# EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULL'EVOLUZIONE DELLA DIFESA

**Pertot Ilaria**

*Fondazione Edmumd Mach (FEM)*
*Centro ricerca ed innovazione*
*Dipartimento agroecosistemi sostenibili e biorisorse*
*S. Michele all'Adige*
*Ilaria.pertot@fmach.it*

FONDAZIONE EDMUND MACH

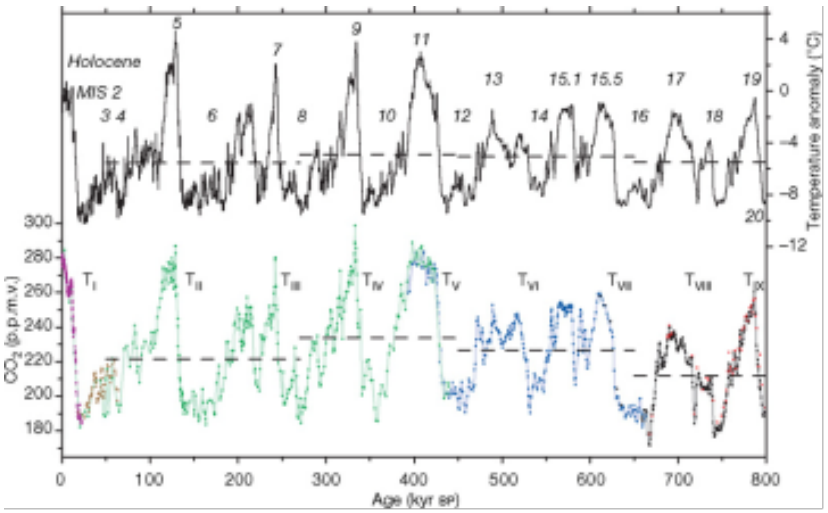
# CAMBIAMENTO CLIMATICO

La questione del cambiamento climatico: non tutti i cambiamenti sono uguali

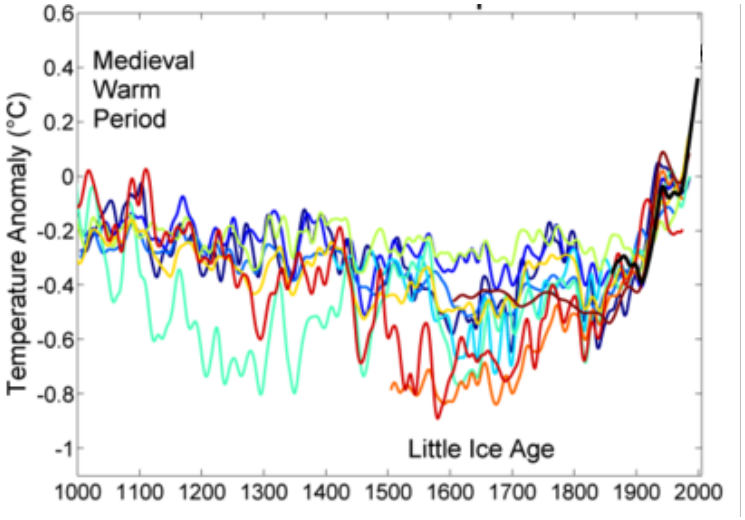
# Il clima è sempre cambiato

Se si considera l'intera storia della Terra, ci sono sempre stati **cambiamenti rilevanti**

Il cambiamento deve però essere valutato sulla base di due fattori: **la scala temporale e l'origine**



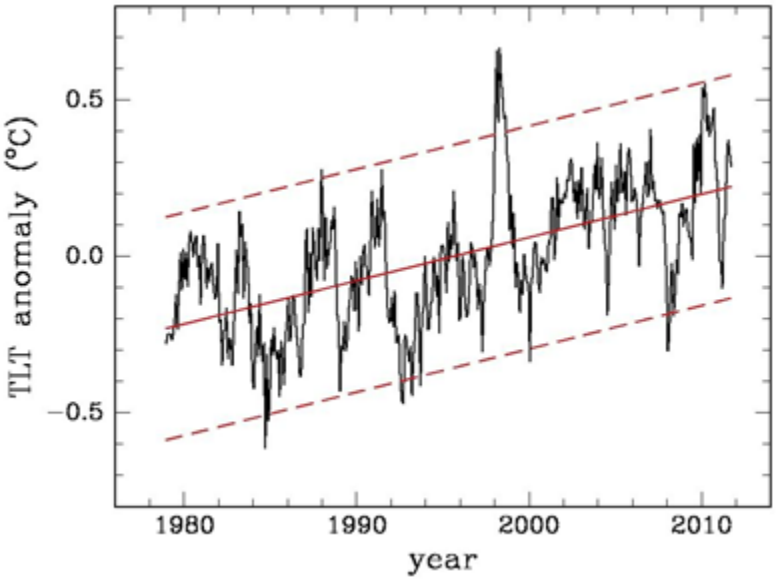

Andamento di temperatura e $CO_2$ negli ultimi 800 000 anni (da Luethi et al., 2008).




Temperature della Terra ricostruite a partire da fonti diverse . Da R. Rohde (http://www.globalwarmingart.com/)

# Cambiamento senza precedenti

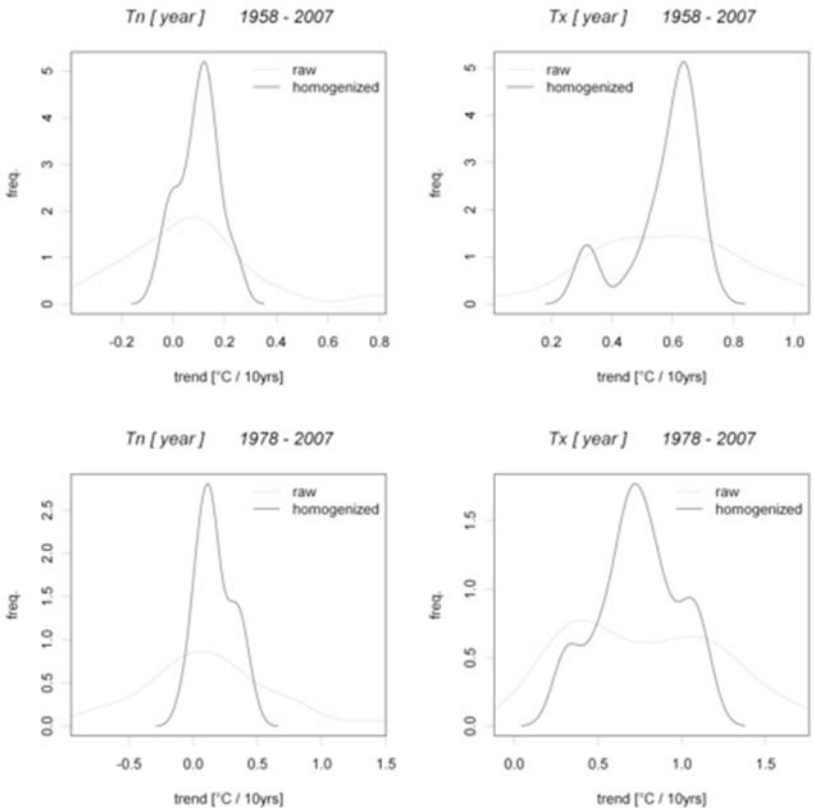
- **La temperature media globale:** è aumentata di circa 0,74 ° C negli ultimi 100 anni
- Il riscaldamento è stato **più rapido** nelle ultime decadi
- **L'Europa si è riscaldata di più della media globale,** con un aumento di circa 1°C dal 1900 che è avvenuto principalmente negli ultimi 50 anni




Serie di anomalie della temperatura della Terra con un intervallo di confidenza del 95% . Da R. Reitano (http://www.climalteranti.it/)

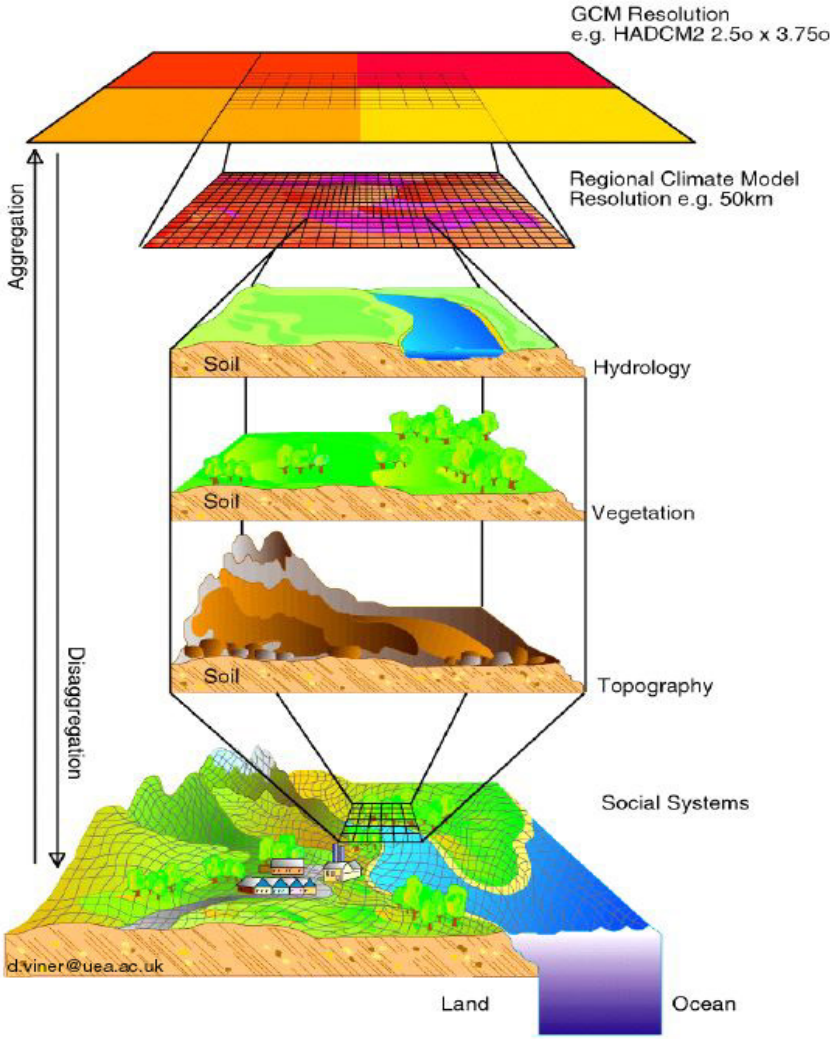
# Nelle Alpi (caso studio in Trentino )

- Dall'analisi dei dati negli ultimi 50 anni: forte aumento delle temperature, in particolare negli ultimi 30 anni
- Il cambiamento varia tra sito e sito




Trend delle temperature negli ultimi 50 anni calcolate su 43 serie climatiche in Trentino. Da Eccel et al., 2012.

# Downscaling

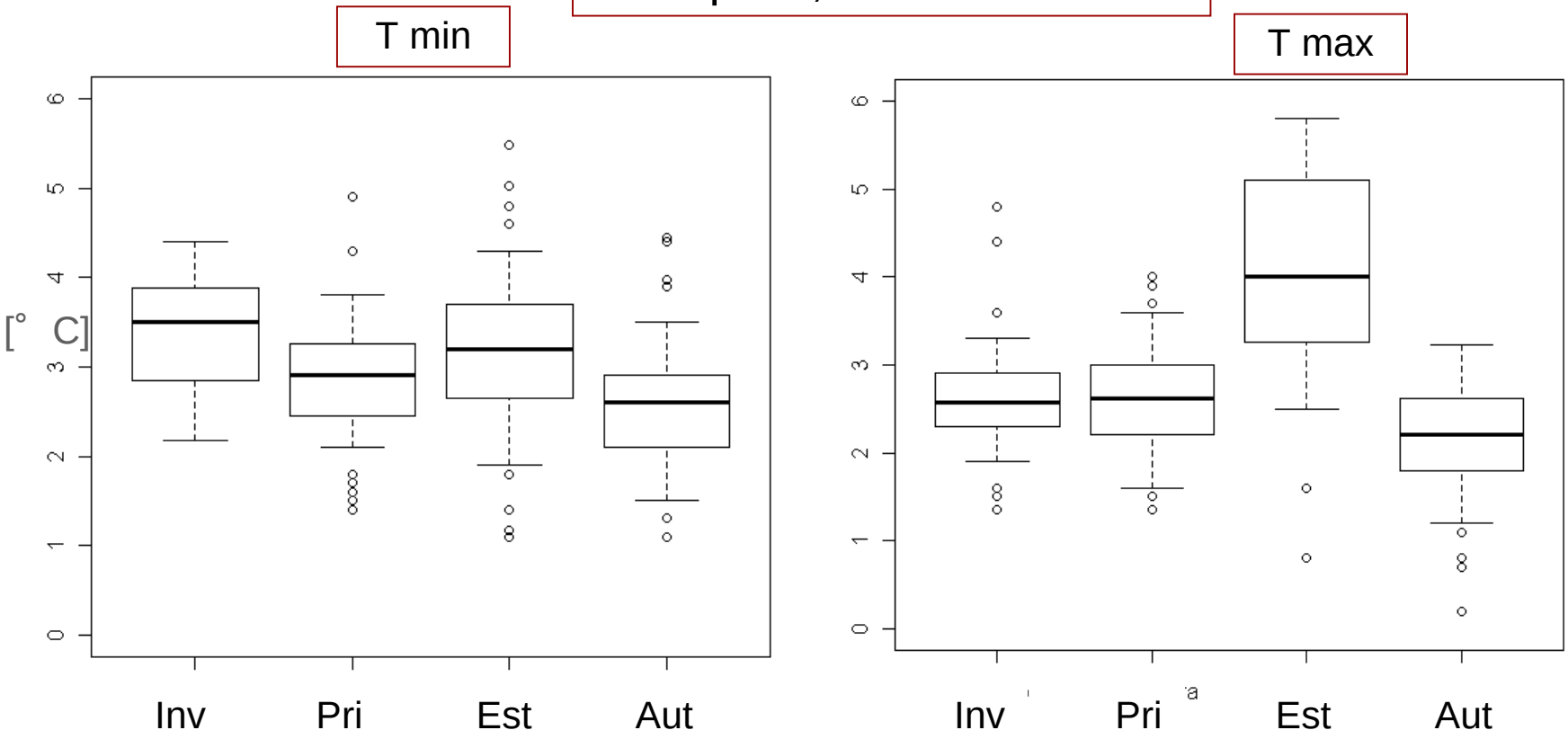



- I modelli climatici generano campi (temperatura alla superficie del mare, pressione, umidità, ecc.) a bassa risoluzione (qualche centinaia di Km!)
- Il DOWNSCALING è una procedura per ottenere questi campi a scale inferiori
- Il dowscaling statistico calibra i modelli climatici (predittori) con le serie climatiche (predittandi) misurati nel singolo sito (reti meteorologiche)
- Predittandi e predittori posso anche essere di natura diversa (es. Il migliore predittore della pioggia è la pressione al livello del mare)

# Esempio: simulazione in Trentino

- Aumento temperatura 2071-2099, rispetto alle medie 1961-1990

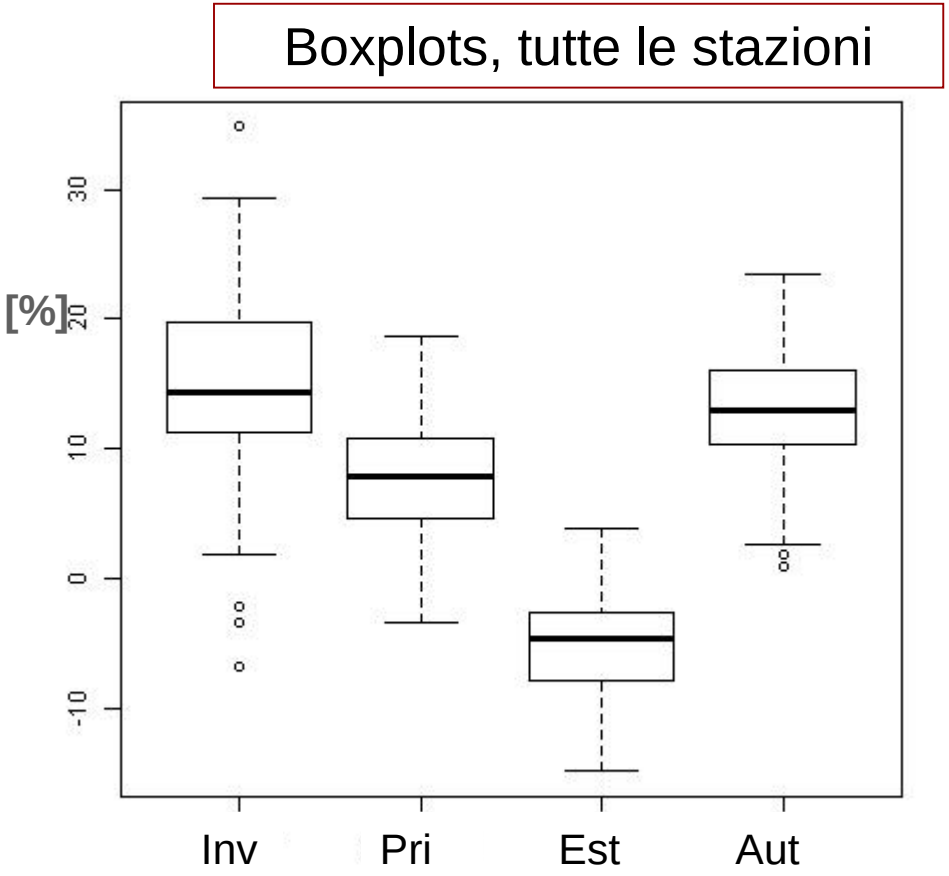
Boxplots, tutte le stazioni




*Eccel unpublished data: not for reproduction*

# Esempio: simulazione in Trentino

- Cambiamento precipitazioni (%) 2071-2099, rispetto alle medie 1961-1990




*Eccel unpublished data: not for reproduction*

# Cambiamento climatico: che cosa fare?

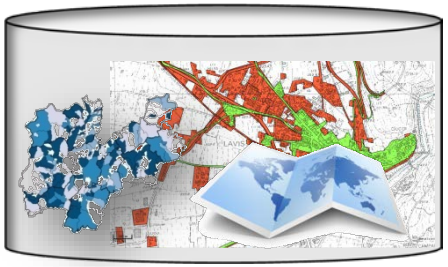
- Sviluppare **approcci metodologici** per effettuare proiezioni climatiche
- Capire il **livello di vulnerabilità** al cambiamento climatico dell’ambiente agrario della regione
- Valutare le **opzioni di adattamento** al cambiamento climatico che meglio si adattano alle condizioni socio-economiche della regione
- **Obiettivo finale:** preservare e migliorare la qualità della vita della popolazione, garantire una **redditività** all’agricoltura, proteggere l’ambiente e la biodiversità per le future generazioni

