



UNIVERSITÀ
di VERONA
Dipartimento
di BIOTECNOLOGIE



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DAFNAE
Department of Agronomy, Food, Natural
Resources, Animals and Environment



Sant'Anna
Scuola Universitaria Superiore Pisa



Valpolicella
CONSORZIO TUTELA VINI



vinext[®]



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero dell'Università e della Ricerca

PRIN: PROGETTI DI RICERCA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE – Bando 2022
Prot. 2022RAY28P

Applicazioni di ozono per la gestione sostenibile dell'appassimento delle uve

Presentazione dei risultati di tre anni di sperimentazione

aprile
22
Ore 16:30

A seguire momento di confronto
e rinfresco offerto da Vinext SpA

Università di Verona
Sala di Villa Eugenia

Via della Pieve 70,
San Floriano
(San Pietro in Cariano)



INTERVENGONO:

Christian Marchesini – presidente Consorzio Della Valpolicella

- Saluto Istituzionale

Giambattista Tornielli - Università di Padova

Pietro Tonutti - Scuola Universitaria Superiore Sant'Anna, Pisa

- Introduzione: Sanificazione delle uve e appassimento

Luca Cattaneo – Università di Verona

- Aspetti tecnologici e metodologici delle applicazioni con ozono

Marianna Fasoli – Università di Verona

- Impatto dei trattamenti con ozono sul microbioma delle uve in appassimento

Gianni Cecchi – Scuola Universitaria Superiore Sant'Anna, Pisa

- Effetto dell'ozono sul profilo fenolico delle uve e dei vini

Eleonora Littarru – Scuola Universitaria Superiore Sant'Anna, Pisa

- Effetto dell'ozono sul profilo aromatico delle uve e dei vini

Ron Shmulevitz – Università di Verona

- La risposta molecolare delle uve al trattamento con ozono

Stefano Brizzolara – Scuola Universitaria Superiore Sant'Anna, Pisa

- Sensori MOX per la diagnosi precoce di infezione da Botrytis cinerea

Lara Pozzato/ Nir Levav - Vinext S.p.A.

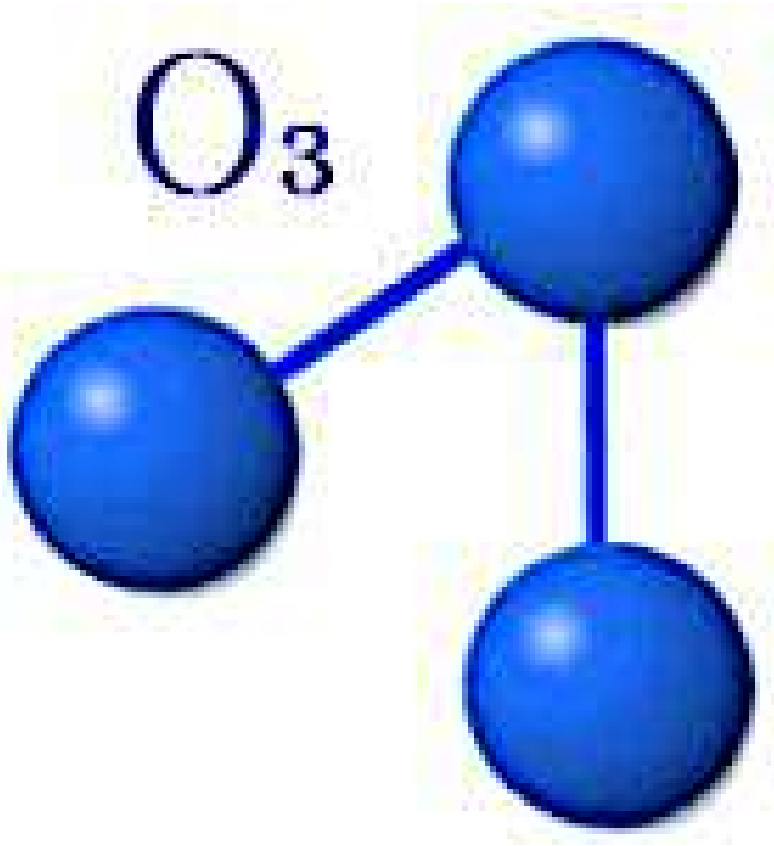
- Breve accenno sull'uso dell'ozono per le operazioni di sanificazione in cantina

Aspetti tecnologici e metodologici delle applicazioni con ozono

Luca Cattaneo

Dipartimento di Biotecnologie, Università di Verona

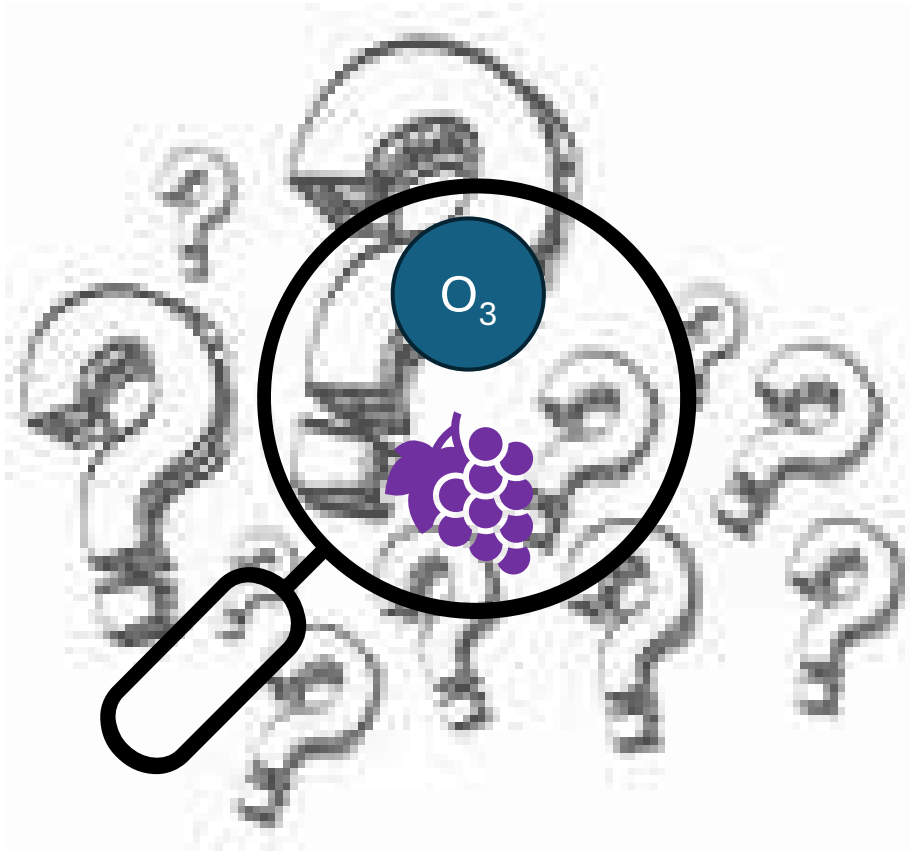
Ozono



- Agente sanificante già largamente utilizzato nell'industria alimentare
- Molecola estremamente reattiva che si decompone naturalmente andando ad ossidare la materia organica
- Non rilascia alcun tipo di residuo sul prodotto trattato



Cosa ci siamo chiesti?



- È possibile sfruttare l'ozono per abbattere la carica microbica iniziale presente sulle uve e quindi proteggerle durante il periodo di appassimento?
- Questa applicazione ha degli effetti significativi sul microbioma presente sulle bucce?
- Le uve percepiscono la presenza di questa molecola? Reagiscono in qualche modo?
- La composizione delle uve e dei vini finali viene modificata?

Fonte di ozono per i nostri esperimenti



- NEXTO3 Mobile Air Water Ozone system
 - Produzione in loco di ozono
 - Ozono gassoso
 - Rilevamento della concentrazione tramite una sonda
 - Acqua ozonizzata

