



Associazione Regionale Pugliese dei Tecnici e Ricercatori in Agricoltura



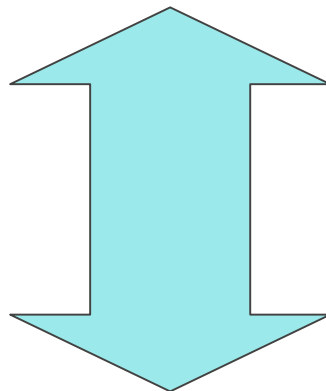
Agrometeorologia a supporto dell'Integrated Crop Management

Federico Spanna

Associazione Italiana di Agrometeorologia
(AIAM)

federico.spanna@regione.piemonte.it
www.agrometeorologia.it

*L' **ICM** si basa sui principi di: evitare sprechi, aumentare l'efficienza energetica, ridurre l'inquinamento.*



*La **moderna agrometeorologia** rappresenta un **utile supporto per una miglior gestione delle attività agricole**: strumenti di analisi e previsione che fanno ricorso all'uso combinato di conoscenze di tipo meteorologico, climatologico, fisiologico, agronomico, epidemiologico, tecniche informatiche e modellistiche*

DI RETTIVA 2009/128/CE

Definisce una serie di misure per un uso sostenibile dei prodotti fitosanitari al fine di:

- ridurre i rischi e gli impatti sulla salute umana, sull'ambiente e sulla biodiversità derivanti dall'impiego dei fitofarmaci migliorando anche la qualità della loro distribuzione;
- promuovere l'applicazione della difesa integrata e di approcci alternativi per gli interventi di difesa.

Recepita con il DLgs 150/2012

*PIANO D'AZIONE NAZIONALE
PER L'USO SOSTENIBILE DEI
PRODOTTI
FITOSANITARI*

(Art. 6 del decreto legislativo 14 agosto 2012, n. 150)

A.7 Difesa fitosanitaria a basso apporto di prodotti fitosanitari

A.7.2 - La difesa integrata obbligatoria

- definire le “linee guida nazionali per la difesa integrata obbligatoria”;
- promuovere la ricerca e lo scambio di informazioni ed esperienze nel campo della difesa integrata e delle strategie fitosanitarie sostenibili;
- strumenti per far conoscere ed applicare correttamente la difesa integrata obbligatoria, le strategie fitosanitarie sostenibili
- banca dati dei prodotti fitosanitari;
- reti di monitoraggio sullo sviluppo di patogeni e parassiti, da utilizzare a livello regionale;

definire i requisiti minimi delle reti di monitoraggio nonché

-attivare iniziative per favorire la realizzazione e l'applicazione di **sistemi di previsione e avvertimento sullo sviluppo delle avversità (fitofagi e patogeni)**

- standardizzazione informatica dei modelli previsionali esistenti
- validazione dei diversi modelli nei diversi territori; messa a disposizione delle Regioni, di software e di una piattaforma informatica, che consenta agli stessi Enti di elaborare informazioni utilizzabili per ciascun territorio.

L'AGROMETEOROLOGIA!

NOVITA'

La direttiva quindi IMPONE una QUALIFICAZIONE DEL SISTEMA AGRICOLO NAZIONALE, poiché si rende necessario INTRODURRE SOLUZIONI SOSTENIBILI VALIDATE SCIENTIFICAMENTE

SONO PREVISTE ANCHE AZIONI DI RICERCA

PARTICOLARE IMPORTANZA È DEDICATA AI PARASSITI

SPECIFICO RIFERIMENTO A:

- sistema di monitoraggio
- studi di distribuzione spaziale
- messa a punto di modelli previsionali
- realizzazione e/o ottimizzazione di sistemi di previsione e avvertimento

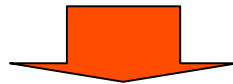
Inoltre:

“Principi e criteri generali per le pratiche agronomiche della produzione integrata”

Gruppo Tecniche Agronomiche

<http://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2634>

- i volumi di irrigazione devono essere determinati in relazione alla formulazione del bilancio idrico che tenga conto delle differenti fasi fenologiche, delle tipologie di suolo e dell'andamento climatico nel periodo di coltivazione;
- le aziende dovranno disporre dei dati termopluviometrici aziendali o di quelli messi a disposizione dalle reti agrometeorologiche regionali.



MODELLISTICA AGROECOSISTEMICA

QUALI SONO GLI AMBITI IN CUI
L'AGROMETEOROLOGIA GIOCA UN
RUOLO FONDAMENTALE PER
FORNIRE SUPPORTI E SERVIZI?

AMBITI DI COMPETENZA DELL'AGROMETEOROLOGO

			DATI BASE			
AMBITO	SCOPO	scala	SUOL	METE	COLTUR	ALTR
PRODUTTIVITÀ VEGETALE/ ANIMALE	stima e previsione produzioni delle colture e animali (latte, carne...) e relazioni con la qualità	L-M	X	X	X	
RISCHIO CLIMATICO	rischi per colture e operazioni colturali, incendi, gelate	L	X	X	(X)	
FENOLOGICO	stima e previsione fasi fenologiche	L-M	(X)	X	X	
VOCAZIONALITÀ	indagini sulle caratteristiche, le potenzialità ed i limiti di un territorio in relazione ad una	L-M	X	X	X	
FITOSANITARIO ZOOSANITARIO	stima e previsioni fasi del ciclo di parassiti; stima danni per le colture stima rischio epidemie	L	X	X		
PREVISIONI METEO	previsione di variabili climatiche a medio periodo	L-M	X	X		X
STIMA GRANDEZZE METEO	simulare l'effetto che le caratteristiche topografiche di terreni complessi producono sul microclima e su scambi di energia, acqua. Stima di grandezze non misurate o non misurabili	L-M	X	X		X
BILANCIO IDRICO	stima e previsione esigenze idriche	L-M	X	X	X	

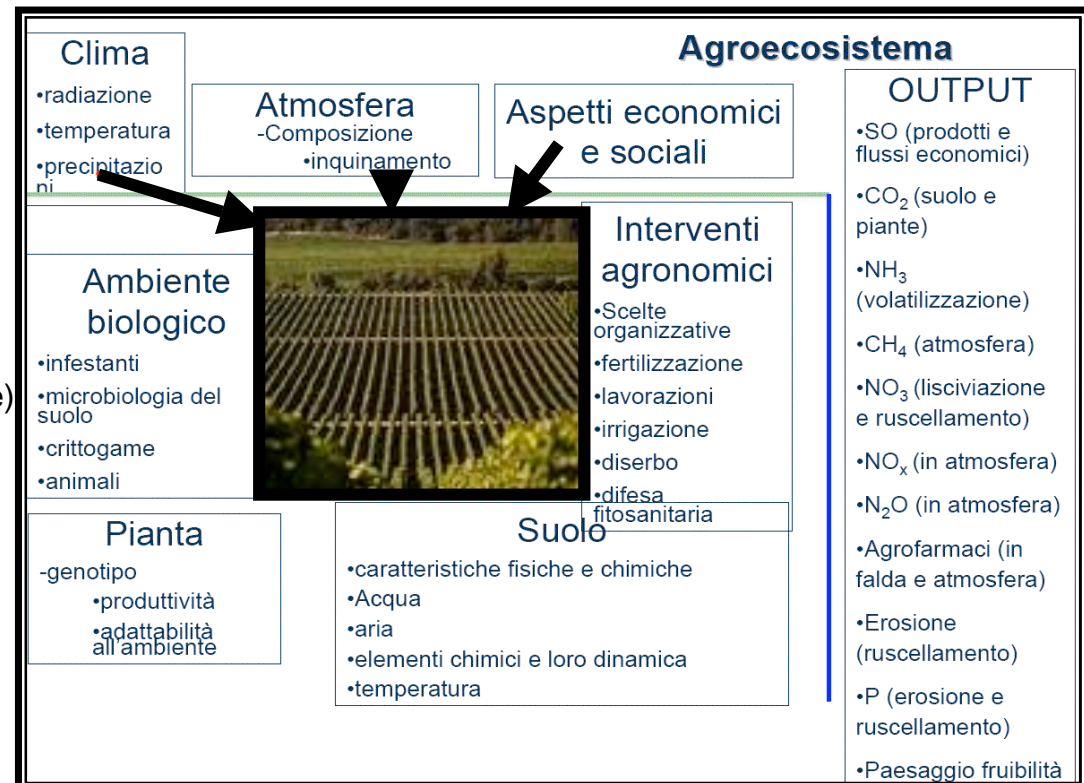
APPROCCIO AGROMETEOROLOGICO STUDIO DEI SISTEMI - MODELLISTICA

Modello = rappresentazione semplificata di un sistema

Sistema = parte di realtà che contiene elementi intercorrelati

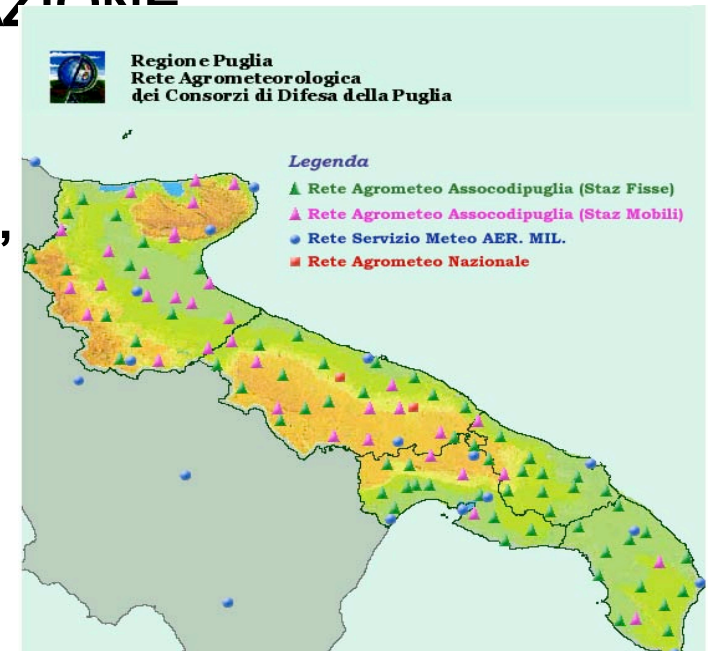
Di ogni sistema si definiscono:

