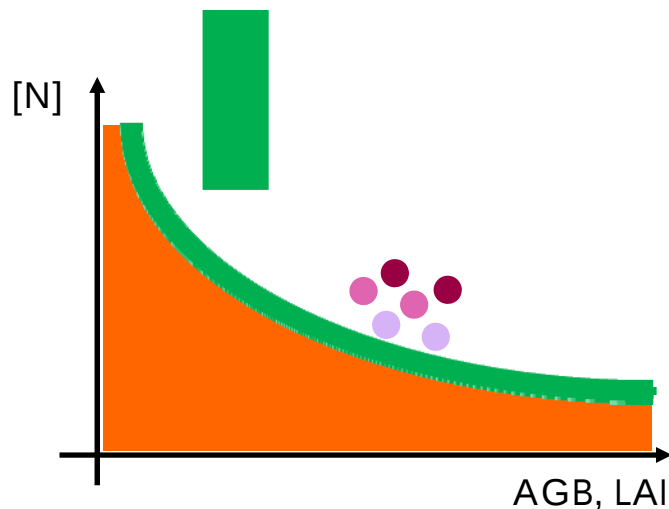
Research Paper

Improving in vivo plant nitrogen content estimates from digital images: Trueness and precision of a new approach as compared to other methods and commercial devices



Roberto Confalonieri ^{a,*}, Livia Paleari ^a, Ermes Movedi ^a,
Valentina Pagani ^a, Francesca Orlando ^a, Marco Foi ^b, Michela Barbieri ^c,
Michele Pesenti ^c, Oliver Cairati ^c, Marco S. La Sala ^c, Riccardo Besana ^c,
Sara Minoli ^c, Eleonora Bellocchio ^c, Silvia Croci ^c, Silvia Mocchi ^c,
Francesca Lampugnani ^c, Alberto Lubatti ^c, Andrea Quarteroni ^c,
Daniele De Min ^c, Alessandro Signorelli ^c, Alessandro Ferri ^c,
Giordano Ruggeri ^c, Simone Locatelli ^d, Matteo Bertoglio ^a,
Paolo Dominoni ^a, Stefano Bocchi ^a, Gian Attilio Sacchi ^a, Marco Acutis ^a

Supporto concimazione

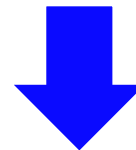


PocketLAI

Stime dell'indice di area fogliare (LAI) (m^2 foglie / m^2 suolo)



Approccio MAZINGA (Confalonieri et al., 2011)



Contenuto critico di azoto nella pianta (Ncrit)

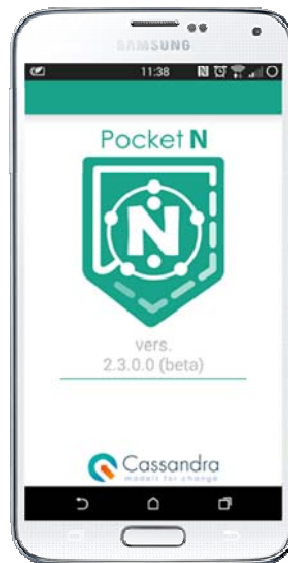


Development of an app for estimating leaf area index using a smartphone. Trueness and precision determination and comparison with other indirect methods

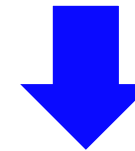


R. Confalonieri^{a,*}, M. Foi^b, R. Casa^c, S. Aquaro^d, E. Tona^d, M. Peterle^d, A. Boldini^d, G. De Carli^d, A. Ferrari^d, G. Finotto^d, T. Guarneri^d, V. Manzoni^d, E. Movedi^d, A. Nisoli^d, L. Paleari^d, I. Radici^d, M. Suardi^d, D. Veronesi^d, S. Bregaglio^a, G. Cappelli^a, M.E. Chiodini^a, P. Dominoni^a, C. Francione^a, N. Frasso^a, T. Stella^a, M. Acutis^a