Disegno Sperimentale



- Corvina



- Sangiovese



- 2023
- 2024
- 2025

O₃



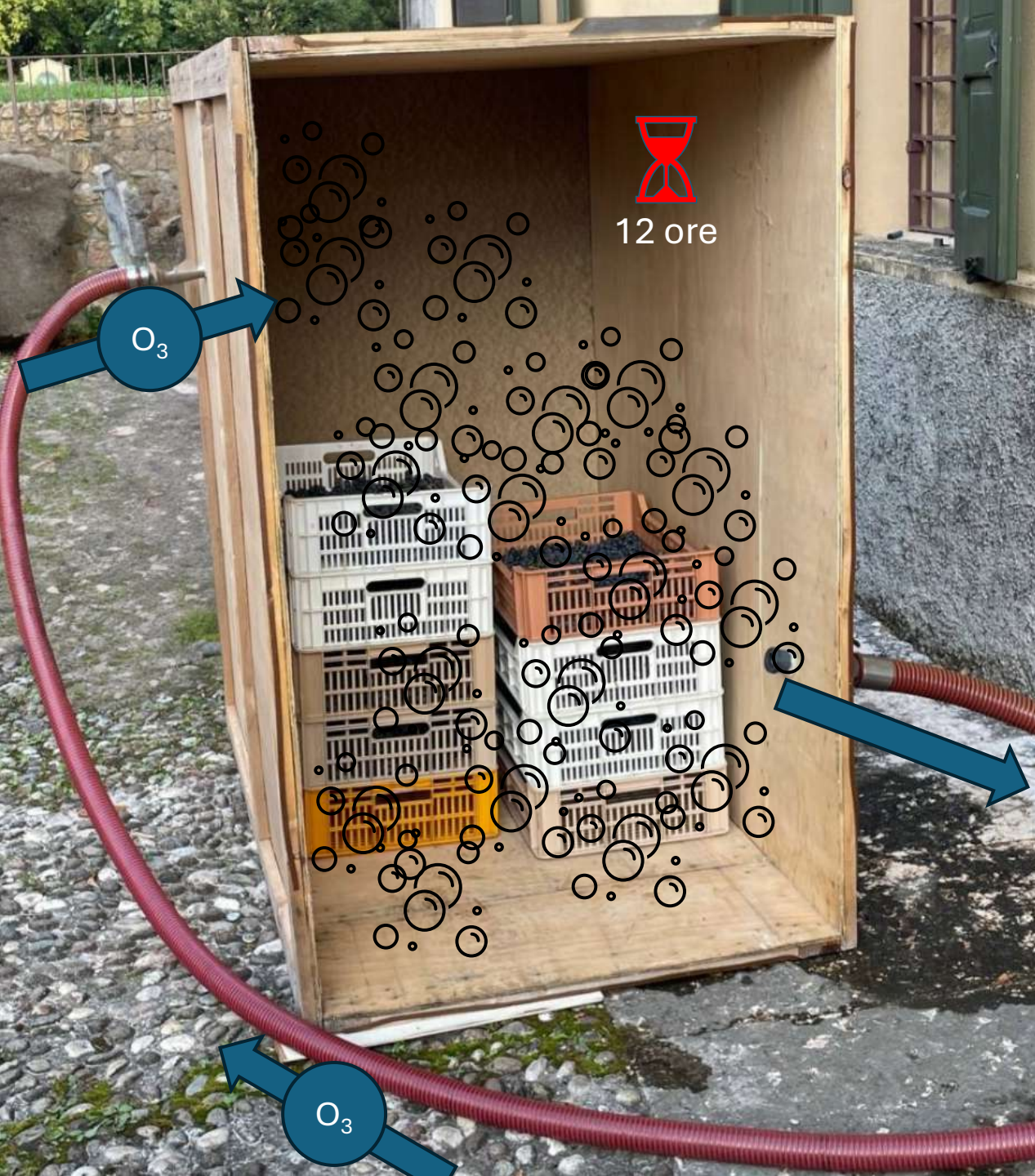
Ozono gassoso
6 ppm

Ozono gassoso
60 ppm



Acqua
ozonizzata

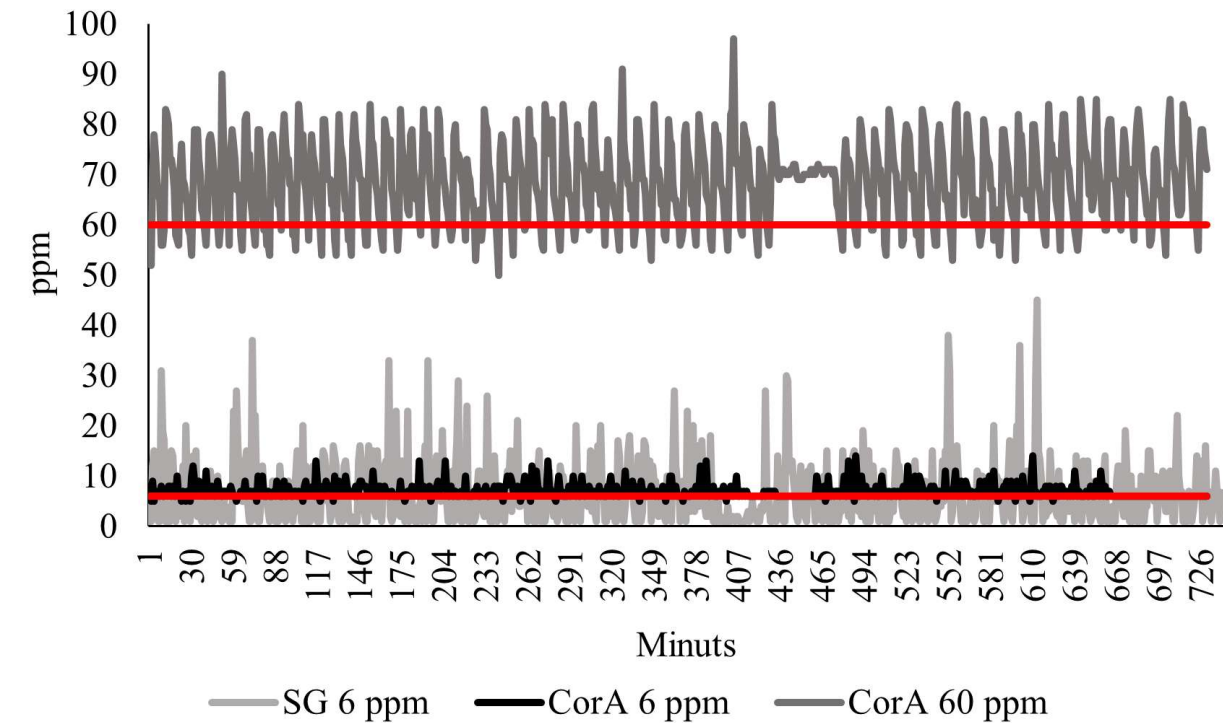
Ozono gassoso



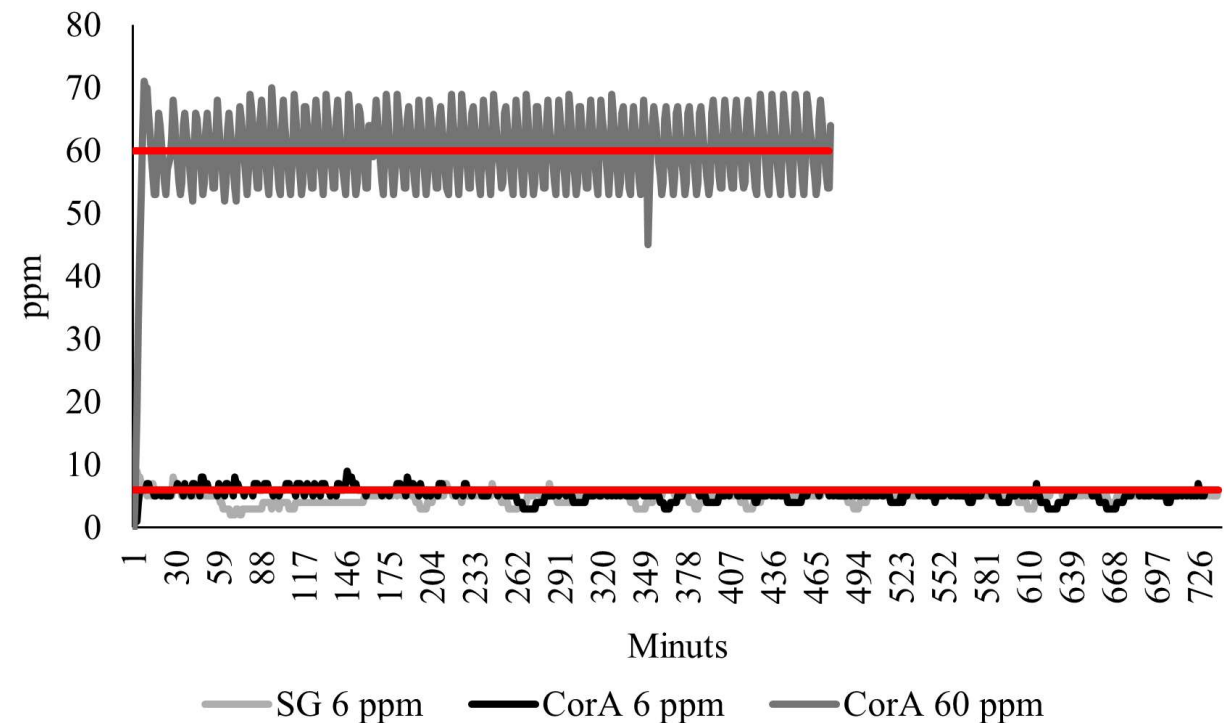
- Uve riposte in una cassa di legno successivamente sigillata
- Creato un ricircolo costante di aria ozonizzata proveniente dal generatore di ozono
- Tramite una sonda il macchinario percepisce la concentrazione di ozono nella cassa e regola la sua concentrazione in base alle impostazioni