- ✓ **confini**
- ✓ **variabili guida**
(influenzano il sistema ma non ne sono condizionate)
- ✓ **funzionamento interno**
- ✓ **esternalità**



LE RETI AGROMETEOROLOGICHE DEVONO ESSERE EFFICIENTI E FORNIRE DATI COMPLETI:

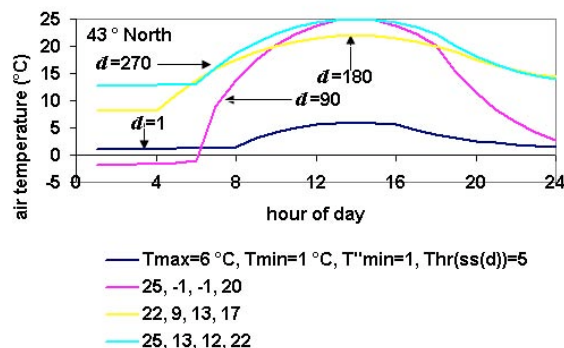
- **ADEGUATO NUMERO STAZIONI** automatiche tarate ed efficienti in grado di controllare un territorio
- **SISTEMA di MANUTENZIONE E RIPARAZIONE**
- efficiente **RETE IN GRADO DI ACQUISIRE, APPLICARE E DIFFONDERE I DATI**
- **PROGRAMMI PER LA TEMPESTIVA COPERTURA DEI DATI MANCANTI** (ricostruzione dati)
- **TECNICHE DI SPAZIALIZZAZIONE** dei dati



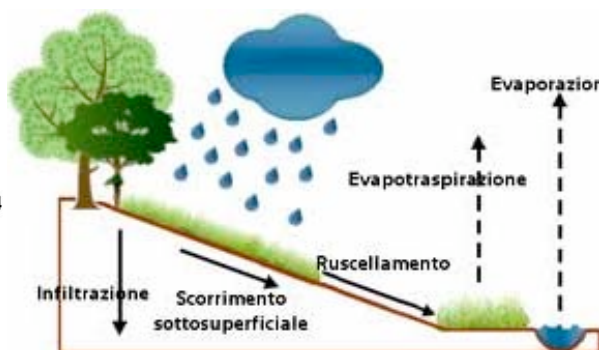
Stima delle grandezze meteo e calcolo di indici

derivati

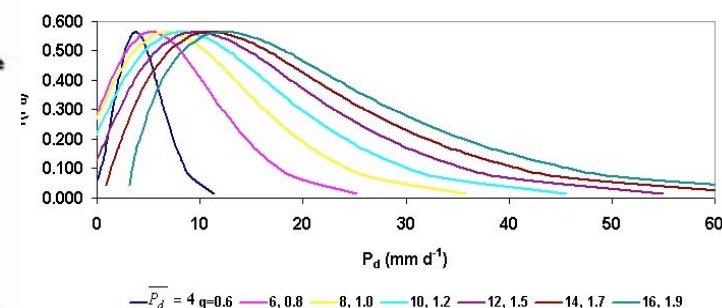
TEMPERATURA



EVAPOTRASPIRAZIONE



PRECIPITAZIONI



STIMA DELLA RADIAZIONE SOLARE (MJ/m2)

1. Modello “Campbell-Donatelli”

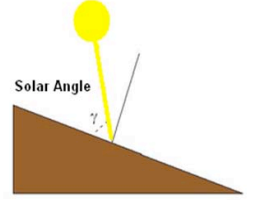
stima la radiazione globale a partire da precipitazione giornaliera, temperatura massima e minima.

2. Stima della radiazione attraverso:

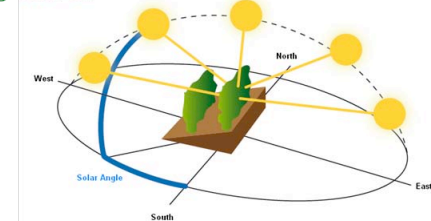
- Radiazione solare incidente teorica
- Pendenza in ogni punto
- Orientamento della parcella
- Azimuth di ogni punto



a) Incident Solar Radiation at the surface

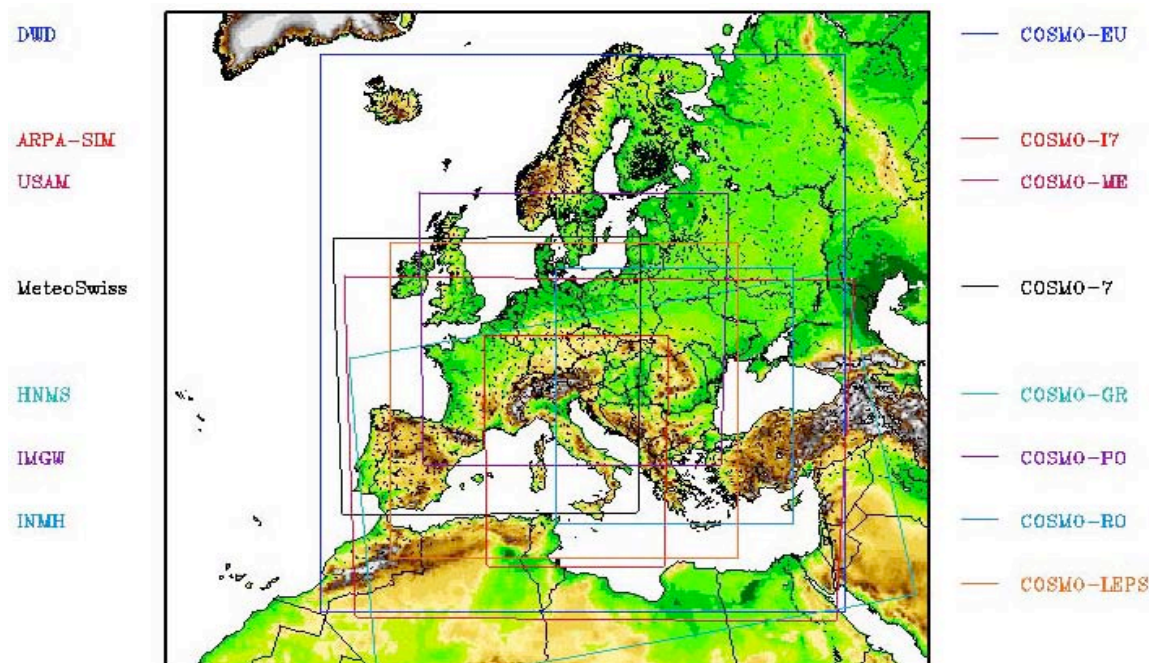


b) Incident Solar Radiation on vegetation



Previsioni meteo numeriche

Modello ad area limitata (LAM)



2 corse al giorno (00 e 12 UTC)
fino a 72 ore di previsione

Risoluzione **7Km**

40 livelli verticali

Dati sui contorni del dominio
forniti dal **modello globale**
IFS dell'ECMWF
o **GME del DWD**

Assimilazione dati continua con la
tecnica del **nudging**

COSMO-I7 modello di riferimento della protezione civile nazionale

Simula l'evoluzione temporale di una serie di variabili meteorologiche su di una griglia tridimensionale che copre tutto il territorio interessato.

L'evoluzione temporale è dettata da regole fisiche codificate nel modello, eventuali osservazioni fisiche passate al modello, dallo stato iniziale e dell'evoluzione delle condizioni al contorno dell'area considerata.

MODELLO PREVISIONALE

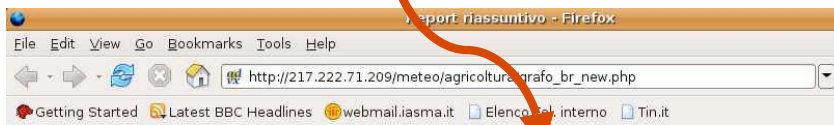
Rischio Climatico -GELATE

La previsione meteorologica fornisce stime delle temperature minime notturne con un anticipo di:

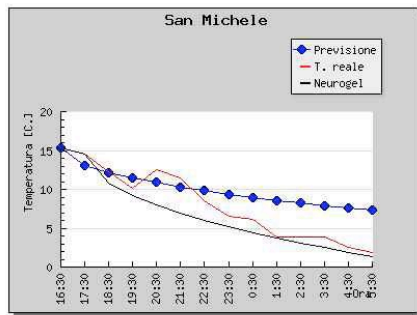
qualche giorno valori stimati dal previsore e da algoritmi automatici tipo “*random forest*”, che post-elaborano gli output dei modelli numerici predittivi del Centro Europeo di Reading (ECMWF).

qualche ora

algoritmi tradizionali di tipo deterministico e a sistemi di reti neurali che, partendo dalla situazione meteorologica al tramonto, eseguono un ricalcolo con passo orario.



