

fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

Modelli previsionali nella fenologia della vite e in particolare nella maturazione

Luigi Mariani

Programma della lezione

1. definizioni
2. Cenni storici
3. standard osservativi, riferiti soprattutto al progetto IPHEN (Mariani et al., 2012)
4. modelli fenologici (come si realizza un modello a base termica, come se ne possono illustrare i risultati con diagrammi o cartografie).
5. schema di analisi e previsione fenologica
6. modellazione della fenologia del Sangiovese
7. Serie storiche di fenologia della vite

Mariani L. et al 2012. IPHEN — a real-time network for phenological monitoring and modelling in Italy, Int J Biometeorol DOI 10.1007/s00484-012-0615-x



1. Definizioni

Analisi e previsione

In meteorologia, in fenologia e più in generale in modellistica si parla di **analisi** (analysis) riferendosi allo stato attuale di un sistema e di **previsione** (forecast o prediction) riferendosi allo stato futuro.

Nello specifico si parla di previsioni a brevissimo (6-24 ore), breve (1-3 giorni), medio (3-15 giorni) e lungo termine (1-6 mesi e oltre).

Esempi: analizzare lo stato fenologico ad oggi di tutti i vigneti della cv Sangiovese di un dato territorio o prevedere la data di raggiungimento della fase fenologica BBCH 93 (caduta foglie).

Fenologia

Fenologia: termine coniato nel 1853 dal botanico belga Charles François Antoine Morren (1807-1858) (Puppi, 2007) → deriva dai termini greci *phainomai*=appaio e *logos*=discorso). La fenologia si riferisce ad animali e vegetali e in questa lezione parleremo di fenologia vegetale (fitofenologia) con riferimento alla vite.

Definizione operativa di fenologia vegetale: studio della sequenza delle fasi macroscopiche (stadi di sviluppo ben visibili ad occhio nudo) che caratterizzando il ciclo di vita delle piante (Mariani et al., 2013).

Puppi G., 2007. Origin and development of phenology as a science, Italian Journal of Agrometeorology, n. 3, 24-29.

Mariani L., Alilla R., Cola G., Dal Monte G., Epifani C., Puppi G., Failla O., 2013. Iphen - a real time network for phenological monitoring and modeling in Italy, Int. J. Biometeorol., DOI 10.1007/s00484-012-0615-x

Genotipo, fenotipo e ambiente

Sequenza delle fasi fenologiche: predeterminata geneticamente

Ritmo di accadimento: determinato dai fattori ambientali (fisici, chimici, biologici, agronomici).



2. Cenni storici

Il passato remoto

E' intuitivo pensare che l'attenzione alla fenologia vegetale nasca milioni di anni fa e da sempre accompagna i nostri progenitori e la nostra stessa specie durante la lunghissima fase di caccia e raccolta e dopo la rivoluzione neolitica.

Testimonianze scritte di eventi fenologici di piante e animali si hanno in Cina (11 ° secolo aC) e sempre in Cina si ha il più antico esempio di calendario fenologico (8 ° secolo aC).

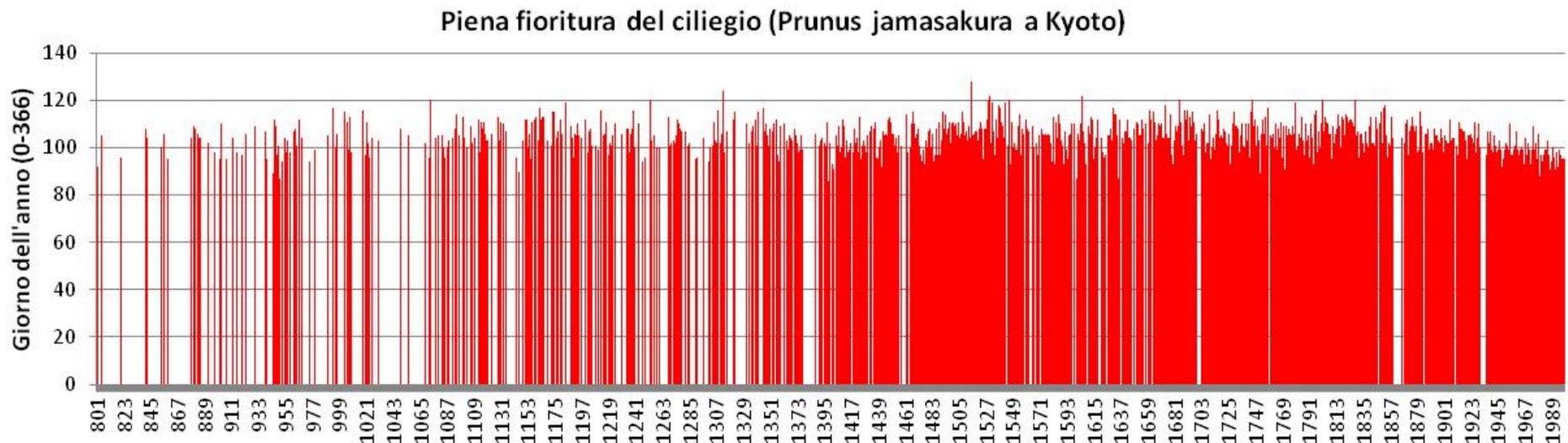
Medioevo e rinascimento

In **Giappone** abbiamo una serie storica di fioritura del ciliegio a Kyoto che ha inizio nel IX secolo dC.

In Europa si hanno innumerevoli registrazioni delle date di **inizio e fine vendemmia** per scopi legali ->

- perseguire legalmente i ladri di uva.
- interrompere le attività lavorative (ad es. dei parlamenti locali) per permettere alle persone interessate di seguire le attività di vendemmia

Fioritura ciliegio da fiore a Kyoto



Fonte: <http://atmenv.envi.osakafu-u.ac.jp/aono/kyophenotemp4/>

Media 801-1000: 102

Media 1901-2010: 101

Problema della qualità e
continuità delle serie storiche



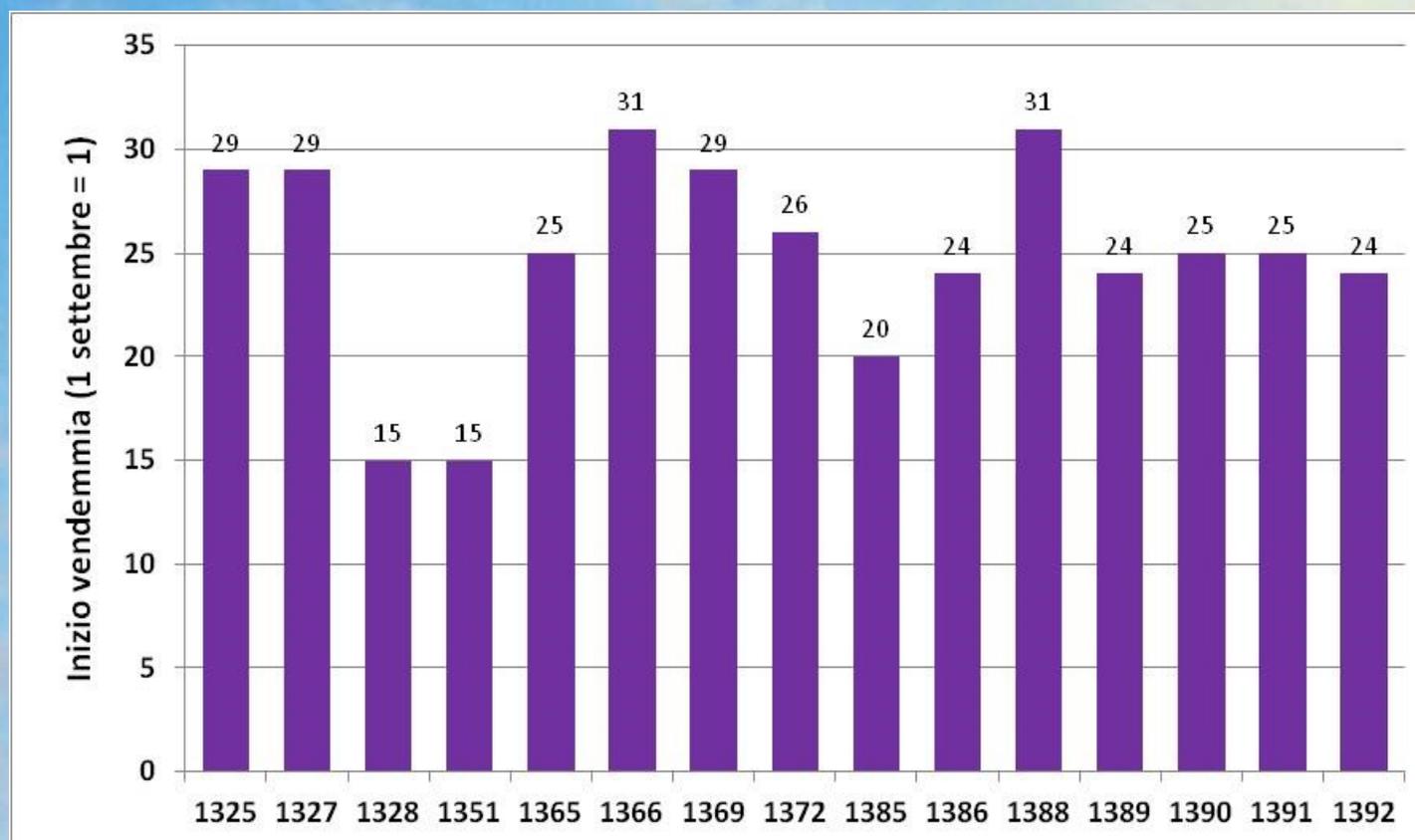
<https://ryo-n7.github.io/2018-04-02-sakura-surprise/>

Date di inizio vendemmia a Torino (1325-1392)

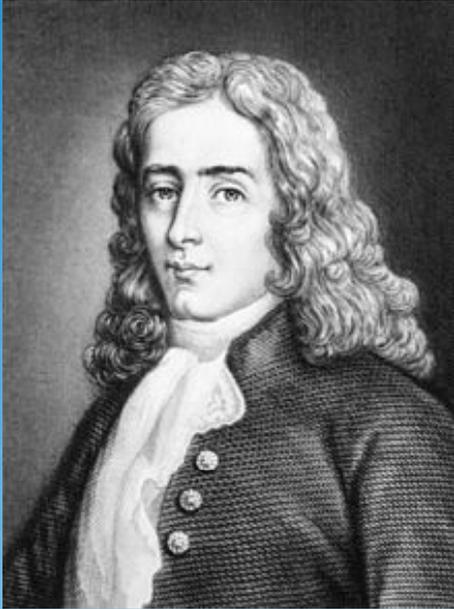
Fonte: Liber consiliorum di Torino

(PDF disponibili al sito

http://www.comune.torino.it/archivistorico/cons_online/fonti_1325-1392.html)



18° secolo – Nascono in primi modelli fenologici



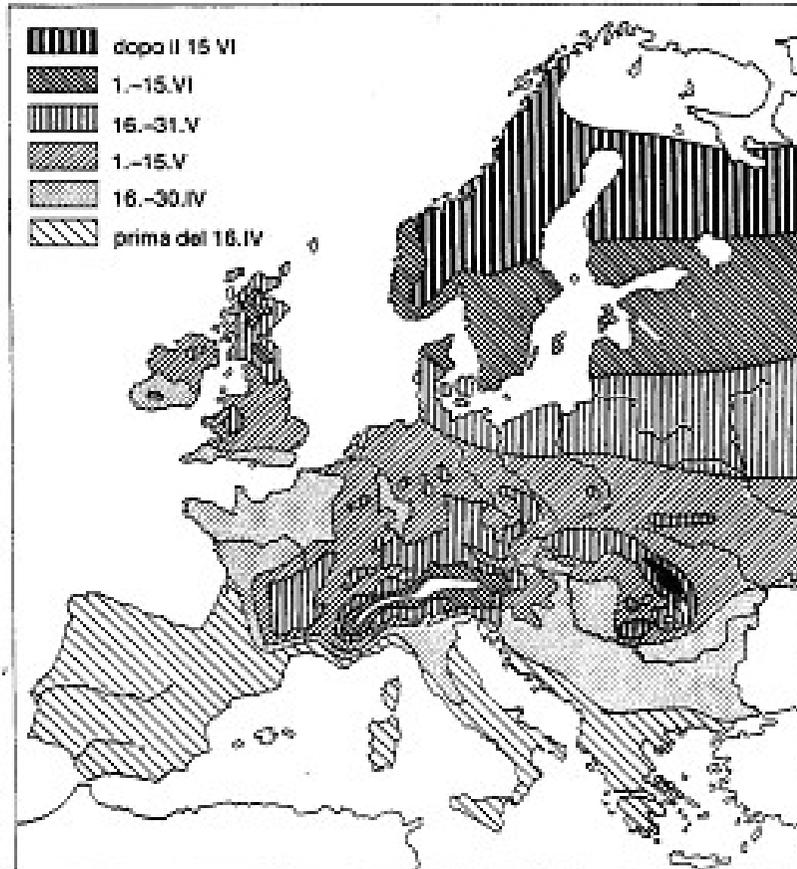
René Antoine Ferchault de Réaumur

(1683–1757) si avvede che la fioritura di alcune specie avviene quando la somma delle temperature ambientali dei mesi precedenti raggiunge un certo valore e formalizza queste relazioni in termini matematici nel primo modello a sommatorie termiche (1735).

Michel Adanson (1727-1806), naturalista francese, nel 1750 modifica il modello di Reaumur introducendo un concetto che prelude a quello di cardinale minimo (sommatorie calcolate escludendo le temperature inferiori a 0°C).

XIX secolo – nasce la cartografia fenologica

Carta europea della fioritura del lillà (*Syringa vulgaris* L.)
prodotta da Hoffmann and Ihne (Larcher, 1983)



<http://www.uwm.edu/Dept/Geography/npn/networks.html>

Larcher W., 1983. *Physiological Plant Ecology*, Springer.



3. Gli standard osservativi

Quali standard

Quali fasi rilevare (scale fenologiche)

Metodi di campionamento (vigneto prescelto, quante piante, ecc.)

Quando rilevare (frequenza di rilevamento)

Che significato dare alle osservazioni (raffronto con la norma – le normali fenologiche)

Cosa rilevare – le scale fenologiche

Non ci può essere scienza senza tassonomia.

Le **tassonomie** in fenologia vegetale sono costituite dalle **scale fenologiche**. Non esistendo un vero e proprio ente di standardizzazione, le scale si devono ad autori che hanno creato degli **standard di fatto** -> esempi per la vite:

- Scala PFS Baggiolini
- Scala di Eikorn e Lorenz (Lorenz et al., 1994)

Nel tempo tali scale sono state recepite e diffuse da organizzazioni internazionali, quali la FAO, l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM/WMO) o l'Organizzazione Europea e Mediterranea per la Protezione delle Piante (OEPP/EPPO).

Lorenz, D.H.; K.W. Eichhorn; H. Bleiholder; R. Klose; U. Meier; E. Weber (1994). "Phänologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*)". *Vitic. Enol. Sci.* **49**: 66–70



La Scala BBCH

Scala BBCH

Growth stages of mono-and dicotyledonous plants

BBCH Monograph

2. Edition, 2001

Edited by Uwe Meier

Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry

Elenco scale presentate (Meier, 2001)

General Scale
Cereals, Rice, Maize
Oilseed rape, Faba bean, Sunflower
Beta beets
Potato
Fruits
Citrus, Olive, Coffee, Banana
Grapevine
Soybean, Cotton, Peanuts
Hop
Vegetable crops I
Vegetable crops II
Weeds

Scala BBCH – non solo vite...

E' applicabile a tutte le fanerogame

10 Stadi di sviluppo principali (da 0 a 9)

All'interno di ciascuno stadio principale: fino a 10 stadi secondari (da 0 a 9)

-> totale: 100 stadi

Gli stadi possono poi salire fino a 1000 suddividendo ogni stadio secondario in stadi terziari o **mesostadi** (anch'essi da 0 a 9).

In sintesi è oltremodo versatile.

