



L'impatto del clima che cambia sulla produzione integrata della vite

ILARIA PERTOT

Centro Agricoltura Alimenti Ambiente

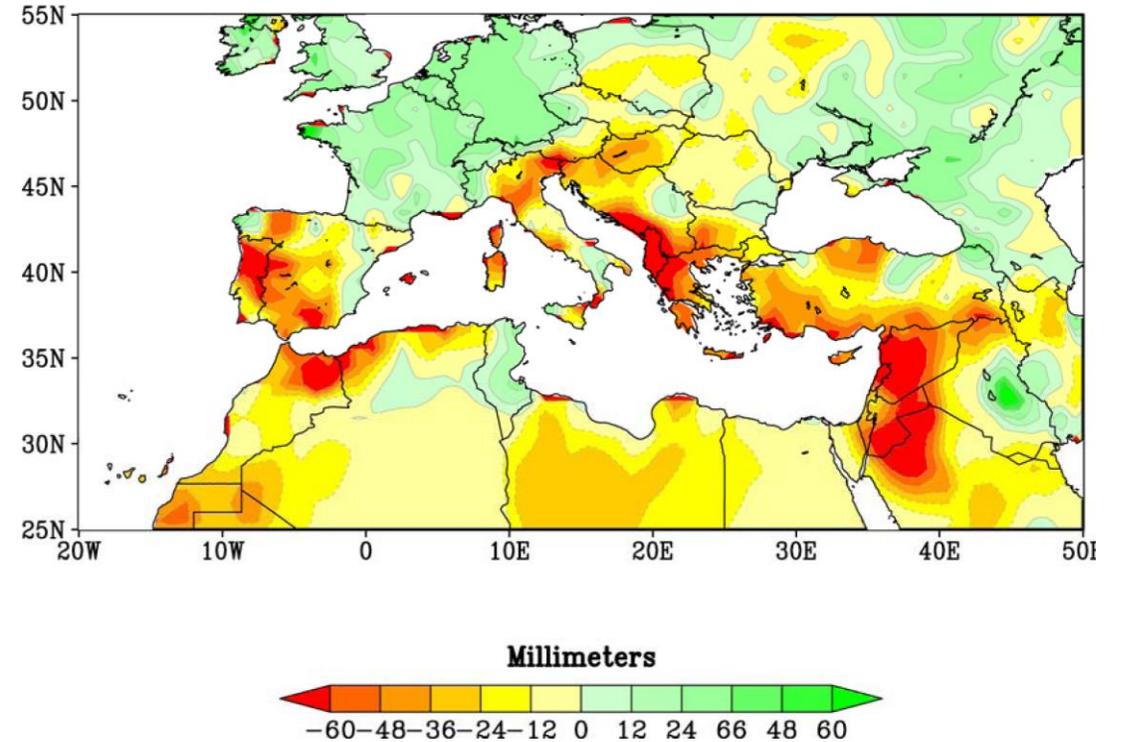
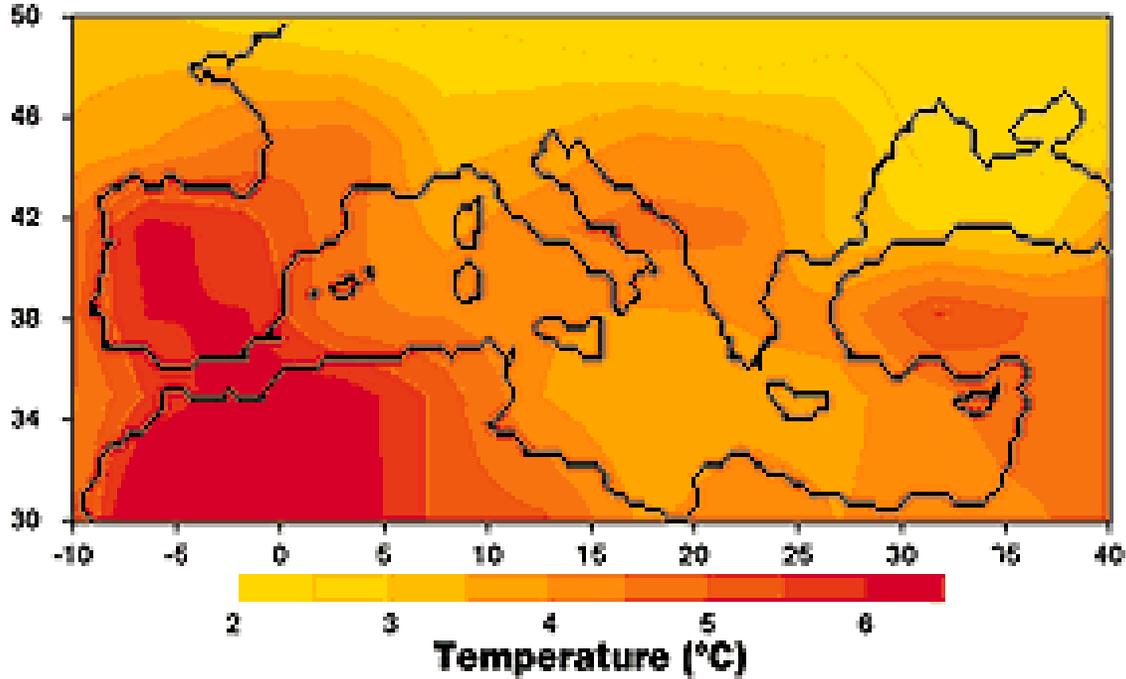
E. ECCEL, A. ALIKADIC, C. DOLCI, C. ZARBO, A. CAFFARRA, R. DE FILIPPI,
C. FURLANELLO

Che cosa attendersi?



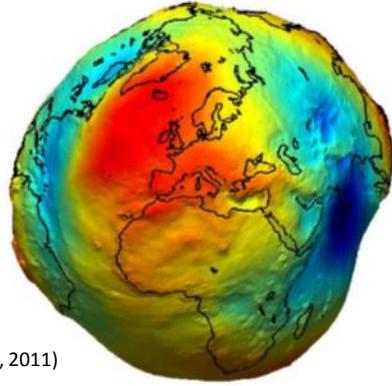


Per tutti uguale? Quanta incertezza?



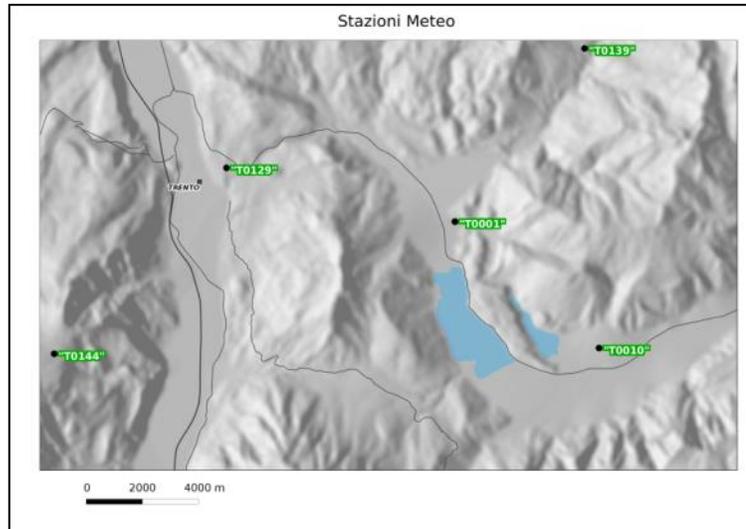
Cambiamento nella temperatura e nelle precipitazioni

Da modelli di circolazione globale e medie del periodo a simulazione di stagioni

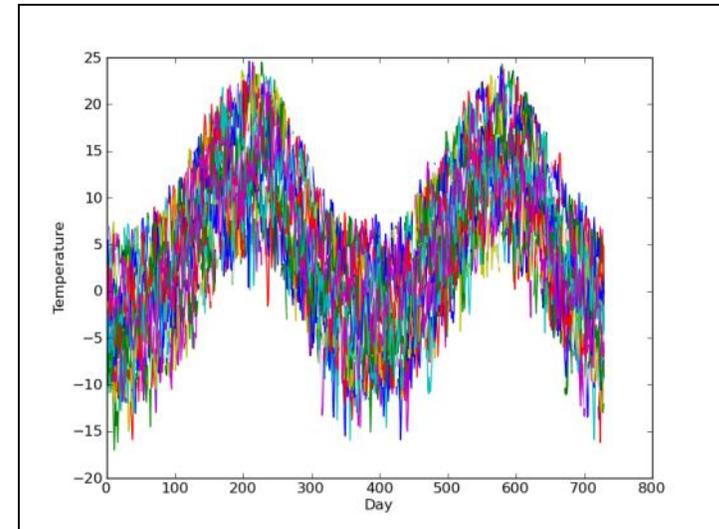


(ESA, 2011)