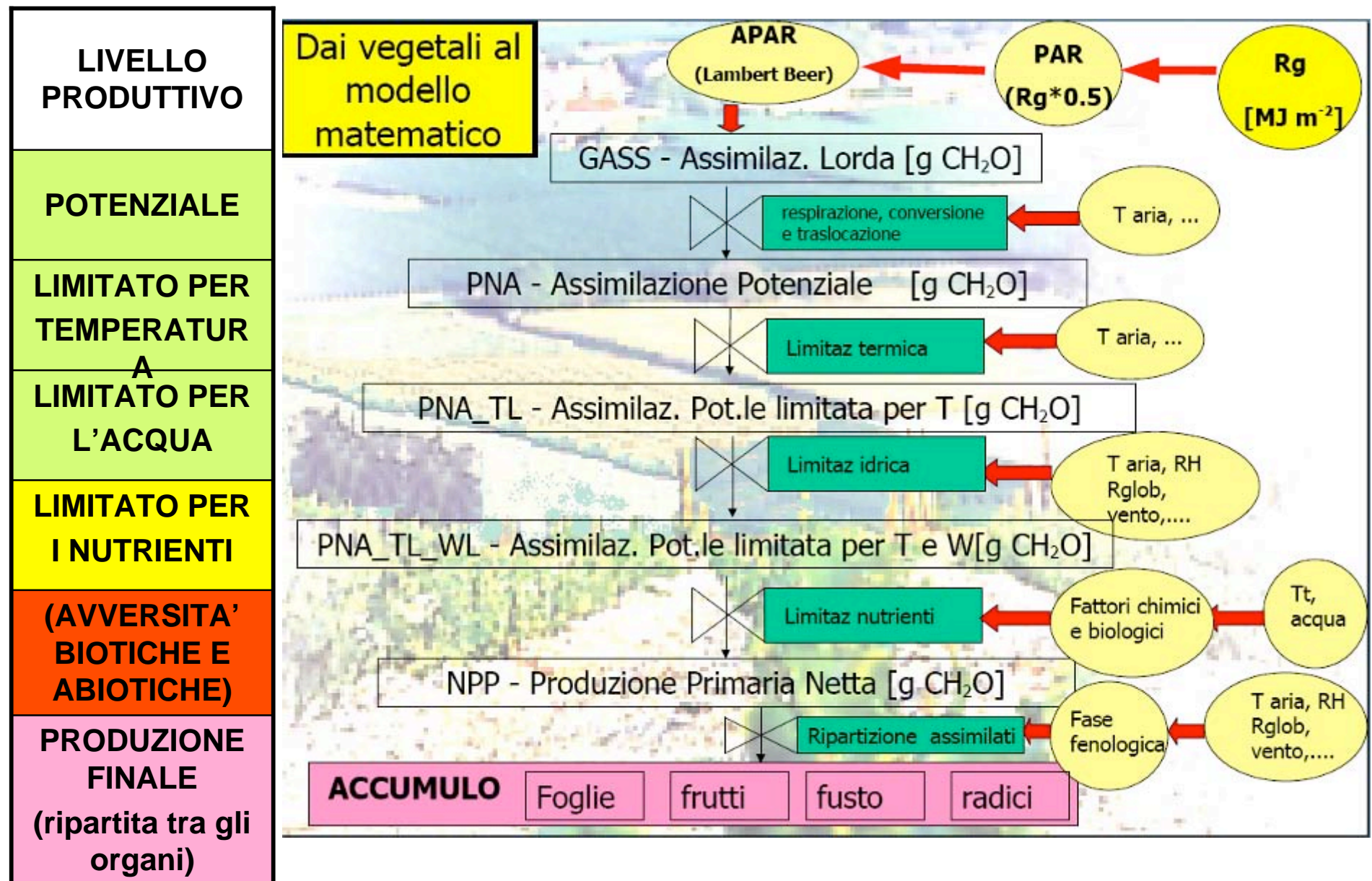
San Michele: notte del 12-04-2006



Ora	Previsione (Brunt)	Previsione Neurogel	T. reale
16:30	15.3	15.3	15.3
17:30	13.1	14.6	14.6
18:30	12.2	10.8	12.3
19:30	11.5	9.2	10.2
20:30	10.9	8	12.6
21:30	10.3	6.9	11.5
22:30	9.9	6	8.6
23:30	9.4	5.2	6.6
0:30	9	4.4	6.2
1:30	8.6	3.7	3.9
2:30	8.3	3.1	3.9
3:30	7.9	2.5	3.9
4:30	7.6	1.9	2.6
5:30	7.3	1.3	1.9

Con un algoritmo del tipo rete neurale ("Neurogel") vengono calcolate le temperature minime previste a partire dai dati misurati al tramonto per un certo numero di stazioni significative.

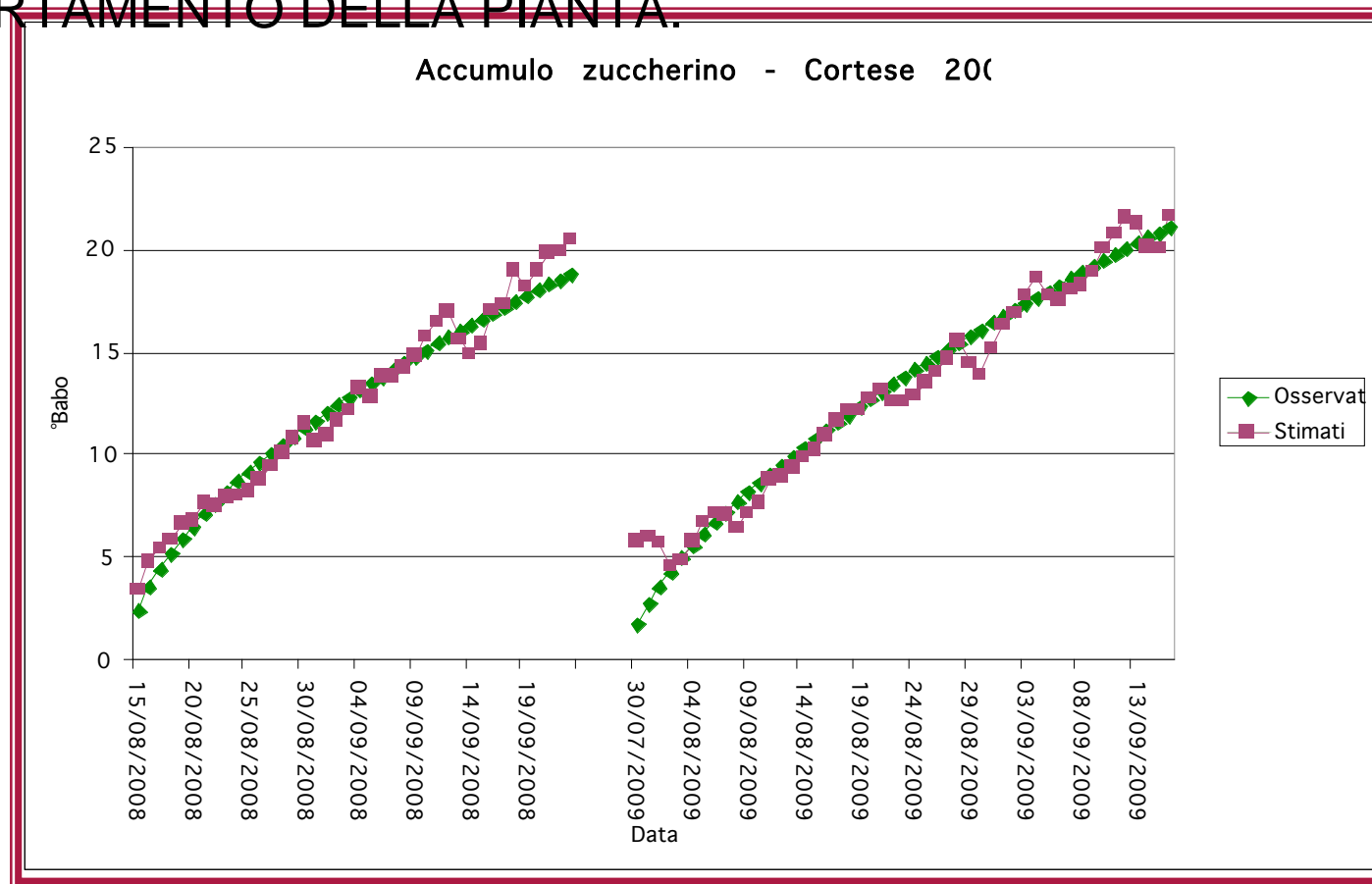
Produttività vegetale



Modelli ecosifiologici di relazione con le caratteristiche qualitative

- o studi per definizione delle variabili necessarie alla creazione di un modello, che sia IN GRADO DI COLLEGARE GLI ASPETTI QUALITATIVI DEL PRODOTTO NON SOLO ALL'AMBIENTE DI PRODUZIONE, MA ANCHE AL COMPORTAMENTO DELLA PIANTA.