Scala BBCH - Stadi principali

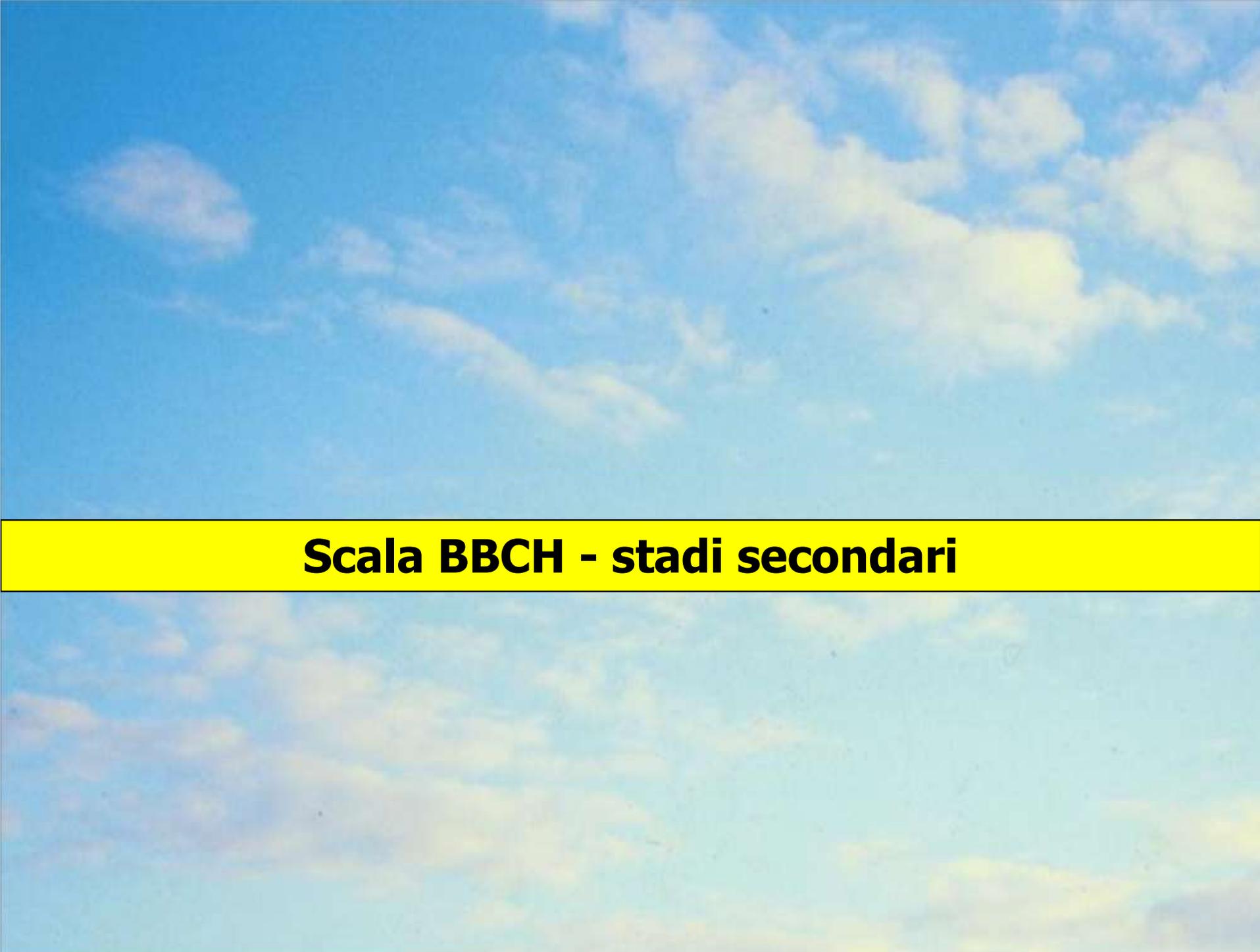
Table 1:

Principal growth stages

Stage	Description
0	Germination / sprouting / bud development
1	Leaf development (main shoot)
2	Formation of side shoots / tillering
3	Stem elongation or rosette growth / shoot development (main shoot)
4	Development of harvestable vegetative plant parts or vegetatively propagated organs / booting (main shoot)
5	Inflorescence emergence (main shoot) / heading
6	Flowering (main shoot)
7	Development of fruit
8	Ripening or maturity of fruit and seed
9	Senescence, beginning of dormancy

Non si usano per vite (*)

(*) es: 2,3,4=accestimento levata e botticella de cereali



Scala BBCH - stadi secondari

STADIOPRINCIPALE 0 – SVILUPPO DELLE GEMME (Meier, 2001)

00	Dormienza: le gemme invernali si presentano appuntite o arrotondate, chiare o marrone scuro a seconda della cultivar. Perule più o meno chiuse a seconda della cultivar.
01	Inizio ingrossamento gemme: le gemme iniziano a rigonfiarsi entro le perule che le racchiudono
03	Fine ingrossamento gemme: gemme rigonfie e perule divaricate.
05	“Gemme cotonose”: peluria cotonosa chiaramente visibile
07	Inizio apertura gemme: punte verdi dei germogli appena visibili
09	Rottura gemme: punte verdi dei germogli chiaramente visibili



**STADIO PRINCIPALE 1 – SVILUPPO DELLE FOGLIE (versione base, senza metastadi)
(Meier, 2001)**

11	La prima foglia si distende e si allontana dall'asse del germoglio
12	Seconda foglia distesa
13	Terza foglia distesa
14	Quarta foglia distesa
15	Quinta foglia distesa
16	Sesta foglia distesa
17	Settima foglia distesa
18	Ottava foglia distesa
19	Nove o più foglie distese



STADIO PRINCIPALE 1 – SVILUPPO DELLE FOGLIE (con uso dei mesostadi*)

Mesostadio 0 – prime 9 foglie

101	La prima foglia si distende e si allontana dall'asse del germoglio
102	Seconda foglia distesa
103	Terza foglia distesa
104	Quarta foglia distesa
105	Quinta foglia distesa
106	Sesta foglia distesa
107	Settima foglia distesa
108	Ottava foglia distesa
109	Nona foglia distesa

(*) Fonte: documentazione progetto IPHEN

STADIO PRINCIPALE 1 – SVILUPPO DELLE FOGLIE (con uso dei mesostadi*)

Mesostadio 1 – ulteriori 10 foglie

110	decina foglia distesa
111	Undicesima foglia distesa
112	Dodicesima foglia distesa
113	Tredicesima foglia distesa
114	Quattordicesima foglia distesa
115	Quindicesima foglia distesa
116	Sedicesima foglia distesa
117	Diciassettesima foglia distesa
118	Diciottesima foglia distesa
119	Diciannovesima foglia distesa

(*) Fonte: documentazione progetto IPHEN

STADIO PRINCIPALE 5 – SVILUPPO DELLE INFIORESCENZE

53	Infiorescenze chiaramente visibili
55	Infiorescenze distese con fiori chiusi e raggruppati fra loro
57	Infiorescenze pienamente sviluppate con fiori tra loro separati

STADIO PRINCIPALE 6 – FIORITURA

61	Inizio fioritura: 10% delle caliptre caduto
63	Fase intermedia: 30% delle caliptre caduto
65	Piena fioritura: 50% delle caliptre caduto
67	Fase intermedia: 70% delle caliptre caduto
69	Fine fioritura

STADIO PRINCIPALE 7 – SVILUPPO DEI FRUTTI

71	I giovani frutti iniziano a ingrossarsi; sono ancora presenti residui fiorali (allegagione)
73	Acini delle dimensioni di un granello di pepe (4 mm)
75	Acini delle dimensioni di un pisello (6 mm)
77	Chiusura grappolo (acini che iniziano a toccarsi)
79	Fila maggior parte degli acini si toccano

STADIO PRINCIPALE 8 – MATURAZIONE DEI FRUTTI

81	Inizio maturazione: bacche che da rigide divengono elastiche e iniziano a cambiare colore (invaiaatura)
83	Tutte le bacche hanno cambiato consistenza e colore
85	Addolcimento degli Acini (15 Brix)
89	Maturazione di raccolta (18 Brix per Chardonnay; 20 brix per Cabernet sauvignon)

Dormant bud	00		First leaf unfolded and spread away from shoot	11	
Beginning of bud swelling	01		2nd leaf unfolded	12	
End of bud swelling buds swollen, but not green	03		Inflorescence clearly visible	53	
"Wool stage" brown wool clearly visible	05		Inflorescence swelling, flowers closely pressed together	55	
Beginning of bud burst: green shoot tips just visible	07		Inflorescence fully developed; flowers separating	57	
Bud burst: green shoot tips clearly visible	09				



Scalabrelli G., Andreini L., Viti R., 2009. and Evolution of Esca symptoms on different combinations between grapevine varieties and rootstocks, April 2009, *Phytopathologia Mediterranea*, 48(1):178-179



55



57



61



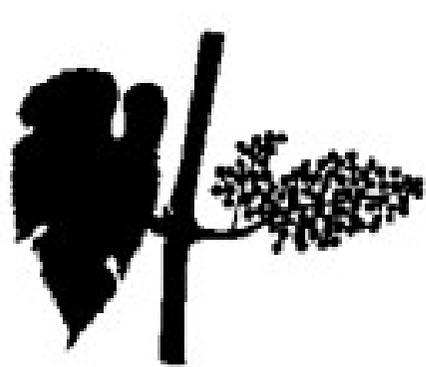
63



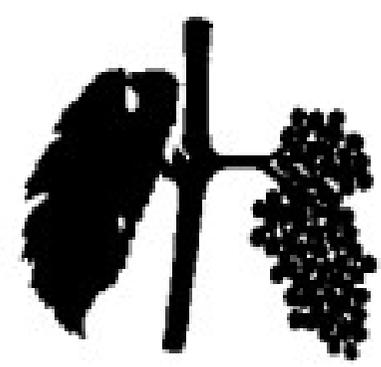
65



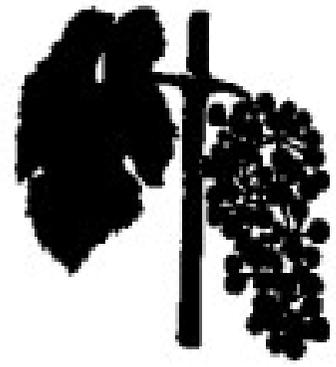
68



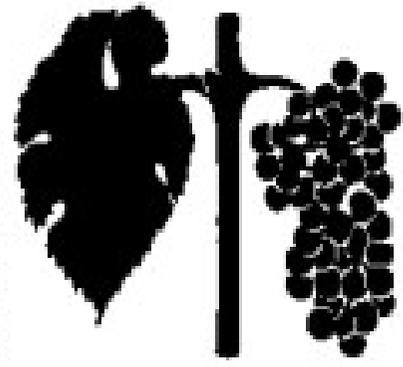
71



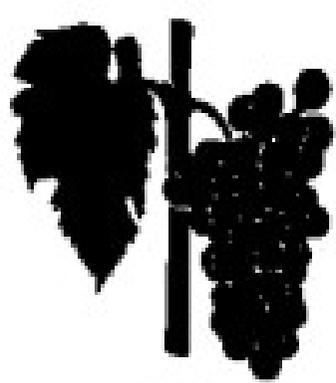
73



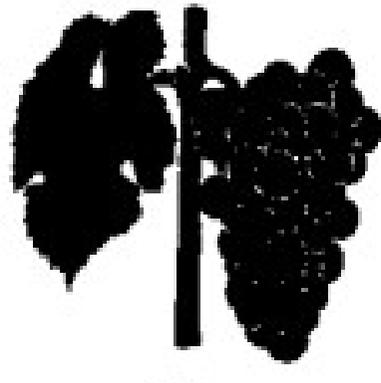
75



77



81



89



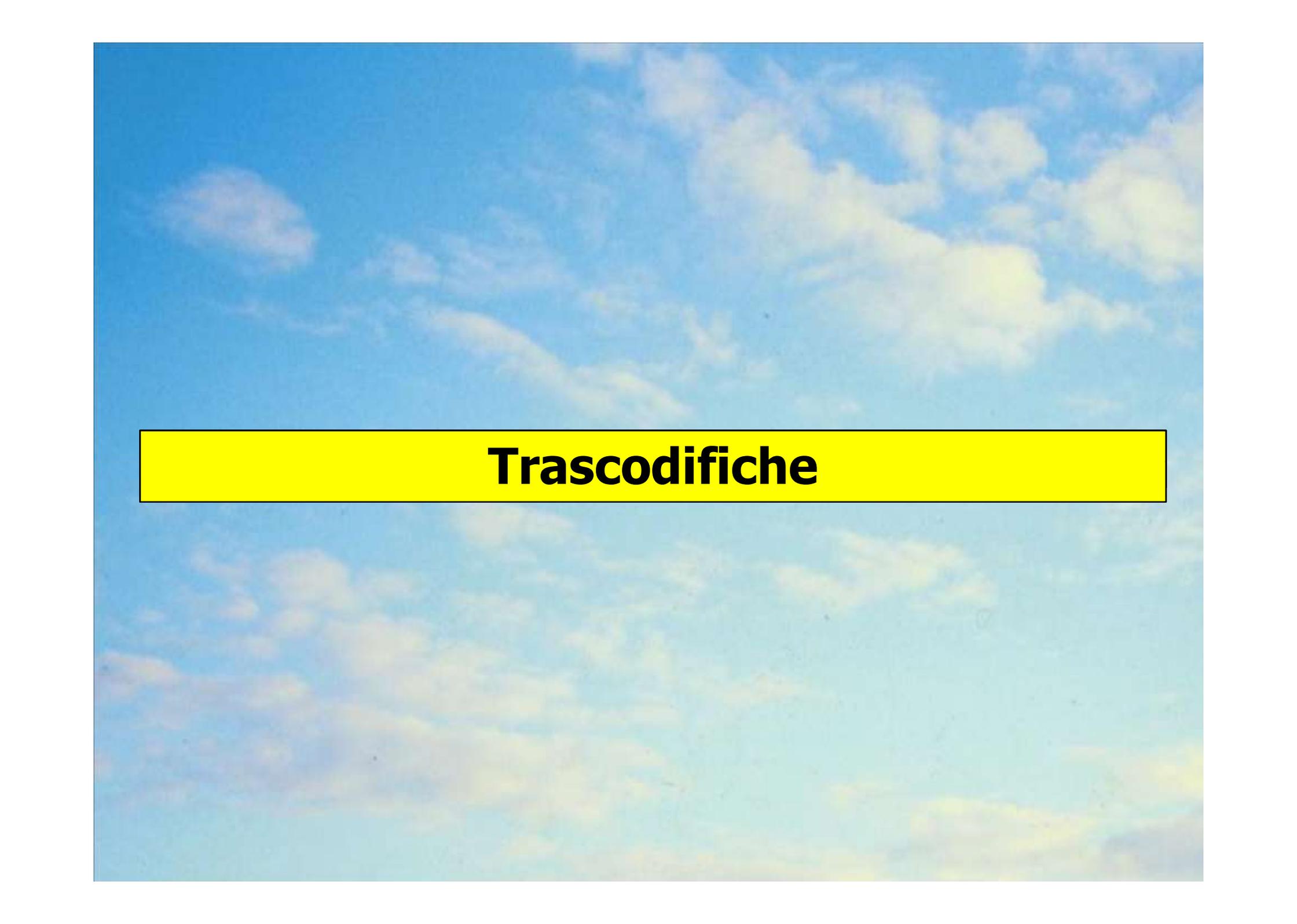
91



93



97



Trascodifiche

La scala di Eikorn e Lorenz per la vite

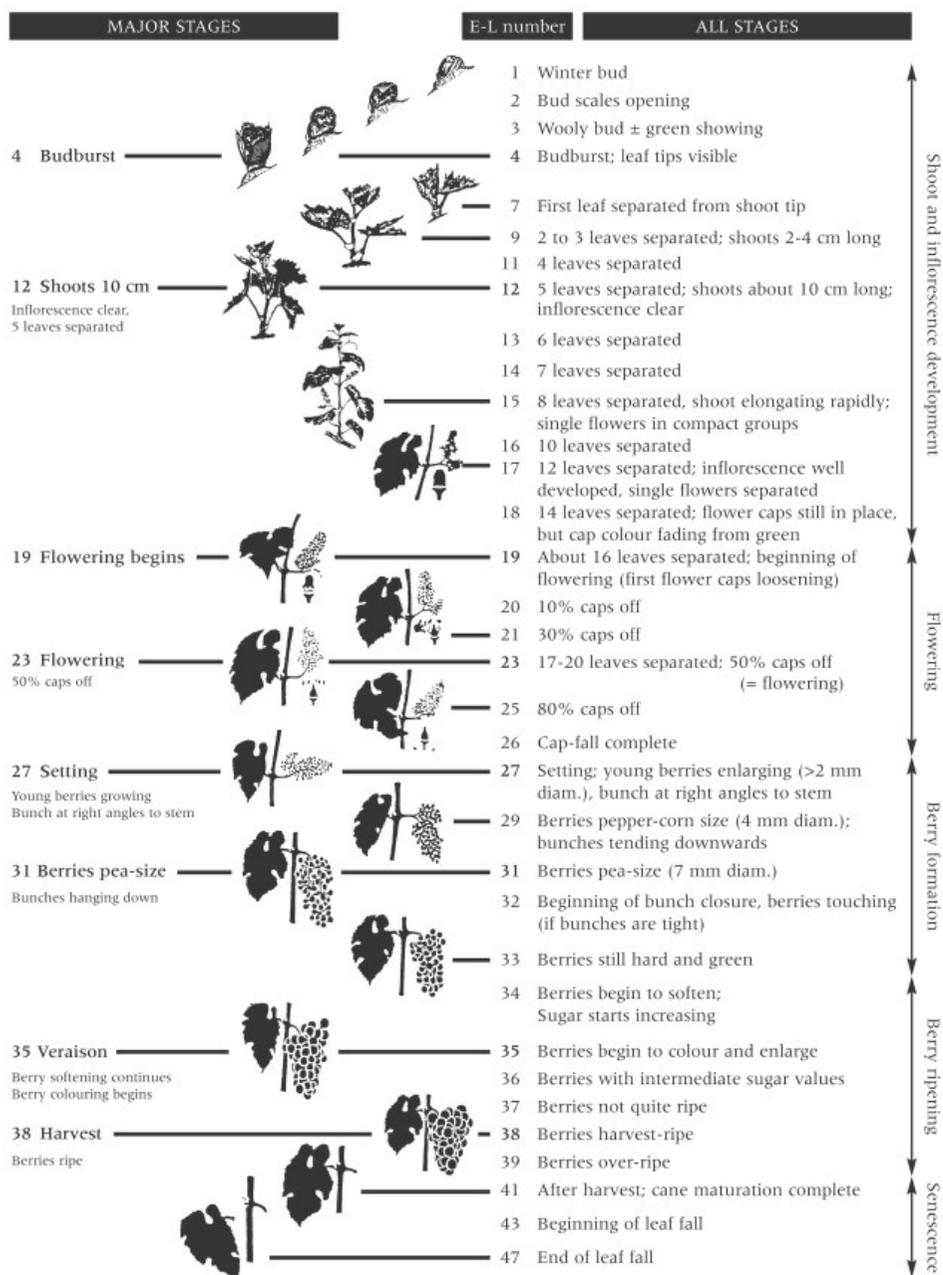
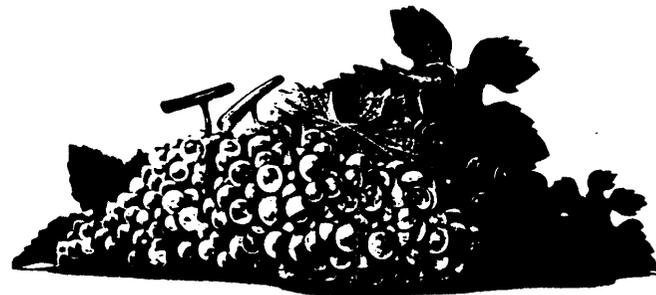
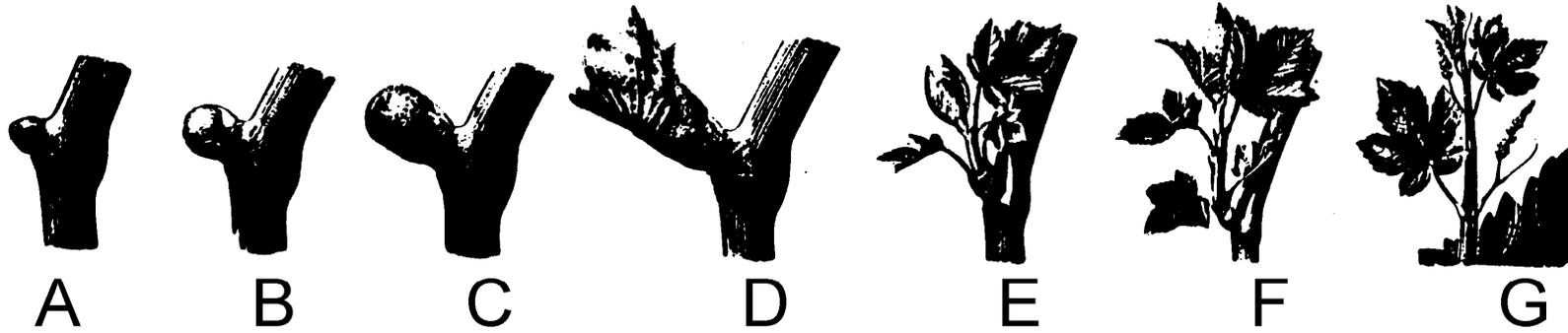