# Nuovo concetto di WebGIS

- Deve essere capace di trasferire su mappa, la **vulnerabilità ambientale** al **cambiamento climatico** a diverse scale di aggregazione **nel tempo e nello spazio**
- Deve essere capace di interfacciare **i modelli** (patogeni/parassiti) con i cataloghi di **risorse geografiche (dati climatici, territoriali)** e **dati sperimentali**
- Deve essere valido, sia per la ricerca, sia per fornire supporto al decisore e possedere ampia **riproducibilità e esprimersi in termini probabilistici**

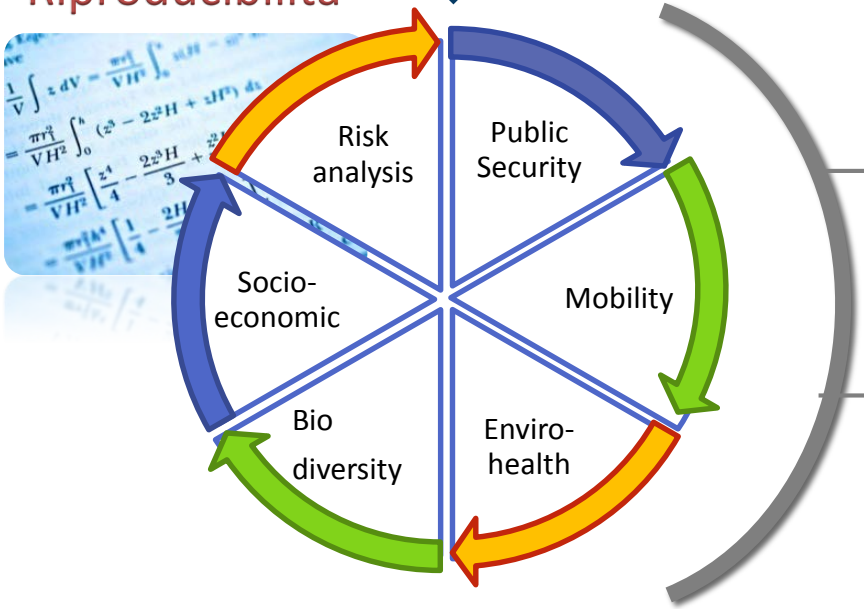
# La piattaforma

Armonizzazione Dati



**Database spazio temporali**

Riproducibilità

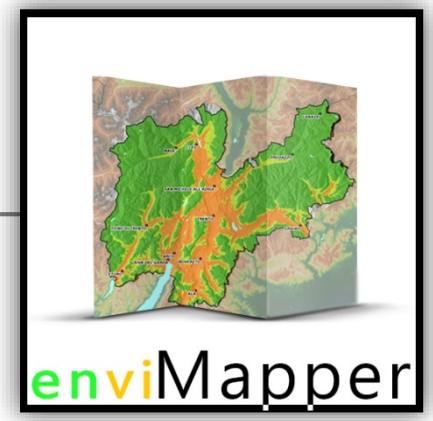



**Database dei modelli**

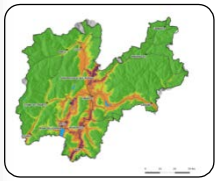
Web Processing Services for Scientific computing

Analisi

**Prendere decisioni**

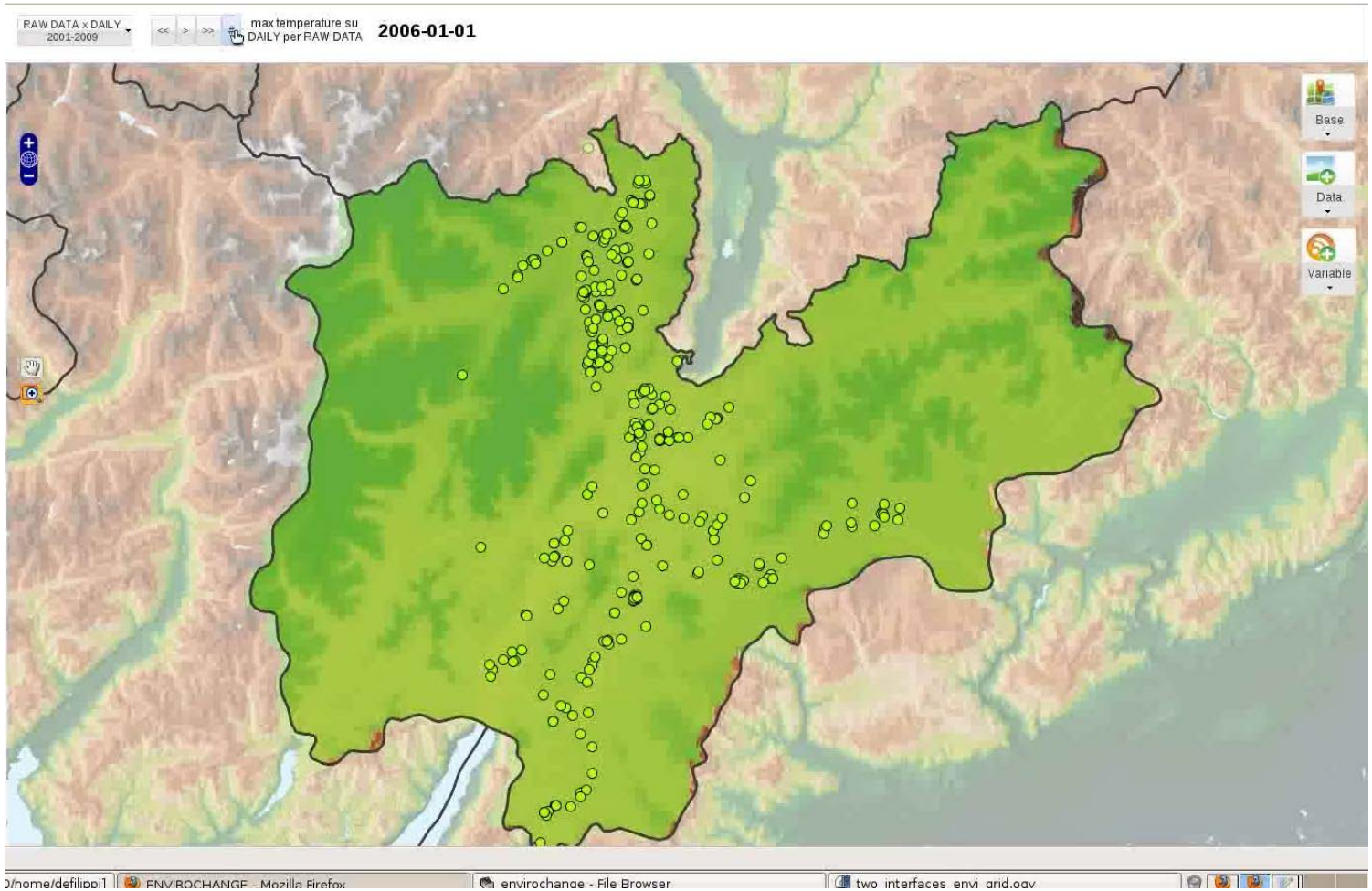


**Ricerca Applicata**

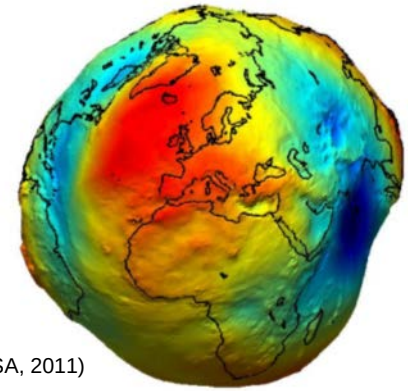


Risk of Mycotoxine *Aspergillus niger*

- Database dinamico di mappe meteo/climatiche

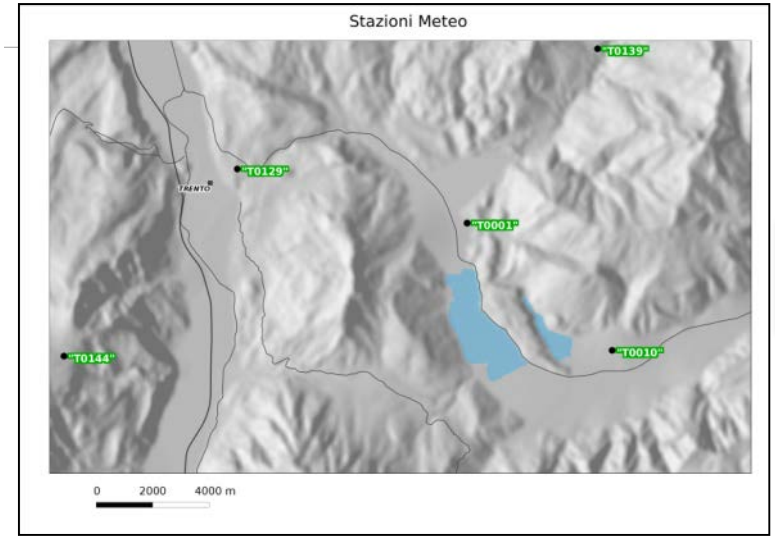


# Proiezioni 2021-2049, 2071-2099

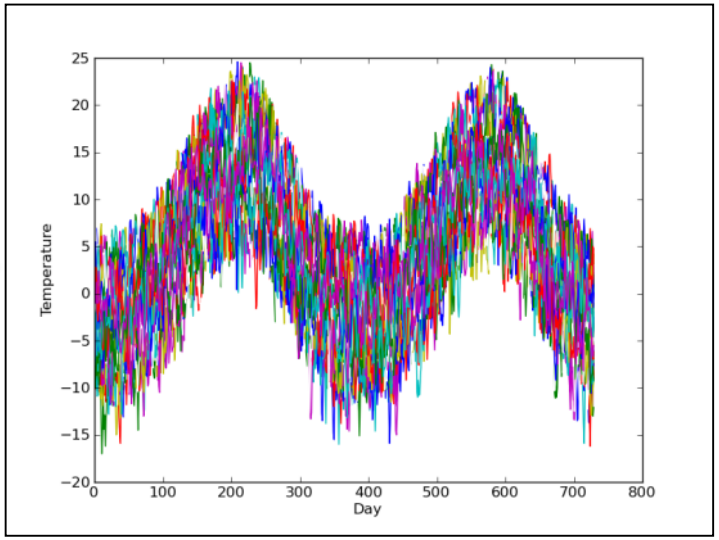


(ESA, 2011)

Downscaling statistico




Weather generator



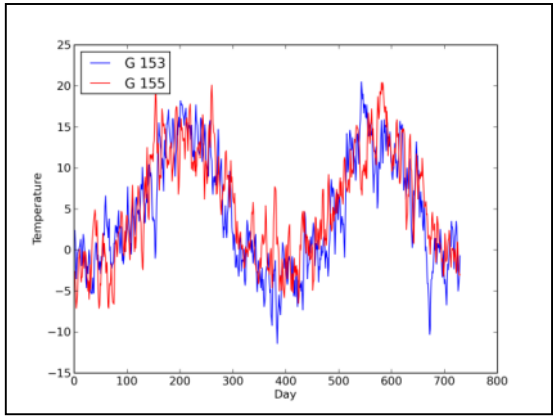

simulazioni/time series climatiche per il Trentino

enviMapper

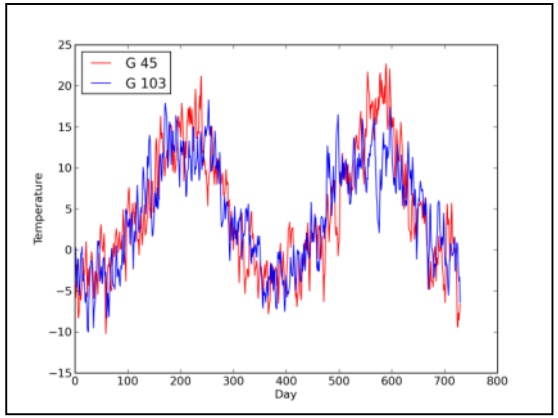
# Proiezioni 2021-2049, 2071-2099

calda

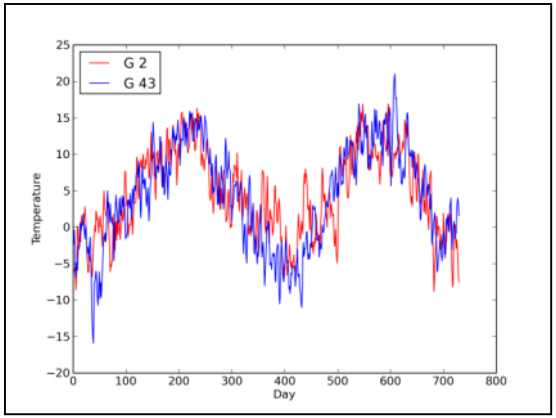
fredda




Annuale

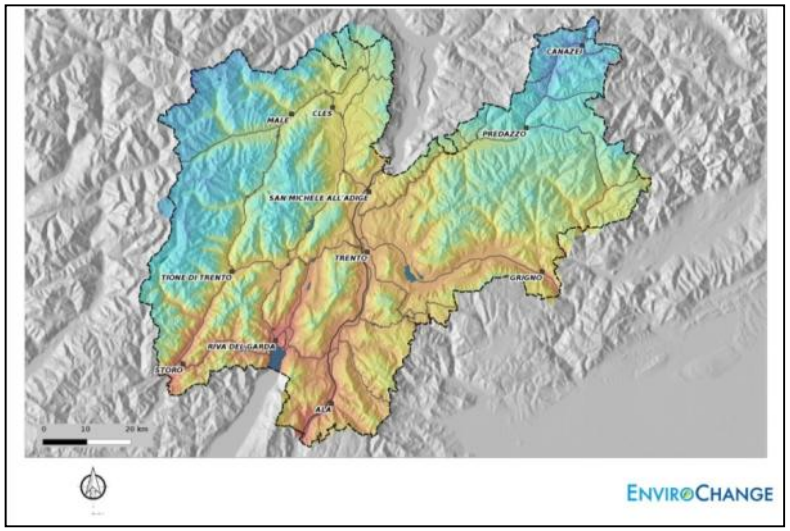



Estate




Inverno

- 700 mappe giornaliere
- Dati orari
- Calcolo di T min, T max, T media, P sum




enviMapper

# IMPATTO DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SU PATOGENI/PARASSITI

Effetto sulle interazioni multiple

# Alcune domande a cui rispondere:

Qual sarà la dinamica del **rischio di patogeni e parassiti**?

Quale sarà l'effetto del clima sulla **fenologia** della pianta?

Qual è l'influenza del clima sui trattamenti fitosanitari e come cambieranno **le dinamiche dei trattamenti**?

Aumenterà il **rischio di micotossine**?

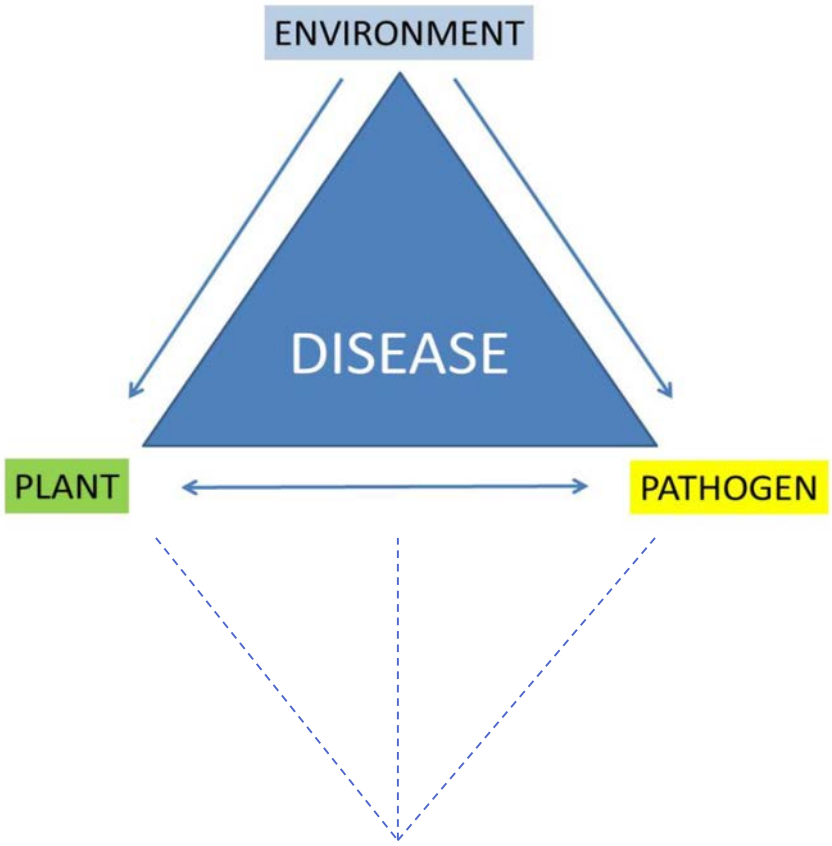
Come dovrà essere l'adattamento con stagioni molto variabili tra loro?