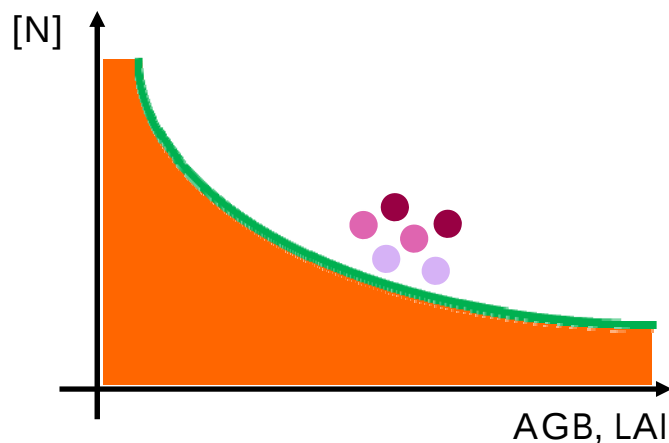
San Lazzaro di Savena, 10 gennaio 2020



Curve di
calibrazione



Indice di stato
nutrizionale (NNI)



sensors

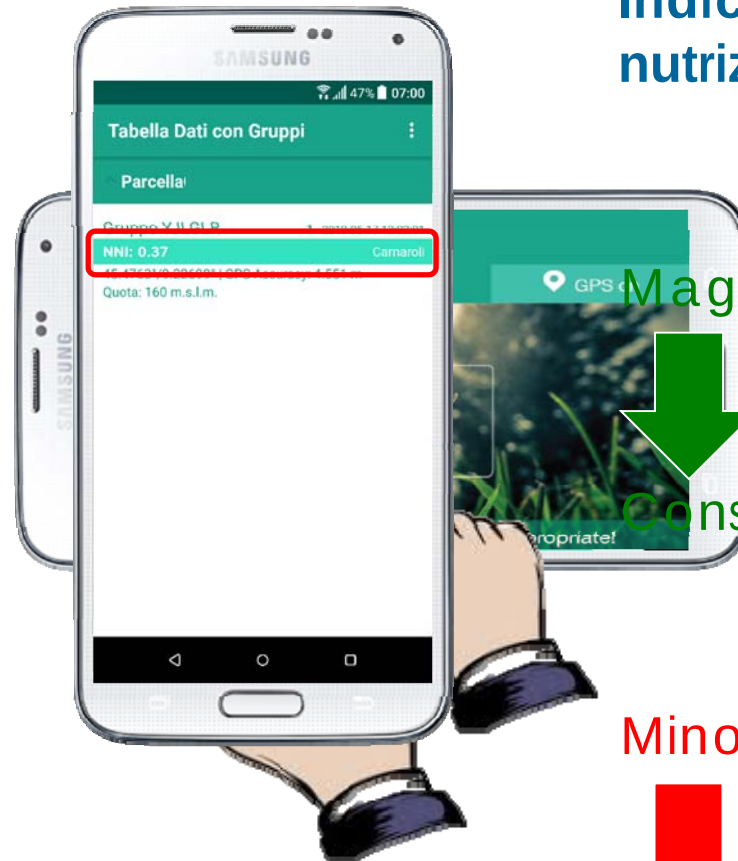
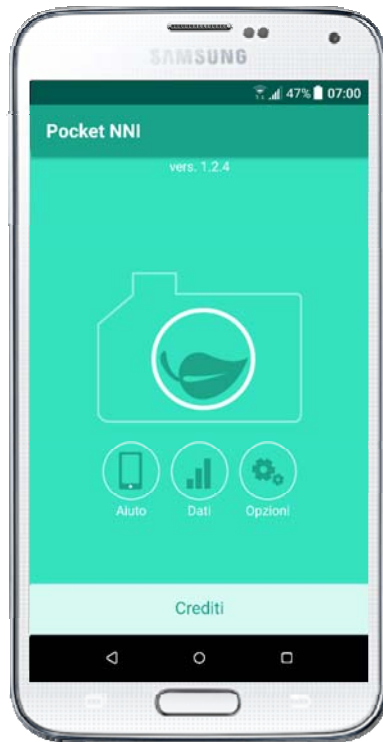


Article

Estimating Crop Nutritional Status Using Smart Apps to Support Nitrogen Fertilization. A Case Study on Paddy Rice

Livia Paleari ^{1,*}, Ermes Movedi ¹, Fosco M. Vesely ¹, William Thaelke ¹, Sofia Tartarini ¹, Marco Foi ¹, Mirco Boschetti ², Francesco Nutini ² and Roberto Confalonieri ^{1,*}