Downscaling
statistico



Generatore di
tempo

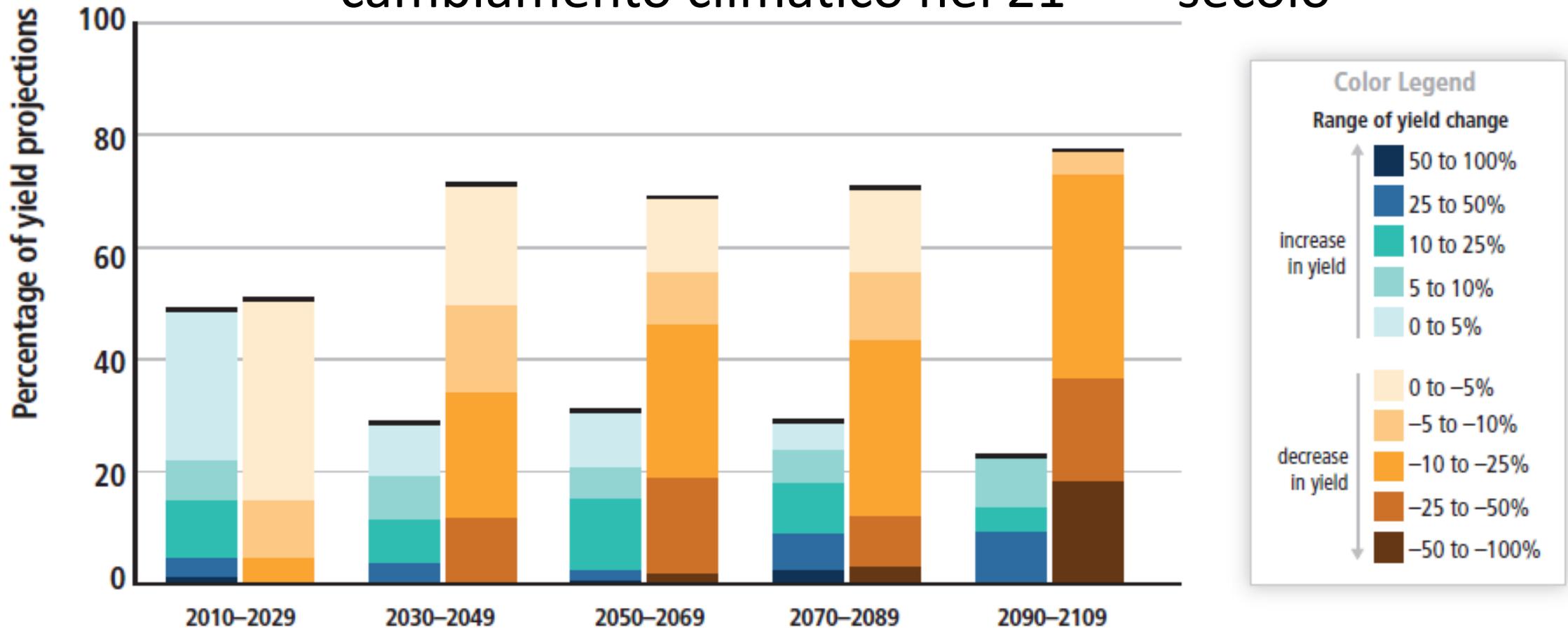


200 simulazioni di stagioni in Trentino



Chi vince e chi perde?

Somma delle proiezioni in termini di cambiamento nella produzione agricola dovuti al cambiamento climatico nel 21^{esimo} secolo

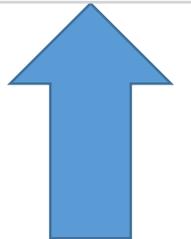




Come e perchè?

Impatto del cambiamento climatico sulle colture

	Qualità frutta e verdura	Danni alla pianta	Fabbisogno in freddo	Stress idrico	Stress da calore	Morte delle piante	Patogeni/parassiti
Aumento della temperatura*	Red	Yellow	Red	Orange	Red	Green	Red
Diminuzione della temperatura*	Orange	Yellow	Green	Red	Yellow	Green	Red
Aumento precipitazione (estrema)	Orange	Red	Green	Red	Green	Orange	Red
Cambio frequenza precipitazioni*	Green	Green	Green	Orange	Green	Green	Red
Eventi estremi (EE), grandine	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Orange
EE, gelate primaverili	Orange	Red	Green	Green	Green	Red	Orange
EE, vento *	Yellow	Red	Green	Yellow	Orange	Red	Orange
EE, ondate di calore*	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Red	Yellow	Red
*(con irrigazione)							

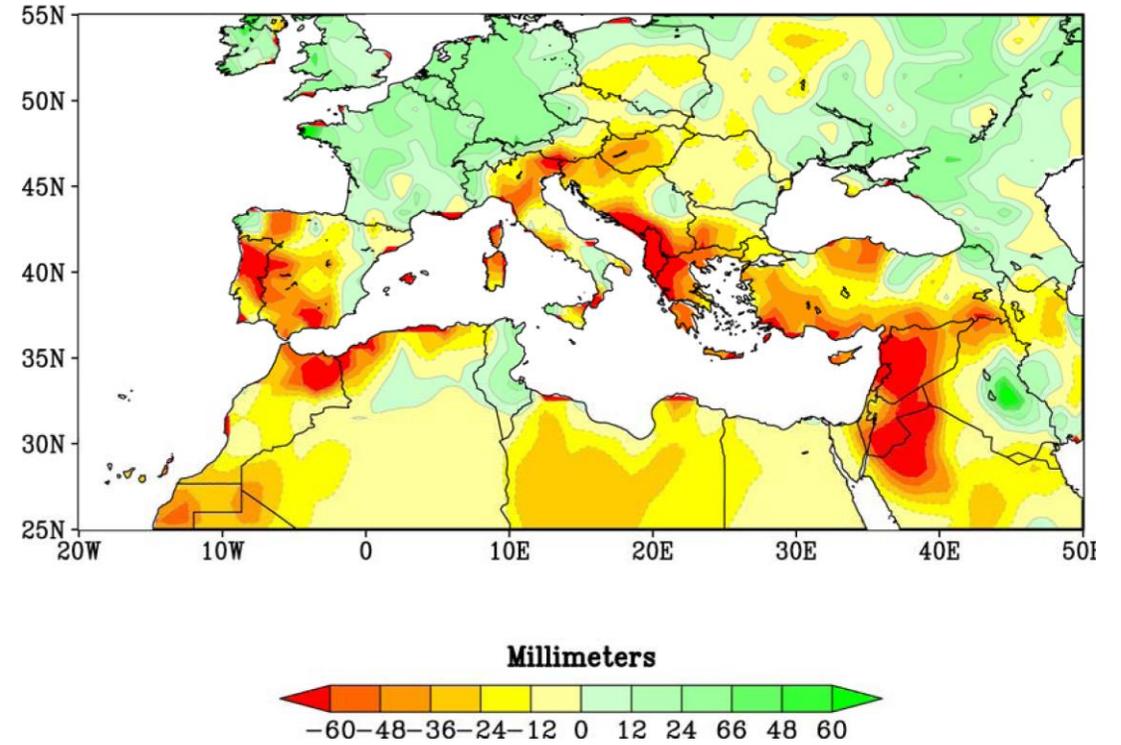
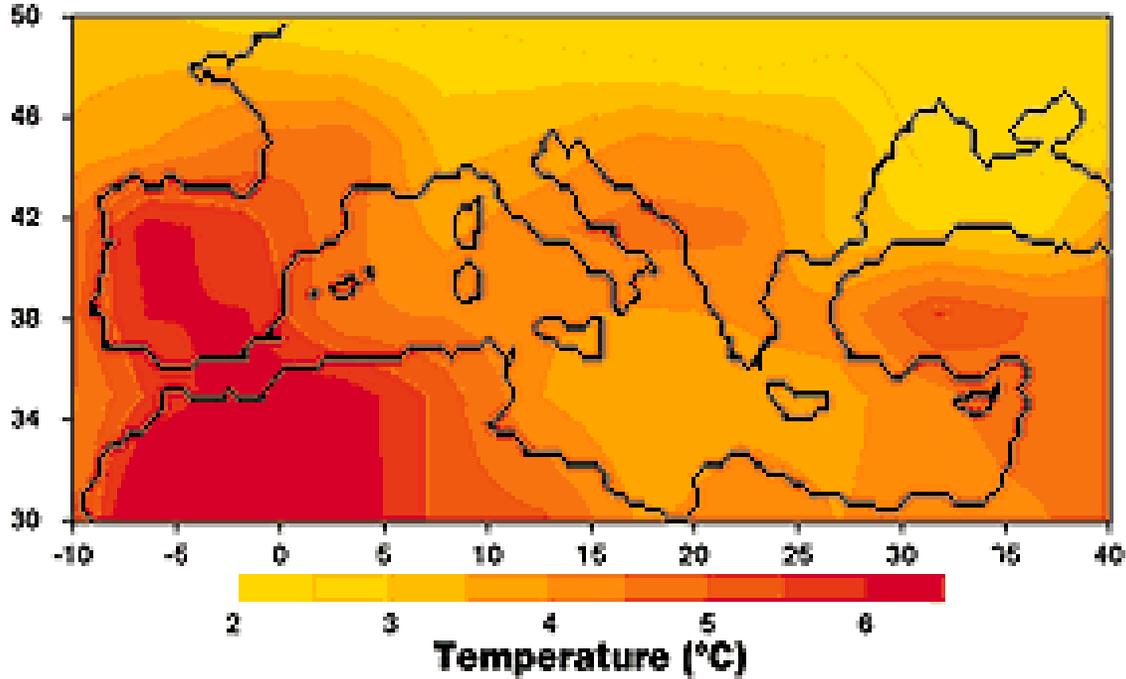


Cambiamento climatico e organismi

Se uno mangia un panino e uno non mangia nulla, in media entrambi hanno mangiato mezzo panino, ma in pratica uno è sazio e l'altro no



La qualità della produzione: aumenta o diminuisce?