# EFFETTO DIRETTO

Non c’è un singolo attore sulla scena, ma bisogna tenere conto delle interazioni tra pianta e patogeni/parassiti

# Il triangolo della malattia (quadrilatero)

- **Malattia:** interazione tra ospite suscettibile, patogeno virulento e ambiente
- Numerosi aspetti della biologia di un **patogeno/parassita i**ncusa la fenologia della **pianta ospite** possono essere influenzati direttamente da fattosi ambientali
- Le popolazioni degli **agenti di controllo biologico** e **microrganismi** (saprofiti, benefici) che vivono sulla pianta e nell'ambite circostante
- **Strategie di adattamento**




**MICROORGANISMI, STRATEGIE UMANE DI ADATTAMENTO**

# Come il cambiamento climatico influirà sulla relazione tra la pianta e i suoi patogeni/parassiti?

- Modellizzare la **fenologia della pianta**
- Modellizzare la **biologia di patogeni/parassiti**
- **Integrare** i modelli e applicarli agli **scenari di cambiamento climatico**
- **Spazializzare i risultati** e calcolarne l’impatto

Modello PIANTA

Modello PARASSITA

Simulare le fasi vulnerabili (suscettibilità)

*

Simulare il rischio di presenza del parassita (rischio)

**RISCHIO EFFETTIVO**

# Modelli fenologici e di previsione

- Quantificare l'effetto dei drivers ambientali (temperatura, fotoperiodo, ecc.) sulla fenologia e sulla biologia di patogeni/parassiti
- Simulare il ciclo annuale della pianta e dei parassiti/patogeni (stagioni generate)
- Simulare il rischio combinato

**Hp sull'effetto dell'ambiente sulla fenologia/biologia** → **Formalizza-zione dell'Hp** → **Calibrazione dei modelli** → **Validazione dei modelli**

# Esempio: quale sarà l'effetto del clima sulla fenologia della vite?

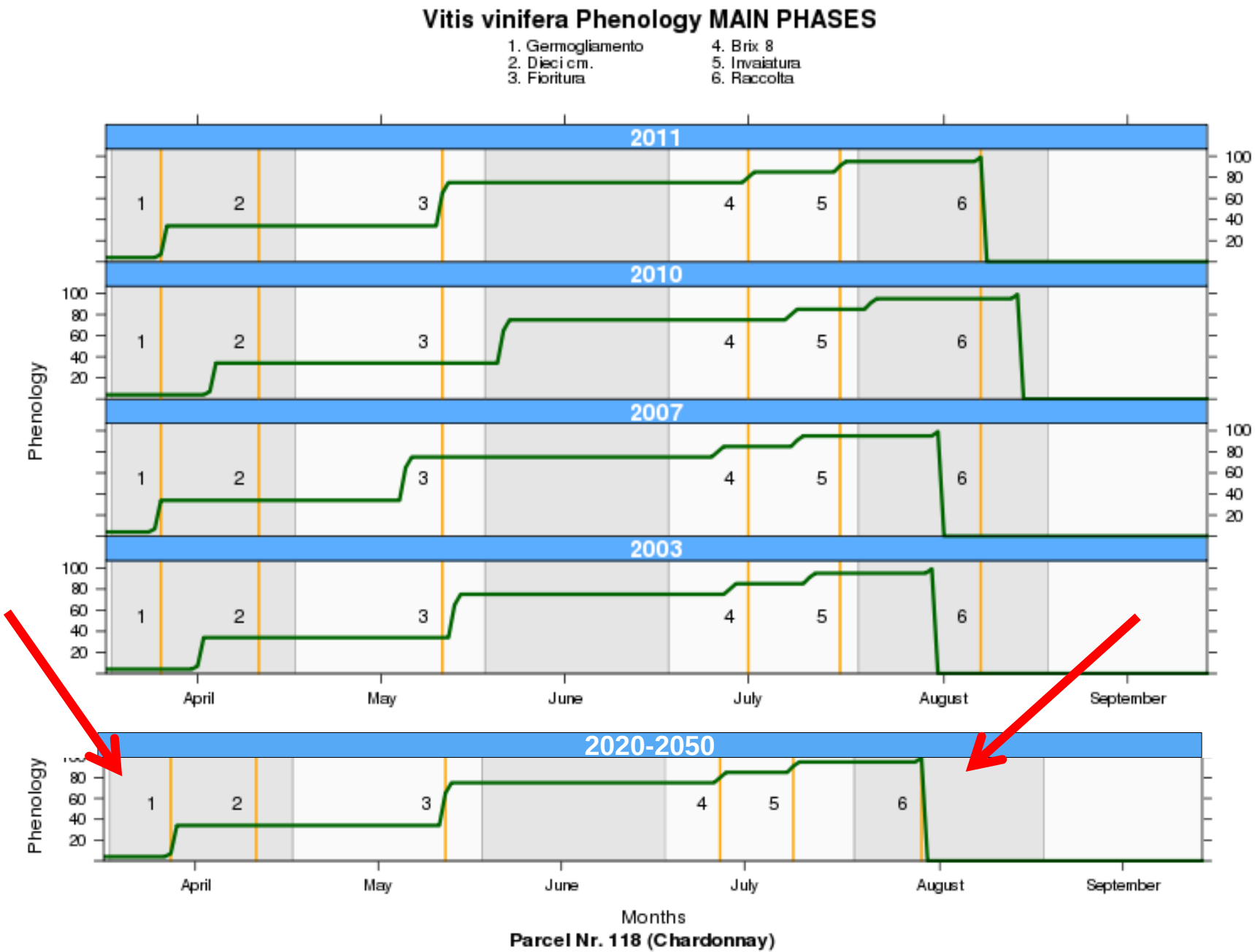
Modello FENOVITIS (Caffarra and Eccel, 2010).

- Definire le fasi di suscettibilità della pianta
- Pianificazione dell'attività di campo e di raccolta
- Scelta varietale

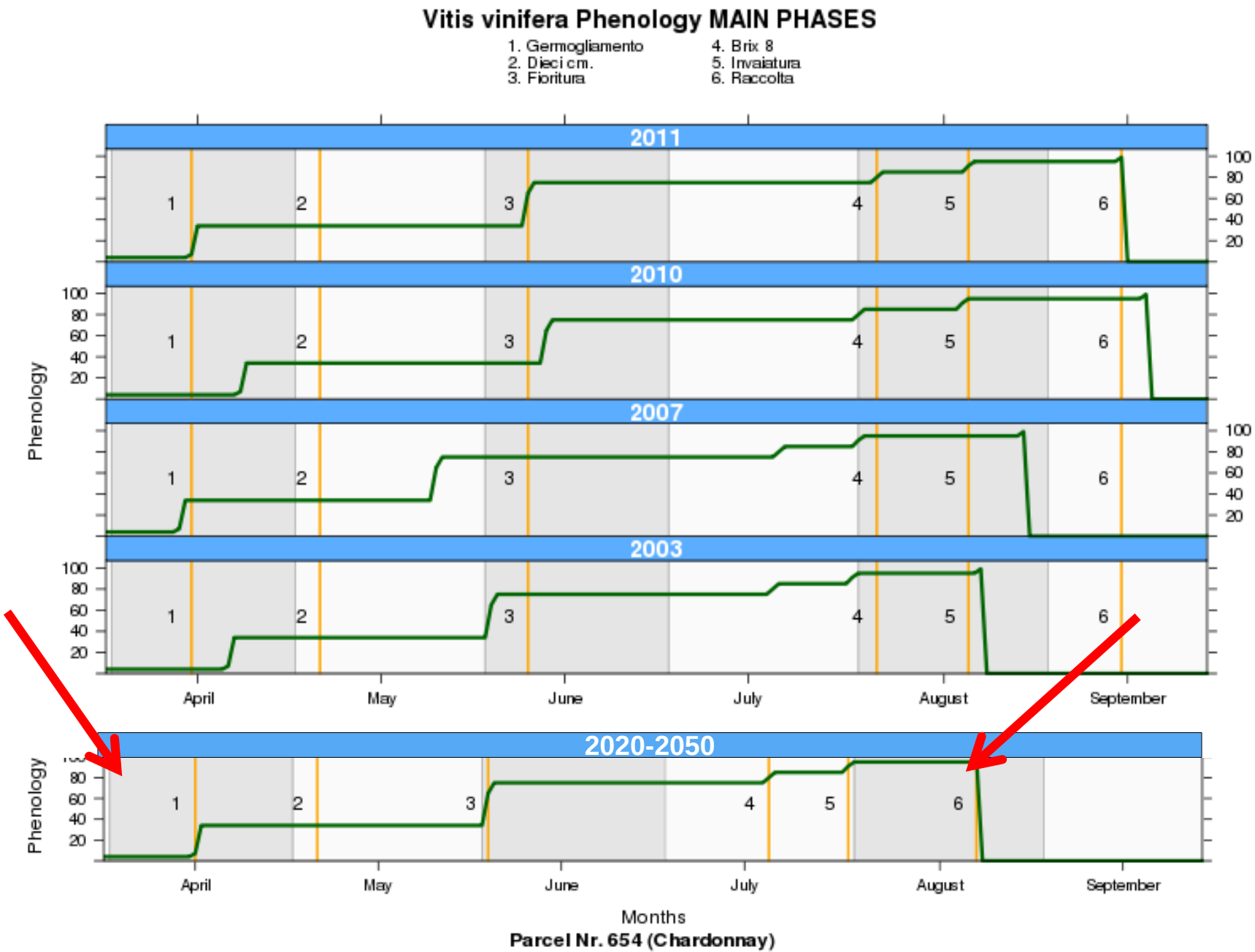
# ...vite: quali sono le fenofasi vulnerabili?

| Patogeno/ Parassita | Inizio suscettibilità | Fine suscettibilità |
|---|---|---|
| **Oidio** *(Erysiphe necator):* | germogliamento | 8 ° Brix |
| **Muffa grigia** *(Botrytis cinerea)* | (1) Fioritura (inizio) | Fioritura (fine) |
| | (2) Invaiatura | Raccolta |
| **peronospora** *(Plasmopara viticola)* | Germoglio 10 cm | Raccolta (acini 6 mm) |
| **Tignoletta** *(Lobesia botrana)* | Prima della fioritura | Raccolta |

# Fenologia dello Chardonnay in fondovalle



# Fenologia dello Chardonnay in collina



# Fenologia: confronto passato e proiezioni

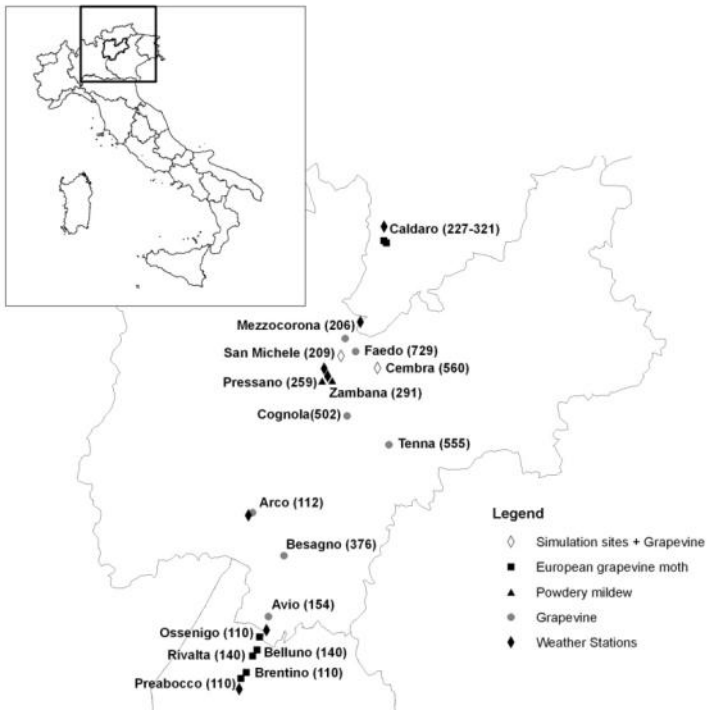
- Confronto stagioni
- Lunghezza della fase, rispetto alla media

# Esempio: impatto del cambiamento climatico sull'interazione vite e i sui patogeni e parassiti

Modelling the impact of climate change on the interaction between grapevine and its pests and pathogens: European grapevine moth and powdery mildew

Amelia Caffarra[a,*], Monica Rinaldi[a], Emanuele Eccel[a], Vittorio Rossi[b], Ilaria Pertot[a]

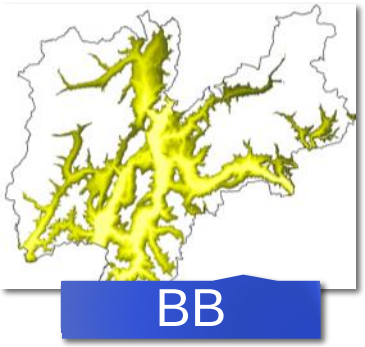
[a] IASMA Research and Innovation Centre, San Michele all'Adige, Trento, Italy
[b] Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza, Italy

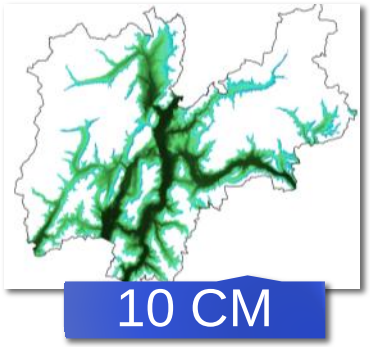


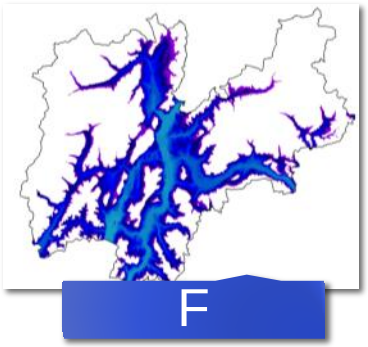

- Modelli testati con dati relativi alla valle dell'Adige
- Tignoletta della vite (*Lobesia botrana*)
- Oidio(*Erysiphe necator)*
- Previsioni: San Michele (bassa altitudine) and Cembra (alta altitudine)

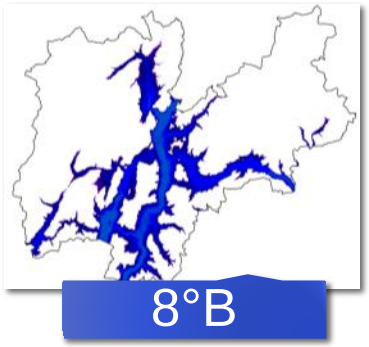
# Chardonnay

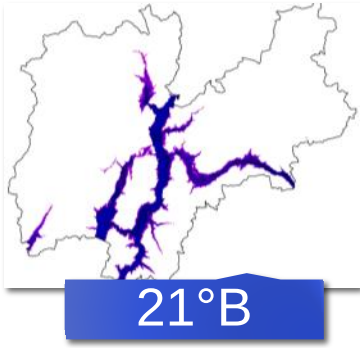
## 2000-2010

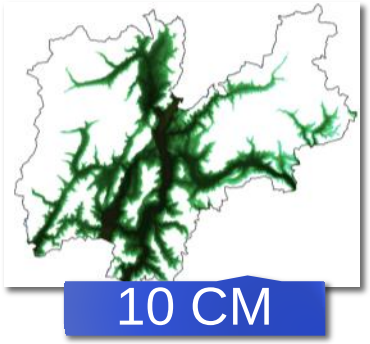


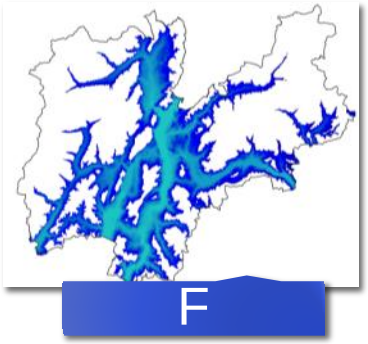



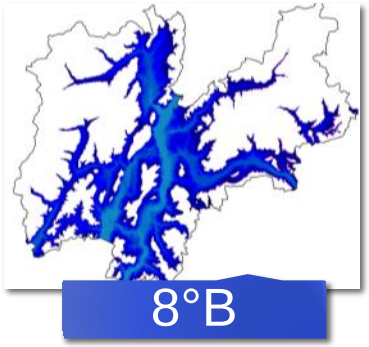



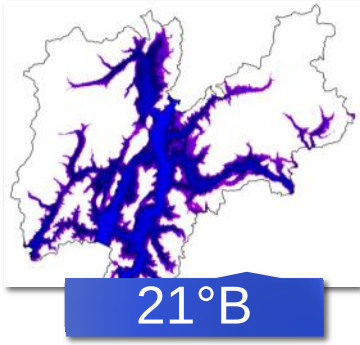






## 2070-2100

| Colore | Etichetta |
|---|---|
| | 14/04/2074 |
| | 15/04/2074 |
| | 16/04/2074 |
| | 17/04/2074 |
| | 18/04/2074 |
| | 19/04/2074 |
| | 20/04/2074 |
| | 21/04/2074 |
| | 22/04/2074 |
| | 23/04/2074 |
| | 24/04/2074 |
| | 25/04/2074 |
| | 26/04/2074 |
| | 27/04/2074 |
| | 28/04/2074 |
| | 29/04/2074 |
| | 30/04/2074 |
| | 01/05/2074 |
| | 02/05/2074 |
| | 03/05/2074 |
| | 04/05/2074 |
| | 05/05/2074 |
| | 06/05/2074 |
| | 07/05/2074 |
| | 08/05/2074 |

| Colore | Etichetta |
|---|---|
| | 02/05/2074 |
| | 03/05/2074 |
| | 04/05/2074 |
| | 05/05/2074 |
| | 06/05/2074 |
| | 07/05/2074 |
| | 08/05/2074 |
| | 09/05/2074 |
| | 10/05/2074 |
| | 11/05/2074 |
| | 12/05/2074 |
| | 13/05/2074 |
| | 14/05/2074 |
| | 15/05/2074 |
| | 16/05/2074 |
| | 17/05/2074 |
| | 18/05/2074 |
| | 19/05/2074 |
| | 20/05/2074 |
| | 21/05/2074 |
| | 22/05/2074 |
| | 23/05/2074 |
| | 24/05/2074 |
| | 25/05/2074 |
| | 26/05/2074 |

| Colore | Etichetta |
|---|---|
| | 26/05/2074 |
| | 27/05/2074 |
| | 28/05/2074 |
| | 29/05/2074 |
| | 30/05/2074 |
| | 31/05/2074 |
| | 01/06/2074 |
| | 02/06/2074 |
| | 03/06/2074 |
| | 04/06/2074 |
| | 05/06/2074 |
| | 06/06/2074 |
| | 07/06/2074 |
| | 08/06/2074 |
| | 09/06/2074 |
| | 10/06/2074 |
| | 11/06/2074 |
| | 12/06/2074 |
| | 13/06/2074 |
| | 14/06/2074 |
| | 15/06/2074 |
| | 16/06/2074 |
| | 17/06/2074 |
| | 18/06/2074 |
| | 19/06/2074 |

| Colore | Etichetta |
|---|---|
| | 19/06/2074 |
| | 20/06/2074 |
| | 21/06/2074 |
| | 22/06/2074 |
| | 23/06/2074 |
| | 24/06/2074 |
| | 25/06/2074 |
| | 26/06/2074 |
| | 27/06/2074 |
| | 28/06/2074 |
| | 29/06/2074 |
| | 30/06/2074 |
| | 01/07/2074 |
| | 02/07/2074 |
| | 03/07/2074 |
| | 04/07/2074 |
| | 05/07/2074 |
| | 06/07/2074 |
| | 07/07/2074 |
| | 08/07/2074 |
| | 09/07/2074 |
| | 10/07/2074 |
| | 11/07/2074 |
| | 12/07/2074 |
| | 13/07/2074 |