La lacona *et al.*, 2009



Fenologia e bilancio idrico

IPHEN - Italian Phenological Network - 22 Novembre 2012- *Cupressus sempervirens* L. - fasi riproduttive maschili

FENOLOGIA

Permettono di stimare l'evoluzione del ciclo di sviluppo delle colture utilizzando le informazioni climatiche e meteorologiche -per integrare le informazioni fenologiche spesso troppo discontinue nel tempo e nello spazio o addirittura inesistenti (Progetto IPHEN).

BILANCIO IDRICO

Utente

Dati statici: caratteristiche suolo, coltura, impianto

Dati dinamici: irrigazione effettiva e fase fenologica

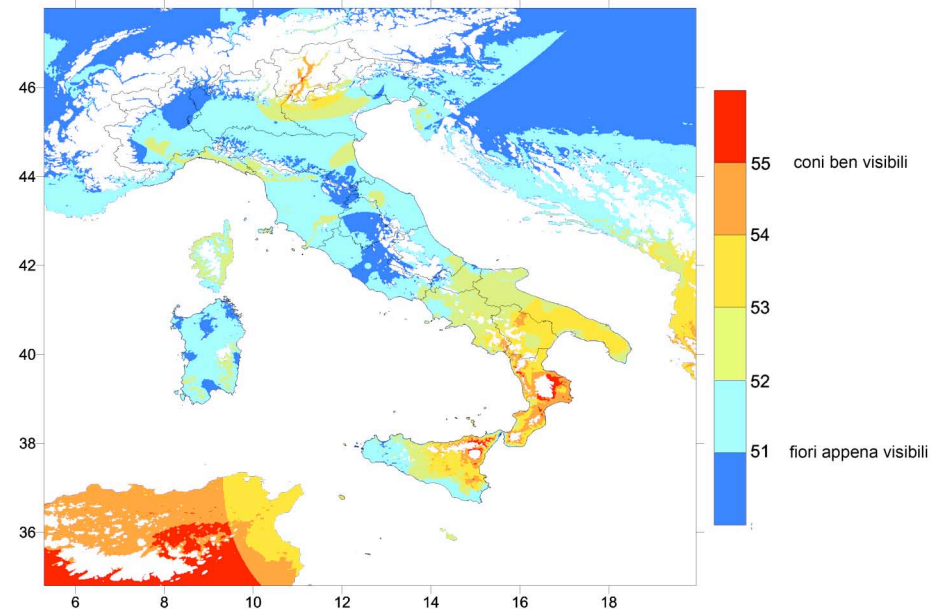
**Centrale operativa,
piattaforma web**

Sistema

Stazione meteo

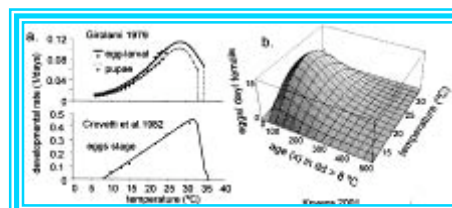
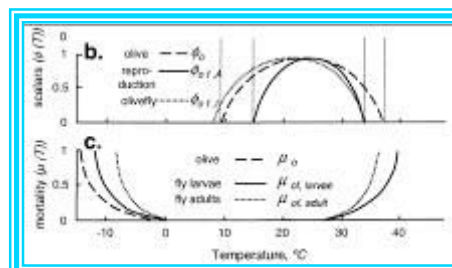
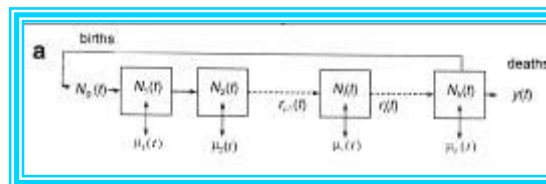
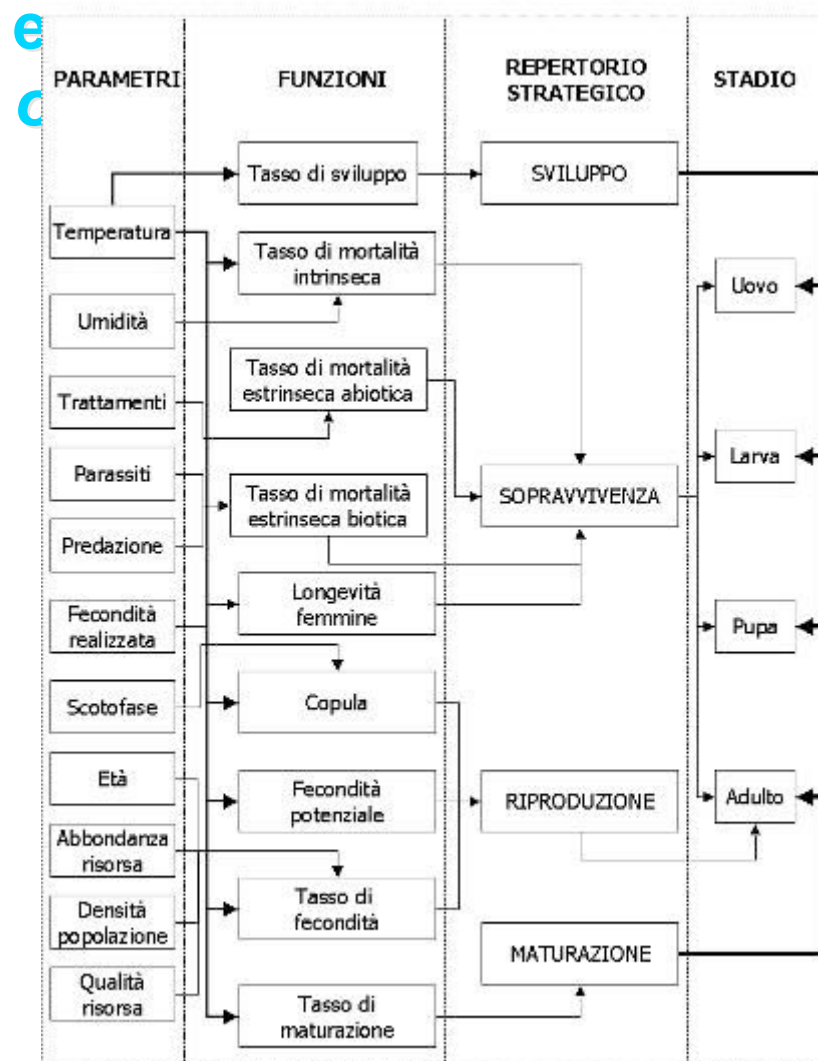
Componente calcolo del bilancio idrico

Sonde per misura diretta dell'umidità del suolo

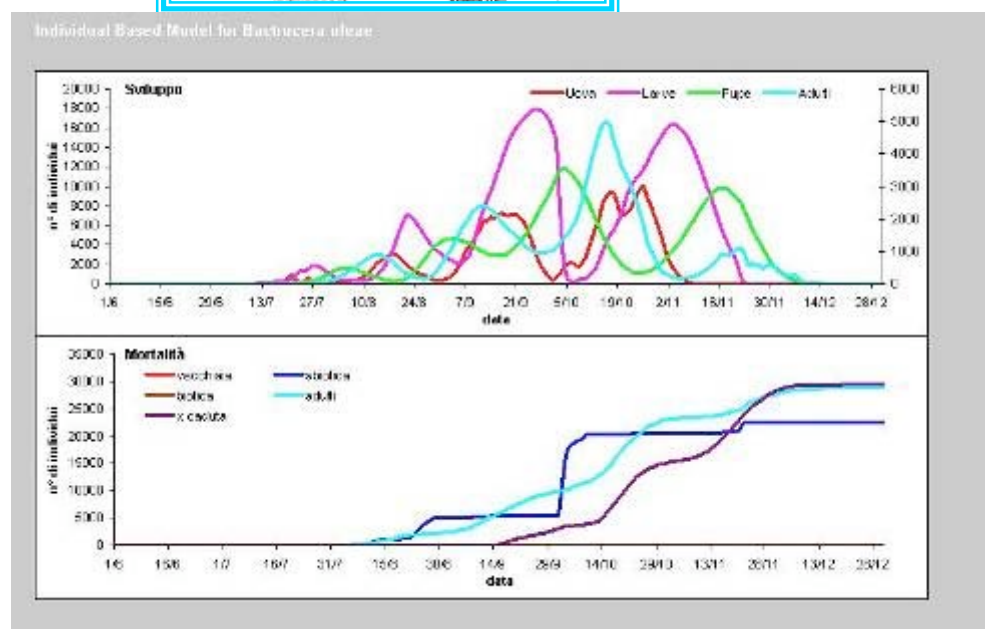


MODELLISTICA PER LA DIFESA FITOSANITARIA

MODELLI ENTOMOLOGICI



Forni e Cossu, 2009



- ▶ Regola dei 3-10
Voghera, Italia (1947)
- ▶ Ètat Potentiel d'Infection model
Bordeaux, Francia (1983)
- ▶ Downy Mildew foreCast
New York, USA (1997)
- ▶ Modello UCSC
Piacenza, Italy (2004)