Cambiamento nella temperatura e nelle precipitazioni

Cambiamento e adattamento

L'innalzamento della temperature e la diversa distribuzione delle precipitazioni:

- no effetto sulle rese, se in presenza di irrigazione
- possibile effetto della temperatura sul profilo aromatico di alcuni vini

Maggior frequenza di eventi estremi (grandine, gelate primaverili):

- no effetto in presenza di reti antigrandine o di irrigazione antibrina

Variabilità meteorologica e parassiti delle piante:

- nessun effetto in presenza di dinamicità nella gestione della difesa

REALE IMPATTO LEGATO A POSSIBILITÀ E GRADO DI ADATTAMENTO

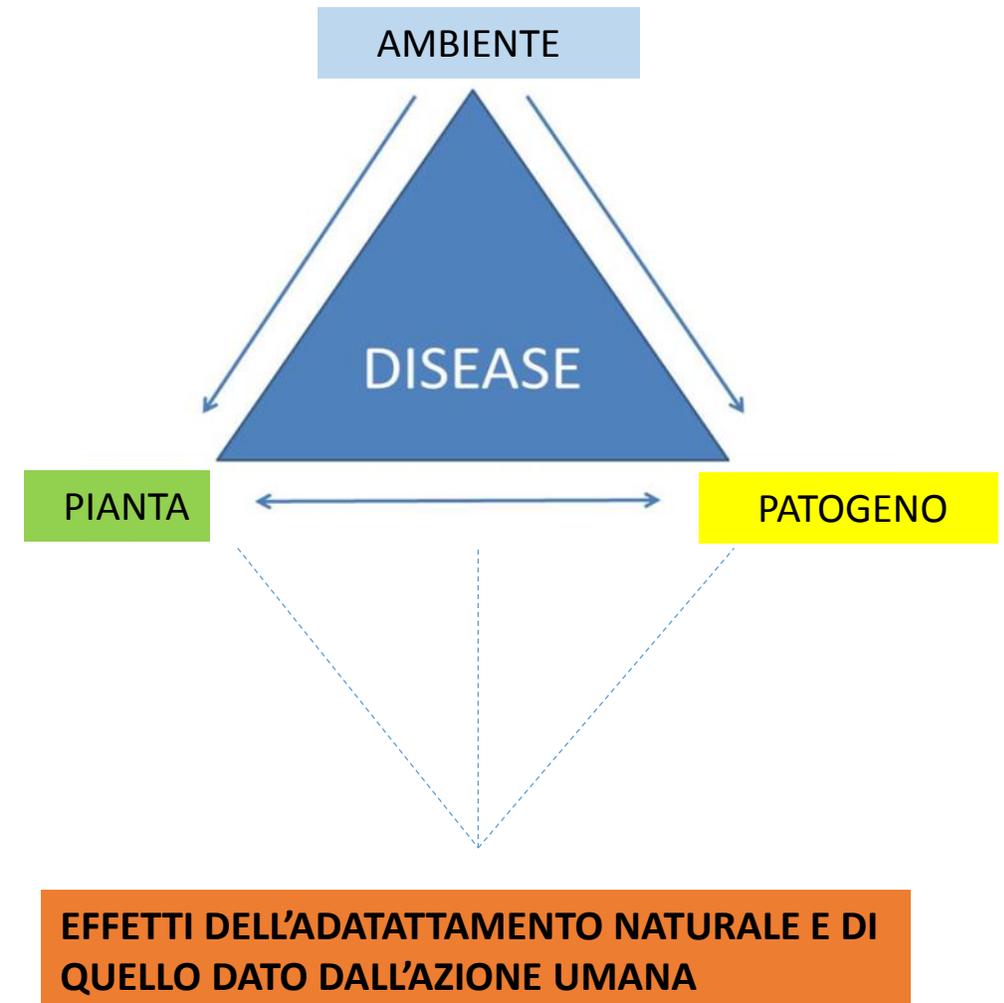
Adattamento = Costi

L'effetto del cambiamento climatico sulle piante e i loro parassiti

Gli effetti multipli dei cambiamenti

Il triangolo (quadrilatero) dei parassiti

- **Le malattie ed i parassiti della pianta:** interazione tra pianta suscettibile, patogeno o parassita virulento/attivo e l'ambiente adatto all'infezione
- Molti aspetti della pianta, ma soprattutto del patogeno possono essere influenzati direttamente dal clima
- Ma c'è anche l'effetto sugli antagonisti che vivono su e nella pianta
- **Effetto delle azioni umane (prodotti fitosanitari, pratiche agronomiche, ecc.)**



Effetto del cambiamento climatico in agricoltura

Non ci sono singoli giocatori, ma si gioca in squadra

Come il cambiamento climatico influenzerà il rapporti tra colture e i loro parassiti?

Necessario:

- modellizzare la **fenologia della pianta**
- modellizzare le **fasi fenologiche della pianta assieme alle condizioni di rischio per i parassiti**
- applicare i modelli agli **scenari di cambiamento climatico**
- **quantificare** gli impatti e visualizzarli nello spazio (mappa)

Modello fenologico
della pianta

Modello di comportamento
del parassita

Sincronia

Simulare le fenofasi vulnerabili
(susceptibilità)

*

Simulare le condizioni in cui può
avvenire l'infezione o l'attacco del
patogeno (presenza)

RISCHIO EFFETTIVO

Esempio: vite e fasi vulnerabili

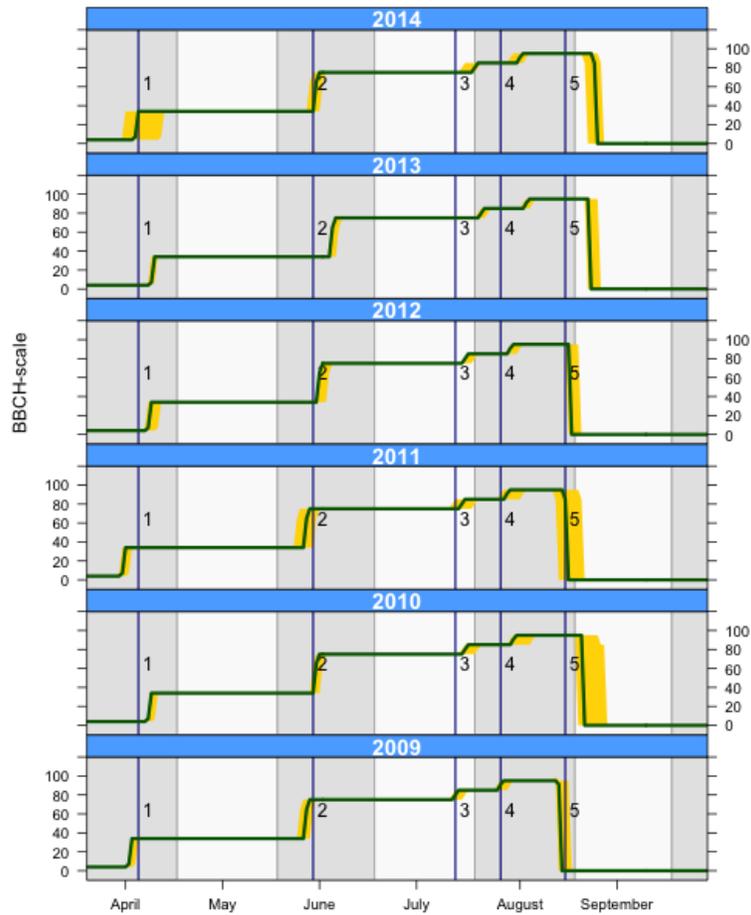
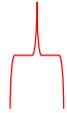
- Vite



Patogeno/parassita	Inizio della vulnerabilità	Fine della vulnerabilità
<i>Erysiphe necator</i>	Germogliamento	8° brix di zuccheri nell'acino
<i>Botrytis cinerea</i>	(1) Fioritura (inizio)	Fioritura (fine)
	(2) invaiatura	Acini maturi
<i>Plasmopara viticola</i>	Germoglio di 10 cm	Acino 'pisello' Invaiatura
<i>Lobesia botrana</i>	Fioritura	Acini maturi

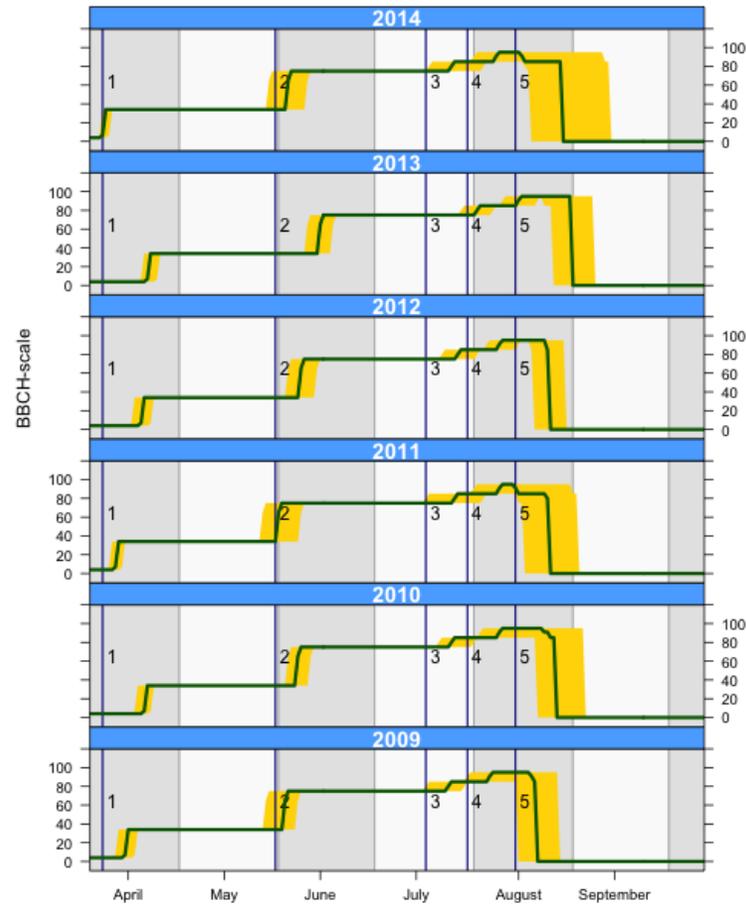
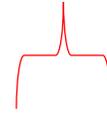
Merlot Phenology MAIN PHASES

