

**Pest risk assessment on  
*Guignardia citricarpa* Kiely, citrus black spot fungus -  
CBS1:**

un esempio applicativo di utilizzo di modelli di simulazione  
agrometeorologici

- Introduzione
- Storia della “contesa”
- CBS: agente causale, sintomi, epidemiologia
- La tesi Sud Africana e i suoi limiti
- La risposta europea
- Modelli di bagnatura fogliare
- Generazione di input orari da dati giornalieri
- Il modello di infezione potenziale
- Risultati
- Conclusioni

- **Introduzione**
- Storia della “contesa”
- CBS: agente causale, sintomi, epidemiologia
- La tesi Sud Africana e i suoi limiti
- La risposta europea
- Modelli di bagnatura fogliare
- Generazione di input orari da dati giornalieri
- Il modello di infezione potenziale
- Risultati
- Conclusioni

## **Direttiva Europea 2000/29/CE (8/5/2000) Allegato 2 parte A:**

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:169:0001:0112:IT:PDF>

**Organismi nocivi di cui deve essere vietata l'introduzione e la diffusione in tutti gli stati membri se presenti su determinati vegetali o prodotti vegetali**

Tra gli altri.....

### **11. Guignardia citricarpa Kiely (tutti i ceppi patogeni per Citrus)**

**Oggetto della contaminazione: Vegetali di Citrus L., Fortunella Swingle, Poncirus Raf., e relativi ibridi, ad eccezione delle sementi**

**Nel caso di inadempienze degli stati membri.....**

“la partecipazione finanziaria della Comunità non gli è assegnata o, se gli è stata già assegnata non gli viene versata o, se è già stata versata, viene restituita alla Comunità.”

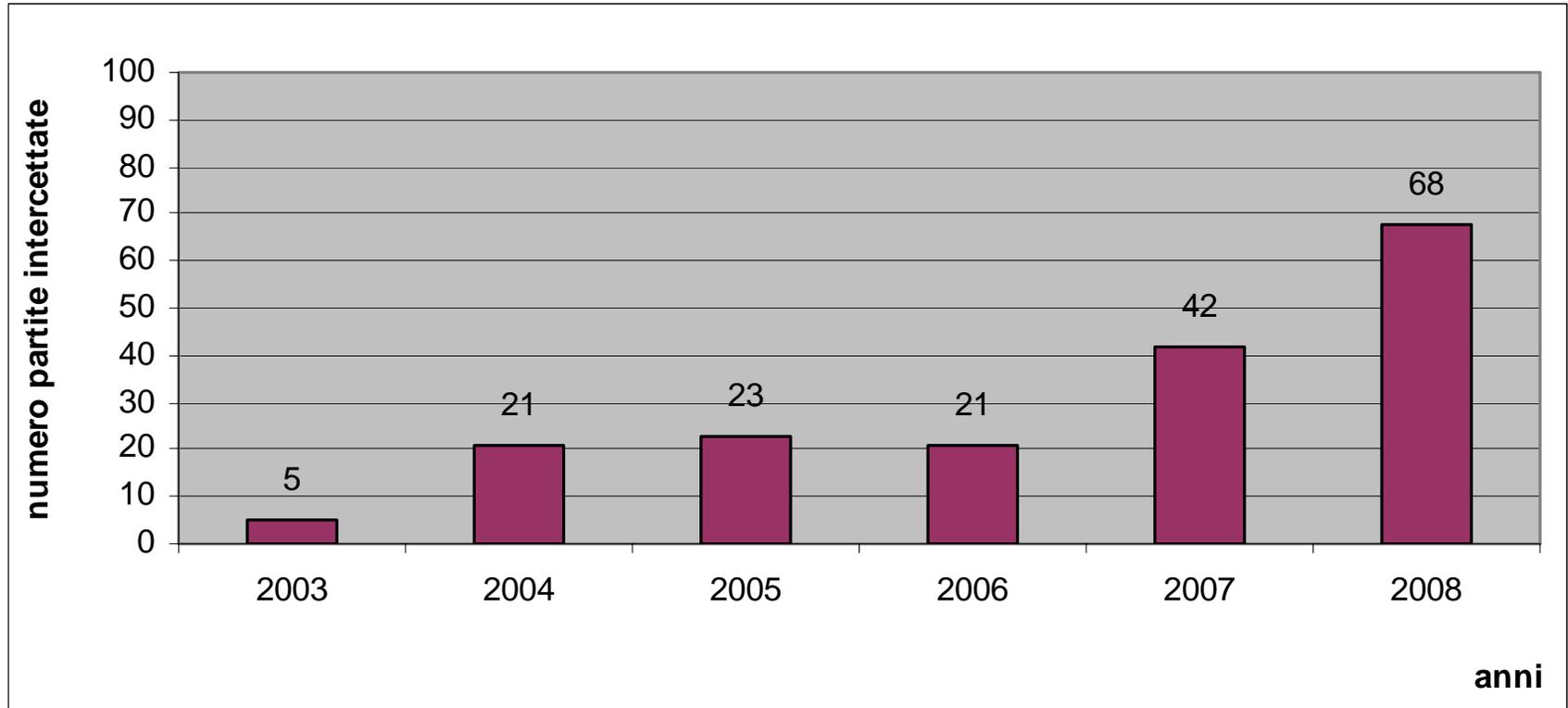
Attualmente *Guignardia citricarpa* è diffusa in molte aree agrumicole in tutto il mondo:

- Australia (dal 1895, Benson)
- **Sud Africa** (Doidgem, 1929)
- Argentina (Garran, 1996)
- China (European Union, 1998)
- Uruguay (Timmer, 2000)

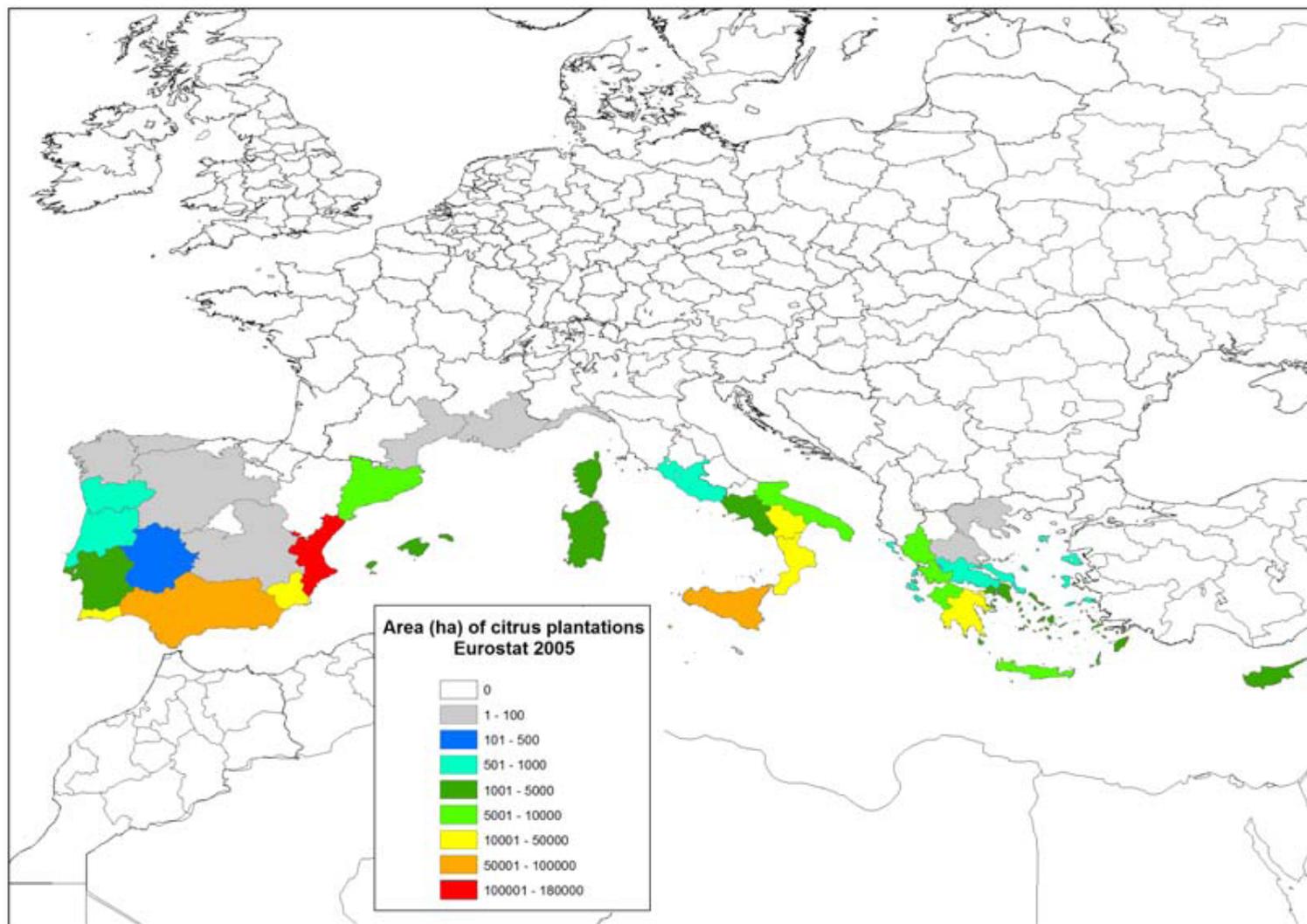
Il SA è il terzo maggior esportatore di agrumi del mondo (Paul et al., 2005)

Approssimativamente Il 50% degli agrumi prodotti in SA viene esportato (FAO, 2002)

## ANCHE IN EUROPA



Numero totale di partite agrumicole provenienti dal Sud Africa infette da *Guignardia citricarpa* intercettate dall'Unione Europea nel periodo 2003-2008 (Europhyt, 2008).



- Introduzione
- **Storia della “contesa”**
- CBS: agente causale, sintomi, epidemiologia
- La tesi Sud Africana e i suoi limiti
- La risposta europea
- Modelli di bagnatura fogliare
- Generazione di input orari da dati giornalieri
- Il modello di infezione potenziale
- Risultati
- Conclusioni

Nel Giugno 2000 l'Unione Europea riceve un documento dall' Organizzazione Nazionale per la Protezione delle Piante del Sud Africa che afferma che le misure di controllo adottate dalla Commissione sono troppo restrittive, in quanto

**“the citrus growing areas in the Community do not have a climate suitable for an establishment of *Guignardia citricarpa* Kiely. Moreover, the introduction of *Guignardia citricarpa* Kiely leading to its establishment through the import of citrus fruit into so far uninfected areas is considered to be a very unlikely pathway”**

2 punti fondamentali:

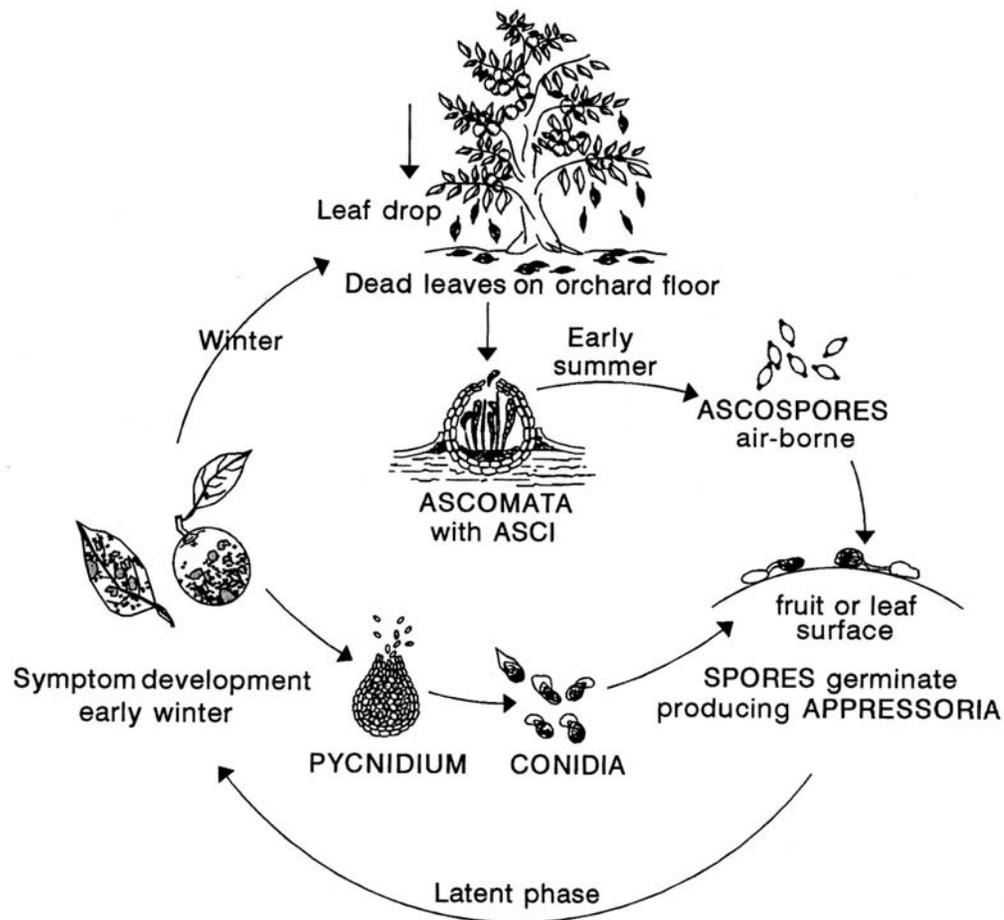
1. Il clima delle aree agrumicole europee non consente lo svilupparsi di epidemie
2. L'importazione di frutti non è sufficiente per dar luogo all'insediamento del patogeno sul territorio

