

*Seminario*

# VITICOLTURA RESILIENTE:

*Tra cambiamenti climatici e sostenibilità*

**STRESS ESTIVI E INNOVAZIONI TECNICHE NELLA GESTIONE DEL VIGNETO**

**PALLIOTTI ALBERTO**



A.D. 1308  
**unipg**

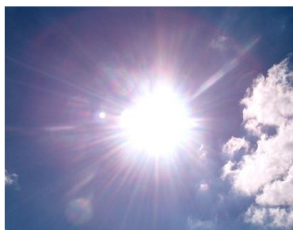
DIPARTIMENTO  
DI SCIENZE AGRARIE,  
ALIMENTARI E AMBIENTALI

Agriumbria – 6 aprile 2024



1

# Global Warming



- Aumento della T° dell'aria
- Maggior irraggiamento solare e UV
- Riduzione delle piogge
- Intensificazione eventi meteo estremi

[CO<sub>2</sub>] > 40% - [CH<sub>4</sub>] > 150% - [N<sub>2</sub>O] > 20%

2

# Vini Moderni !!



[bere consapevole]

- ✓ Moderata alcolicità e tannicità
- ✓ Vivacità e freschezza (acidità)
- ✓ Colore e profumi

2

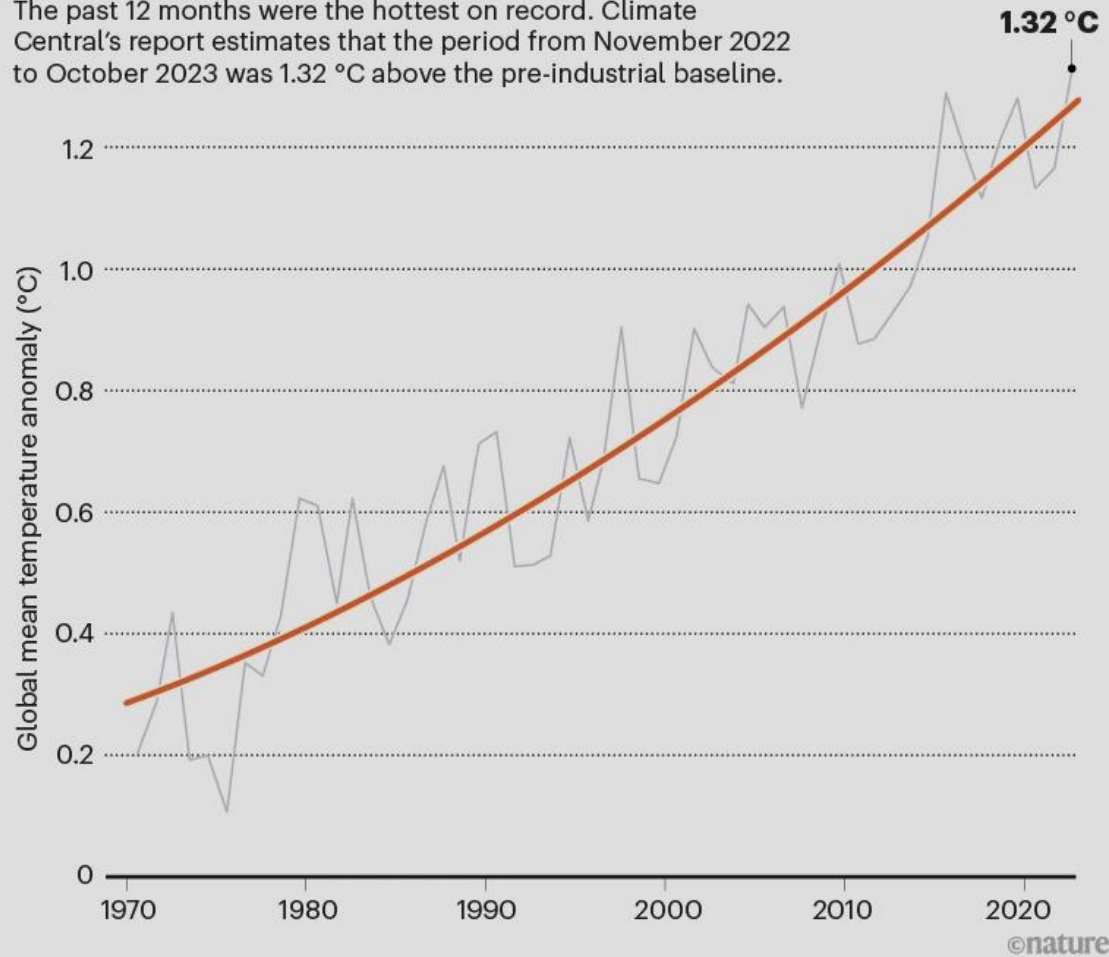
CONTRASTA .....

1

= Gestione difficile

## HEATING PLANET

The past 12 months were the hottest on record. Climate Central's report estimates that the period from November 2022 to October 2023 was 1.32 °C above the pre-industrial baseline.



(Schmidt - Nature)

**OBIETTIVO: contenere l'aumento della T° media del pianeta entro 1,5 °C**



**Aumenteranno:**

- 1. Siccità**
- 2. Ondate di calore**
- 3. Scioglimento dei ghiacciai**
- 4. Inondazioni, tifoni, tempeste di fuoco, ecc.**



**Per le popolazioni**

- 1. Grave insicurezza alimentare e idrica**
- 2. Perdite di vite, biodiversità e infrastrutture**
- 3. Migrazioni di massa**