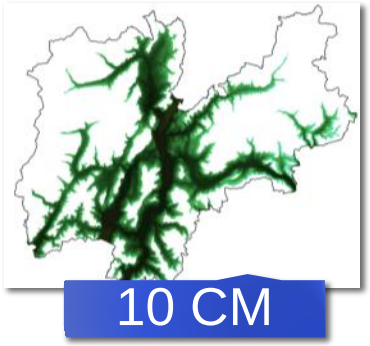
| Colore | Etichetta |
|---|---|
| | 13/07/2074 |
| | 14/07/2074 |
| | 15/07/2074 |
| | 16/07/2074 |
| | 17/07/2074 |
| | 18/07/2074 |
| | 19/07/2074 |
| | 20/07/2074 |
| | 21/07/2074 |
| | 22/07/2074 |
| | 23/07/2074 |
| | 24/07/2074 |
| | 25/07/2074 |
| | 26/07/2074 |
| | 27/07/2074 |
| | 28/07/2074 |
| | 29/07/2074 |
| | 30/07/2074 |
| | 31/07/2074 |
| | 01/08/2074 |
| | 02/08/2074 |
| | 03/08/2074 |
| | 04/08/2074 |
| | 05/08/2074 |
| | 06/08/2074 |

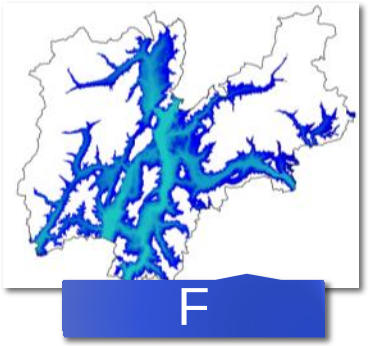
| Colore | Etichetta |
|---|---|
| | 06/08/2074 |
| | 07/08/2074 |
| | 08/08/2074 |
| | 09/08/2074 |
| | 10/08/2074 |
| | 11/08/2074 |
| | 12/08/2074 |
| | 13/08/2074 |
| | 14/08/2074 |
| | 15/08/2074 |
| | 16/08/2074 |
| | 17/08/2074 |
| | 18/08/2074 |
| | 19/08/2074 |
| | 20/08/2074 |
| | 21/08/2074 |
| | 22/08/2074 |
| | 23/08/2074 |
| | 24/08/2074 |
| | 25/08/2074 |
| | 26/08/2074 |
| | 27/08/2074 |
| | 28/08/2074 |
| | 29/08/2074 |
| | 30/08/2074 |

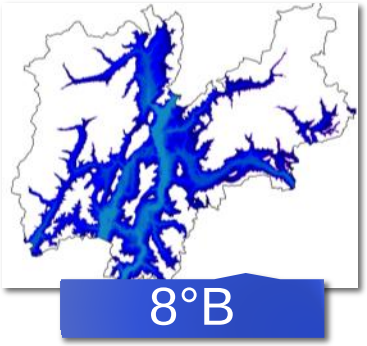
| Colore | Etichetta |
|---|---|
| | 30/08/2074 |
| | 31/08/2074 |
| | 01/09/2074 |
| | 02/09/2074 |
| | 03/09/2074 |
| | 04/09/2074 |
| | 05/09/2074 |
| | 06/09/2074 |
| | 07/09/2074 |
| | 08/09/2074 |
| | 09/09/2074 |
| | 10/09/2074 |
| | 11/09/2074 |
| | 12/09/2074 |
| | 13/09/2074 |
| | 14/09/2074 |
| | 15/09/2074 |
| | 16/09/2074 |
| | 17/09/2074 |
| | 18/09/2074 |
| | 19/09/2074 |
| | 20/09/2074 |
| | 21/09/2074 |
| | 22/09/2074 |
| | 23/09/2074 |

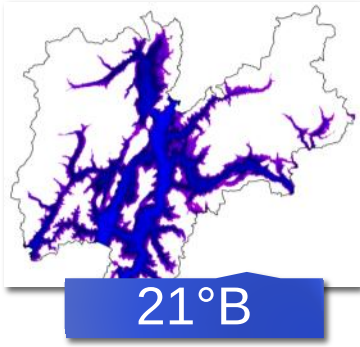
# Fenofasi suscettibili 2070-2100

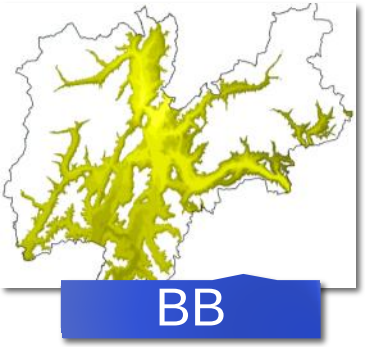
## Chardonnay

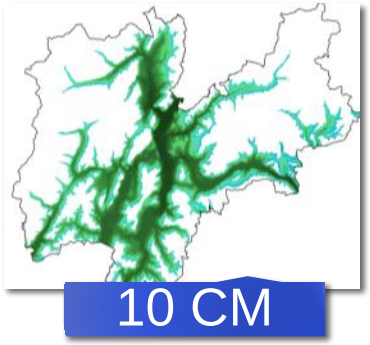


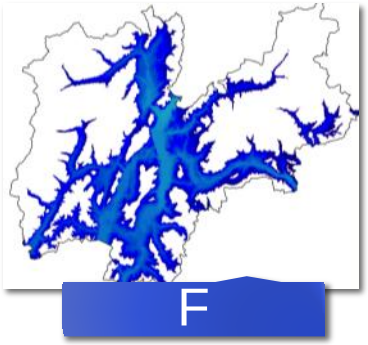



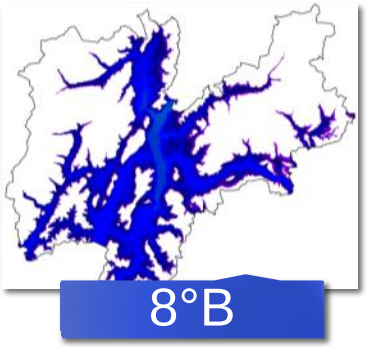



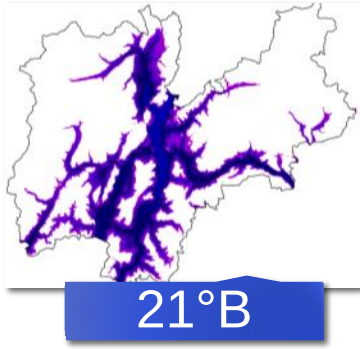




## Merlot

| Colore | Etichetta |
|---|---|
| | 14/04/2074 |
| | 15/04/2074 |
| | 16/04/2074 |
| | 17/04/2074 |
| | 18/04/2074 |
| | 19/04/2074 |
| | 20/04/2074 |
| | 21/04/2074 |
| | 22/04/2074 |
| | 23/04/2074 |
| | 24/04/2074 |
| | 25/04/2074 |
| | 26/04/2074 |
| | 27/04/2074 |
| | 28/04/2074 |
| | 29/04/2074 |
| | 30/04/2074 |
| | 01/05/2074 |
| | 02/05/2074 |
| | 03/05/2074 |
| | 04/05/2074 |
| | 05/05/2074 |
| | 06/05/2074 |
| | 07/05/2074 |
| | 08/05/2074 |

| Colore | Etichetta |
|---|---|
| | 02/05/2074 |
| | 03/05/2074 |
| | 04/05/2074 |
| | 05/05/2074 |
| | 06/05/2074 |
| | 07/05/2074 |
| | 08/05/2074 |
| | 09/05/2074 |
| | 10/05/2074 |
| | 11/05/2074 |
| | 12/05/2074 |
| | 13/05/2074 |
| | 14/05/2074 |
| | 15/05/2074 |
| | 16/05/2074 |
| | 17/05/2074 |
| | 18/05/2074 |
| | 19/05/2074 |
| | 20/05/2074 |
| | 21/05/2074 |
| | 22/05/2074 |
| | 23/05/2074 |
| | 24/05/2074 |
| | 25/05/2074 |
| | 26/05/2074 |

| Colore | Etichetta |
|---|---|
| | 26/05/2074 |
| | 27/05/2074 |
| | 28/05/2074 |
| | 29/05/2074 |
| | 30/05/2074 |
| | 31/05/2074 |
| | 01/06/2074 |
| | 02/06/2074 |
| | 03/06/2074 |
| | 04/06/2074 |
| | 05/06/2074 |
| | 06/06/2074 |
| | 07/06/2074 |
| | 08/06/2074 |
| | 09/06/2074 |
| | 10/06/2074 |
| | 11/06/2074 |
| | 12/06/2074 |
| | 13/06/2074 |
| | 14/06/2074 |
| | 15/06/2074 |
| | 16/06/2074 |
| | 17/06/2074 |
| | 18/06/2074 |
| | 19/06/2074 |

| Colore | Etichetta |
|---|---|
| | 19/06/2074 |
| | 20/06/2074 |
| | 21/06/2074 |
| | 22/06/2074 |
| | 23/06/2074 |
| | 24/06/2074 |
| | 25/06/2074 |
| | 26/06/2074 |
| | 27/06/2074 |
| | 28/06/2074 |
| | 29/06/2074 |
| | 30/06/2074 |
| | 01/07/2074 |
| | 02/07/2074 |
| | 03/07/2074 |
| | 04/07/2074 |
| | 05/07/2074 |
| | 06/07/2074 |
| | 07/07/2074 |
| | 08/07/2074 |
| | 09/07/2074 |
| | 10/07/2074 |
| | 11/07/2074 |
| | 12/07/2074 |
| | 13/07/2074 |

| Colore | Etichetta |
|---|---|
| | 13/07/2074 |
| | 14/07/2074 |
| | 15/07/2074 |
| | 16/07/2074 |
| | 17/07/2074 |
| | 18/07/2074 |
| | 19/07/2074 |
| | 20/07/2074 |
| | 21/07/2074 |
| | 22/07/2074 |
| | 23/07/2074 |
| | 24/07/2074 |
| | 25/07/2074 |
| | 26/07/2074 |
| | 27/07/2074 |
| | 28/07/2074 |
| | 29/07/2074 |
| | 30/07/2074 |
| | 31/07/2074 |
| | 01/08/2074 |
| | 02/08/2074 |
| | 03/08/2074 |
| | 04/08/2074 |
| | 05/08/2074 |
| | 06/08/2074 |

| Colore | Etichetta |
|---|---|
| | 06/08/2074 |
| | 07/08/2074 |
| | 08/08/2074 |
| | 09/08/2074 |
| | 10/08/2074 |
| | 11/08/2074 |
| | 12/08/2074 |
| | 13/08/2074 |
| | 14/08/2074 |
| | 15/08/2074 |
| | 16/08/2074 |
| | 17/08/2074 |
| | 18/08/2074 |
| | 19/08/2074 |
| | 20/08/2074 |
| | 21/08/2074 |
| | 22/08/2074 |
| | 23/08/2074 |
| | 24/08/2074 |
| | 25/08/2074 |
| | 26/08/2074 |
| | 27/08/2074 |
| | 28/08/2074 |
| | 29/08/2074 |
| | 30/08/2074 |

| Colore | Etichetta |
|---|---|
| | 30/08/2074 |
| | 31/08/2074 |
| | 01/09/2074 |
| | 02/09/2074 |
| | 03/09/2074 |
| | 04/09/2074 |
| | 05/09/2074 |
| | 06/09/2074 |
| | 07/09/2074 |
| | 08/09/2074 |
| | 09/09/2074 |
| | 10/09/2074 |
| | 11/09/2074 |
| | 12/09/2074 |
| | 13/09/2074 |
| | 14/09/2074 |
| | 15/09/2074 |
| | 16/09/2074 |
| | 17/09/2074 |
| | 18/09/2074 |
| | 19/09/2074 |
| | 20/09/2074 |
| | 21/09/2074 |
| | 22/09/2074 |
| | 23/09/2074 |

# Il cambiamento climatico aumenterà il rischio di danni da tignoletta?

- Le larve di *Lobesia botrana* si nutrono su fiori e acini (limitatamente di parti verdi)
- Più di una generazione a seconda delle condizioni climatiche
- 3 generazioni nel nord Italia; da 2-3 a 4 nel Mediterraneo

# *Lobesia botrana* modello ed interazione con la pianta

- Modello usato: ARPA Sardegna basato su temperature massime e minime giornaliere (gradi giorno); due subunità di simulazione:
  - Comparsa degli adulti
  - Volo degli adulti

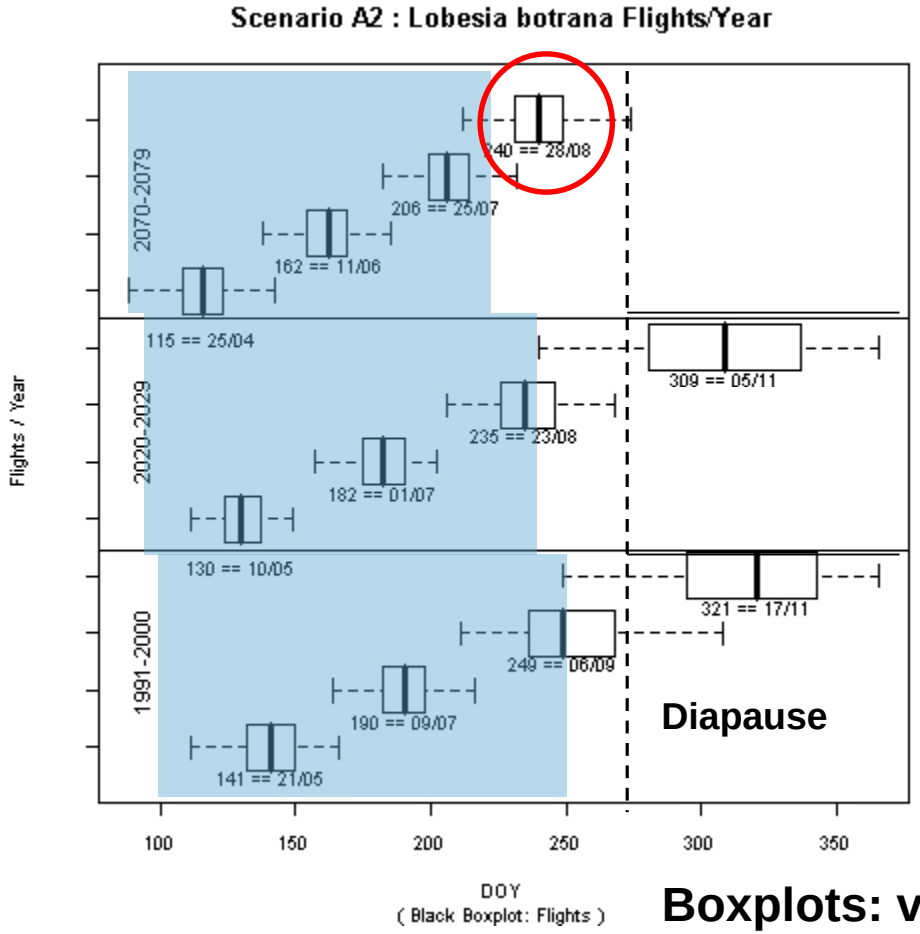
$$v(T) = a(e^{b(T - T\inf)} - e^{b(T\sup - T\inf) - c(T\sup - T)})$$