- **Ottobre 2001** - Prima analisi del documento sudafricano da parte del Commission expert working group
- **Dicembre 2001** - Risposta dell'Unione Europea (richiesta di evidenze scientifiche)
- **Settembre 2002** - Prima risposta del SudAfrica (risposta generica)
- **Dicembre 2003** - Mappaggio della distribuzione potenziale di CBS in Europa (SA)
- **Luglio 2004** - Ricerche sulla trasmissibilità di CBS da frutti a foglie (SA)
- **Novembre 2006** - Seconda risposta dell'unione Europea (nonostante i documenti sudafricani, il rischio è alto e non si possono cambiare le misure protettive)
- **Settembre 2007** - Il Sud Africa resta fermo nelle sue posizioni, fornisce **un ulteriore paper con utilizzo di un modello (CLIMEX) per un'analisi accurata della potenziale distribuzione di CBS in Europa** e formalizza la richiesta di revisionare le misure protettive.
- **Dicembre 2007** – La Commissione decide di richiedere un'opinione scientifica all'EFSA (European Food Safety Authority) prima di decidere in merito

- Introduzione
- Storia della “contesa”
- **CBS: agente causale, sintomi, epidemiologia**
- La tesi Sud Africana e i suoi limiti
- La risposta europea
- Modelli di bagnatura fogliare
- Generazione di input orari da dati giornalieri
- Il modello di infezione potenziale
- Risultati
- Conclusioni

*Guignardia citricarpa* Kiely

anamorfo *Phyllosticta citricarpa* (McAlpine) van der Aa



**“Pycnidiospores are not considered to be an important source of inoculum”**

**“Infected fruit do not constitute a risk of expanding the geographical distribution of the organism”**

**“Without ascospores, or the physical introduction of infected trees, there is no chance of the disease establishing”**

**PRA, South Africa, WG, 2000 and 2002**

VS

**“Most fruit infection appear to originate from pycnidiospore spread by rain splash from infected out-of-season fruit” (Whiteside, 1967)**

**“Pycnidiospores (...) occurring on dead leaves on the ground can reach the susceptible fruits only by the splashing of raindrops” (Kotzé, 1981)**

**“Splash-dispersed conidia have an important role in increasing the disease in citrus trees in Brazil”**

**(Sposito *et al.*, 2007)**

# CBS: agente causale, sintomi, epidemiologia

Corso di Modellistica Agroambientale, lezione del 31/3/2009



CBS colpisce frutti, fogli e rami ma solo i sintomi sui frutti sono riconoscibili.



- Introduzione
- Storia della “contesa”
- CBS: agente causale, sintomi, epidemiologia
- **La tesi Sud Africana e i suoi limiti**
- La risposta europea
- Modelli di bagnatura fogliare
- Generazione di input orari da dati giornalieri
- Il modello di infezione potenziale
- Risultati
- Conclusioni

Modello utilizzato: CLIMEX (CSIRO, Victoria, Australia)

CLIMEX analizza la risposta di una specie a diverse condizioni meteorologiche, fornendo indici climatici come output.

Vi sono due possibilità:

- **Confrontare la variabilità tra località**
- **Confrontare la variabilità negli anni**

Nel primo caso CLIMEX viene usato per simulare il potenziale di crescita e di persistenza di una specie in diverse località, permettendo di prevedere la distribuzione geografica potenziale di quella specie, basandosi sui suoi fabbisogni climatici (Sutherstand Maywald, 1985, 1999).

**L'obiettivo di CLIMEX è descrivere con un singolo numero il grado di adattabilità di una specie a un dato ambiente**

CLIMEX calcola un indice di crescita settimanale che indica la risposta della specie a temperatura e umidità, considerando i valori minimi, ottimale e massimo della stessa specie

Nei periodi sfavorevoli allo sviluppo, viene calcolato un indice di stress a vari fattori (umidità, calore, secco, freddo).

Gli indici di crescita e di stress sono moltiplicati a dare un indice ecoclimatico, che riflette il grado di adattabilità di una specie a una località (da 0 a 100).

Gli input meteorologici utilizzati sono **medie mensili** di temperatura massima e minima, pioggia e umidità relativa per 129 località SA, 676 Australiane e 285 Europee.

La calibrazione per *Guignardia citricarpa* è stata effettuata adattando le risposte a temperatura e umidità fino ad ottenere una distribuzione che riflettesse quella conosciuta, assumendo che nel punto centrale della distribuzione l'indice di crescita fosse massimo e quello di stress minimo

## Climate Change Scenario

No Scenario is applied.

### Soil Moisture

Soil Moisture Capacity	100
Evapotranspiration coefficient	0.8

### Guignardia citricarpa (Citrus Black Spot)

#### Temperature Index

Limiting low temperature	17
Lower optimal temperature	24.5
Upper optimal temperature	32
Limiting high temperature	40

#### Moisture Index

Limiting low moisture	0.18
Lower optimal moisture	0.45
Upper optimal moisture	0.85
Limiting high moisture	1

Light Index - not used.

Diapause Index - not used.

#### Cold Stress

Cold Stress Temperature Threshold	11
Cold Stress Temperature Rate	-0.0001
Cold Stress Degree-day Threshold	6
Cold Stress Degree-day Rate	-0.00025
Cold Stress Temperature Threshold (Average)	-20
Cold Stress Temperature Rate (Average)	0

#### Heat Stress

Heat Stress Temperature Threshold	40
Heat Stress Temperature Rate	0.001
Heat Stress Degree-day Threshold	25
Heat Stress Degree-day Rate	0.001

Dry Stress - not used.

#### Wet Stress

Wet Stress Threshold	1.45
Wet Stress Rate	0.0001

Cold-Dry Stress - not used.

Cold-Wet Stress - not used.

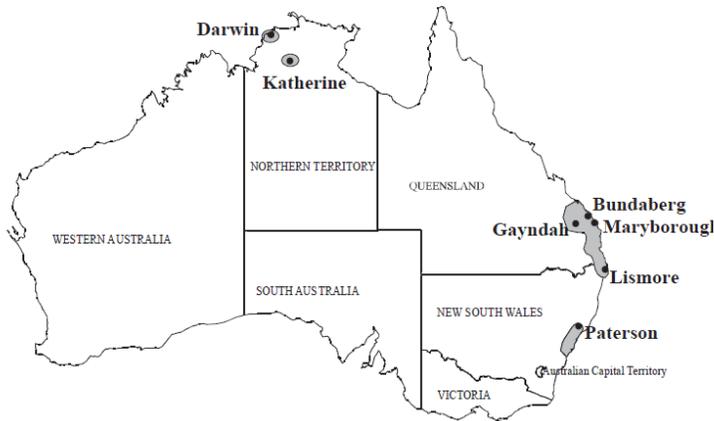
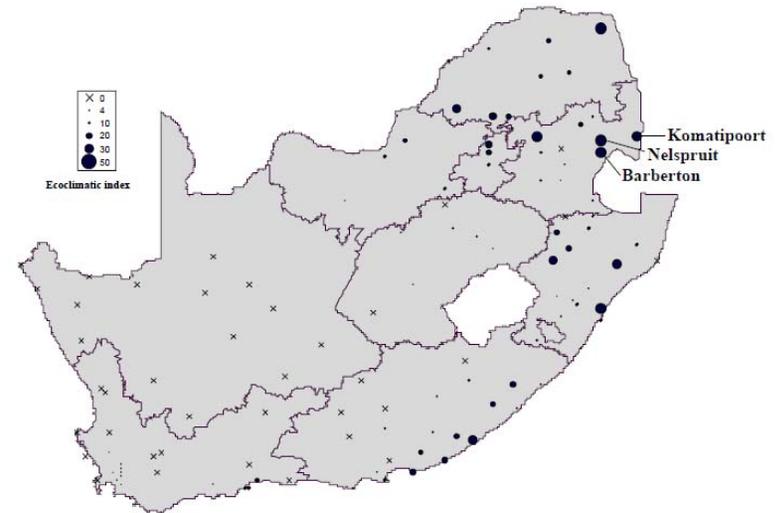
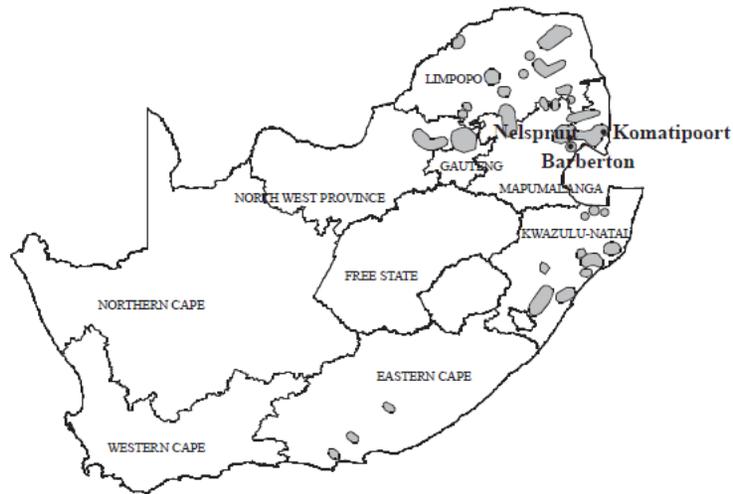
Hot-Dry Stress - not used.

Hot-Wet Stress - not used.

