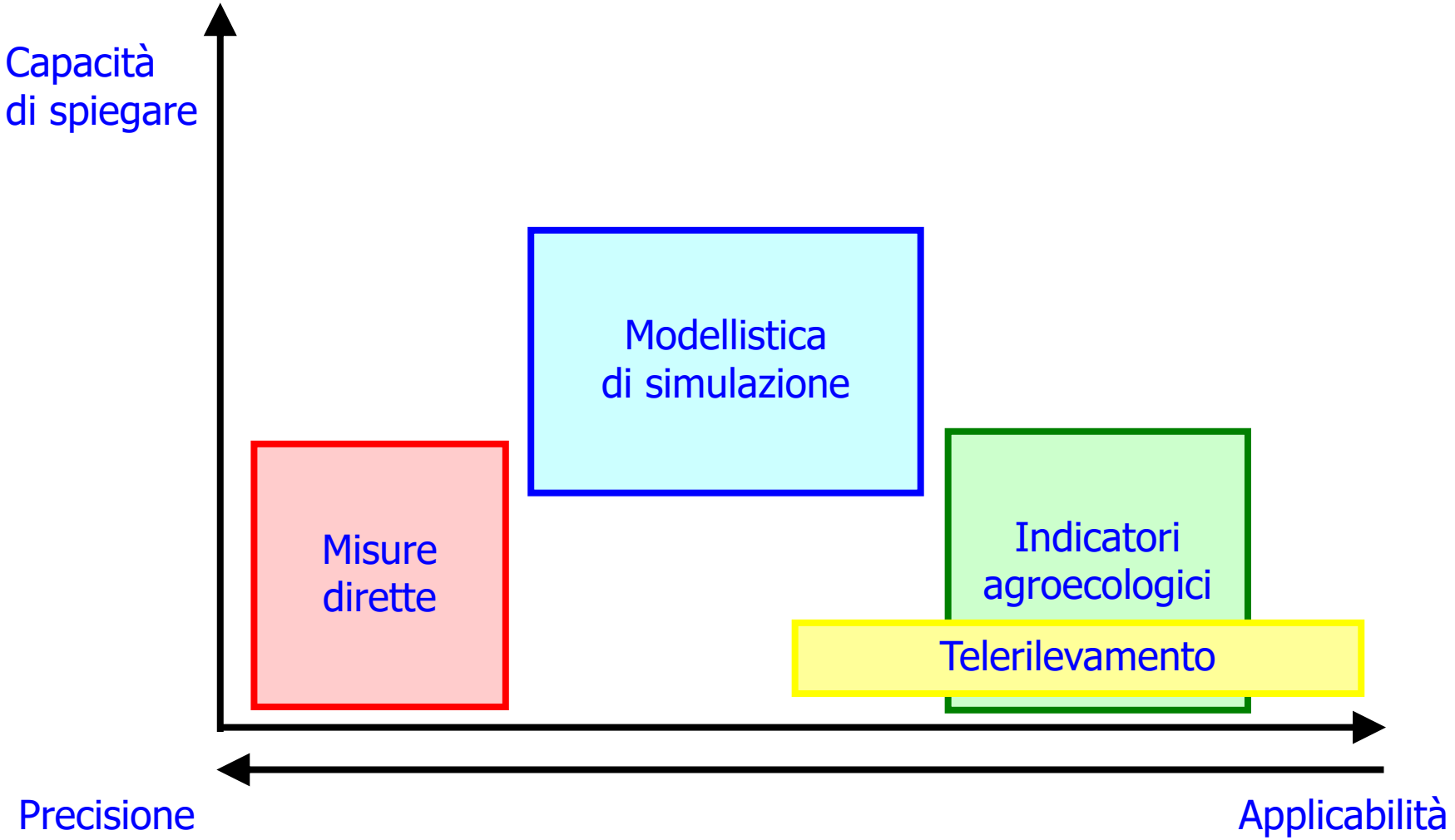
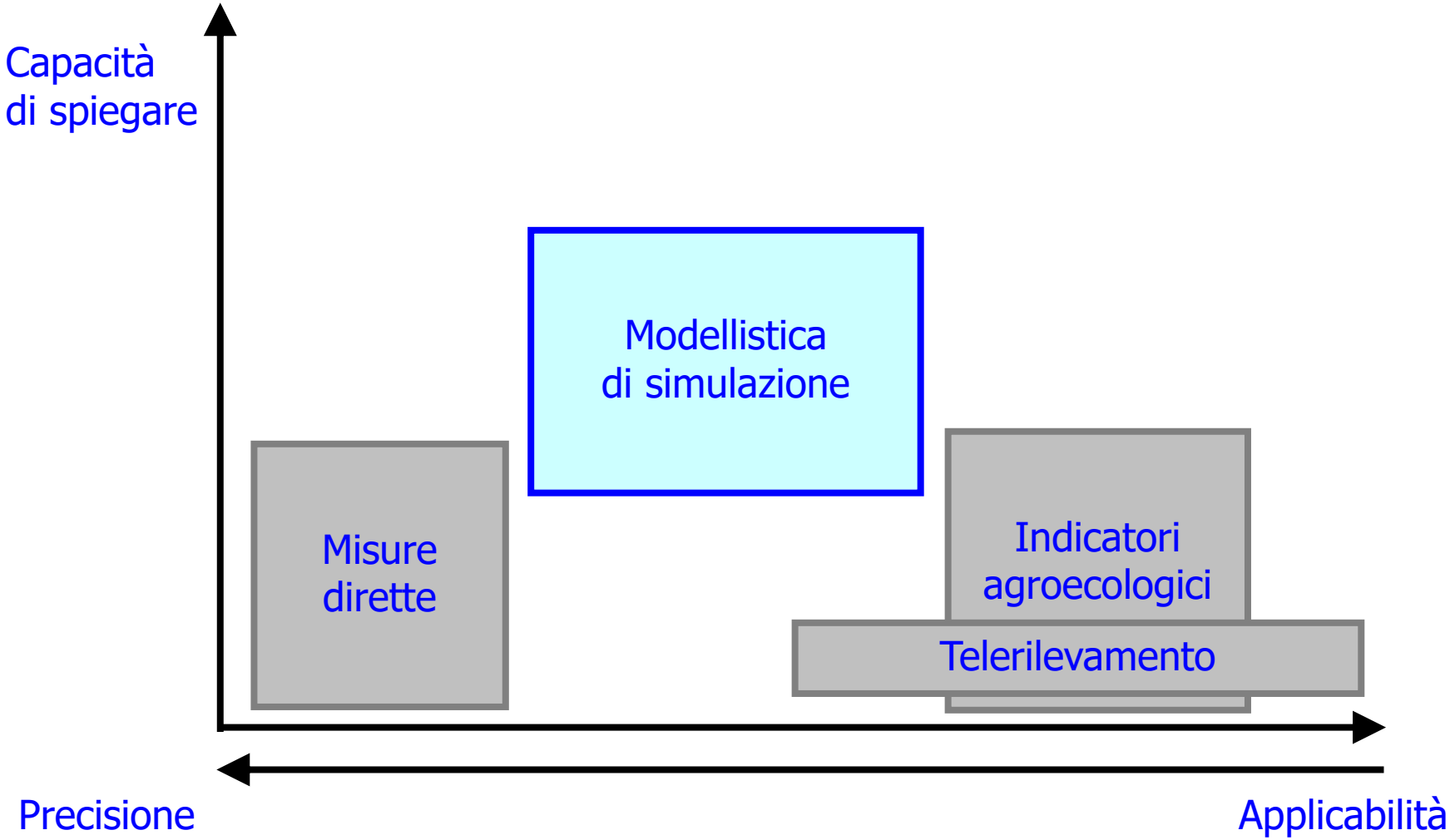
Sistemi colturali analizzati e gestiti con modelli di simulazione (1)

Problematiche tecniche risolte con modelli. Esempi



Problematiche tecniche risolte con modelli. Esempi



Modelli…
Vi ricordate?