Ozono gassoso

2023



2024



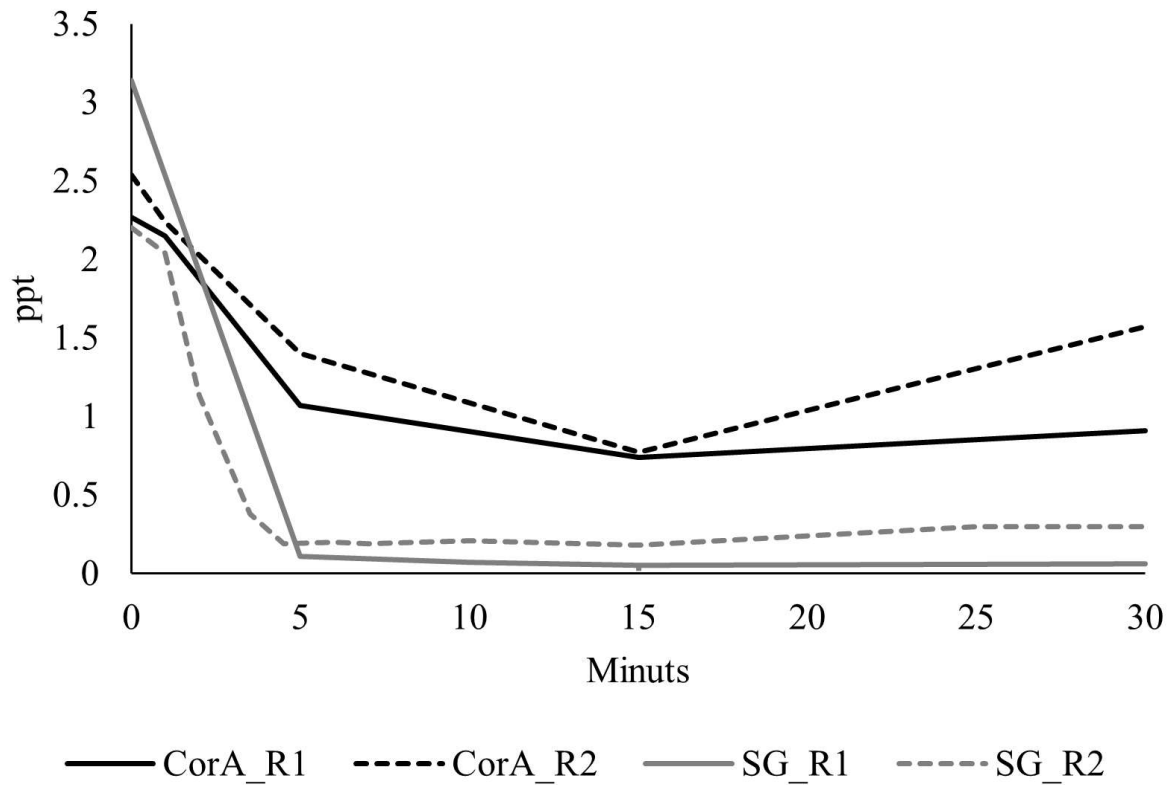
Acqua Ozonizzata

- Preparazione di un recipiente riempito di acqua ozonizzata proveniente dal generatore di ozono
- Flusso costante di acqua ozonizzata nel contenitore
- Immersione completa delle uve

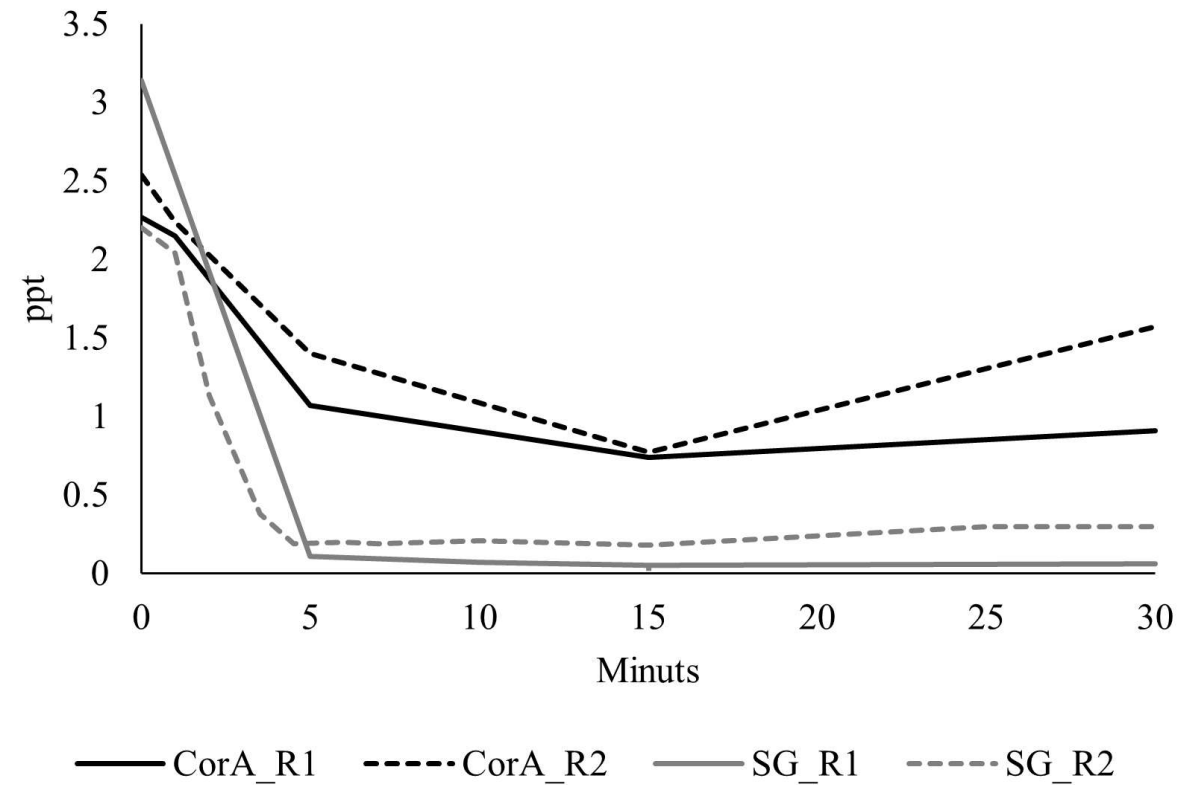


Acqua Ozonizzata

2023



2024



Tre diverse annate di sperimentazione

Analisi delle
cinetiche di
appassimento

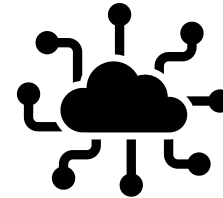
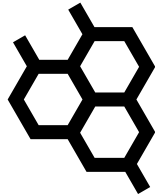
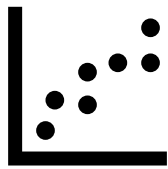
Analisi
metabolomiche a
carico di uve e vini

Analisi
trascrittomiche

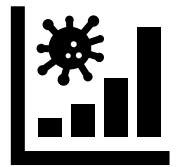
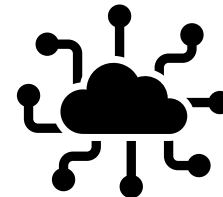
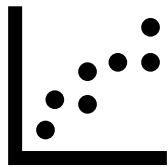
Analisi con
sensori MOX

Analisi
Microbiologiche

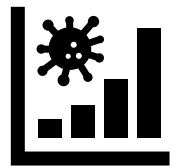
2023



2024

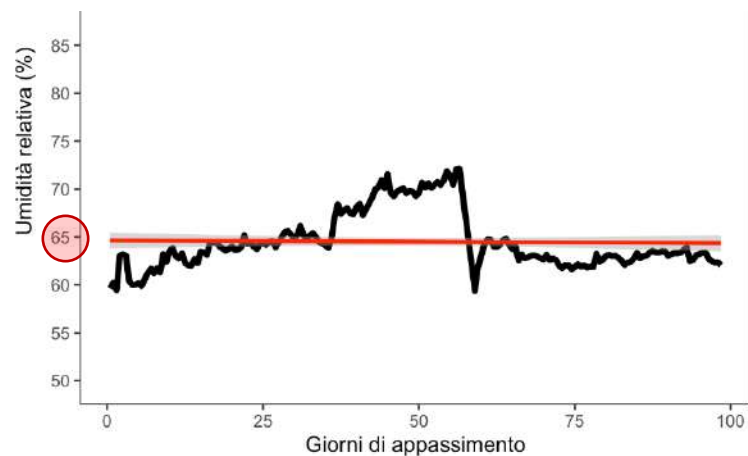
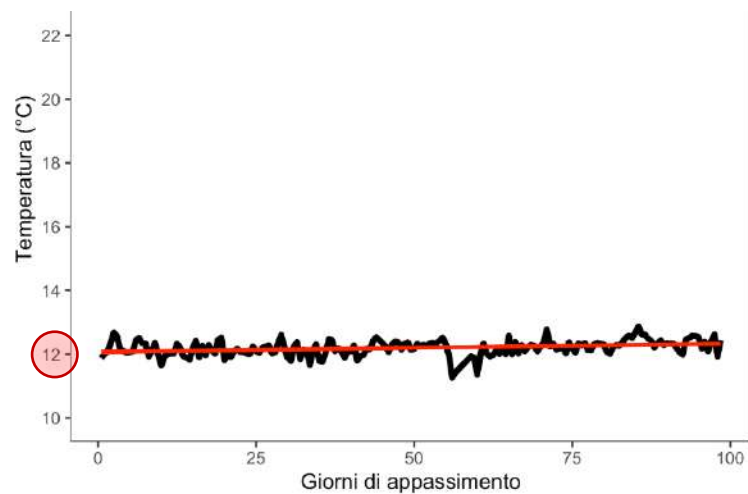