1. Bud Break
2. Full flowering
3. After fruit set
4. Beginning of veraison
5. Harvest



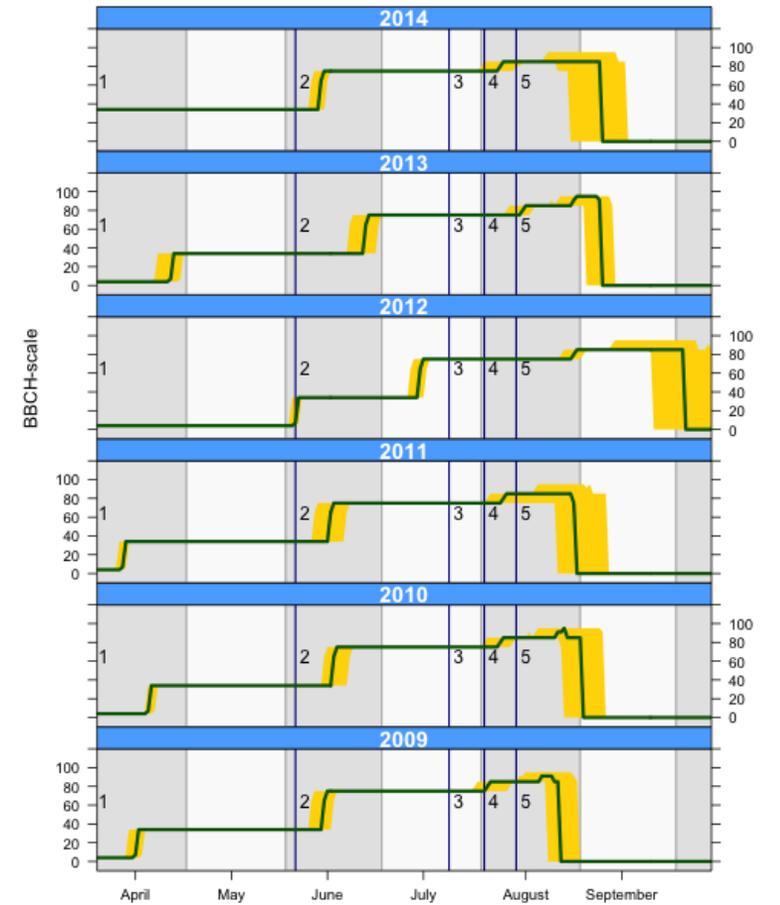
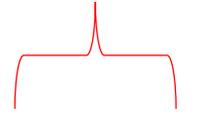
Chardonnay Phenology MAIN PHASES

1. Bud Break
2. Full flowering
3. After fruit set
4. Beginning of veraison
5. Harvest



Pinot Nero Phenology MAIN PHASES

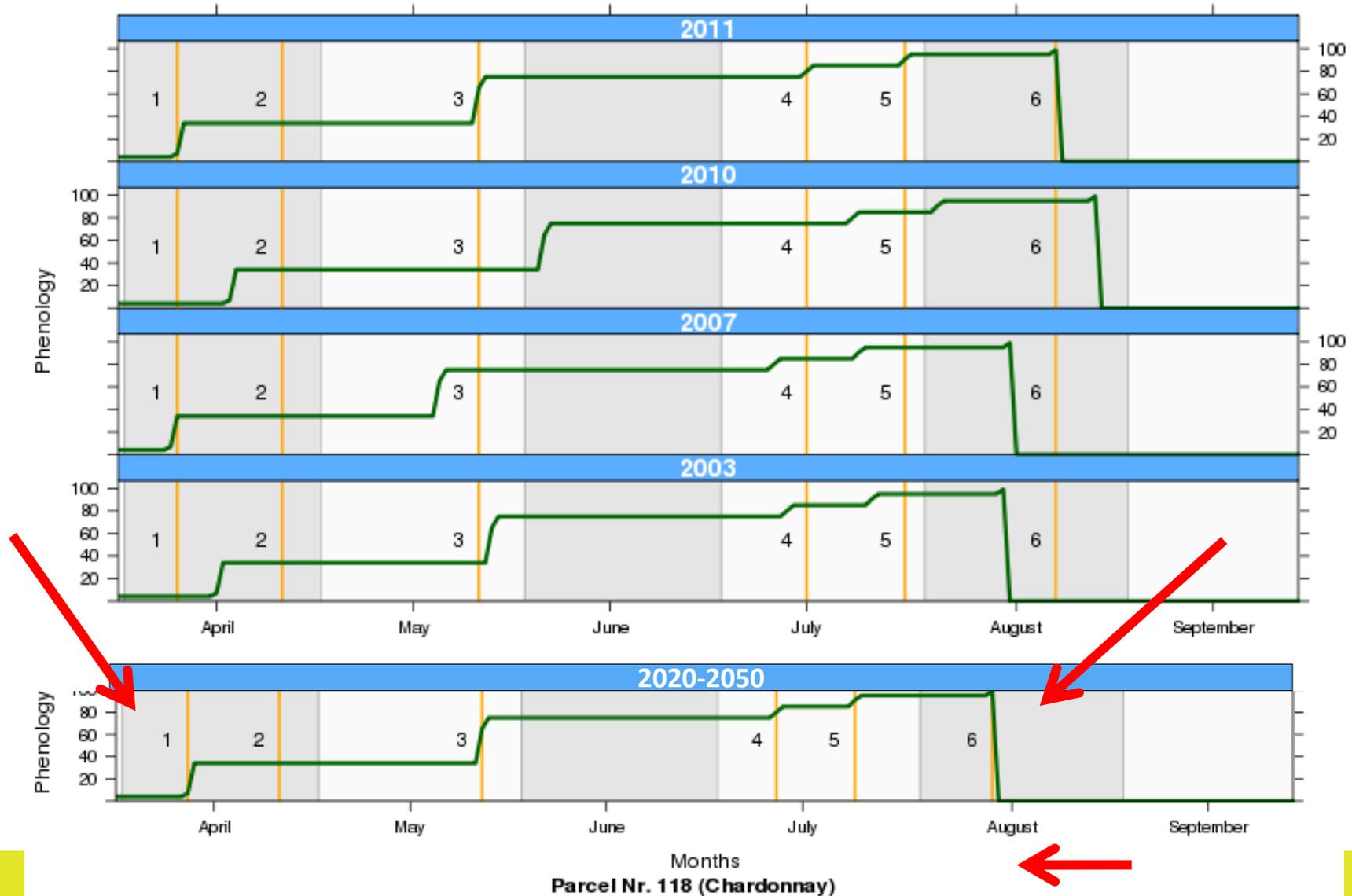
1. Bud Break
2. Full flowering
3. After fruit set
4. Beginning of veraison
5. Harvest



Fenologia dello Chardonnay a basse altitudini

Vitis vinifera Phenology MAIN PHASES

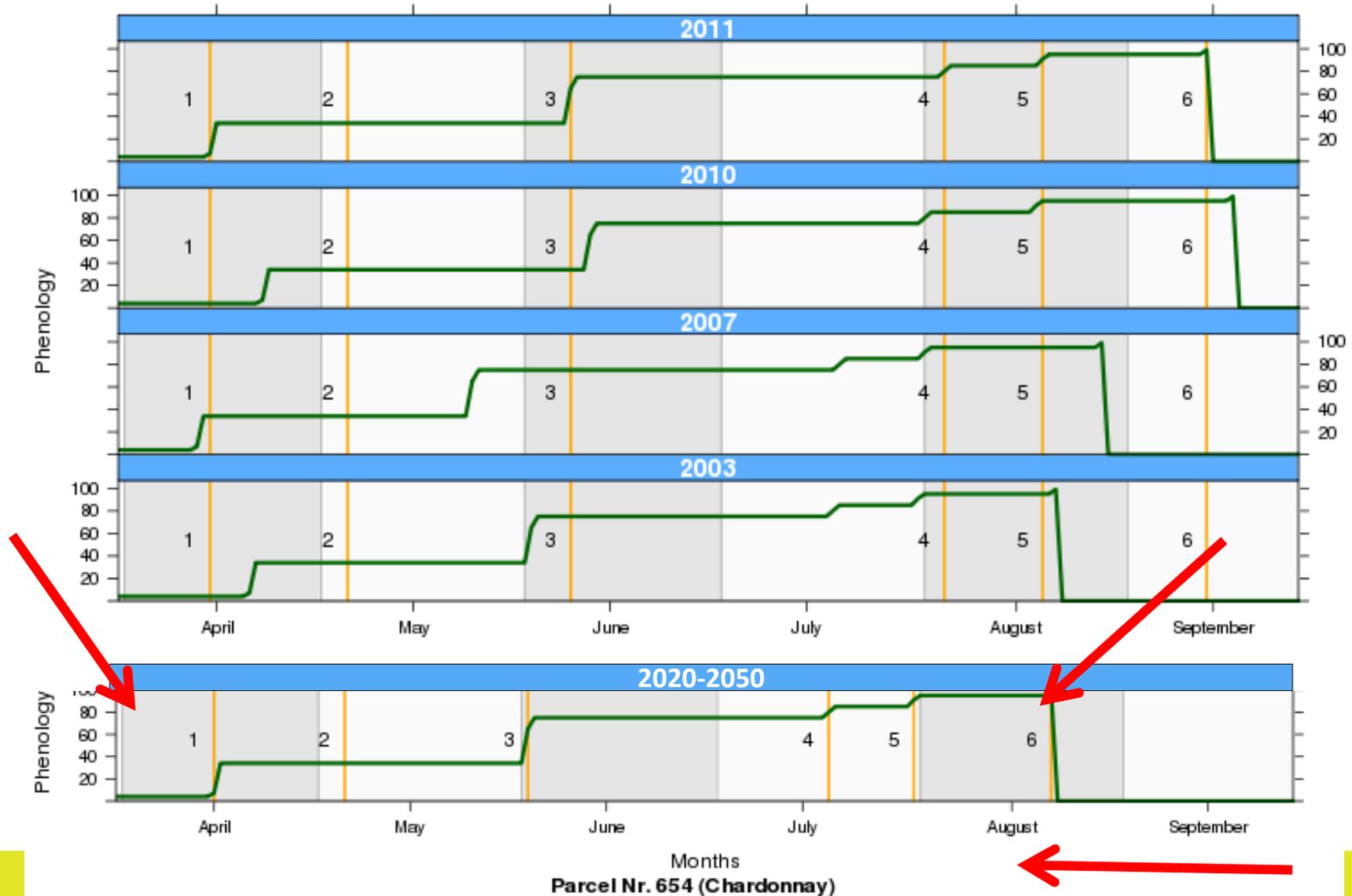
- | | |
|------------------|----------------|
| 1. Gemogliamento | 4. Brix 8 |
| 2. Dieci cm. | 5. Invaiaitura |
| 3. Fioritura | 6. Raccolta |



Fenologia dello Chardonnay ad altitudini elevate

Vitis vinifera Phenology MAIN PHASES

- | | |
|------------------|----------------|
| 1. Gemogliamento | 4. Brix 8 |
| 2. Dieci cm. | 5. Invaiaitura |
| 3. Fioritura | 6. Raccolta |