Una definizione di *modello matematico*:

«Le scienze non cercano di spiegare, a malapena tentano di interpretare, ma fanno soprattutto dei modelli. Per modello si intende un costrutto matematico che descrive dei fenomeni osservati. **La giustificazione di un siffatto costrutto matematico è soltanto e precisamente che ci si aspetta che funzioni** – cioè descriva correttamente i fenomeni in un'area ragionevolmente ampia»

…*che funzioni* per far cosa?

Problematiche tecniche risolte con modelli. Esempi

- Supporto alla gestione
- Sistemi di allerta
- Roggia "Acquafresca"
- Deroga direttiva nitrati
- Gestione acqua per consorzio di bonifica
- Sistemi di previsione di resa
- Impatto dei cambiamenti climatici – identificazione strategie di adattamento
- *in silico* ideotyping
- Assicurazioni parametriche

Scala di campo
Supporto alla gestione

Scala: appezzamento

Obiettivo: definire **piani di irrigazione e concimazione** specifici per il vostro sistema colturale in una specifica annata meteorologica

E' quello che farete voi in una parte delle esercitazioni

Il modello di simulazione sarà STICS (Brisson et al., 1998)

Scala di campo
Supporto alla gestione

Scala: appezzamento

Obiettivo: **Concimazione di copertura** in specifici stadi fenologici (**maggiore efficienza**)

Modello: WARM (Confalonieri et al., 2009)

Coltura: riso

Stadio: iniziazione della pannocchia

Servizio erogato nel 2015 e nel 2016 in Italia, Spagna e Grecia nell'ambito del progetto ERMES

ERMES
AN EARTH OBSERVATION MODEL BASED RICE INFORMATION SERVICE

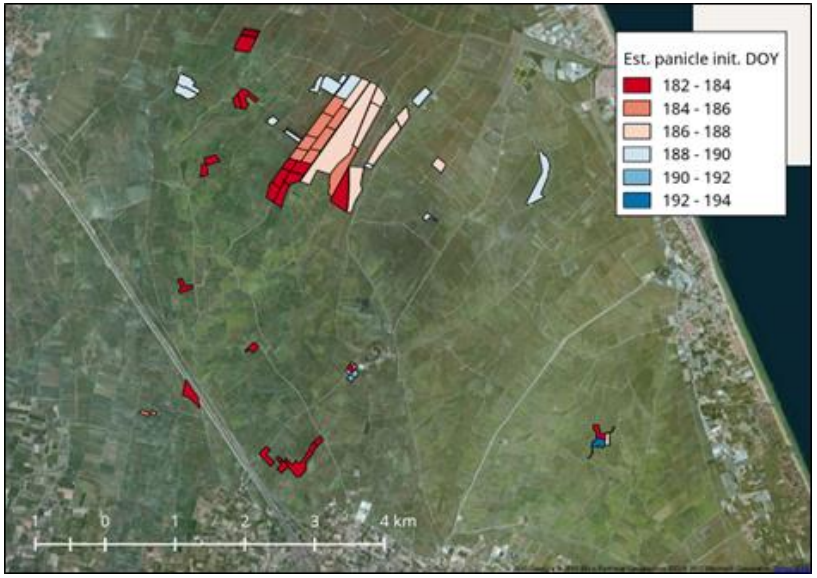
Scala di campo
Supporto alla gestione

ERMES
AN EARTH OBSERVATION MODEL BASED RICE INFORMATION SERVICE

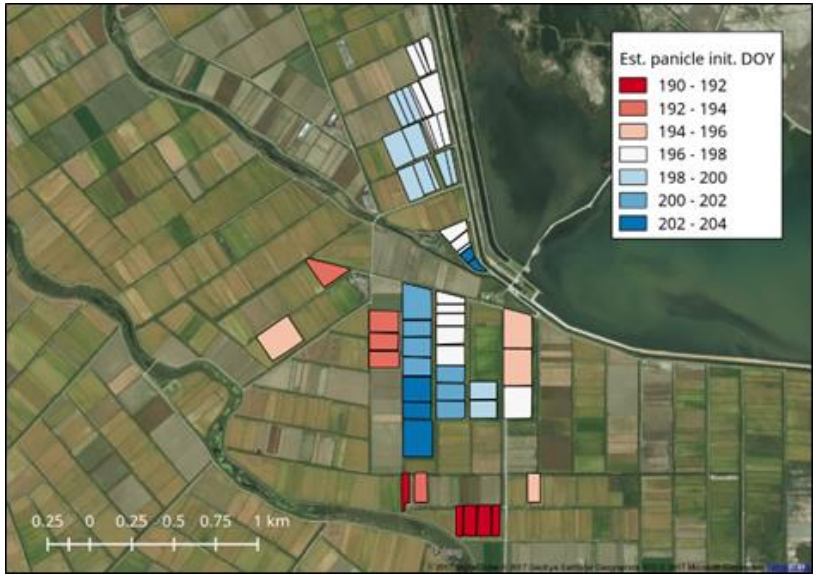
Scala: appezzamento

Obiettivo: **Concimazione di copertura** in specifici stadi fenologici (**maggiore efficienza**)

Spagna



Grecia



Riso e brusone: Previsione e supporto alla gestione

Scala: territoriale.

Obiettivo: supporto alla gestione.