San Lazzaro di Savena, 10 gennaio 2020



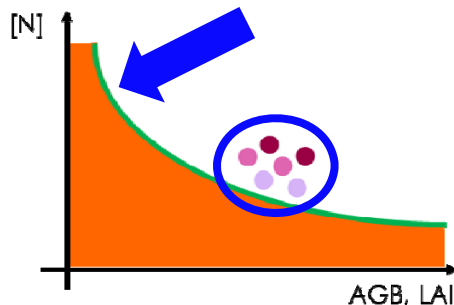
**Indice di stato
nutrizionale (NNI)**

Maggiore di 1

Consumo di lusso

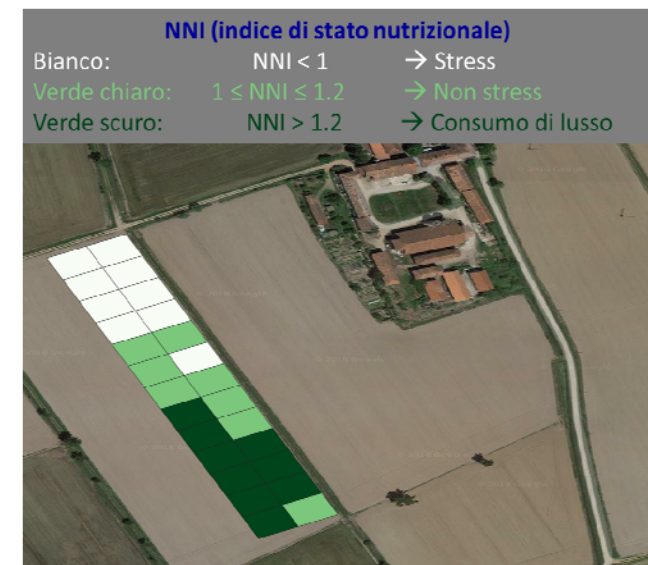
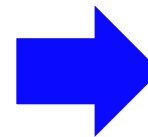
Minore di 1

Stress



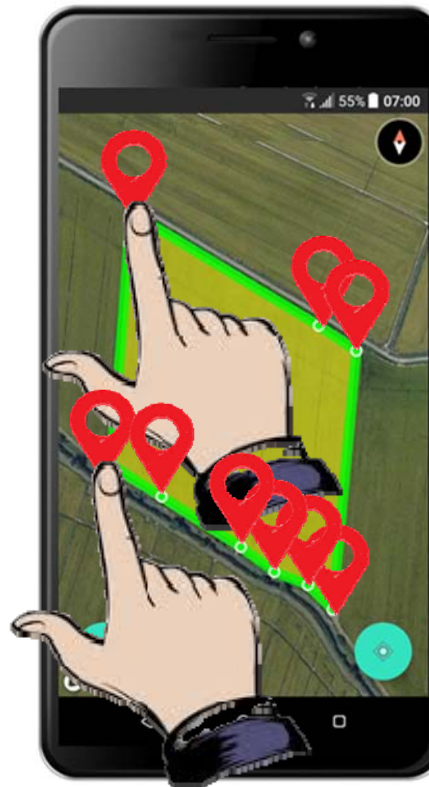
San Lazzaro di Savena, 10 gennaio 2020

- **Telerilevamento** non valuta realmente lo stato nutrizionale
- **Strumenti di campo** non adatti per analisi spaziali (VRT)
 - Abbiamo sviluppato e testato un **sistema** che integra la smart app **PocketNNI** e **dati satellitari** (NDVI e NDRE da Sentinel 2) per derivare **mappe di stato nutrizionale**
 - ✓ dalla geo-referenziazione dei confini degli appezzamenti
 - ✓ alla mappa di prescrizione