Cold Stress DD Threshold Temperature	17
Degree-days per Generation	0

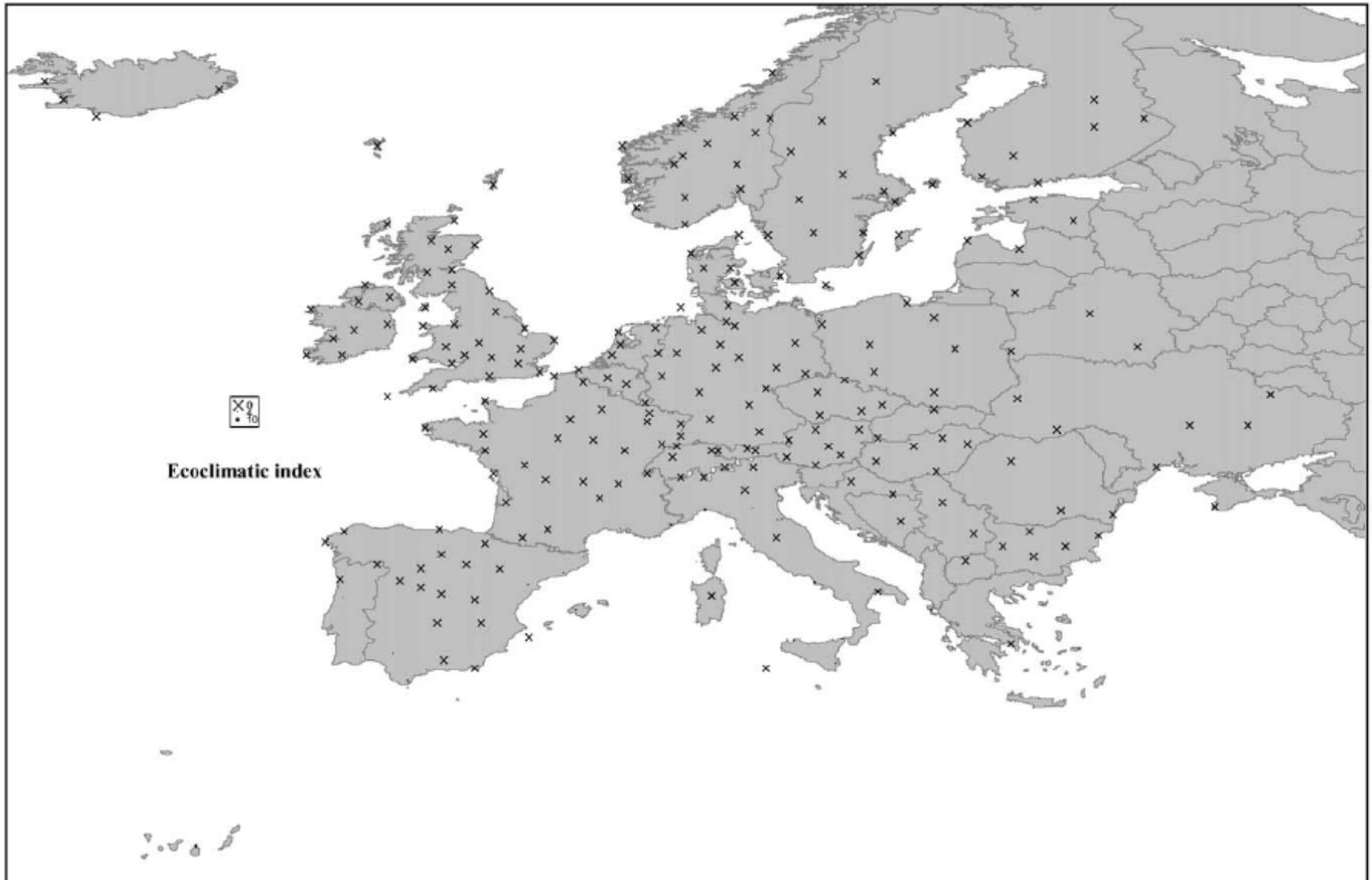
# L'analisi sudafricana e i suoi limiti

Corso di Modellistica Agroambientale, lezione del 31/3/2009



# L'analisi sudafricana e i suoi limiti

Corso di Modellistica Agroambientale, lezione del 31/3/2009



# L'analisi sudafricana e i suoi limiti

Corso di Modellistica Agroambientale, lezione del 31/3/2009



*"the risk of CBS introduction and establishment in the EU as a result of commercial trade in fresh citrus fruit, even from CBS-infected areas, appears negligible" Paul et al., 2005*

E' esauriente l'analisi SudAfricana?

5 punti:

1. L'indice ecoclimatico annuale non tiene conto della fenologia dell'ospite. L'infezione di *Guignardia citricarpa* avviene se le condizioni meteorologiche sono favorevoli durante specifiche fasi fenologiche dell'ospite.
2. Non viene considerato lo stress da umidità, anche se essa gioca un ruolo fondamentale nel processo di infezione.
3. Non viene considerata la bagnatura fogliare, variabile guida del processo
4. Gli scenari climatici utilizzati sono vecchi, non riflettono la situazione attuale (1931-1960)
5. **Come si può modellizzare un fenomeno che avviene in poche ore utilizzando un time step mensile?**

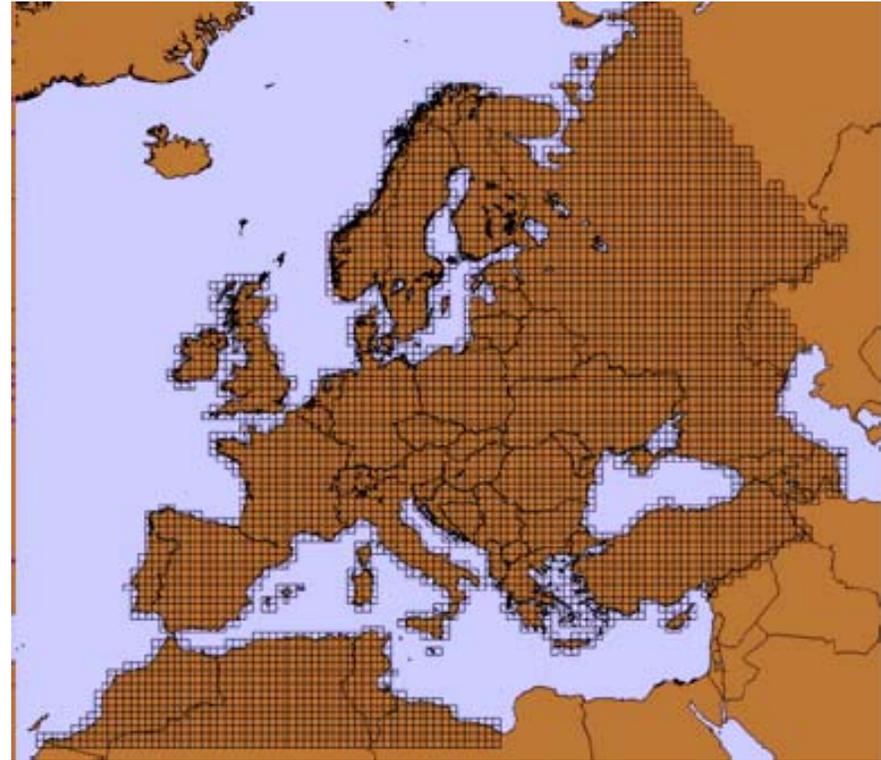
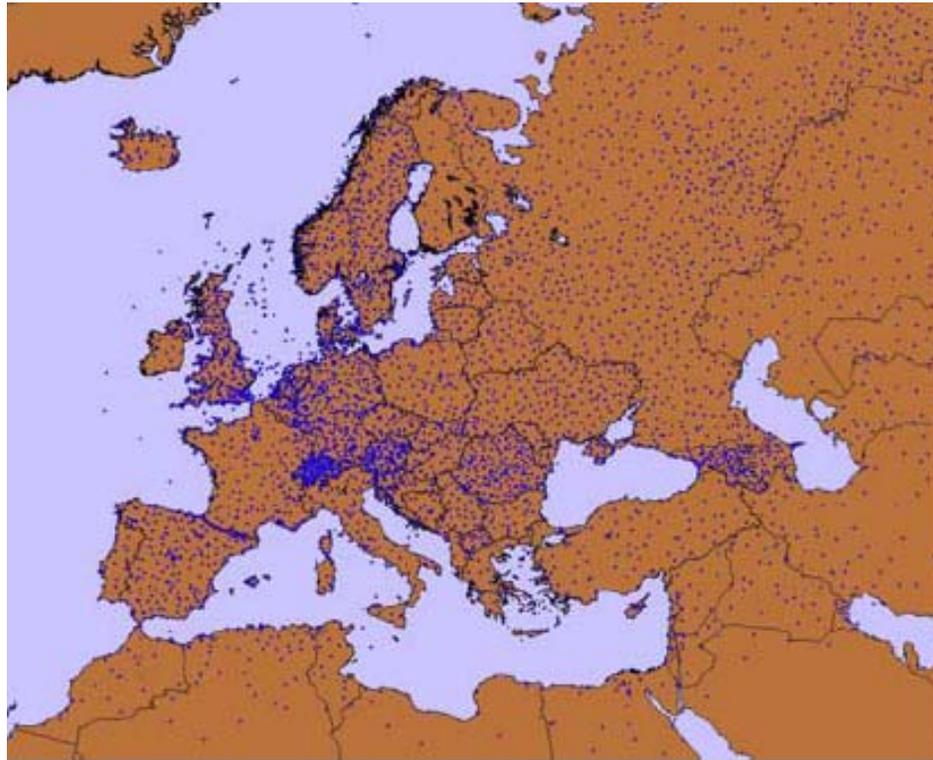
- Introduzione
- Storia della “contesa”
- CBS: agente causale, sintomi, epidemiologia
- L’analisi Sud Africana e i suoi limiti
- **La risposta europea**
- Modelli di bagnatura fogliare
- Generazione di input orari da dati giornalieri
- Il modello di infezione potenziale
- Risultati
- Conclusioni

Si articola in due punti:

- rifare la stessa analisi con CLIMEX ma con dati più recenti, presi da un database che contiene serie storiche dal 1975 ad oggi
- modellare l'infezione potenziale di *Guignardia citricarpa* negli areali dove il genere Citrus è coltivato, includendo nella soluzione di modellazione
  1. un input fondamentale per la crescita del fungo, la **bagnatura fogliare**,
  2. rispettando il time step al quale avviene il fenomeno, cioè utilizzando un **time step orario**.

# La risposta europea

Corso di Modellistica Agroambientale, lezione del 31/3/2009

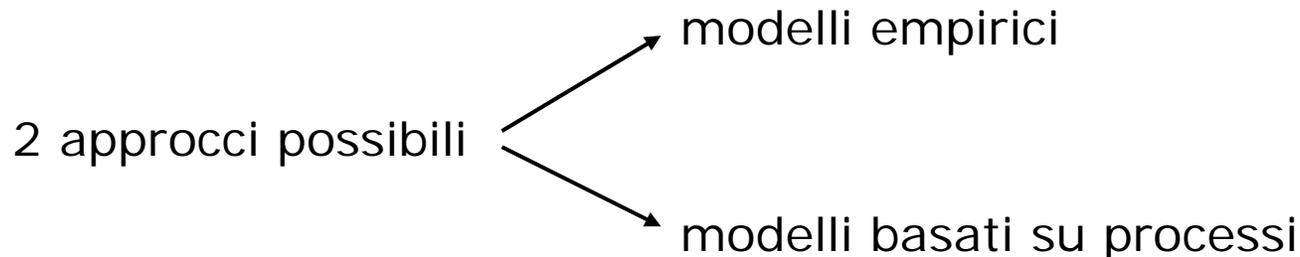


- Introduzione
- Storia della “contesa”
- CBS: agente causale, sintomi, epidemiologia
- La tesi Sud Africana e i suoi limiti
- La risposta europea
- **Modelli di bagnatura fogliare**
- Generazione di input orari da dati giornalieri
- Il modello di infezione potenziale
- Risultati
- Conclusioni

La bagnatura fogliare è un parametro agrometeorologico fondamentale per la previsione delle malattie delle piante

La presenza di un velo d'acqua sulla superficie delle foglie, infatti, permette il movimento e la germinazione delle spore di alcuni microrganismi fungini e la loro penetrazione all'interno dei tessuti dell'ospite.

In uno studio su scala continentale, l'approccio modellistico è quello adottato dall'UE per ottenere dati di una variabile meteorologica complessa.



LeafWetness è un componente software che contiene 5 modelli sia empirici sia basati sui processi per la stima di valori orari di bagnatura fogliare

- **SWEB** (**S**urface **W**etness **E**nergy **B**alance) ([Magarey et al., 2006](#)),
- **LWR** (**L**eam **W**etness **R**eference) ([Sentelhas et al., 2006](#)),
- **DP** (**D**ew **P**arametrization) ([Garratt et al., 1988](#)),
- **CART** (**C**lassification **A**nd **R**egression Tree) ([Kim et al., 2002](#)) and
- **ET** (**E**xtended **T**hreshold) ([Witchink Kruit et al., 2004](#)).