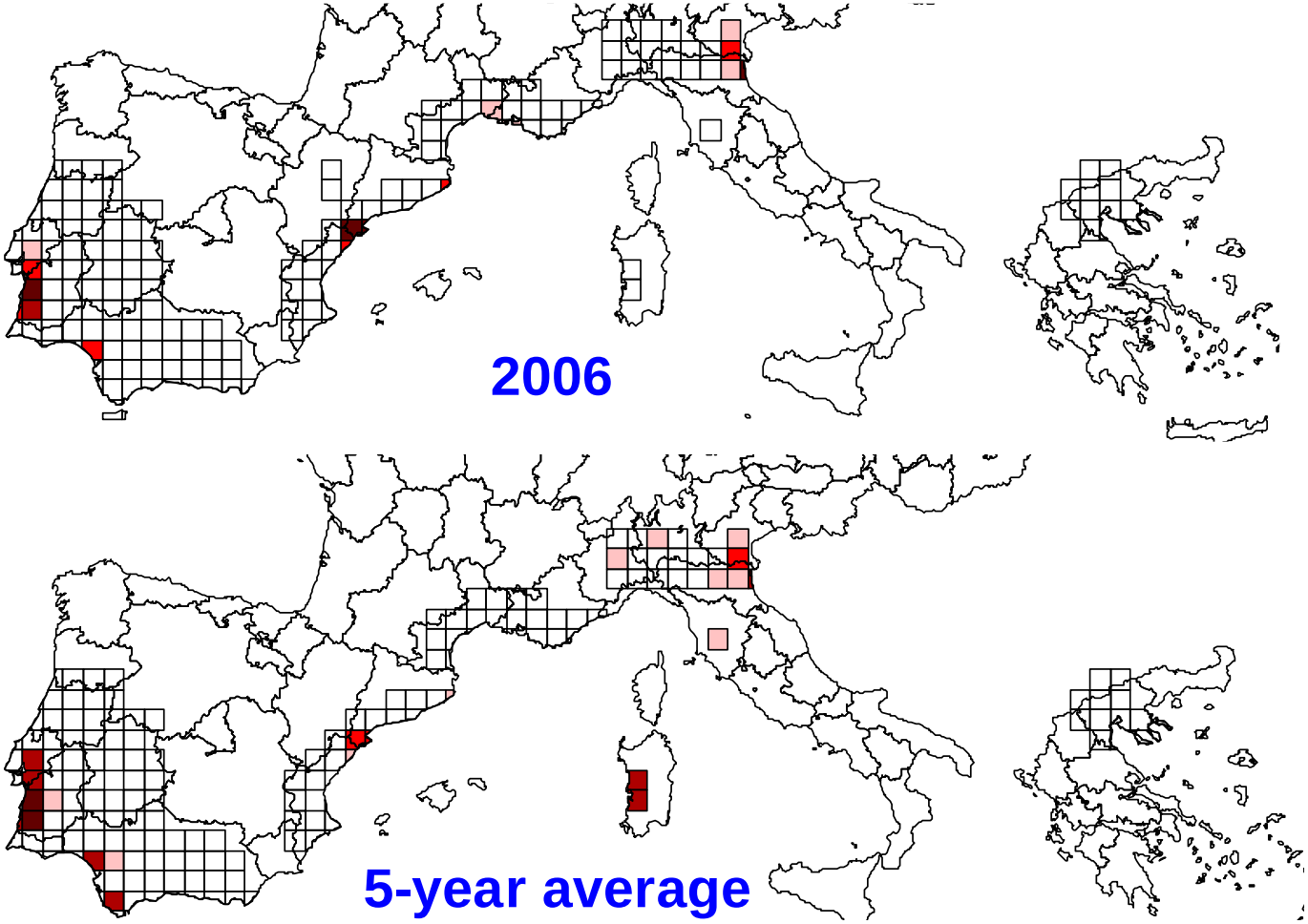
Riso e brusone

Modelli originariamente utilizzati a scopo previsionale dalla Commissione Europea sono ora utilizzati per il supporto alla gestione in azienda

- Modello di crescita (WARM; Confalonieri et al., 2009)
- Modello di interazione pianta-patogeno (Gunther, 1986)

Riso e brusone: Previsione e supporto alla gestione

Sistemi Colturali



Number of days characterized by high risk of BLAST disease infection

- 0 days
- between 1 and 2 days
- between 3 and 5 days
- between 6 and 10 days
- more than 11 days

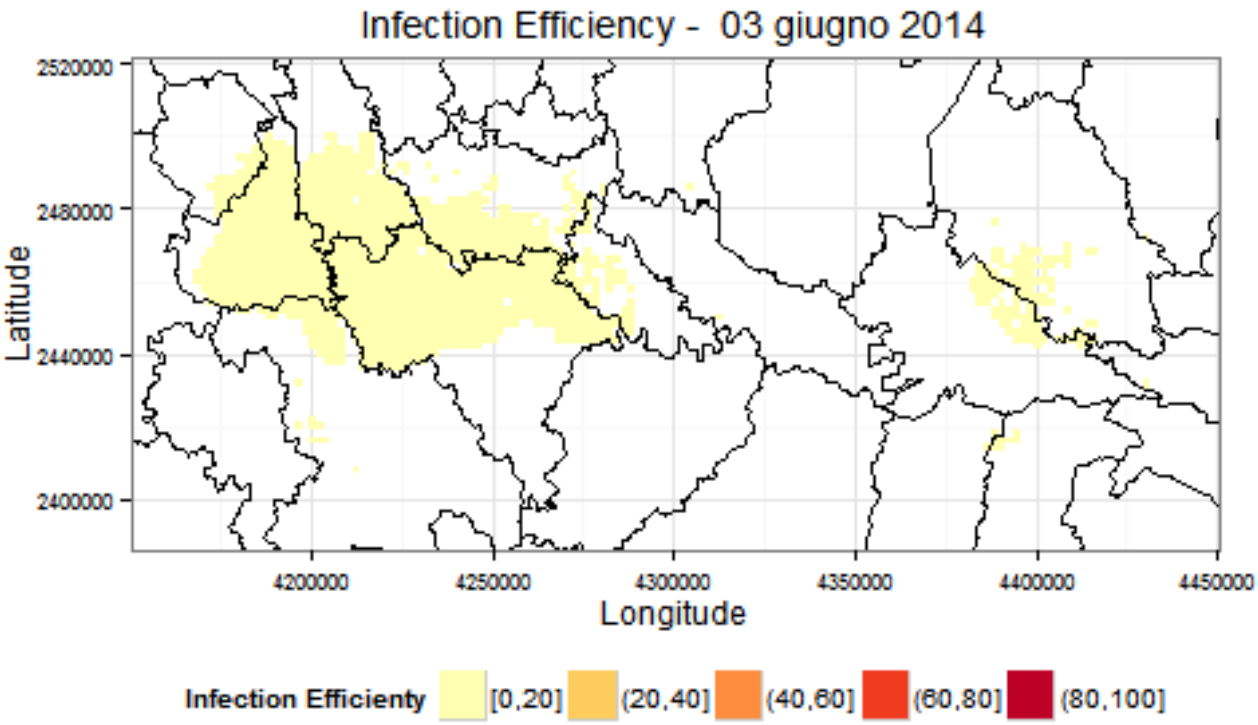
Sources: MARS Database, © EuroGeographics for the administrative boundaries
CLC2000, Copyright EEA, Copenhagen, 2007,http://www.eea.europa.eu

