



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI

DIPARTIMENTO DI SCIENZE E
TECNOLOGIE AGRARIE, ALIMENTARI,
AMBIENTALI E FORESTALI



Giovan Battista Mattii

fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

Maturazione delle bacche e clima

Montalcino, 22 settembre 2021

Mutamenti climatici in atto

Effetto serra

400 ppm

oggi

260 ppm

Epoca pre-industriale

700 ppm

2050

Previsione eventi

- + precipitazioni reg. umide
- precipitazioni reg. asciutte

+ aumento eventi

aumento

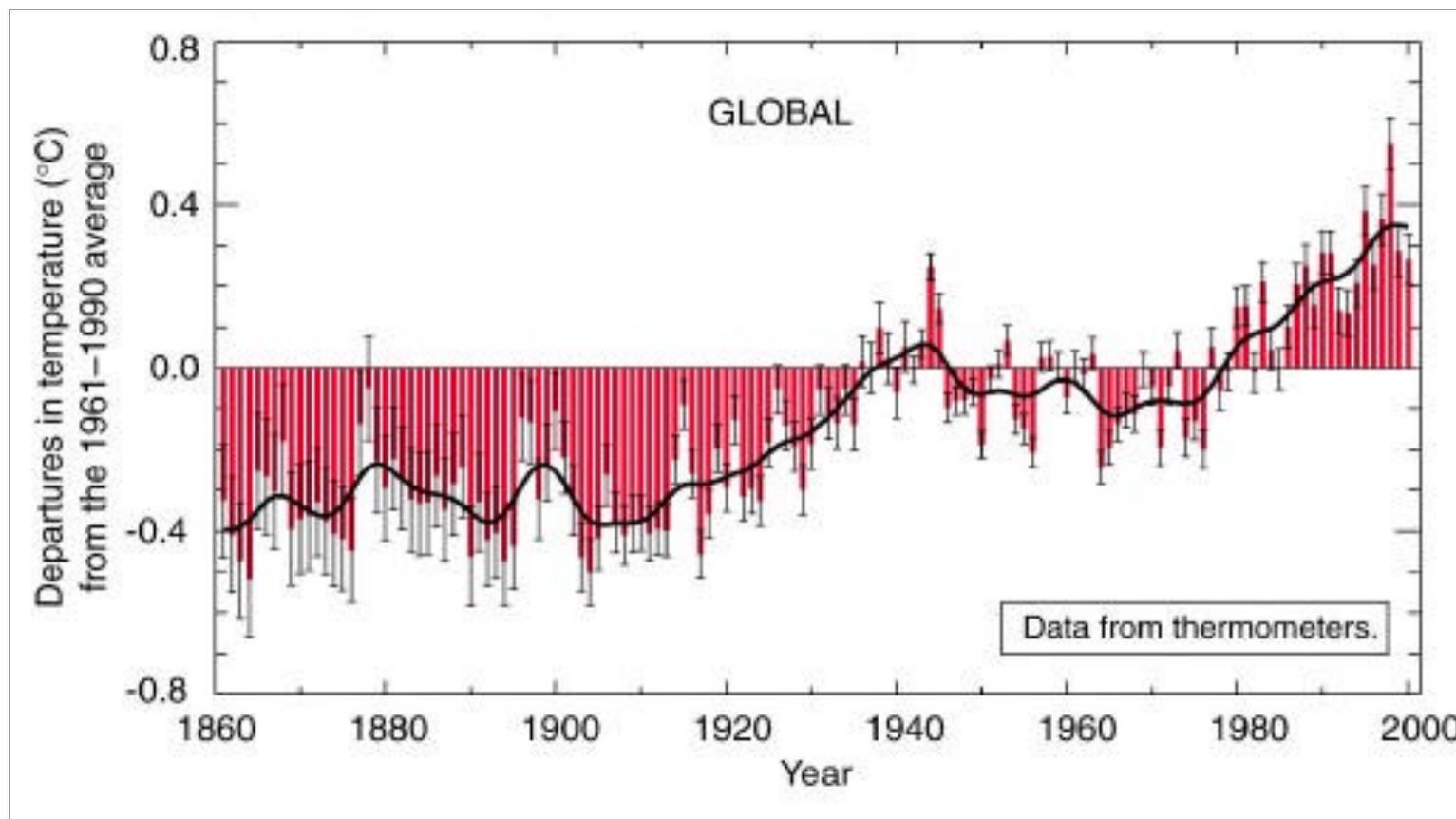
leggero ma progressivo

spostamento fascia di coltivazione

aumento quota vigneti

ampliamento areale di coltivazione di alcuni vitigni

Mutamenti climatici in atto



Evoluzione delle temperature medie dell'aria su scala mondiale tra il 1860 ed il 2000 (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001).



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

Conseguenze sulla viticoltura

Nutrizione idrica

Maggior richiesta evapotraspirativa

Minore efficienza di ogni singolo evento

Efficienza fotosintetica

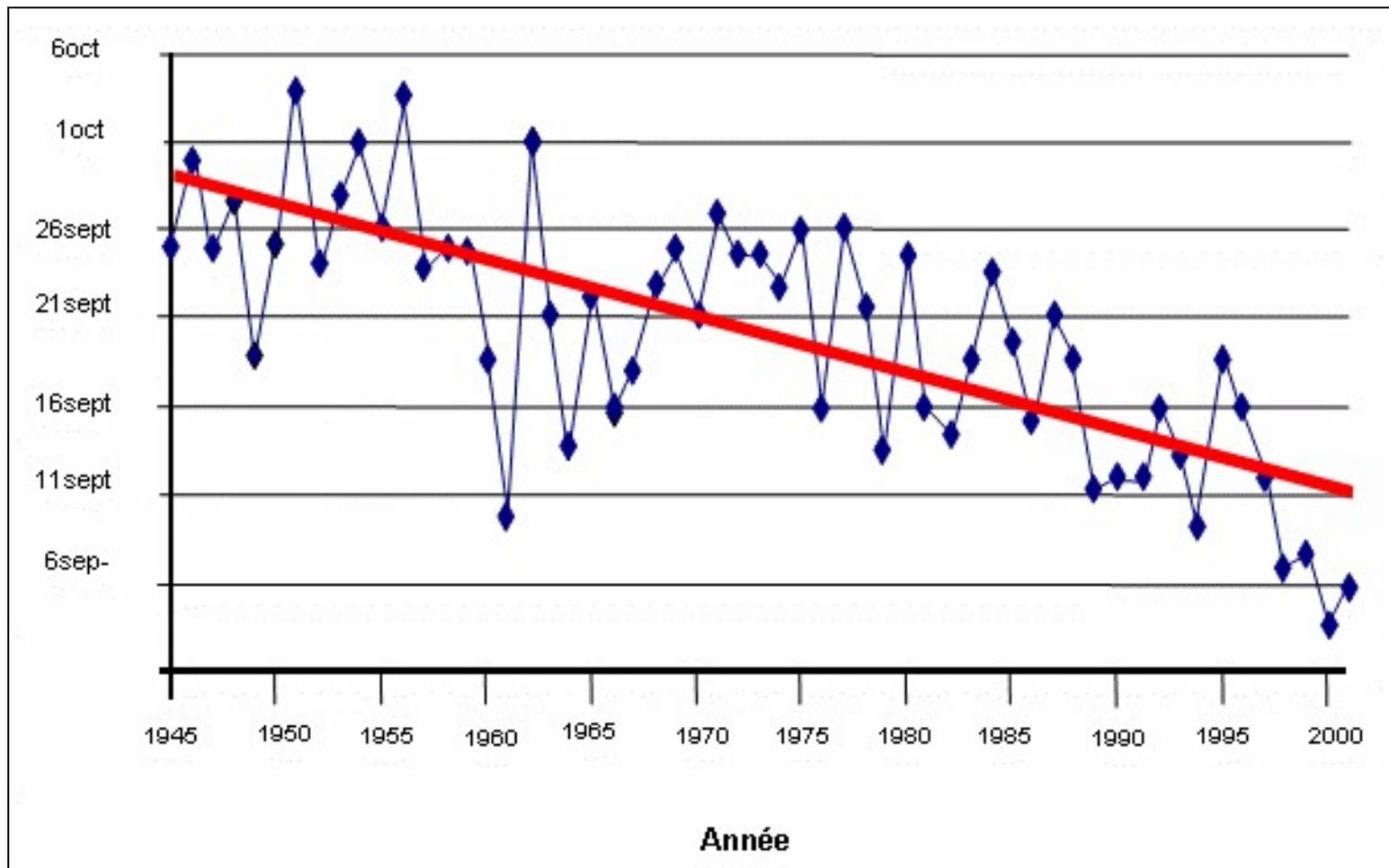
Incremento del 30%

Limiti per velocità di traslocazione, deficit idrico, danni da irradiazioni



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS



Evoluzione delle date di vendemmia da 1945 nella zona di Châteauneuf du Pape. (Ganichot, 2002)



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

Fattori ed elementi del clima

Ore di sole e di luce

Correlazione diretta con la qualità e la quantità, ma in condizioni di riserva idrica sufficiente.

Temperature

Optimum per attività fotosintetica: 25-30° C

Concentrazione zuccherina – acidità – sintesi aromatica – quantità ed estrazione di antociani – condensazione tannini – attività enzimatica

N.B.

***Escursioni termiche* → finezza e complessità aromatica**

***T° troppo basse* → minore intensità aromatica e di colore**

***T° troppo elevate* → riduzione sintesi sostanze coloranti, accelerazione degradazione sostanze aromatiche ed acidi organici**



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

Influenza del clima sulla qualità del vino

La temperatura

La distribuzione delle differenti specie del genere *Vitis* e delle varietà di *Vitis vinifera* spp. vinifera al mondo dipende dalla temperatura

I fabbisogni termici specifici dei vitigni sono l'elemento più importante per la loro distribuzione nelle regioni viticole

E' possibile classificare i vigneti mondiali in 5 zone mediante gli indici di



fondazione banfi
SANGUIS JOVIS

Winkler

e

Huglin

Influenza del clima sulla qualità del vino

La temperatura

GRADI-GIORNO (WINKLER, 1978)

$$I = \sum (t \text{ media} - 10^\circ)$$

temperature medie giornaliere
nel periodo 1° aprile - 31 ottobre
(nell'emisfero Nord)

Trentino $I < 1390$

Trapani $I > 2200$



Influenza del clima sulla qualità del vino

La temperatura

INDICE ELIOTERMICO MODIFICATO
(HUGLIN, 1978)

$$I = \frac{(T \text{ media} - 10) + (T \text{ massima} - 10)}{2} K$$

a partire dal 1° aprile al 30 settembre, K varia con la latitudine

da 1,02 (40° N) → a 1,06 (50° N)

Reims I = 1500

Cordoba I = 3120



Influenza del clima sulla qualità del vino

La temperatura

Indice WINKLER

zona temperata fresca:

Σ temperature attive $< 1390^{\circ} \text{C}$
(Dijon-F, Geisenheim-D, Vienna-A)

zona temperata:

Σ temperature attive $1391-1670^{\circ} \text{C}$
(Bordeaux-F, Napa Valley-USA, Budapest-H, Santiago-RCH)

zona temperato-calda:

Σ temperature attive $1671-1950^{\circ} \text{C}$
(Montalcino-I, Montpellier-F, Siena-I)

zona calda:

Σ temperature attive $1951-2220^{\circ} \text{C}$
(Mendoza-RA, Capua-I, Grosseto-I, Palermo-I)

zona molto calda:

Σ temperature attive $>2220^{\circ} \text{C}$
(Trapani-I, Fresno-USA, Algeri-DZ)

fondazione bazifi
SANGUIS JOVIS

Influenza del clima sulla qualità del vino

La temperatura

Indice WINKLER

A queste zone caratterizzate da specifiche potenzialità termiche, corrispondono specifici vitigni che in quelle aree possono raggiungere una soddisfacente maturazione:

zona temperata fresca: Sauvignon bianco, Chardonnay, Gewürtztraminer, Müller Thurgau, Gamay, Pinot nero

zona temperata: Chenin blanc, Riesling, Malvasie, Cabernet franc, Merlot, Cabernet sauvignon

zona temperato-calda: Trebbiano toscano, Sangiovese, Syrah

zona calda: Inzolia, Catarratto, Nero d'Avola, Primitivo

zona molto calda: Graciano, Tauriga national, Tinto cao

fondazione banfi

SANGUIGLIANO

Influenza del clima sulla qualità del vino

La temperatura

Indice HUGLIN

A queste zone caratterizzate da specifiche potenzialità termiche, corrispondono specifici vitigni che in quelle aree possono raggiungere una soddisfacente maturazione:

IH 1500: Müller Thurgau, Reinriesling

IH 1600: Pinot bianco e grigio, Gamay, Gewurztraminer

IH 1700: Pinot nero, Chardonnay, Sauvignon

IH 1800: Cabernet franc

IH 1900: Cab. Sauvignon, Chenin blanc, Merlot, Semillon

IH 2000: Trebbiano toscano, Vermentino

IH 2100: Syrah, Grenache, Sangiovese

IH 2200: Carignan, Nero d'Avola, Aglianico, Nerello masc.

IH 2300: Tauriga national, Graciano, Aramon

fondazione baruffi

SANGUIS JOVIS

OGGI

1) Global warming



Palliotti, 2015

- Aumento della T° dell'aria
- Aumento degli heat shock
- riduzione delle piogge
- Intensificazione dei fenomeni meteo estremi (2003, 2007, 2009, 2011, 2012, 2015, 2021 → annate calde e siccitose con intensi fenomeni di fotoinibizione e heat shock)

2) Light drinking (bere consapevole)



one banfi

Preferenza dei consumatori verso vini a moderato contenuto alcolico e fenolico

UE reg. n. 606/2009 → parziale dealcolizzazione dei vini finiti fino ad un max del 2% con metodi fisici

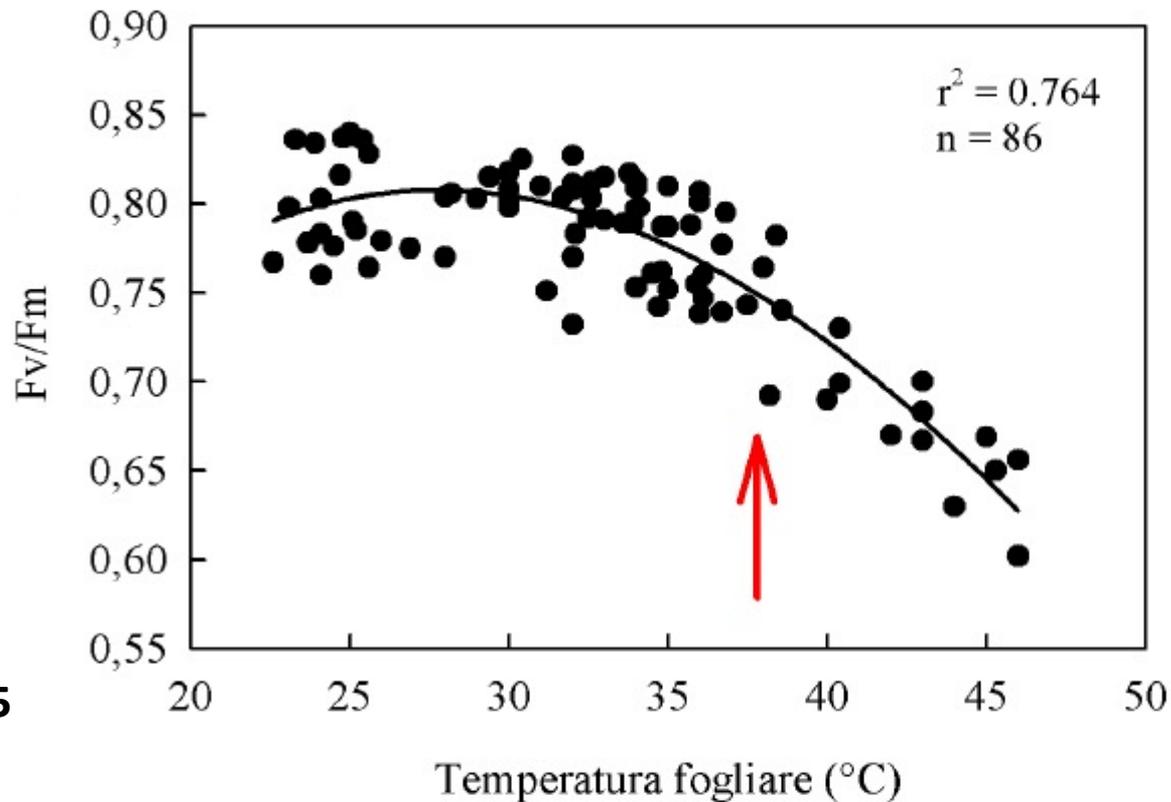
ALCUNE REALTÀ EMERGENTI LEGATE AL CAMBIAMENTO CLIMATICO.....



- 1) **Anticipo delle fasi fenologiche**
- 2) **Disallineamento tra la maturità tecnologica, sempre più accelerata, e quella fenolica**
- 3) **Accelerazione della maturazione dell'uva:**
 - **Eccessivo accumulo di zuccheri → alta alcolicità dei vini**
 - **Bassa acidità → negativo soprattutto per i vini bianchi**
 - **Elevato pH → instabilità microbiologica e deficit di colore**
 - **Sapori e aromi atipici sia nelle uve che nei vini**
- 4) **Aumento dei fenomeni di disidratazione dell'uva e danni da scottature**

**> 15% alcool
NO VINO**





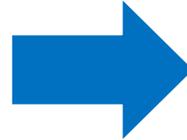
Palliotti, 2015

Con temperature fogliari > 37-38 ° C iniziano i fenomeni di fotoinibizione e a 42-43 ° C si ha fotoinibizione cronica o irreversibile



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE



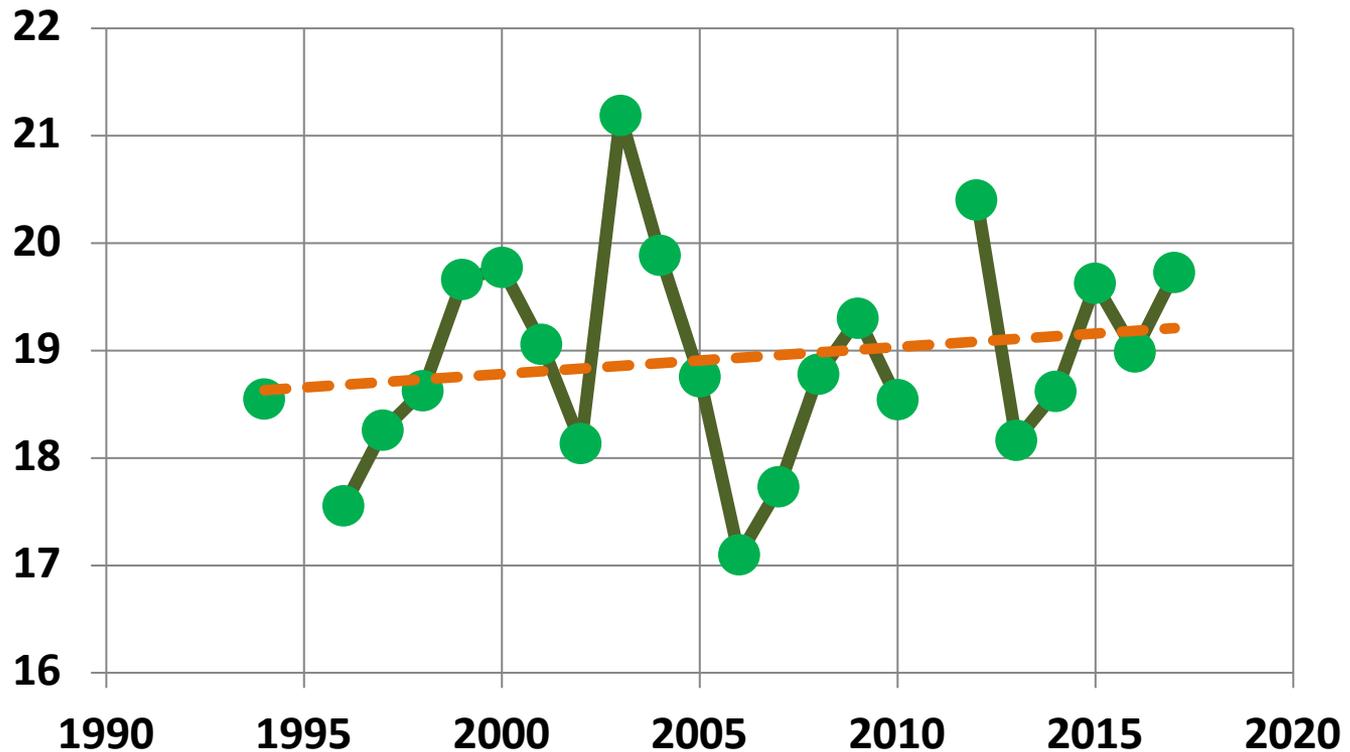
**Parte del grappolo esposta
al sole (acini quasi tutti
disidratati)**

**Parte del grappolo
all'ombra (acini tutti
turgidi)**

RIMETTE IN GIOCO:

- 1) Sistemi di allevamento**
- 2) L'orientamento dei filari**
- 3) Distanze di impianto**
- 4) Alcune tecniche di gestione della chioma
(defogliazione, cimatura, scacchiatura, ecc.)**

Temperatura media (+0,8 °C)