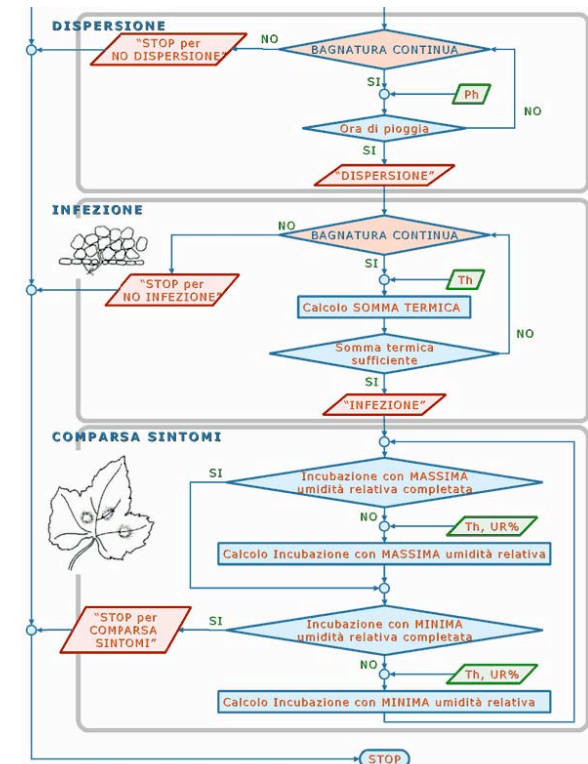
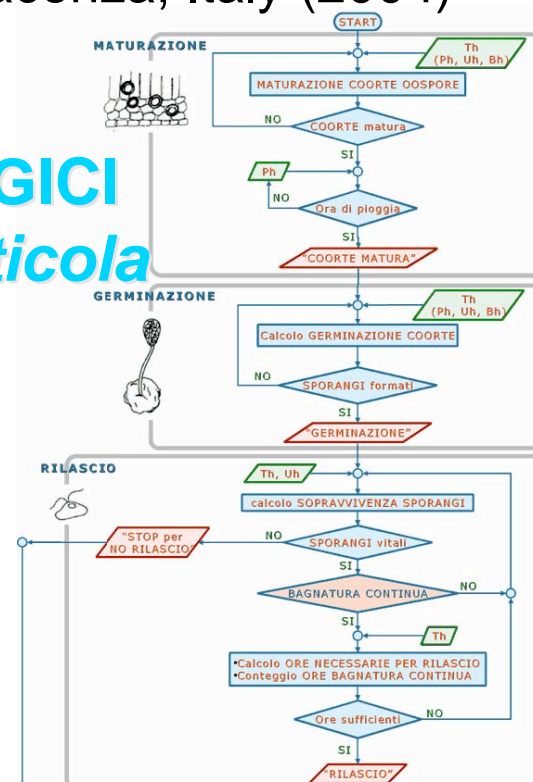
Approccio Empirico



Approccio Meccanicist

MODELLI FITOPATOLOGICI esempio *Plasmopara viticola*

Caffi *et al.*, 2009



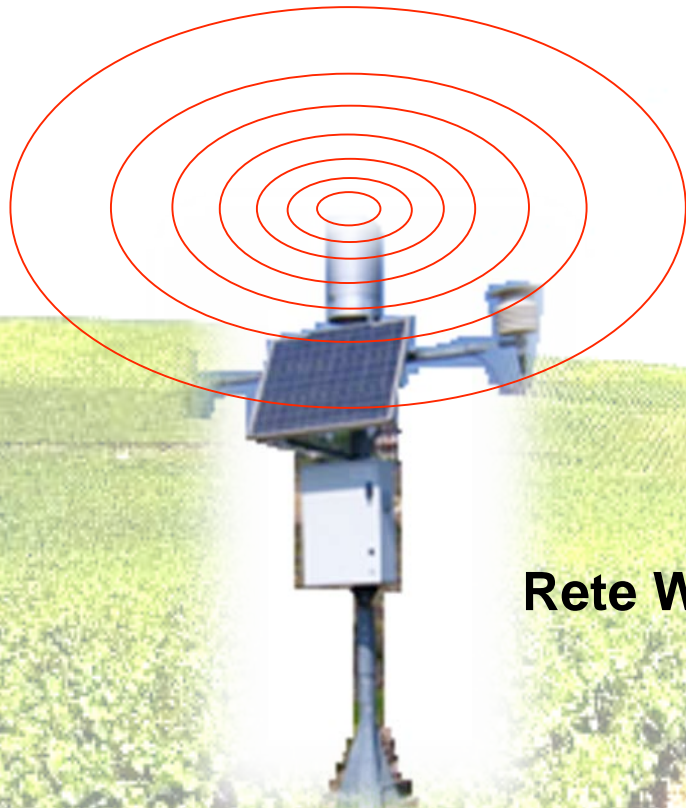
**Information and
communications technology
ICT**



Alemanno et.al, 2012

Monitoraggio microclimatico

Installazione delle stazioni master
Realizzazione di una rete wireless che mette in comunicazione le stazioni master e i microsensori disposti in vigna e trasmissione dati alla centrale operativa.



Rete Wireless

Stazioni Master



Microsensor



Centrale Operativa

Sistemi di Supporto alle Decisioni

✓ Modelli biodecisionali che uniscono i modelli biofisici agli approcci decisionali (DSS, SE...)

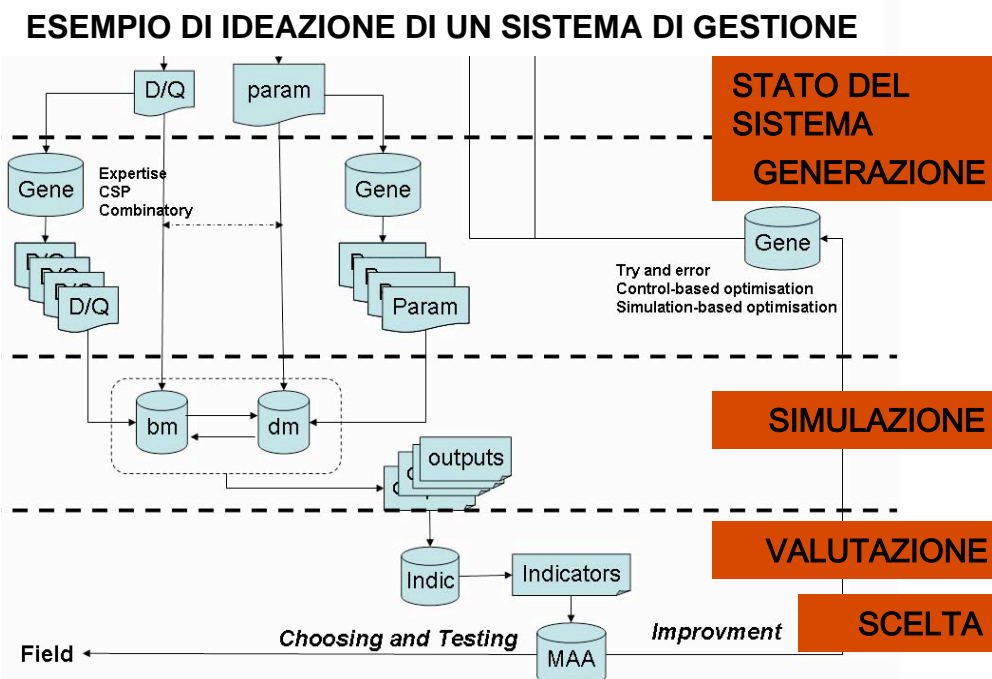
✓ La simulazione dell'agrotecnica è essenziale in quanto aggiunge al sistema la capacità di stimare:

-effetti di azioni antropiche

-uso delle risorse

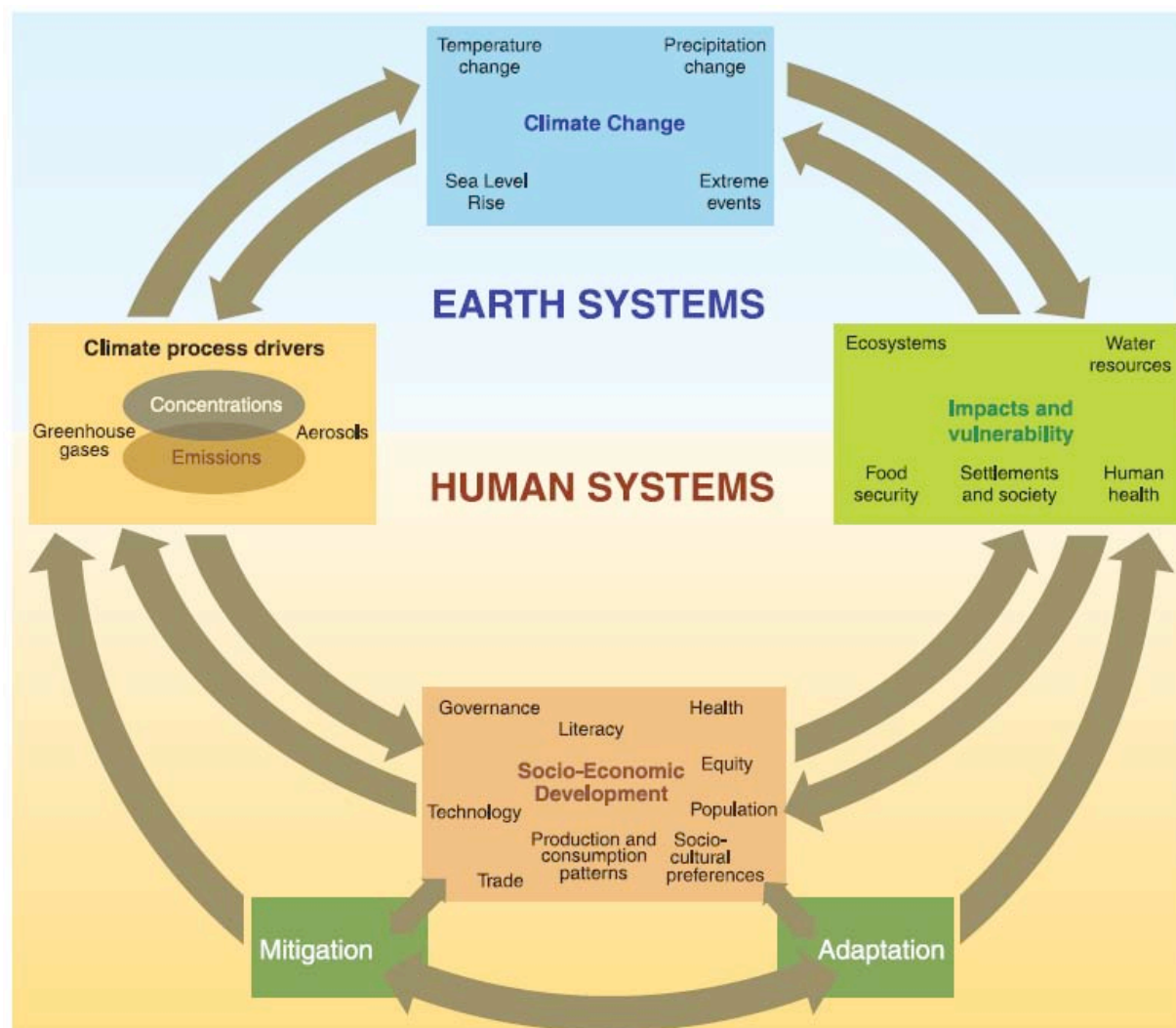
✓ Può essere impiegata per simulare il processo decisionale dei produttori sia per una singola produzione che a livello aziendale.