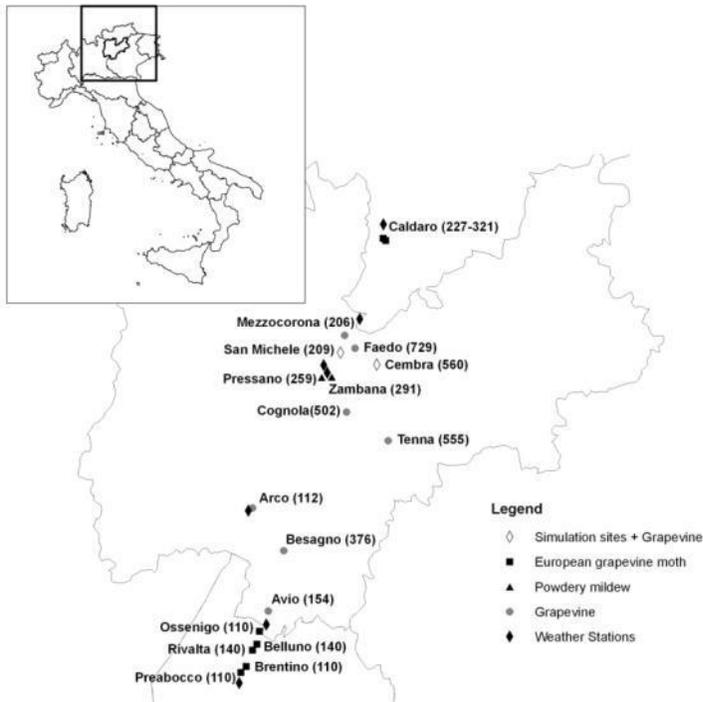


Impatto del cambiamento climatico su vite e i suoi patogeni e parassiti

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 i dati del Trentino
- Tignoletta della vite (*Lobesia botrana*)
- Oidio della vite (*Erysiphe necator*)
- Previsioni: San Michele (bassa altitudine) e Cembra (elevate altitudine)

Tignoletta della vite: *Lobesia botrana*

- Ha più generazioni all'anno che dipendono dalle condizioni ambientali (temperature)
- Compie 2-3 generazioni in nord Italia; fino a 4 nel Mediterraneo
- In futuro avrò una generazione in più (e più trattamenti insetticidi)?



Courtesy G. Anfora

Lobesia botrana: modello ed interazione con pianta

- Modello usato: da ARPA Sardegna basato su temperatura minima e massima giornaliera (gradi giorno). Diviso in due sottomodelli:

- Emergenza dell'adulto
- Volo dell'adulto

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

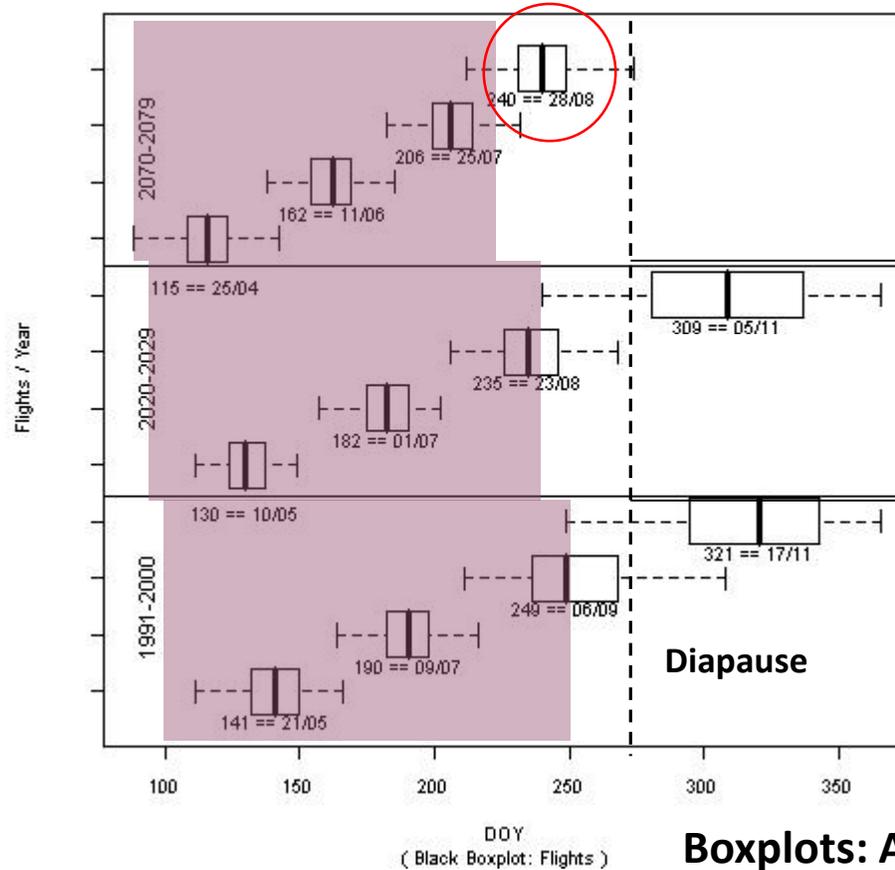
$$a=0.29737; b=0.18337;
c=0.18798; T_{inf}=10^{\circ} \text{ C};
T_{sup}=35^{\circ} \text{ C}$$

- **La prima generazione non fa danno, l'insetto è pericoloso solo fino alla raccolta**
- L'aumento della temperature potrebbe risultare in **una quarta generazione?** Ma soprattutto: se ci sarà, la quarta generazione **si avrà prima o dopo la raccolta?**
- **Sovrapposizione dei modelli fenologico e di sviluppo dell'insetto**

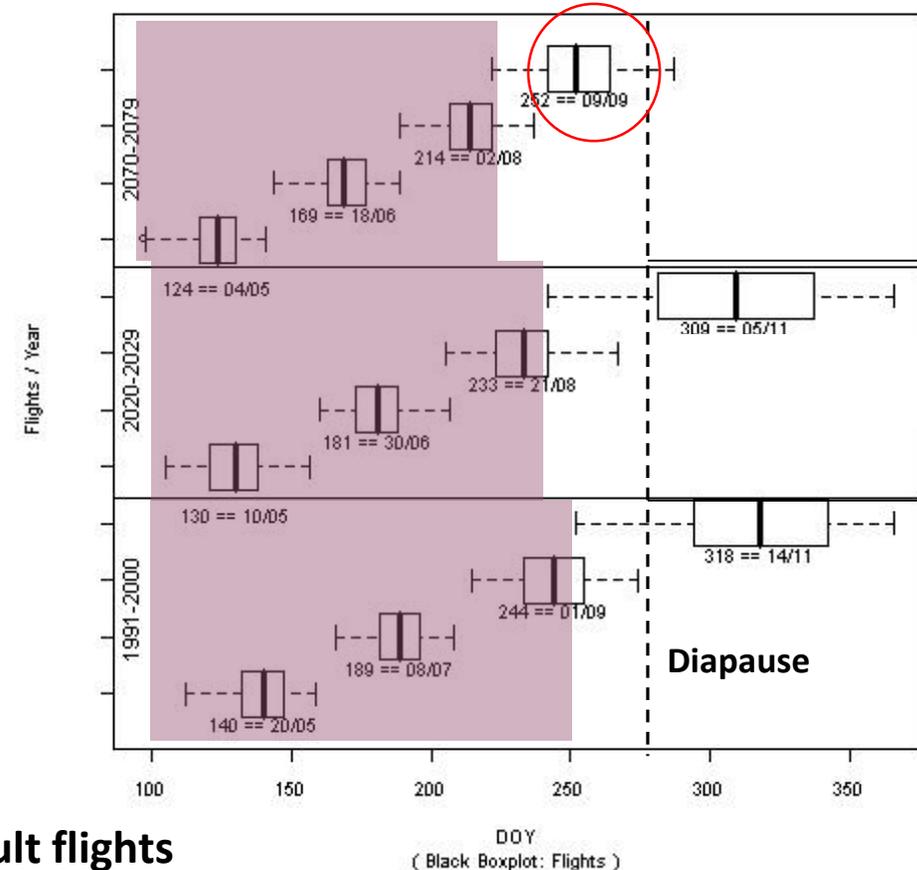
Interazione pianta-insetto

San Michele all'Adige

Scenario A2 : *Lobesia botrana* Flights/Year



Scenario B2 : *Lobesia botrana* Flights/Year



Boxplots: Adult flights

L'area viola rappresenta il periodo di effettivo rischio
(susceptibilità e presenza)

Erysiphe necator: oidio

- Prevale nel clima **Mediterraneo**
- **Riduzione della produzione e della qualità delle uve**
- Il danno agli acini è dato dal numero di cicli che il patogeno compie nella fase vulnerabile della vite: da germogliamento a **8°Brix**