Figure 7.3 Modified E-L system for identifying major and intermediate grapevine growth stages (revised from Coombe 1995). Note that not all varieties show a woolly bud or a green tip stage (May 2000) hence the five budburst stages in the modified original 1995 system have been changed slightly by removing stage 4 and allocating the definition of budburst to what was formerly stage 5. Revised version of "Grapevine growth stages - The modified E-L system" Viticulture 1 - Resources. 2nd edition 2004. Eds. Dry, P. and Coombe, B. (Winetitles)

La scala PFS Baggiolini per la vite



M

fasì fenologiche della vite secondo la scala PFS - Baggiolini

CODICE (fig.7.3.2)	FASE	commenti
A	<i>Gemme in riposo</i>	le gemme chiuse sono appuntite o rotondeggianti a seconda della varietà;
B	<i>Gemme cotonose</i>	le gemme sono rivestite da vistosa lanugine;
C	<i>Punte verdi</i>	le perule si aprono mostrando la punta del futuro germoglio;
D	<i>Apertura gemme</i>	compaiono le prime foglie riunite in rosette;
E	<i>Foglie distese</i>	le prime foglie sono completamente aperte;
F	<i>Grappoli visibili</i>	i grappoli rudimentali appaiono alla sommità del germoglio, 4-6 foglie distese;
G	<i>Grappoli separati</i>	i grappoli si allontanano e si spaziano sul germoglio; <i>Bottoni fiorali separati</i> bottoni fiorali dell'infiorescenza a grappolo sono nettamente isolati;
H	<i>Bottoni fiorali separati</i>	
I	<i>Fioritura</i>	le corolle a forma di cappuccio (caliptre) si distaccano dal ricettacolo e sono spinte verso l'alto dagli stami;
J	<i>Allegagione</i>	ingrossamento dell'ovario, completa caduta dei residui fiorali; <i>Mignolatura</i> acini delle dimensioni di un granello di pepe;
K	<i>Chiusura grappolo</i>	gli acini iniziano a toccarsi;
L	<i>Invaiatura</i>	gli acini perdono di consistenza ed iniziano ad assumere il colore tipico della varietà;
M	<i>Maturazione</i>	i grappoli sono pronti per la raccolta (fine dell'accumulo fisiologico degli zuccheri);

Corrispondenze fra le diverse scale utilizzate per la vite (Botarelli et al., 1999) (*)

Fasi fenologiche	Scale		
	Baggiolini	BBCH	Eichhorn e Lorenz
gemme in riposo invernale	A	00	01
rigonfiamento gemme	—	01	02
gemme cotonose	B	05	03
punte verdi	C	07	05
apertura gemme	D	08	07
foglie distese	E	11-19	09
germogli lunghi 10 cm	—	—	—
grappoli visibili	F	53	12
grappoli separati	G	55	15
bottoni fiorali separati	H	57	17
fioritura	I	61-69	19-25
allegagione	J	71	27
mignolatura	—	73	29
sviluppo grappolo	—	75	31
chiusura grappolo	—	77	33
invaiatura	—	81	35
maturazione	—	89	38
inizio caduta foglie	—	93	43

(*)

<http://phenagri.entecra.it/documenti/pubblicazioni/aspetti/OK%20per%20PDF%20-%20COMPLETO%20-%20Aspetti%20generali%20delle%20osservazioni%20.pdf>



Modalità di campionamento

Standard di campionamento usate in IPHEN

Esempio:

Le osservazioni con scala BBCH su *Vitis vinifera* svolte nell'ambito di IPHEN (progetto di monitoraggio fenologico italiano nazionale coordinato da Crea e attivo dal 2006) prevedono:

- 2 varietà internazionali (Chardonnay e Cabernet Sauvignon)
- 10 piante rappresentative del vigneto (sviluppo normale e simile a quello medio del vigneto, sempre le stesse, evidenziate con fascette e da sostituire se hanno problemi).
- per ogni pianta 3 germogli (uno basale, uno mediano e uno apicale)
- rilievi settimanali

Mariani L. et al 2012. IPHEN — a real-time network for phenological monitoring and modelling in Italy, *Int J Biometeorol* DOI 10.1007/s00484-012-0615-x

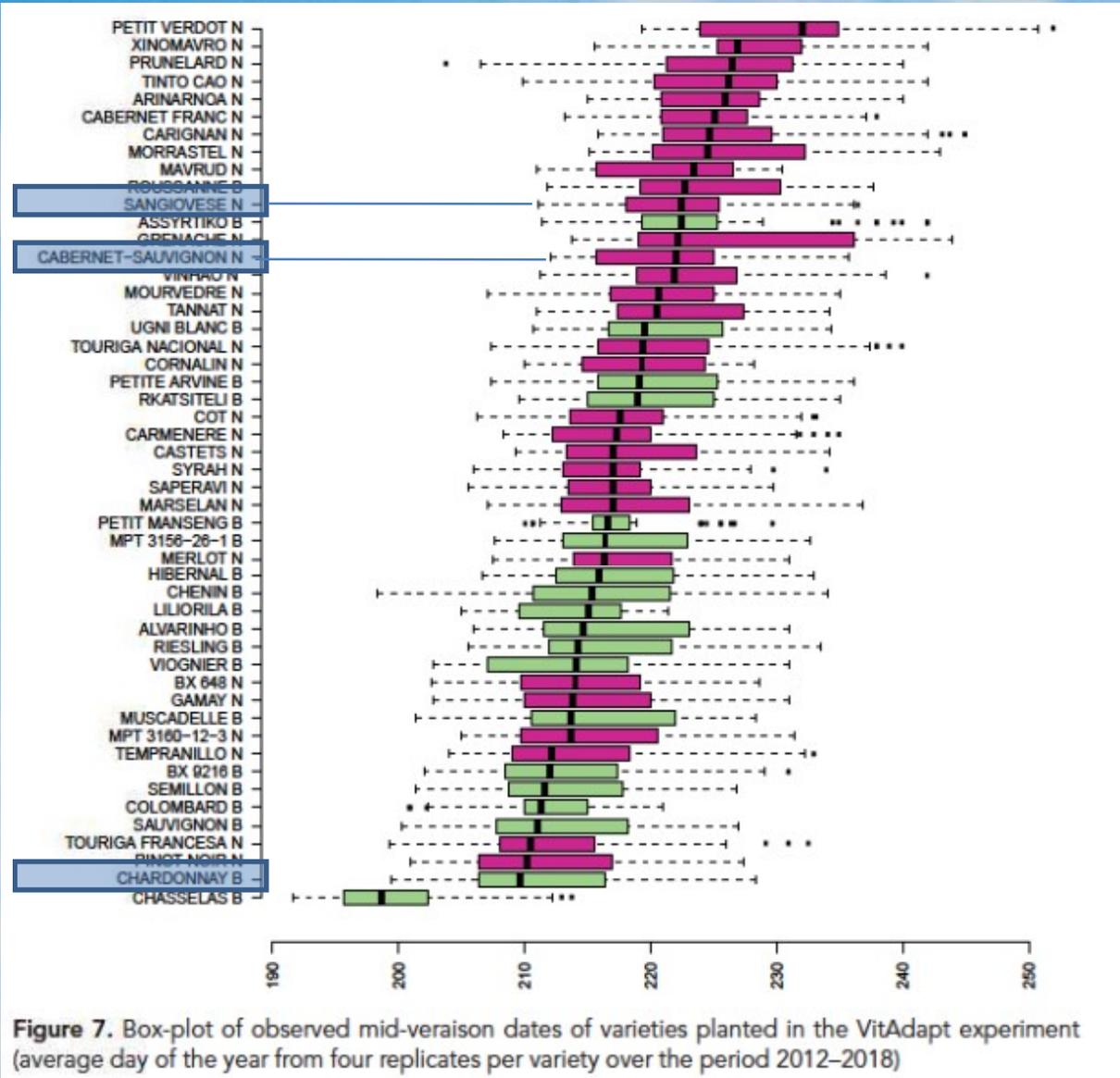
Perche Cabernet sauvignon e Chardonnay

CV internazionali diffuse in tutta l'Italia

Si richiamano all'idea di varietà di riferimento (come in passato fu fatto per il precocissimo *Chasselas doré*).

Perché una è precoce e l'altra medio-tardiva.

Date di invaiatura 2012-2018 a Bordeaux (van Leeuwen et al, 2019)



van Leeuwen et al., 2019. Adapting to climate change in Europe, Proceedings of the 7th Australian wine industry technical association, 21-24 July 2019.

A photograph of a bright blue sky filled with soft, white, scattered clouds. The clouds are of various sizes and are distributed across the entire frame, creating a serene and open atmosphere.

4. I modelli fenologici

Presupposto: vegetale come "sensore biologico"

Il ritmo fenologico

A) risponde ad una vasta gamma di variabili fisiche ->

- temperature dell'aria e del terreno e loro ciclicità (termoperiodo)
- radiazione solare e sue ciclicità (fotoperiodo)
- altre variabili meteorologiche (precipitazione, umidità relativa, vento, ecc.)
- Contenuto idrico del terreno.

B) risponde a molte variabili agronomiche come potature, concimazioni, irrigazioni, trattamenti, superamento della vernalizzazione indotto con agenti chimici (idrogenocianamide), ecc.

Un vegetale non è un vero termometro!

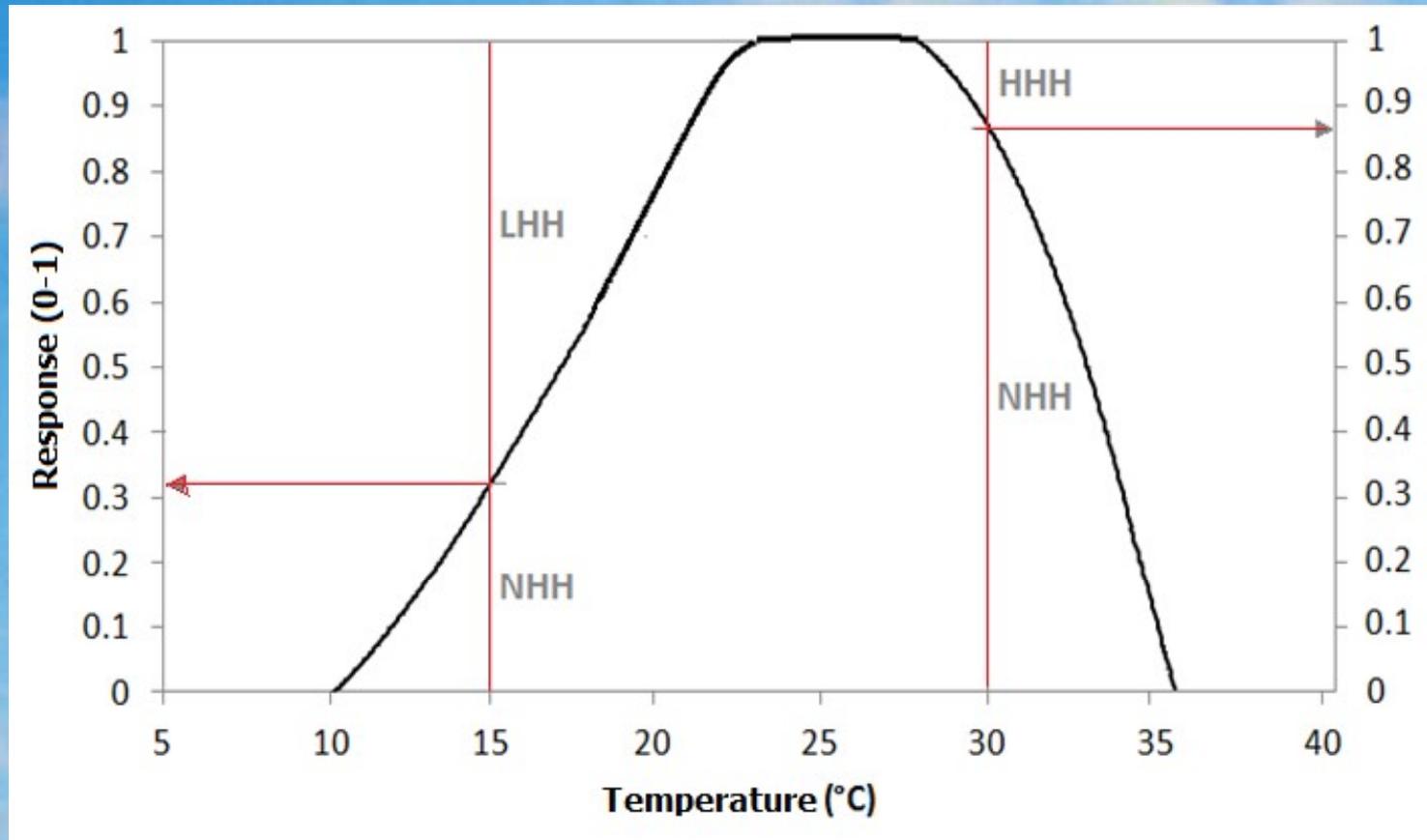
Ritmi fenologici: sono governati da un orologio biologico che è assai difficile da descrivere e leggere (è strettamente legato alla fisiologia vegetale e ai messaggeri ormonali)

→ Per questa ragione un orologio termico è spesso considerato in luogo di quello biologico

Limitazioni: la linearità della risposta è un pre-requisito chiave per i sensori termometrici (es: termometro a mercurio → dilatazione termica per unità termometrica costante su una vasta gamma di temperature).

Le piante non sono veri termometri (i loro obiettivi biologici si traducono in risposte non lineari alle temperature).

Curva di risposta della fenologia della vite alle temperature orarie



Data una temperatura oraria la curva di risposta consente di ricavare la risposta fenologica espressa in ore normali di caldo (NHH)

(Esempio In figura: un'ora trascorsa a 15°C corrisponde a 0,32 NHH, una a 30°C corrisponde a 0,88 NHH. I complementi a 1 (0,68 ore per 15°C e 0,12 ore per 30°C) corrispondono a "ore inutili" per difetto o eccesso termico.

Come si è parametrizzata la curva

La curva è parametrizzata utilizzando apposite temperature cardinali (qui quelle che utilizzo per i miei modelli):

tc_min1:=12

tc_opt1:=24

tc_opt2:=26

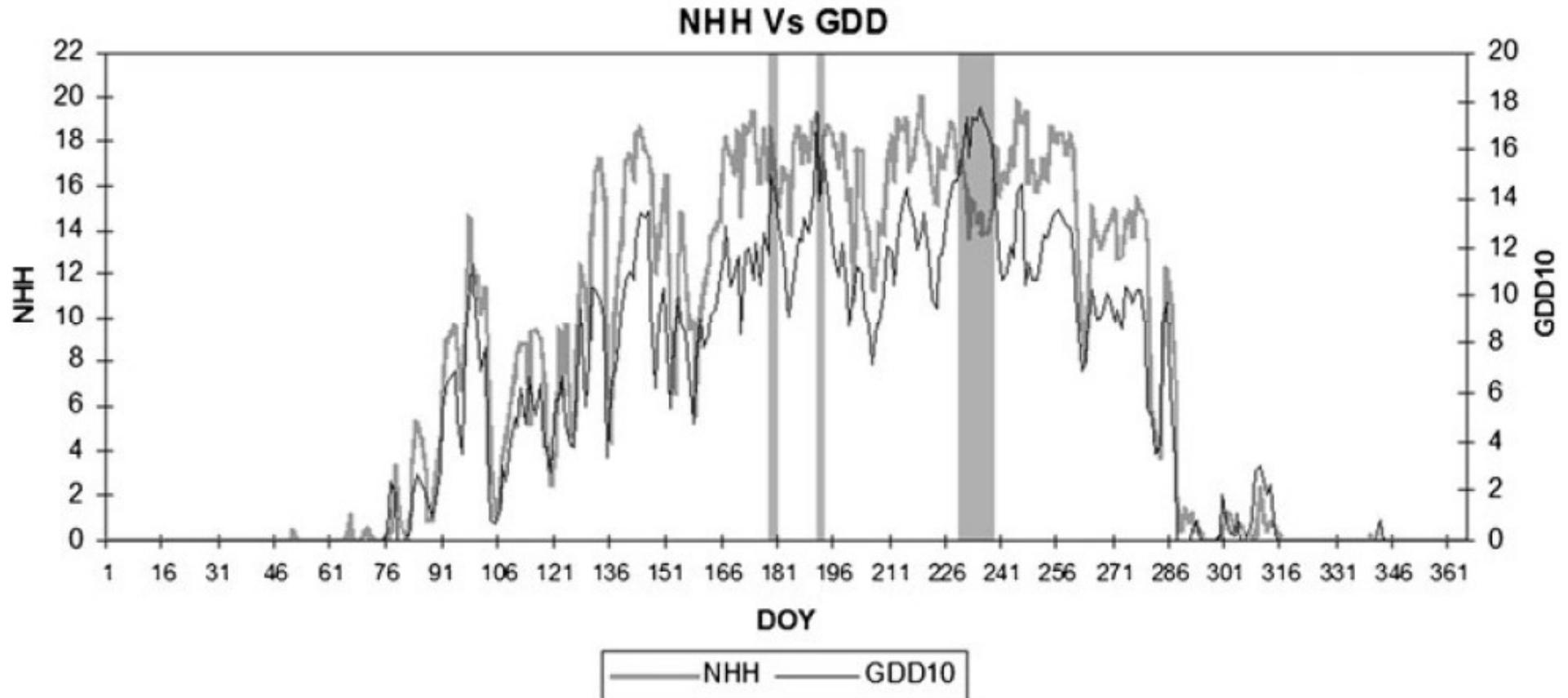
tc_max1:=35

Si tratta di valori ottenuti testando una lunga serie di combinazioni di cardinali e scegliendo infine quella che minimizzava l'errore di ricostruzione dei dati fenologici osservati in Italia per Chardonnay e Cabernet S.

Mariani L. et al 2012. IPHEN — a real-time network for phenological monitoring and modelling in Italy, Int J Biometeorol DOI 10.1007/s00484-012-0615-x

Perchè un approccio a NHH e non a somme termiche?