Montalcino

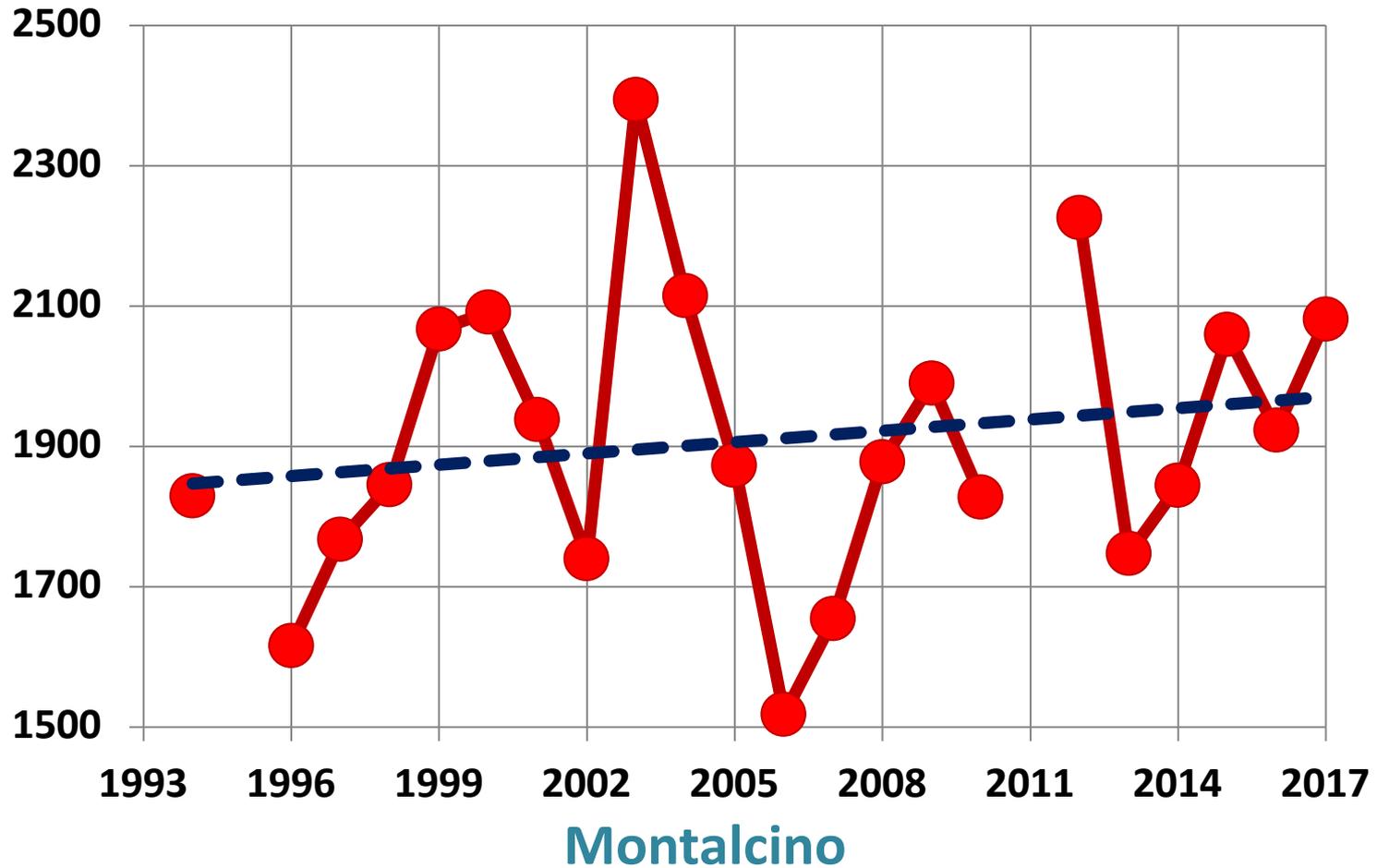


fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

G. Mattii - Il climate change in vigna: i processi di maturazione del Sangiovese.

1994-2017 Indice di Winkler (+120)

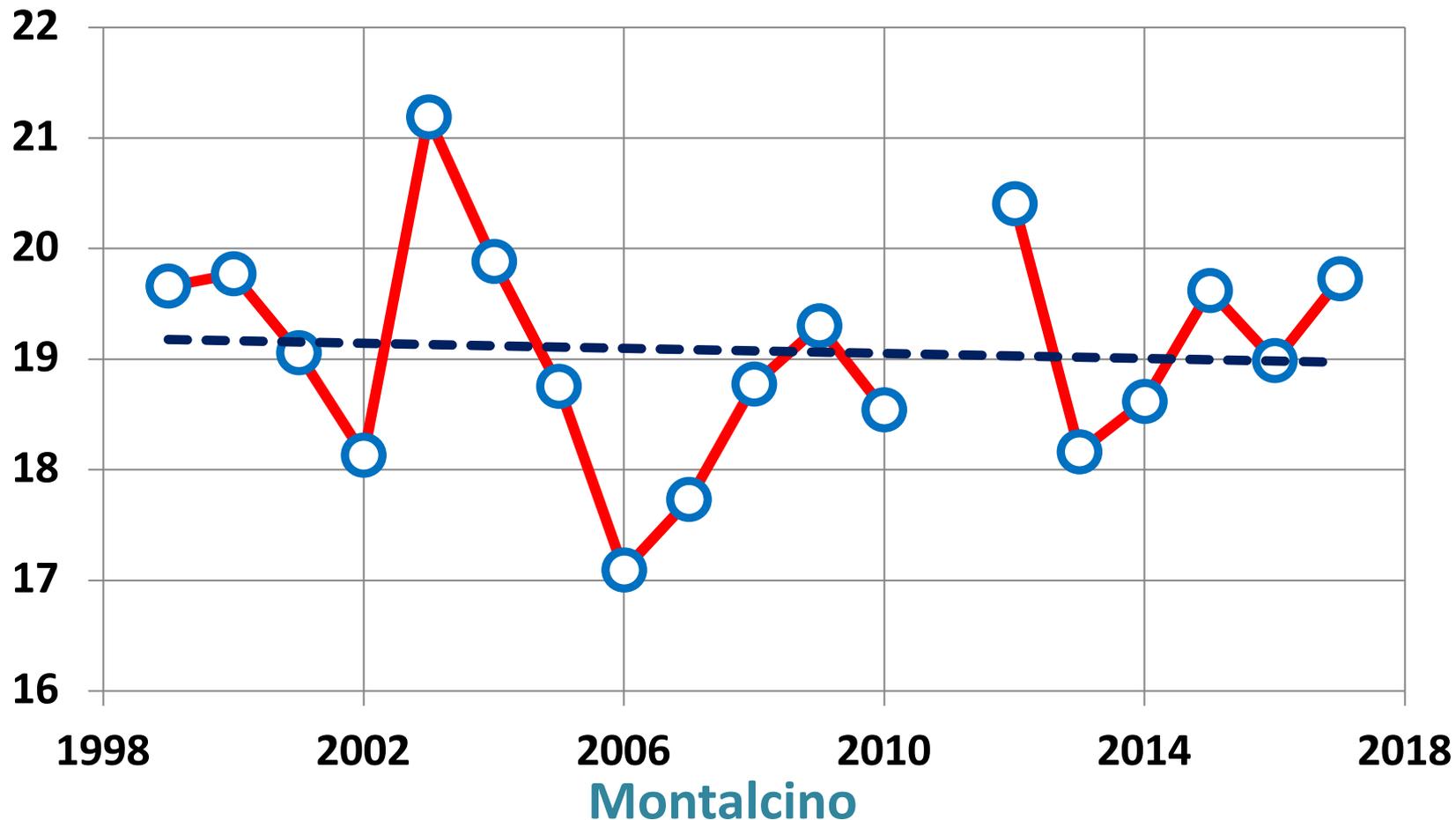


fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

G. Mattii - Il climate change in vigna: i processi di maturazione del Sangiovese.

Temperatura media dal 1 aprile al 31 ottobre

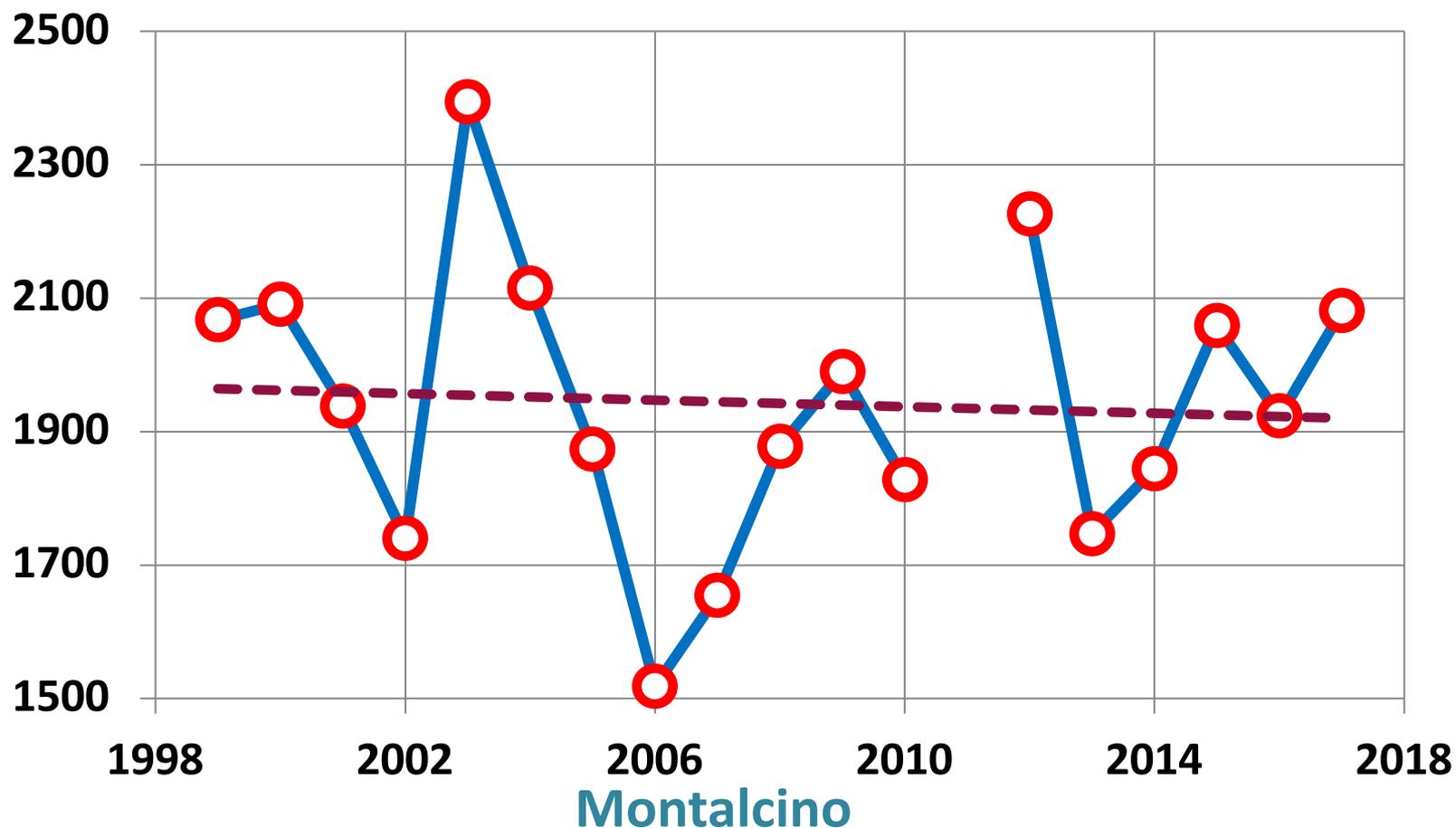


fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

G. Mattii - Il climate change in vigna: i processi di maturazione del Sangiovese.

1999-2017 Indice di Winkler



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

G. Mattii - Il climate change in vigna: i processi di maturazione del Sangiovese.

ALCUNE REALTÀ BEN DOCUMENTATE.....