# Invremento delle T° = aumento dell'alcolicità nei vini

## ALCUNE REALTÀ DOCUMENTATE



**Dal 1995 il vino SASSICAIA ha incrementato il grado alcolico dal 12% al 14%**



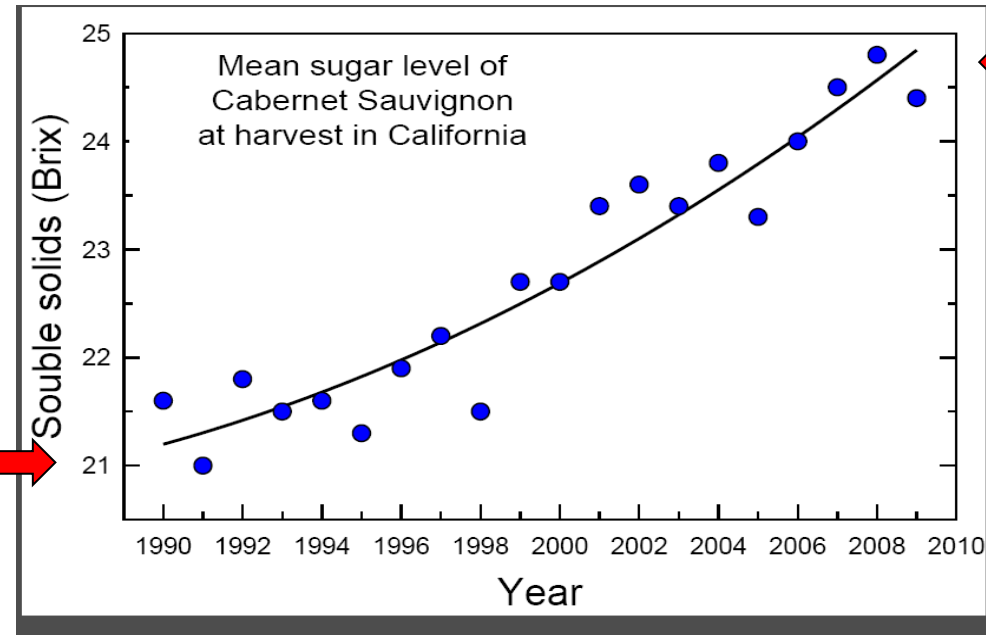
**Dal 1985 il vino ORNELLAIA ha incrementato il grado alcolico dal 12,5% al 14,5%**

**NAPA VALLEY:** dal 1971 il grado alcolico dei vini prodotti è cresciuto da 12.5% a 14.8% vol.

**AUSTRALIA:** dal 1984 il grado alcolico è passato da 12.3% a 13.9% nei vini rossi e da 12.2% a 13.2% in quelli bianchi

(Dokoozlian N., 2009)

**12 % alcool**



**14,5 % alcool**

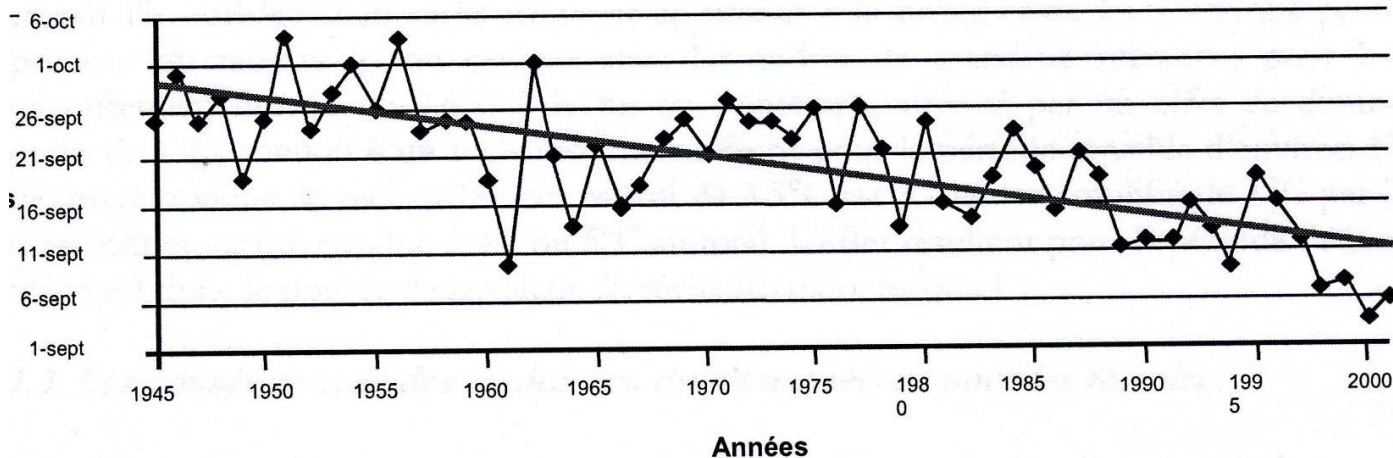
**oltre al GLOBAL WARMING**

**!!! guide di settore, critici, molti enologi e sommelier..... +**

# VARIAZIONI FENOLOGICHE

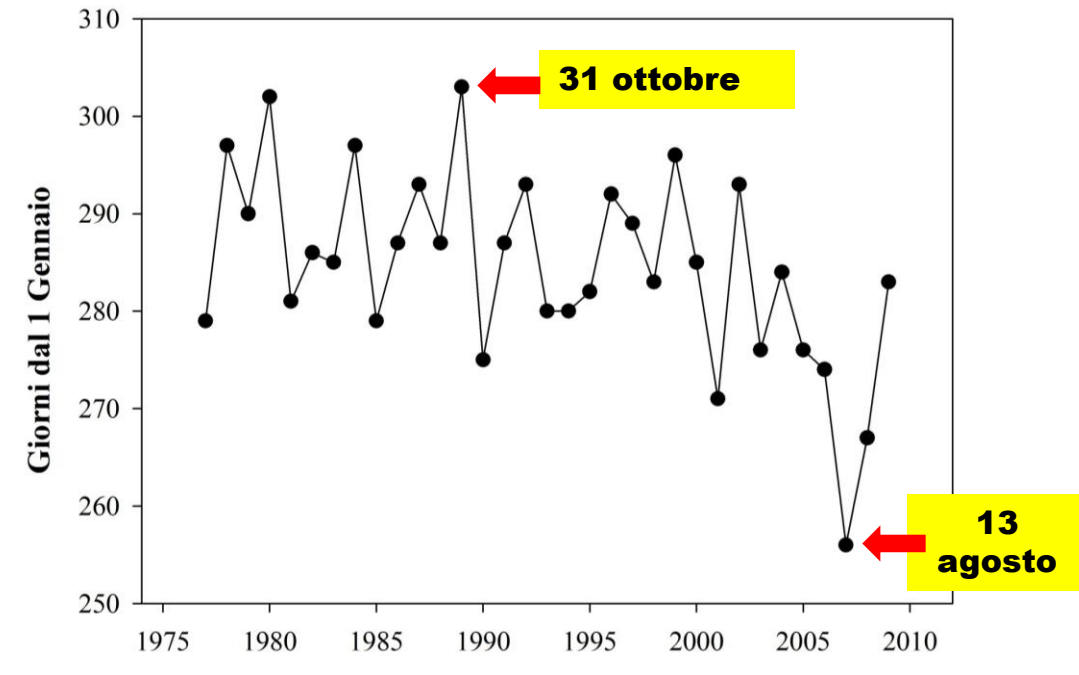
## Anticipo dell'epoca di vendemmia

**Evoluzione della data di vendemmia nel Châteauneuf-du-Pape (valle del Rodano) → in 56 anni vendemmia anticipata di ~ 1 mese**