Analisi svolta su dati 2011 per San Damiano (PC). Le bande verticali in grigio evidenziano le maggiori differenze fra i due approcci.



Mariani L. et al 2012. IPHEN — a real-time network for phenological monitoring and modelling in Italy, *Int J Biometeorol* DOI 10.1007/s00484-012-0615-x

Le normali fenologiche

Per valutare l'anomalia di comportamento di una singola annata rispetto alla norma (effetto annata).

In analogia con quanto accade per la meteorologia la normale dovrebbe essere costituita da 30 anni di dati (non meno di 20 anni).

E' raro avere serie osservative tanto lunghe ma quantomeno 10-20 anni sarebbero necessari.

Il problema si può bypassare operando con modelli (esempio per le analisi mensili pubblicate su L'Enologo la normale di riferimento è data dai dati degli ultimi 20 anni – 2001-2020 per il 2021).

Clima ed effetto annata - temperature

Torrazza Coste – trentennio 1981-2010

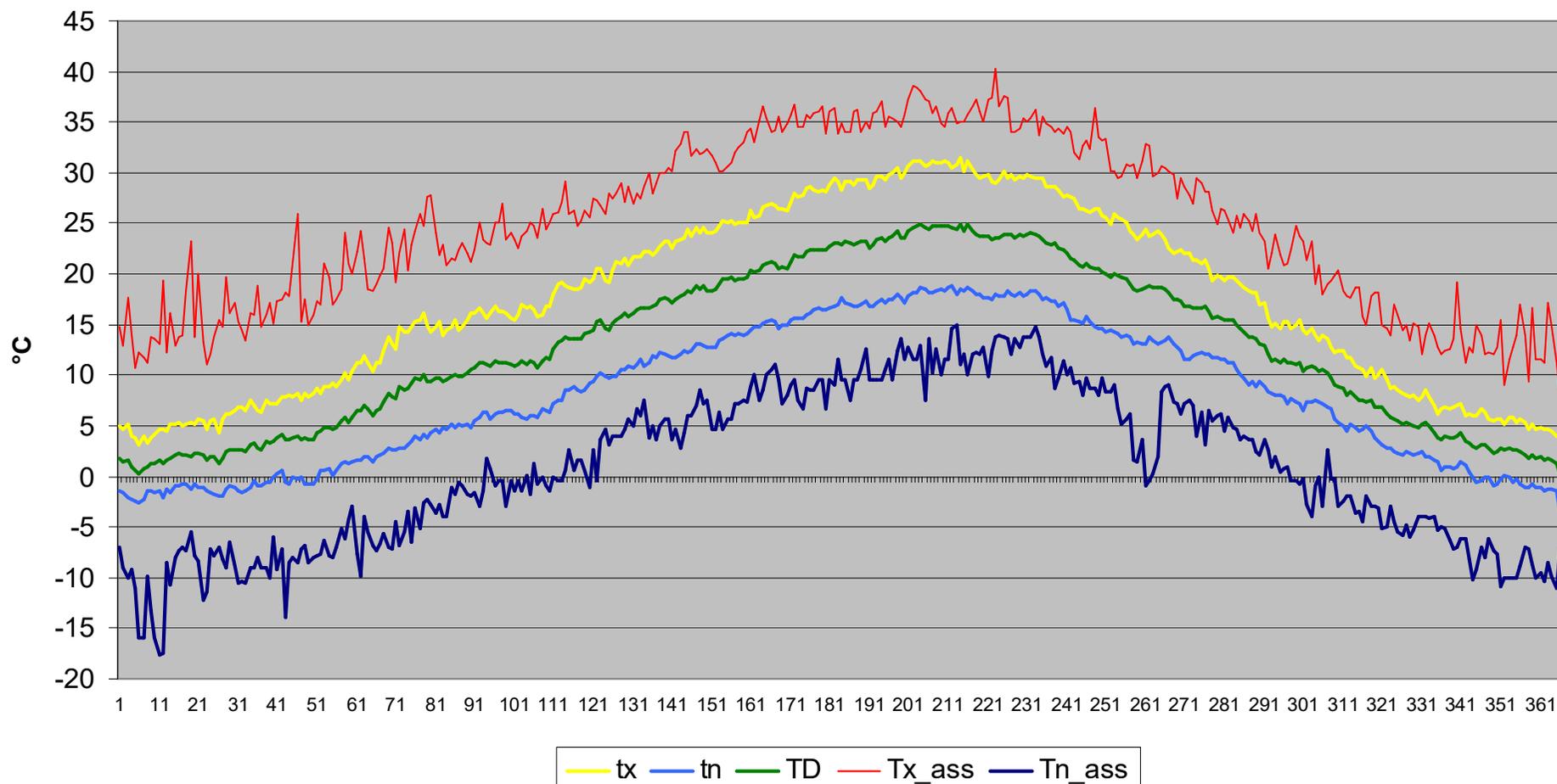
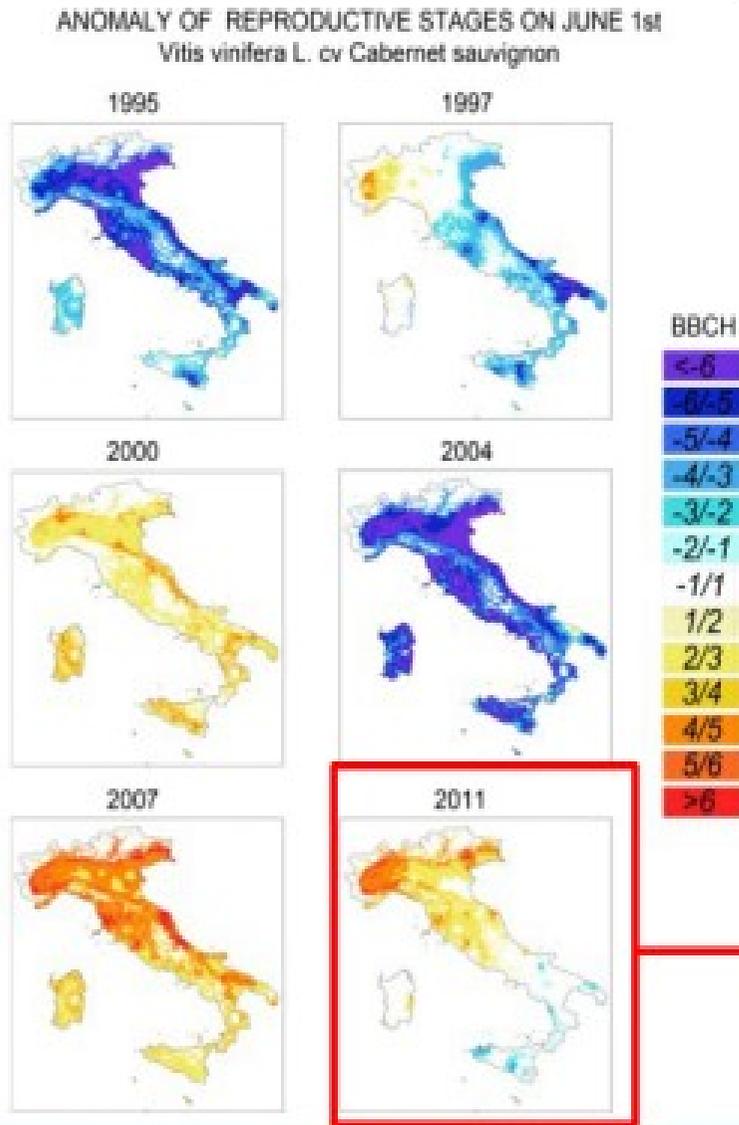
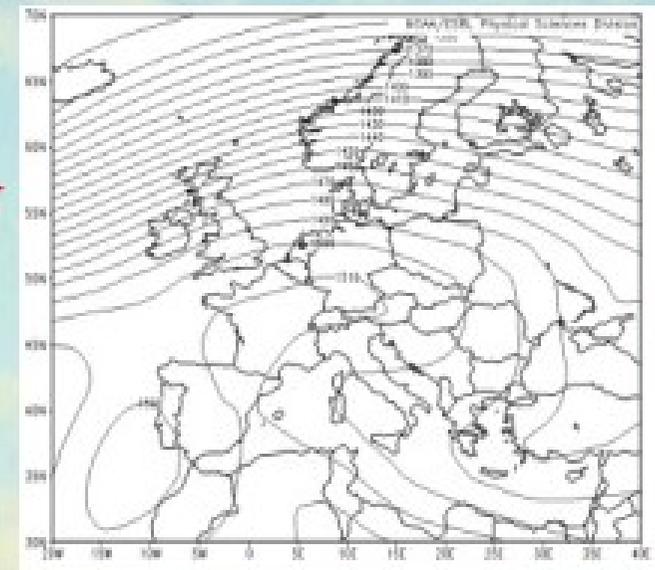


Fig. 8 Maps of anomaly of the phenological status on June 1st (variation in comparison mean values of Fig. 9) for years 1995, 1997, 2000, 2004, 2007 and 2011



2011, March-May trimester



Mariani et al., 2013. IPHEN — a real-time network for phenological monitoring and modelling in Italy, Int J Biometeorol DOI 10.1007/s00484-012-0615-x



**5. Schema di analisi e previsione fenologica
(modello a NHH usato in Iphen)**

Schema di analisi e previsione adottato in IPHEN

IPHEN: è un progetto condotto su base volontaria ed per quel che ne so è un unicun a livello mondiale. E' frutto di un'idea lanciata nel 2005 in un convegno di fenologia tenutosi a Roma.

Attivazione: sistema reso operativo nel 2006 ed è tuttoggi attivo - <https://www.reterurale.it/fenologia> e opera su vite, cipresso, olivo, sambuco, castagno, robinia.

Standard operativi per vite: definiti da chi vi parla con Osvaldo Failla e Gabriele Cola.

Lo schema di analisi e previsione di IPHEN

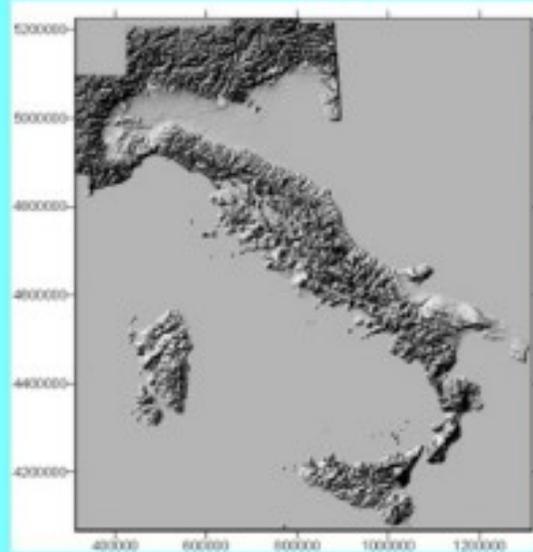
Carte fenologiche di base aggiornate ad oggi: si producono applicando il modello a NHH ai dati meteorologici (carte delle temperature massime e minime giornaliere italiane con pixel di 2x2 km ricavate spazializzando i dati del dataset GSOD che comprende circa 200 stazioni meteo e da cui si ricavano le temperature orarie utilizzando il **modello di Parton e Logan**)

Carte fenologiche finali aggiornate ad oggi: si producono correggendo le carte in base alle osservazioni fenologiche condotte da rilevatori volontari (in media uno per regione, spesso meno).

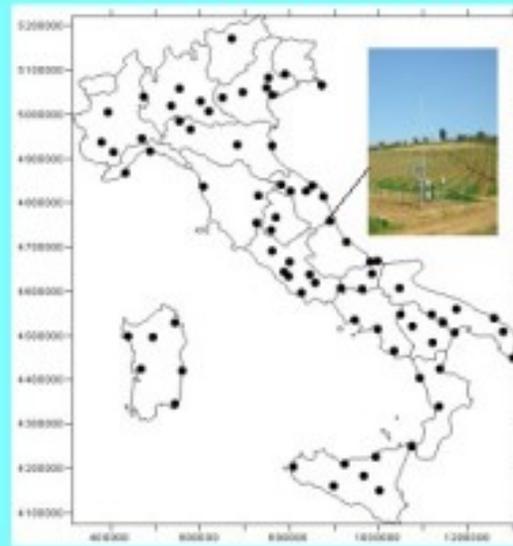
Carte fenologiche previste: si ottengono producendo i dati meteo previsti fino a fine campagna (da oggi a oggi +15 giorni si usano le previsioni a medio termine da oggi +16 giorni a fine campagna s usa la climatologia – media degli ultimi 30 anni)

dati di base

DTM



Meteo network (*)



(*) Altitude is referred to Potenza Picena station of CRA

Phenological network



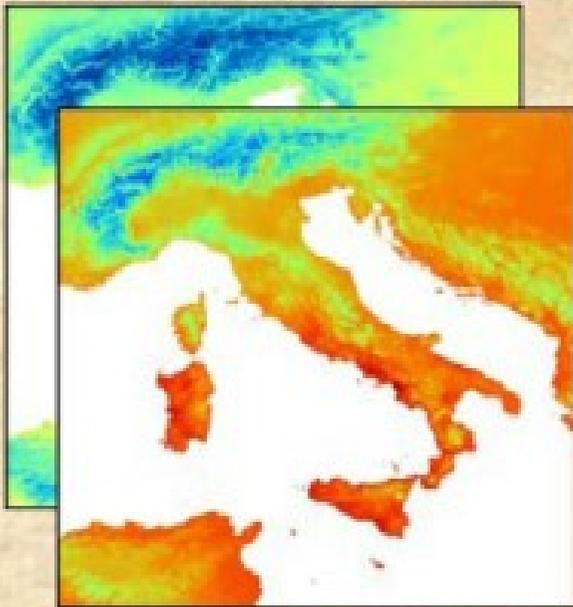
Pixel of about 2 km in geographical coord.

202 stations from Cra and National weather service

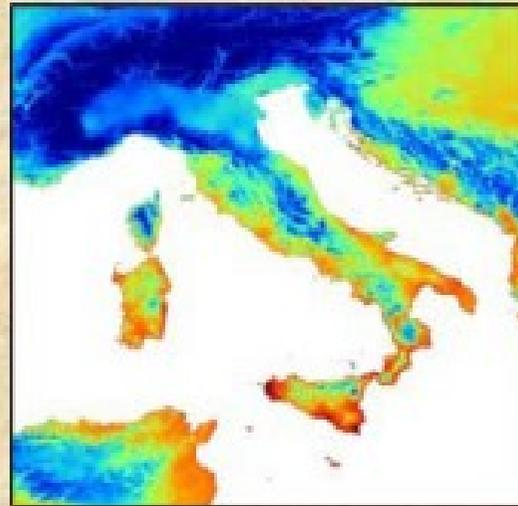
Phenological observers

Schema di analisi

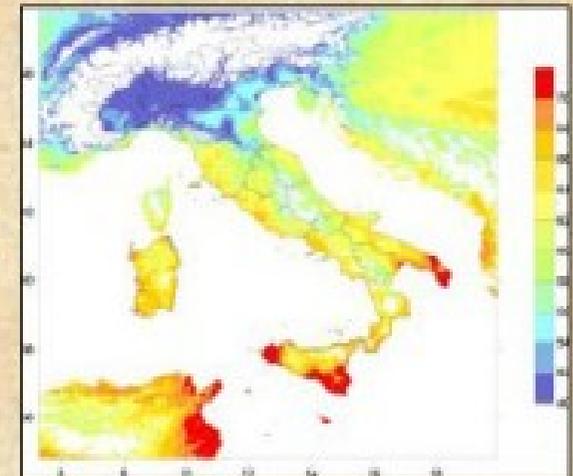
Daily thermal fields (T_x , T_n)



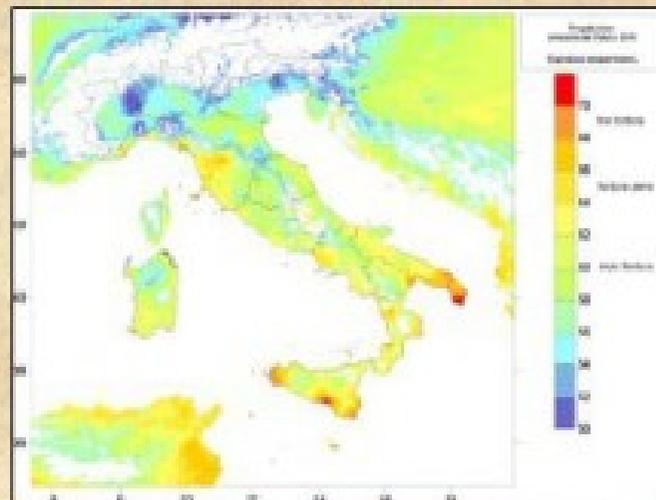
NHH cumulated from 1 Jan



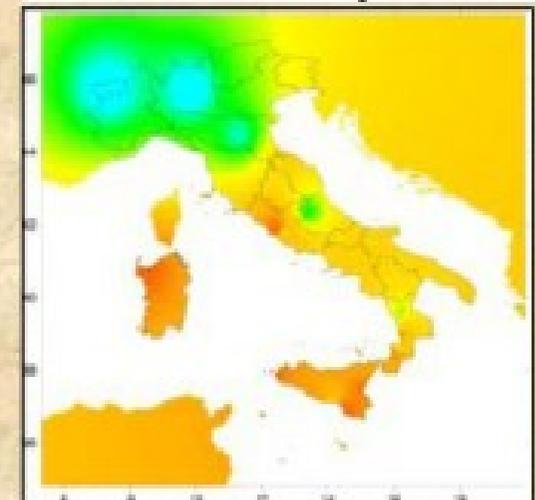
First guess map



Final map

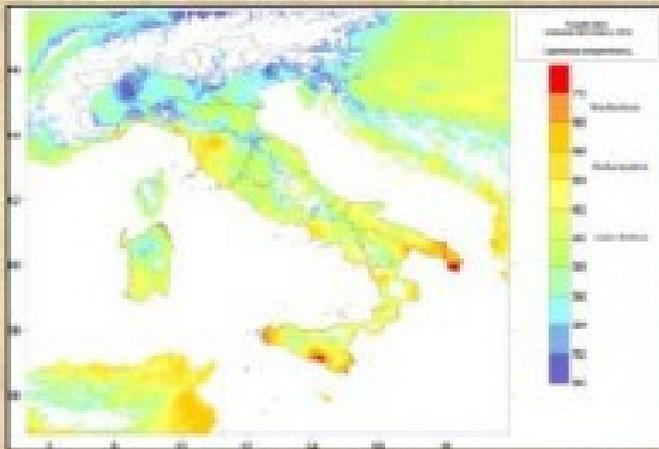


Error map

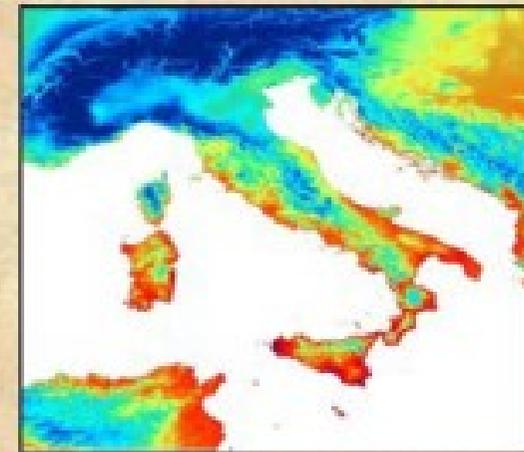


Schema di previsione

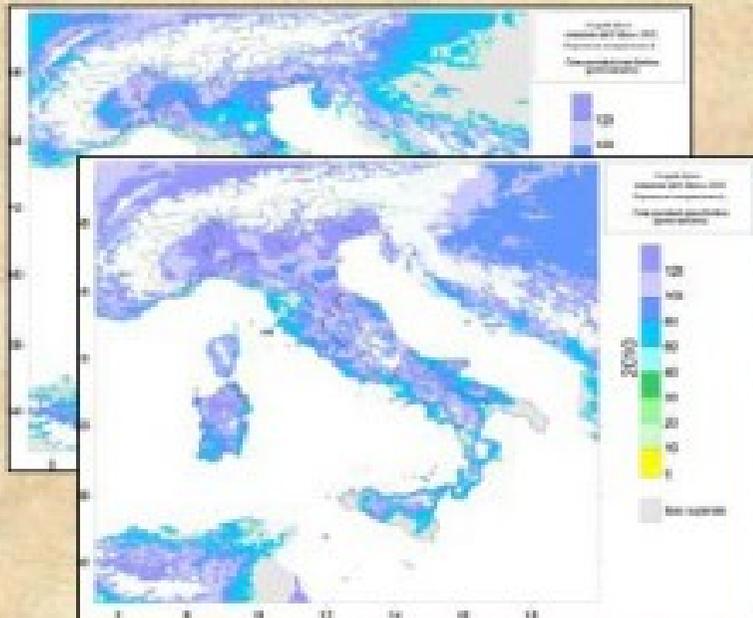
Final analysis map (initial conditions)