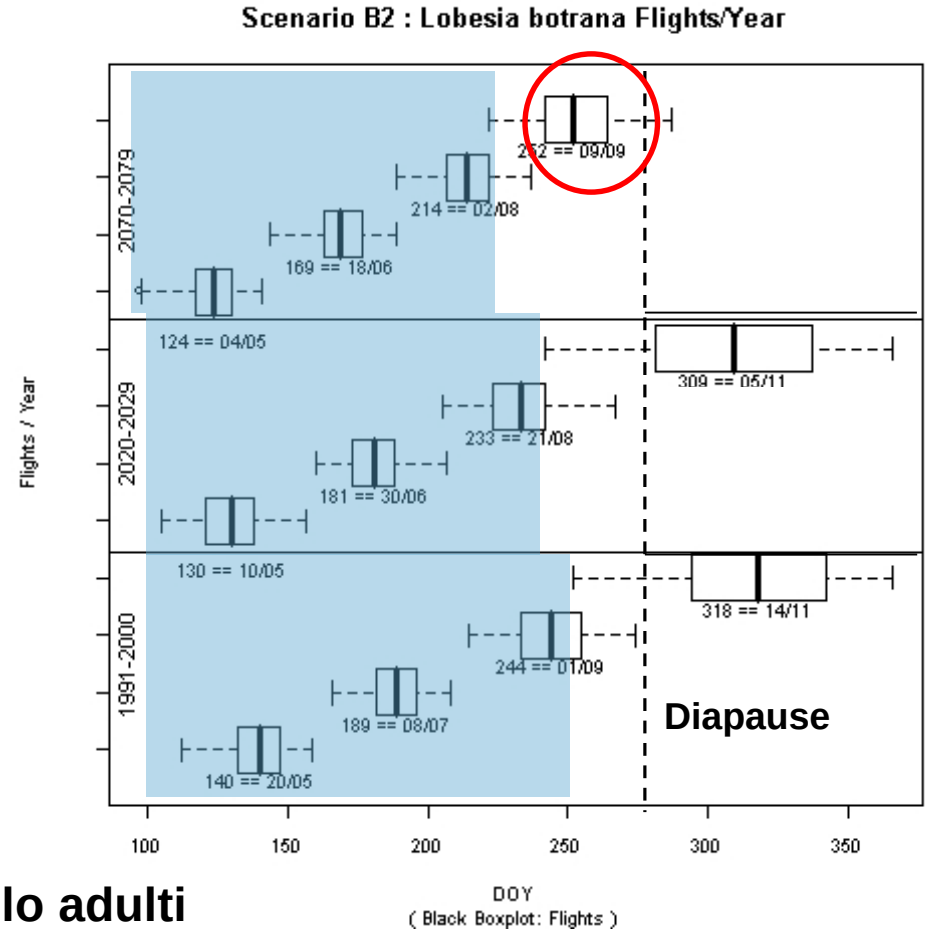
$a$=0.29737; $b$=0.18337; $c$=0.18798; $Tinf$=10° C; $Tsup$=35° C

- La prima generazione non è dannosa, **l'insetto è dannoso fino alla raccolta**
- Il cambiamento climatico permetterà una **quarta generazione** negli ambienti dove ora non compare, sarà **prima o dopo la racc**olta?
- Combinazione tra il modello dell'insetto e modello fenologico

# Una generazione in più, ma dopo la raccolta!

San Michele all'Adige

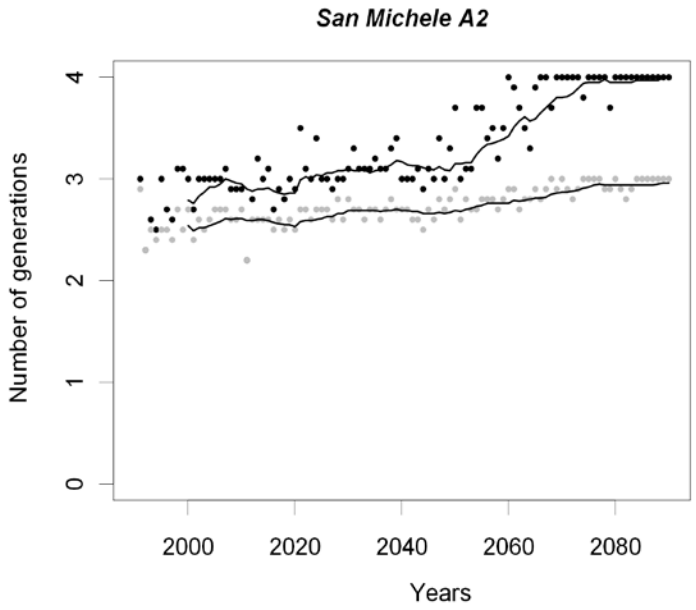


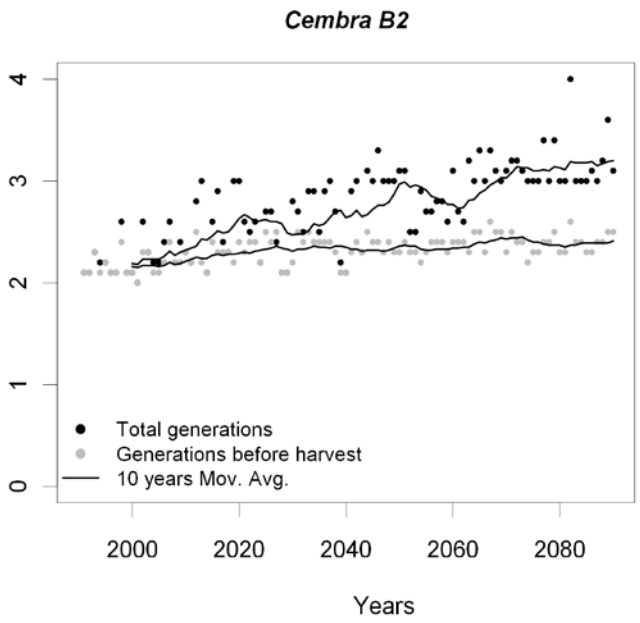




**Boxplots: volo adulti**

**Azzurro: germogliamento-raccolta**

# Proiezioni – bassa/alta altitudine




| | | 1991-2000 | | 2071-2080 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Totale** | **Pre -raccolta** | **Totale** | **Pre -raccolta** |
| **San Michele** | **A2** | **2.79** | 2.54 | **3.95** | **2.94** |
| | **B2** | 2.69 | 2.68 | 3.63 | 2.88 |
| **Cembra** | **A2** | **2.33** | 2.26 | **3.66** | **2.44** |
| | **B2** | 2.19 | 2.16 | 3.13 | 2.37 |

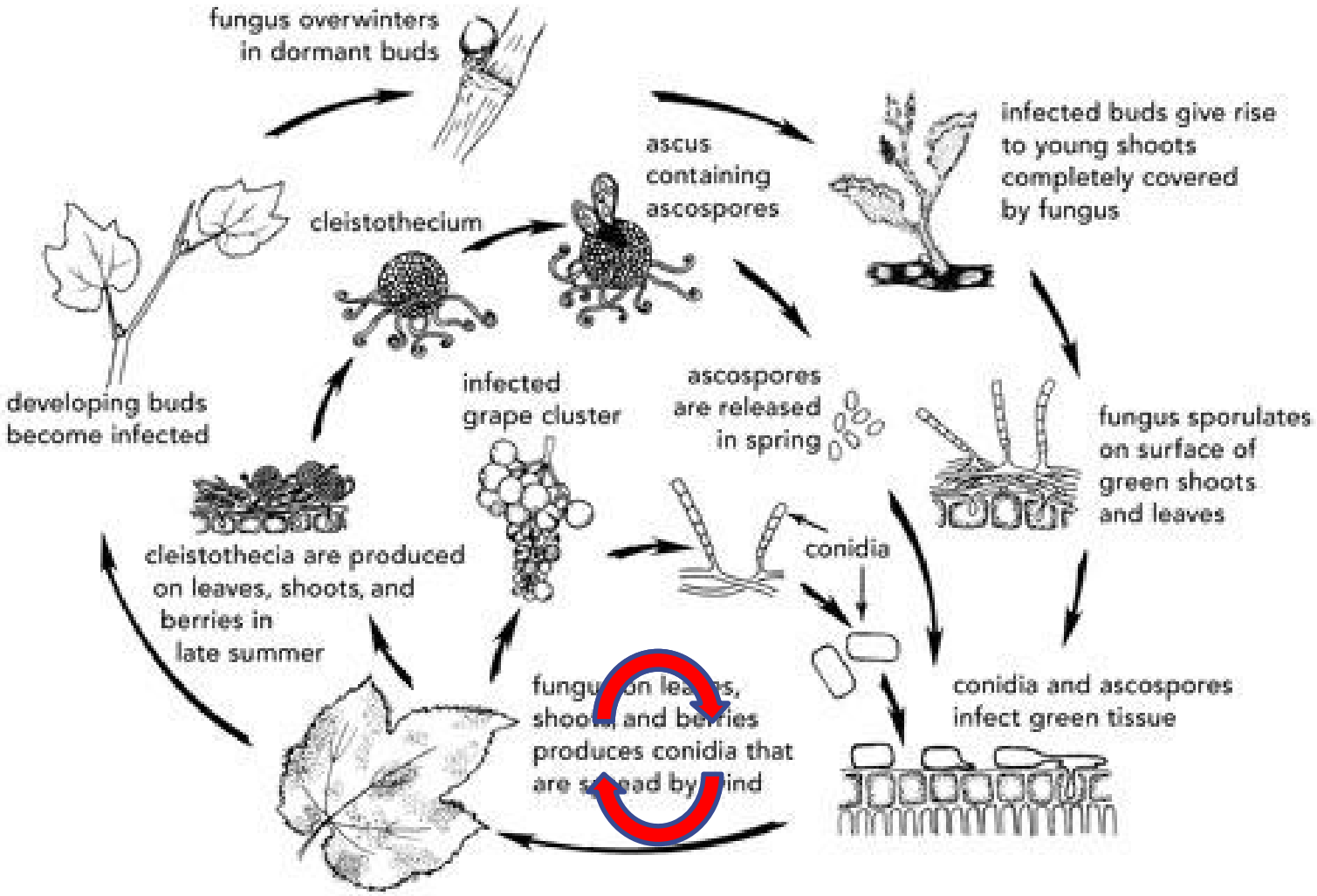
# Conclusioni (*Lobesia botrana*)

- **L'aumento della pressione dell'insetto** dovuto all'aumento del numero delle generazioni **potrebbe non essere così grave** come potrebbe essere atteso se non venisse combinato con il modello fenologico (fasi suscettibili)
- San Michele: aumento **dell'asincronia tra la fase sensibile** della pianta e le generazioni dell'insetto
- Impatto dell'infestazione sulle varietà precoci e tardive potrebbe essere diverso

# Il cambiamento climatico aumenterà il rischio di oidio?

Modello: Caffarra A et al, *Modelling the impact of climate change on the interaction between grapevine and its pests and pathogens: European grapevine moth and powdery mildew*. 2011

# Nel corso dell'estate oidio completa diversi cicli – più cicli completa, più il rischio è alto



# Oidio: *latency* model

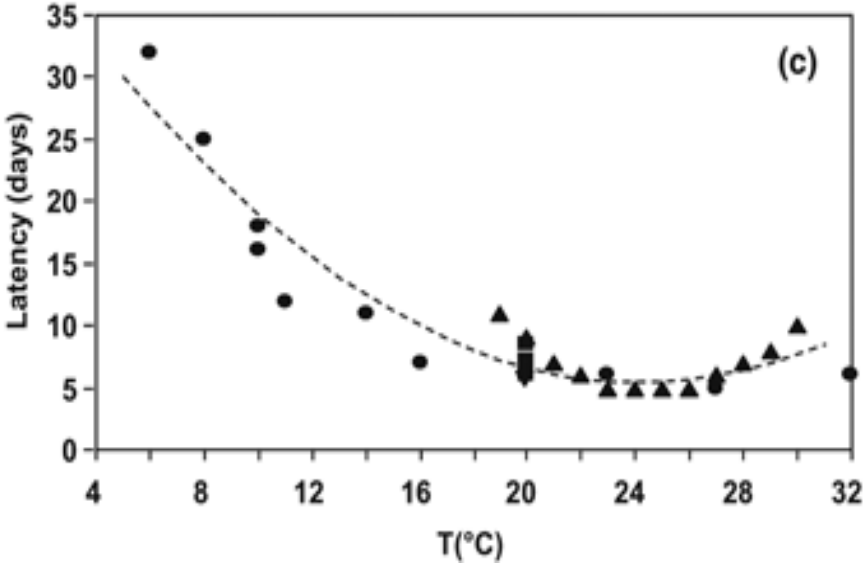
- La durata di ciascun ciclo dipende dalla temperatura dell'aria
- Temperatura ottimale: 22-27° C.
- I cicli vengono simulati tra BBCH08 and 8° Brix

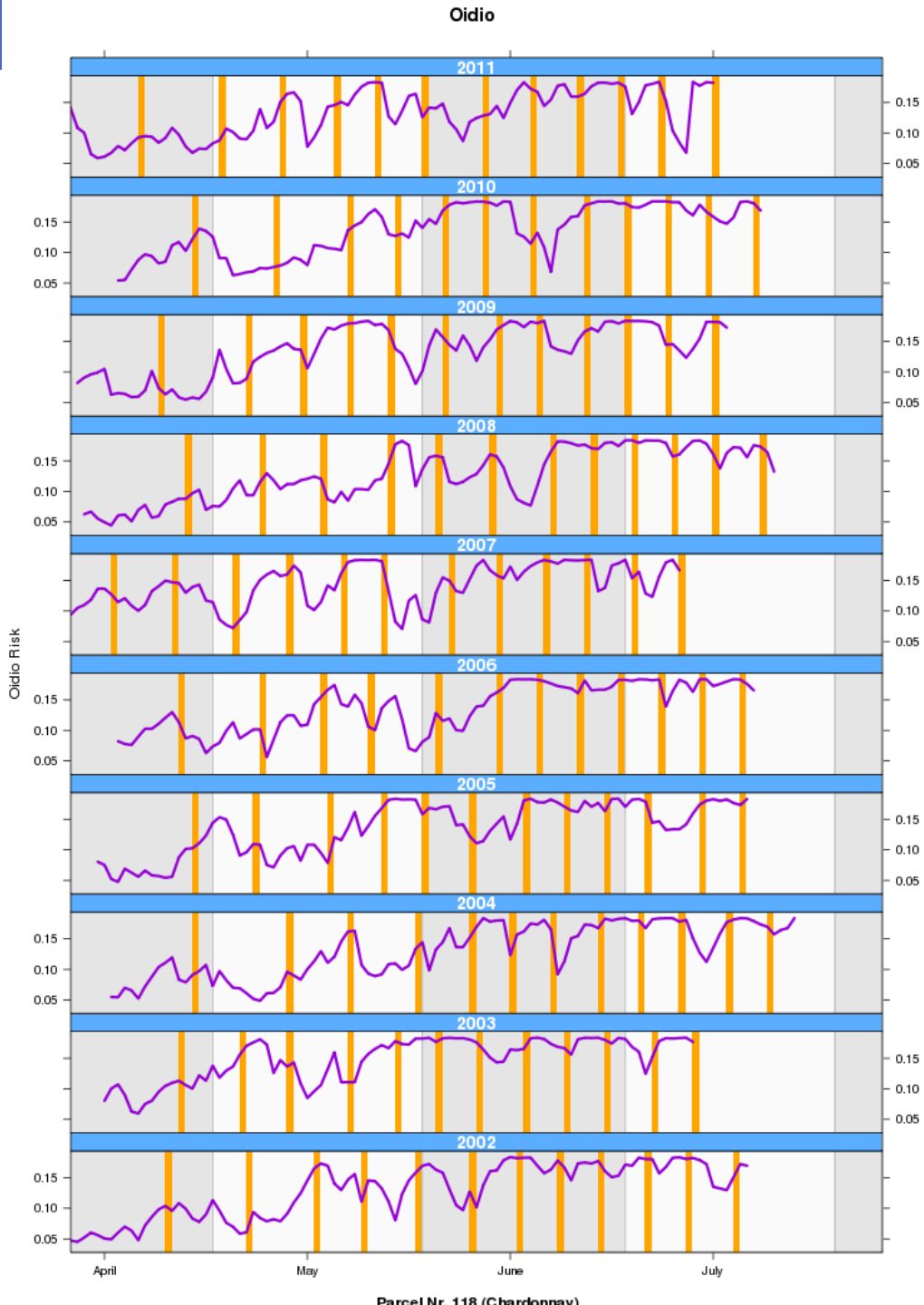
$LATi = \gamma + \psi Ti - \tau Ti2$

$LATP = \sum i\ 1/LATi$

Sporulazione a $LATP = 1$

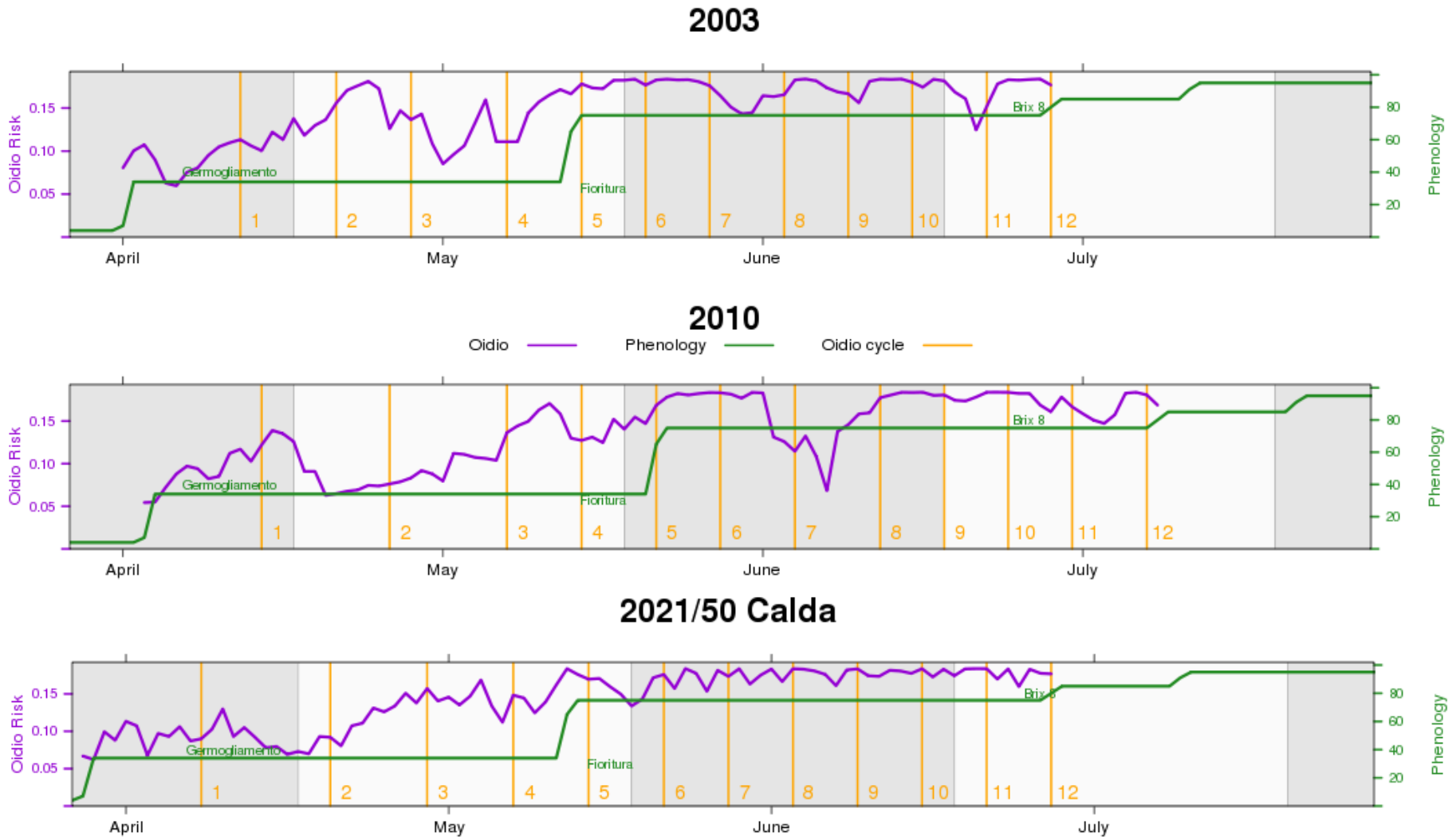
γ= 44.7;
ψ= 0.067;
τ= 3.244;
T= temperatura media giornaliera (° C);
i =giorno dell'anno.