# MONTEPULCIANO (ABRUZZO)

## Date di inizio vendemmia dal 1977 al 2009



## **PROBLEMATICHE CONSOLIDATE NEI VIGNETI**

**Anticipo ed accorciamento delle fasi fenologiche**

**Accelerata perdita di acidità 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 degli acini e danni da scottature (sun-burn)**

**CAUSA DIRETTA = CAMBIAMENTO CLIMATICO GLOBAL WARMING**

# OBIETTIVO



*.....sempre più di frequente*





**.....negli ultimi anni !!**



- 1) Intensificazione degli stress estivi**
- 2) Anticipo temporale, *sempre più precoci***



- 1. Basse rese (calo peso acini e sun-burn)**
- 2. Riduzione degli antociani (- colore)**
- 3. Diminuzione dei profumi varietali**
- 4. Perdita di acidità (soprattutto malica)**
- 5. Aumento del pH del mosto e instabilità**
- 6. Azzeramento fotosintesi chioma**
- 7. Fotoinibizioni (clorosi/necrosi)**
- 8. Sopravvivenza delle viti a rischio**

**Sun-burn precocissimo su  
Trebiano toscano il  
1 luglio 2019 (TERAMO)**



**1. STRESS TERMICO + RADIATIVO**

**STRESS ESTIVI 2. STRESS IDRICO**

**3. STRESS MULTIPLI (1 + 2)**

# STRESS TERMICO

(DA CALORE)



Pinot nero - **Equiseto**

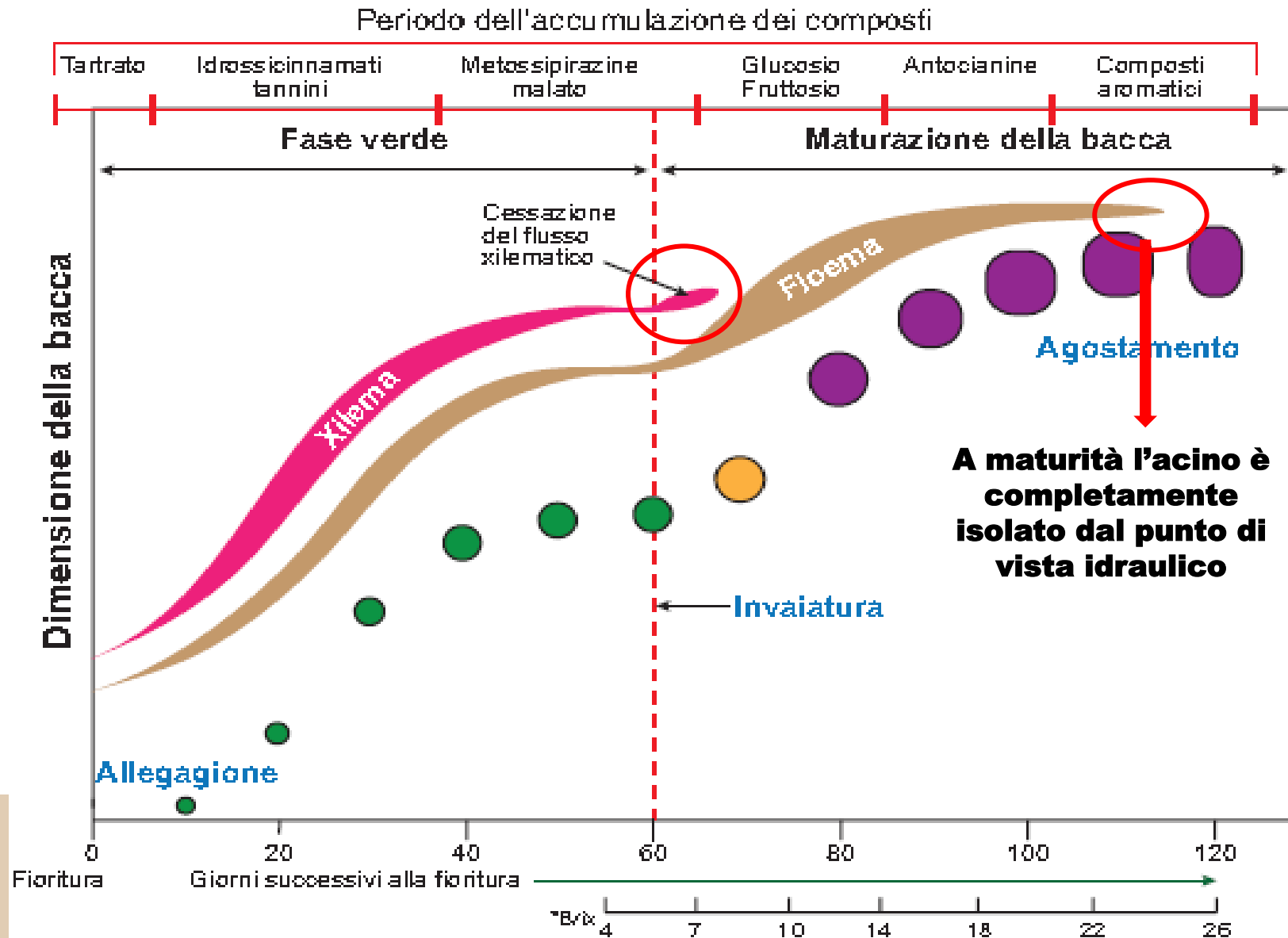


I **GRAPPOLI** illuminati nel pomeriggio: danni da disidratazione spinta e scottature (sun-burn)



N.B. → Le **FOGLIE** non sono interessate (verdi e turgide) → **H<sub>2</sub>O** non interferisce?