ipsc

JRC
EUROPEAN COMMISSION

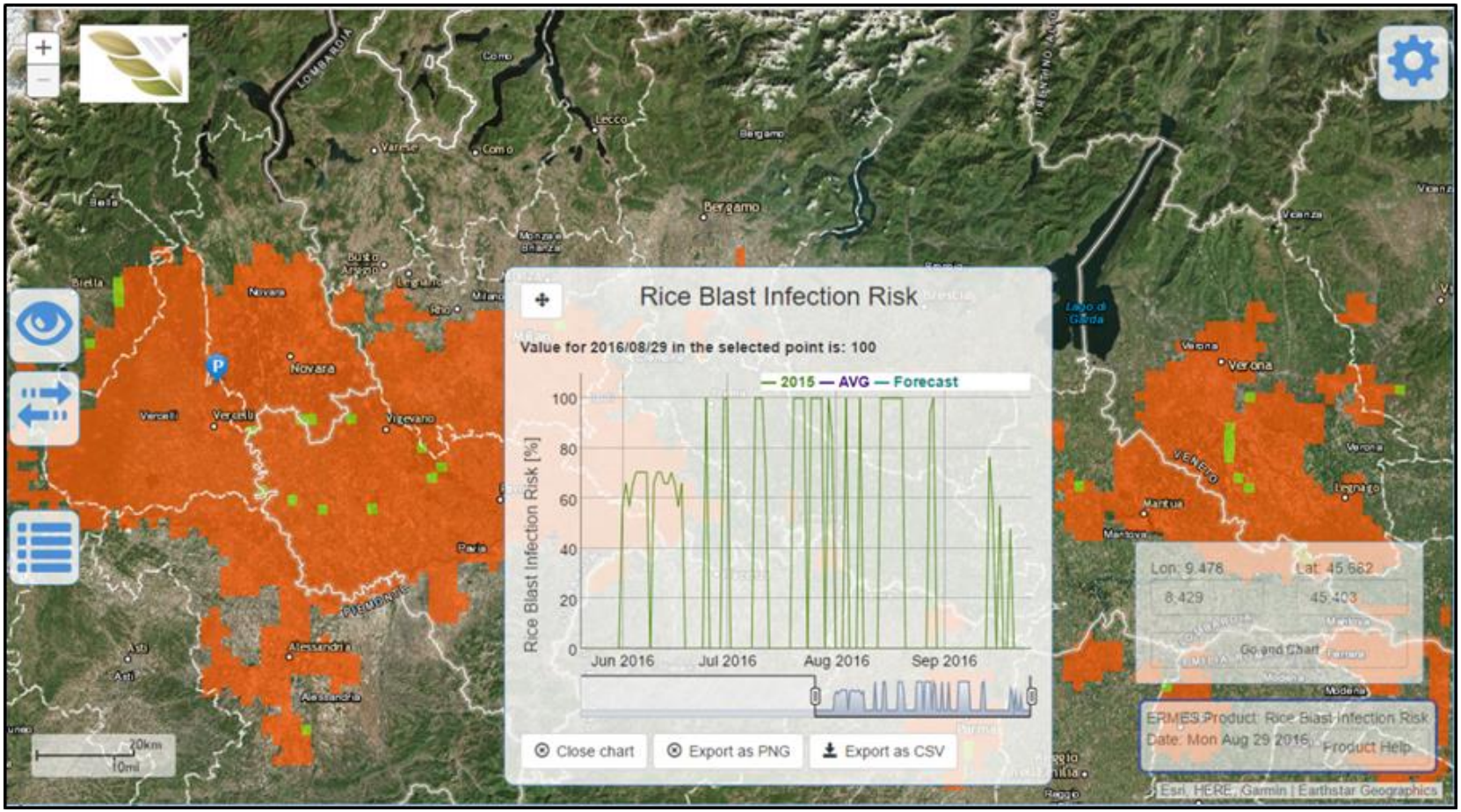
Riso e brusone: Previsione e supporto alla gestione

Servizi di allerta…



Riso e brusone: Previsione e supporto alla gestione

Non solo in Sardegna…



Riso e brusone: Previsione e supporto alla gestione

Sistemi Colturali

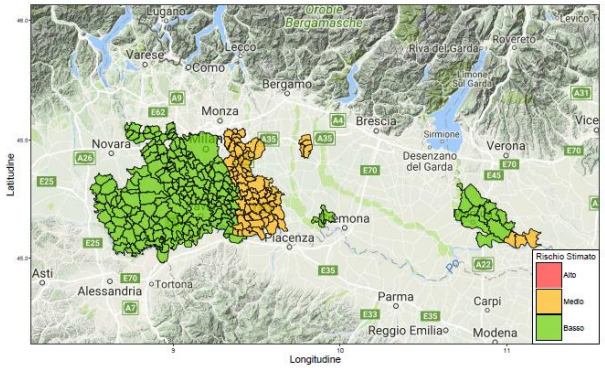
ERSAF

Bollettino Riso

per la difesa a basso apporto di prodotti fitosanitari ai sensi della DGR 3233 del 6/3/2015

Brusone – Mappa di Rischio di Infezione Potenziale – 27/08/2018

La mappa mostra quanto le condizioni meteorologiche giornaliere siano favorevoli ad eventi di infezione da Brusone. Le stime sono effettuate a partire da simulazioni condotte con il modello di simulazione *WARM* per il periodo 24/08/2018 – 30/08/2018. Per ciascun comune, il rischio riportato e' la media dei valori stimati su celle di 2x2 km all'interno del comune. Il valore di *Rischio Medio* corrisponde alla media stimata in un intervallo di piu' o meno 3 giorni rispetto alla data corrente.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

1

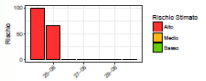
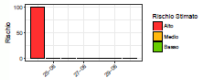
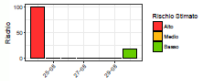
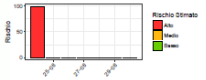
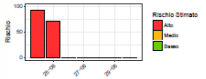
Regione Lombardia
Servizio Fitosanitario

www.regione.lombardia.it

ERSAF

Andamento per comune – Settimana 24/08/2018 - 30/08/2018

Per ciascun comune dell'area risicola lombarda viene riportato il rischio aggregato stimato per la settimana, insieme all'andamento del rischio stimato nel periodo di piu' o meno tre giorni dalla data corrente. I grafici illustrano l'andamento giornaliero del Rischio Stimato (*si tenga presente che le stime per i giorni futuri sono basate su previsioni meteorologiche, inevitabilmente soggette ad errore*).

Comune	*Rischio Aggregato*	*Andamento*
Abbiategrasso	Basso	
Acquanegra Cremonese	Basso	
Alagna	Basso	
Albairate	Basso	
Albonese	Basso	
Albuzzano	Basso	