**Dal 1995 al 2005 il vino SASSICAIA
ha incrementato il grado alcolico
dal 12% al 14% (Rand, 2006)**



**Dal 1985 al 2005 il vino ORNELLAIA
ha incrementato il grado alcolico
dal 12,5% al 14,5% (Lowe, 2006)**



fondazione banfi

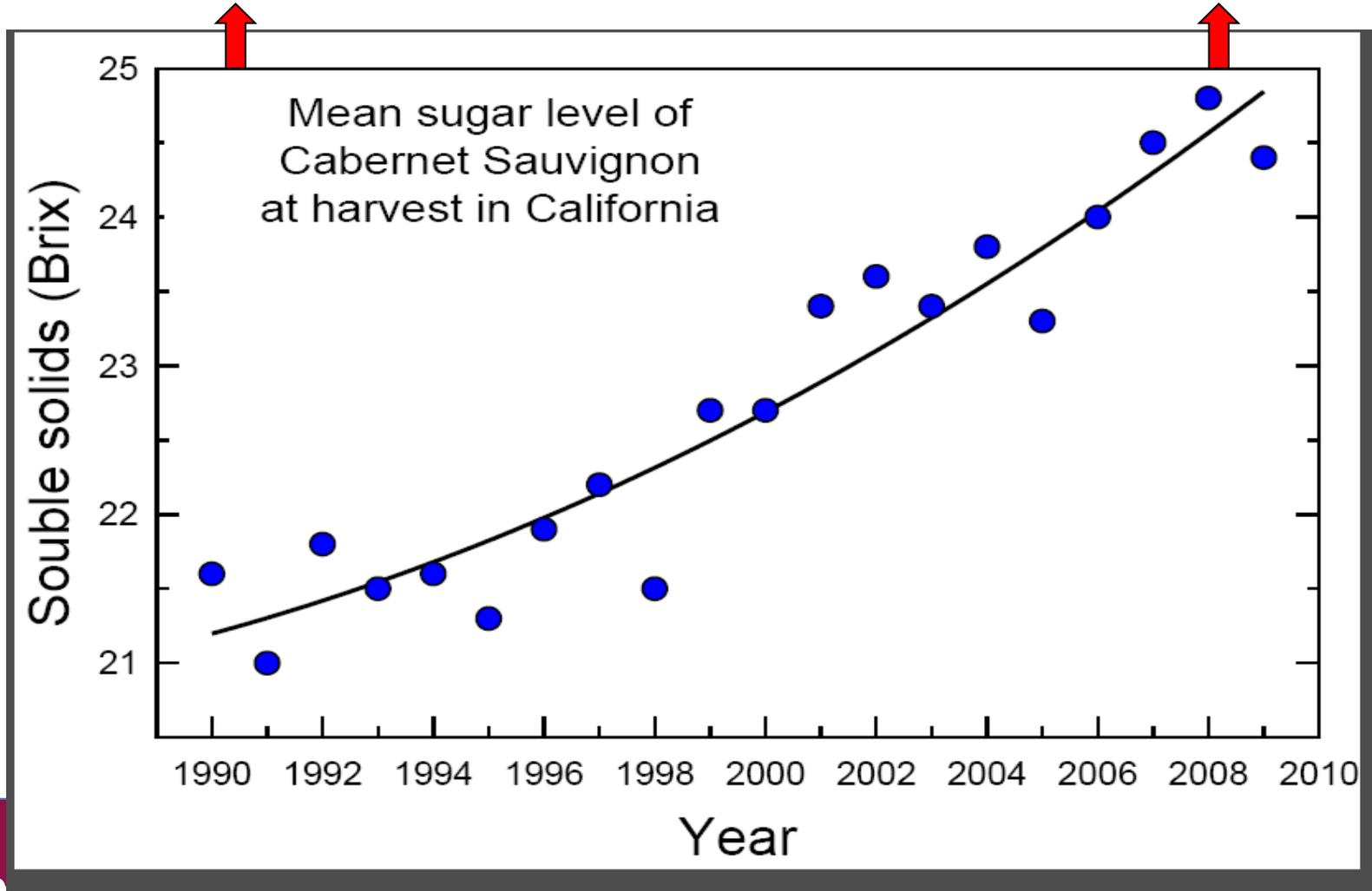
SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

**G. Mattii - Il climate change in vigna: i processi di
maturazione del Sangiovese.**

G. Mattii – Maturazione delle bacche e clima

12 % alcol

14.5 % alcol



G. Mattii – Maturazione delle bacche e clima

Anticipo ed accorciamento delle fasi fenologiche

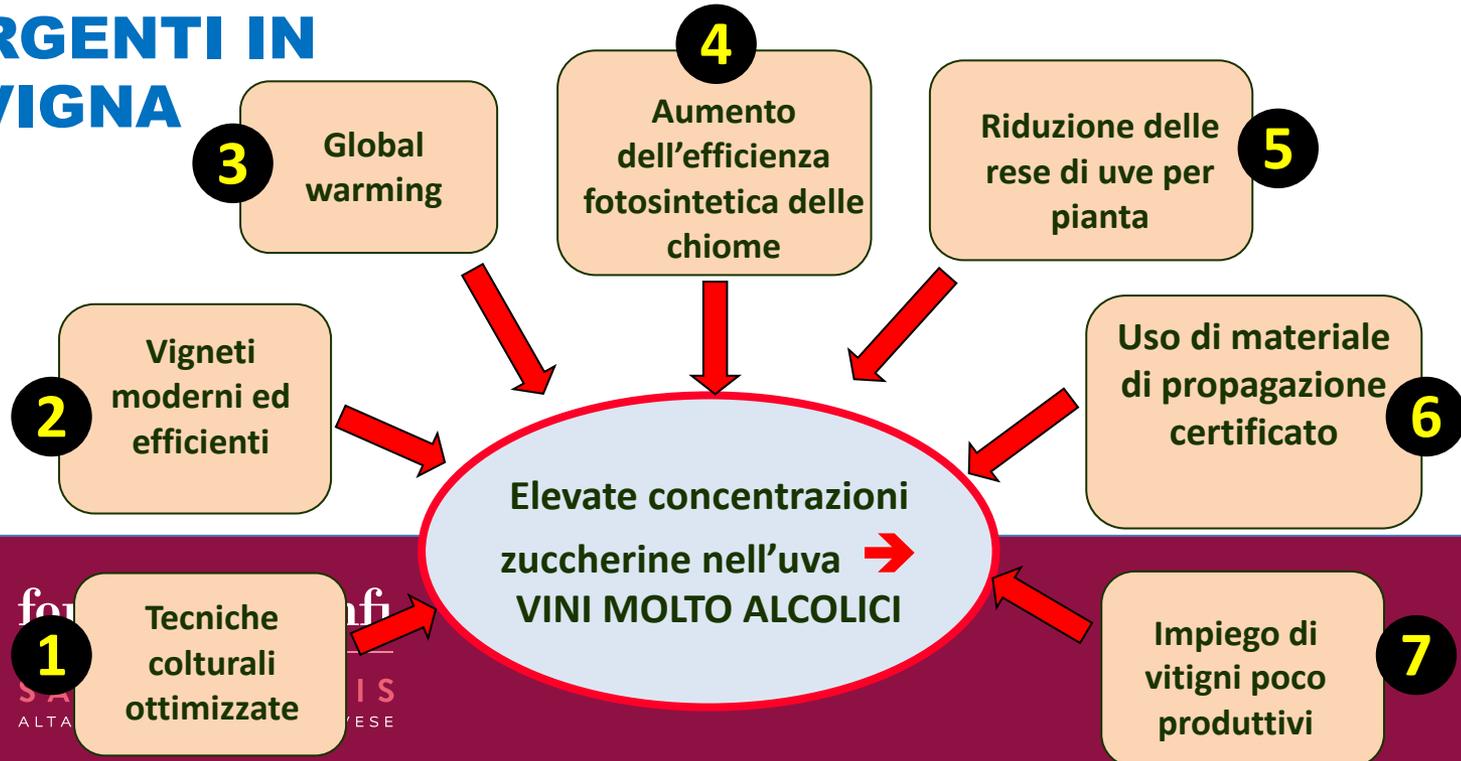
Accelerato depauperamento del quadro acido e rapido aumento del pH del mosto

Disallineamento tra la maturazione tecnologica dell'uva, sempre più accelerata, e quella fenolica, maggiormente ritardata

Aumento dei fenomeni di disidratazione irreversibile degli acini e danni da scottature