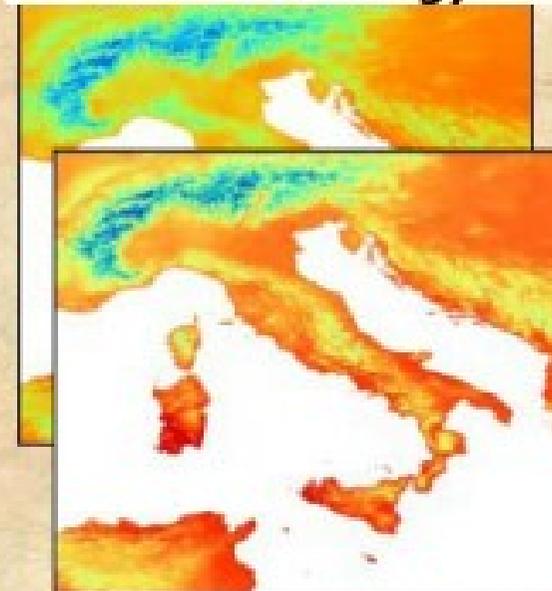
NHH cumulated from 1st Jan



Forecast maps of 61 and 65 BBCH



NHH forecast from GFS and climatology



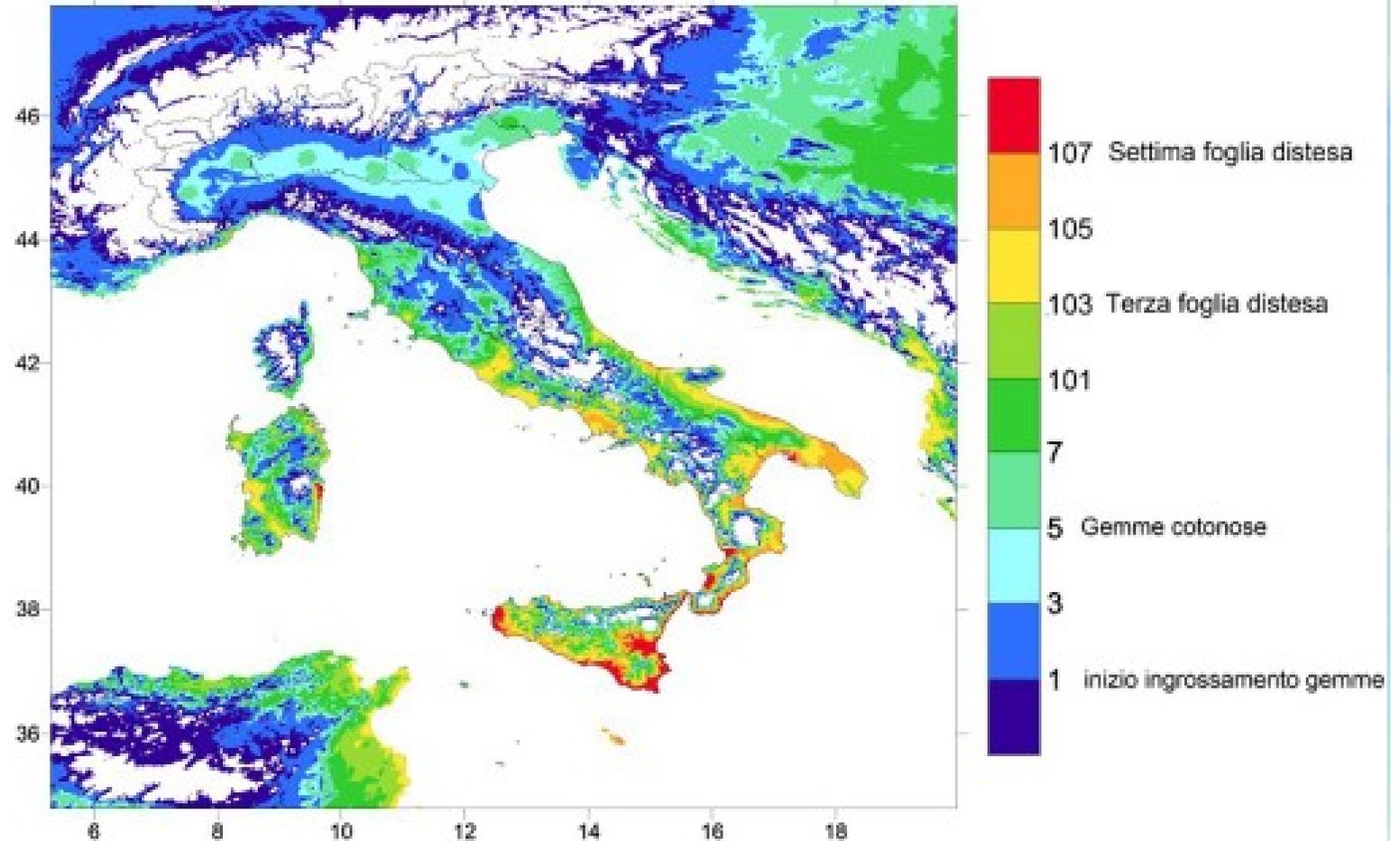


Applicazioni operative del modello NHH

esempio di carta di analisi

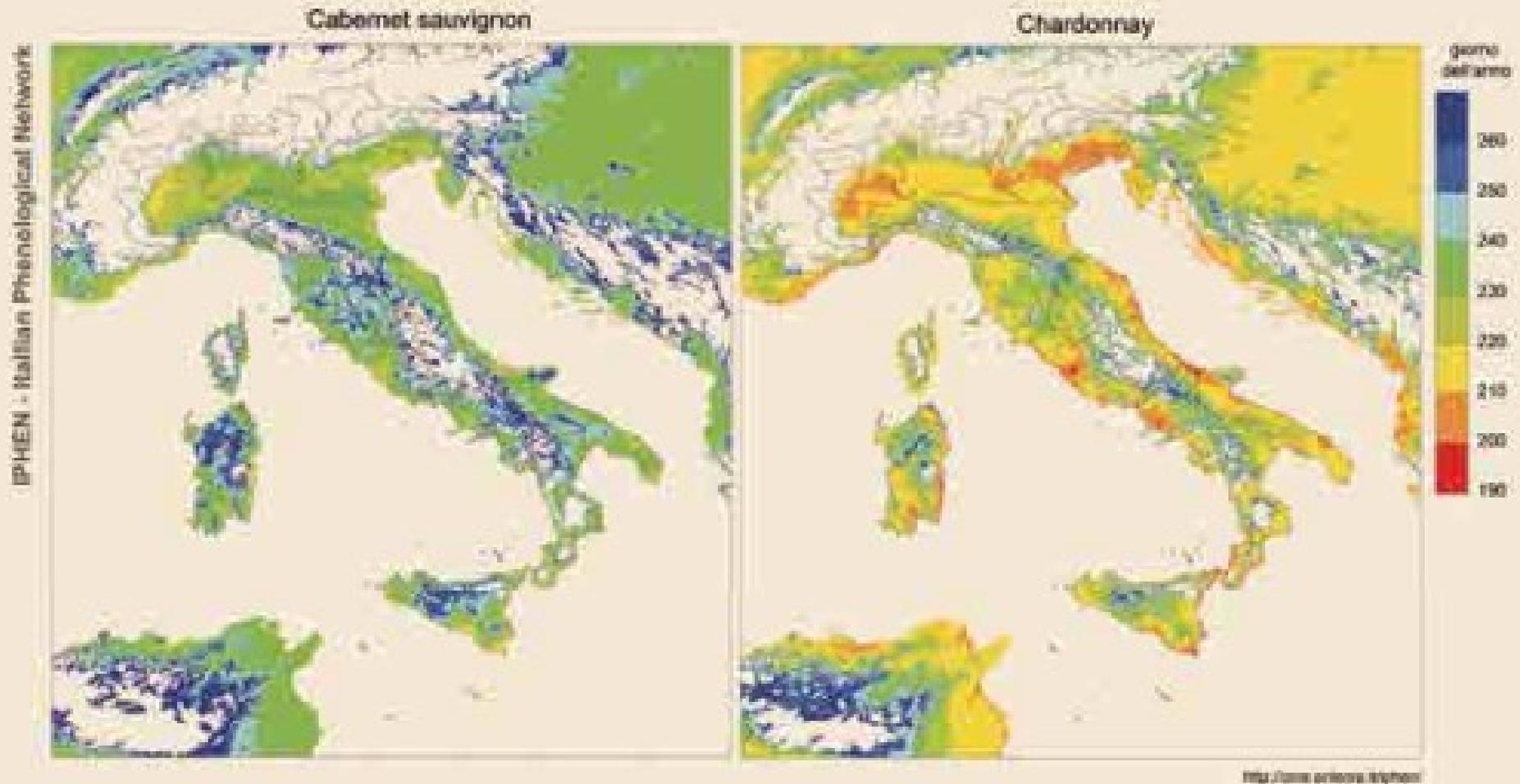
27 Marzo 2014 - *Vitis vinifera* L. cv Chardonnay - fasi vegetative

IPHEN - Italian Phenological Network

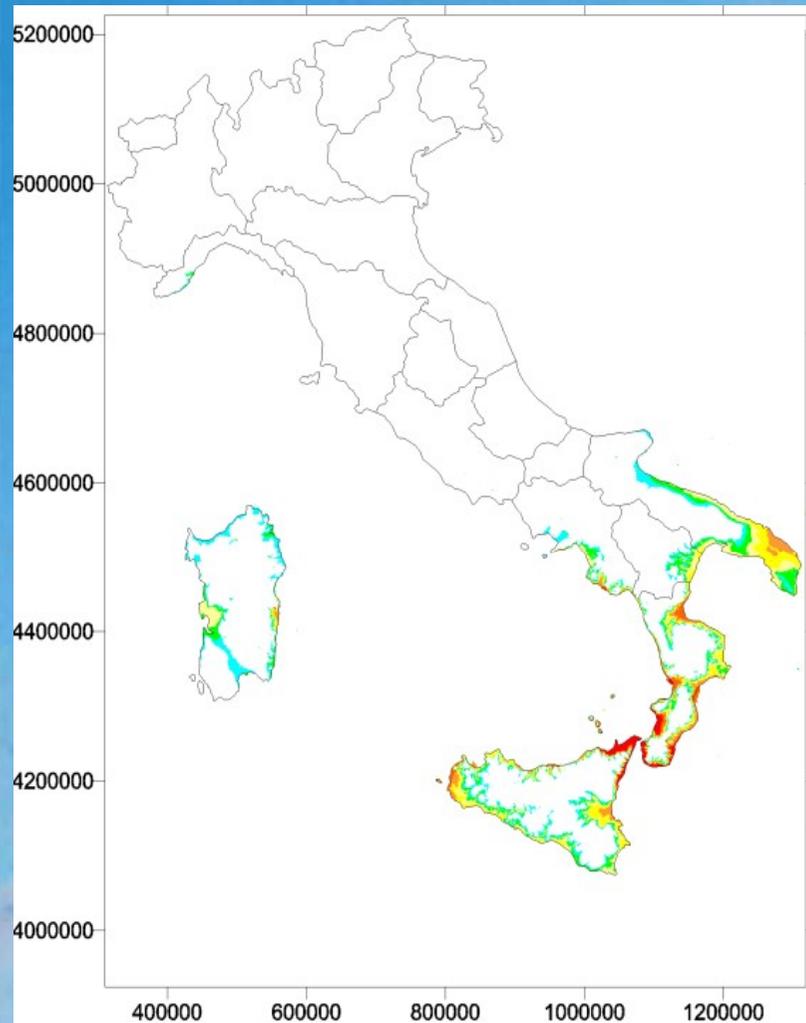


Esempio di carta prevista (L'Enologo, luglio 2014)

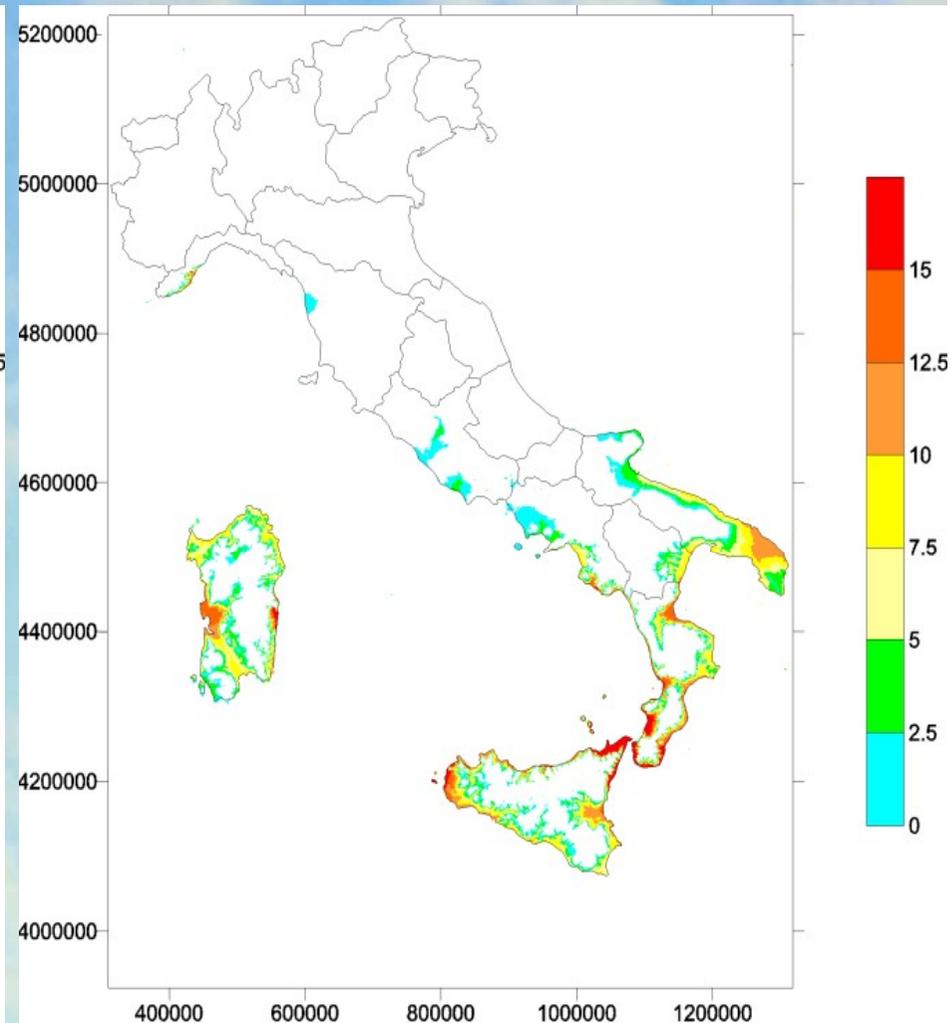
Previsione maturazione fisiologica (BBCH 89)



Esempi di carte del primo anno di Iphen - 31 Marzo 2006

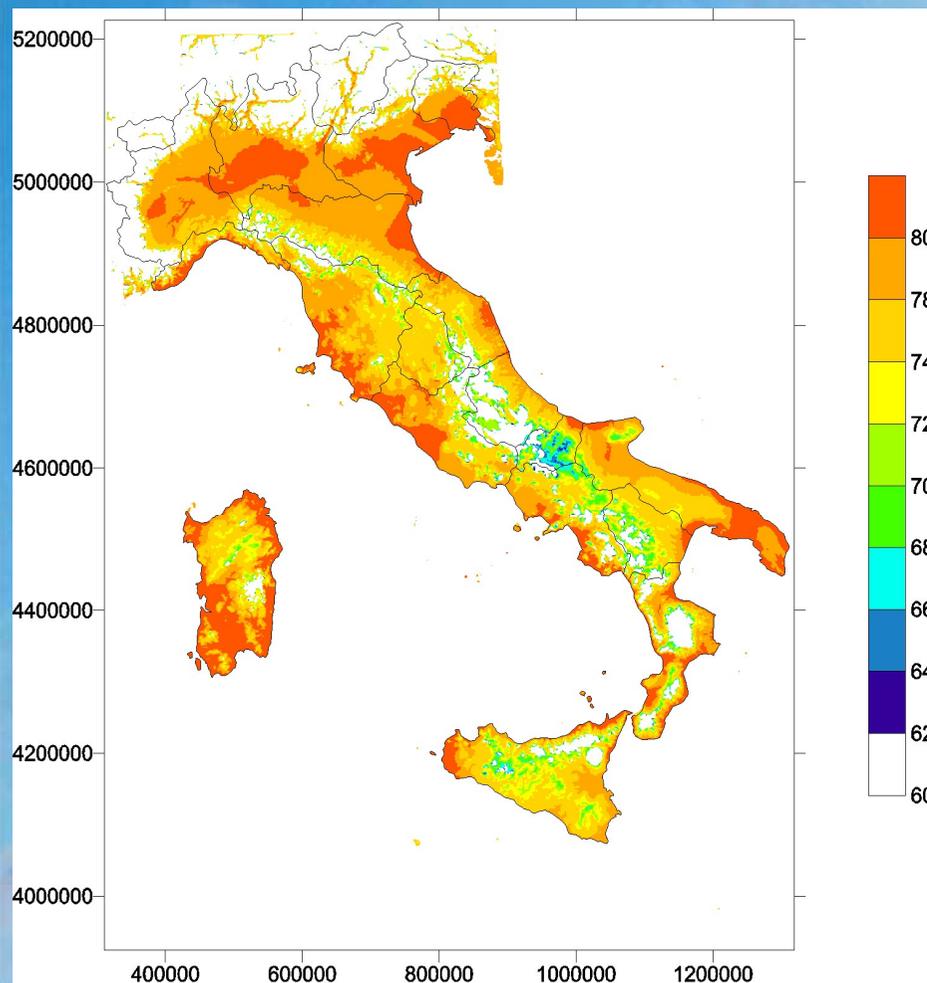


Cabernet S.