2025

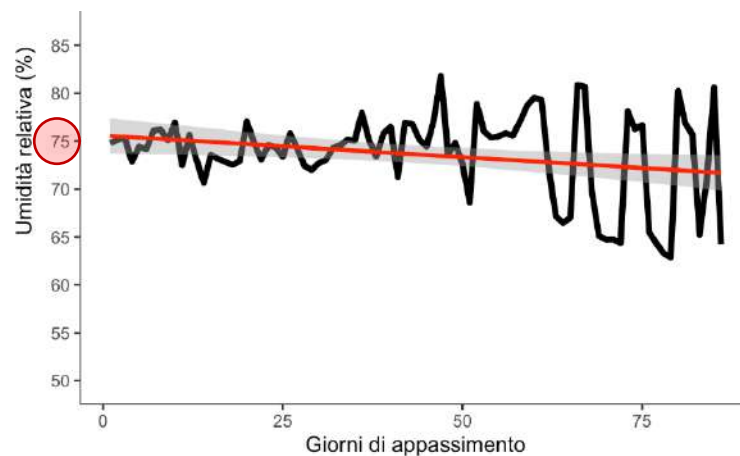
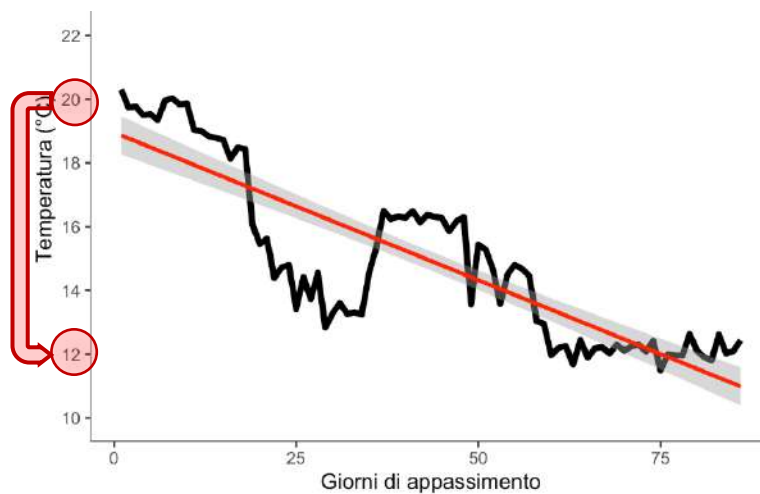


Condizioni ambientali in fruttajo

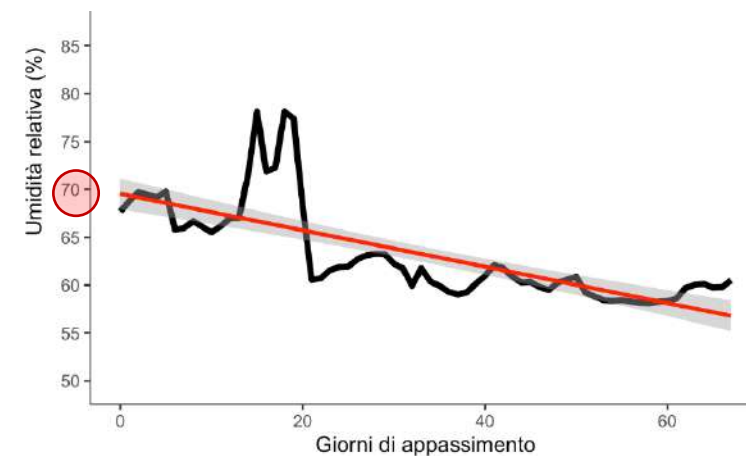
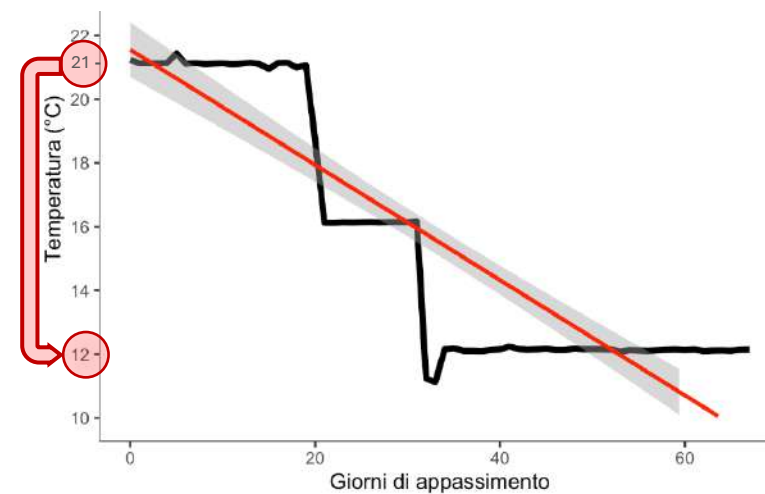
2023



2024



2025



Cinetiche di appassimento (2023)

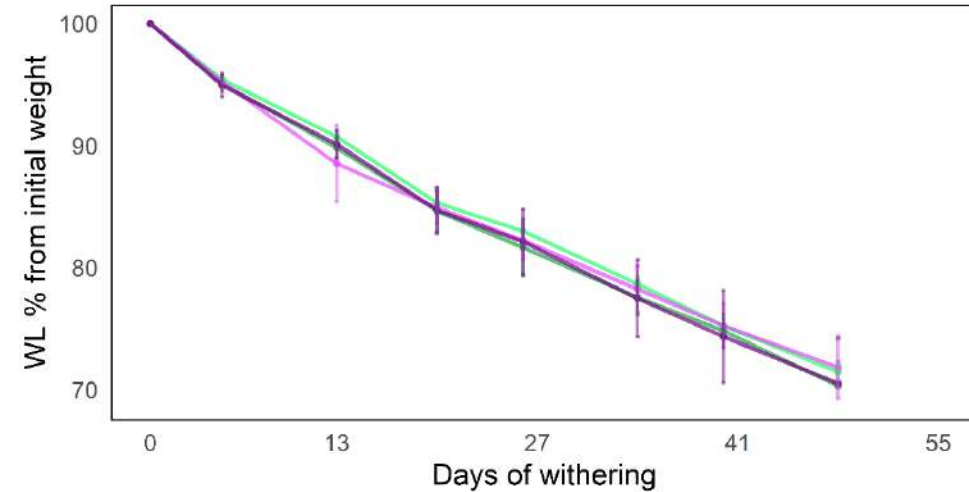
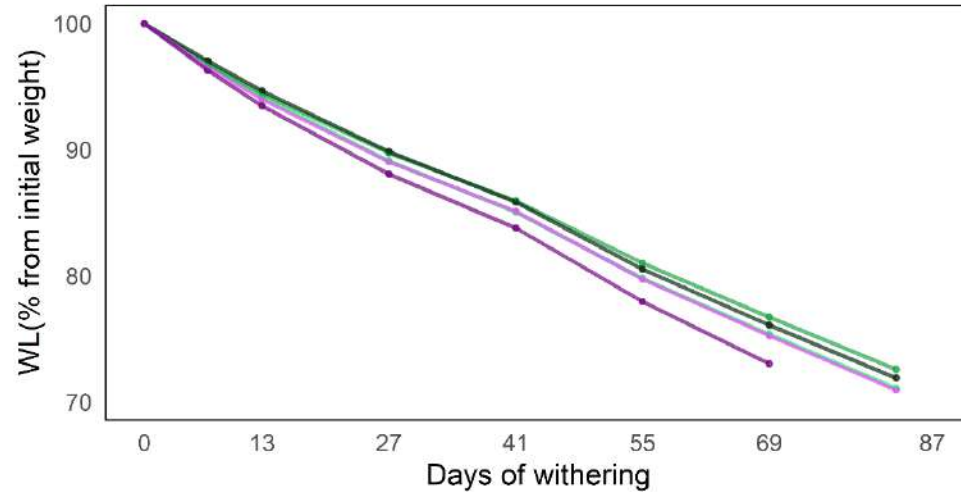