Oidio: modello di latenza

- La durata di ciascun ciclo (latenza) dipende dalla temperatura dell'aria
- Temperatura ottimale: 22-27° C
- I cicli sono stati simulate tra le 8 foglie e gli 8° Brix

$$LAT_i = \gamma + \psi T_i - \tau T_i^2$$

$$LATP = \sum_i 1/LAT_i$$

Sporulation at $LATP = 1$



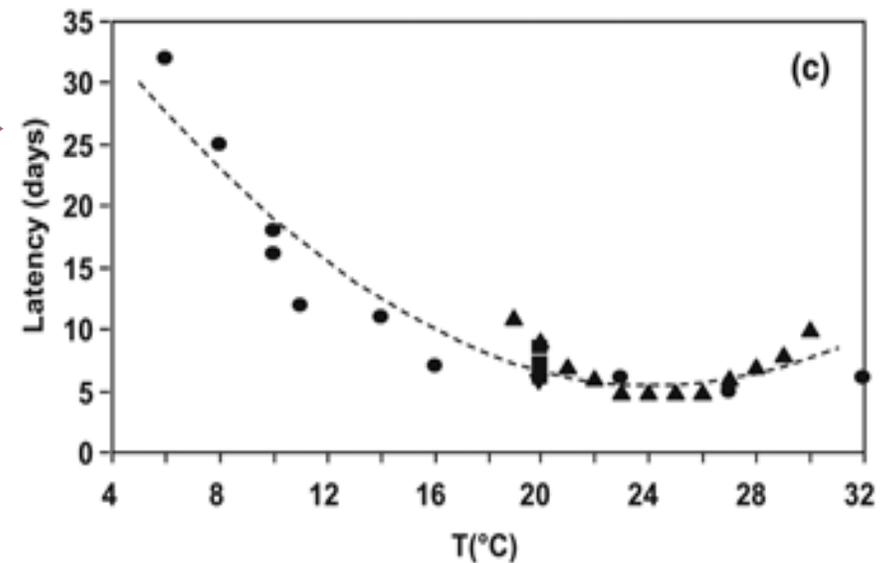
$$\gamma = 44.7;$$

$$\psi = 0.067;$$

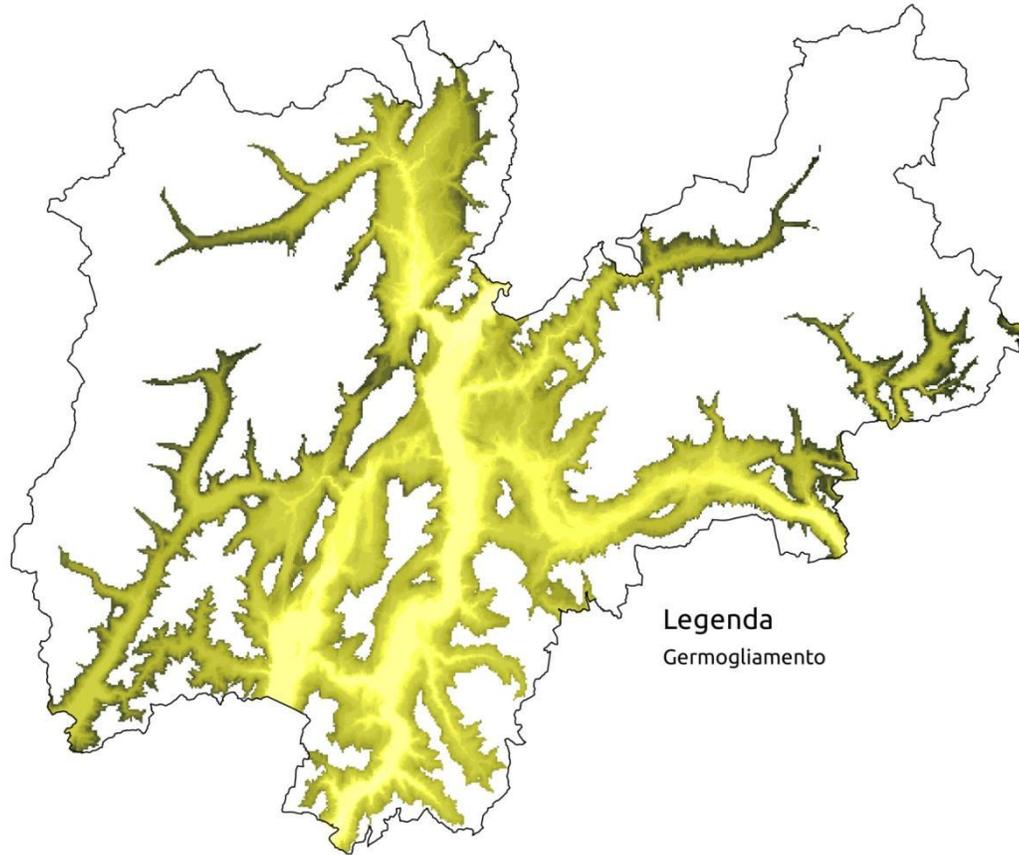
$$\tau = 3.244;$$

T = mean daily temperature (° C);

i = day of the year.

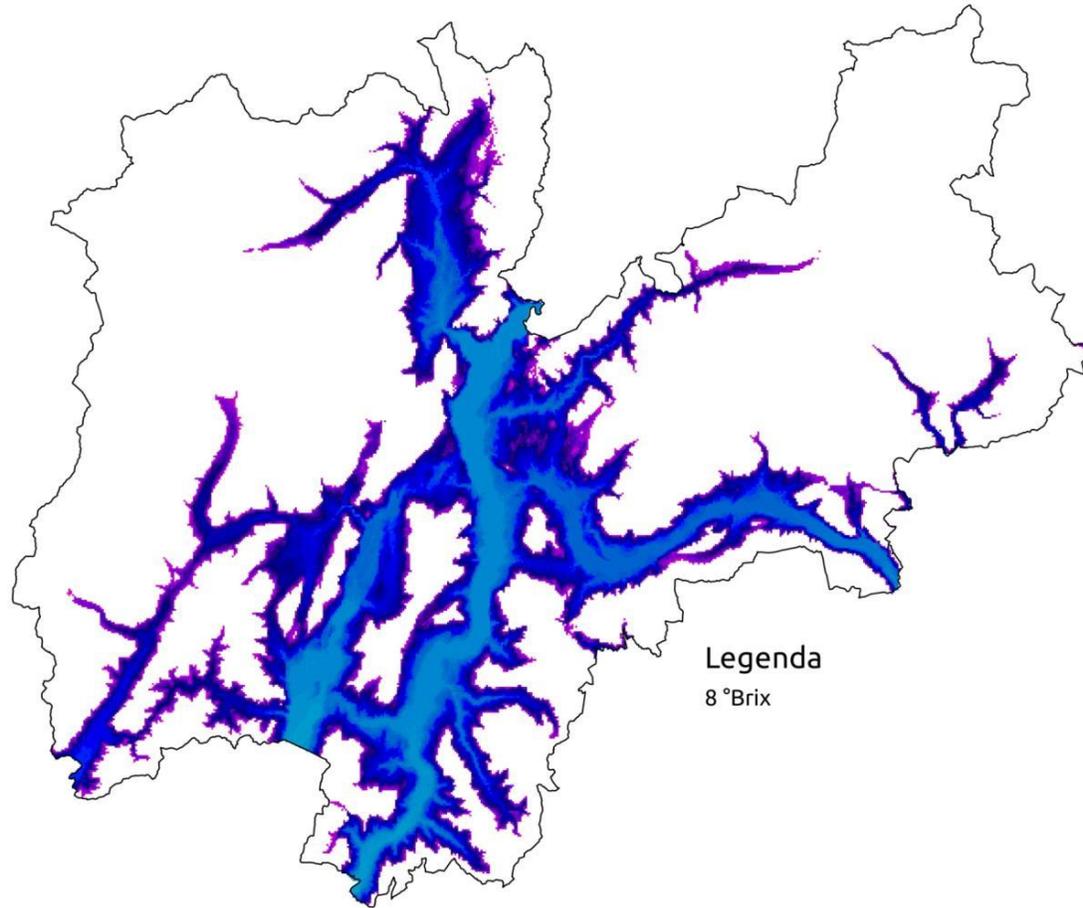


Inizio della suscettibilità



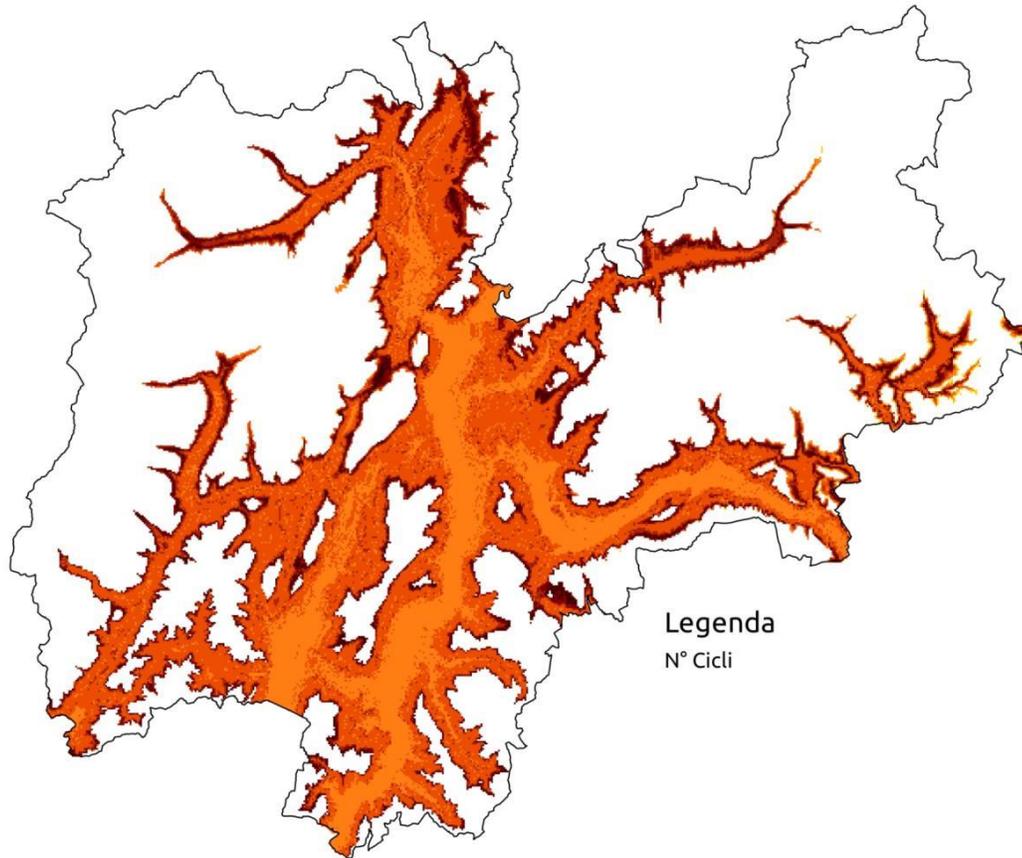
Colore	Etichetta
	14/04/2005
	15/04/2005
	16/04/2005
	17/04/2005
	18/04/2005
	19/04/2005
	20/04/2005
	21/04/2005
	22/04/2005
	23/04/2005
	24/04/2005
	25/04/2005
	26/04/2005
	27/04/2005
	28/04/2005
	29/04/2005
	30/04/2005
	01/05/2005
	02/05/2005
	03/05/2005
	04/05/2005
	05/05/2005
	06/05/2005
	07/05/2005