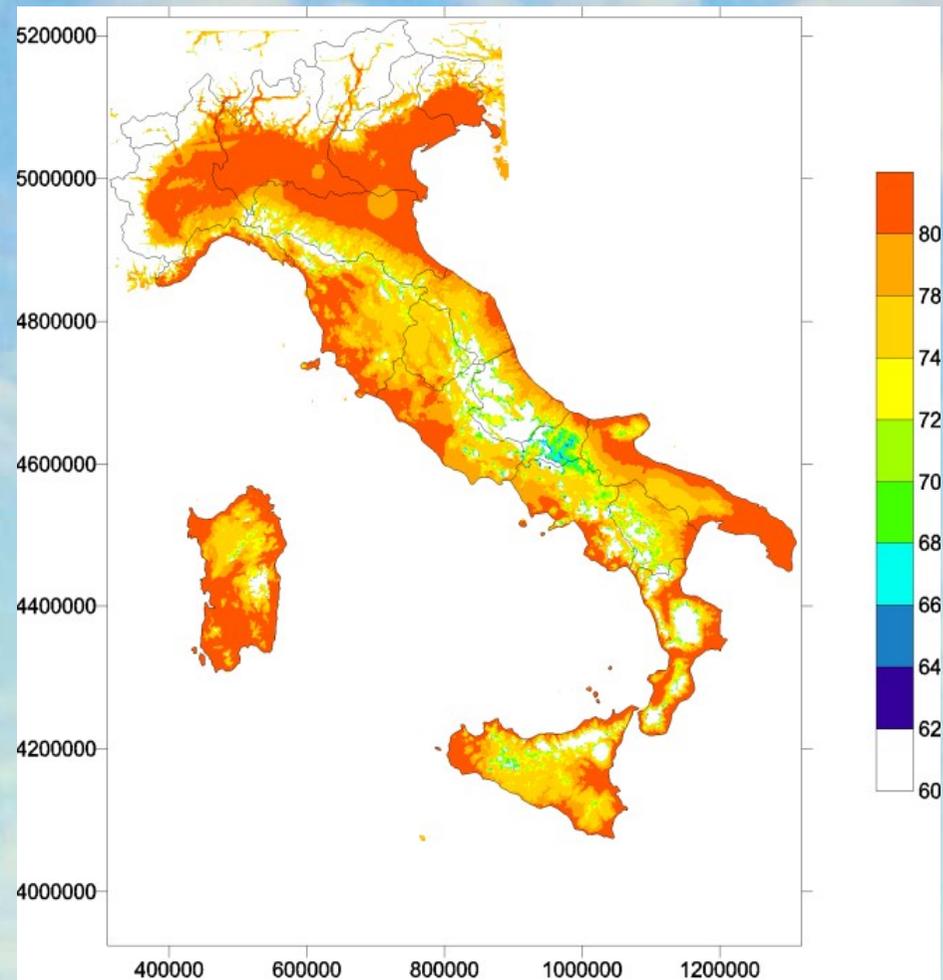


Chardonnay

Carte del primo anno di Iphen - 31 luglio 2006



Cabernet S.



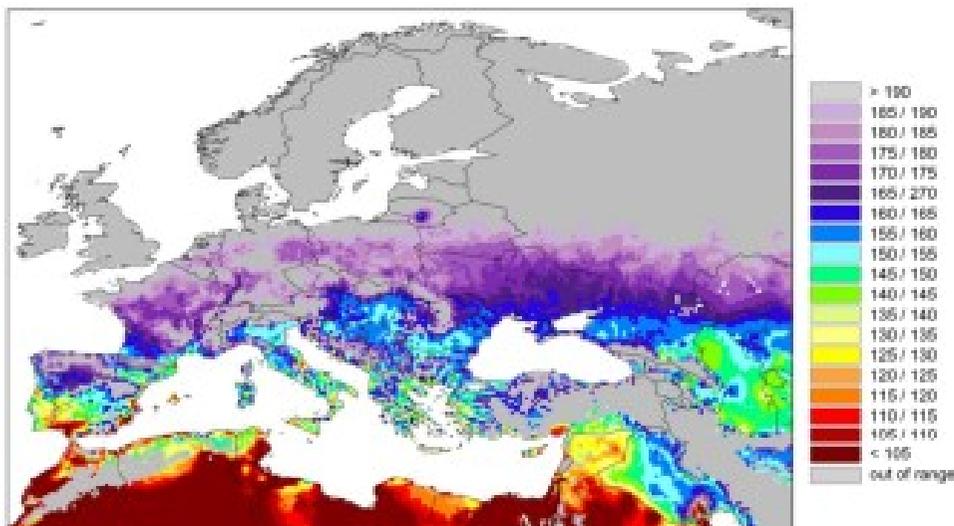
Chardonnay

Considerazioni dall'analisi delle mappe

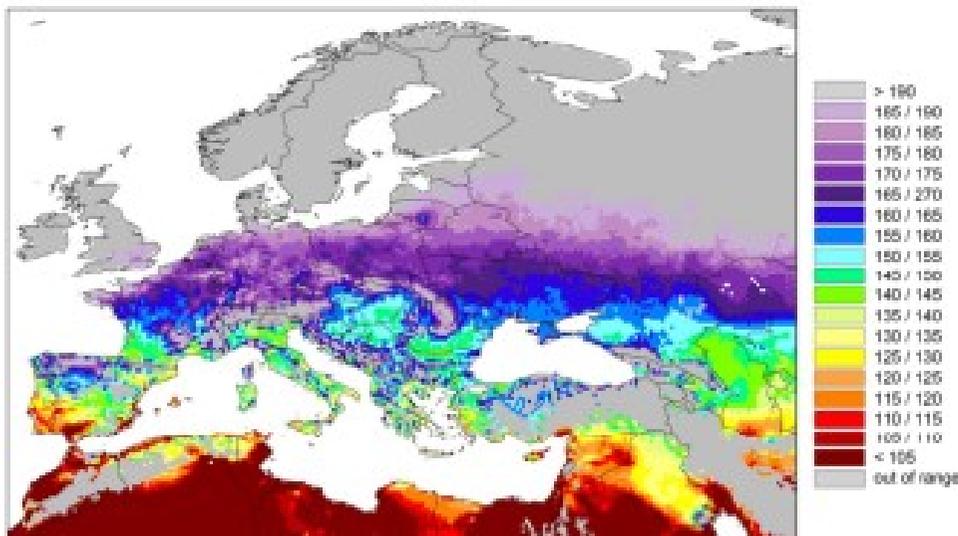
- effetto longitudinale
- effetto dell'orografia
- effetto "Tirreno" (area tirrenica più calda di quella adriatica alla stessa latitudine)

Cartografie europeee per Chardonnay (Cola etal 2014)

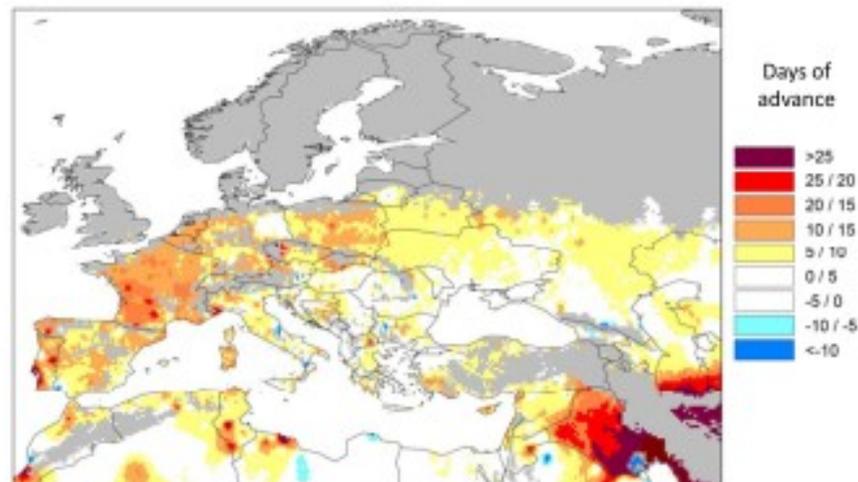
BBCH 61 – BEGINNING OF FLOWERING 1981-1987



BBCH 61 – BEGINNING OF FLOWERING 1988-2013



BBCH 61 – BEGINNING OF FLOWERING
CURRENT ADVANCE

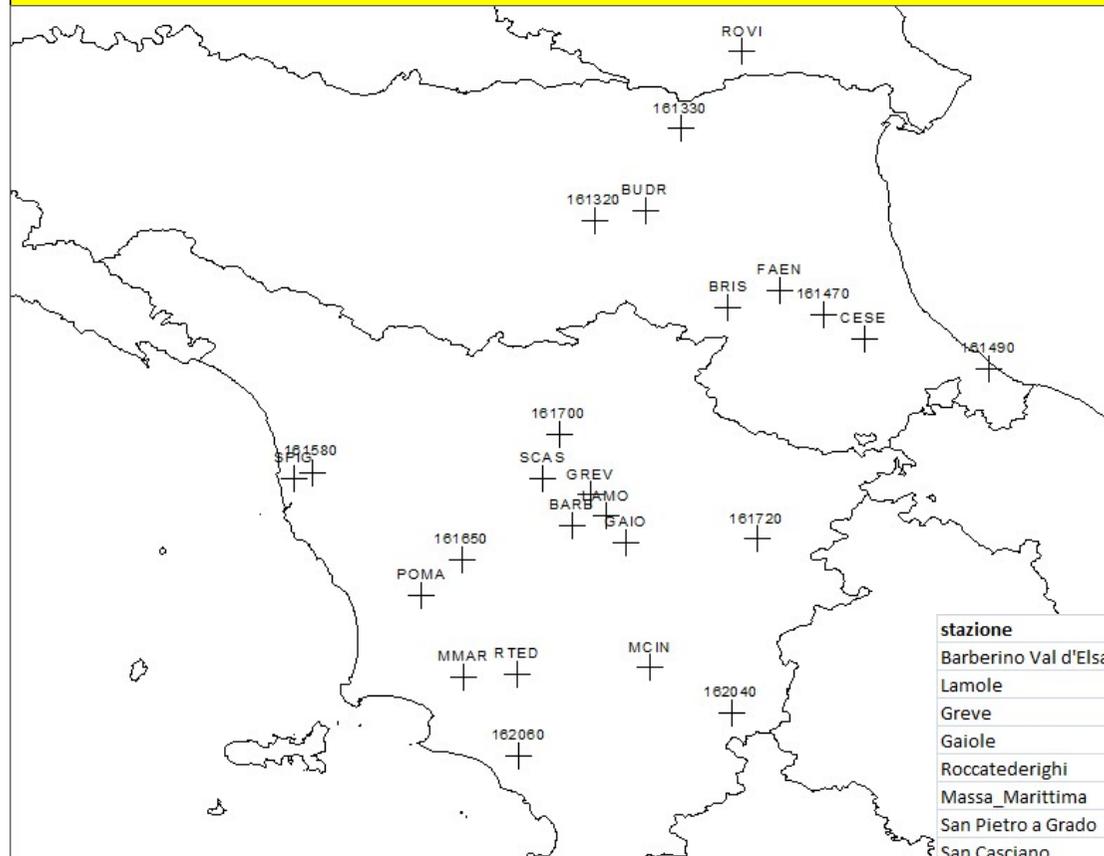


Cola et al., 2014. space and time variability of grapevine phenology in Europe, International society of biometeorology, Cleveland Congress.

A photograph of a bright blue sky filled with soft, white, scattered clouds. The clouds are of various sizes and shapes, creating a textured, airy appearance. The overall tone is bright and clear.

6. Modellazione della fenologia del Sangiovese

La rete utilizzata (25 stazioni sul periodo 1973-2018)



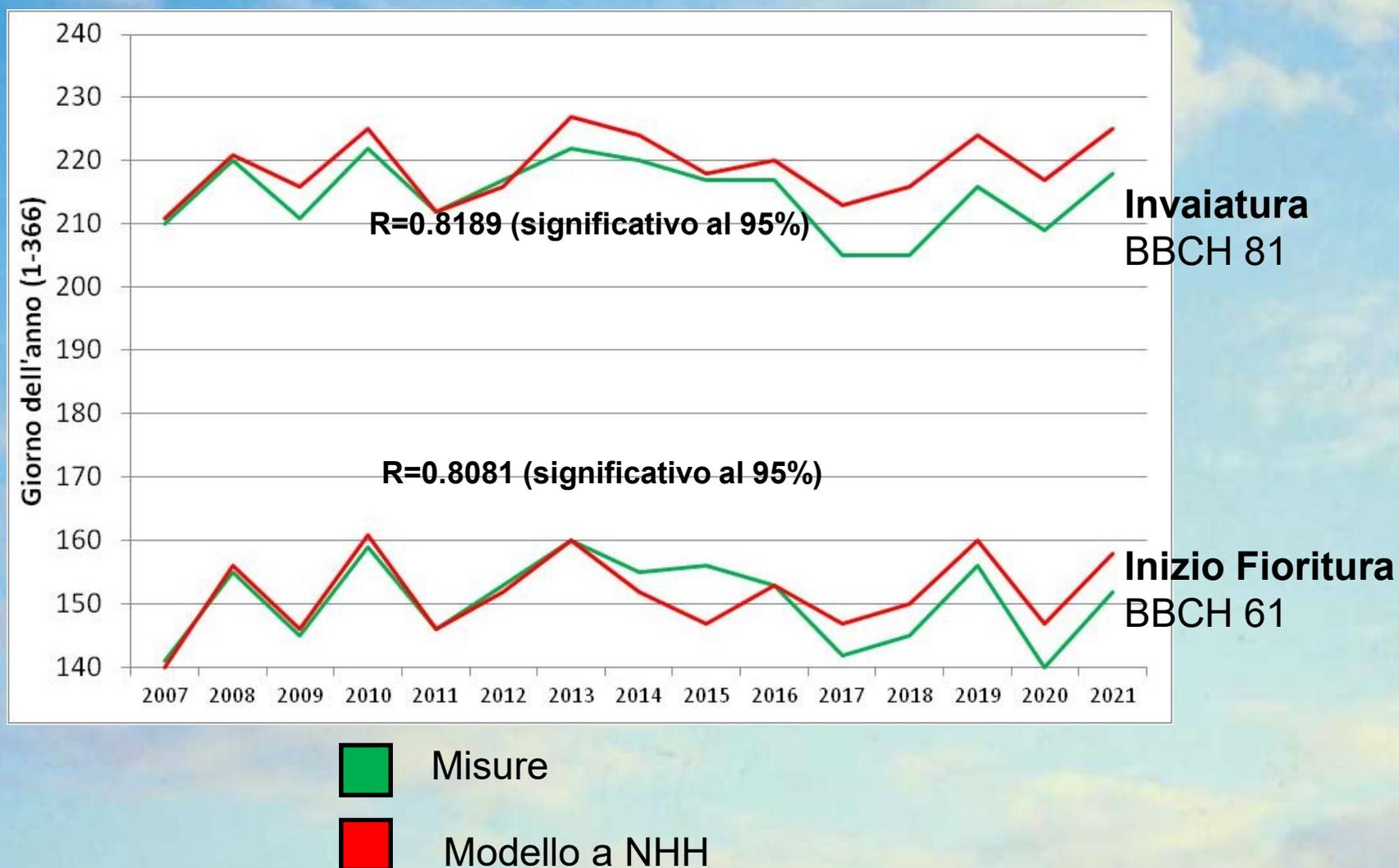
stazione	acronimo	cx (geogr x 1000)	cy (geogr x 1000)	hh	gestore
Barberino Val d'Elsa	BARB	11242	43511	370	ARSIA poi SIR
Lamole	LAMO	11355	43540	540	ARSIA poi SIR
Greve	GREV	11303	43609	290	ARSIA poi SIR
Gaiole	GAIO	11421	43454	390	ARSIA poi SIR
Roccatederighi	RTED	11064	43024	490	ARSIA poi SIR
Massa_Marittima	MMAR	10889	43015	326	ARSIA poi SIR
San Pietro a Grado	SPIG	10330	43664	3	CREA-RAN
San Casciano	SCAS	11146	43664	230	CREA-RAN
Pomarance	POMA	10750	43283	326	CREA-RAN
Budrio	BUDR	11483	44533	30	CREA-RAN
Cesena	CESE	12200	44117	46	CREA-RAN
Rovigo	ROVI	11800	45050	7	CREA-RAN
Bologna	161320	11317	44500	36	AM-GSOD
Ferrara	161330	11600	44800	10	AM-GSOD
Rimini	161490	12610	44020	12	AM-GSOD
Pisa	161580	10390	43684	1	AM-GSOD
Grosseto	162060	11070	42760	4	AM-GSOD
Forlì	161470	12070	44195	29	AM-GSOD
Arezzo	161720	11850	43467	249	AM-GSOD
Volterra	161650	10883	43400	575	AM-GSOD
Radiconfani	162040	11767	42900	918	AM-GSOD
Firenze aeroporto	161700	11200	43807	38	AM-GSOD
Montalcino sintesi(*)	MCIN	11499	43045	500	SIR
Brisighella	BRIS	11755	44220	185	ARPA ER
Faenza	FAEN	11924	44276	32	ARPA ER