Corvina

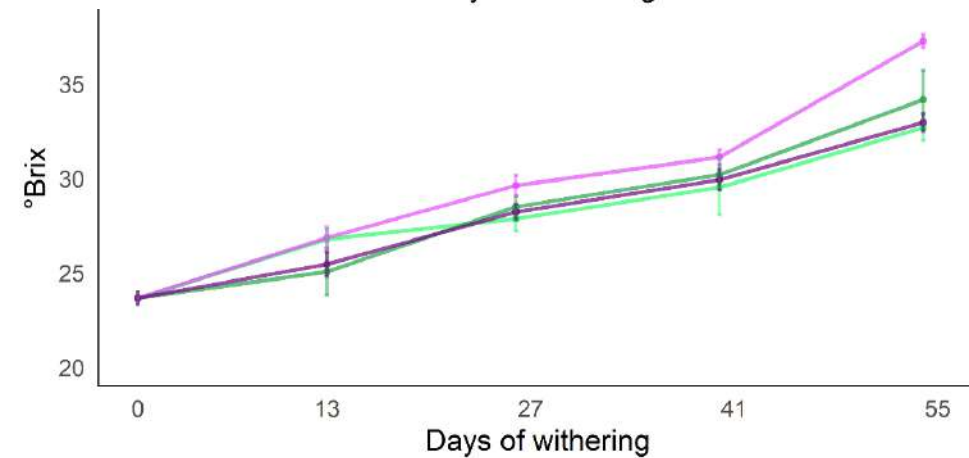
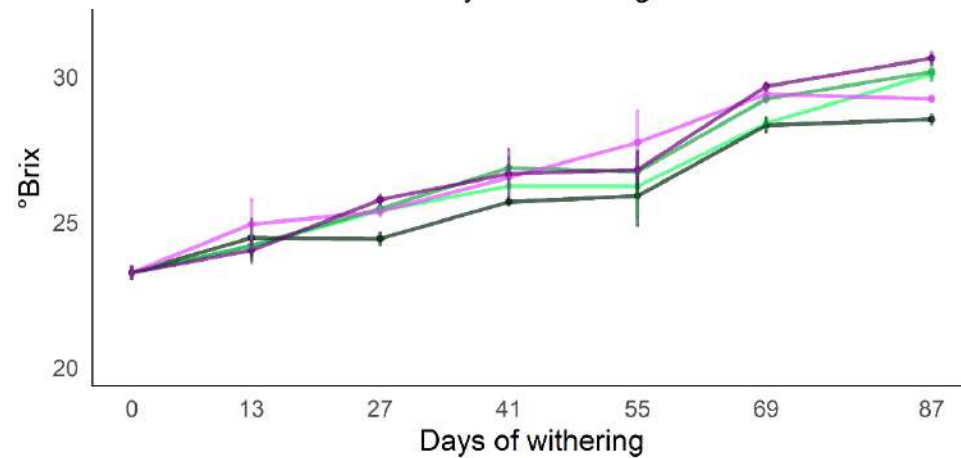


Sangiovese

Calo Peso



Incremento
zuccherino



Control O₃ (air) O₃- 60ppm Ozonized Water
O₃- 6ppm Control Water

Control O₃ (air) Control Water
O₃- 6ppm Ozonized Water

Cinetiche di appassimento (2024)

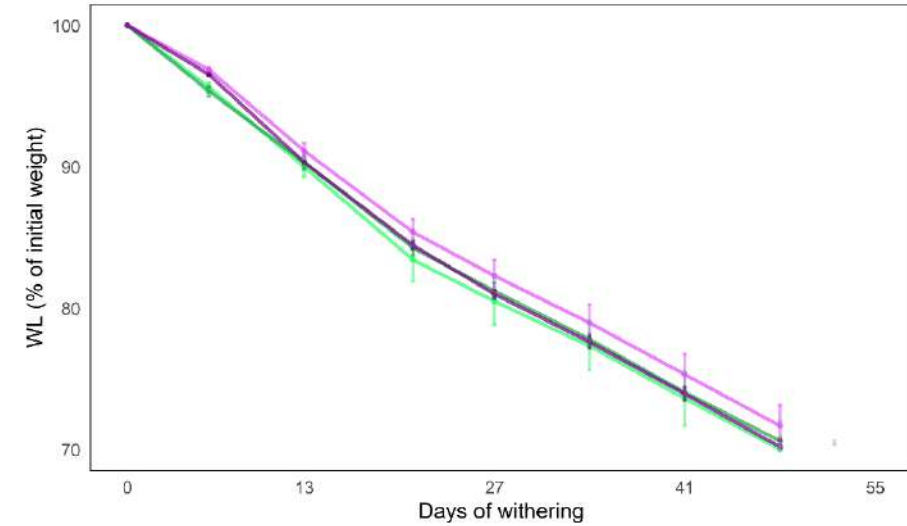
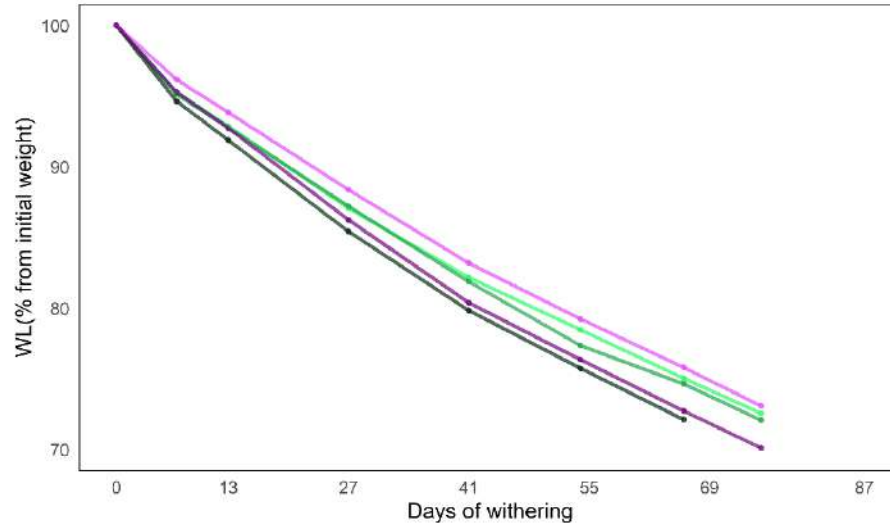


Corvina

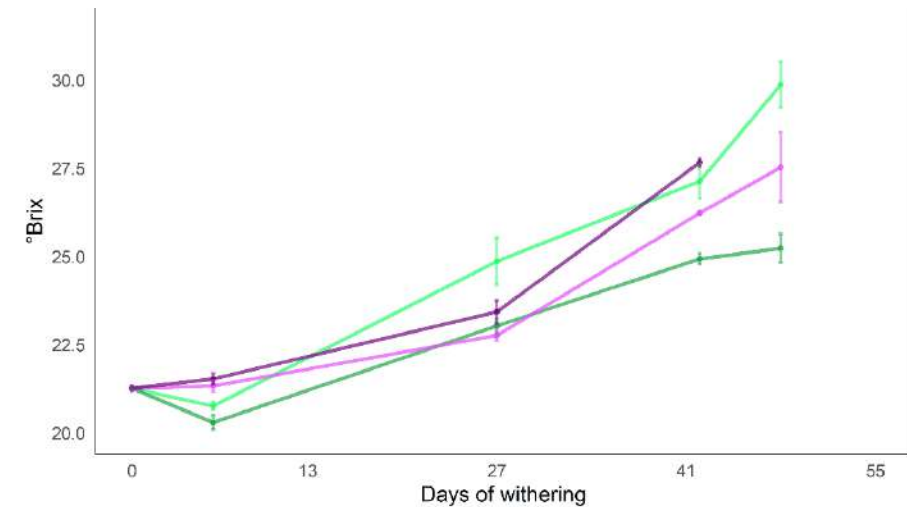
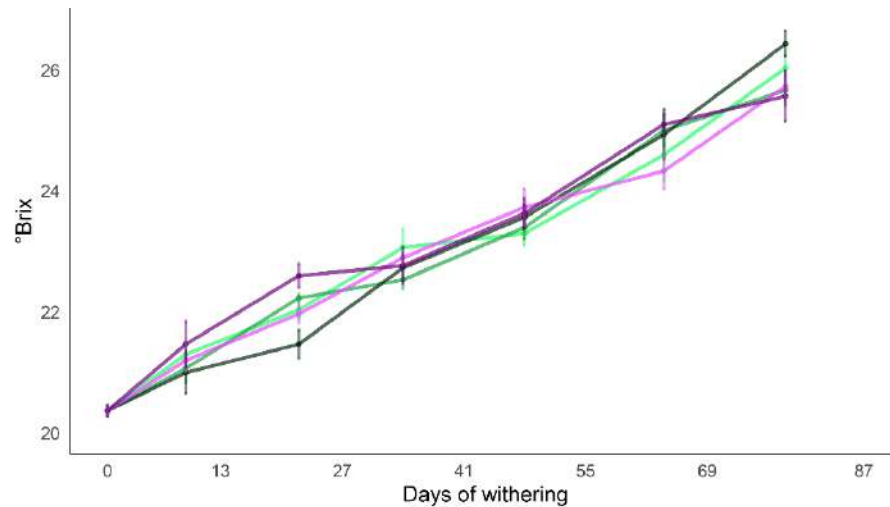


Sangiovese

Calo Peso



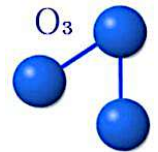
Incremento
zuccherino



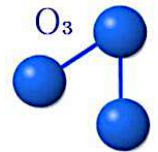
Control O₃ (air) O₃- 6ppm O₃- 60ppm Control Water Ozonized Water

Control O₃ (air) GO3 Control Water Ozonized Water

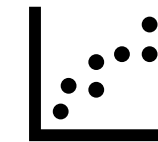
Riassumendo...