LeafWetness page:

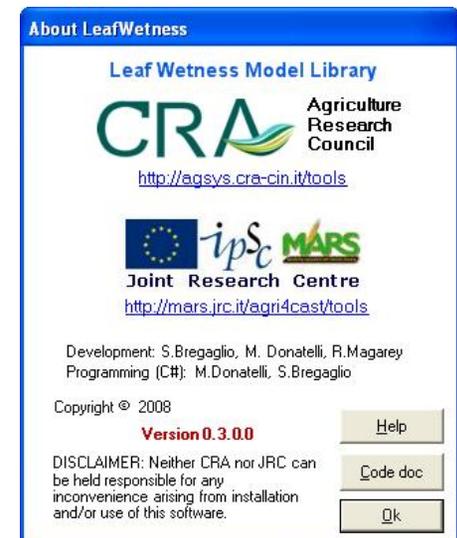
<http://agsys.cra-cin.it/tools/LeafWetness>

Help on-line (latest version of this documentation):

<http://agsys.cra-cin.it/tools/LeafWetness/help>

Code documentation:

<http://agsys.cra-cin.it/tools/LeafWetness/codedoc>



About LeafWetness

Leaf Wetness Model Library

**CRA** Agriculture Research Council  
<http://agsys.cra-cin.it/tools>

    
Joint Research Centre  
<http://mars.jrc.it/agri4cast/tools>

Development: S.Bregaglio, M. Donatelli, R. Magarey  
Programming (C#): M. Donatelli, S. Bregaglio

Copyright © 2008

**Version 0.3.0.0**

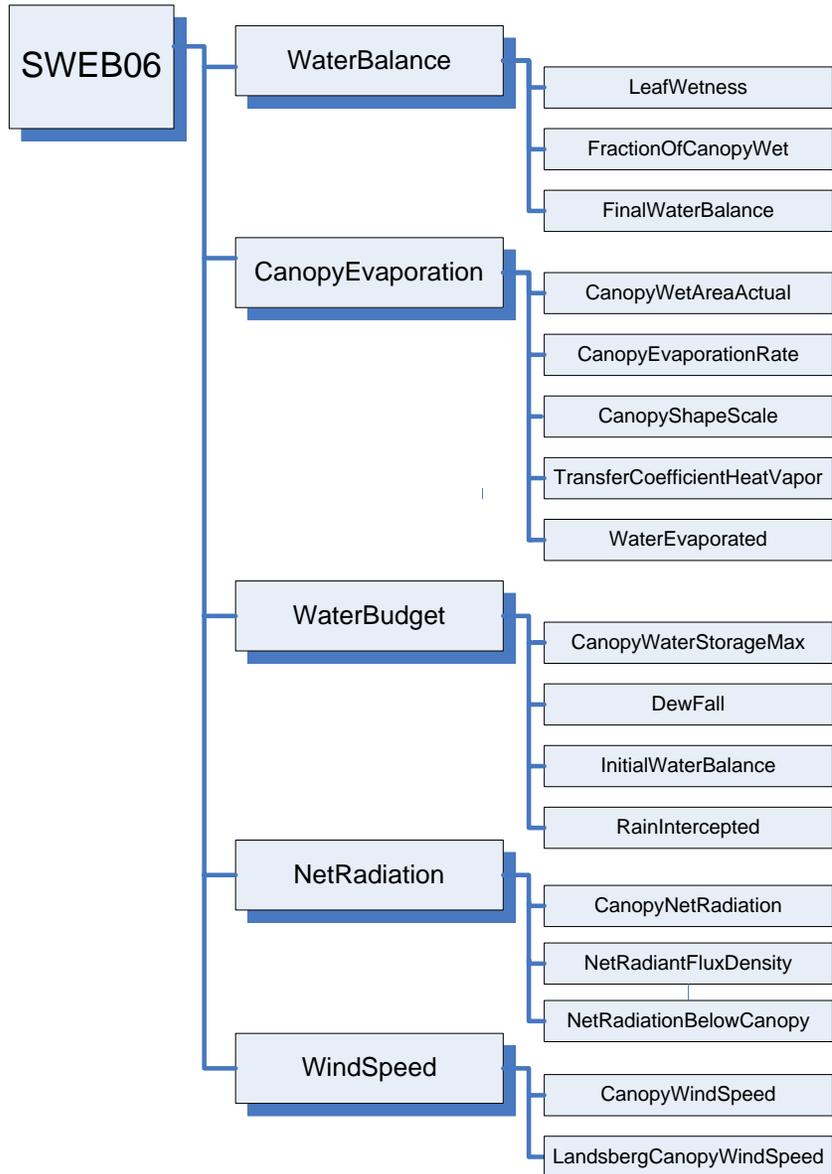
DISCLAIMER: Neither CRA nor JRC can be held responsible for any inconvenience arising from installation and/or use of this software.

Help  
Code doc  
Ok

SWEB effettua un bilancio energetico di superficie:

ha al suo interno 5 moduli:

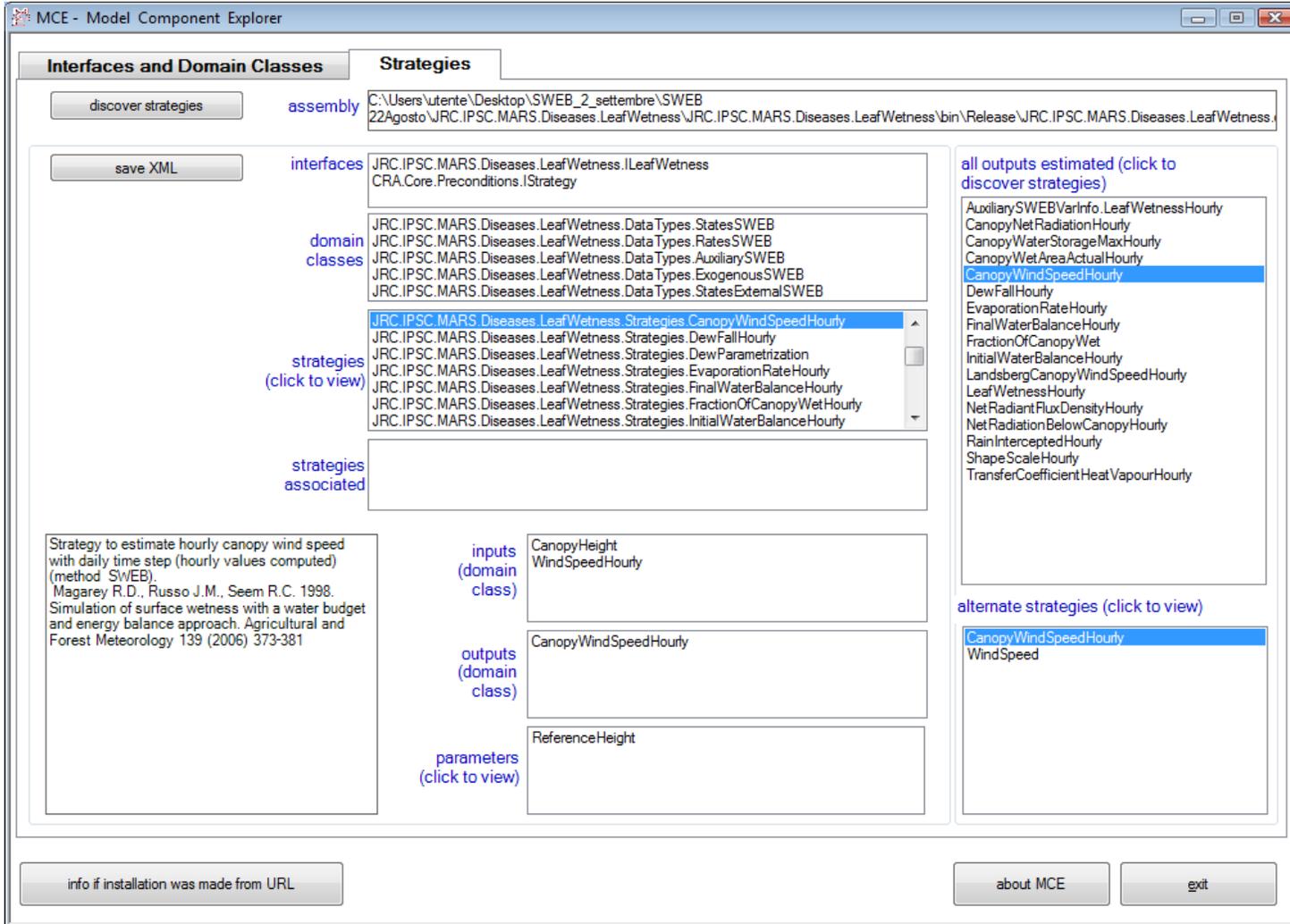
- 1. WindSpeed** calcola la velocità del vento all'altezza della canopy con due metodi
- 2. NetRadiation** calcola la frazione della radiazione intercettata dalla canopy
- 3. WaterBudget** calcola la frazione di pioggia intercettata e la condensazione della rugiada
- 4. CanopyEvaporation** simula il flusso di calore latente dalla canopy cioè il termine negativo del bilancio energetico
- 5. WaterBalance** calcola l'area di canopy "bagnata" e quindi la bagnatura fogliare



L'architettura del componente prevede la suddivisione di ogni equazione in una struttura chiamata "strategy". Più strategies semplici possono essere unite in una strategy composta.

Questo permette l'intercambiabilità, il riutilizzo e l'estensibilità del componente.

## Il componente LeafWetness può essere "esplorato" usando il tool MCE



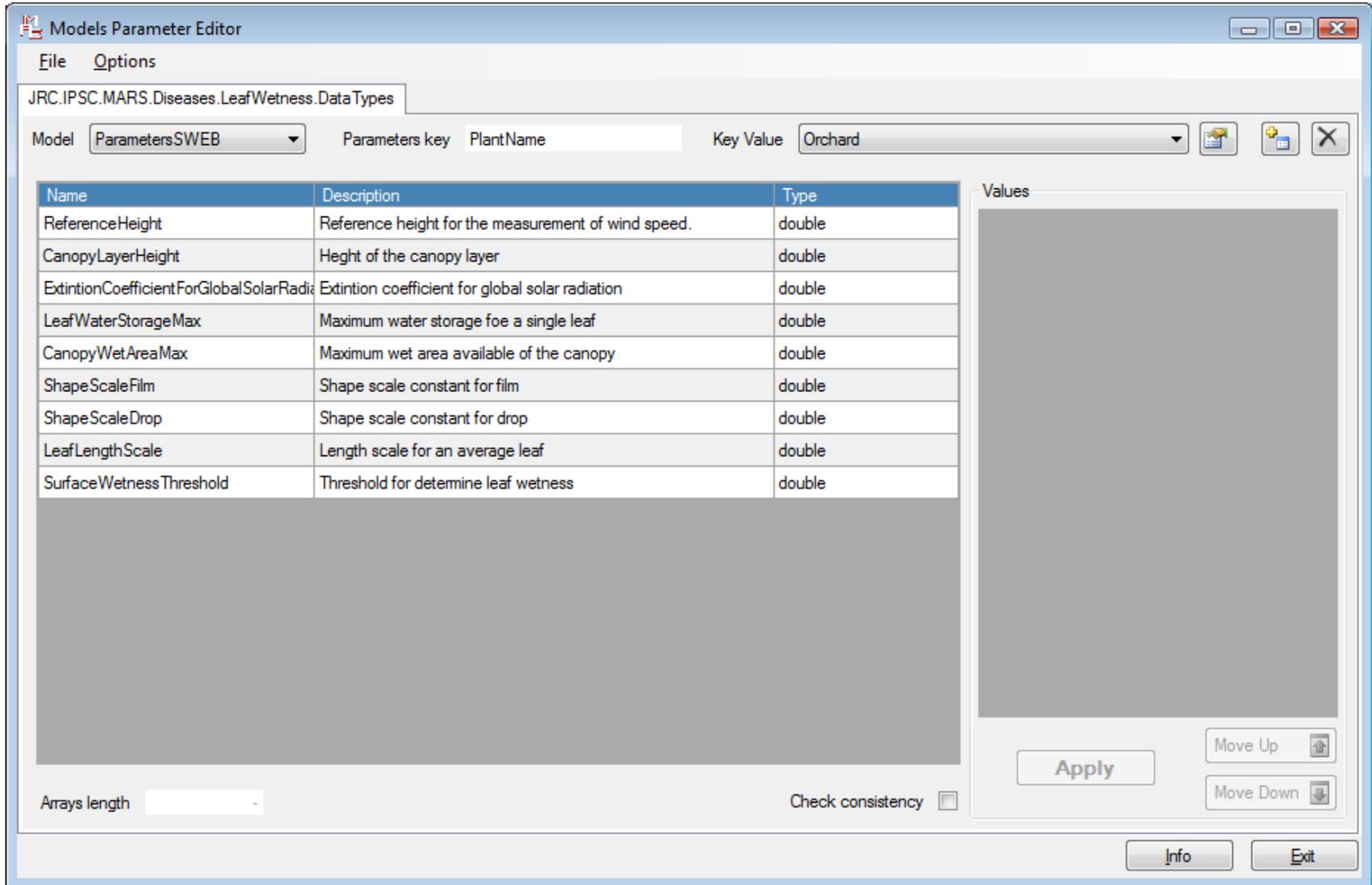
The screenshot shows the MCE (Model Component Explorer) window with the following components and settings:

- Interfaces and Domain Classes:** Includes buttons for "discover strategies" and "save XML".
- assembly:** Path: C:\Users\utente\Desktop\SWEB\_2\_settembre\SWEB\22Agosto\JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness\JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness\bin\Release\JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness
- interfaces:** JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness.ILeafWetness, CRA.Core.Preconditions.IStrategy
- domain classes:** JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness.Data.Types.StatesSWEB, JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness.Data.Types.RatesSWEB, JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness.Data.Types.AuxiliarySWEB, JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness.Data.Types.ExogenousSWEB, JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness.Data.Types.StatesExternalSWEB
- strategies (click to view):** JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness.Strategies.CanopyWindSpeedHourly (selected), JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness.Strategies.DewFallHourly, JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness.Strategies.DewParametrization, JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness.Strategies.EvaporationRateHourly, JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness.Strategies.FinalWaterBalanceHourly, JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness.Strategies.FractionOfCanopyWetHourly, JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness.Strategies.InitialWaterBalanceHourly
- strategies associated:** (Empty list)
- Strategy description:** Strategy to estimate hourly canopy wind speed with daily time step (hourly values computed) (method SWEB). Magarey R.D., Russo J.M., Seem R.C. 1998. Simulation of surface wetness with a water budget and energy balance approach. Agricultural and Forest Meteorology 139 (2006) 373-381
- inputs (domain class):** CanopyHeight, WindSpeedHourly
- outputs (domain class):** CanopyWindSpeedHourly
- parameters (click to view):** ReferenceHeight
- all outputs estimated (click to discover strategies):** AuxiliarySWEBVarInfo.LeafWetnessHourly, CanopyNetRadiationHourly, CanopyWaterStorageMaxHourly, CanopyWetAreaActualHourly, CanopyWindSpeedHourly (selected), DewFallHourly, EvaporationRateHourly, FinalWaterBalanceHourly, FractionOfCanopyWet, InitialWaterBalanceHourly, LandsbergCanopyWindSpeedHourly, LeafWetnessHourly, NetRadiantFluxDensityHourly, NetRadiationBelowCanopyHourly, RainInterceptedHourly, ShapeScaleHourly, TransferCoefficientHeatVapourHourly
- alternate strategies (click to view):** CanopyWindSpeedHourly, WindSpeed
- Buttons:** "info if installation was made from URL", "about MCE", "exit"

# Modelli di bagnatura fogliare

Corso di Modellistica Agroambientale, lezione del 31/3/2009

Questi sono i parametri di SWEB



The screenshot shows the 'Models Parameter Editor' window. The title bar reads 'Models Parameter Editor'. The menu bar includes 'File' and 'Options'. The main window displays the path 'JRC.IPSC.MARS.Diseases.LeafWetness.DataTypes'. Below this, there are controls for 'Model' (ParametersSWEB), 'Parameters key' (PlantName), and 'Key Value' (Orchard). A table lists parameters with columns for Name, Description, and Type. To the right of the table is a 'Values' panel, currently empty. At the bottom of the window, there are buttons for 'Apply', 'Move Up', 'Move Down', 'Info', and 'Exit', along with a 'Check consistency' checkbox and an 'Arrays length' input field.

Name	Description	Type
ReferenceHeight	Reference height for the measurement of wind speed.	double
CanopyLayerHeight	Height of the canopy layer	double
ExtinctionCoefficientForGlobalSolarRadiation	Extinction coefficient for global solar radiation	double
LeafWaterStorageMax	Maximum water storage for a single leaf	double
CanopyWetAreaMax	Maximum wet area available of the canopy	double
ShapeScaleFilm	Shape scale constant for film	double
ShapeScaleDrop	Shape scale constant for drop	double
LeafLengthScale	Length scale for an average leaf	double
SurfaceWetnessThreshold	Threshold for determine leaf wetness	double

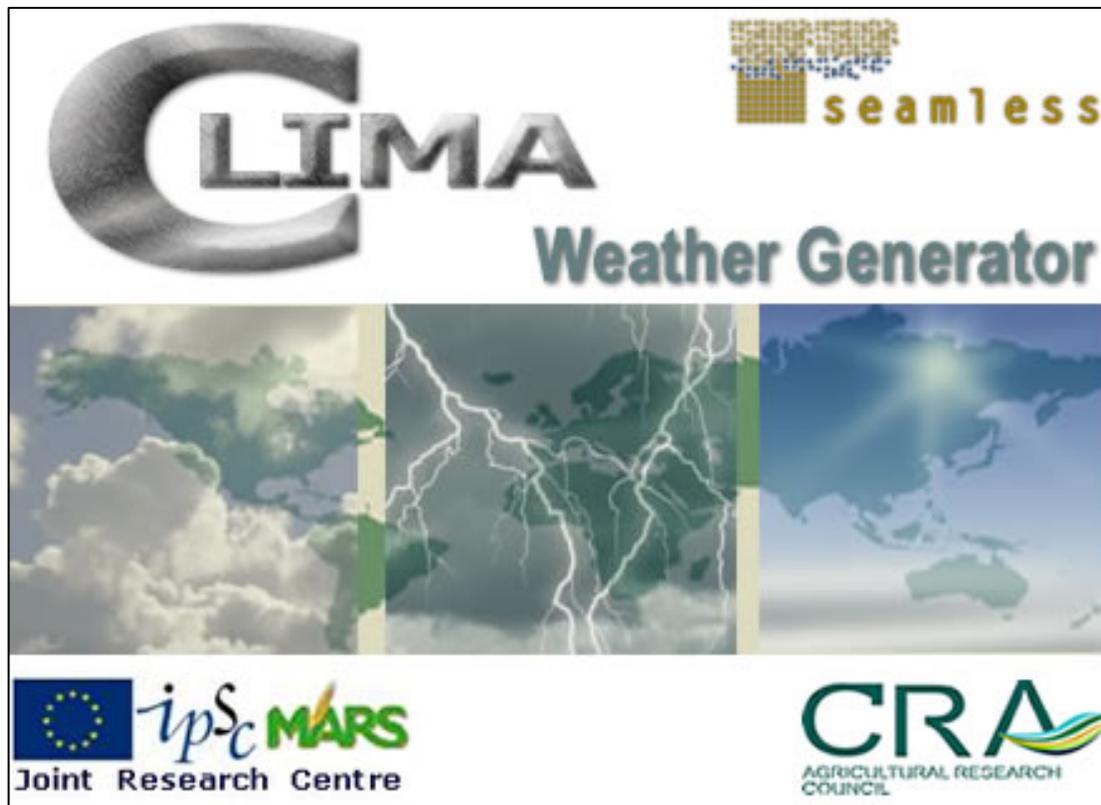
- Introduzione
- Storia della “contesa”
- CBS: agente causale, sintomi, epidemiologia
- La tesi Sud Africana e i suoi limiti
- La risposta europea
- Modelli di bagnatura fogliare
- **Generazione di input orari da dati giornalieri**
- Il modello di infezione potenziale
- Risultati
- Conclusioni

# Generazione di input orari da dati giornalieri

Corso di Modellistica Agroambientale, lezione del 31/3/2009

SWEB ha un time-step orario, quindi richiede dati meteo orari come input mentre il database disponibile ha dati giornalieri.

Si è quindi deciso di generare i dati necessari con CLIMA (Donatelli et al., 2006) un generatore climatico.



La disponibilità di dati climatici (pioggia, temperatura aerea, radiazione solare, umidità aerea relativa, velocità del vento) a scala giornaliera è un requisito fondamentale per la simulazione di sistemi biologici (inclusi i sistemi colturali)

- In molti siti la reperibilità di una massa sufficiente di dati climatici è problematica perché:
  - Le serie registrate sono limitate a pochi anni
  - Il funzionamento dei sensori è discontinuo
  - Alcune variabili climatiche non sono registrate
  
- Per ovviare alla mancanza di dati climatici si pone la necessità di modellare il clima nel sito di interesse a partire dai dati disponibili

- Generazione climatica: produzione di dati climatici sitospecifici utilizzando proprietà statistiche del clima locale

e.g. media e deviazione standard da serie storiche della precipitazione per generare serie potenzialmente illimitate della stessa variabile mediante un modello statistico

- Stima di variabili climatiche: produzione di dati climatici utilizzando altri dati climatici

e.g. stima della radiazione solare da dati di temperatura aerea;

Entrambi gli approcci sono implementati in CLIMA

I generatori climatici sono collezioni di modelli che stimano dati meteorologici sito-specifici e variabili derivate.

Il loro utilizzo spazia dal fornire input a diversi modelli biofisici al derivare indici climatici

I parametri propri di un sito possono essere perturbati utilizzando modelli di circolazione globale o modelli locali al fine di produrre serie sintetiche che rappresentano scenari di cambiamento climatico.

I generatori climatici possono anche essere utilizzati per stimare dati mancanti e per effettuare un controllo di qualità sui dati registrati da sensori.

## Alcuni esempi

- WGEN (generatore climatico)
- ClimGen (generatore climatico)
- Climak (generatore climatico)
- Cligen (generatore climatico)
- USCLIMATE (generatore climatico)
- LARS-GV (generatore climatico)
- WGENR (generatore di dati di radiazione solare)
- RadEst (generatore di dati di evapotraspirazione e di radiazione solare)

## Caratteristiche comuni

- I modelli implementati nei generatori climatici possono essere empirici o “fisici”
- Vi sono diversi modelli per la stima o la generazione di ogni variabile climatica, con differenti richieste di input.
- La mancanza di dati in input richiede che venga scelto volta per volta l’approccio migliore
- I generatori climatici attualmente disponibili sono applicazioni che hanno un set predefinito di opzioni di modellazione

CLIMA è un'applicazione a componenti riutilizzabile e estendibile.

I componenti attualmente implementati sono:

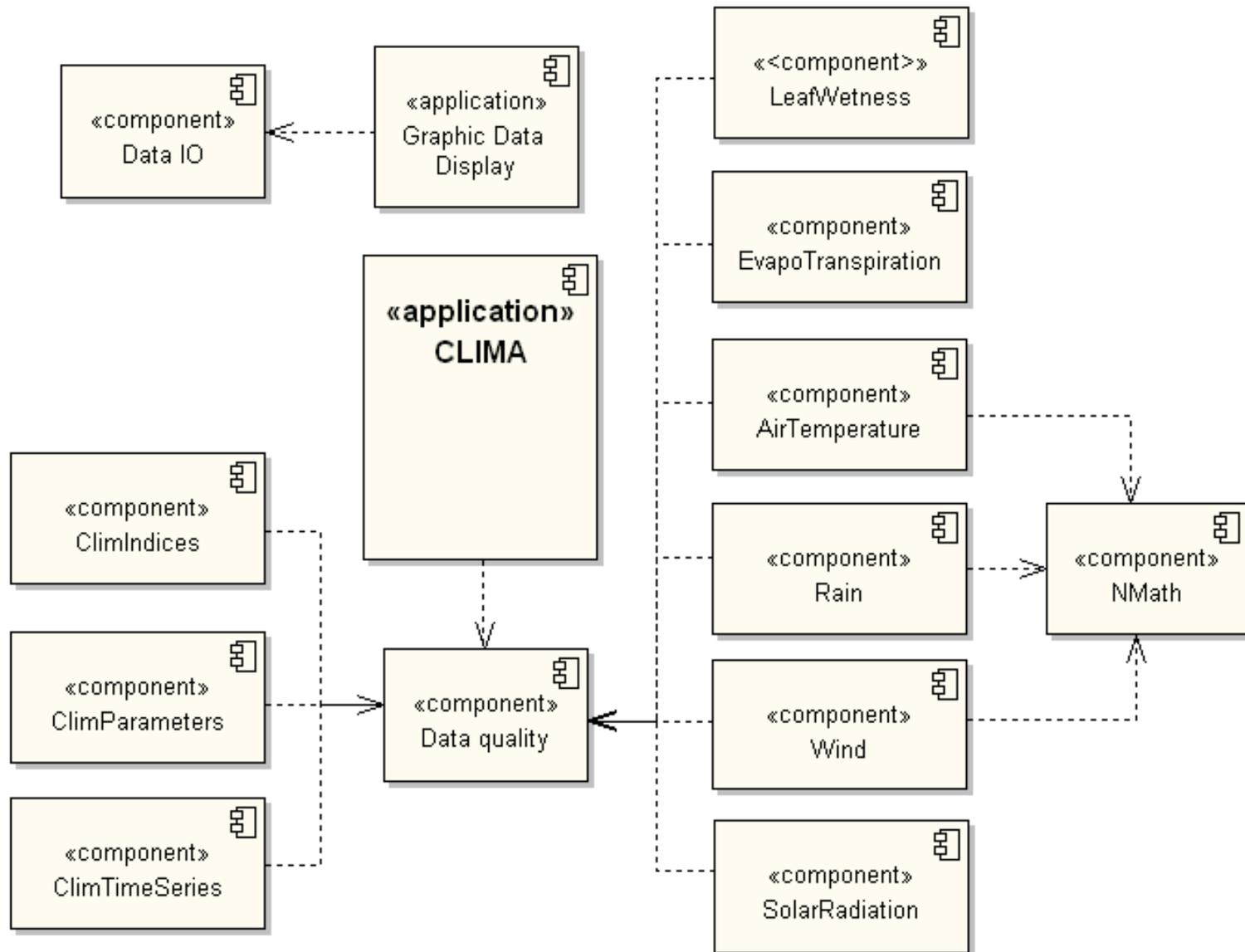
- *AirTemperature*: air temperature generation;
- *EvapoTranspiration*: evapotranspiration estimation;
- *SolarRadiation*: solar radiation estimation/generation;
- *Rain*: precipitation generation;
- *Wind*: wind speed generation;
- *LeafWetness*: leaf wetness generation;

Ogni componente offre un'ampia scelta di metodi alternativi per la generazione e la stima dei dati climatici

Attualmente più di 300 modelli sono implementati.