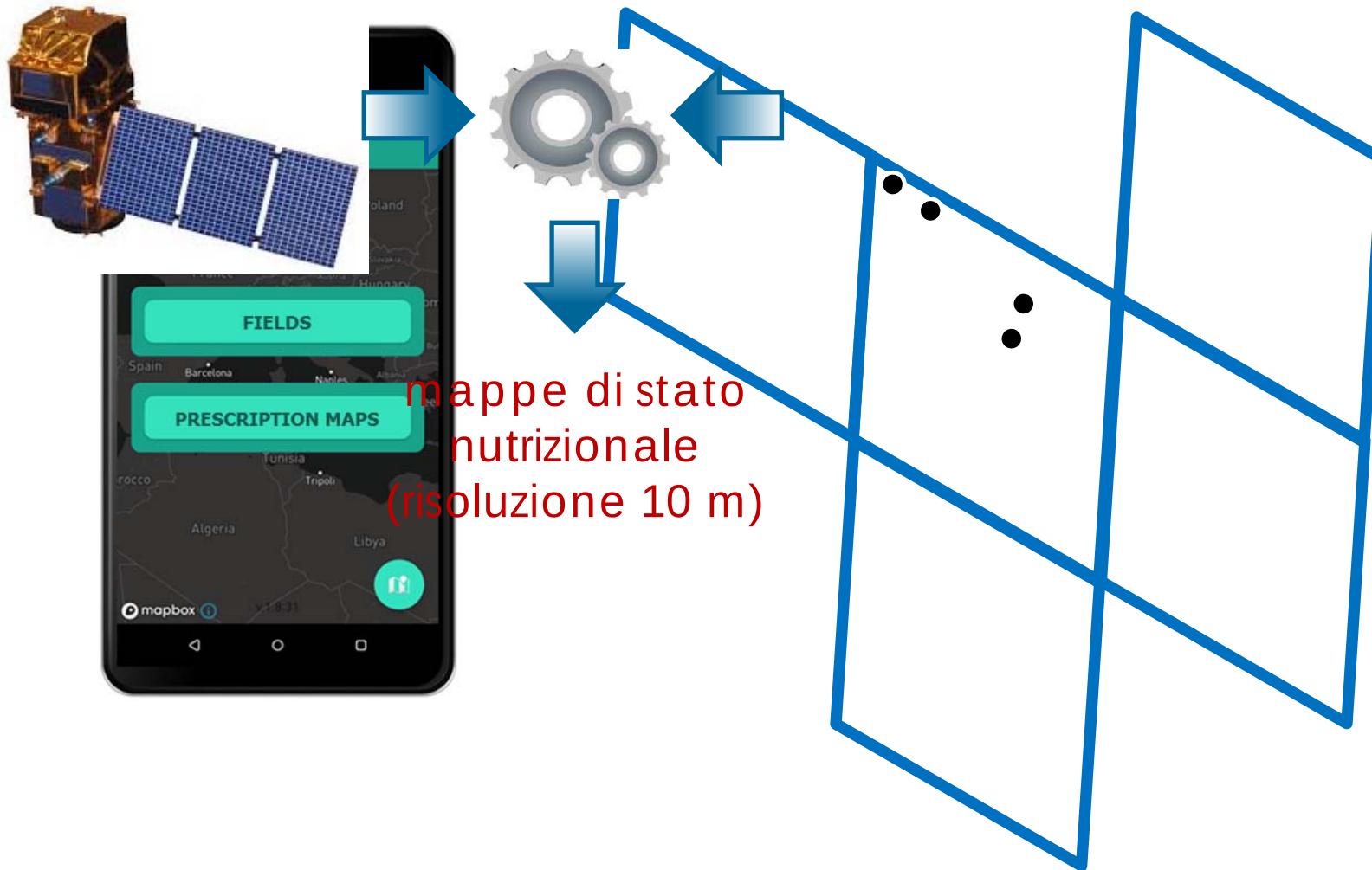
San Lazzaro di Savena, 10 gennaio 2020

Geo-referenziare i confini degli appezzamenti



San Lazzaro di Savena, 10 gennaio 2020

Satelliti → smart scouting

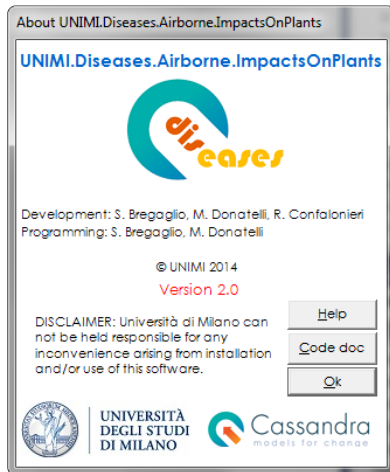


- La tecnologia è **economicamente vantaggiosa**
 - ✓ Sperimentazioni dedicate hanno dimostrato che i benefici possono andare da **70 a 160 €/ha** all'anno
 - ✓ Il costo a regime (dal 2021) sarà intorno ai **3 €/ha** all'anno
 - L'idea è che i **vantaggi economici spingeranno gli agricoltori** ad adottarla, con **benefici "indiretti" sull'ambiente** (senza il bisogno di incentivi o simili)
- La tecnologia è **attualmente** stata sviluppata per **mais e pomodoro da industria**
 - ✓ può essere **facilmente estesa ad altre colture**