È stato testato l'ozono in pre-appassimento per cercare di abbattere la carica microbica iniziale sulla superficie delle uve e ridurre i rischi durante l'appassimento



Sono state testate diverse tipologie di applicazione di ozono: ozono gassoso 60ppm, ozono gassoso 6ppm e acqua ozonizzata



Le analisi dei parametri tecnologici non hanno dimostrato delle differenze imputabili ai trattamenti, sia per quanto riguarda le cinetiche di calo peso sia per quanto riguarda l'evoluzione dei parametri tecnologici

**Grazie per
l'attenzione**

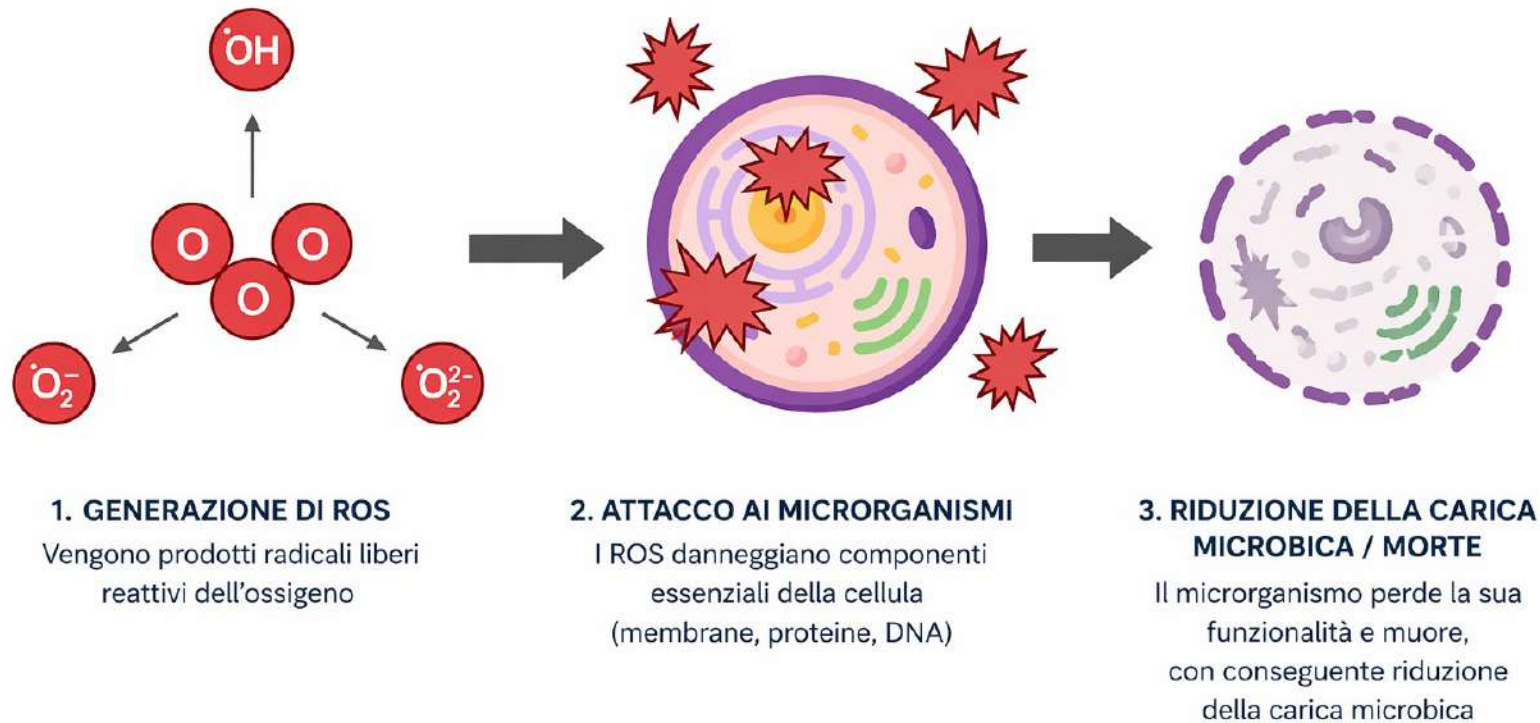


Impatto dei trattamenti con ozono sul microbioma delle uve in appassimento

Marianna Fasoli

Mercoledì 22 Aprile 2026, Valpolicella, Verona

L'ozono come agente sanificante



Carica microbica

Coltivazione e conteggio dei microrganismi

- Raccolta del campione
- Coltivazione su terreno selettivo → identificazione dei microrganismi
- Quantificazione tramite conta delle colonie

Metodi culturali tradizionali
(conte vitali, CFU)

Conta microbica totale (terreno TSA)
Popolazione fungina totale (terreno WL)
Conta *Botrytis cinerea* (terreno BSM)

**conta di microrganismi
coltivabili**



Carica microbica → *Botrytis cinerea*

cv. Sangiovese - 2024



CONTROLLO (aria)



OZONO 6 ppm

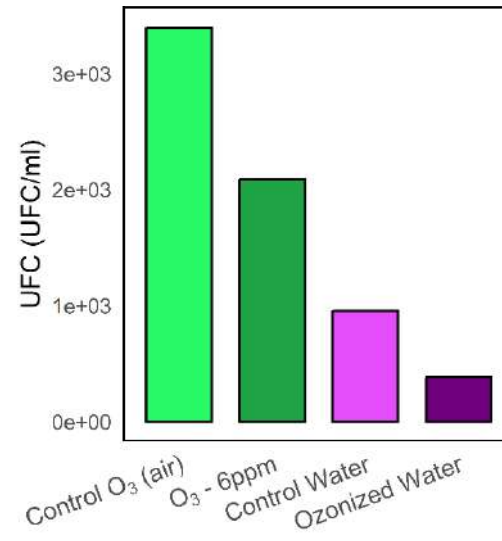


CONTROLLO (acqua)



ACQUA OZONIZZATA

Giorno dopo il trattamento



mezzo di crescita selettivo **BSM** per
la conta di *Botrytis cinerea*

Carica microbica → *Botrytis cinerea*

cv. Sangiovese - 2024



CONTROLLO (aria)



OZONO 6 ppm



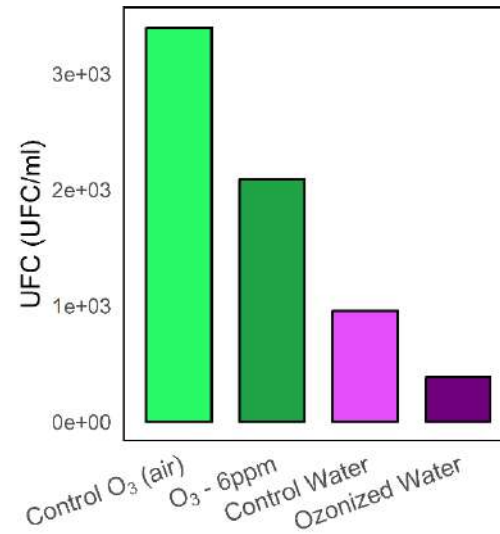
CONTROLLO (acqua)



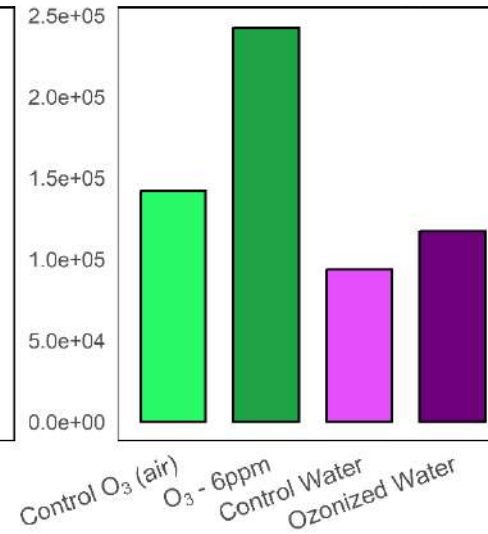
ACQUA OZONIZZATA

mezzo di crescita selettivo **BSM** per
la conta di *Botrytis cinerea*

Giorno dopo il trattamento



Fine appassimento



Carica microbica → *Botrytis cinerea*

cv. Corvina - 2024



CONTROLLO (aria)



OZONO 6 ppm



OZONO 60 ppm

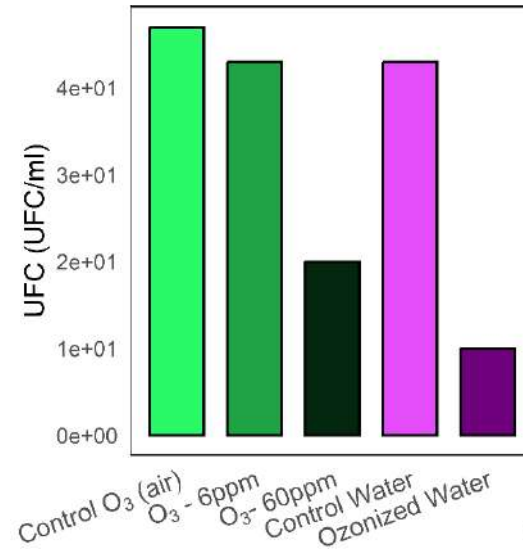


CONTROLLO (acqua)



ACQUA OZONIZZATA

Giorno dopo il trattamento



mezzo di crescita selettivo **BSM** per
la conta di *Botrytis cinerea*

Carica microbica → *Botrytis cinerea*

cv. Corvina - 2024



CONTROLLO (aria)