Fine della suscettibilità: 8 ° Brix



Colore	Etichetta
Light blue	20/07/2005
Cyan	25/07/2005
Blue	31/07/2005
Dark blue	05/08/2005
Very dark blue	10/08/2005
Black	15/08/2005
Dark purple	20/08/2005
Black	25/08/2005
Black	31/08/2005
Black	05/09/2005
Black	10/09/2005
Black	15/09/2005
Black	20/09/2005
Black	25/09/2005
Black	30/09/2005

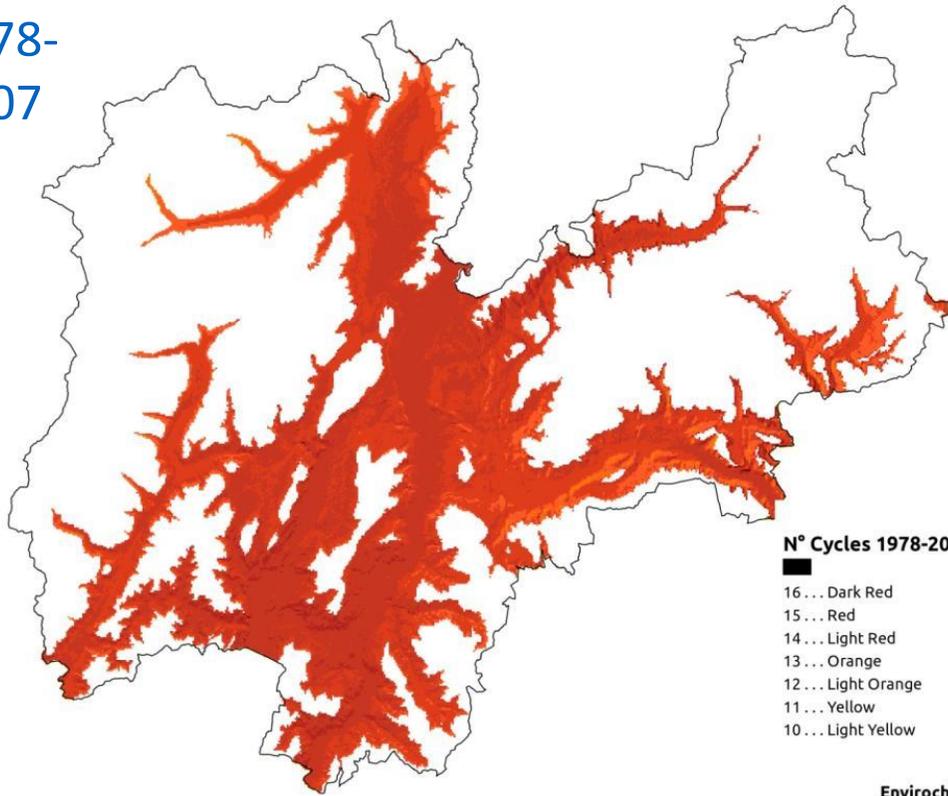
Numero di cicli della malattia



Colore	Etichetta
Yellow	14
Light Orange	14.5
Orange	15
Dark Orange	15.5
Red-Orange	16
Dark Red	16.5
Dark Red	17

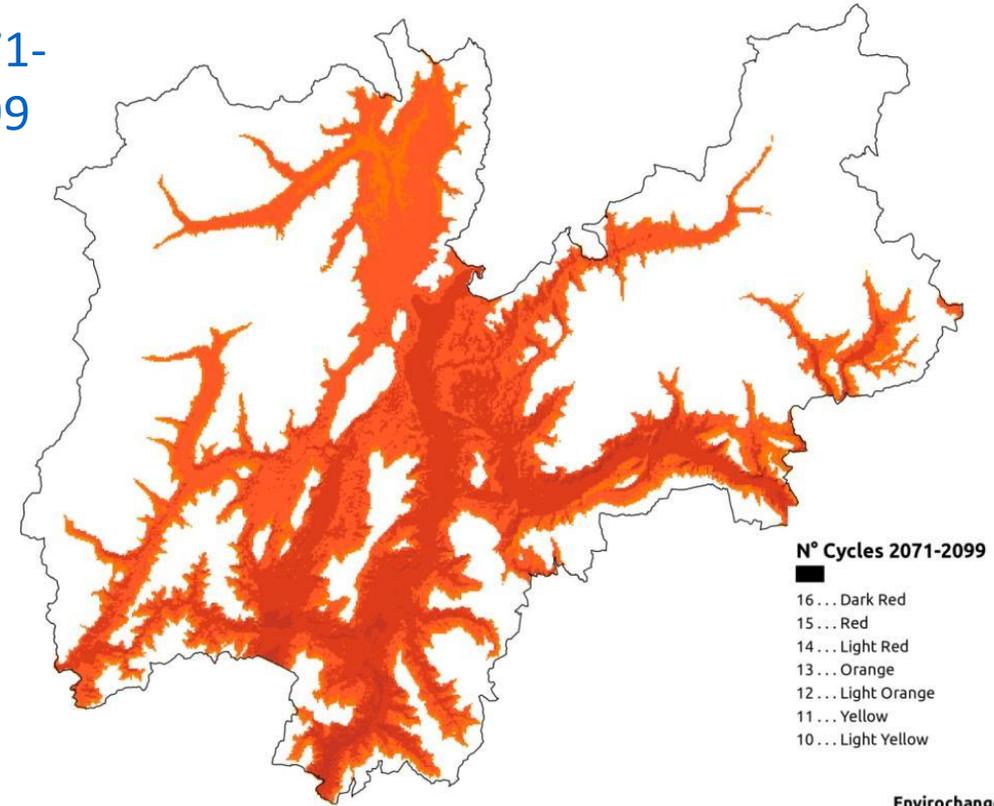
Numero di cicli nella fase sensibile nel passato e nel futuro

1978-
2007



Envirochange Project

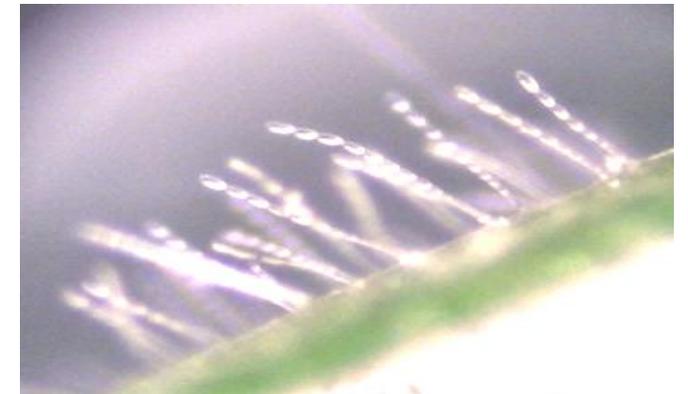
2071-
2099



Envirochange Project

Conclusioni (oidio)

- Diminuzione della malattia con il riscaldamento dovuto ad un **accelerazione della fenologia e alla temperatura che eccede il range ottimale** per lo sviluppo del patogeno
- Incertezza: il danno dipenderà anche da pioggia e umidità dell'aria che sono difficili da stimare
- Il patogeno **si adatterà** a condizioni di temperature più elevate?
- L'agricoltore planterà **varietà di vite meno suscettibili** all'oidio?



Effetto indiretto

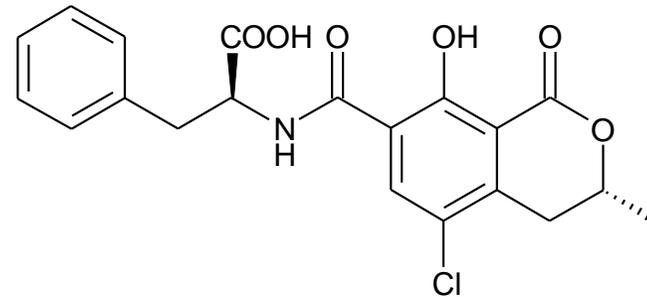
Più micotossine nel futuro?

Effetto indiretto del cambiamento climatico sulla contaminazione di ocratossina A delle uve

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

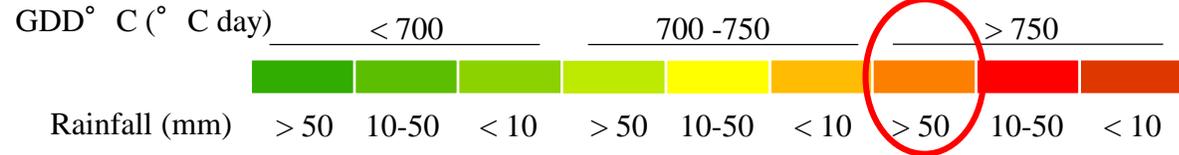


Influenza del clima sull'OTA e sulla presenza di aspergilli neri su uva

- In Europa più l'origine dei vini va verso il sud, maggiore è la frequenza di campioni con **maggior frequenza e concentrazione di OTA** nei campioni (Otteneder & Majerus, 2000)
- Un'analisi geostatistica ha evidenziato un **gradiente positivo, nord-sud, per l'incidenza degli aspergilli neri sull'uva** (Battilani et al. 2006)
- La presenza di ***A. carbonarius*** sulla vite è maggiore nelle regioni del sud del Mediterraneo (Perrone et al., 2007)
- **La temperatura elevata nel vigneto da invaiatura a raccolta è un importante fattore di rischio per l'aumento di OTA nell'uva** (Visconti et al. 2008)

Risultati – proiezioni climatiche

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



Expected
black *Aspergillus*
occurrence



1978-2007



A



2021-2050



B



2071-2100



C



Trattamenti fitosanitari

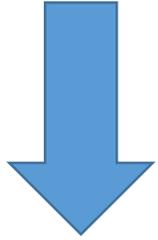
Maggior o minor numero di trattamenti rameici contro peronospora?

1. Normative EU e restrizioni su uso di rame
2. Ci si attende la necessità di ricorrere ad un maggiore o minore uso del rame in viticoltura biologica?