✓ Risultano molto utili per proporre anche nuovi sistemi di conduzione agricola.

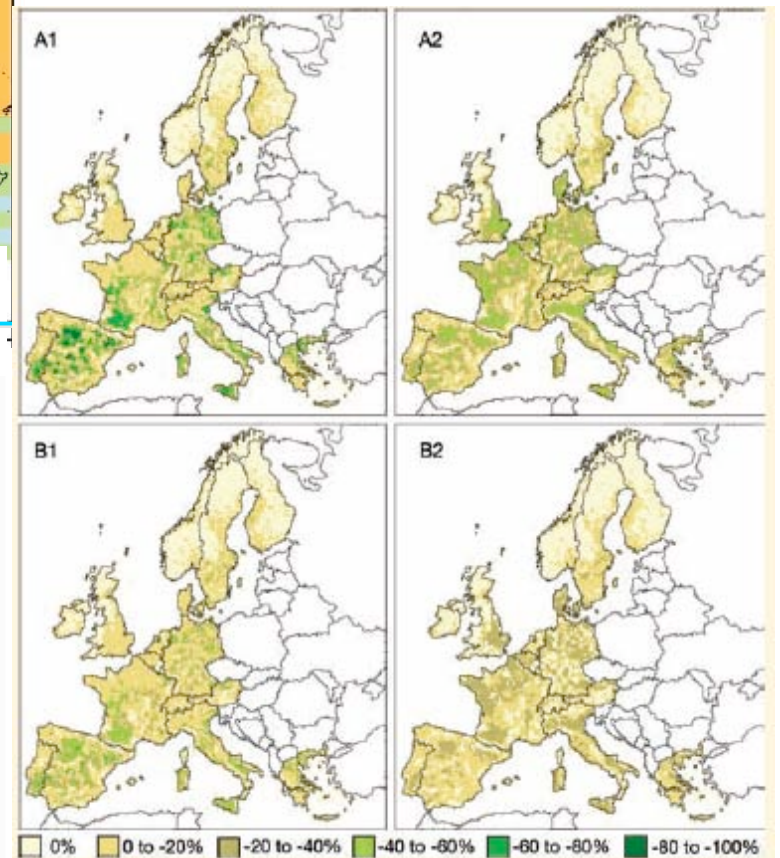
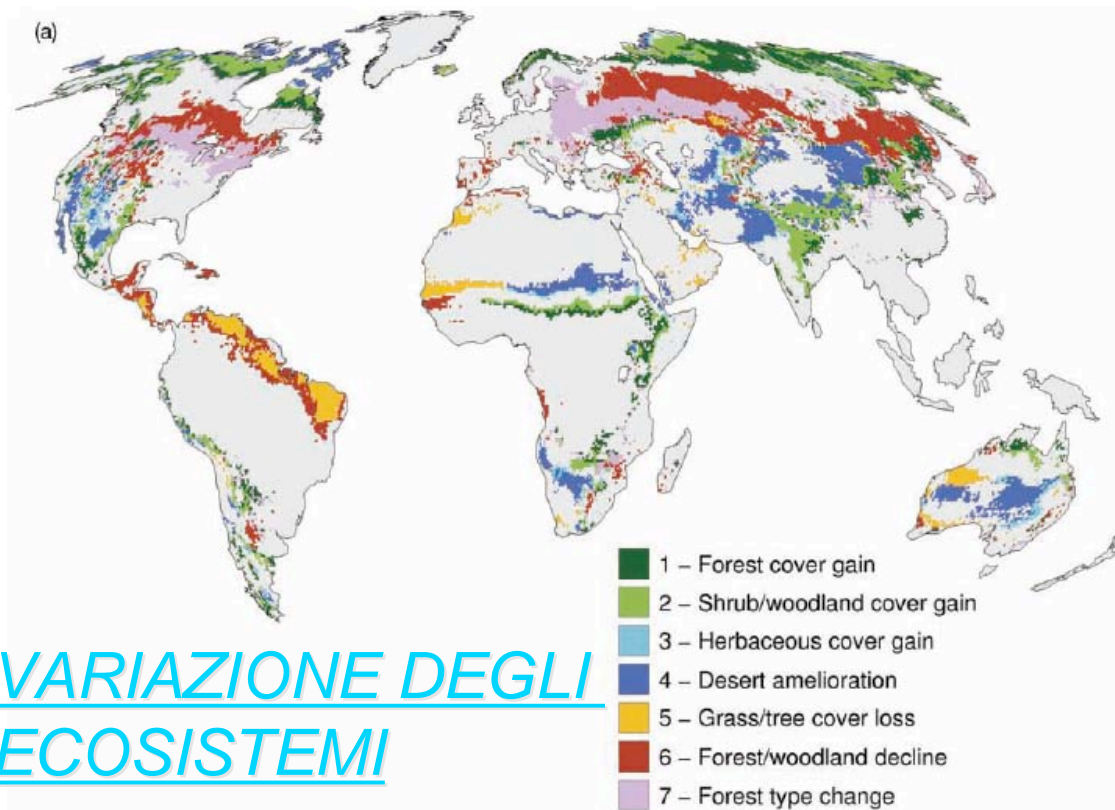
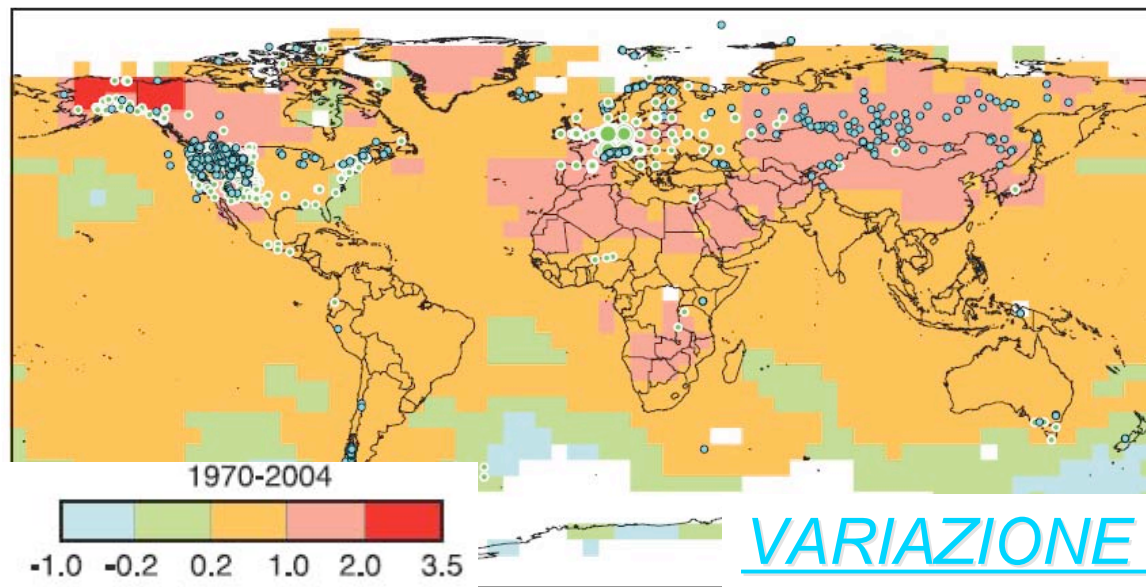


**AUMENTANDO L'EFFICIENZA
E LA SALVAGUARDIA AMBIENTALE**

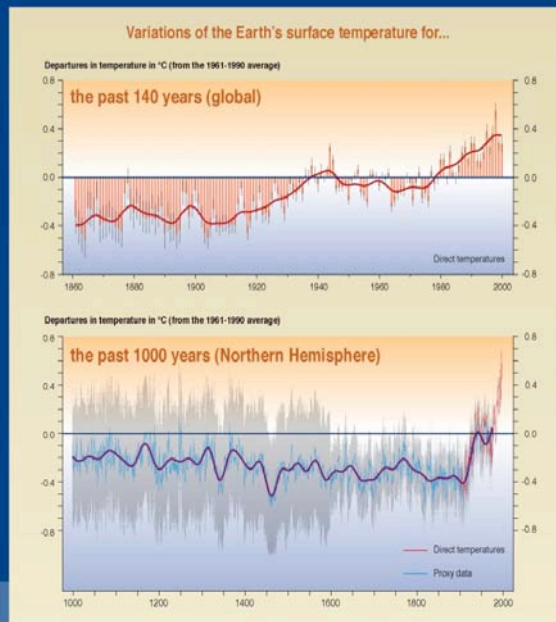
L'AGROMETEOROLOGIA E IL CAMBIAMENTO CLIMATICO?