San Lazzaro di Savena, 10 gennaio 2020

- **Obiettivo:**
 - ✓ **Evitare** trattamenti
 - **non necessari** (a calendario)
 - trattamenti effettuati nel **momento sbagliato** (poco efficaci)
 - **non aspettare** la comparsa di sintomi
- **Perché un altro servizio di allerta?**
 - ✓ Alcuni servizi **non** sono **comodi** da consultare (e.g., bollettini giornalieri), **non** sono **giornalieri** e **non** sono **personalizzati**
 - ✓ Altri sono **costosi** e **richiedono interazione** da parte dell'utente

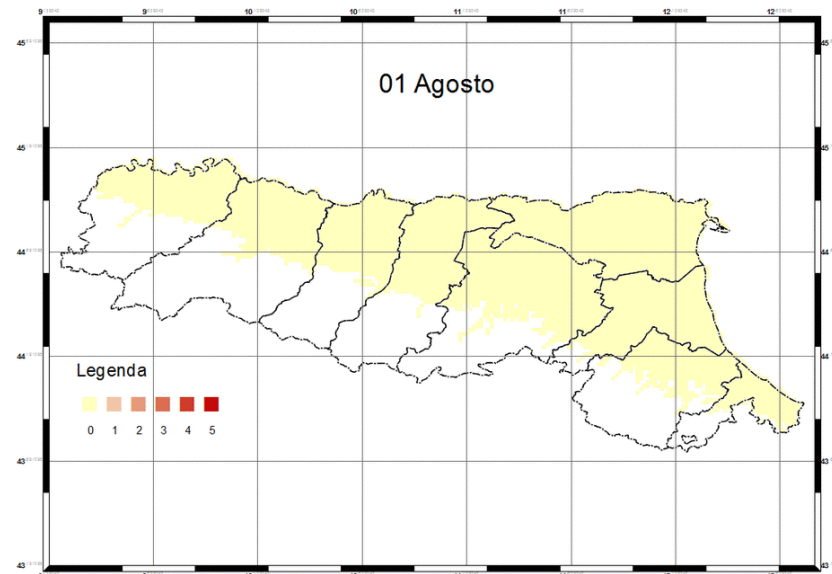
San Lazzaro di Savena, 10 gennaio 2020



Simulatore
dell'interazione
pianta-patogeno



Servizio meteo
Allerta infezione da patogeni
(es. peronospora pomodoro)
(previsti)



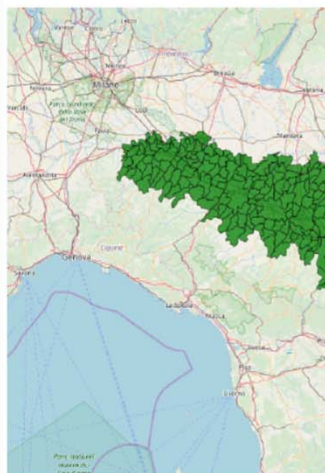
San Lazzaro di Savena, 10 gennaio 2020

Bollettini giornalieri di allerta (anno di test)

Peronospora pomodoro

Mappa di rischio di Infezione Potenziale

La mappa mostra quanto le condizioni meteorologiche giornaliere siano favorevoli ad eventi di infezione da Peronospora. Le stime derivano da simulazioni condotte con modelli di simulazione specificamente sviluppati e fanno riferimento all'intero periodo 26/05/2019 - 30/05/2019. Per ciascun comune, il rischio riportato è la media dei valori stimati su celle 2x2km all'interno del comune. Il valore di *Rischio Medio* corrisponde alla media stimata in un intervallo di ± 2 giorni rispetto alla data corrente.



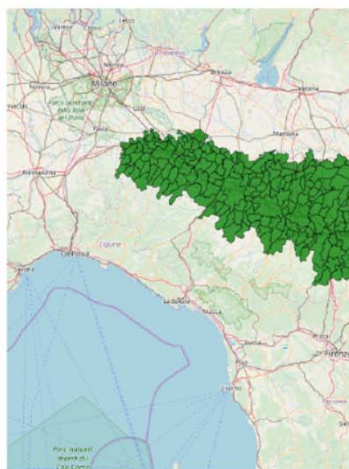
Pomodoro
Peronospora

Conserve Italia
Soc. coop. agricola

Alternaria pomodoro

Mappa di rischio di Infezione Potenziale per

La mappa mostra quanto le condizioni meteorologiche giornaliere siano favorevoli ad eventi di infezione da Alternaria. Le stime derivano da simulazioni condotte con modelli di simulazione specificamente sviluppati e fanno riferimento all'intero periodo 26/05/2019 - 30/05/2019. Per ciascun comune, il rischio riportato è la media dei valori stimati su celle 2x2km all'interno del comune. Il valore di *Rischio Medio* corrisponde alla media stimata in un intervallo di ± 2 giorni rispetto alla data corrente.