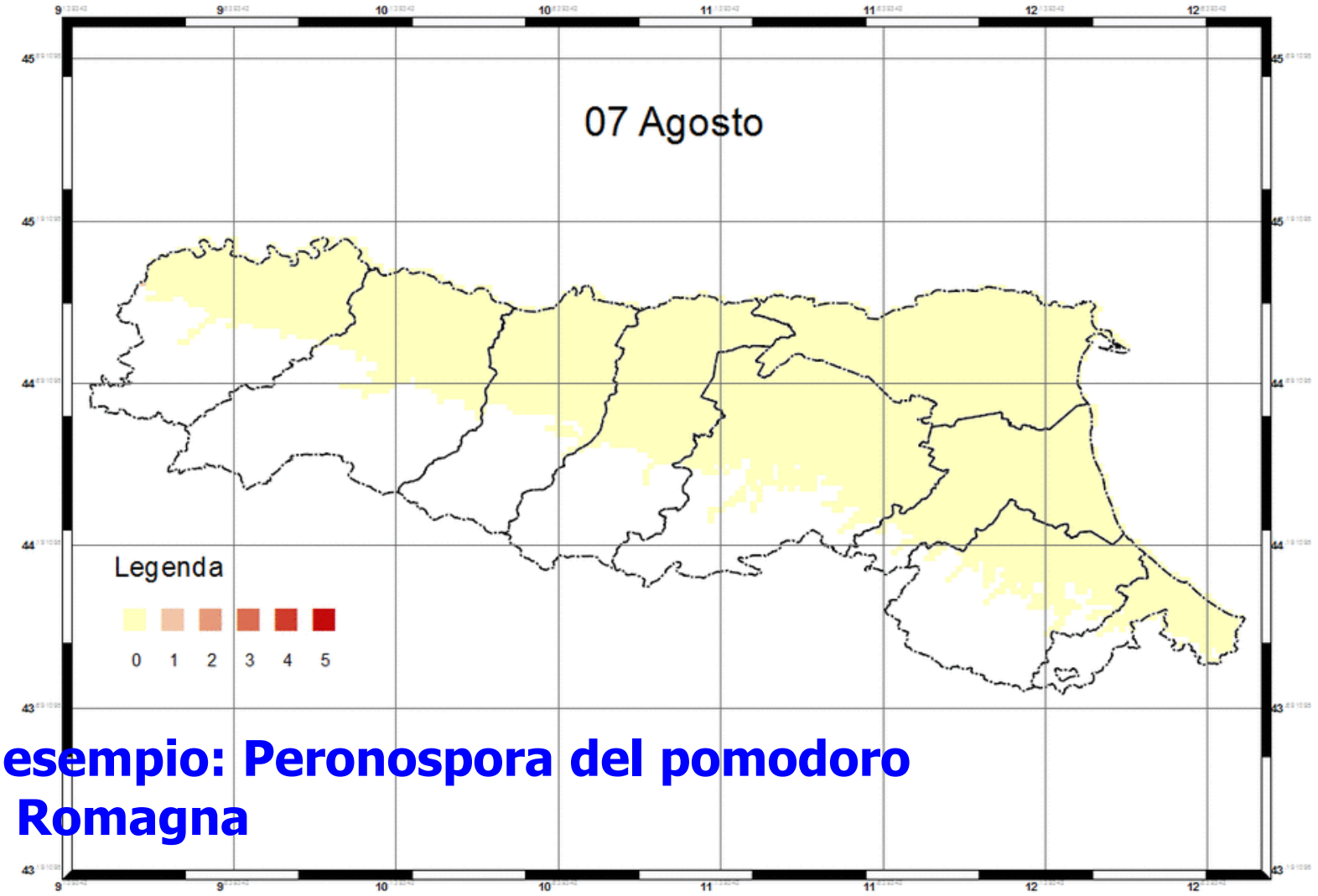
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

2

Regione Lombardia
Servizio Fitosanitario

www.regione.lombardia.it

Ovviamente, non solo riso e brusone...



Un altro esempio: Peronospora del pomodoro in Emilia Romagna

Roggia "Acquafresca"

Scala: aziendale.

Obiettivo: effettuare una perizia '*credibile*'.

Causa per la gestione della roggia Acquafresca nell'estate del 2001

Nel 2001 si è aperto un contenzioso tra un importante comune lombardo e 4 (+ 3) aziende a sud di questo comune per via della gestione *anomala* della roggia Acquafresca.

In questa parte di nord Italia, riso e mais sono tra le colture più rappresentate.

Il comune ha bloccato l'approvvigionamento idrico mentre queste colture si trovavano in fasi particolarmente critiche del loro ciclo.

Roggia "Acquafresca"

Gli agricoltori delle aziende coinvolte hanno intentato una causa contro il comune in questione per essere rimborsati e, **attraverso il loro principale rappresentante**, hanno contattato il Dipartimento di Produzione Vegetale per ottenere una **perizia** nella quale le perdite fossero stimate in modo quantitativo, oggettivo e trasparente.

Essendo stato il **2001 un anno poco piovoso** nel periodo di interesse, gli agricoltori temevano infatti che la controparte (il comune) attribuisse le colpe della mancata produzione all'annata invece che alla gestione della roggia Acquafresca.

In pratica, hanno chiesto di quantificare le perdite distinguendo tra (i) quelle dovute al particolare andamento meteorologico dell'annata e (ii) quelle dovute alla gestione della roggia.

Roggia "Acquafresca"

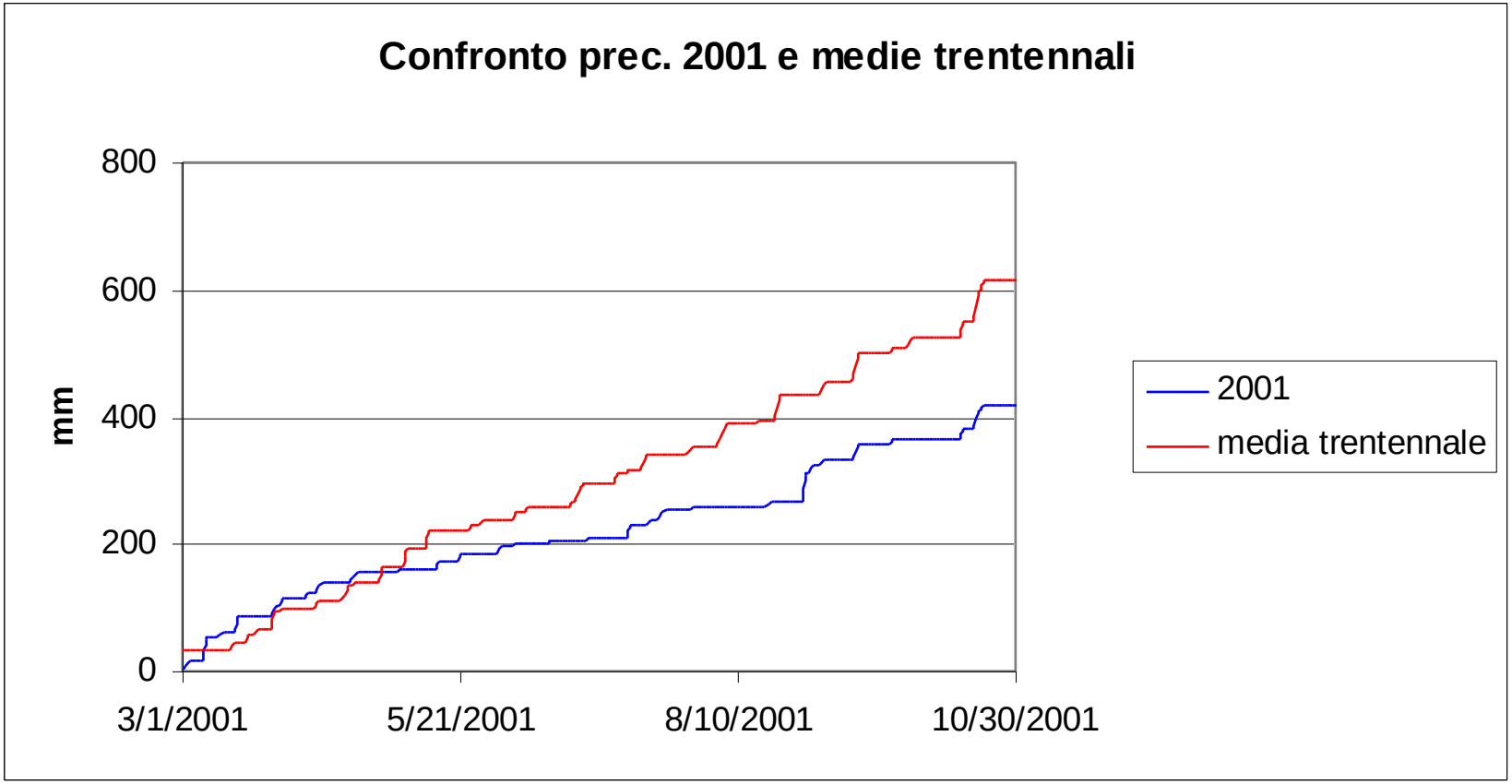
I dati disponibili:

- agrotecniche da interviste con gli agricoltori
- dati meteo (da una stazione ERSAF)
- dati sui profili
  - ✓ da agricoltori (analisi recenti dei suoli degli appezzamenti)
  - ✓ da carta dei suoli della regione Lombardia
- Parametri colturali (note le varietà) da calibrazioni effettuate negli anni precedenti presso il Dipartimento.