PROBLEMATICHE EMERGENTI IN VIGNA

CAUSE DIRETTE ED INDIRECTE



for
SA
ALTA

1
Tecniche
colturali
ottimizzate

fi
IS
ESE

Elevate concentrazioni
zuccherine nell'uva →
VINI MOLTO ALCOLICI

7
Impiego di
vitigni poco
produttivi

G. Mattii – Maturazione delle bacche e clima



G. Mattii – Maturazione delle bacche e clima



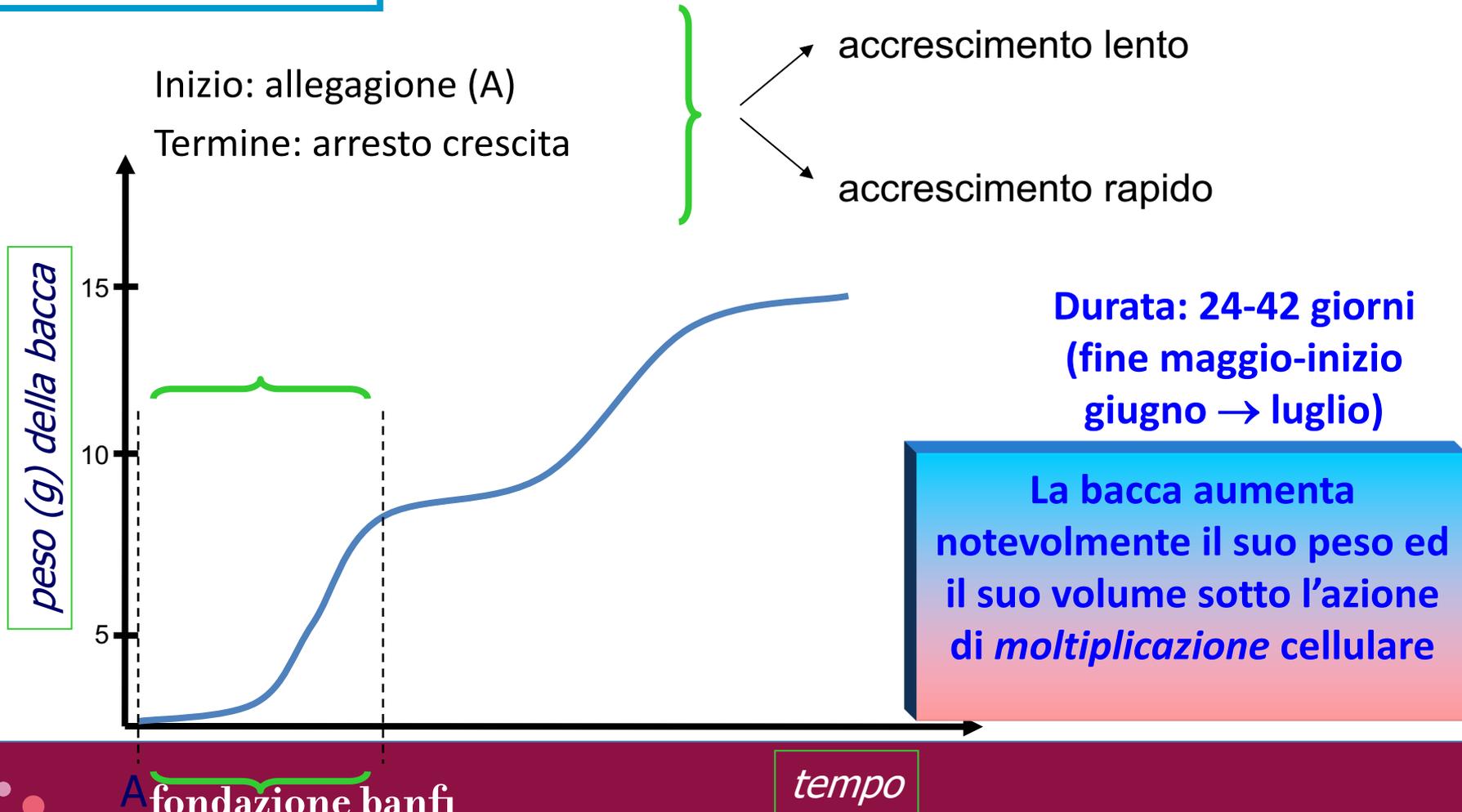
Rapporto clima-pianta

Parametro	Effetto positivo	Effetto negativo
Epoca germogliamento	Alte temperature del mese precedente, dopo un periodo iniziale di basse temperature	Basse temperature dell'aria, basse temperature dei suoli
Accrescimento germogli	Alte temperature medie	Basse temperature medie
Epoca fioritura	Temperature fino ad una soglia ottimale di 31-32 °C	Eccessi termici, carenze termiche
Fertilità gemme	Elevata temperatura e insolazione durante la differenziazione a fiore (maggio – giugno dell'anno precedente)	Basse temperature, scarsa insolazione
Agostamento / invaiatura	Piogge non elevate, temperature medie alte ma senza eccessi	Eccessi idrici
Epoca maturazione	Moderato stress idrico, temperature medie alte ma senza eccessi	Eccessi idrici, temperature basse

Accrescimento e maturazione della bacca:

3 fasi

fase erbacea



A **fondazione banfi**

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

G. Mattii – Maturazione delle bacche e clima

fase erbacea : nella bacca

1. fotosintesi

è presente clorofilla

2. biosintesi di acidi

- 90% {
- acido tartarico → *NB. La vite è una delle rare piante capaci di sintetizzare l'acido tartarico*
 - acido malico
 - acido citrico
 - altri acidi (a. ascorbico, a. ossalico, a. isocitrico)



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

fase erbacea : nella bacca

3. biosintesi di tannini

Luogo di sintesi degli ormoni:
VINACCIOLI-EMBRIONI

4. variazioni ormonali

- gibberelline, auxine e citochinine sono abbondanti (stimolanti)
- il contenuto di auxine sembra correlato con la presenza dei vinaccioli – da lì la maggiore dimensione delle bacche con numero maggiore di vinaccioli. Sembra che provengano anche da foglie ed apici
- gibberelline ed auxine proverrebbero dall'apparato radicale
- ABA è molto basso (0.02 ppm p.f. nella polpa, 0.1 ppm nella buccia)



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

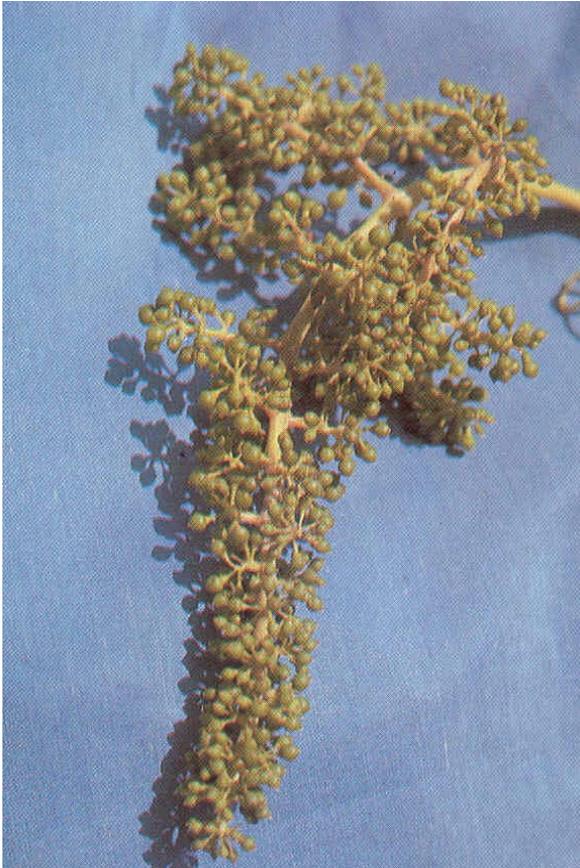
G. Mattii - Il climate change in vigna: i processi di maturazione del Sangiovese.

Accrescimento e maturazione della bacca

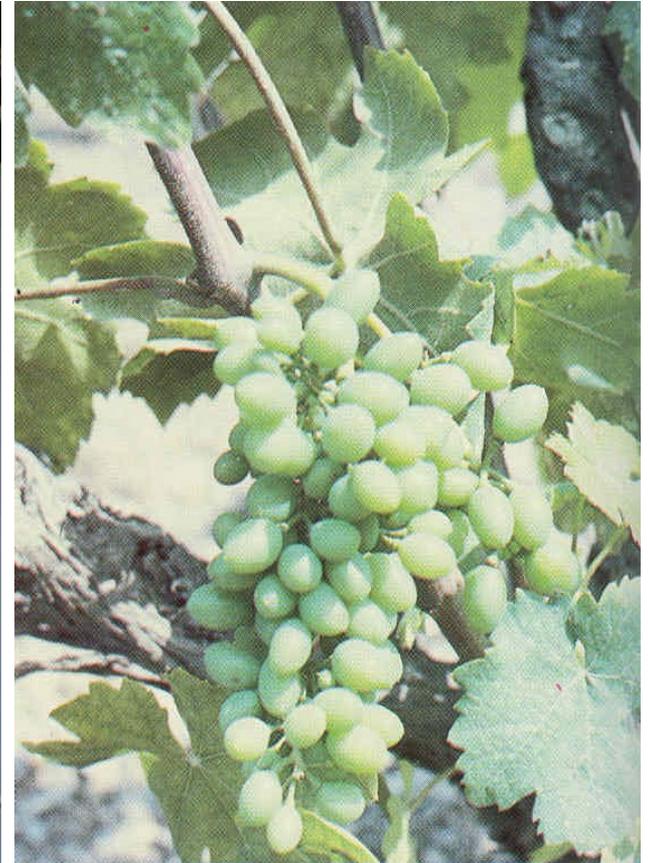
3 fasi

fase erbacea

Durante questa fase le bacche ingrossandosi vengono a far assumere al grappolo l'aspetto quasi definitivo – fase di “chiusura del grappolo”



A



chiusura

FASE TRASLUCIDA DELLA BACCA

- BIOSINTESI DI:

- AROMI e POLIFENOLI

- INIZIO IDROLISI SOSTANZE PECTICHE → delle pareti cellulari e lamelle mediane del sarcocarpo

- rammollimento

- LIGNIFICAZIONE DEI VINACCIOLI

- maturazione dell'embrione

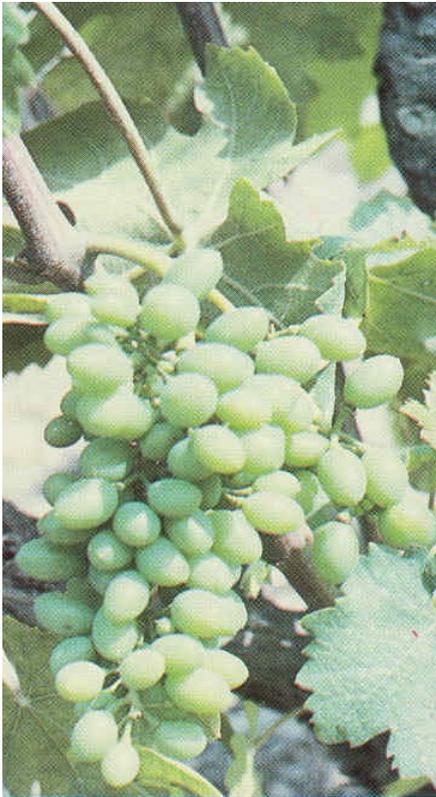
- "indurimento del nocciolo"

Accrescimento e maturazione della bacca

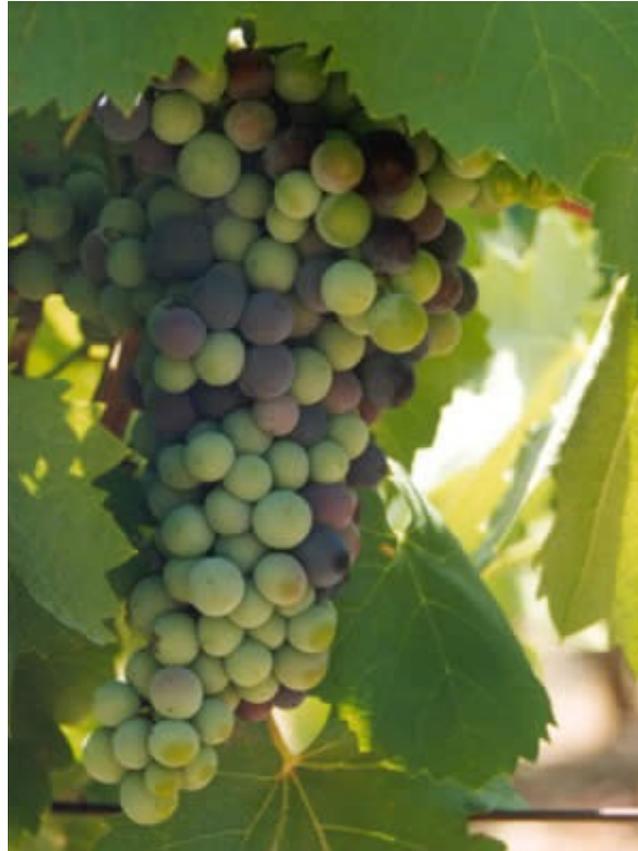
3 fasi

fase translucida

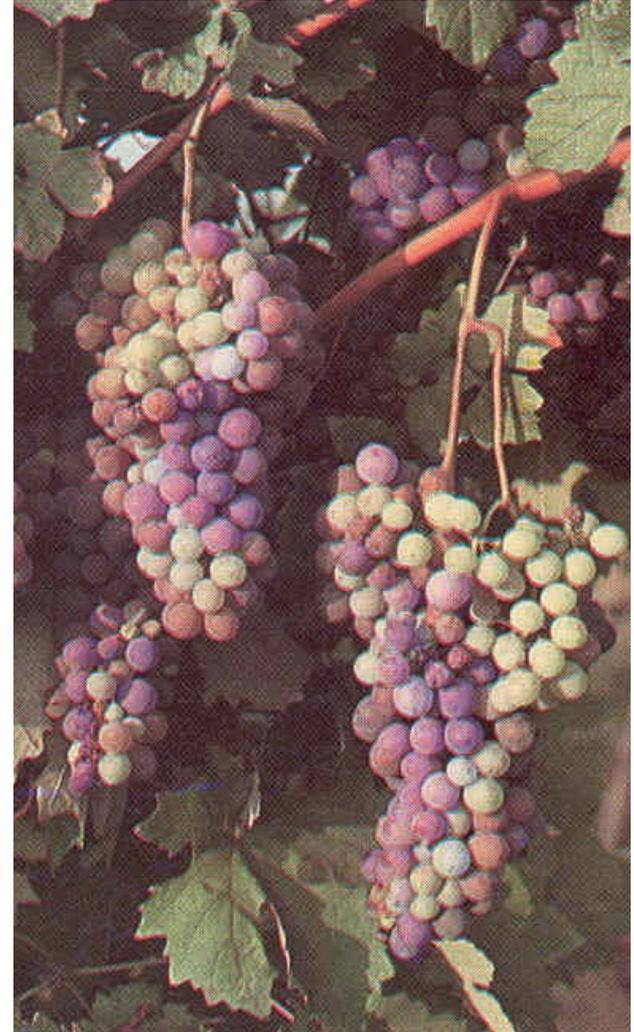
Durante questa fase le bacche “virano” (viraggio del colore), prima quelle mediane, poi prossimali, poi terminali - INVAIATURA



chiusura



↑
invaiaura



Accrescimento e maturazione della bacca:

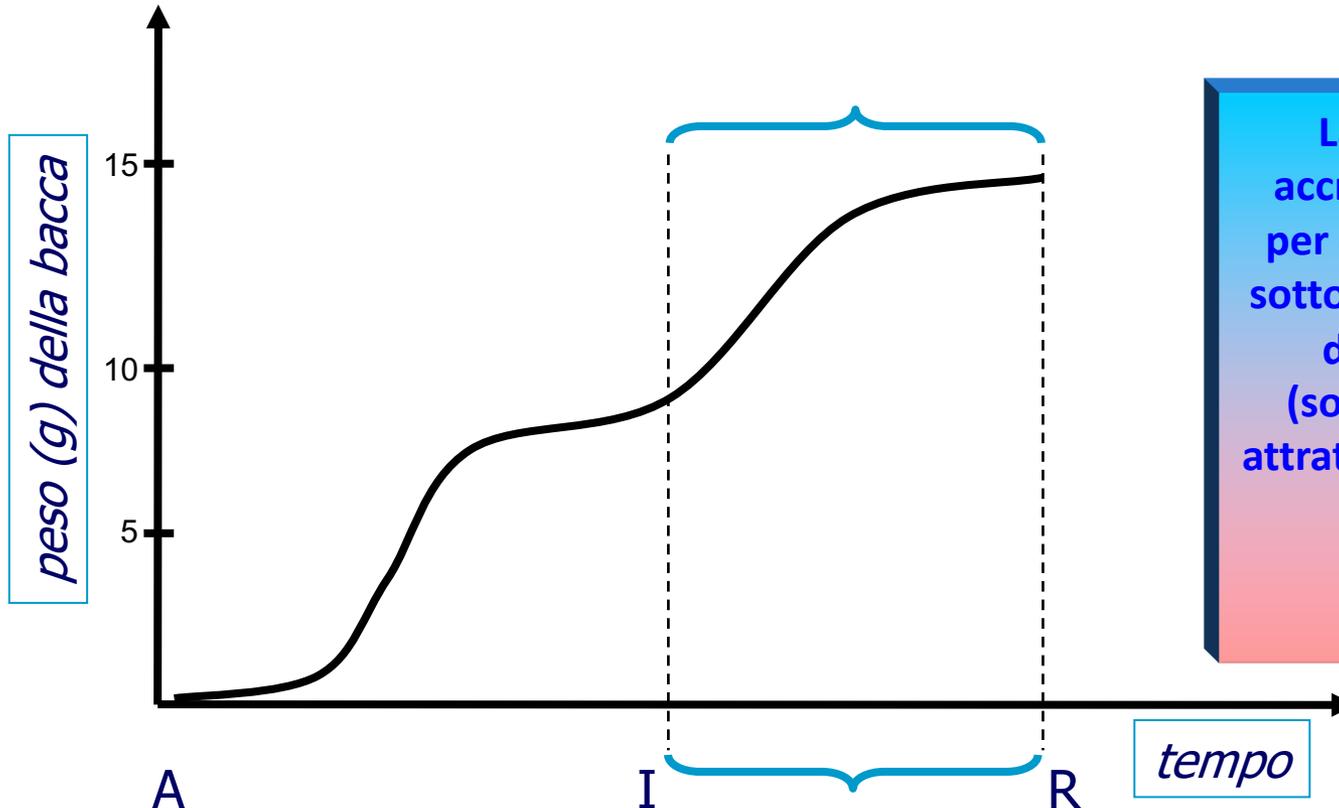
3 fasi

fase di maturazione

Inizio: invaiatura

Termine: raccolta

Durata: 20-50 giorni



La bacca riprende ad accrescere, ma quasi solo per distensione cellulare e sotto l'effetto dell'accumulo di sostanze nutritive (soprattutto zuccheri) e, attratta per osmosi, di acqua

fase di maturazione : nella bacca

Fattori influenzanti:

1. > disponibilità idrica:

- *bacca più grande* → *< grado zuccherino e > acidità!!*
 - ↳ *< qualità in vini rossi nobili*
 - ↳ *> qualità in vini bianchi del sud*
- *carenze idriche precoci hanno maggiore effetto negativo*
- *eccessi idrici in prossimità della maturazione possono provocare spaccature (soprattutto in varietà a bacca grande).*

Due ipotesi:

- ↳ *grande richiamo di acqua radicale*
- ↳ *assorbimento di acqua dalla buccia*

fase di maturazione : nella bacca

Fattori influenzanti:

2. **temperatura:** *negative T troppo basse e troppo alte*

- *temperature eccessive nella fase I impediscono adeguata moltiplicazione cellulare*
- *20-15 ° C (g/n) migliori di 30-15 ° C*
25-15 ° C forse le migliori

3. **vigore** → *influenza la durata della fase I, quindi l'epoca di invaiatura (le viti vigorose invaiano tardivamente e presentano bacche più grandi in tale momento), e ritardano anche l'epoca della maturazione*

Accumulo di carboidrati

Forme di accumulo: glucosio e fruttosio (arabinosio, ramnosio, xilosio; saccarosio; gomme, emilcellulose, cellulose ...)

Forma di trasporto: saccarosio

Rapporto glucosio-fruttosio

	glucosio	fruttosio
bacca verde	4-5	1
invaiatura	2	1
maturazione	1	1
surmaturazione	0.9	1

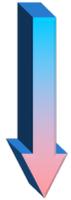
↑
respirazione

Quantità totali carboidrati

	%	g/l
bacca verde	1-2	10-20
invaiatura	8-10	80-100
maturazione	15-20	150-200
surmaturazione	25-30	250-300

Accumulo di acidi organici

ACIDO MALICO



Molto abbondante nella vite:

- nelle foglie → 30-200 m.e./kg di peso fresco (100-800 m.e./kg di p.s.)
- nel mosto a maturazione → 10-80 m.e./litro

Il bilancio energetico mostra che si ha accumulo di energia che potrà essere restituita al momento della degradazione.

L'acido malico costituisce un vettore energetico

Accumulo di acidi organici

ACIDO MALICO

sintesi



rapida

ha luogo
in vari organi

ma soprattutto:

- foglie adulte
(PRO: vigore,
disponibilità di cationi)
- bacche
(dalla fase II in poi)

Accumulo di acidi organici

ACIDO MALICO

influenza delle condizioni ambientali sul livello di acido malico delle bacche

La sintesi di acido malico avviene negli organi adulti stimolata da abbondante nutrizione cationica (K in particolare) e dal vigore, quest'ultimo la favorisce in quanto:

aumenta la sintesi fogliare

ritarda le fasi di sviluppo (maturazione in periodo più freddo)

Accumulo di acidi organici

ACIDO MALICO

influenza delle condizioni ambientali sul livello di acido malico delle bacche

La degradazione dell'acido malico è legata alle temperature:

▶ i mosti nelle regioni calde sono meno ricchi di acido malico

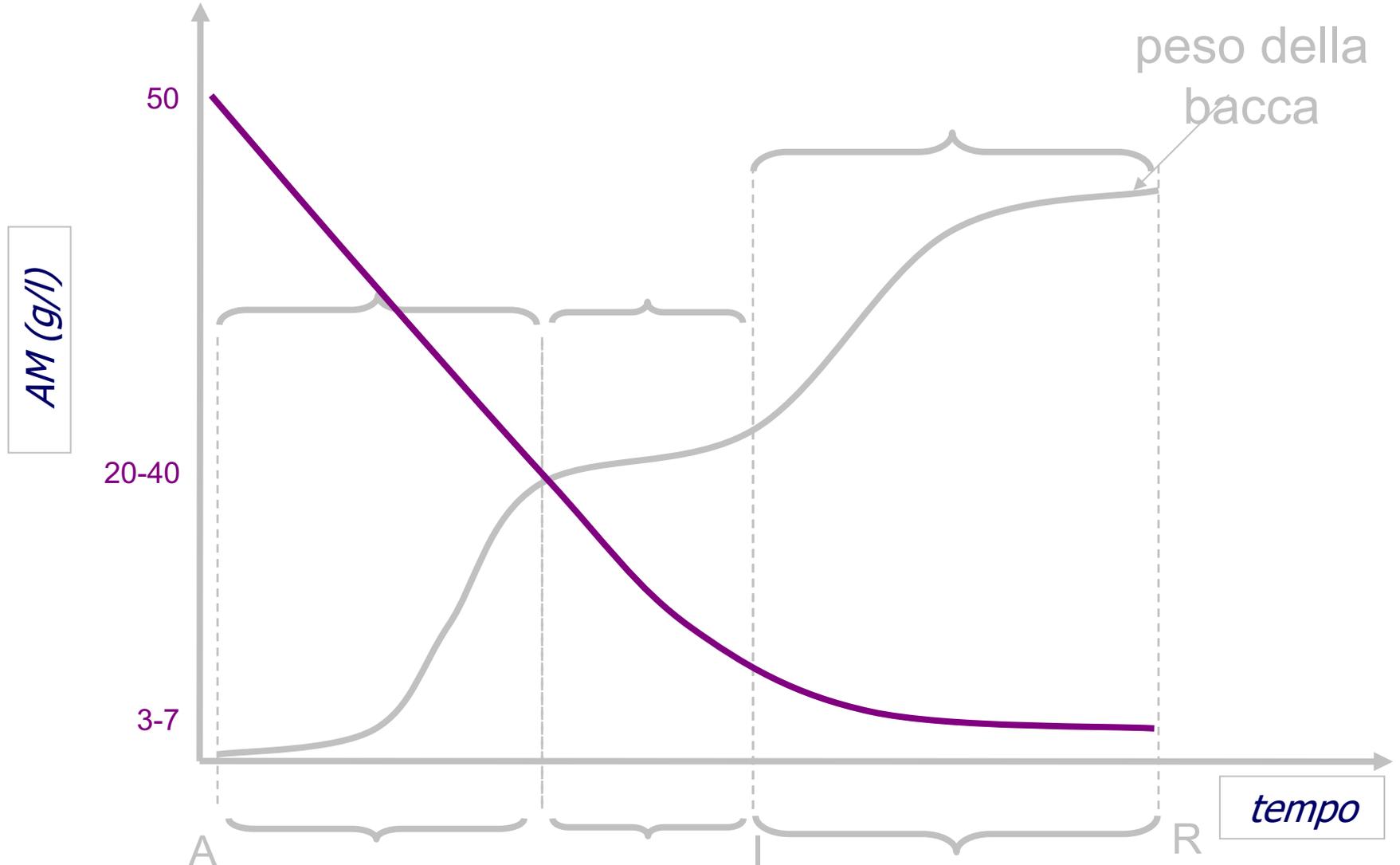
▶ ritarda le fasi di sviluppo (maturazione in periodo più freddo)