# ? STRESS PRECOCI ANTICIPANO LA DISCONNESSIONE DEL FLOEMA PREDISPONENDO GLI ACINI A DISIDRATAZIONE E SCOTTATURE





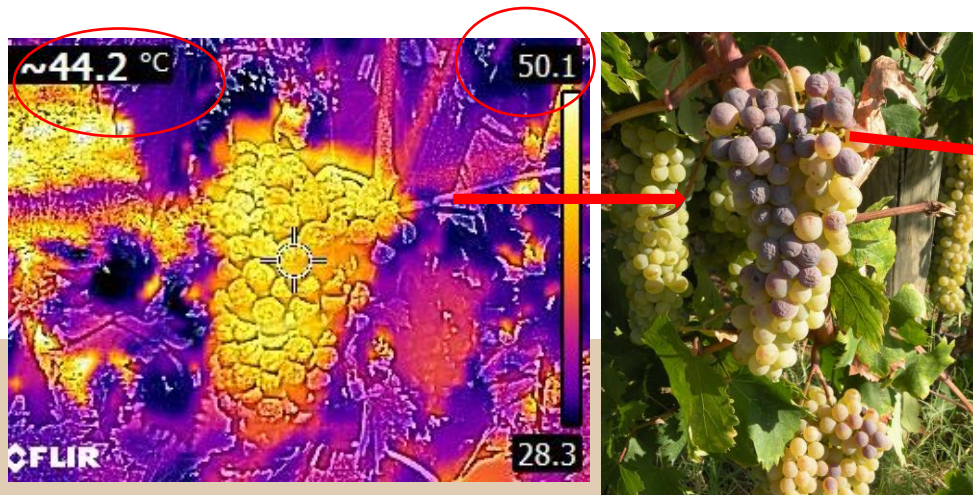
**ACINI CON 4-5 INTENSITÀ DI COLORE PER ACCUMULI DIVERSIFICATI DI ANTOCIANI**

## Con $T^{\circ} > 35^{\circ}C$

- 1. Riduzione acidi organici, (malico *in primis*), antociani e aromi varietali (specie terpeni e tioli)**
- 2. Elevato accumulo zuccheri (disidratazione) e vini molto alcolici (> 15-16%)**
- 3. Calo rese (per disidratazione)**

La perdita di **ANTOCIANI** è imputabile a:

- 1) Inibizione della trascrizione del mRNA dei geni coinvolti nella via biosintetica**
- 2) Degradazione di quelli già accumulati**

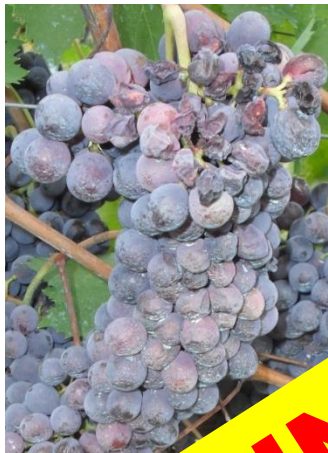


**SUN-BURN: inbrunimenti per l'ossidazione dei **FENOLI** in **CHINONI** operata dalle polifenolossidasi**

# DANNI DA SCOTTATURA



**CILIEGIOLO SAN**



**ROSSO VERDICCHIO**



**BBIANO T.**

**NEBBIOLO**



**NEL 2013 INSERITA NELLE  
POLIZZE ASSICURATIVE  
MULTIRISCHIO**

## SANGIOVESE



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



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

## PINOT NERO



**Grappolo  
interno integro**

### **RIMETTE IN GIOCO:**

- 1) Sistemi di allevamento (in volume ?????)**
- 2) Vigoria delle viti**
- 3) L'orientamento dei filari**
- 4) Alcune tecniche di gestione della chioma (defogliazione, cimatura, scacchiatura, ecc.)**

# STRESS ESTIVI MULTIPLI

## SITUAZIONE GRAVE - DA RICHIEDERE INTERVENTI ?

### AUSTRALIAN GRAPE AND WINE AUTHORITY



1. T° max dell'aria > 35 °C per 2-3 giorni consecutivi



2. T° max dell'aria > 40 °C per 1 giorno

### CONDIZIONI PER FOTOINIBIZIONI CRONICHE → CLOROSI E NECROSI



Molto grave  
quando le  
fotoinibizioni  
croniche  
interessano le  
foglie mediane e  
apicali



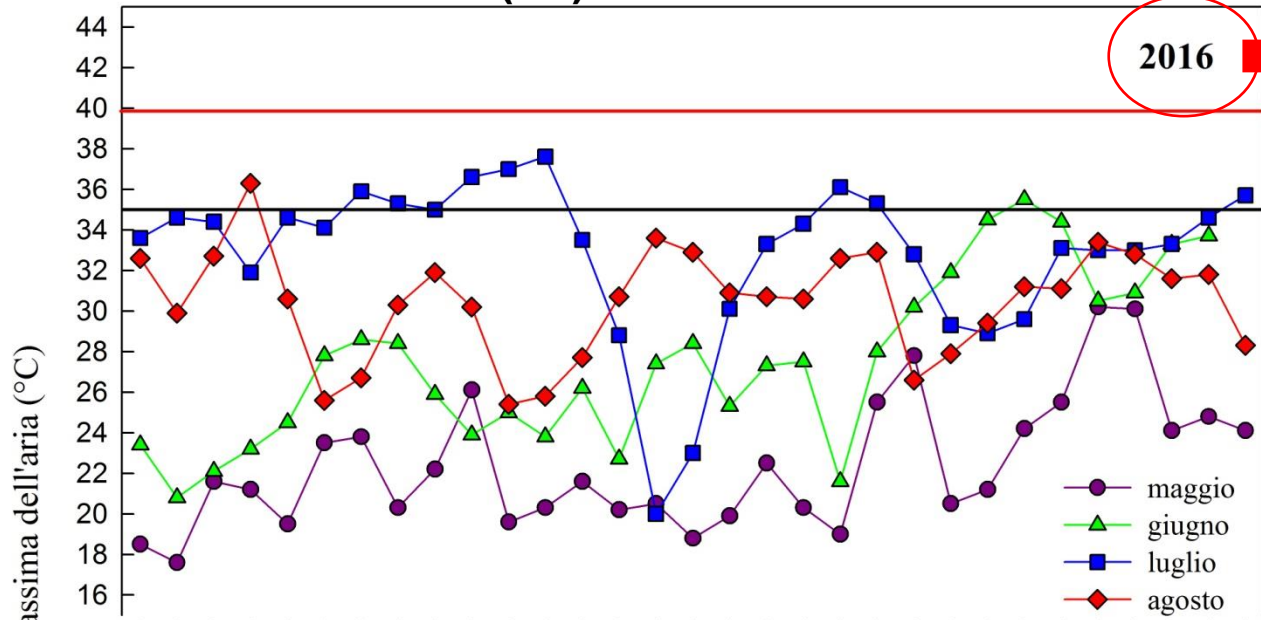
**2017 → annata  
meno produttiva  
dal 1950**