IPCC, 2007



VARIAZIONE %
DEI TERRENI AGRICOLI

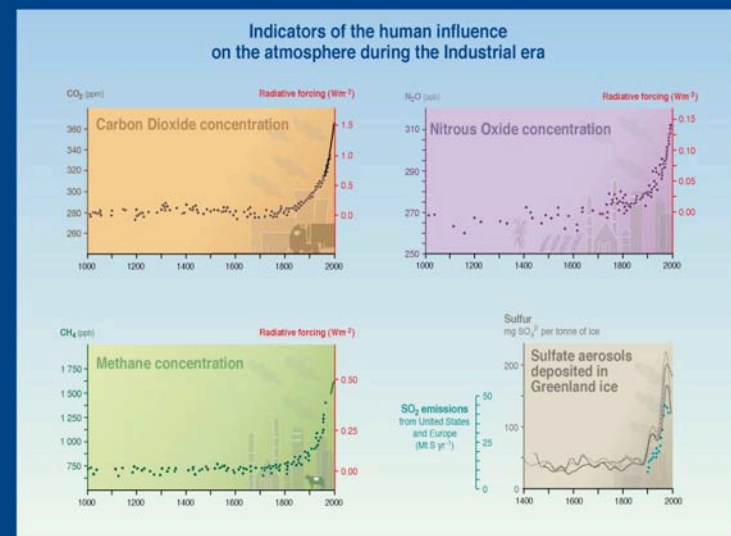


SYR - FIGURE 2-3



IPCC

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

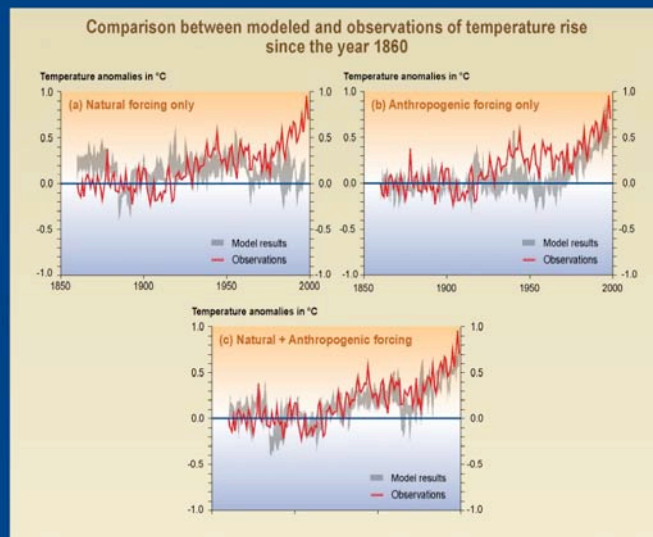


SYR - FIGURE 2-1
WG1 FIGURE SPM-2



IPCC

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

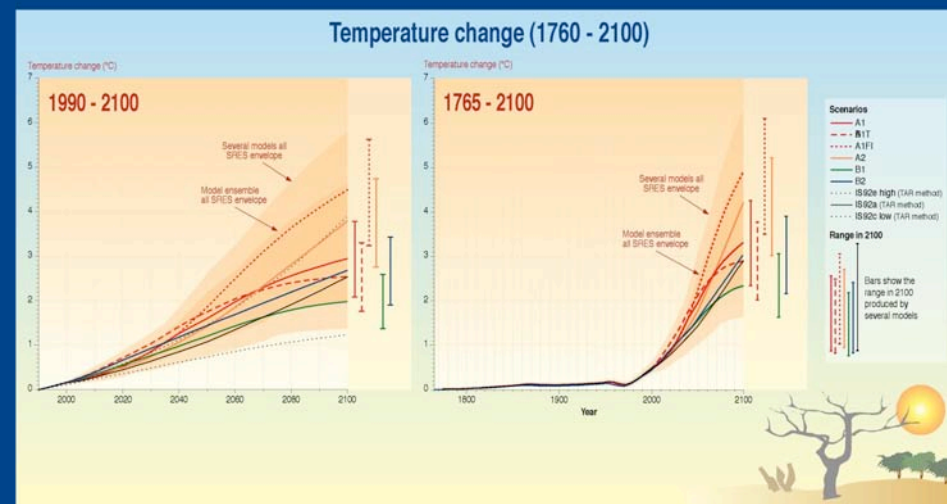


SYR - FIGURE 2-4



IPCC

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE



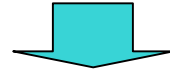
WG1 TS FIGURE 22



IPCC

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

DISTRIBUZIONE DELLE VARIABILI CLIMATICHE (interannuale, mensile e giornaliera)



Influenza i **processi fisici, chimici e biologici** che guidano la **produttività** dei sistemi agricoli forestali e acquatici

DISTRIBUZIONE LATITUDINALE DELLE SPECIE



In funzione delle condizioni climatiche e del fotoperiodo)

SOGLIE CLIMATICHE DI SVILUPPO E SOGLIE CRITICHE



Legate a fasi con durata di qualche giorno, una minima variazione può condizionare la produttività della specie


IL CAMBIAMENTO E LA VARIABILITÀ CLIMATICA AVRANNO UN IMPATTO SULLE COLTURE :

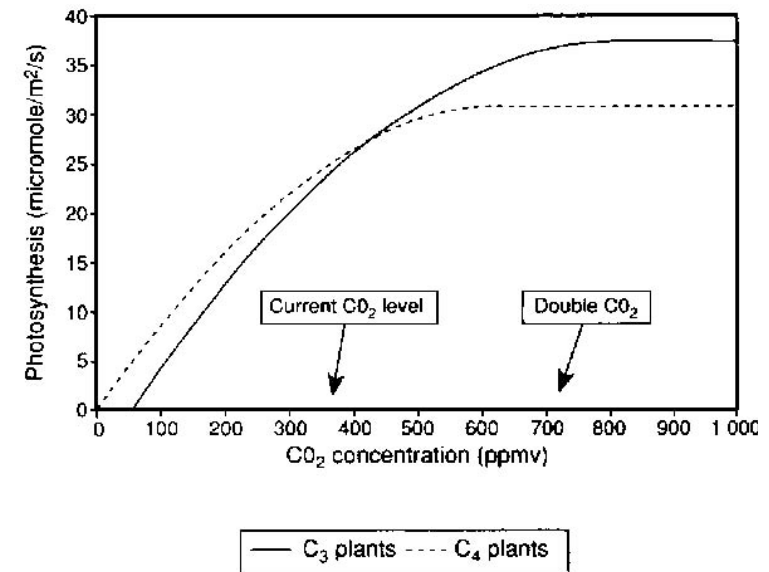
ELEVATA CONCENTRAZIONE DI CO₂,
ALTE TEMPERATURE,
PRECIPITAZIONI MODIFICATE
EVENTI ESTREMI
TRASPIRAZIONE

+

MODIFICA DELL'IMPATTO DI MALATTIE E
PARASSITI

AUMENTO DELLA CO₂

- **Incremento** dei tassi di **fotosintesi** netta
- Incrementi di **biomassa** prodotta e di **produzione** (se condizioni ottimali di luce, temperatura, nutrienti, e dotazione idrica dei terreni)
- Aumento e sviluppo anticipato dell'**area fogliare** con **aumento della traspirazione** nelle prime fasi di sviluppo della pianta
respirazione  **tassi di invariati**
precocità nella **riduzione** del **contenuto idrico del suolo**
- Riduzione della **conduttanza stomatica** fino ad un 25% con riduzione della traspirazione
- Aumento dell'efficienza d'uso dell'acqua



Bisogna anche considerare la risposta all'incremento di CO₂: importante parametrizzare qs effetti

AUMENTO DELLA

TEMPERATURA

- **Anticipo** del periodo vegetativo
- **Allungamento** della stagione vegetativa in zone ora fresche
- **Contrazione** della stagione vegetativa in aree già calde con riduzione del periodo di accumulo dei fotosintetati e maturazione
- **Espansione in quota ed in latitudine** degli areali di coltivazione
- **Aumento della produttività** (condizioni ottimali di disponibilità idrica e sostanze nutritive) in zone più fresche

Riduzione della produttività in aree già calde in particolare se si verifica una crescita delle temperature minime notturne per aumento dei tassi di respirazione (Fase oscura)