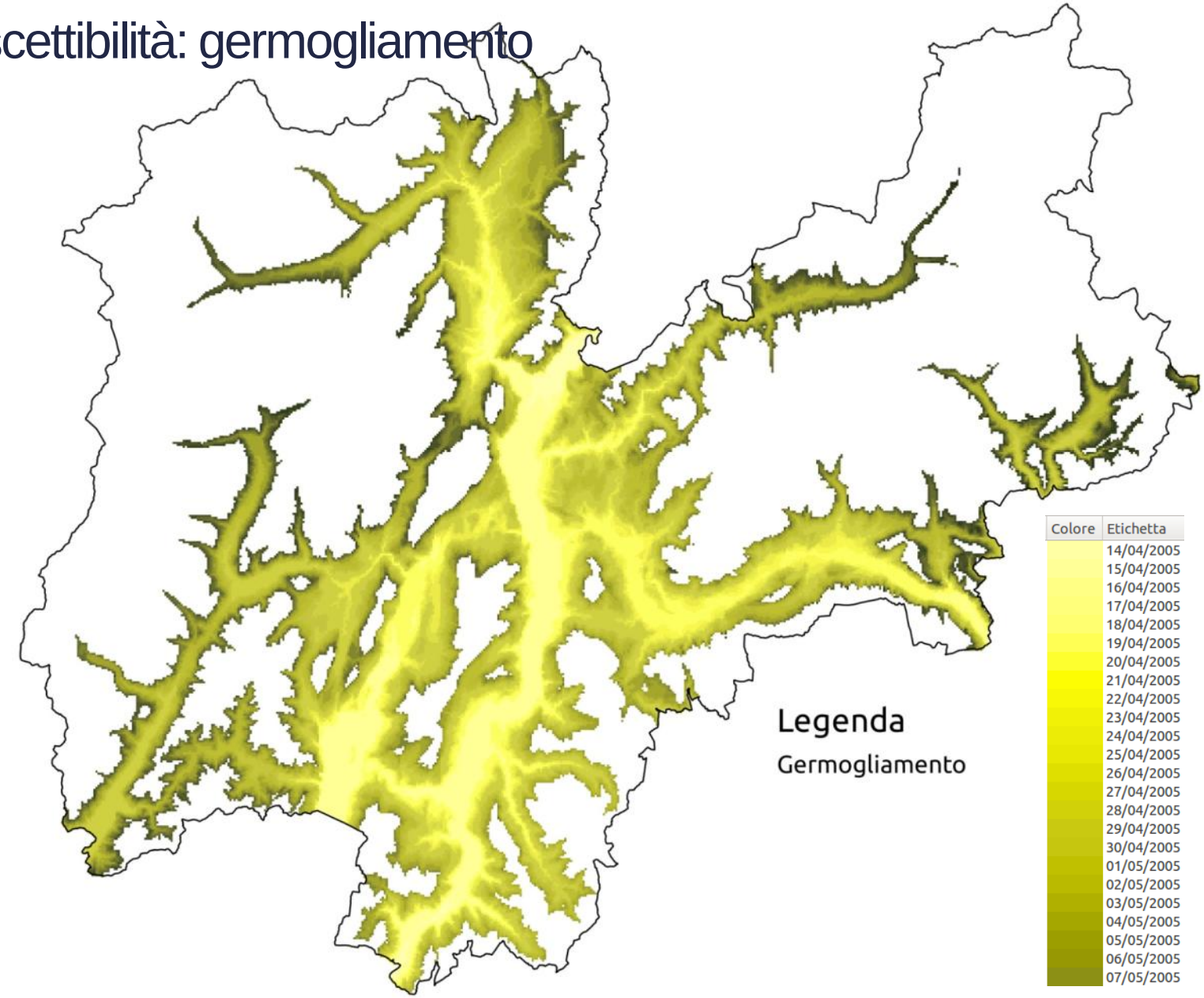

- Lunghezza del ciclo diversa (lunga = basso rischio, corta = alto rischio)
- Numero di cicli associati alla fenologia della pianta (es. germogliamento – 8° Brix)

# Rischio Oidio e fenologia

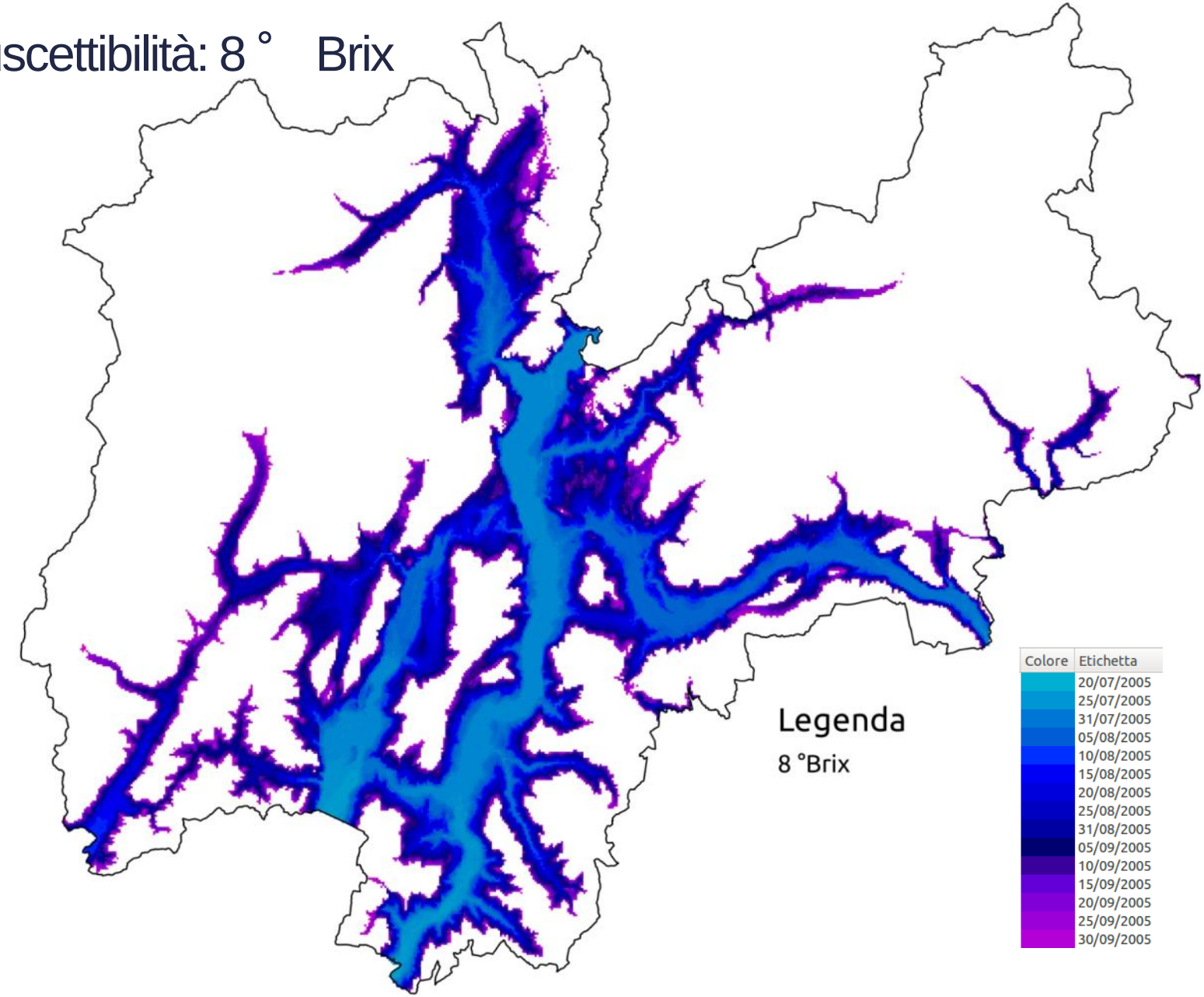



# Chardonnay

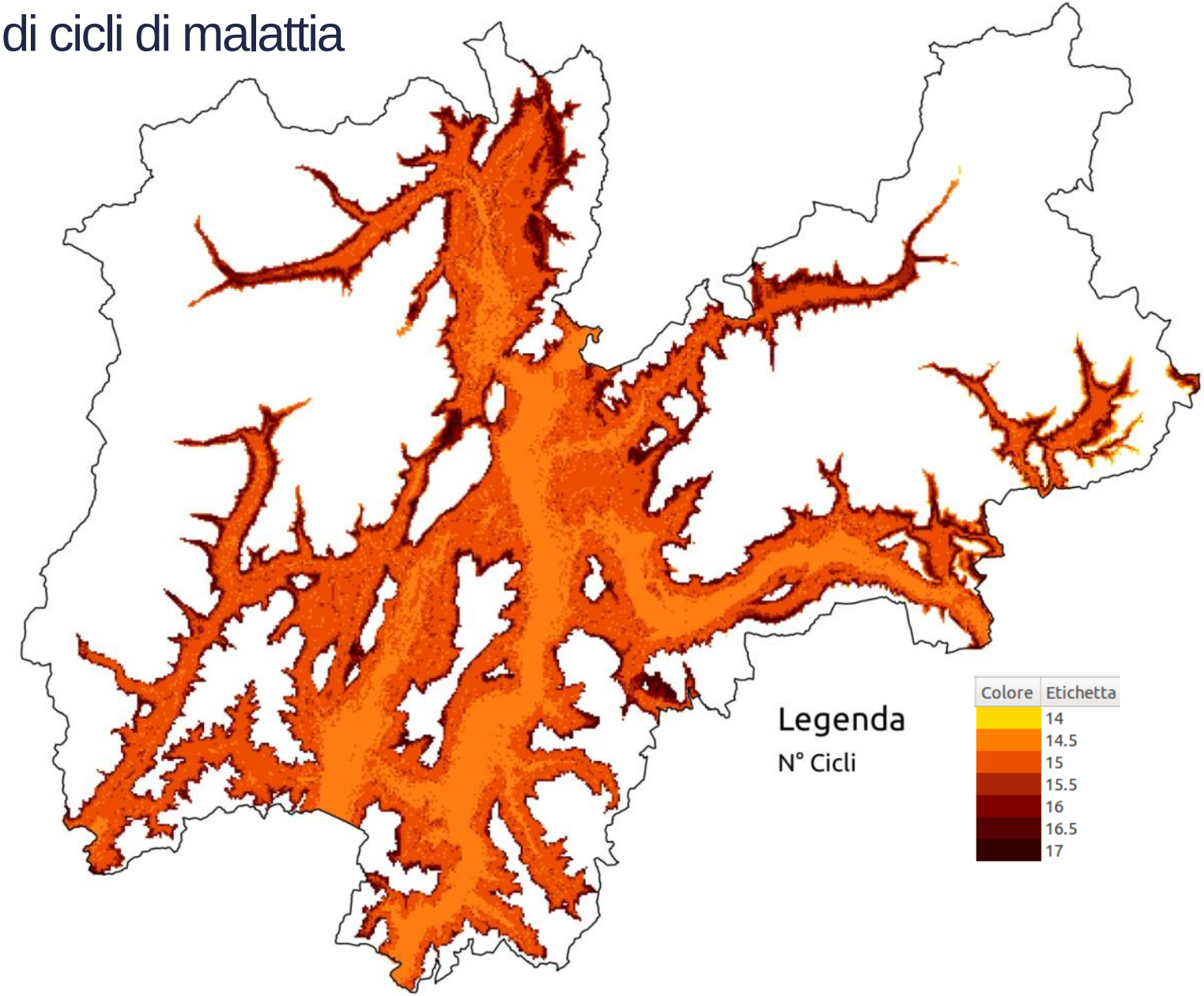
# Inizio suscettibilità: germogliamento



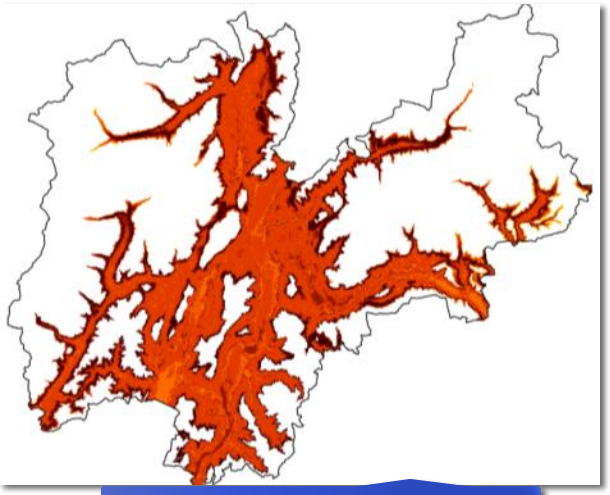
# Fine suscettibilità: 8 °  Brix



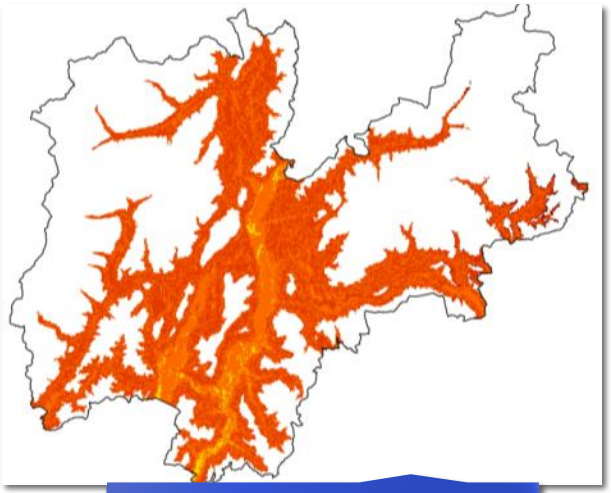
# Numero di cicli di malattia



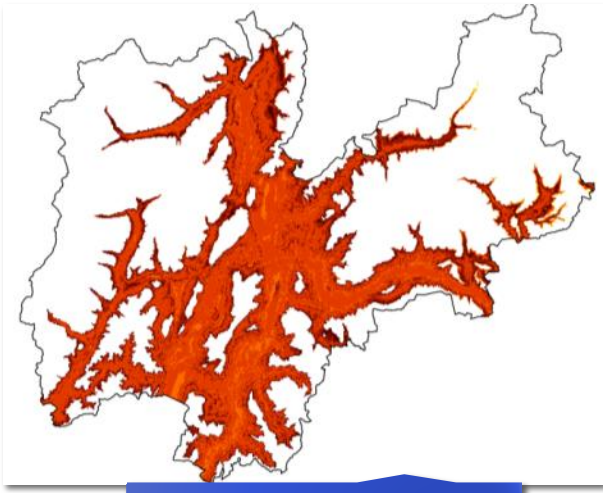
# Oidio – numero di cicli di malattia nella fase ‘sensibile’ della pianta