- 1. Produzione azzerata**
- 2. Qualità !!!**
- 3. Morte delle piante**





## LAGO TRASIMENO (PG)

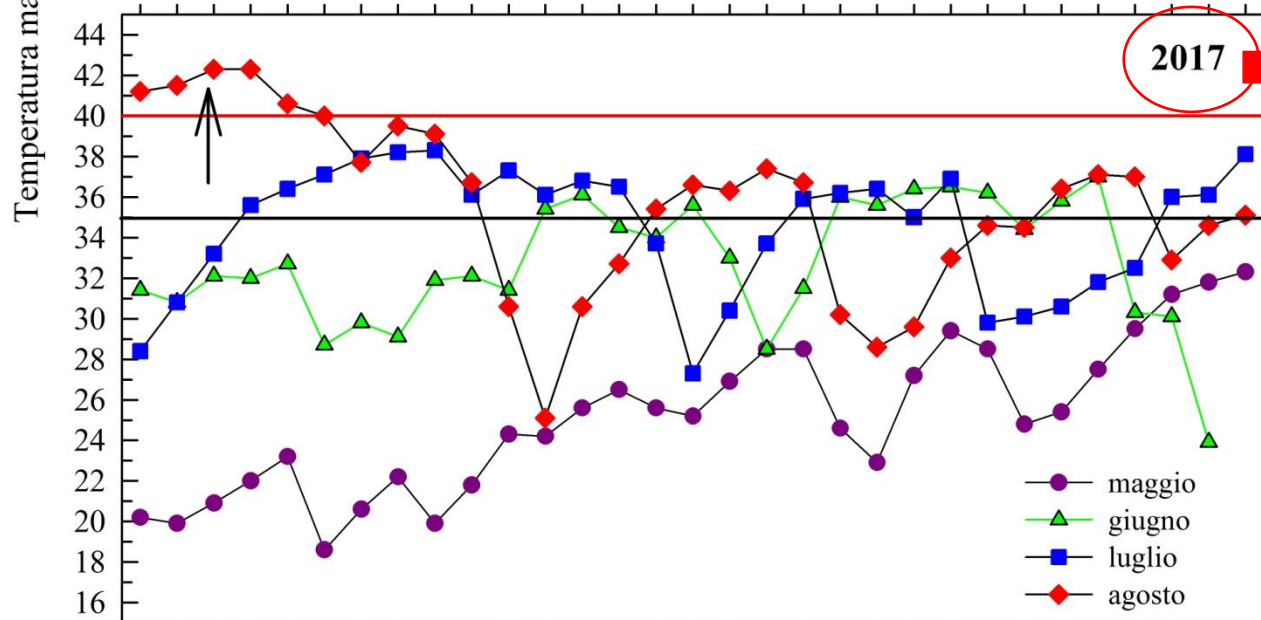


11 gg con T max > 35 °C  
0 gg con T max > 40 °C

Piogge Maggio: 60.8 mm  
Giugno: 2.2 mm  
Luglio: 5.2 mm  
Agosto: 2.6 mm

TOTALE = 71 mm

Gen. - Apr. = 310 mm



44 gg con T max > 35 °C  
6 gg con T max > 40 °C

Piogge Maggio: 20.8 mm  
Giugno: 17.0 mm  
Luglio: 7.2 mm  
Agosto: 4.0 mm

TOTALE = 49.0 mm

Gen. - Apr. = 120 mm

Giorni

# SOPRAVVIVENZA A RISCHIO

I meccanismi di dissipazione energetica collassano → clorosi e necrosi:

- 1) Traspirazione azzerata (stomi chiusi)
- 2) Ciclo dei carotenoidi bloccato
- 3) Si producono specie reattive all'O<sub>2</sub> (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, OH<sup>-</sup>, ecc.) → perossidasi, catalasi, superossido dismutasi, ecc.
- 4) Fluorescenza della clorofilla ridotta





## **II SETTORE VITI-VINICOLO DEVE AFFRONTARE 2 SFIDE:**

**1) NEL MEDIO-LUNGO PERIODO:**  
**pianificare gli assetti della viticoltura  
del nuovo millennio (*vocazionalità in  
evoluzione*)**

**2) NEL BREVE PERIODO: tecniche in  
grado di mitigare l'impatto negativo  
esercitato dal global warming**

1

## EVITARE I DANNI DA HEAT-SHOCK

**T° DELL'ARIA > 35 °C  
PER 2-3 GIORNI  
CONSECUTIVI**



- 1) **CAOLINO**
- 2) **BIO-PROTETTORI**
- 3) **RETI SCHERMANTI**
- 4) **IRRIGAZIONE SOVRA-  
CHIOMA REFRIGERANTE**



## REGOLARIZZARE E/O RITARDARE LA MATURAZIONE TECNOLOGICA DELL'UVA

2



**ZUCCHERI**



- **ACIDI**
- **ANTOCIANI**
- **AROMI**

- 1) **DEFOGLIAZIONE MECCANIZZATA  
PARTE ALTA DELLA CHIOMA**
- 2) **ANTITRASPIRANTI**
- 3) **CIMATURA TARDIVA**
- 4) **POTATURA POST-GERMOGLIAMENTO**

**1**

# **CAOLINO = ARGILLA BIANCA (effetto sunscreen)**

- a) AUMENTA LA RIFLESSIONE DELLA LUCE (>50%)**
- b) RIDUCE LA TEMPERATURA DELLE FOGLIE (7-8 °C)**
- c) FISIOLOGIA DI BASE VIENE MANTENUTA A BUONI LIVELLI**