Soglie di raggiungimento delle fasi riproduttive

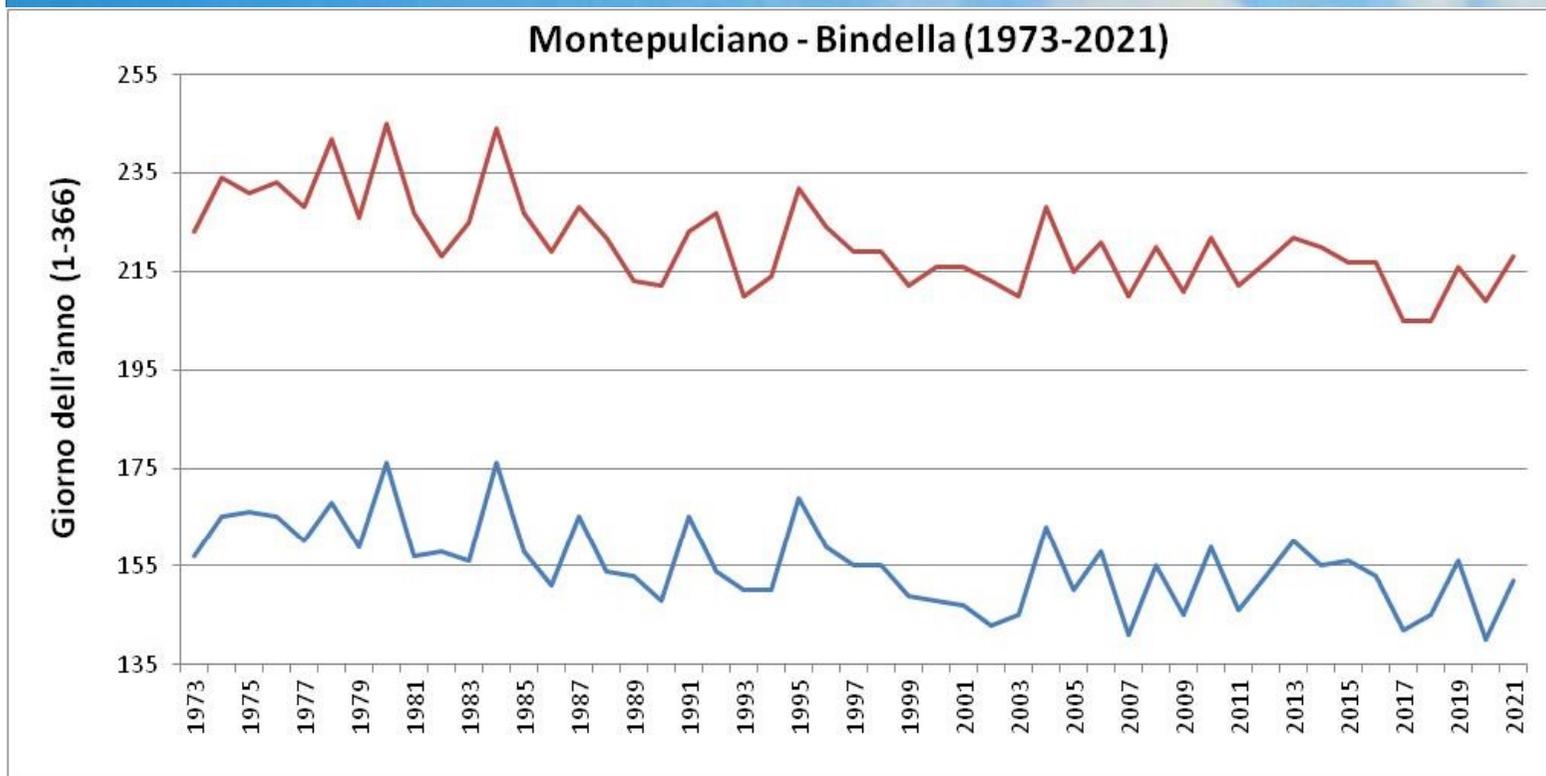
BBCH	NHH cumulate
49	96
53	171
55	239
57	311
61	408 (inizio fioritura)
63	455
65	486
69	565
71	628
73	702
75	790
77	897
79	1144
81	1368 (inizio invaiatura)
83	1535
85	1672
87	1783
89	1872 (maturazione piena)

Validazione del modello su dati 2007-2018

Dati medi aziendali rilevati dal dott. Giovanni Capuano nell'azienda Bindella che ha vigneti posti fra 300 e 400 m slm a Montepulciano.



Applicazione del modello alla serie 1973-2021

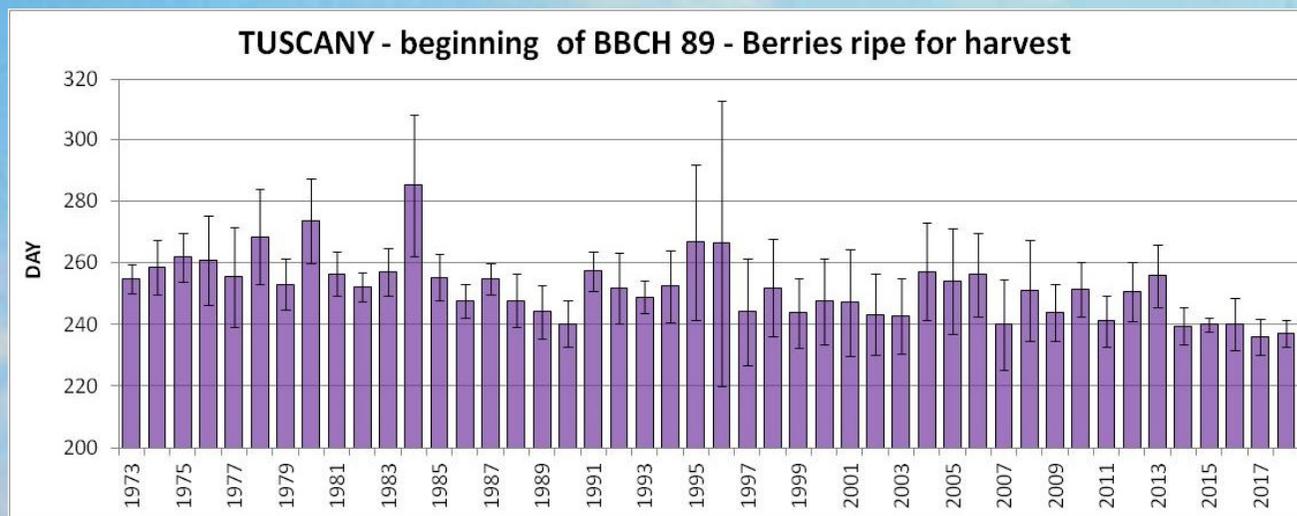
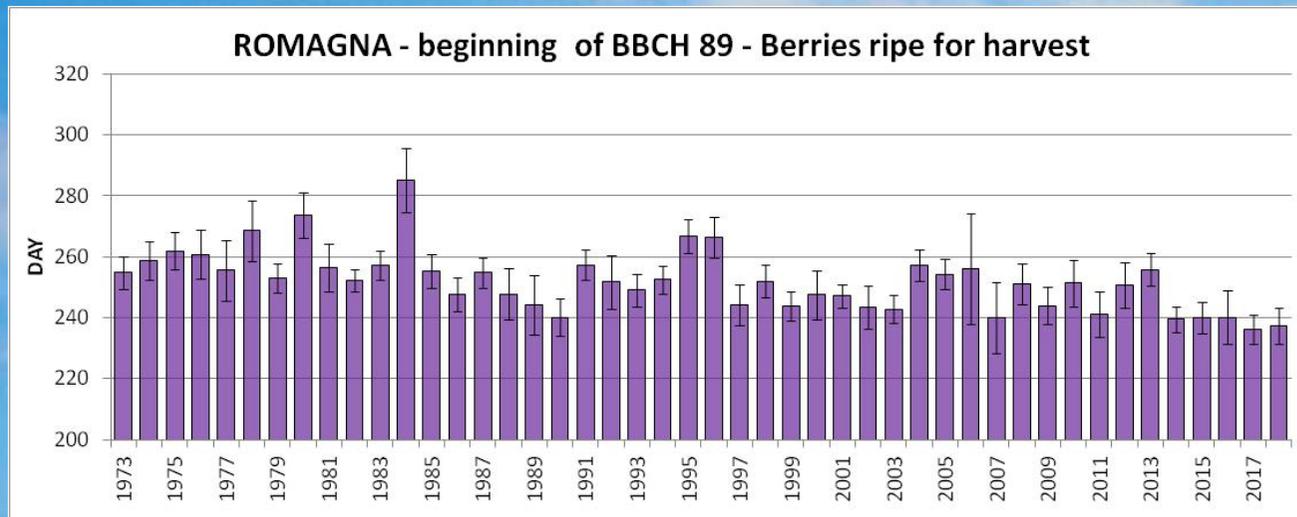


Invaiaura
BBCH 81

Inizio Fioritura
BBCH 61

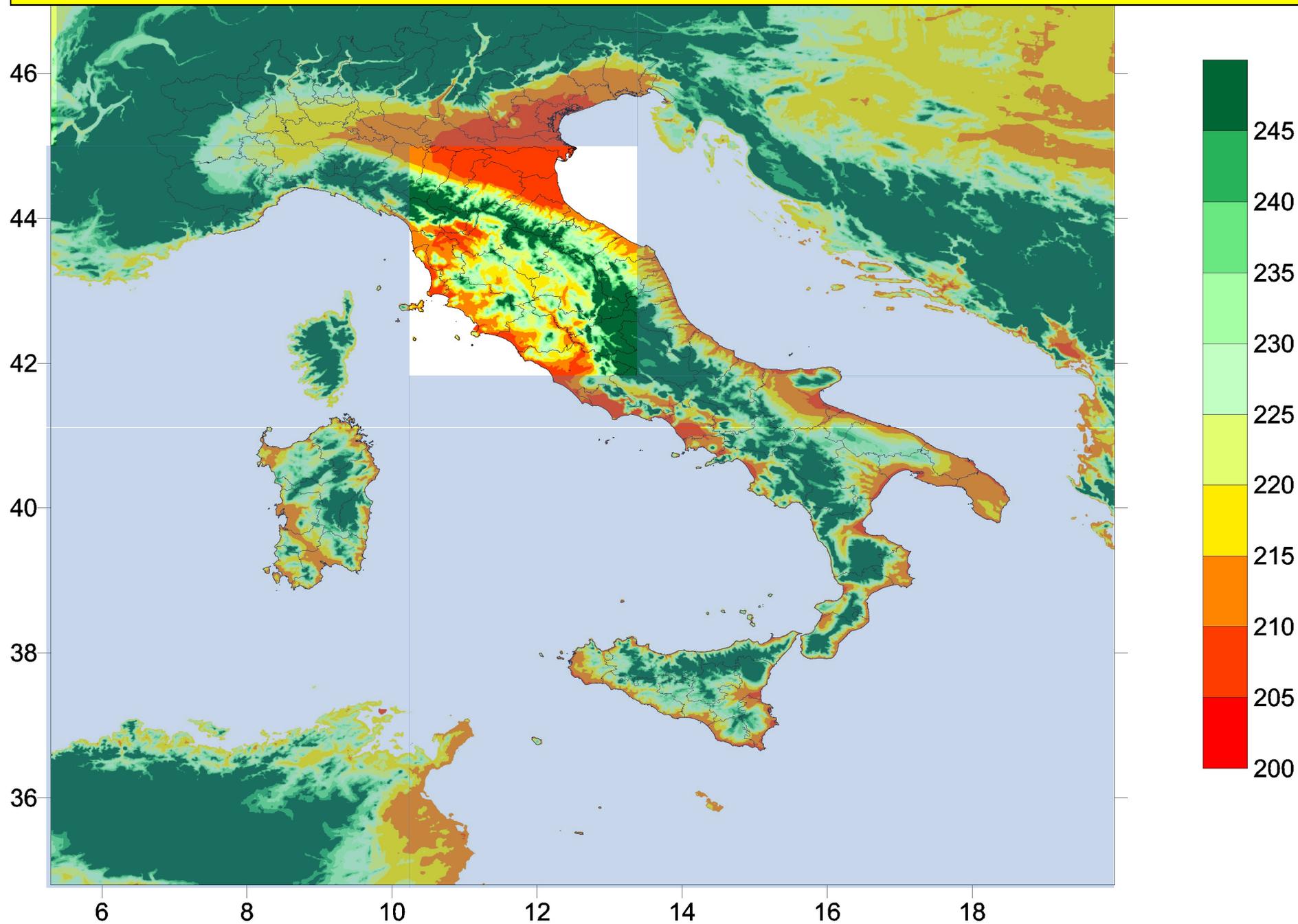
	BBCH61	BBCH81
Media 1973-1999:	159	225
Media 2000-2021	151	215
Differenza	-8 dd	-10 dd

Sangiovese – fenologia (data media raggiungimento BBCH89)



	Romagna		Toscana	
	<u>media</u>	<u>stdev</u>	<u>media</u>	<u>stdev</u>
1973-1992	255	7	257	10
1993-2018	242	7	248	13
Variazione 2° su 1° periodo	-13 dd	0 dd	-9 dd	3 dd

Sangiovese – data raggiungimento BBCH 81 - media 1973-1999



Come ottenere una carta fenologica

Si vuole produrre la carta della data media di raggiungimento della fase BCH 81 (inizio invaiatura) per il periodo 1973-1999.

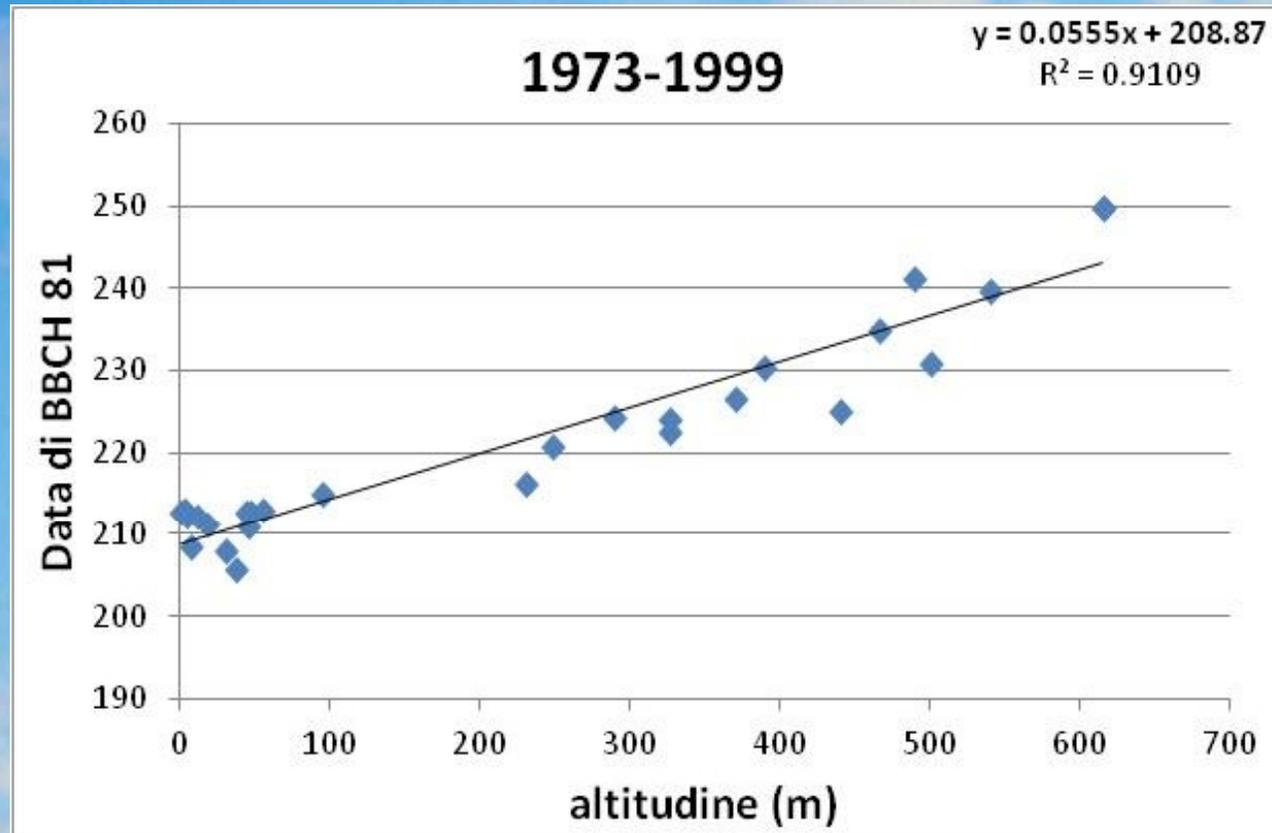
Procedimento:

- si applica il modello alle NHH ottenute a partire dalle temperature delle 29 stazioni
- **Si ricava il gradiente altitudinale (es: 0.0555 punti BBCH per ogni m di quota ottenuti per il periodo 1973-1999)**
- Si riducono le fasi fenologiche al livello del mare applicando il gradiente di -0.0055
- Si spazializzano le fenologie ridotte a livello del mare per il territorio considerato (in questo caso l'intero territorio italiano) usando l'algoritmo di kriging di Surfer 7
- Si riportano tutti i valori ottenuti alla quota desiderata riapplicando il gradiente di 0.0055.