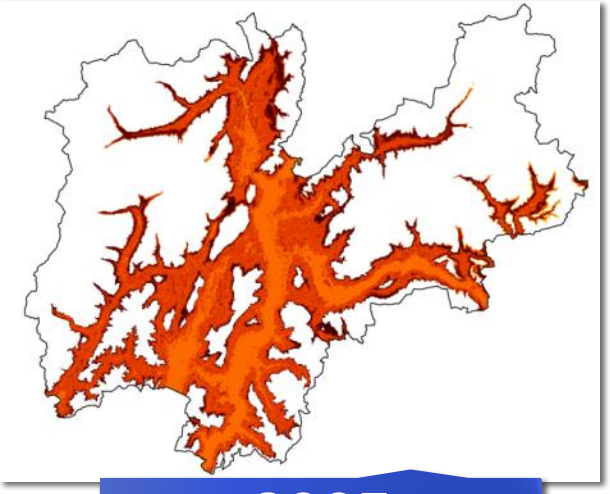
2002



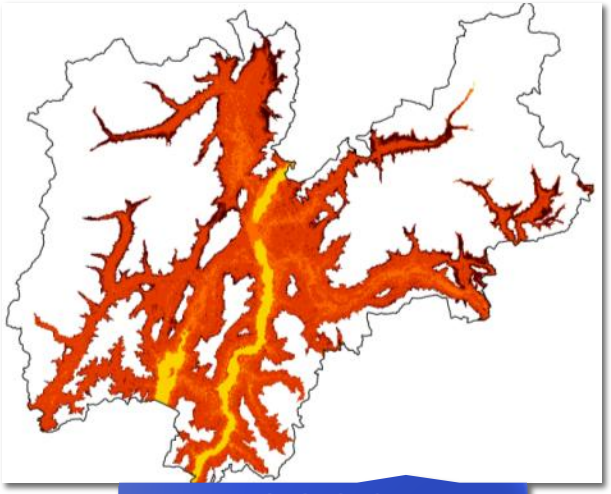
2003



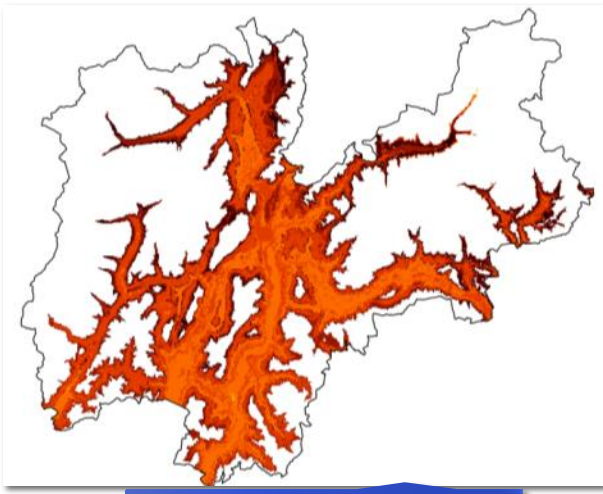
2004



2005



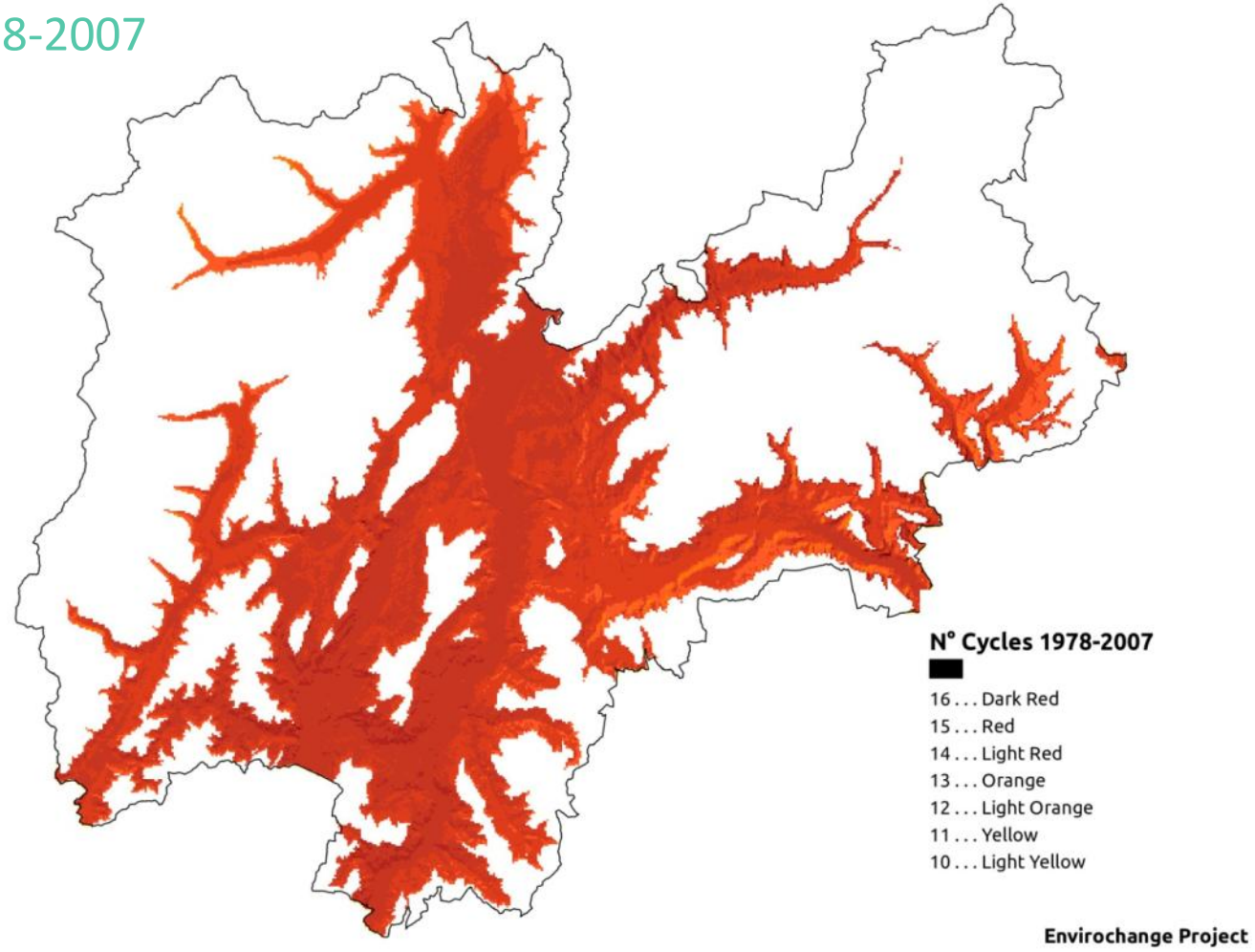
2006



2007

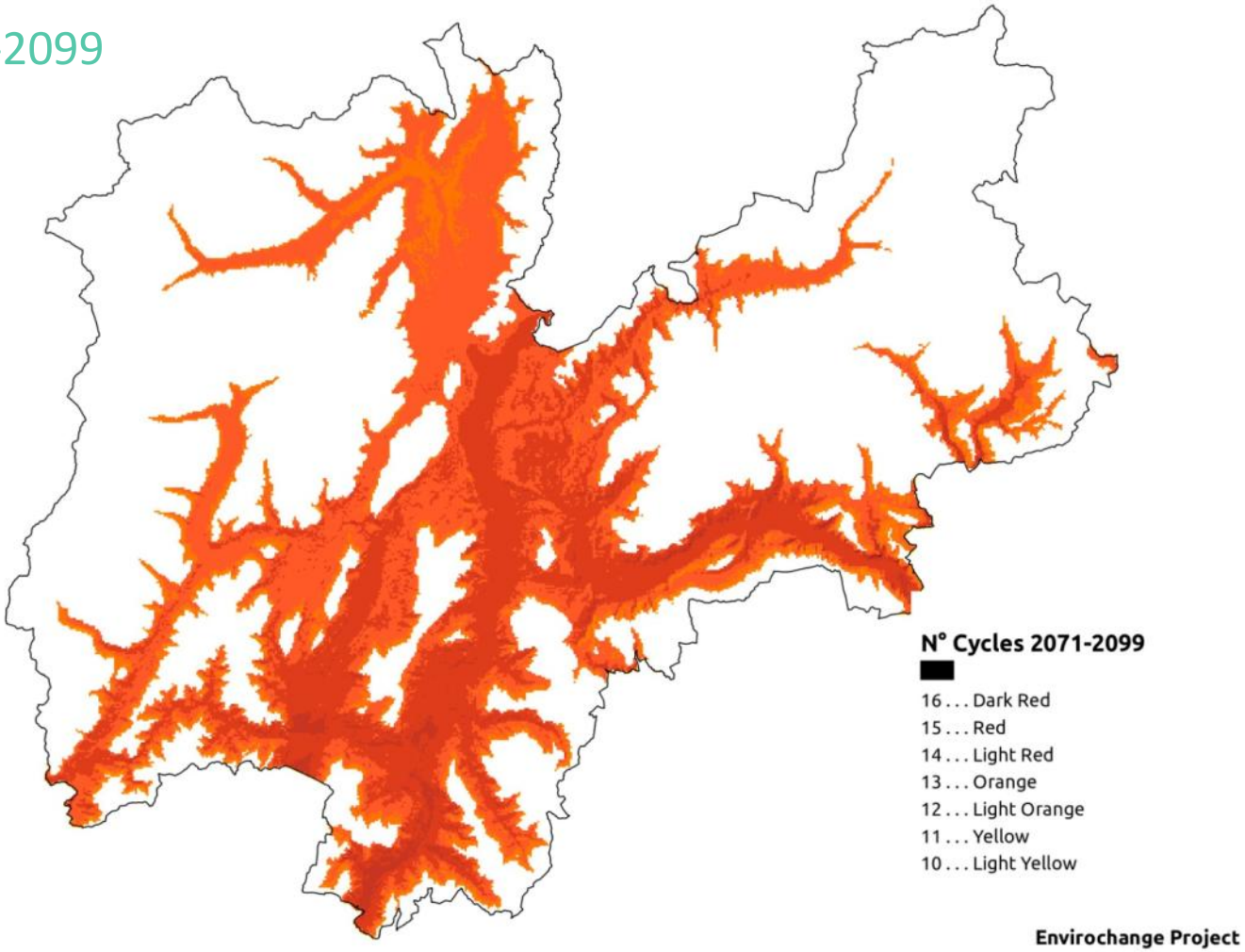
# Numero cicli nel passato

1978-2007



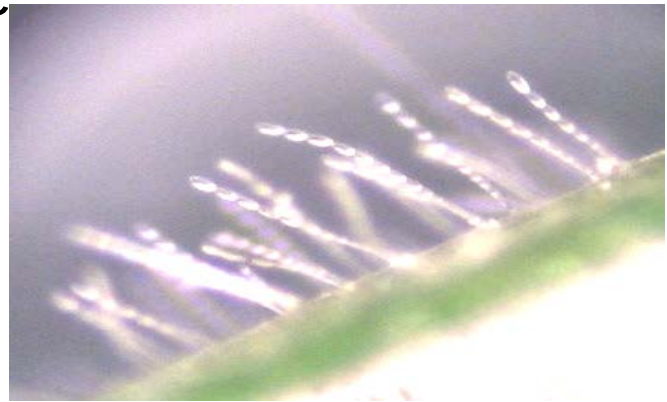
# Numero di cicli nel futuro (scenario A1B)

2071-2099



# Conclusioni (oidio)

- **Decremento del rischio** man mano che il clima si riscalda dovuto sia **all'anticipo ed accorciamento delle fenofasi che alla temperatura che eccede** i livelli ottimali per lo sviluppo del patogeno
- Va ricordato che anche altre condizioni come **piogge e umidità relativa** influenzano la malattia e di queste è difficile fare proiezioni affidabili
- Le popolazioni di odio **potrebbero selezionarsi** verso quei genotipi che tollerano temperature più alte?
- **Utilità del selezionare varietà resistenti**?



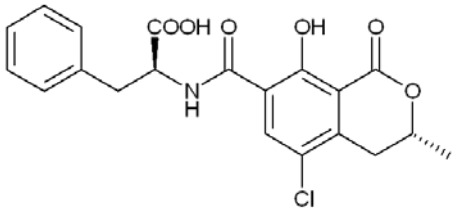
# SCENARI DI LUNGO PERIODO

Contaminazione di micotossine

# Esempio: valutazione rischio nel medio-lungo periodo (scenari)

- **Le alte temperature** nei vigneti dall'invaiatura alla raccolta sono un importante fattore di **rischio di contaminazione di OTA** dell'uva
- OTA: prodotta **da alcuni ceppi di Aspergilli neri**
- Esiste un gradiente positivo nord-sud d'incidenza di Aspergili neri
- Caso studio: qual è la presenza degli aspergilli neri in Trentino e quale sarà il rischio della loro presenza in futuro (incremento della temperatura)?

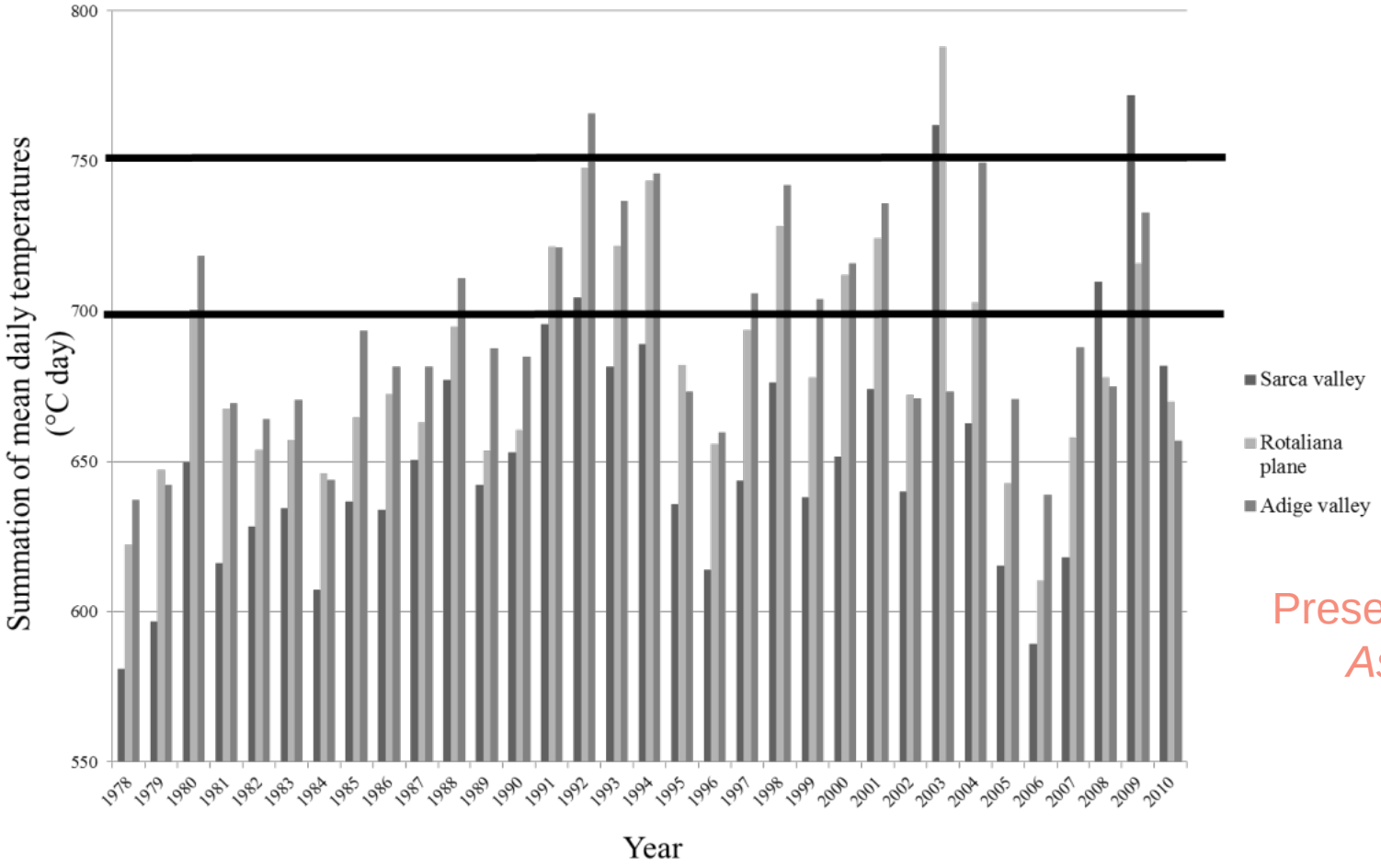
Ocratossina A (OTA)



Eur J Plant Pathol (2012) 134:631–645
DOI 10.1007/s10658-012-0043-0

**Risk assessment of the occurrence of black aspergilli on grapes grown in an alpine region under a climate change scenario**

# Sommatoria della temperatura media giornaliera in agosto in Trentino



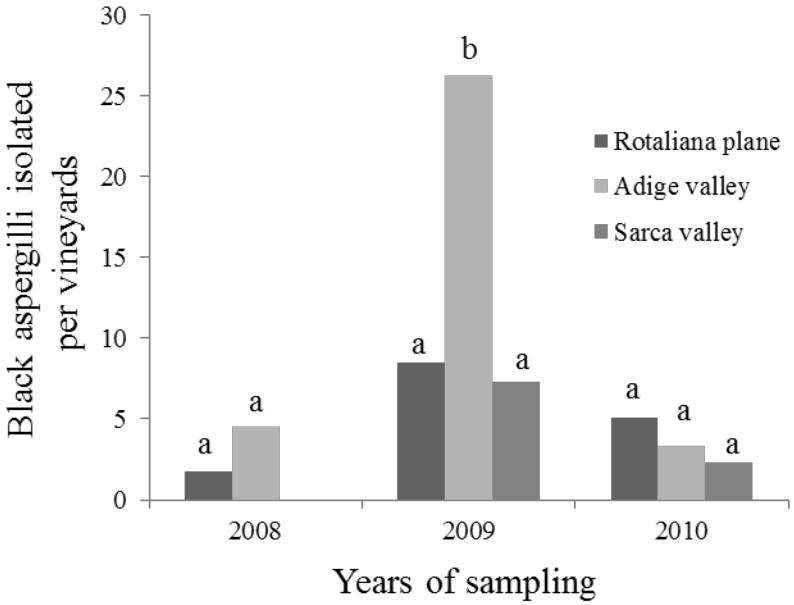

"alto"