- **Aumento dell'evapotraspirazione** a causa del mutamento della pressione di vapore e per l'aumento nella precocità e nell'entità dello sviluppo dell'area fogliare
- **Miglioramento della sopravvivenza degli organi svernanti del**

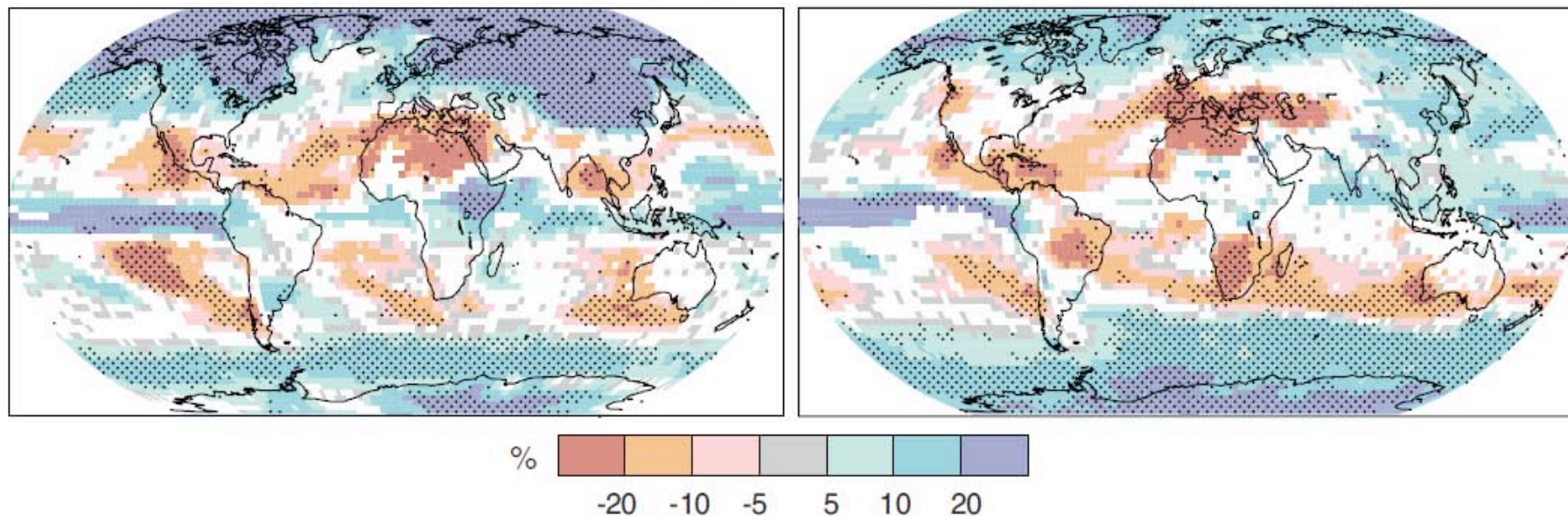
PRECIPITAZIONI

! L'effetto dei cambiamenti descritti dipenderà anche fortemente dallo scenario di precipitazioni che si verificherà (il 90% dei simulatori climatici predice un calo):

in generale l'effetto delle precipitazioni (evaporazione /precipitazione) modifica le funzioni dell'ecosistema soprattutto nelle aree marginali.

In condizioni di maggiore CO₂ bisognerà promuovere una maggiore efficienza dell'uso dell'acqua e la densità radicale

Multi-model projected patterns of precipitation changes

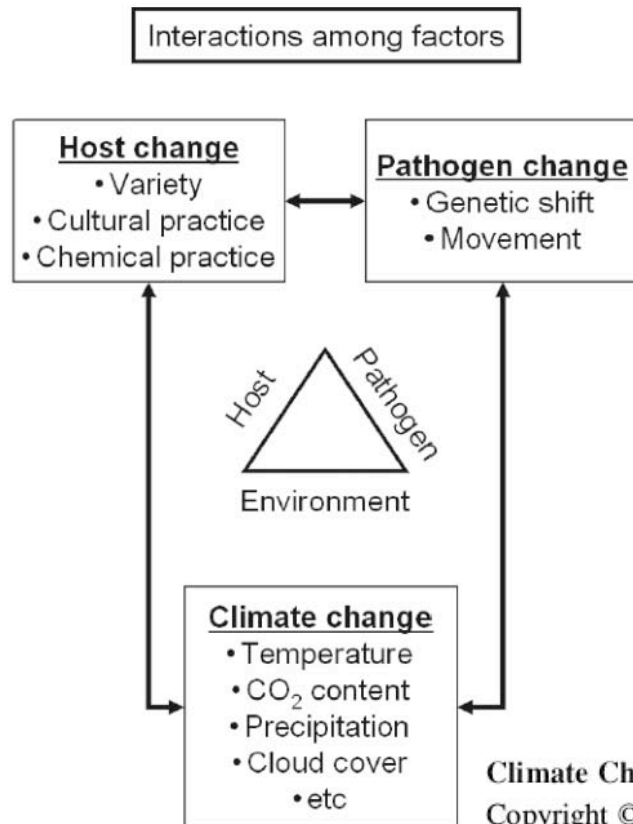


MALATTIE E PARASSITI

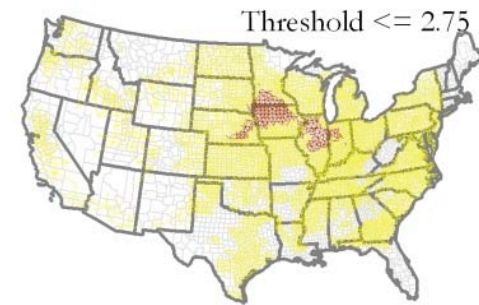
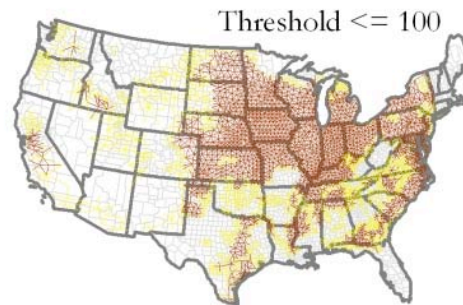
LE CONDIZIONI CLIMATICHE INFLUENZANO LA DIFFUSIONE, LA DINAMICA DI POPOLAZIONE, LA DURATA DEL CICLO, L'INTENSITA' DI INFESTAZIONE E IN GENERALE LA MANIFESTAZIONE DI MALATTIE E PARASSITI

COMPLESSO predire l'effetto, poiché coinvolge aspetti riproduttivi, di dispersione e l'interazione multispecie (diversamente dall'effetto del clima sulla fisiologia delle piante)

In generale si prevede un maggiore impatto di alcune malattie/infestanti e la comparsa di nuove



MALATTIE/PARASSITI
BASSA DENSITA'



MALATTIE/PARASSITI AL
DENSITA'

Climate Change: Observed Impacts on Planet Earth
Copyright © 2009, Published by Elsevier B.V.

Garret et. al, 2009 e 2011

FITOPATIE E PARASSITI

CO₂

- ✓ ALCUNE INFESTANTI RISPONDONO +POSITIVAMENTE DELLE PIANTE COLTIVATE
- ✓ CONTROLLO PIU' DIFFICILE CON ERBICIDI (Ziska et al. 1999)
- ✓ MAGGIOR C/N NELLE PIANTE: PABULUM MENO NUTRIENTE PER GLI INSETTI DANNOSI
- ✓ MAGGIORI DIFESE A BASE SI CARBONIO: FOGLIE PIU' SPESSO, PIU' TANNINI E FENOLI
- ✓ MENO MICRONUTRIENTI NELLE PIANTE

TEMPERATURA

- ✓ PIU' SPECIE NOCIVE SARANNO IN GRADO DI SUPERARE GLI INVERNI
- ✓ SVILUPPO PIU' RAPIDO IN ESTATE
- ✓ MAGGIORE RESISTENZA AGLI INSETTICIDI
- ✓ MAGGIOR TASSO DI RIPRODUZIONE
- ✓ ALTE TEMPERATURE POSSONO ANCHE RIDURRE CAPACITA' RIPRODUTTIVE

PRECIPITAZIONI

- ✓ ALCUNE INFESTANTI ESTIVE SI GIOVERANNO DELLA DIMINUZIONE DELLE PRECIPITAZIONI
- ✓ CONDIZIONI PIU' OTTIMALI PER DITTERI
- ✓ EVENTI ESTREMI POSSONO FAVORIRE LA DIFFUSIONE DI NUOVE INFESTANTI



Come può rispondere

- ✓ Lavorare in *l'agroclimeteorologia?* modo integrato con tutti gli “attori” dell'agroecosistema
- ✓ Simulare scenari di crescita delle colture e di sviluppo e distribuzione delle fitopatie e insetti
- ✓ Approfondire la dinamica delle interazioni ospite-patogeno.
- ✓ Migliorare e diffondere tecniche, reti di monitoraggio e servizi operativi
- ✓ Contribuire alla costruzione di Sistemi di Supporto alle Decisioni per la programmazione delle scelte e l'ottimizzazione delle risorse.



13° Convegno nazionale di agrometeorologia - AIAM 2010

AGROMETEOROLOGIA NELLA GESTIONE INTEGRATA NEI SISTEMI AGRO-FORESTALI E DELL'AMBIENTE



Regione Puglia