OZONO 6 ppm



OZONO 60 ppm



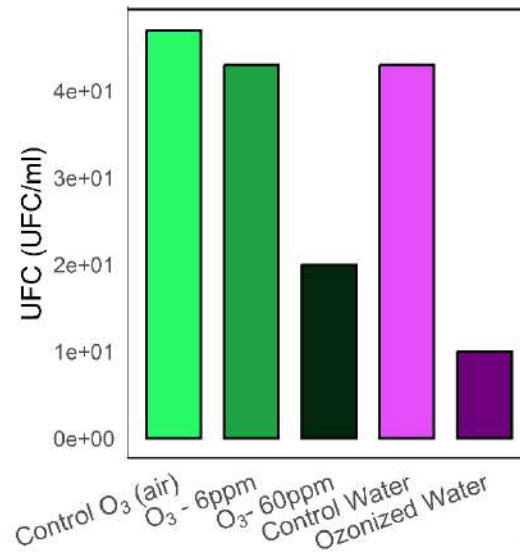
CONTROLLO (acqua)



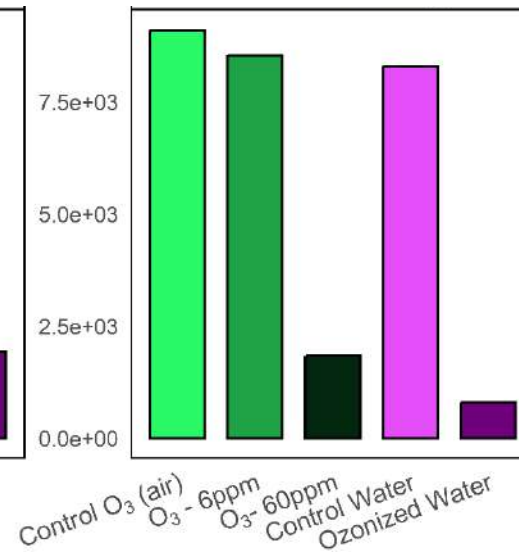
ACQUA OZONIZZATA

mezzo di crescita selettivo **BSM** per
la conta di *Botrytis cinerea*

Giorno dopo il trattamento



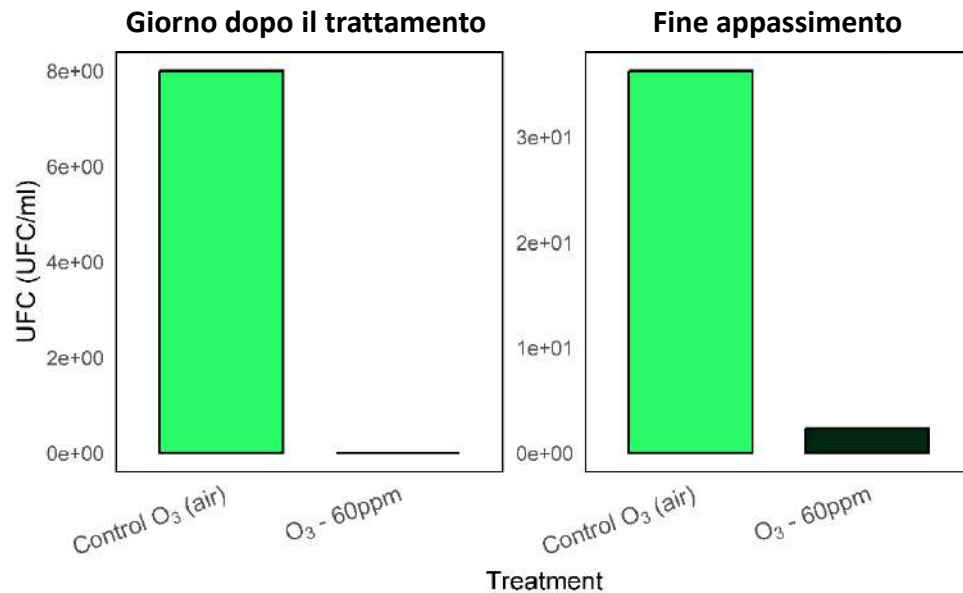
Fine appassimento



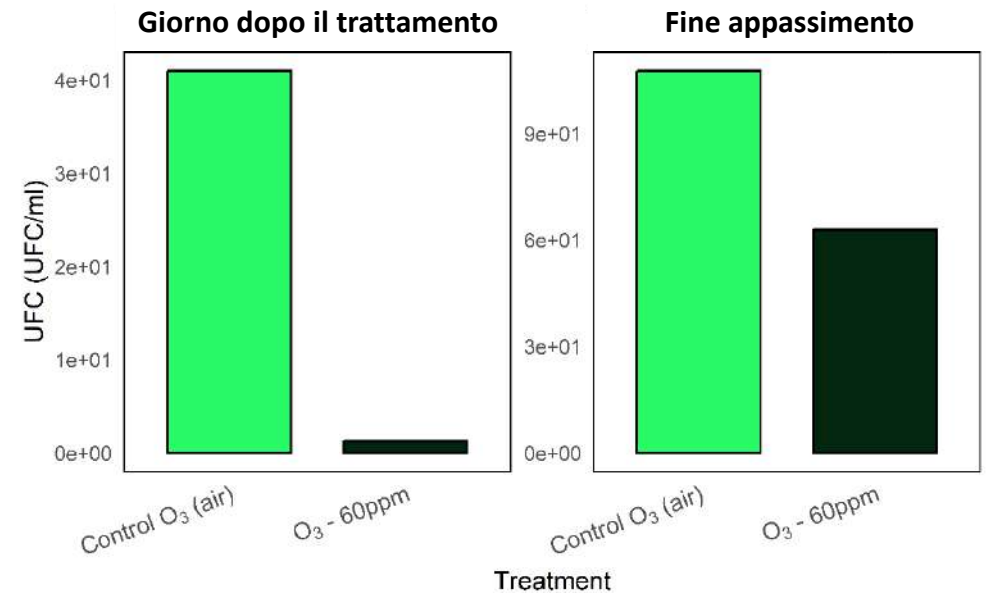
Carica microbica → *Botrytis cinerea*

O₃ gassoso - 60 ppm
2025

cv. Sangiovese



cv. Corvina



mezzo di crescita selettivo **BSM** per
la conta di *Botrytis cinerea*

Microbioma

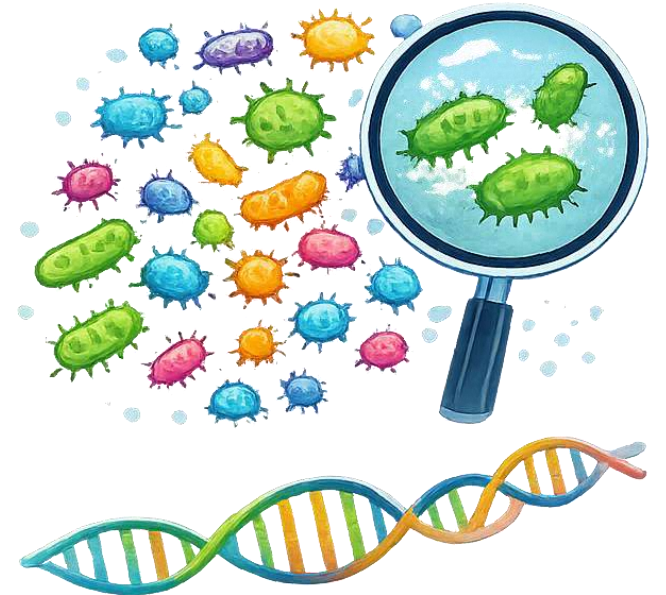
Dal conteggio dei microrganismi alla comprensione delle comunità microbiche complesse

- Raccolta del campione
- Estrazione del DNA
- Sequenziamento (lettura del DNA)
- Analisi al computer → identificazione dei microrganismi

I microrganismi non sono più coltivati, ma identificati direttamente dal loro DNA (anche quelli non coltivabili in laboratorio)

identifica il DNA di tutti i microrganismi

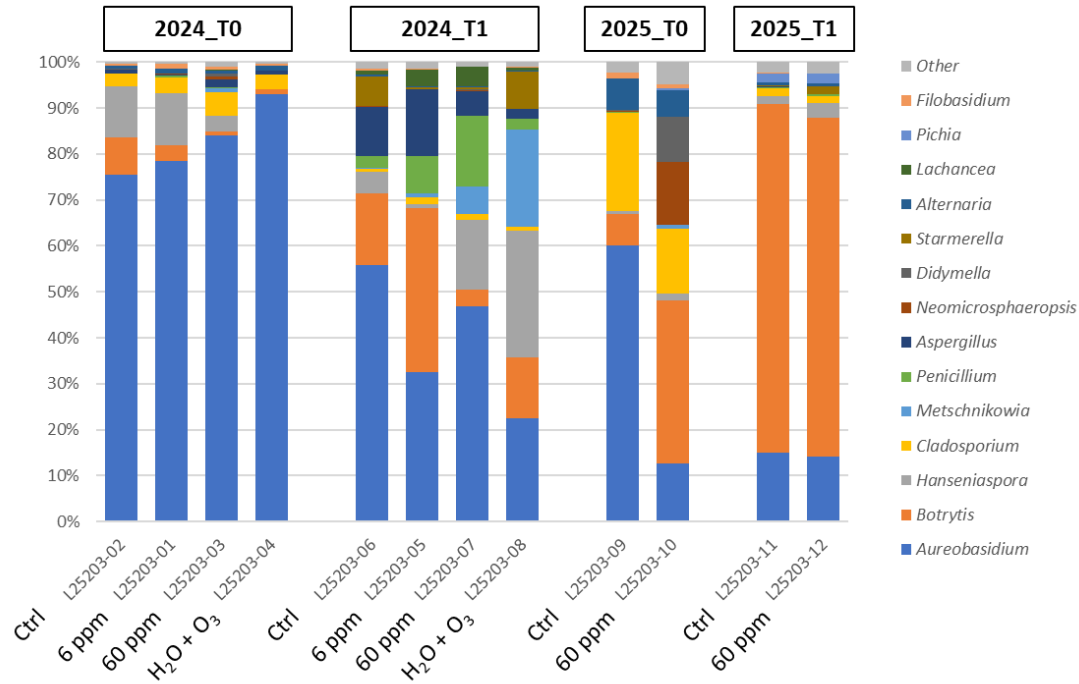
(anche NON vitali)