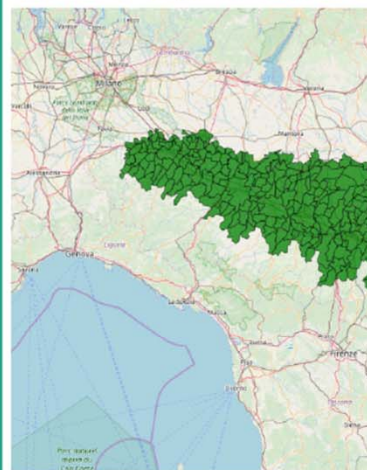
Pomodoro
Alternaria

Conserve Italia
Soc. coop. agricola

Antracnosi borlotta

Mappa di rischio di Infezione Potenziale per il

La mappa mostra quanto le condizioni meteorologiche giornaliere siano favorevoli ad eventi di infezione da Antracnosi. Le stime derivano da simulazioni condotte con modelli di simulazione specificamente sviluppati e fanno riferimento all'intero periodo 26/05/2019 - 30/05/2019. Per ciascun comune, il rischio riportato è la media dei valori stimati su celle 2x2km all'interno del comune. Il valore di *Rischio Medio* corrisponde alla media stimata in un intervallo di ± 2 giorni rispetto alla data corrente.



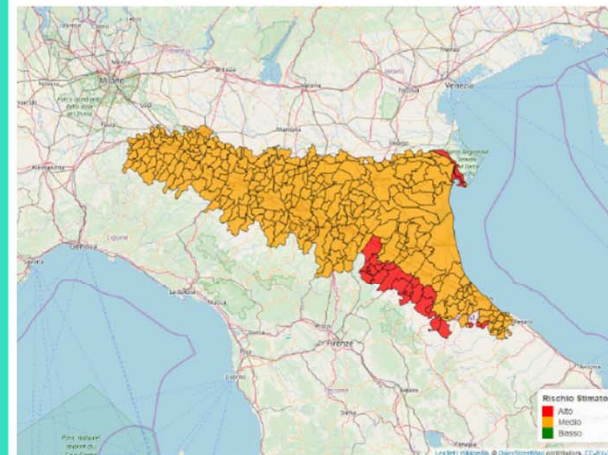
Fagiolo Borlotta
Antracnosi

Conserve Italia
Soc. coop. agricola

Peronospora pisello

Mappa di rischio di Infezione Potenziale per il 28/05/2019

La mappa mostra quanto le condizioni meteorologiche giornaliere siano favorevoli ad eventi di infezione da Peronospora. Le stime derivano da simulazioni condotte con modelli di simulazione specificamente sviluppati e fanno riferimento all'intero periodo 26/05/2019 - 30/05/2019. Per ciascun comune, il rischio riportato è la media dei valori stimati su celle 2x2km all'interno del comune. Il valore di *Rischio Medio* corrisponde alla media stimata in un intervallo di ± 2 giorni rispetto alla data corrente.



Pisello
Peronospora

Conserve Italia
Soc. coop. agricola

Cassandra
models for change

San Lazzaro di Savena, 10 gennaio 2020

Bollettini giornalieri di allerta (anno di test)



1. Gestire l'**incertezza** presente negli **scenari climatici**



2. **Quantificare l'impatto** sulle variabili di interesse

(es. produttività, uso delle risorse, pressione patogeni, qualità delle produzioni)