Modello utilizzato: CropSyst

Roggia "Acquafresca"

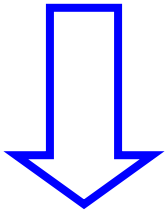
L'andamento pluviometrico



Roggia "Acquafresca"

- Le precipitazioni nel 2001 sono state inferiori alla media dei 30 anni e la loro distribuzione non è stata molto favorevole.

- Questo ha fatto il paio con un maggior numero di giornate caratterizzate da scarsa nuvolosità.



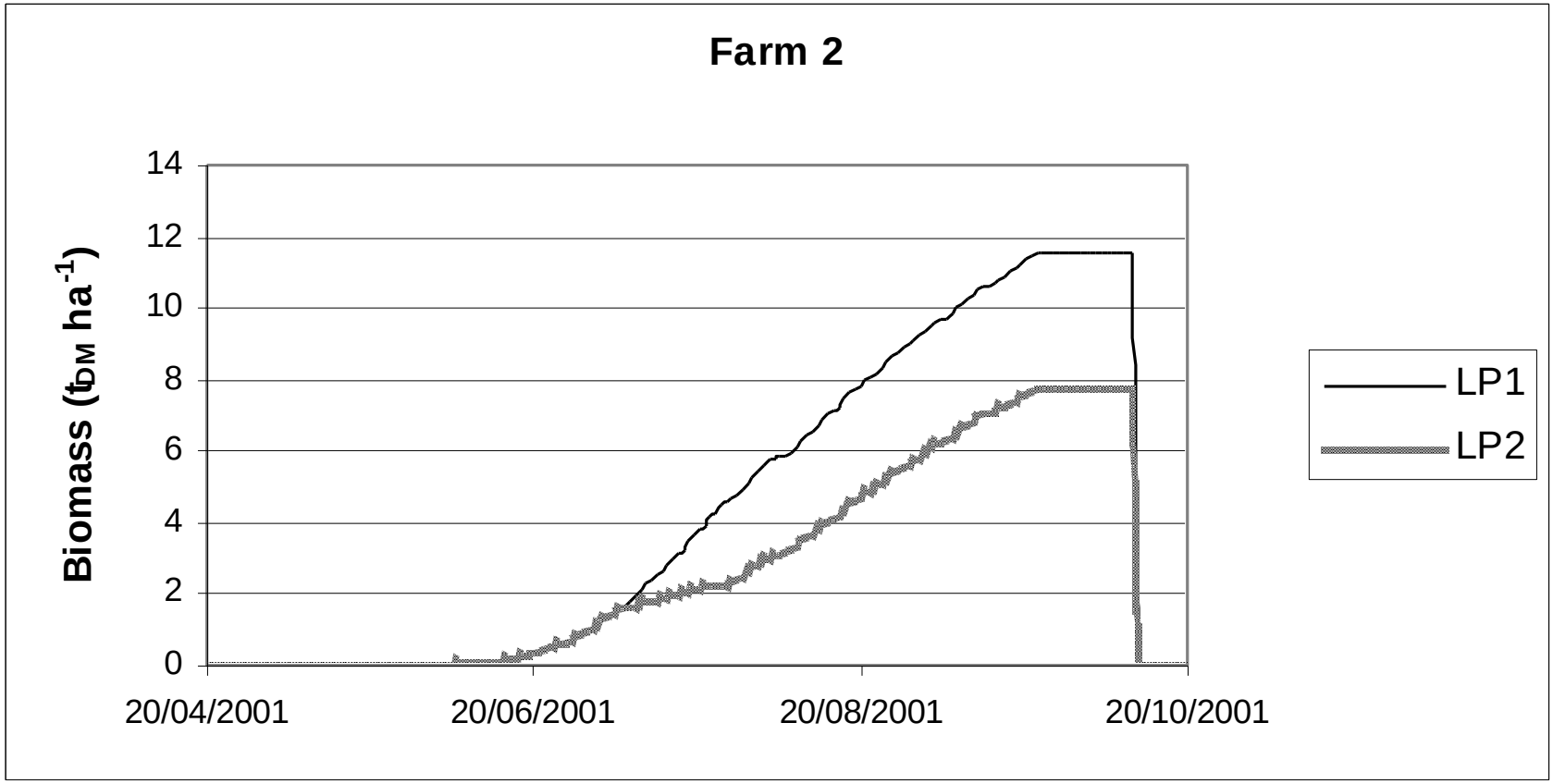
- Il fabbisogno idrico è stato superiore rispetto ad un'annata "media"

Roggia "Acquafresca"

- Per mais (ho perso i risultati delle simulazioni ed i relativi file necessari per le simulazioni) si era dimostrato che:
  - ✓ l'annata influiva solo per una piccola parte sulle perdite produttive totali;
  - ✓ il resto era dovuto alla mancata disponibilità idrica.
- Essendo il riso normalmente sommerso nel territorio interessato, la tesi della controparte, ovviamente, non regge: a meno di annate catastroficamente siccitose, le riserve idriche sono in grado di assicurare la completa sommersione delle risaie.

Roggia "Acquafresca"

Risultati delle simulazioni. Esempio per un'azienda:



Roggia "Acquafresca"

Per prima cosa, le rese dichiarate dagli agricoltori sono state "validate" analizzando i dati prodotti da CropSyst

	Farm 1	Farm 2	Farm 3	Farm 4
Simulated Yield (t ha-1)	4.453	3.8455	3.4405	3.736
Unofficial Yield (t ha-1)	4.5	3.5	3.5	4

Poi abbiamo confrontato i dati in condizioni di acqua non limitante (LP1) con quelli dichiarati dagli agricoltori (LP2)

	Farm 1	Farm 2	Farm 3	Farm 4
LP1 Yield (tDM ha-1)	5.7505	5.758	6.142	6.059
LP2 Yield (tDM ha-1)	4.5	3.5	3.5	4
Yield Gap (%)	22	39	43	34
Yield Gap (euro ha-1)	360.14	808.36	945.84	592.99

Roggia "Acquafresca"

- Qual è stato il punto di forza di questa perizia?
- Perché l'associazione degli agricoltori ha chiesto una perizia di questo tipo?
- Cosa ha prodotto il perito della controparte?

Deroga direttiva nitrati

Scala: regionale.

Obiettivo deroga alla direttiva nitrati.

La Direttiva Europea sui Nitrati

- fissa un limite di 170 kg N ha^{-1} per azoto fornito in aree vulnerabili
- considera la possibilità di una deroga su questa quantità

Si è valutata con un modello di simulazione (ARMOSA) la possibilità di utilizzare sistemi colturali che, pur superando la soglia di cui sopra, non aumentino la lisciviazione di nitrati in falda.