**PINOT NERO  
(piante non  
trattate)**



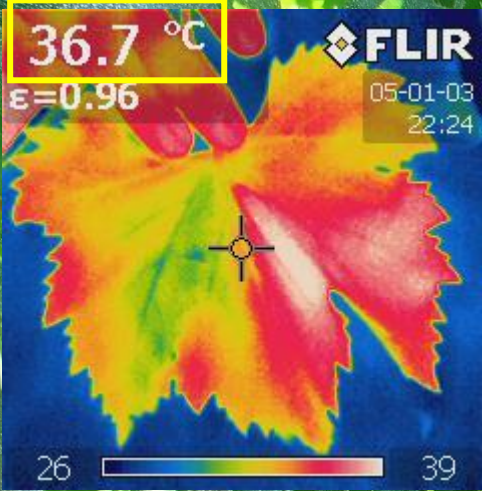
**Dose = 3 kg/hL**



# EFFETTO PRIMARIO DEL CAOLINO 2017

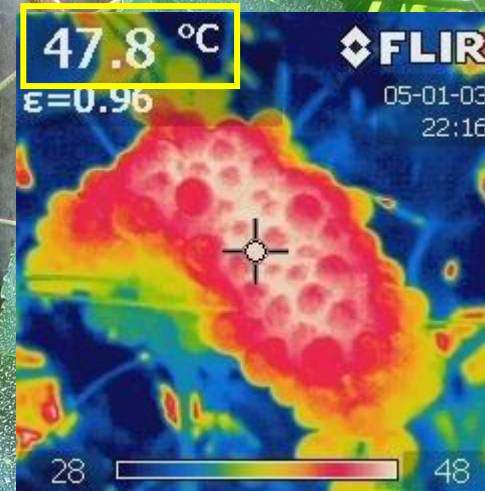
## TEMPERATURA DELLE FOGLIE (13.00-14.00)

Data	T° aria	Senza caolino	Con caolino	$\Delta$ T°
3 agosto	39,4	48,7	42,7	-6,0
4 agosto	40,1	49,1	44,6	-4,5
5 agosto	40,6	49,4	45,2	-4,2
8 agosto	39,5	47,0	43,0	-4,0
10 agosto	36,4	47,4	42,2	-5,2
<b>1 settimana dopo il trattamento</b>				
<b>Fotosintesi netta</b>		<b>0,9</b>	<b>5,1</b>	
<b>Traspirazione</b>		<b>0,8</b>	<b>2,2</b>	
<b>Fv/Fm (fotoinibizioni &lt; 0,65)</b>		<b>0,486</b>	<b>0,704</b>	
<b>Area (pool dei plastochinoni)</b>		<b>18900</b>	<b>32900</b>	



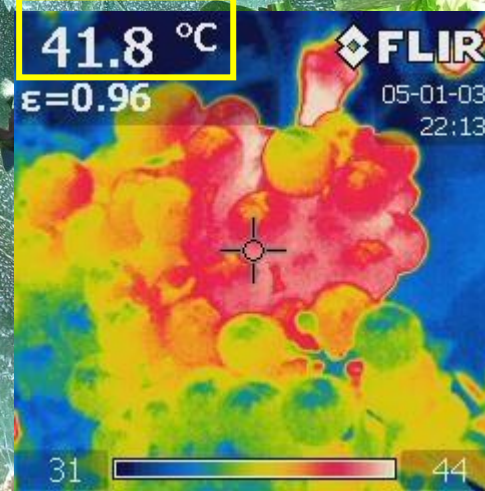
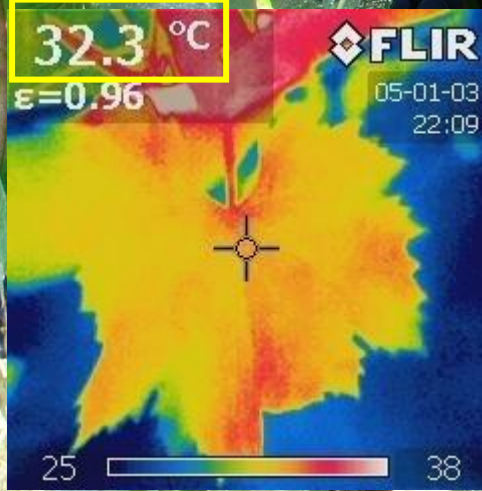
Misure con termo camera 10 agosto - 10 giorni dopo il trattamento