# Generazione di input orari da dati giornalieri

Corso di Modellistica Agroambientale, lezione del 31/3/2009



La procedura step-by-step per la generazione di variabili climatiche è spiegata nel file Help dell'applicazione ([http://agsys,cra-cin.it/clima/help](http://agsys.cra-cin.it/clima/help))

Può essere riassunta in **4** passaggi:

1. Scelta o creazione di una località
2. Creazione della configurazione della località
3. Scelta delle variabili e dei metodi di generazione
4. Generazione dei dati

- Grazie alla documentazione disponibile, CLIMA e i suoi componenti rappresentano uno strumento utile per condividere la conoscenza in ambito di modellazione climatica
- L'architettura del software a componenti permette l'implementazione di nuovi modelli e il riutilizzo per gli sviluppatori di modelli biofisici.
- La presenza di approcci alternativi alla stima della stessa variabile permette un facile confronto tra essi
- L'interfaccia grafica permette la costruzione di strategie composte che possono essere riutilizzate sia all'interno di CLIMA sia da altre indipendentemente da altre applicazioni.

# Generazione di input orari da dati giornalieri

Corso di Modellistica Agroambientale, lezione del 31/3/2009

Input richiesti dai 5 modelli di bagnatura fogliare:

	<b>CART</b>	<b>SWEB</b>	<b>DP</b>	<b>ET</b>	<b>LWR</b>
HourlyAirTemperature	<b>X</b>	<b>X</b>			
HourlyDewPointTemperature	<b>X</b>				
HourlyWindSpeed	<b>X</b>	<b>X</b>			<b>X</b>
HourlyNetRadiation		<b>X</b>	<b>X</b>		<b>X</b>
HourlySlopeVaporPressureCurve		<b>X</b>	<b>X</b>		<b>X</b>
HourlyLatentHeatOfVaporization		<b>X</b>	<b>X</b>		
RainSixtyMinutes		<b>X</b>			<b>X</b>
HourlyAtmosphericDensity		<b>X</b>	<b>X</b>		
HourlyRelativeAirHumidity	<b>X</b>	<b>X</b>		<b>X</b>	
HourlySaturationVaporPressure		<b>X</b>	<b>X</b>		<b>X</b>
HourlySpecificHeatOfAir		<b>X</b>	<b>X</b>		
HourlyAerodynamicResistance			<b>X</b>		<b>X</b>
HourlyActualVaporPressure			<b>X</b>		<b>X</b>
HourlyPsychrometricConstant			<b>X</b>		<b>X</b>
HourlySoilHeatFlux			<b>X</b>		

## Input orari generati da CLIMA per il modello SWEB

<i>Nome della variabile</i>	<i>Generata con</i>	<i>Nome della strategy</i>
HourlyAirTemperature HourlyDewPointTemperature	→	HAirAndDewTemperature
HourlyRelativeHumidity	→	HAirRelativeHumidity
HourlyActualVaporPressure HourlyVapourPressureDeficit	→	HVPDFAO
HourlySlopeVaporPressure	→	HSVPDAsae
HourlySaturationVaporPressure HourlyLatentHeatOfVaporization	→	HLHVHarrison
HourlyAtmosphericDensity	→	HADAsae
HourlyGlobalSolarRadiation	→	HGSRGlobalSolarRadiationHourly
HourlyNetRadiation	→	HNRFAO
HourlyWindSpeed	→	HWMitchell
HourlyRain	→	HRMetetest

- Introduzione
- Storia della “contesa”
- CBS: agente causale, sintomi, epidemiologia
- La tesi Sud Africana e i suoi limiti
- La risposta europea
- Modelli di bagnatura fogliare
- Generazione di input orari da dati giornalieri
- **Il modello di infezione potenziale**
- Risultati
- Conclusioni

# Il modello di infezione potenziale

Corso di Modellistica Agroambientale, lezione del 31/3/2009

Per la valutazione della possibile entrata e del potenziale insediamento di un patogeno fungino in un nuovo areale, la prima cosa da analizzare è che le condizioni meteo siano o meno favorevoli al processo di infezione, poichè tutte le altre fasi dell'epidemia dipendono dal realizzarsi di questo processo.

Il modello generico di infezione potenziale utilizzato è quello di Magarey *et al.*, 2005, basato su una funzione di risposta alla temperatura (Wang and Engel, 1998; Yin *et al.*, 1995), scalata sul fabbisogno di durata della bagnatura fogliare

<b>Tipo di input</b>	<b>Nome dell'input</b>
<b>INPUT METEOROLOGICI</b>	HourlyAirTemperature HourlyLeafWetness HourlyRain (for pycnidiospores infection)
<b>PARAMETRI</b>	MinimumWetnessDurationRequirement MaximumWetnessDurationRequirement MinimumTemperatureForInfection OptimumTemperatureForInfection MaximumTemperatureForInfection D50

# Il modello di infezione potenziale

Corso di Modellistica Agroambientale, lezione del 31/3/2009

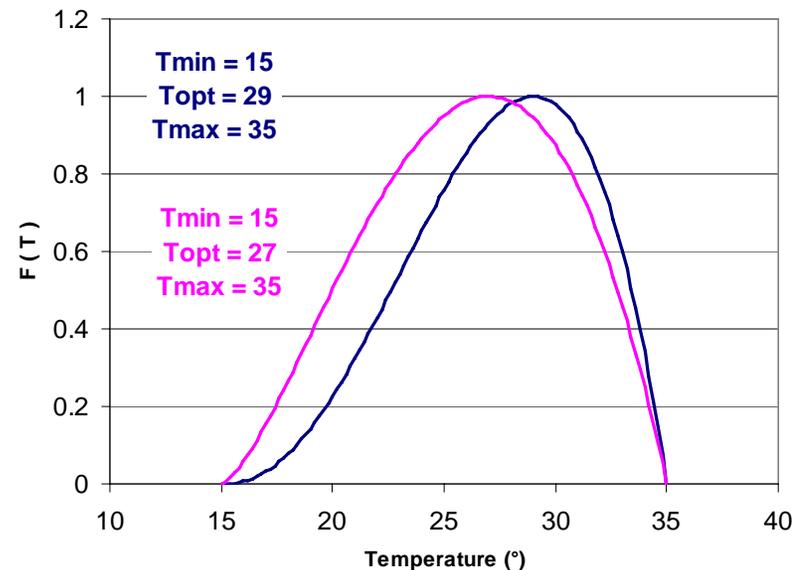
Calibrazione:

Parameters of <i>Guignardia citricarpa</i>	Ascospores	Pycnidiospores
MinimumWetnessDurationRequirement	15	12
MaximumWetnessDurationRequirement	38	35
MinimumTemperatureForInfection	15	15
OptimumTemperatureForInfection	27	29
MaximumTemperatureForInfection	35	35
D50	0, 3, 14	0, 3, 14

$$f(t) = \left( \frac{T_{\max} - T}{T_{\max} - T_{opt}} \right) \left( \frac{T - T_{\min}}{T_{opt} - T_{\min}} \right)^{(T_{opt} - T_{\min}) / (T_{\max} - T_{opt})}$$