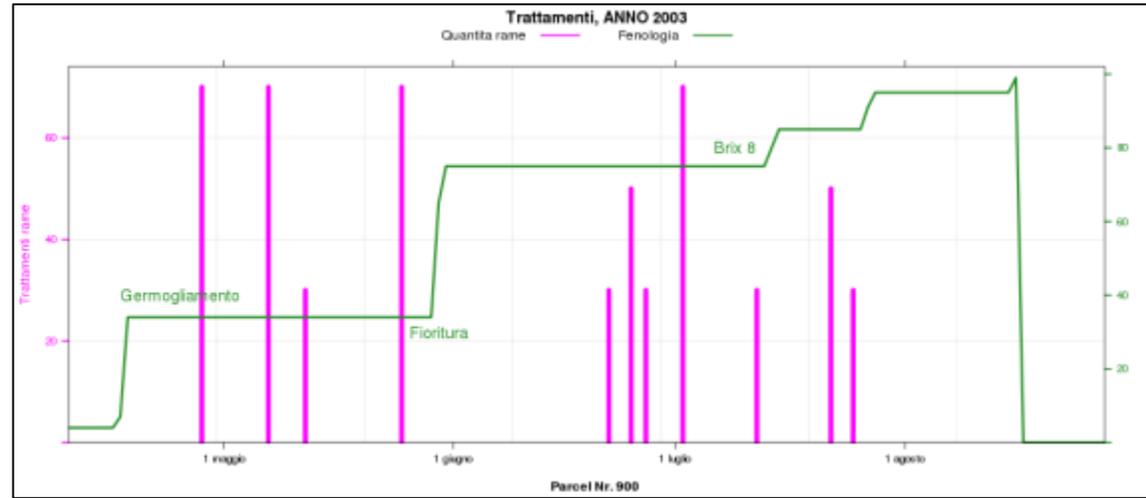
Modello usato: (Development and evaluation of a warning model for the optimal use of copper in organic viticulture. Pellegrini et al, 2010)



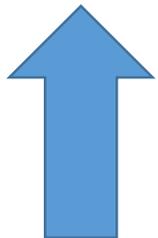
Come cambierà l'uso del rame in viticoltura biologica nel futuro?



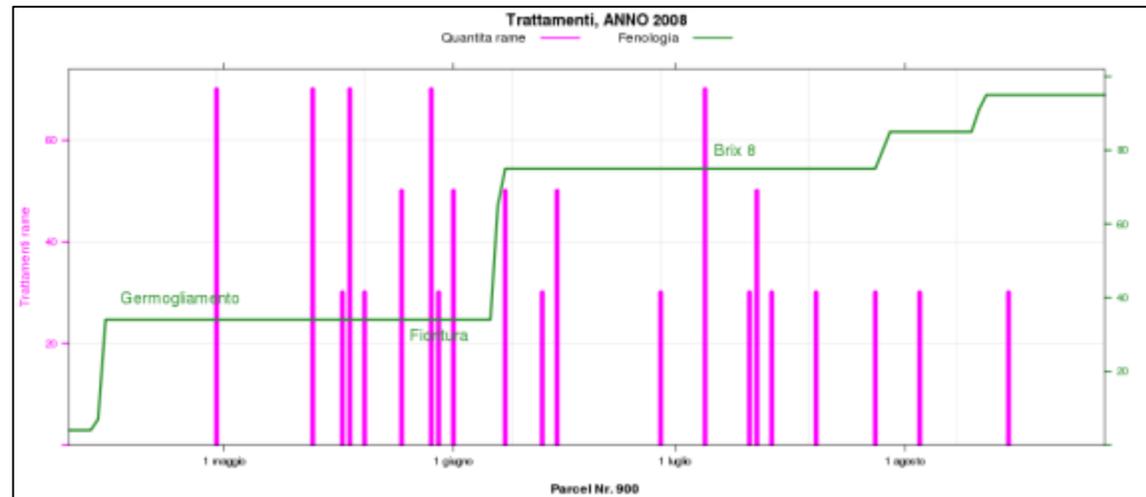
2003



Estate molto calda

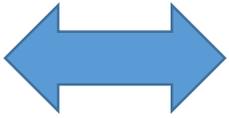


2008

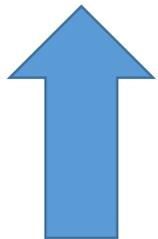
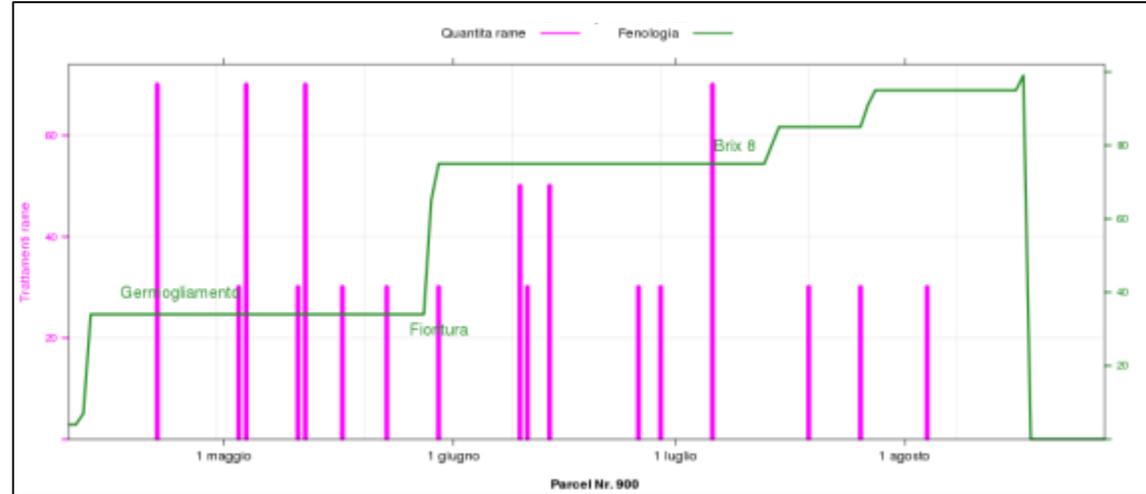


Estate molto umida
e piovosa

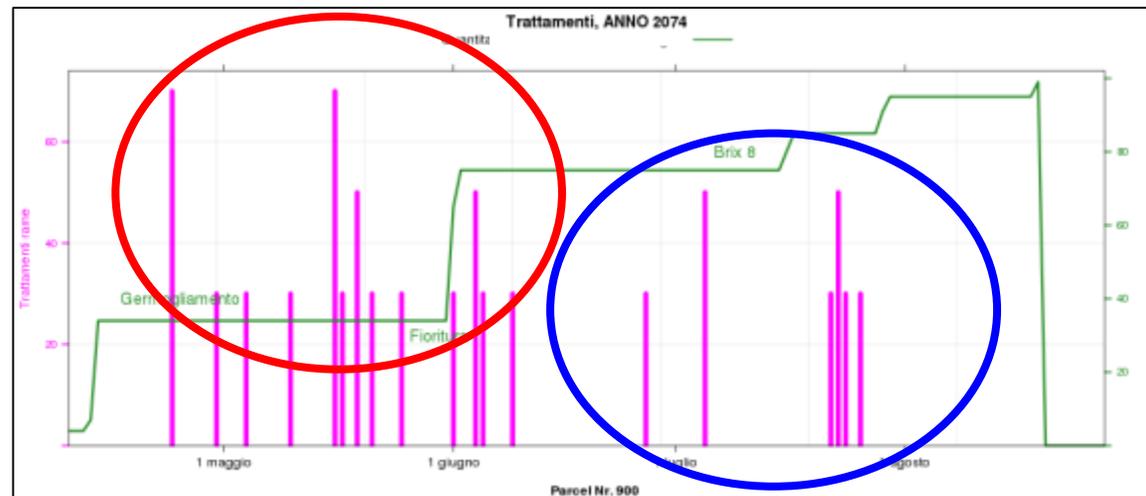
Come cambierà l'uso del rame in viticoltura biologica nel futuro?



2021/2050



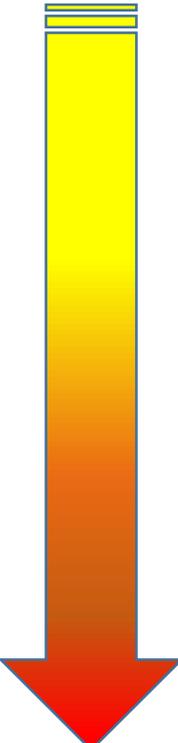
2071/2099



Adattamento - mitigazione

Come attuarlo? Come l'adattamento impatterà la perdita di produzione?

Cambiamento climatico e le opzioni di adattamento per l'agricoltura del futuro

- 
- Cambio vitigni o tipologia vini
 - Nuove aree di produzione (spostamento in altitudine)
 - Pratiche agronomiche (potatura, sistema di allevamento, protezione fisica, ecc.)
 - Gestione dell'irrigazione
 - Nuovi principi attivi contro patogeni e parassiti emergenti
 - Nuove colture
 - Nuovi sistemi di produzione (agricoltura indoor, agricoltura verticale, idroponica/aeroponica, ecc.)



Conclusioni

- **Parziale comprensione** degli effetti di medio e lungo periodo del cambiamento climatico sul complesso di interazioni tra piante, patogeni e i loro fattori di controllo (inclusi i possibili adattamenti) e **manca di modelli** che possano catturare questa complessità
- Naturale **variazione stagionale** del tempo atmosferico
- **Incapacità di predire** la temperatura e l'umidità relativa a livello **microambientale**
- **Fattori non prevedibili o non riconoscibili** che possono influenzare l'epidemiologia di patogeni e parassiti (variazione nella virulenza, agenti di controllo biologici, ecc.)

L'impatto del cambiamento climatico sulla produzione e sui costi di produzione non può essere calcolato in modo accurato, ma solo stimato in una serie di scenari per guidare le scelte di lungo termine

Grazie per l'attenzione!

ENVIRO**CHANGE**