Sono infatti stati identificati (con simulazioni) sistemi colturali alternativi in grado di sopportare carichi di N da refluo maggiori pur senza aumentare la quantità di N lisciviato in falda, anche nelle aree vulnerabili.

Gestione acqua per consorzio di bonifica

Scala: territoriale.

Obiettivo: sviluppare un sistema in grado di gestire l'acqua per le risaie indirizzandola dove più serve nei vari momenti della stagione.

In annate particolarmente siccitose l'acqua può non "bastare per tutti" a meno che le esigenze delle varie aziende non vengano gestite in modo molto razionale, tenendo cioè conto di:

- varietà diverse;
- date di semina diverse;
- diversa suscettibilità della pianta in momenti diversi del ciclo;
- momenti in cui è bene che l'acqua sia "più alta".

Sistemi di previsione di resa (e.g., EC-MARS)

Scala: continentale.

Obiettivo: previsioni di resa.

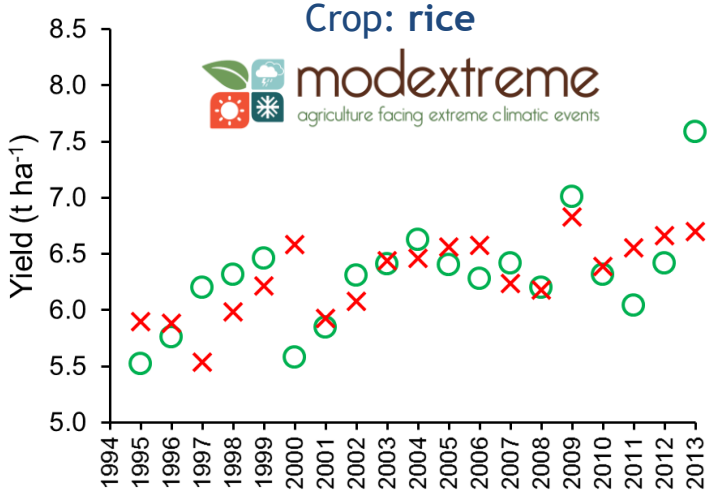
- Quali sono le problematiche tecniche in questione?
- Come vengono usati da DG-AGRI i suoi risultati?
- Diversi sistemi per l'analisi dei sistemi colturali, con il cuore del sistema costituito da modelli di simulazione di crescita colturale.
- Diversi sistemi => specialisti in diverse discipline.

Sistemi di previsione di resa (e.g., EC-MARS)

MARS

Adm. level: NUTS0 (**Italy**)
Time series: **1995-2013**
Crop: **rice**

modextreme
agriculture facing extreme climatic events

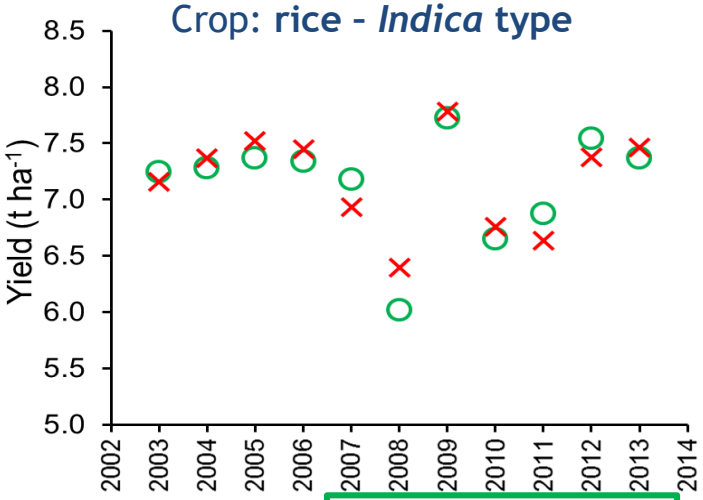


Regressors: LAI_{Pot}, LAI_{Cold}, $YIELD_{Cold}$, AGB_{Pot}

R^2 = 0.26
RRMSE = 6.5%
R^2 (technological trend) = 0

ERMES
AN EARTH OBSERVATION MODEL BASED RICE INFORMATION SERVICE

Adm. level: NUTS2 (**Vercelli**)
Time series: **2003-2014**
Crop: **rice - *Indica* type**



Regressors: LAI, **$GLAI_R$, LAI_R, $Yield_R$**

R^2 = 0.83
RRMSE = 2.5%
R^2 (technological trend) = 0

Impatto dei cambiamenti climatici - adattamento

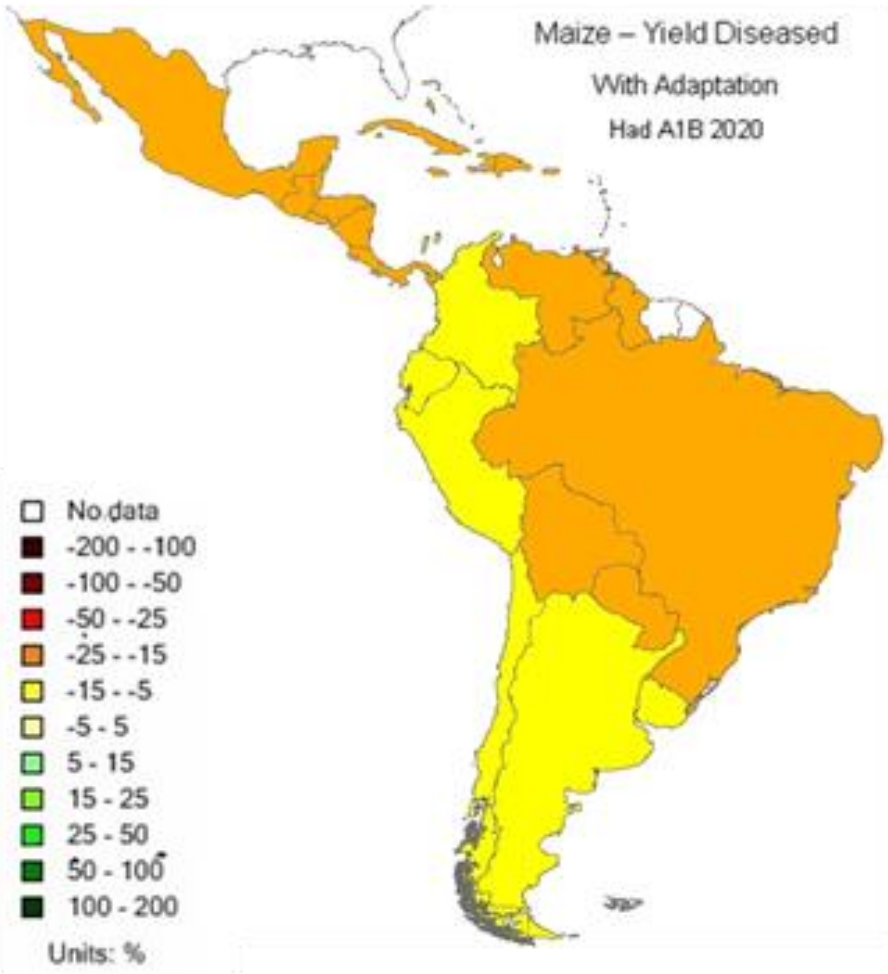
Scala: continentale.