▶ la forma di allevamento che distanzia i grappoli dal suolo produce vendemmie più ricche di acido malico perché la temperatura media diminuisce

Accumulo di acidi organici

Fattori della degradazione forte dell'acido malico

ACIDO MALICO



Accumulo di acidi organici

ACIDO TARTARICO

Presente in un piccolo numero di piante, nella vite è particolarmente abbondante:

- ❑ 30-200 m.e./kg p.f. foglie (100-800 p.s. foglie)
- ❑ 50-150 m.e./litro mosto a maturazione (8-12 g/l p.f.)



gran parte stoccato nelle foglie sotto forma di cristalli che rispondono alla formula del tetraidrato di calcio

è spesso legato a composti fenolici:
acido caffeil-tartarico, antociani acilati

nelle foglie il livello di AT si abbassa in prossimità dell'abscissione: migra verso le bacche e verso le parti legnose

Come per l'AM, la gran parte dell'AT delle bacche viene dalle foglie

Accumulo di acidi organici

ACIDO TARTARICO

Luoghi di sintesi



La sintesi ha luogo nelle foglie molto giovani e in tutti gli organi (come le bacche giovani) che sono in intensa divisione cellulare, contrariamente all'AM del quale la sintesi non comincia che dopo questo stadio per mantenersi durante tutta l'età adulta senza interrompersi

Contrariamente all'AM, la cinetica metabolica dell'AT (il suo turnover) è molto debole

Accumulo di acidi organici

ACIDO TARTARICO

influenza delle condizioni ambientali sul livello di acido tartarico delle bacche

scarse conoscenze sulle condizioni che favoriscono livelli elevati di AT nelle bacche

sembra che l'efficacia delle migrazioni giochi un ruolo determinante più che l'intensità della biosintesi

infatti l'aumento di AT nelle bacche dopo una pioggia spiega l'accelerazione delle migrazioni nella pianta (intensificazione della corrente di massa) e non l'eventuale sintesi radicale

Accumulo di acidi organici

ACIDO TARTARICO

degradazione



La degradazione è debole:

- ❑ i livelli di AT rimangono pressoché simili nel corso della maturazione
- ❑ non sono particolarmente influenzati dall'andamento stagionale

- i fattori ambientali condizionerebbero, più che l'accumulo, la traslocazione



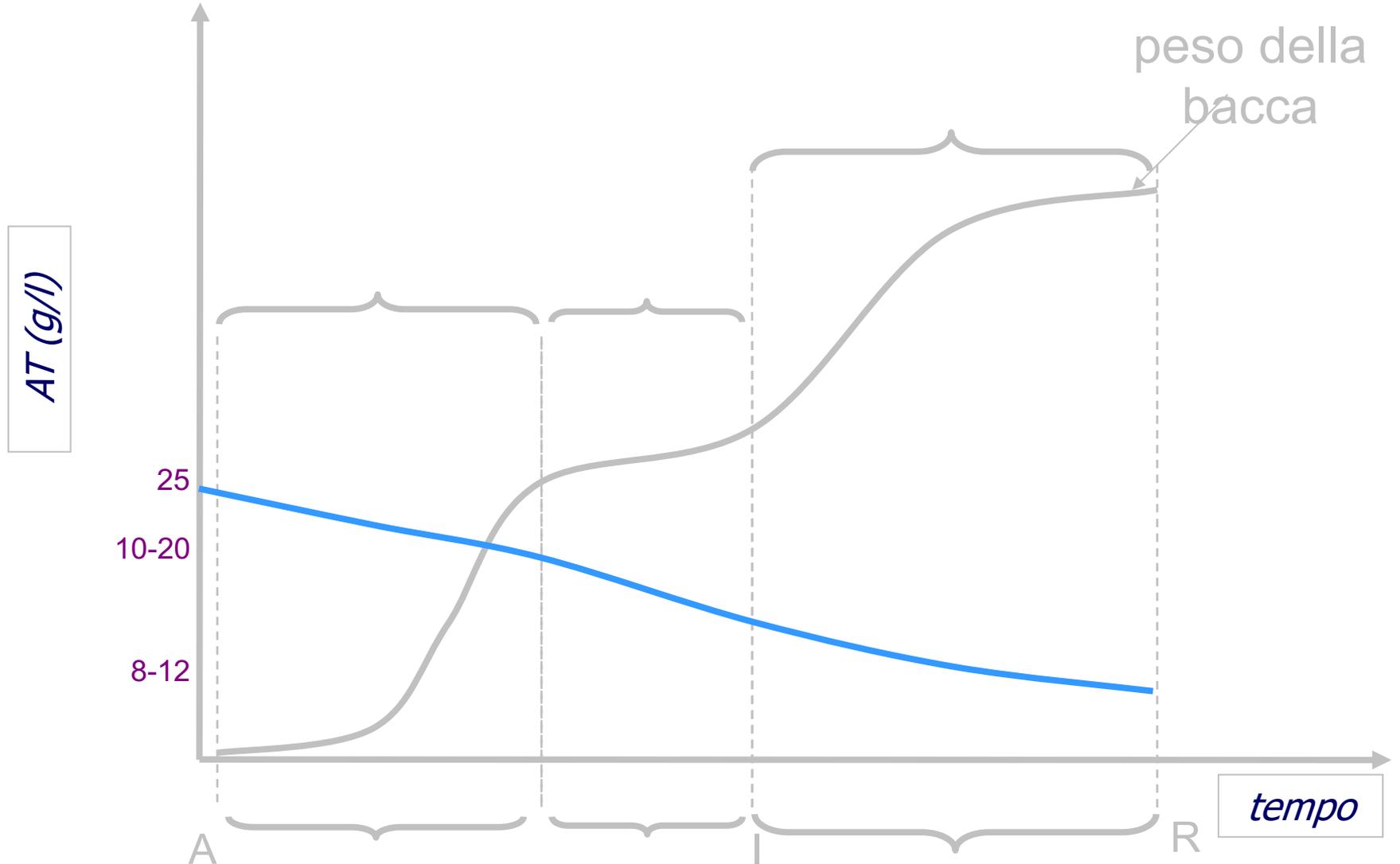
Esempio: dopo una pioggia l'aumento di AT sarebbe connesso con la traslocazione dai luoghi di sintesi alla bacca.

- 35° C = temperatura di degradazione

- ❑ buona disponibilità di K⁺ comporterebbero ↓ di AT

Accumulo di acidi organici

ACIDO TARTARICO



Accumulo di fenoli

i fenoli semplici

acidi fenolici

più ricchi nella buccia
che nella polpa



sono precursori di
aromi



stilbeni

il più importante è il resveratrolo



coinvolti con meccanismi di difesa
della pianta
(es. dagli attacchi di botrite)



hanno un ruolo positivo sulla salute
dell'uomo

Accumulo di polifenoli

flavonoidi

colori

antociani

pigmenti blu
della buccia
delle uve
rosse

tannini

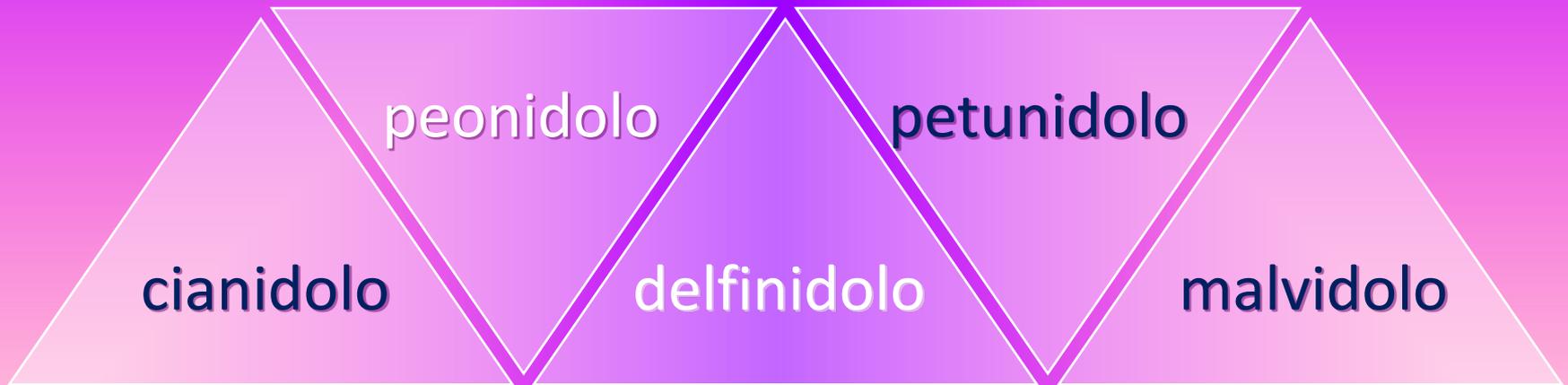
presenti soprattutto nei
vinaccioli, nelle bucce e
nei raspi

colore, struttura e
astringenza

Accumulo di polifenoli

antocianidoli e antociani

Nella vite 5 antocianidoli:



Accumulo di polifenoli

tannini

presenti  nella buccia
nei vinaccioli
nel rachide

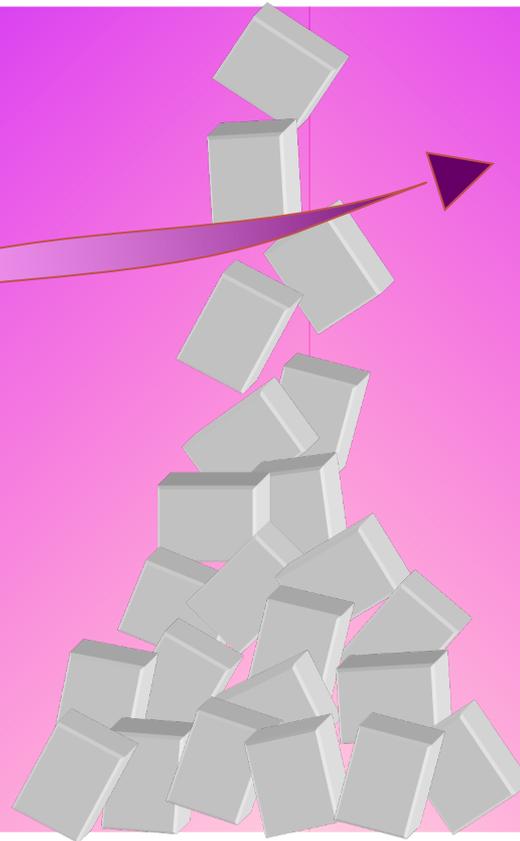
nei vini tannini
comprendenti da
2 a 10 monomeri

intervengono sulla
stabilità del colore

il loro grado
di condensazione condiziona
il loro gradimento gustativo e dipende
dalla maturazione e dalla qualità della
vendemmia e dall'invecchiamento del vino

i costituenti dei composti fenolici

**derivano tutti
dagli zuccheri**



**il che spiega
come si formino
più facilmente
con zuccheri
abbondanti**

successione di temperature elevate (37 giorno e 32 notte)
inibiscono completamente la colorazione a prescindere dalle
condizioni di illuminazione

infatti se verso la fine della maturazione si mettono piante
con grappoli ben colorati in cella climatica a T 37G e 32N
la colorazione diminuisce rapidamente

questo risultato
evidenzia che gli antociani non sono
un prodotto di metabolismo
bloccato ma al contrario reversibile

*tutti i lavori concordano
sull'effetto negativo delle
temperature elevate sulla
colorazione*

Una vastissima letteratura ha dimostrato che grappoli definiti "ben esposti" alla luce rispetto a grappoli "ombreggiati" presentano le seguenti caratteristiche compositive:

> solidi solubili
> polifenoli
> antociani

< acidità titolabile
< acido malico
< pH
< peso fresco dell'acino
< incidenza marciumi



Il problema che sta emergendo, soprattutto per le uve rosse, è quello di definire e quantificare con precisione cosa si intende per "ben esposti".....



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

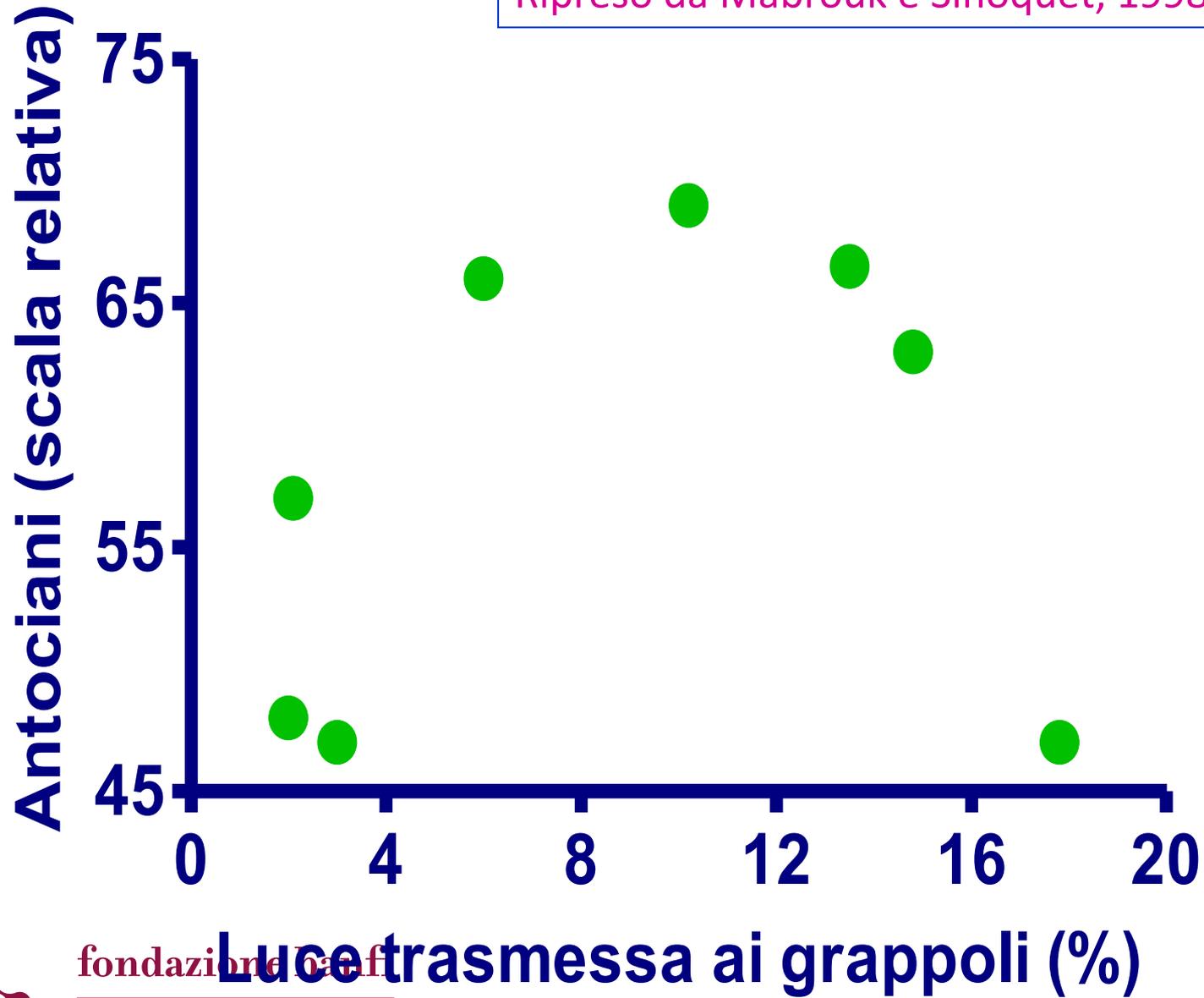
Poni, 2010





Poni, 2010

Ripreso da Mabrouk e Sinoquet, 1998

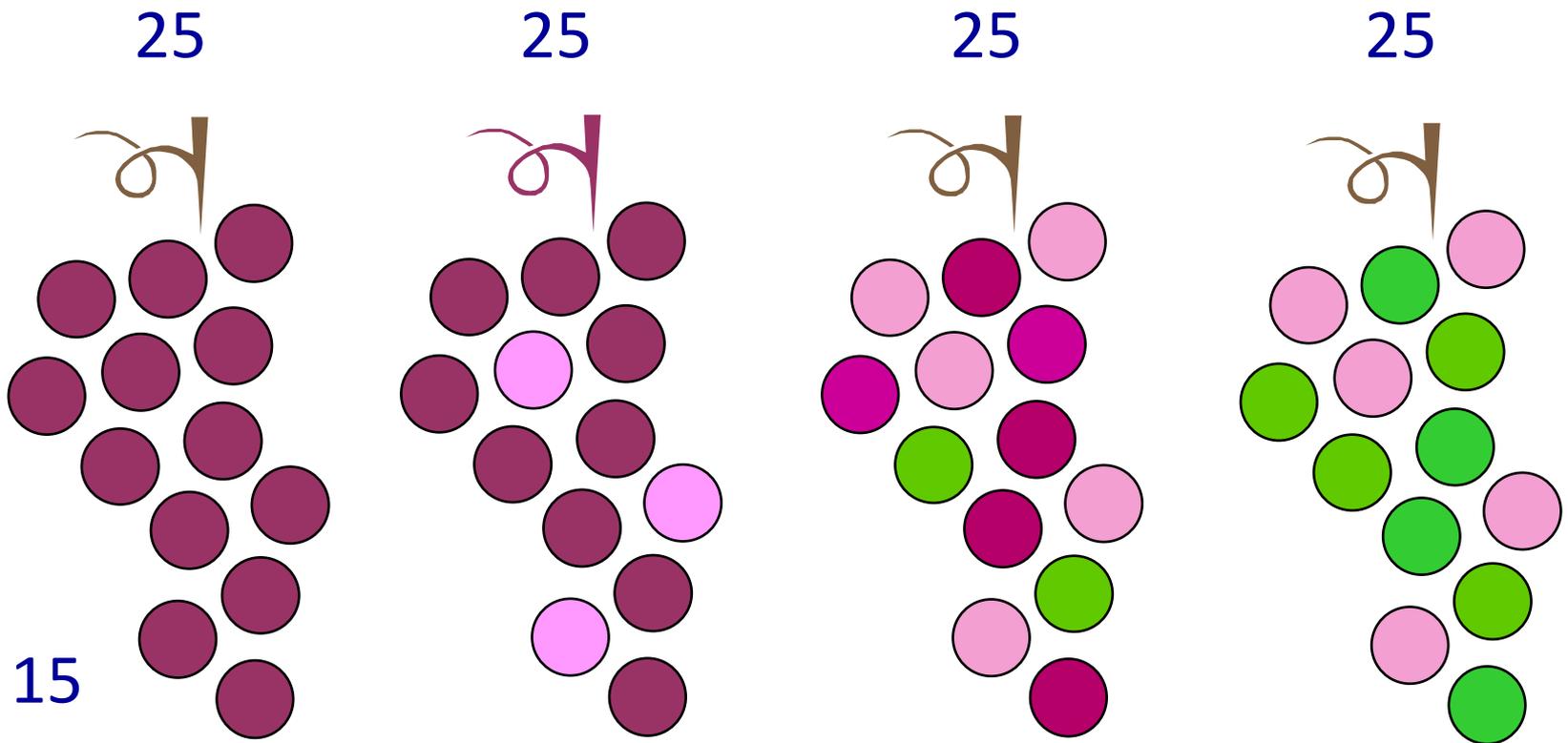


fondazione ~~conf~~

SANGUIS JOVIS

Cv. Tokay, da Kliewer e Torres, 1972

Temperatura media diurna (° C)



25

25

25

25

15

20

25

30



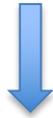
fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

Temperatura media notturna (° C)

Polifenoli del Sangiovese

Scarsa presenza di antociani stabili



Bassa tenuta nel tempo

Minima presenza antocianine acilate (< 2%)

Elevata presenza di antocianine disostituite poco stabili



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

Incremento termico e Sangiovese

- **Influenza positiva sul contenuto totale in zuccheri e antociani (rischio zuccheri elevati)**
- **Diminuzione tannini astringenti**
- **Maggiore Quercetina (rischio precipitazioni di quercetina aglicone).**
- **Diminuzione acidità e aumento pH**
- **Diminuzione APA**



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

Conclusioni

BREVE TERMINE

Cambiamento della tipicità dei vini con modificazione dei patrimoni aromatici e fenolici caratteristici

LUNGO TERMINE

Spostamento dei territori di produzione caratteristici

PROSPETTIVE ED ESIGENZE PER IL FUTURO

- ✓ Aumento dei rischi per la viticoltura
- ✓ Agevole adattamento per un incremento di 1-2° C
- ✓ Necessari interventi per incrementi > di 3° C
- ✓ Evoluzione di tradizioni e disciplinari di produzione
- ✓ Adattamento delle tecniche di coltivazione
- ✓ Adattamento delle tecniche di vinificazione



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI

DIPARTIMENTO DI SCIENZE E
TECNOLOGIE AGRARIE, ALIMENTARI,
AMBIENTALI E FORESTALI

G. Mattii – Maturazione delle bacche e clima

Grazie per l'attenzione



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

fondazionebanfi.it