$$T_{\min} \leq T \leq T_{\max}$$

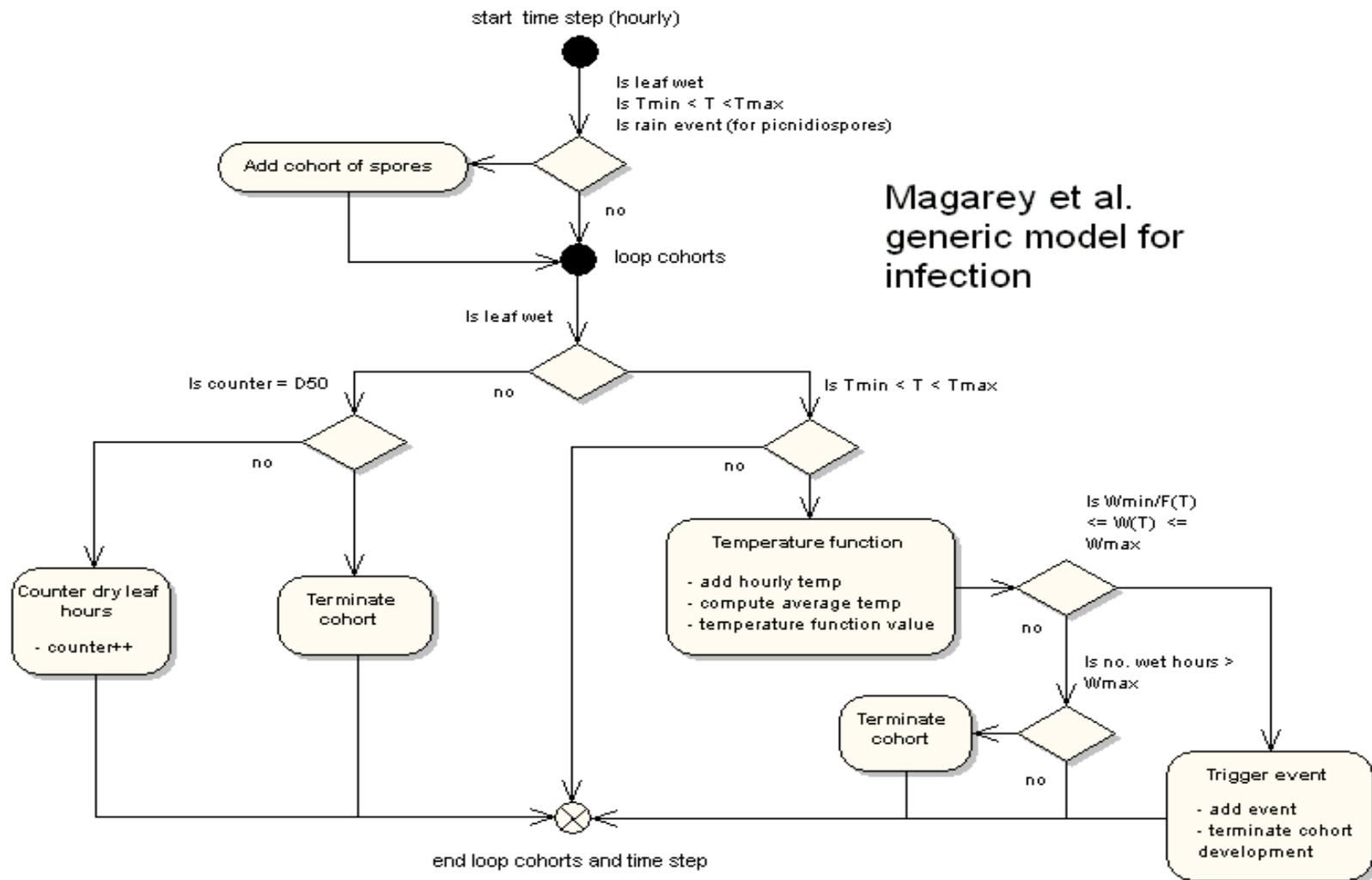
Yin's function



# Il modello di infezione potenziale

Corso di Modellistica Agroambientale, lezione del 31/3/2009

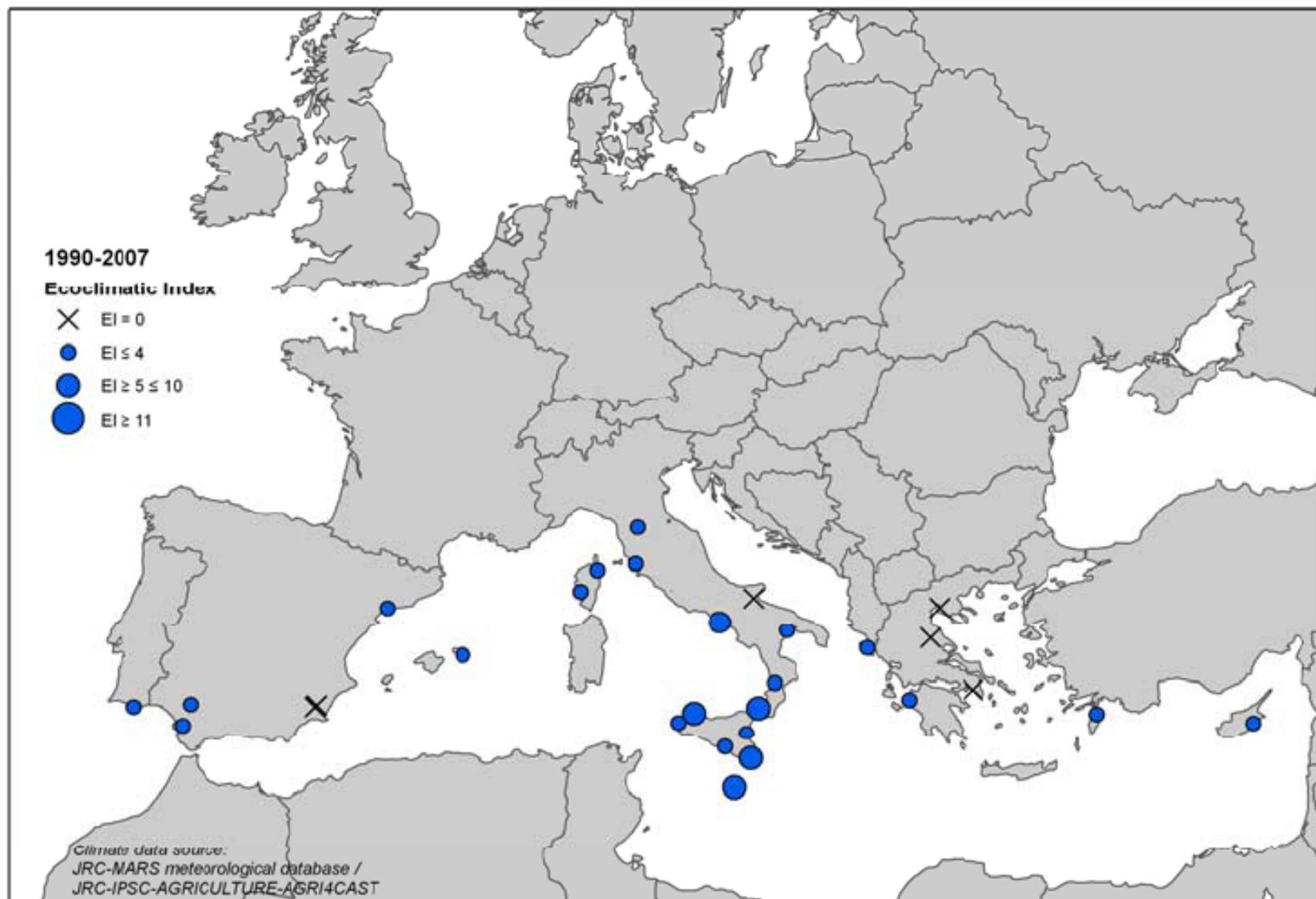
$$W_{(T)} = \min[ W_{\min}/f(T), W_{\max} ]$$



- Introduzione
- Storia della “contesa”
- CBS: agente causale, sintomi, epidemiologia
- La tesi Sud Africana e i suoi limiti
- La risposta europea
- Modelli di bagnatura fogliare
- Generazione di input orari da dati giornalieri
- Il modello di infezione potenziale
- **Risultati**
- Conclusioni

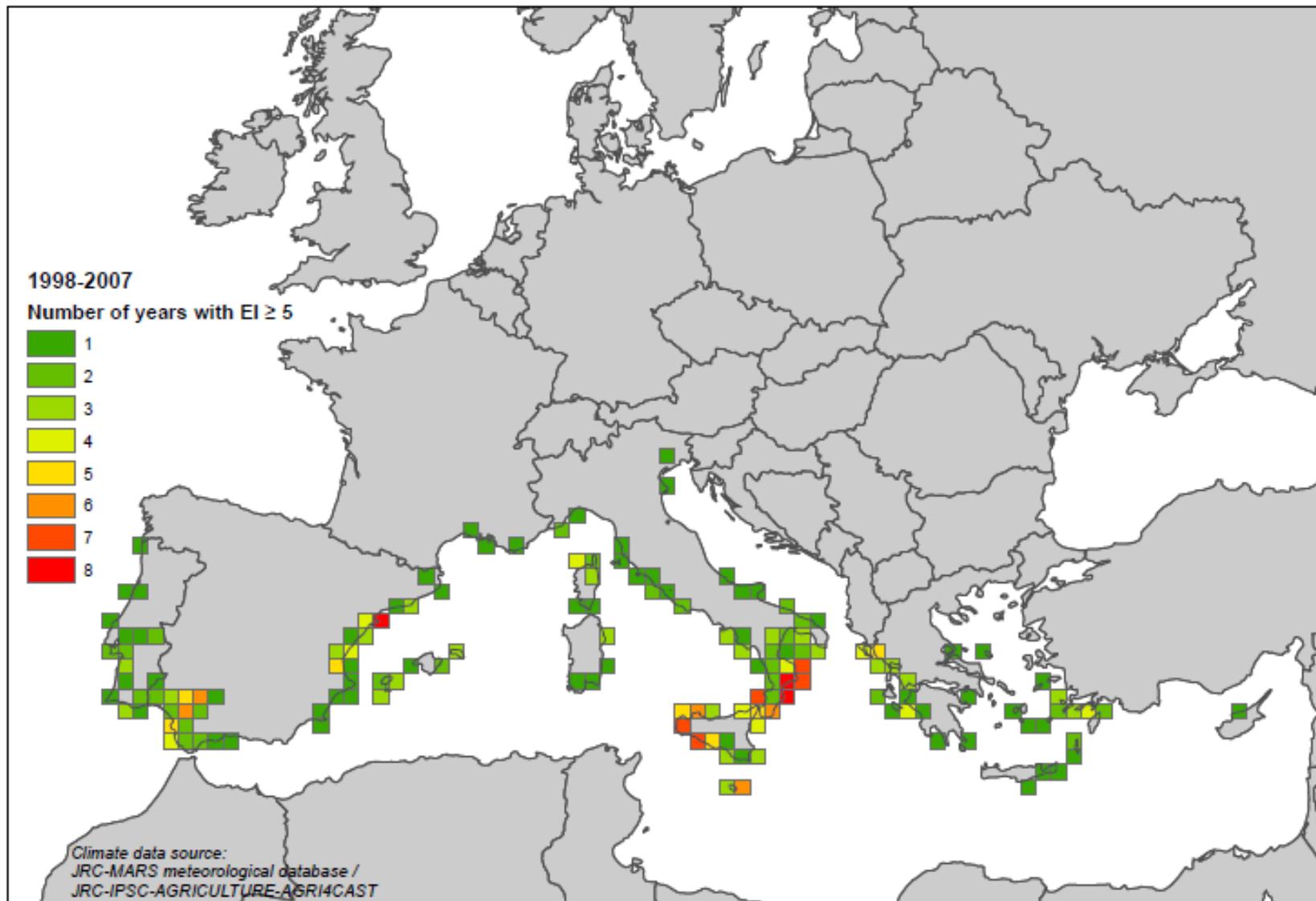
# Risultati (CLIMEX)

Corso di Modellistica Agroambientale, lezione del 31/3/2009



# Risultati (CLIMEX)

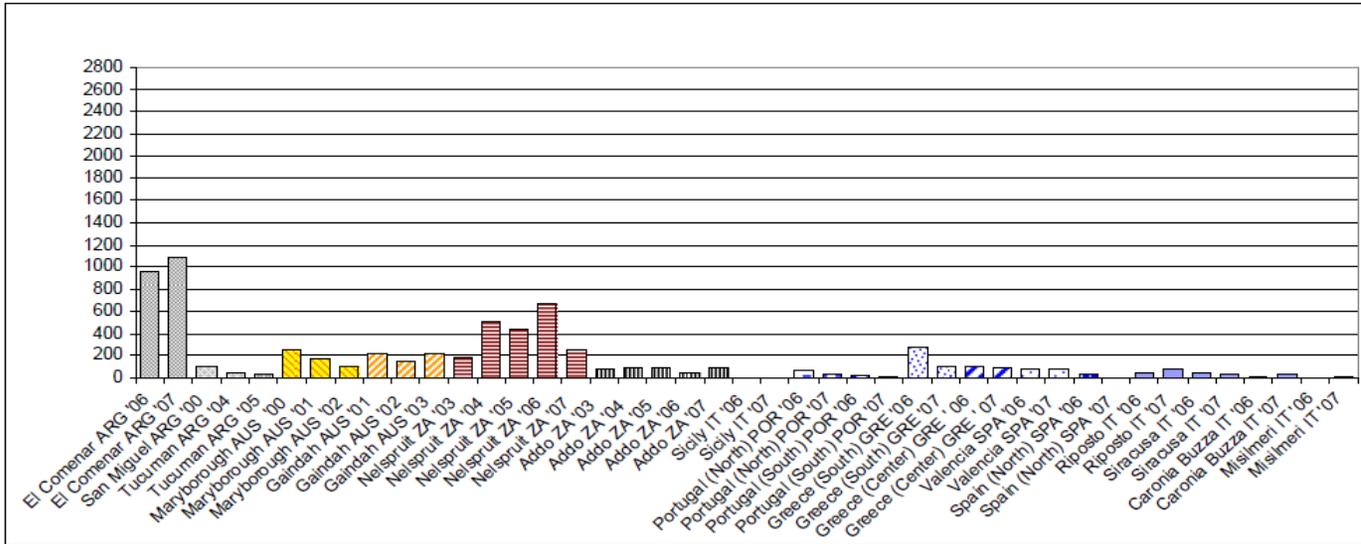
Corso di Modellistica Agroambientale, lezione del 31/3/2009



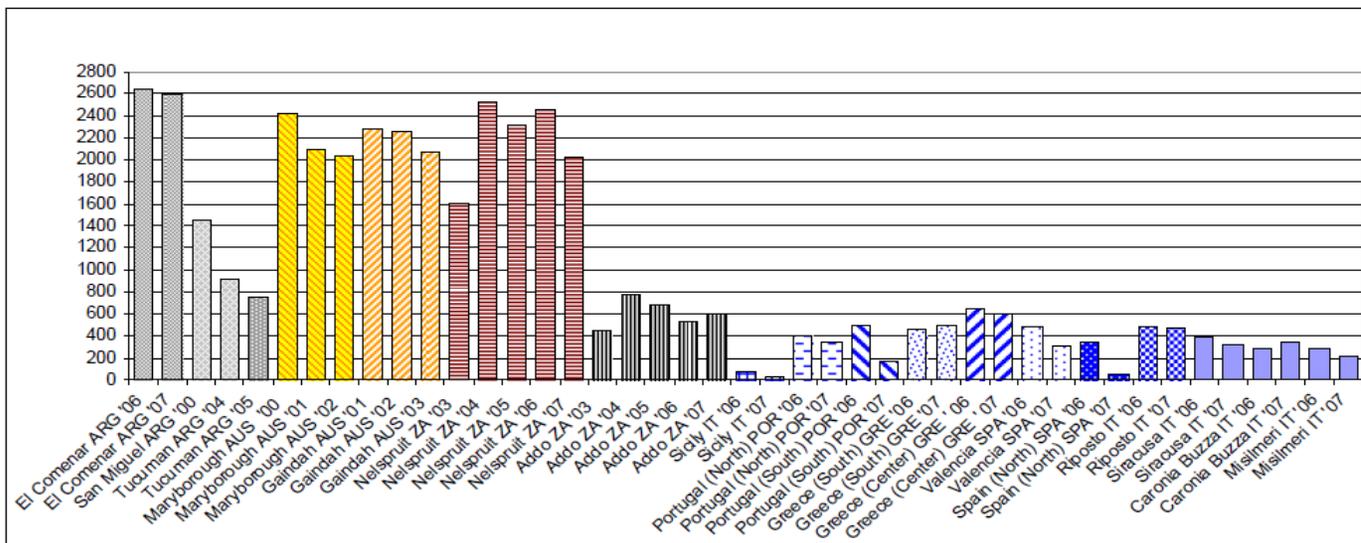
# Risultati (LeafWetness + modello infezione)