controllo



T° media  
Foglie: -4 °C  
Grappoli: -6 °C

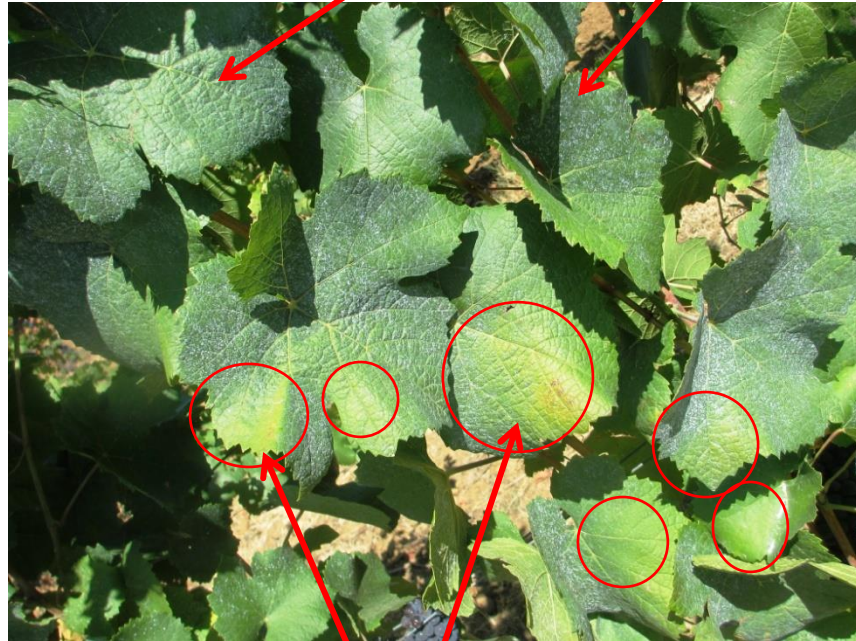
Caolino 3%



**31 AGOSTO = 4 settimane dopo il trattamento**

**FOTOSINTESI NETTA = 11,5  $\mu\text{moli CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$**

**TRASPIRAZIONE = 3,1 mmoli  $\text{H}_2\text{O} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$**



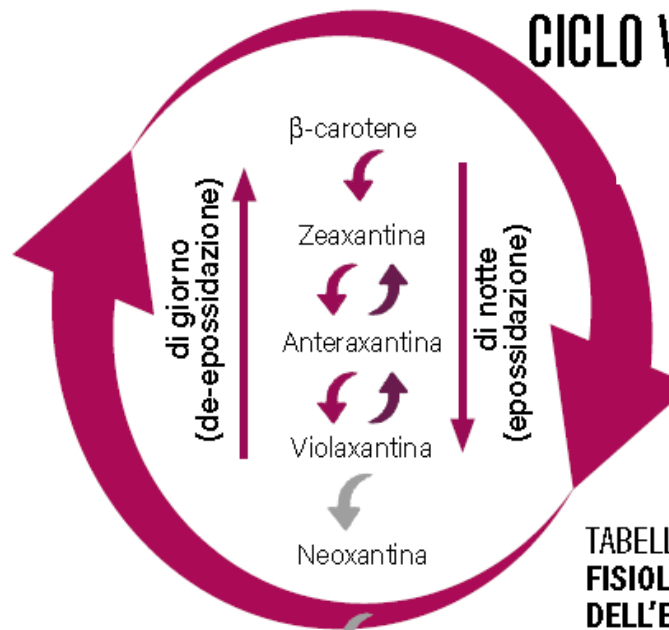
	Caolino	No caolino
Produzione (Kg/ceppo)	1.4	1.1
Zuccheri ( $^{\circ}\text{Brix}$ )	23.2	23.0
Acidità (g/L)	6.0	5.4
Antociani (g/L)	325	240
Polifenoli (g/L)	910	916

**FOTOSINTESI NETTA = 0,4  $\mu\text{moli CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$**

**TRASPIRAZIONE = 0,5 mmoli  $\text{H}_2\text{O} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$**



## CICLO VAZ



Xantoxina  
Aldeide abscissica  
Acido abscissico (ABA)

**Dissipazione termica dal 75% al 97% dell'energia in eccesso**

Frioni, Palliotti et al. 2020.  
International Journal of  
Molecular Sciences

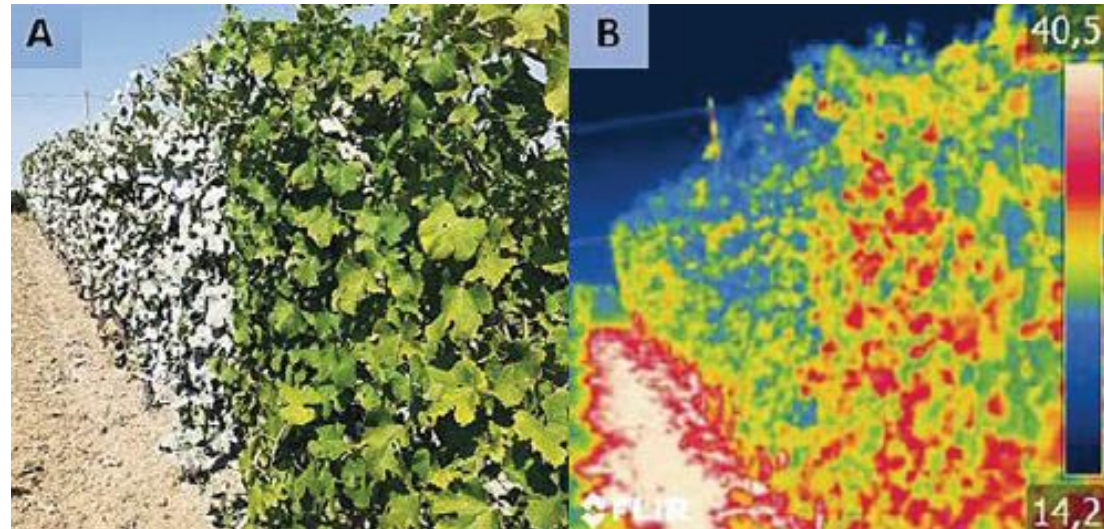


TABELLA 1 - EFFETTI DEL CAOLINO (POLVERE DI ROCCIA BIOGARD AL 3%) SUI PARAMETRI FISIologici, SUL POOL DI CAROTENOIDI COINVOLTI NEI MECCANISMI DI DISSIPAZIONE DELL'ENERGIA IN ECCESSO DAI TESSUTI FOGLIARI E DELL'ACIDO ABCISSICO (RILIEVI DEL 4 AGOSTO 2018 - ORE 13.00)

	Controllo	Caolino
Luce riflessa (%)	10,1	15,2
Luce trasmessa (%)	8,3	6,8
Temperatura fogliare (°C)	39,8	37,4
Potenziale idrico (Mpa)	-1,24	-1,28
Traspirazione fogliare (mmoli H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	0,57	0,37
Fotosintesi netta ( $\mu$ mol CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	0,3	2,1
Efficienza dell'uso dell'acqua (mmoli CO <sub>2</sub> /moli H <sub>2</sub> O)	0,53	5,67
V+A+Z pool (mg/g s.s.)	210	405
Violaxantina (mg/g s.s.)	22	90
Zeaxantina (mg/g s.s.)	192	355
Neoxantina (mg/g s.s.)	355	101
Acido abscissico (ng/g s.s.)	8,0	2,5

# CAOLINO SU VITE

- **Concentrazione ottimale 3% (meglio se calcinato)**
- **Limita i danni delle ondate di calore, ovvero le fotoinibizioni croniche, riducendo la T dei tessuti fogliari fino a 7-8 °C**
- **Tutela l'integrità dei tessuti fogliari e preserva l'attività fotosintetica**
- **Consente il pieno recupero della fisiologia di base una volta passata l'ondata di calore**
- **Preserva antociani, acidi organici, aromi e precursori aromatici e peso acini**
- **Non richiede particolari attrezzature o professionalità**
- **Veloce ed economico (si può trattare 50% del vigneto)**



## FLAVONOLI

**AUMENTANO CON ELEVATI  
IRRAGGIAMENTI SOLARI E RADIAZIONI  
UV-A E UV-B**

- Quercetina-3-O-glucoside
- Quercetina-3-O-glucoronide
- Canferolo

**cv. BOMBINO BIANCO**

**grappoli sole**

**grappoli ombra**



**PROTEGGONO**

- Radiazioni UV-A e UV-B
- Perossidazione dei lipidi

**VINI = AMARI E ASTRINGENTI + COLORE**

**INSTABILE**

# COMPOSIZIONE FENOLICA DELLE BUCCE

2023

(mg/kg)

**BIO-PROTETTORE:**  
miscela di  $\beta$ -  
carotene e  $\alpha$ -pinene



TREBBIANO TOSCANO	CONTROLLO	HELIOPOLIS	
Quercetina-3-O-glucoside	942.2 ± 13.0	801.6 ± 4.3	→ -15%
Quercetina-3-O-glucoronide	277.5 ± 0.3	178.7 ± 3.3	→ -36%
Epicatechina	21.4 ± 0.3	17.8 ± 0.7	
Catechina	75.2 ± 2.3	78.9 ± 4.9	
(Z)-Polidatina (precursore del resveratrolo)	536.2 ± 17.6	511.8 ± 9.6	
(E)-Polidatina (precursore del resveratrolo)	1.6 ± 0.0	1.6 ± 0.0	
Resveratrolo	n.d.	n.d.	