3. Per i casi in cui l'impatto è negativo, identificare **strategie di adattamento**

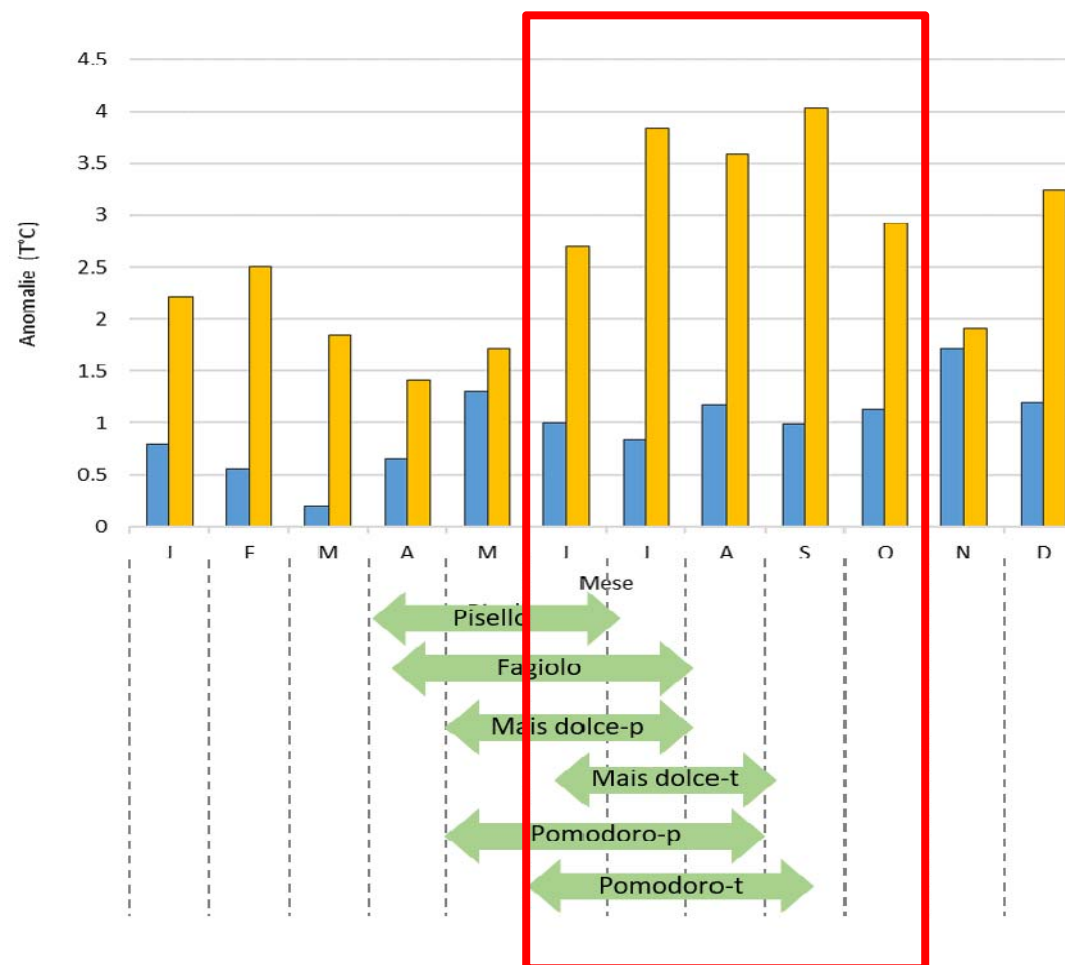
- Gestionali (anticipo semine → ristrutturazione impianti di trasformazione?)
- Genetiche (varietà più adatte alle condizioni attese negli anni a venire)

San Lazzaro di Savena, 10 gennaio 2020

Variazioni termiche attese (2030-2049) rispetto alla baseline, esempio per sito di Piacenza:

- Scenario **RCP4.5-GISS**
“più ottimistico”
- Scenario **RCP8.5-HAD**
“più pessimistico”

Nello scenario RCP8.5-HAD, incrementi termici marcati nel **periodo estivo**, interessando quindi **fasi critiche** (e.g. fioritura, riempimento della granella) **del ciclo colturale**