Obiettivo: valutazione impatto cambiamenti climatici ed identificazione di strategie di adattamento.

- Quali sono le problematiche tecniche in questione?
- Come possono essere utilizzati i risultati?
- Diversi livelli di astrazione: coltura, sistema colturale, ecc.

Impatto dei cambiamenti climatici - adattamento

Sistemi Colturali

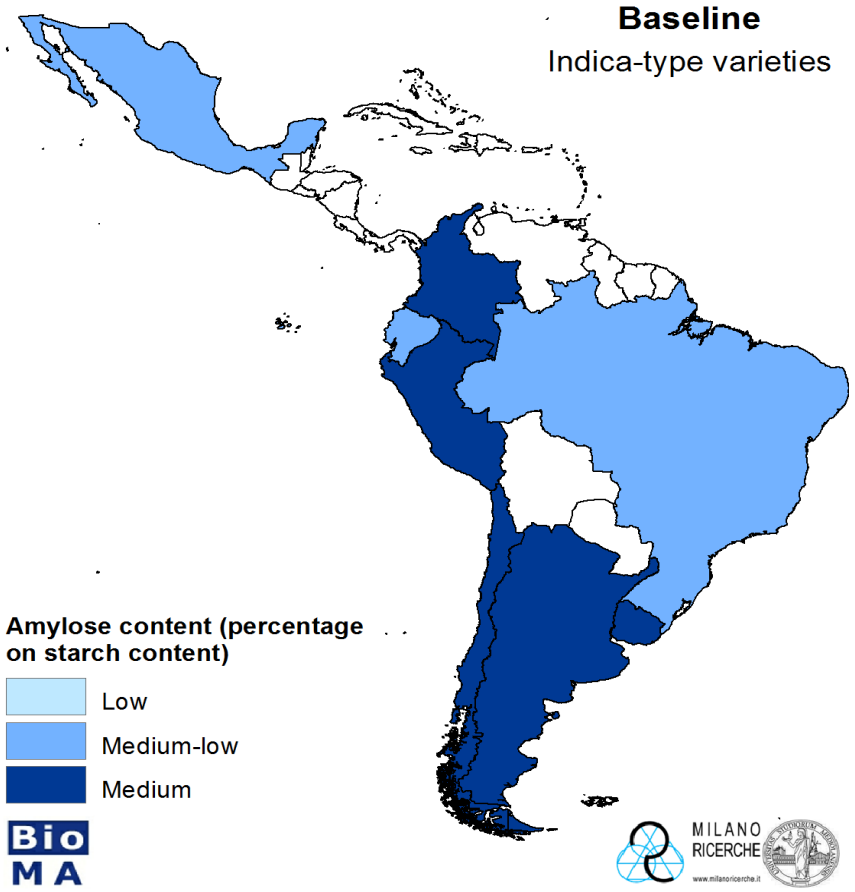


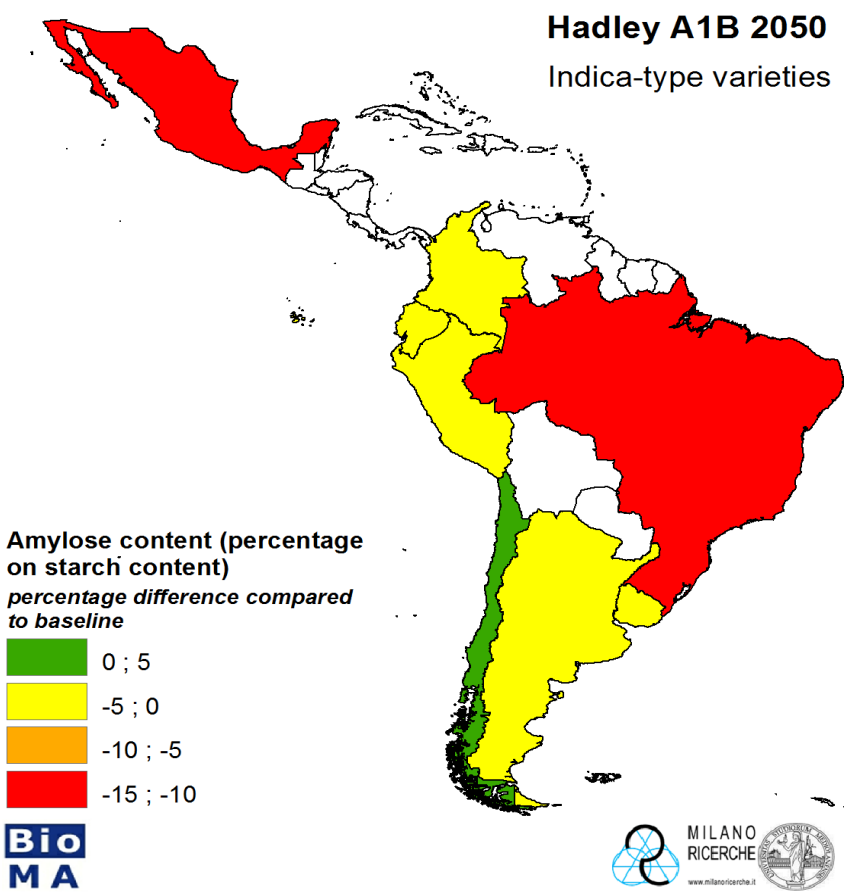
Impatto dei cambiamenti climatici - adattamento

Sistemi Colturali

Impatto dei cambiamenti climatici - adattamento

Sistemi Colturali





In silico ideotyping

...

Assicurazioni parametriche

...

Modelli di sistemi colturali. Quale scegliere?

Possiamo concludere che i modelli di simulazione sono efficaci strumenti per l'analisi e la gestione di sistemi colturali.

Ma ne esistono molti … Quale scegliere?

Tenere sempre ben presente che la qualità dell'output dipende:

- dall'adeguatezza del modello
- dalla sua robustezza
- da come è stato parametrizzato
- dalla qualità degli input

Modelli di sistemi colturali. Quale scegliere?

Per poter scegliere un modello in modo efficace bisogna:

- avere molto chiaro il problema da risolvere
- derivarne un criterio di classificazione che tenga conto
  - ✓ della tipologia di problema da risolvere e
  - ✓ delle condizioni di applicazione
- analizzare le caratteristiche dei modelli disponibili sulla base del criterio di classificazione

Modelli di sistemi colturali. Quale scegliere?

E' **necessario quindi definire un punto di vista** (funzione del problema da risolvere e delle condizioni in cui ci troviamo ad operare) **prima di tentare una classificazione** dei modelli di simulazione di sistemi colturali che aiuti nella scelta.

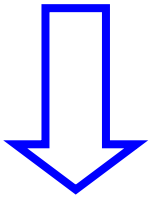
Ricordatevi sempre che:

Il numero di possibili classificazioni corrisponde al numero di possibili punti di vista.

Modelli di sistemi colturali. Quale scegliere?

Il modello non è il sistema reale: fare sempre bene attenzione ai suoi limiti

Un modello può infatti dare risultanti aberranti se utilizzato senza considerare le sue caratteristiche



Come tutti gli strumenti molto potenti, vanno usati con attenzione