SANGIOVESE	Controllo	Heliopolis		Controllo Defogliato	Heliopolis Defogliato	
Quercetina-3-O-glucoside	757.3 ± 3.7	659.8 ± 6.4	-13%	1105.2 ± 44.4	771.8 ± 2.7	-30%
Quercetina-3-O-glucoronide	339.3 ± 2.7	265.6 ± 5.9	-22%	968.2 ± 14.8	516.8 ± 18.9	-47%
Epicatechina	24.5 ± 0.5	24.0 ± 0.4		33.7 ± 2.2	34.5 ± 1.1	
Catechina	49.0 ± 0.3	46.6 ± 0.1		60.5 ± 2.4	64.2 ± 1.3	
(Z)-Polidatina	105.7 ± 7.7	92.9 ± 2.1		197.2 ± 10.2	178.0 ± 11.8	
(E)-Polidatina	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0		0.9 ± 0.0	0.9 ± 0.0	
Resveratrolo	n.d.	n.d.		n.d.	n.d.	

**3****OMBREGGIAMENTO CON  
RETI SCHERMANTI****CHIOMA INTERA****FASCIA FRUTTIFERA**

**1. RIDUCE LA  
TEMPERATURA DEI  
TESSUTI**

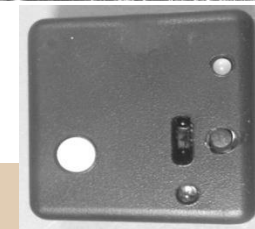
**2. SPOSTA IN AVANTI  
LA MATURAZIONE**

**3. RALLENTA LA  
DEGRADAZIONE  
DEGLI ACIDI  
ORGANICI (< T°)**

**4. PRESERVA  
ANTOCIANI E  
PRECURSORI  
AROMATICI (tioli e  
terpeni)**

**IRRIGAZIONE SOVRACHIOMA****4****REFRIGERANTE**

**(H<sub>2</sub>O nebulizzata, ~0,1 μm)**



[600 atomizzatori ad ha; 0,3  
L/min/atomizzatore = 90 hl  
H<sub>2</sub>O per giorno per ha]

# **CONCLUSIONI**

***Vocazionalità in forte evoluzione !!!!***

**RIMODULARE I PROCESSI DI MATURAZIONE (scelte progettuali + gestione oculata) IN FUNZIONE DEI CAMBI DEL CLIMA E DI MERCATO**

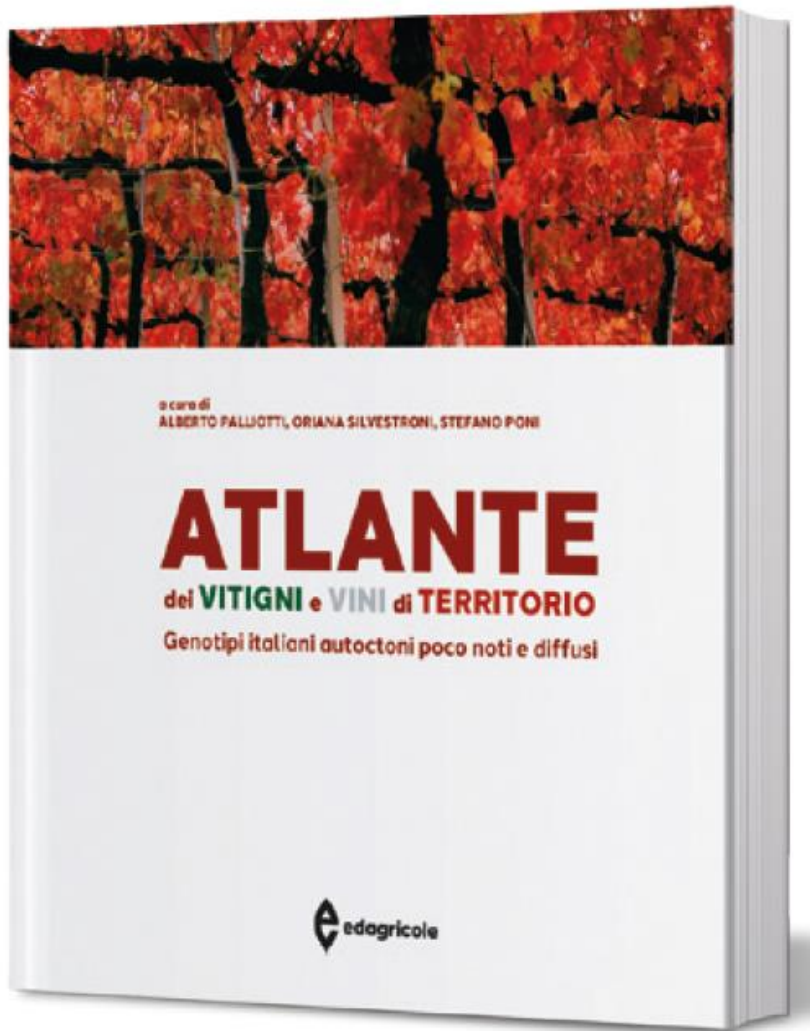
**SFIDA ???**

**GIUSTA ALCOLICITÀ CON COLORE, PROFILO FENOLICO E AROMATICO  
MERCATO, ma in grado di rispettare l'identità varietale**

**Spostare in avanti la parte finale della maturazione, no vendemmie anticipate  
per evitare vini immaturi ed inespressi**

# **Nell'immediato per limitare/evitare passi falsi.....**

- 1. Monitoraggio attento e continuo dei parametri meteo e fisiologici**
- 2. Conoscenza di tutte le tecniche di gestione potenzialmente applicabili**
- 3. Scelta di quella più valida in funzione della tipologia di stress e degli obiettivi enologici**



**Grazie**