BBCH 81 - Media 1973-1999

acro	Lon	Lat	hh	BBCH_1973-1999	
			hh	originale	Rid. livello mare
FPER	11.2	43.807	38	206	204
16158	10.39	43.684	1	213	213
SPIG	10.33	43.664	3	213	213
SCAS	11.146	43.664	230	216	204
GREV	11.303	43.609	290	224	208
LAMO	11.355	43.54	540	240	210
CAZ1	11.402	43.517	615	250	216
SOLA	11.402	43.517	615	250	216
BARB	11.242	43.511	370	227	206
ACCI	11.382	43.488	466	235	209
16172	11.85	43.467	249	221	207
GAIO	11.421	43.454	390	230	209
POMA	10.75	43.283	326	223	204
MPUL	11.791	43.111	440	225	201
MCIN	11.499	43.045	500	231	203
RTED	11.064	43.024	490	241	214
MMAR	10.889	43.015	326	224	206
CAZ2	11.073	42.977	95	215	210
MARA	11.054	42.954	46	213	210
PVER	11.049	42.952	47	213	210
CPIN	11.061	42.949	45	213	210
ROGH	11.047	42.949	55	213	210
BRAC	11.085	42.947	18	211	210
16206	11.07	42.76	4	212	212
ROVI	11.8	45.05	7	209	208
BUDR	11.483	44.533	30	208	206
CESE	12.2	44.117	46	211	208
16149	12.61	44.02	12	212	212

Regressione di BBCH 81 con la quota



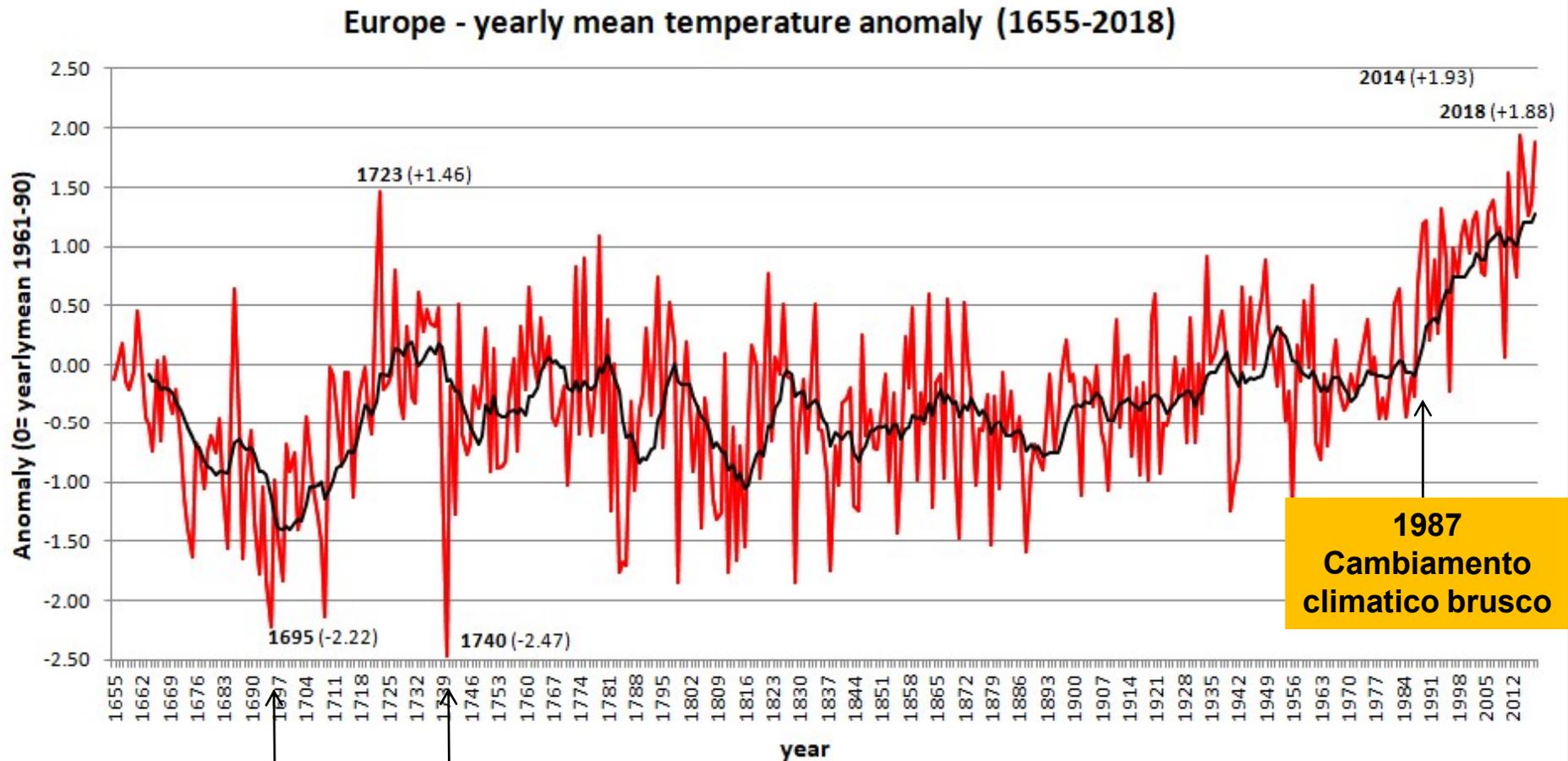
il gradiente lineare è di +0.0555 punti BBCH per ogni m di aumento della quota



7. Serie storiche di fenologia della vite

TEMPERATURE EUROPEE DAL 1655 AL 2017

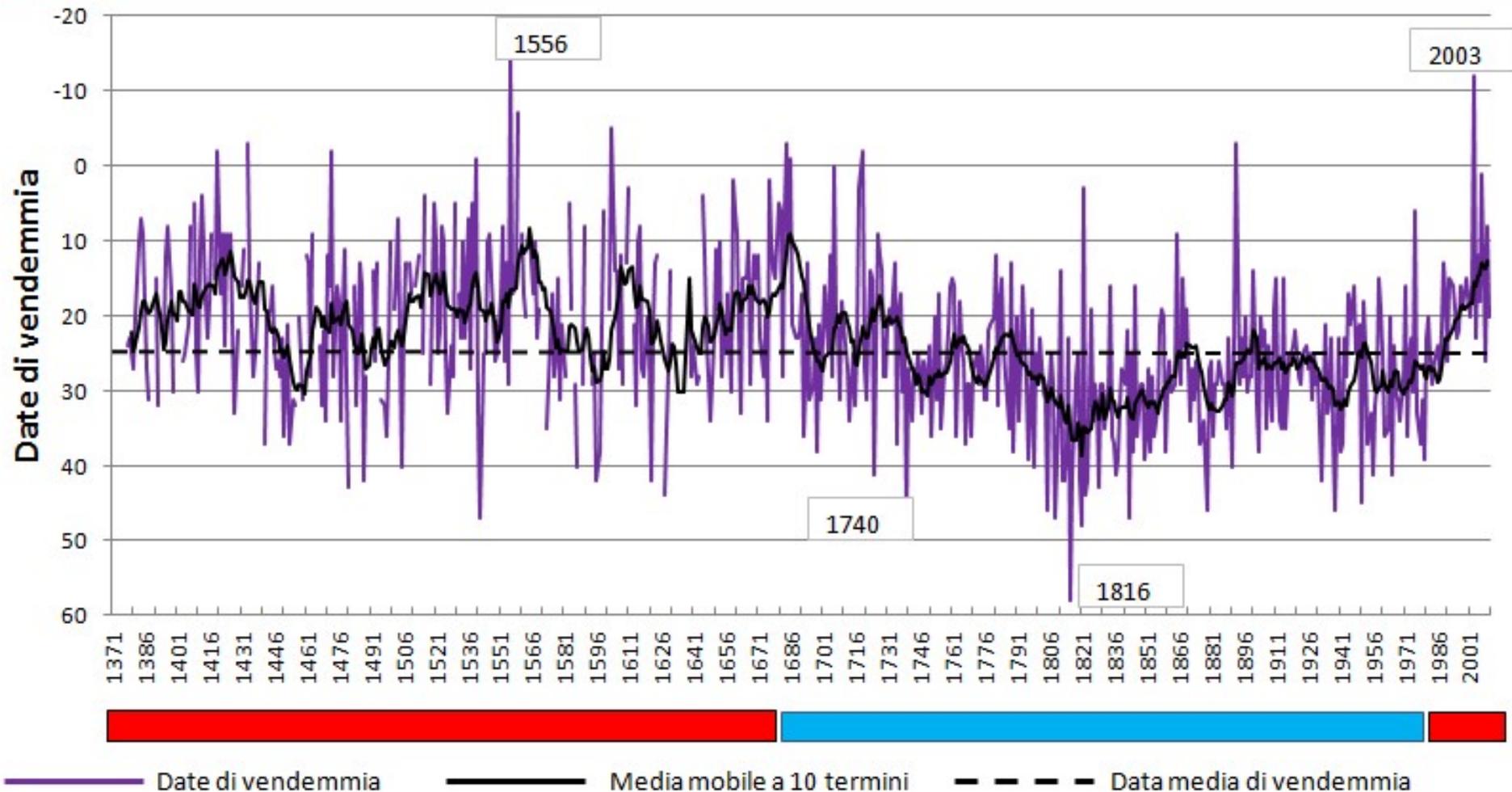
La serie storica strumentale più lunga del mondo



**Il 1693-95 e il 1740
Anni più freddi dell'intera
serie**

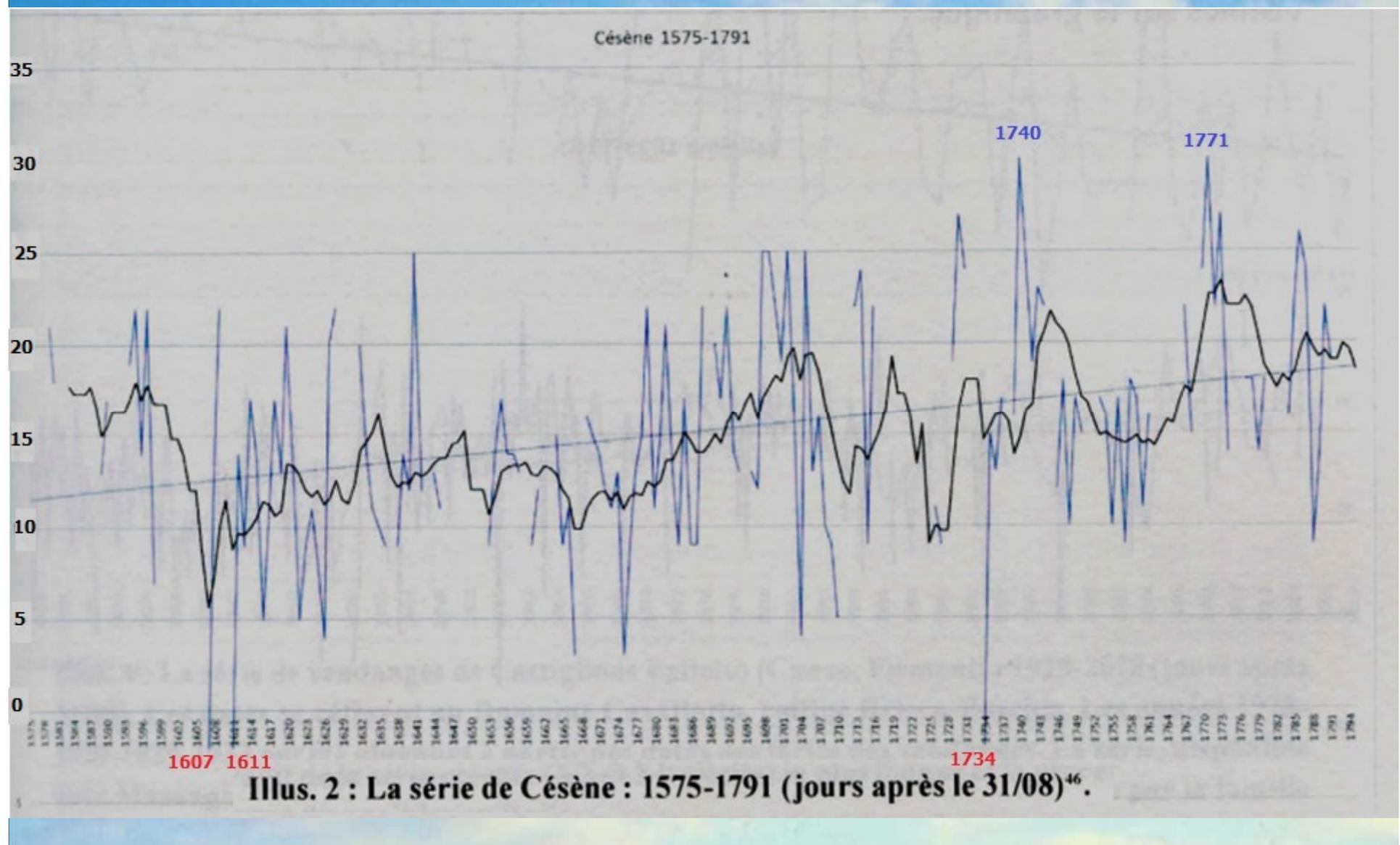
Mariani L., Zavatti F., 2017. Multi-scale approach to Euro-Atlantic climatic cycles based on phenological time series air temperatures and circulation indexes, *Science of the Total Environment* 593–594 (2017) 253–262

Date di vendemmia a Beaune - Côte-d'Or – Borgogna (1371 – 2010)



Labbé T., Gaveau F., 2013. Les dates de vendange à Beaune (1371-2010). Analyse et données d'une nouvelle série vendémiologique, *Revue historique*, n° 666, 2013/2, p. 333-367.

Serie delle vendemmie di Cesena (1575-1791)



Bonardi L., Lorusso D. e Mastrovito D., 2019. Vins, vendanges et fluctuations climatiques. Enquete en Italie, Rencontres du clos Veugeot, 113-127.

Cosa ci indicano le date di vendemmia

Le serie storiche di date di vendemmia sono dei **proxy delle temperature primaverili di aprile, maggio e giugno** (le temperature massime pesano più delle minime; giugno pesa nelle annate tardive e negli areali più a Nord).

Se le temperature primaverili sono elevate la fioritura è più precoce mentre l'intervallo fioritura-maturazione è grossomodo costante per le diverse CV (e ciò perché le temperature estive sono raramente limitanti).

Le serie storiche lunghe come quella di Beaune riportano:

- grandi variabilità interannuale
- ciclicità pluriennali brevi legate a El Nino e più lunghe legate a NAO (cicli nell'intensità delle correnti occidentali) e ad AMO (cicli delle temperature in superficie dell'Oceano Atlantico).

Serie italiane citate da Bonardi et al. (2019)

Torino	1325-1594 (...)
Pinerolo (TO)	1326-1396
Moncalieri (TO)	1329-1578 (...)
Albenga (SV)	1364-1420 (...)
Tirano (SO)	1624-1928
Bergamo	1768-1858
Cesena	1575-1793
Bologna	1648-1795
Acquaviva dell'Fonti (BA)	1700-1831
Molfetta (BA)	1789-1863

Bonardi L., Lorusso D. e Mastrovito D., 2019. Vins, vendanges et fluctuations climatiques. Enquete en Italie, Rencontres du clos Veugeot, 113-127.

Serie transalpina

Date di vendemmia:

Francia (Borgogna, zona di Bordeaux)

Svizzera

Austria

Germania

fenologia della vite per San Giorgio (23 aprile)

Ungheria (Koszeg) (Parisi et al., 2014).

Parisi S.G., Antoniazzi M.M., Cola G., Lovat L., Mariani L., Morreale G. Zoltan K., Calò A., 2014. Spring thermal resources for grapevine in Koszeg (Hungary) deduced from a very long pictorial time series (1740 – 2009), Climatic change, DOI 10.1007/s10584-014-1220-2

Kőszeg (Ungheria)

1 Beginning of bud swelling



3 End of bud swelling



5 Wool stage



7 Beginning of bud burst



9 Bud burst



11 First leaf unfolded



12 Second leaves unfolded



13 Third leaves unfolded



15 Fifth leaves unfolded

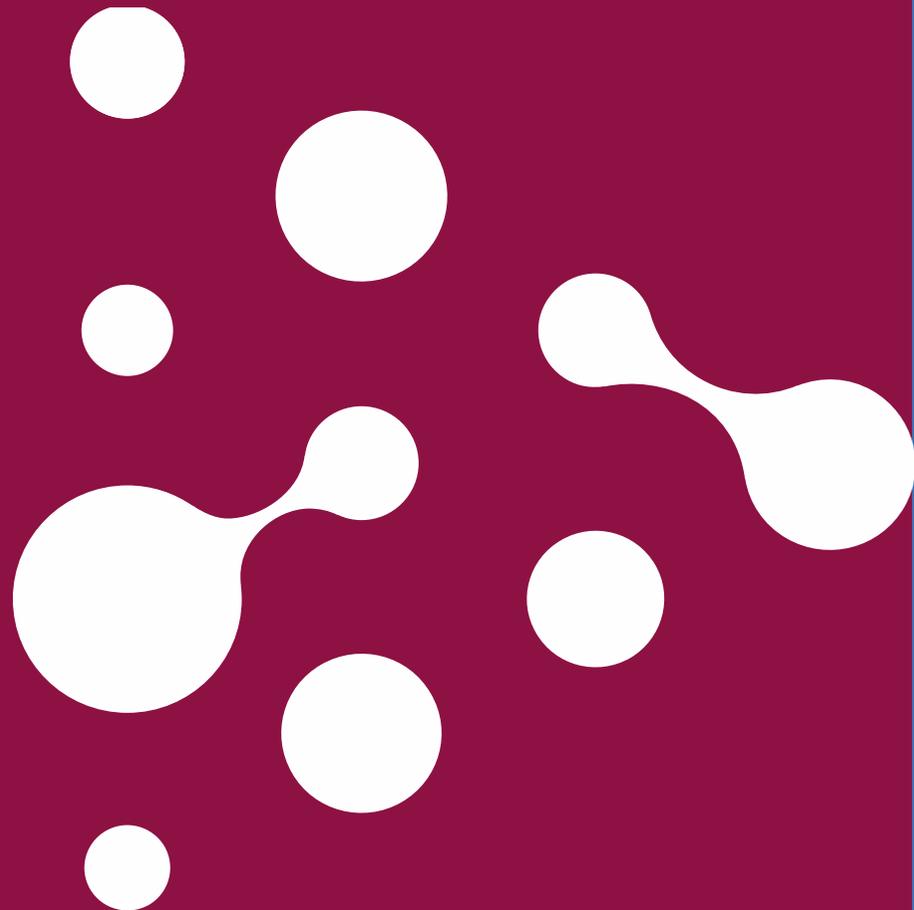


16 Sixth leaves unfolded



Fig. 1 Representation of the BBCH grapevine phenological development by using pictorial samples from the Book of Vine Branches

Parisi S.G., Antoniazzi M.M., Cola G., Lovat L., Mariani L., Morreale G. Zoltan K., Calò A., 2014. Spring thermal resources for grapevine in Kőszeg (Hungary) deduced from a very long pictorial time series (1740 – 2009), Climatic change, DOI 10.1007/s10584-014-1220-2



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

fondazionebanfi.it