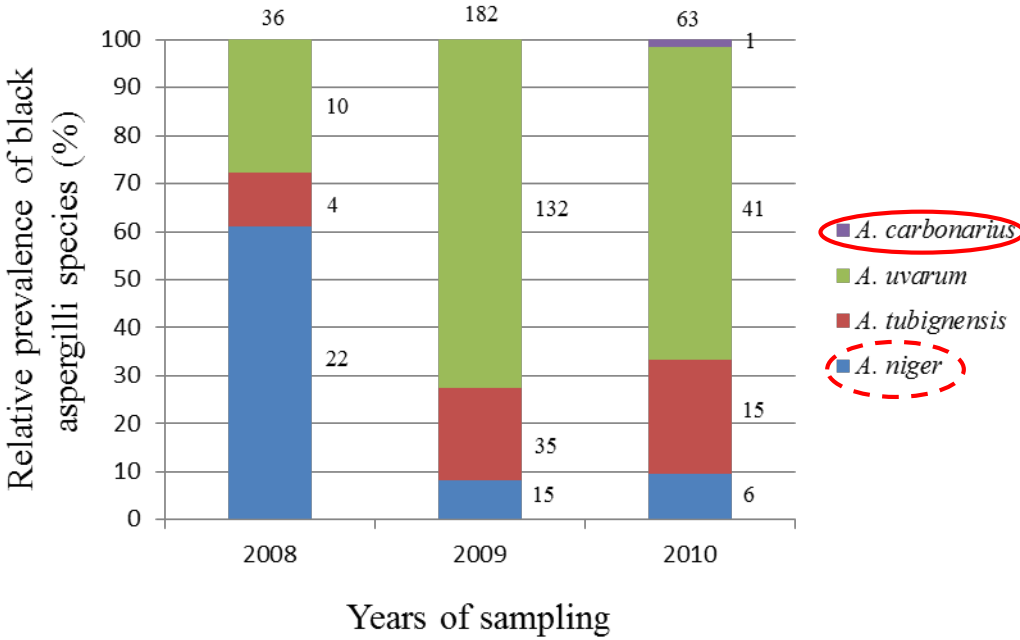
"basso"

Presenza attesa di *Aspergillus*

Battilani et al. (2006)

# Isolamento di Asperigilli neri

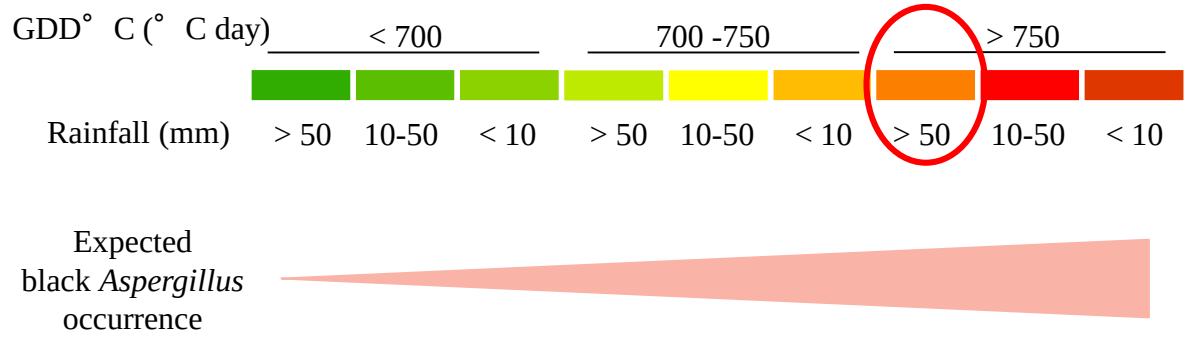


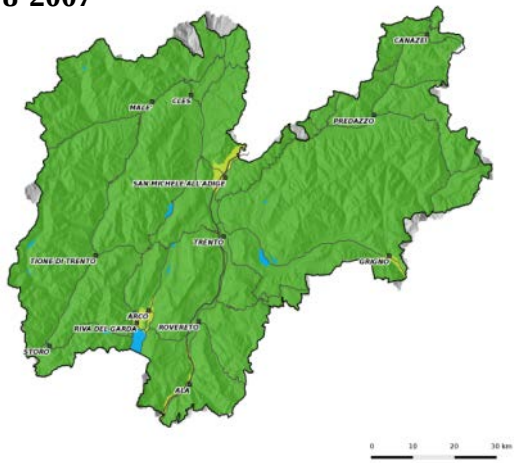

| | | |
|---|---|---|
| OTA | 1/1 | 1/66 |

# Risultati – proiezioni climatiche

Thermo-wetness classes (Battilani et al., 2006)

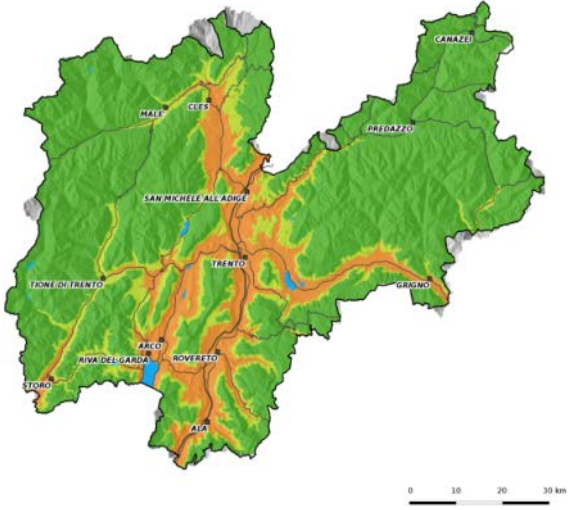



**1978-2007**



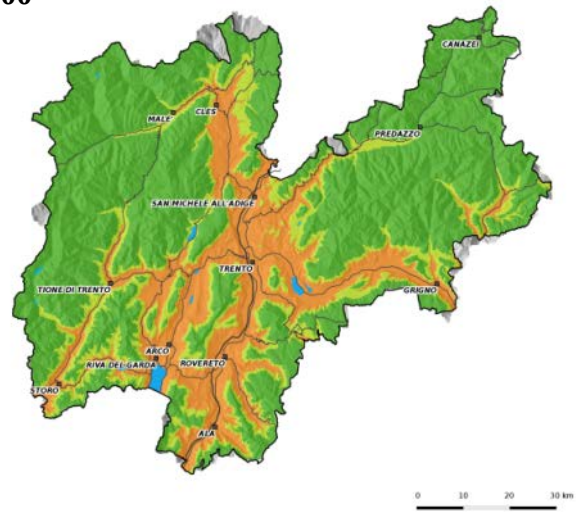

A

**2021-2050**




**B**

**2071-2100**




**C**

# Conclusioni (aspergilli neri)

- In Trentino l'attuale presenza di aspergilli neri è più bassa di Portogallo, Grecia e sud Italia ed in linea con I modelli (Battilani et al., 2006, Battilani et al. 2010; Perrone et al. 2007; Lucchetta et al., 2010)
- Le proiezioni delle temperature medie giornaliere future indicano che i vigneti presi in considerazione potranno avere **un maggior rischio di presenza di OTA nel futuro**
- La presenza di produttori di micotossine o delle micotossine stesse dovrà essere monitorata specialmente in stagioni con condizioni meteorologiche favorevoli e **in caso di riscontro di produttori di OTA la difesa dovrà essere modificata (adattamento**)

# DECISIONI DI LUNGO PERIODO

Aspetti strategici e di pianificazione: più o meno trattamenti nel futuro?

# Esempio: decisioni di lungo periodo

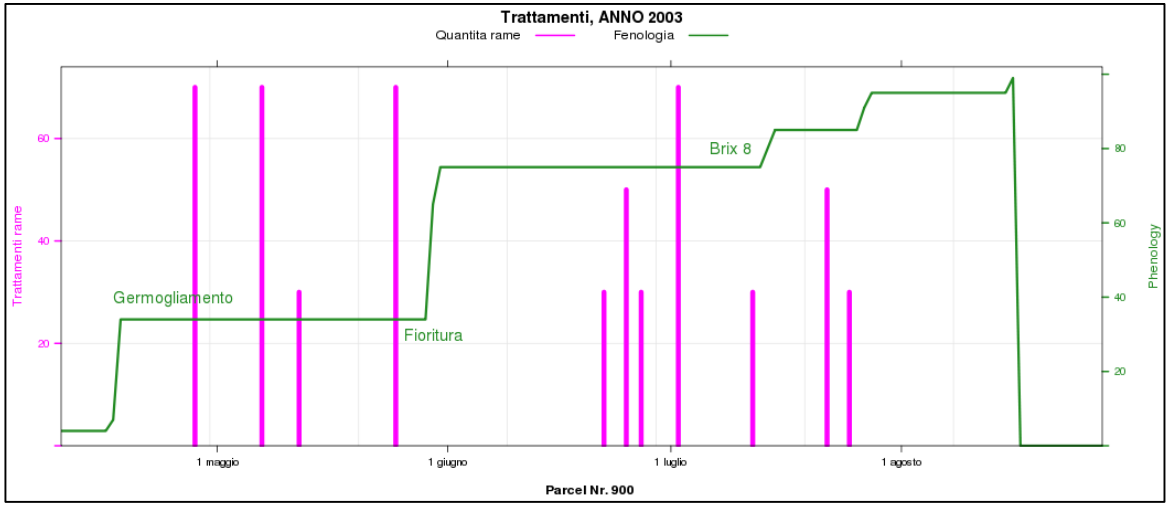
Rame: restrizioni nell'uso a livello Europeo

**Come cambierà la potenziale necessità di rame in futuro?**

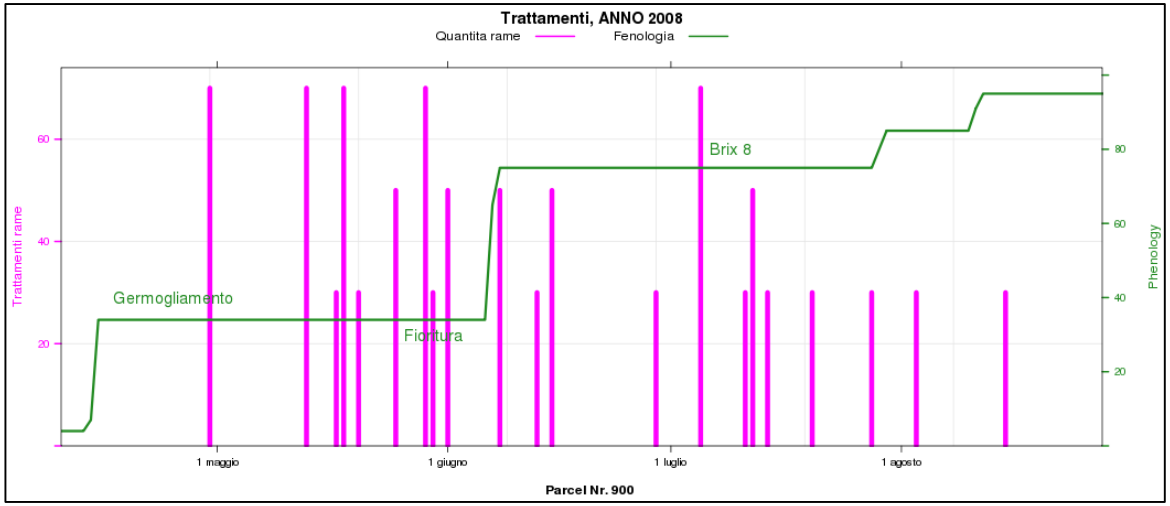
Modello trattamenti: (*Development and evaluation of a warning model for the optimal use of copper in organic viticulture.* Pellegrini et al, 2010)

# Nel prossimo futuro aumenterà il numero dei trattamenti col rame in agricoltura biologica?

2003

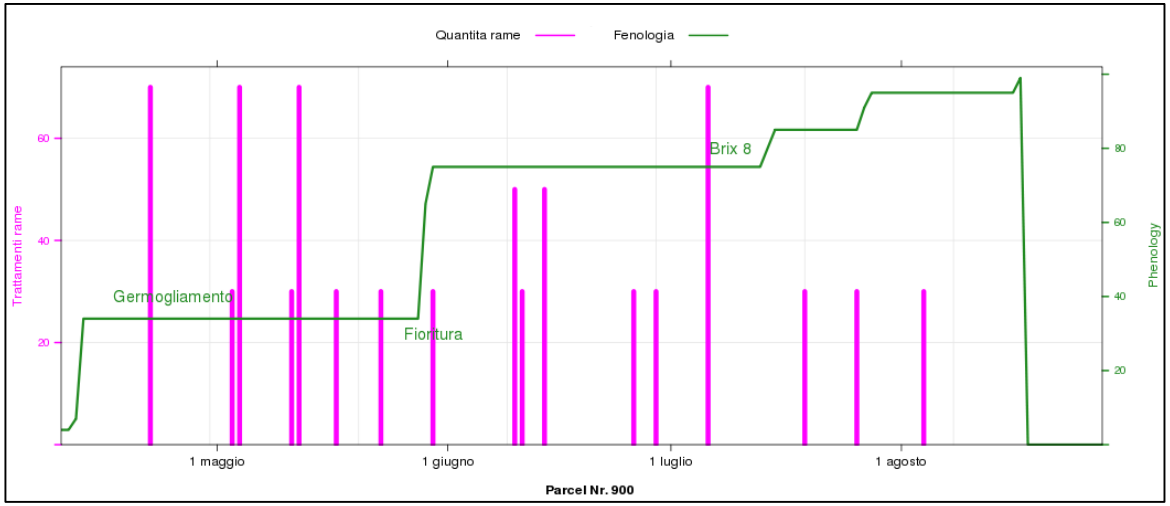



2008

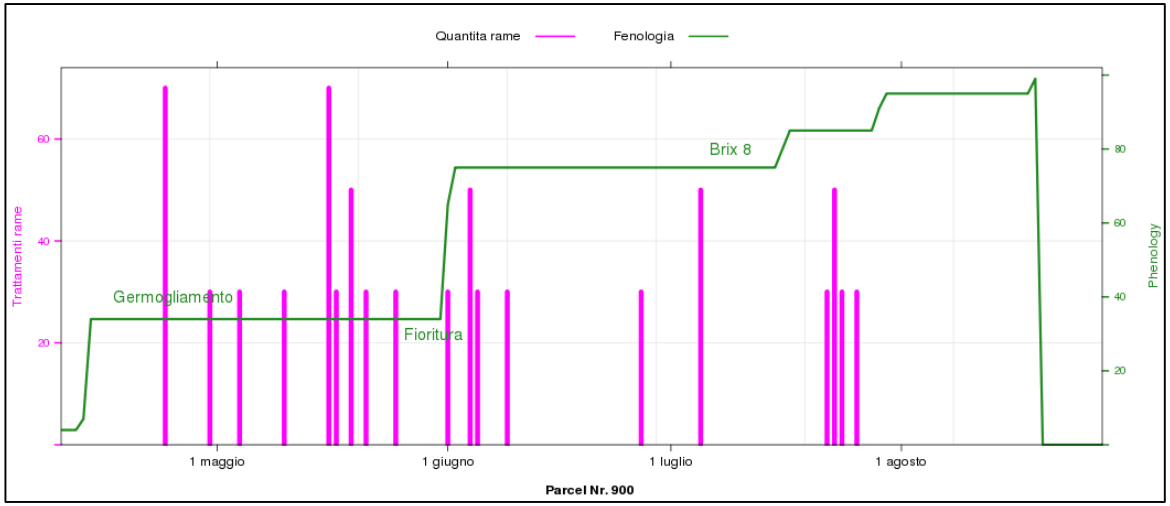


# Nel prossimo futuro aumenterà il numero dei trattamenti col rame in agricoltura biologica?

2021/2050




2071/2099



# EFFETTI INDIRETTI

Ondate di calore, inverni miti, ritorni di freddo primaverili, grandine, precitazioni intense e continue

# *Peronospora vs. Oidio*

# Eventi estremi e stress

- Piante più esposte a patogeni di ‘debolezza’
- Spaccature della corteccia (ripresa vegetativa e ritorno di freddo)
- Grandinate
- Scottature
- Sopravvivenza d’inoculo o di popolazioni svernanti
- Ecc….

Necessaria una valutazione del rischio globale anche per patogeni/parassiti autoctoni che potrebbero diventare emergenti

# ADATTARE LA DIFESA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO SARÀ UN OBIETTIVO COMPLESSO

Downscaling delle proiezioni climatiche
Interpolazione e spazializzazione
Modelli per interazioni multiple e complesse
Imprevedibilità delle stagioni
Valutazione rischio

# Quali rischi per la protezione delle piante?

- Alcuni patogeni e parassiti potrebbero diventare **più pericolosi altri meno**
- Gli eventi estremi potrebbero **danneggiare** o stressare le piante
- L’alta variabilità nelle stagioni renderà la difesa meno pianificabile
- Con l’aumento di temperatura potrebbe aumentare il rischio di **contaminazione di micotossine**
- La qualità della produzione (profumi, aromi) potrebbe essere compromessa; **quali alternative**?

# Grazie per l'attenzione!

- **E. Eccel**, E. Cordano (climate)
- **A. Caffarra**, M. Rinaldi, V. Rossi (models)
- **R. De Filippi**, C. Zarbo, Dolci, S. Droghetti,M. Poletti, J. Jurman, C. Furlanello (WEB-GIS platform)
- **M. Storari**, C. Gessler, G. Broggini, L. Bigler (mycotoxins)
- **B. Roatti**, M. Perazzolli (induced resistance)

ENVIROCHANGE

ETH

FONDAZIONE BRUNO KESSLER

FONDAZIONE EDMUND MACH