San Lazzaro di Savena, 10 gennaio 2020

Esempio: **borlotto**

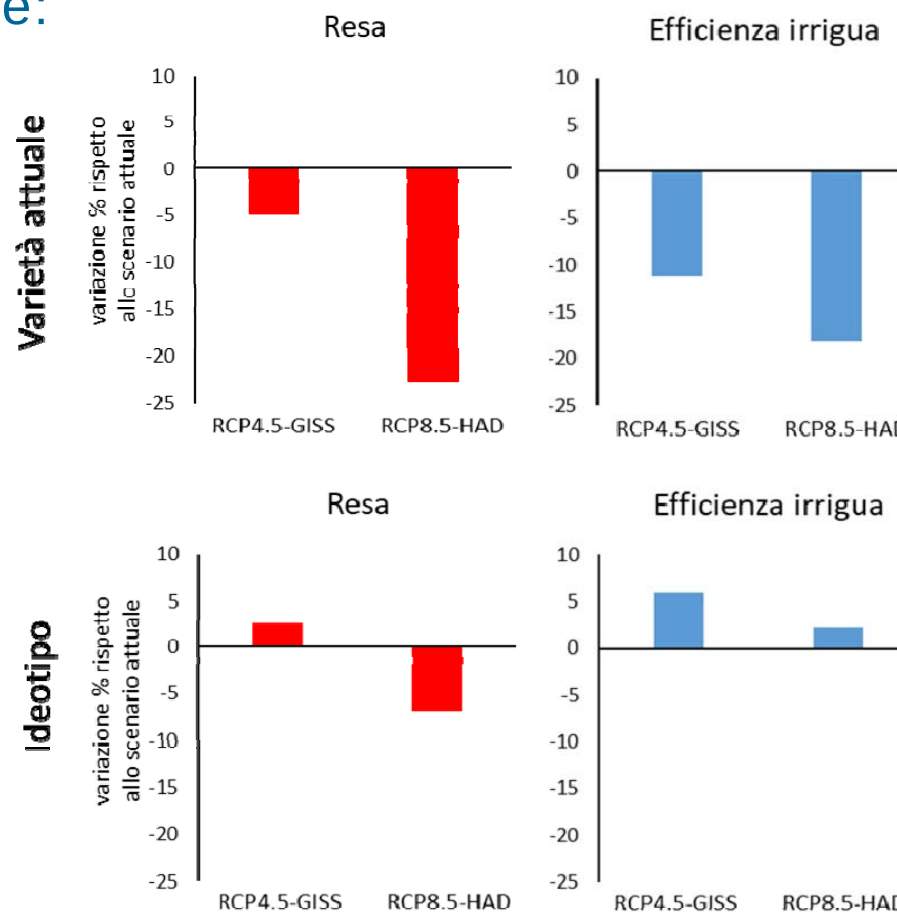
Rispetto al contesto attuale

- Con le **varietà attuali** sono attese:

- ✓ **perdite di resa consistenti**
- ✓ **richieste irrigue invariate**
- ✓ e quindi un **peggioramento dell'efficienza irrigua**

- Con gli **ideotipi**:

- ✓ **perdite di resa contenute**
o rese in lieve aumento
- ✓ **Minori richieste irrigue**
(in media -7%)
- ✓ **Migliore efficienza irrigua**



Esempio: **borlotto**

In entrambi gli scenari climatici, l'**ideotipo** si caratterizza per:

- Maggiore **tolleranza alle alte temperature**, soprattutto in fase di riempimento della granella
- **Precocità della fioritura** (intervallo semina-inizio fioritura più breve) e periodo di riempimento più lungo possibile
- Maggiore **efficienza fotosintetica**
- **Architettura della canopy più efficiente** (foglie più erette)

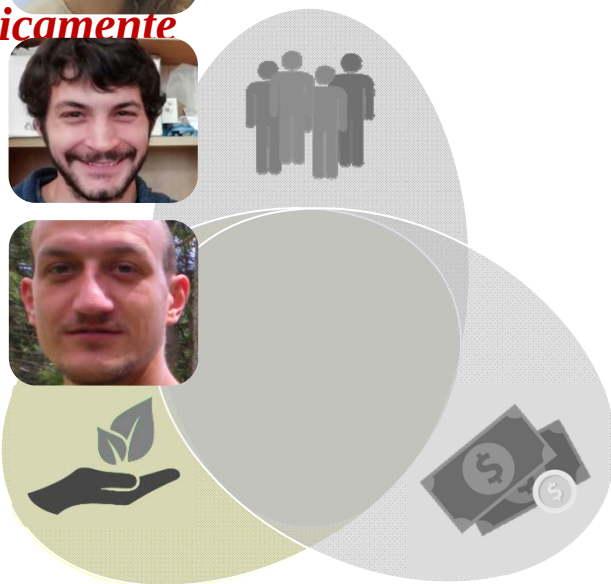
L'analisi dei dati raccolti presso i campi varietali di Conserve Italia (Cadriano) evidenzia che le **varietà più simili all'ideotipo** sono:

- Magico
- Meccano
- 17B921

Sostenibilità ambientale = Riduzione impatto + Diffusione



Tipicamente



In questo progetto



Grazie per l'attenzione