Corso di Modellistica Agroambientale, lezione del 31/3/2009

Oltre alle simulazioni sul grid, la soluzione di modellazione è stata fatta girare in località in cui il patogeno è presente con input meteo da stazioni meteorologiche (SA, Arg, Aus)



D50 = 0

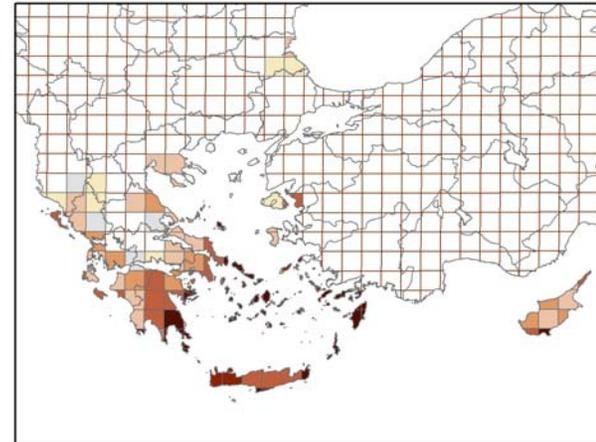
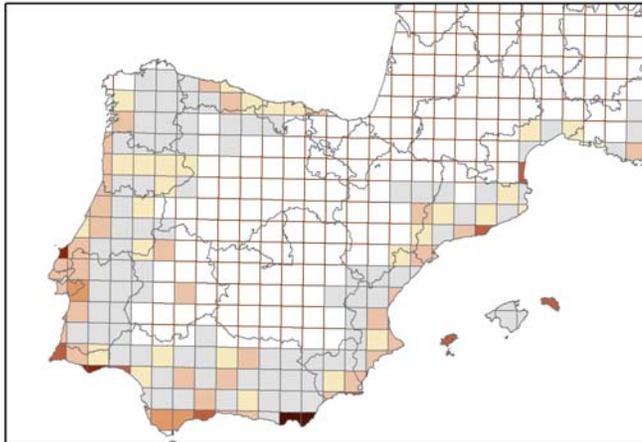


D50 = 14

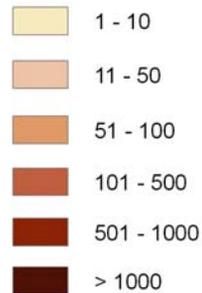
# Risultati (LeafWetness + modello infezione)

## CITRUS black spot potential infections

Total number of infections in all years for D50 = 14



### Number of infections for month of May

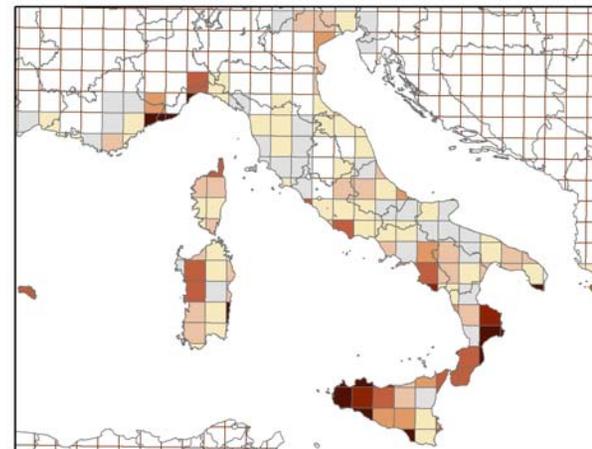


### Preliminary results

Used model:  
Magarey et al. 2005 -  
Generic infection model

Time period:  
1998 - 2007, month May

Sources:  
MARS Database  
© EuroGeographics for the  
administrative boundaries

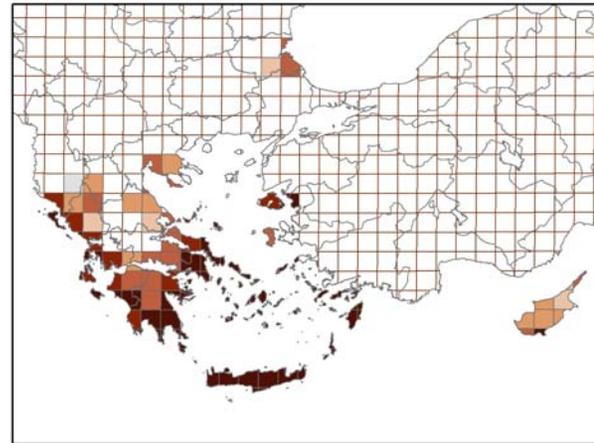
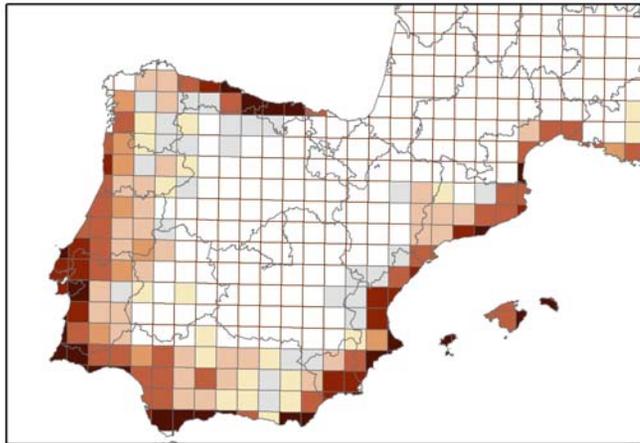


# Risultati (LeafWetness + modello infezione)

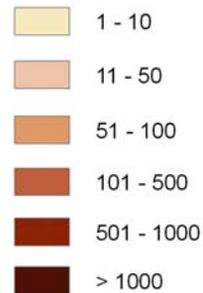
Corso di Modellistica Agroambientale, lezione del 31/3/2009

## CITRUS black spot potential infections

Total number of infections in all years for D50 = 14



### Number of infections for month of September

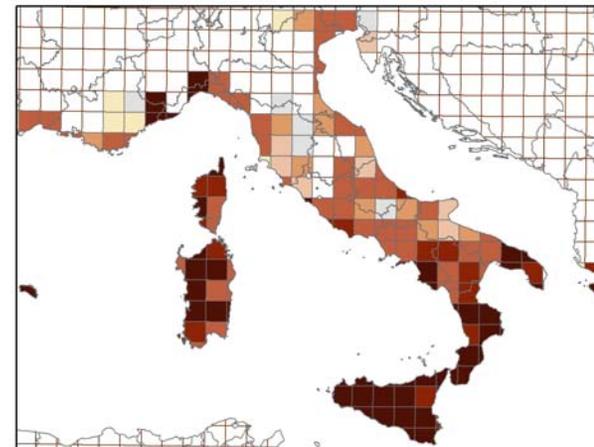


### Preliminary results

Used model:  
Magarey et al. 2005 -  
Generic infection model

Time period:  
1998 - 2007, month September

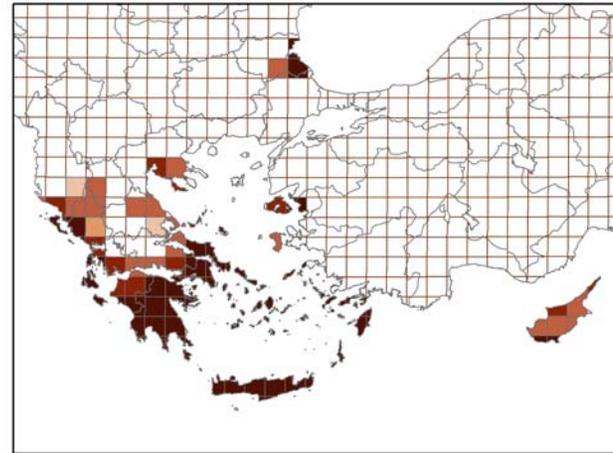
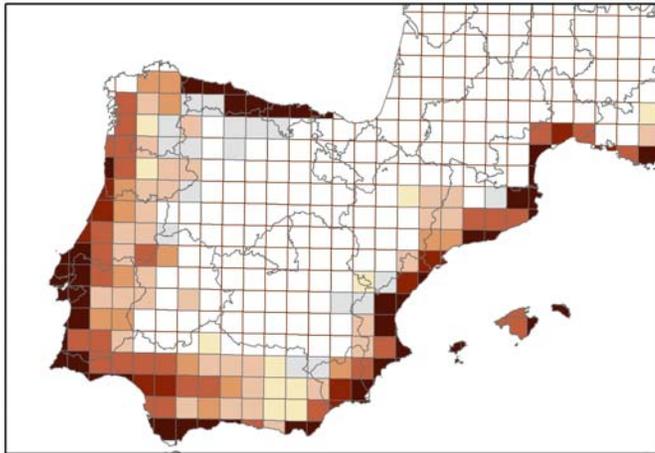
Sources:  
MARS Database  
© EuroGeographics for the  
administrative boundaries



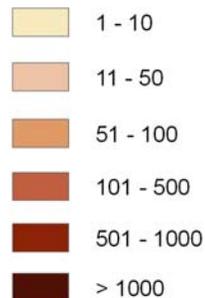
# Risultati (LeafWetness + modello infezione)

## CITRUS black spot potential infections

Total number of infections in all years for D50 = 14



### Number of infections from March to October

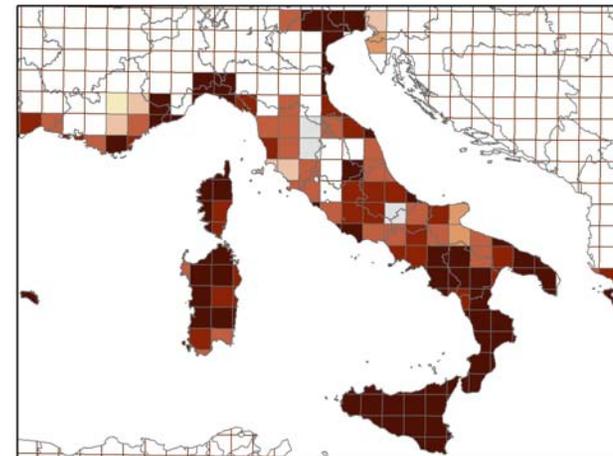


### Preliminary results

Used model:  
Magarey et al. 2005 -  
Generic infection model

Time period:  
1998 - 2007,  
from March to October

Sources:  
MARS Database  
© EuroGeographics for the  
administrative boundaries



- Introduzione
- Storia della “contesa”
- CBS: agente causale, sintomi, epidemiologia
- La tesi Sud Africana e i suoi limiti
- La risposta europea
- Modelli di bagnatura fogliare
- Generazione di input orari da dati giornalieri
- Il modello di infezione potenziale
- Risultati
- **Conclusioni**

Based on (a) the evaluation of the application of CLIMEX (Paul *et al.*, 2005), (b) the limitations of CLIMEX in predicting the potential distribution of pathogens such as *G. citricarpa*, (c) the relative climatic similarities between locations where CBS occurs in Eastern Cape Province and some locations where citrus is grown in the EU and (d) the results of the application of a generic infection model for foliar fungal pathogens, the Panel cannot agree with the conclusion by Paul *et al.* (2005) that the climate of the EU is unsuitable for the establishment of *G. citricarpa*.

Quindi....

Il Gruppo conclude pertanto che l'ingresso di *G. citricarpa*, con conseguente insediamento nelle zone agrumicole dell'UE, attraverso l'introduzione di frutti di agrumi infetti da maculatura nera degli agrumi, è possibile.

I documenti sudafricani non forniscono prove sufficienti a dimostrare che l'importazione di frutti di agrumi da zone infestate sia, come essi concludono, una via di introduzione altamente improbabile di *G. citricarpa* in tali zone.

# Grazie per l'attenzione

[simone.bregaglio@unimi.it](mailto:simone.bregaglio@unimi.it)