Microbioma

cv. Corvina

taxa Funghi



T0 = Giorno dopo il trattamento

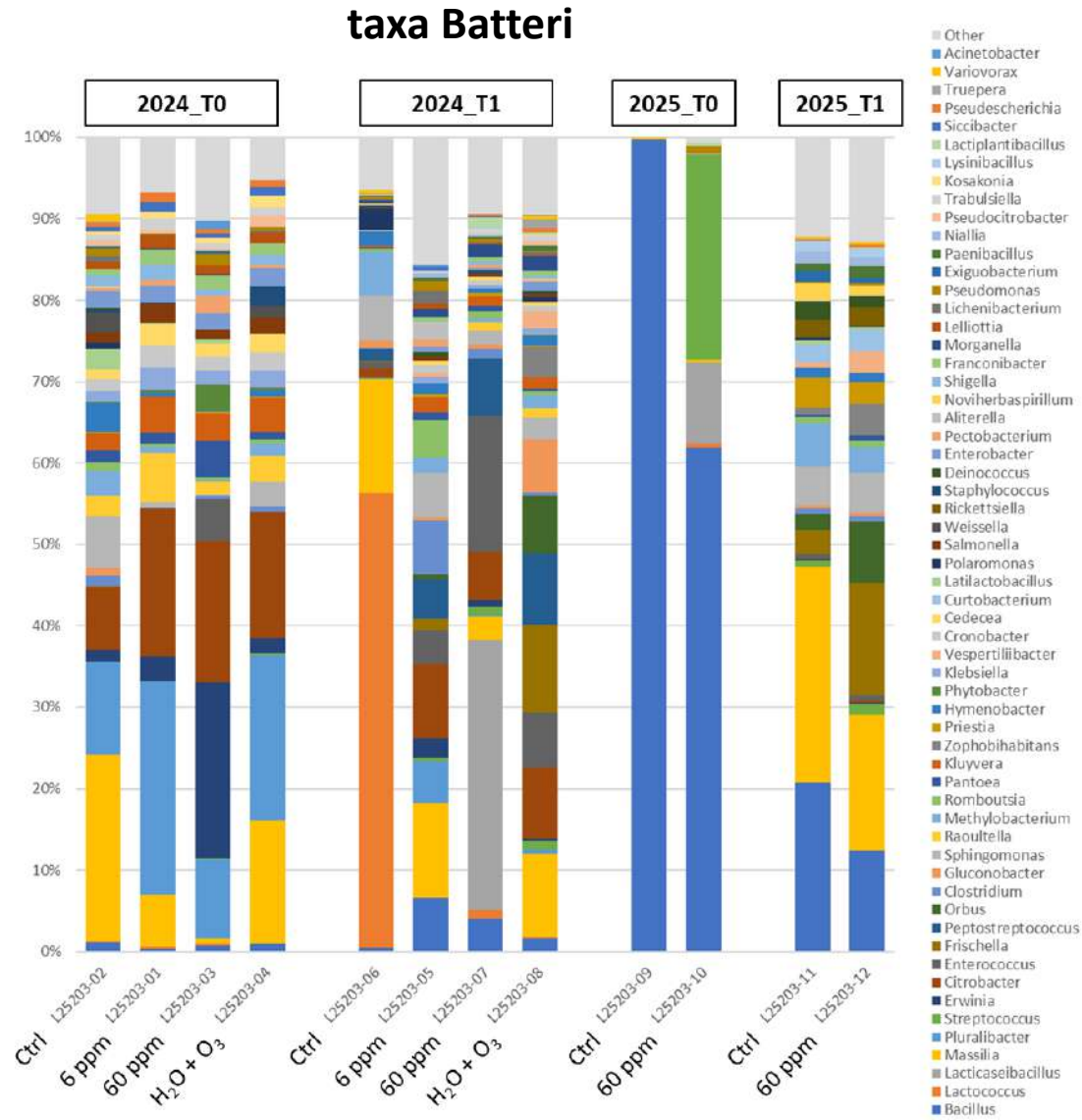
T1 = Fine appassimento

- 3 generi dominanti: *Aureobasidium*, *Botrytis* e *Hanseniaspora*
- anno 2024: abbondanza relativa del genere *Botrytis* diminuisce in seguito a trattamento
- anno 2025: genere *Botrytis* diventa predominante in seguito a trattamento

→ La metagenomica rileva il DNA sia da cellule vitali che non vitali e cattura anche componenti minoritarie

Microbioma

cv. Corvina



- La comunità batterica ha mostrato un'elevata variabilità tra i campioni, senza un modello coerente correlato al trattamento
- anno 2024: comunità batterica diversificata
- anno 2025: il genere *Bacillus* risulta dominante, in particolare a T0

T0 = Giorno dopo il trattamento

T1 = Fine appassimento

Conclusioni

- I trattamenti con O₃ (in particolare gassoso a 60 ppm) in pre-appassimento sono efficaci nella riduzione della carica microbica vitale sulla superficie dell'uva
- L'efficacia dei trattamenti effettuati prima della messa a riposo in fruttajo permane alla fine dell'appassimento
- I dati metagenomici hanno fornito informazioni complementari sulla struttura delle comunità microbiche



Effetto dell'ozono sul profilo fenolico delle uve e dei vini

Gianni Cecchi, PhD student

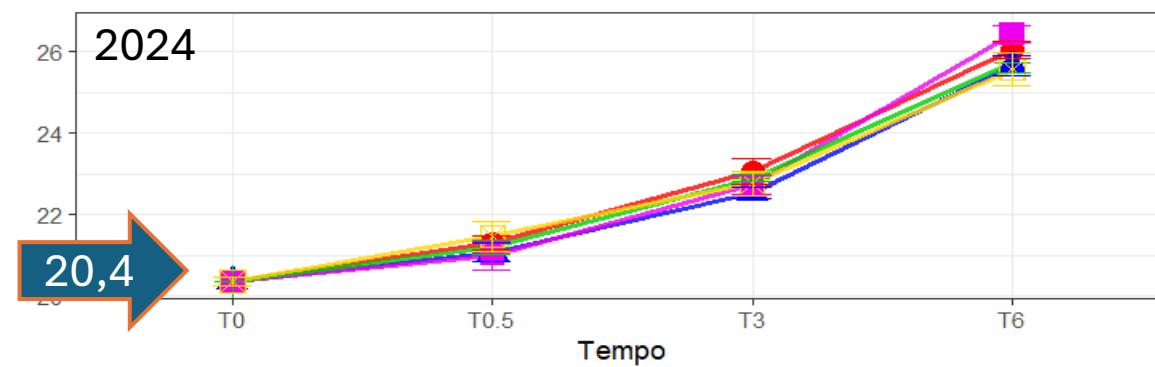
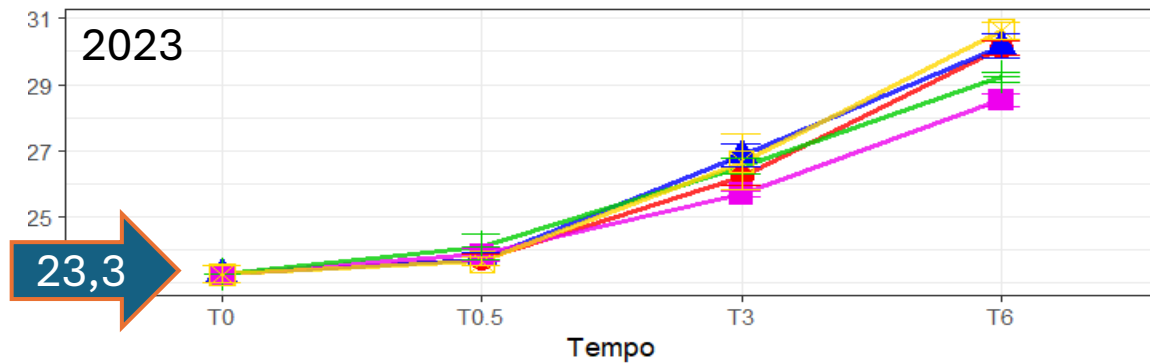
Scuola Universitaria Superiore Sant'Anna, Pisa

Analisi HPLC-MS/MS

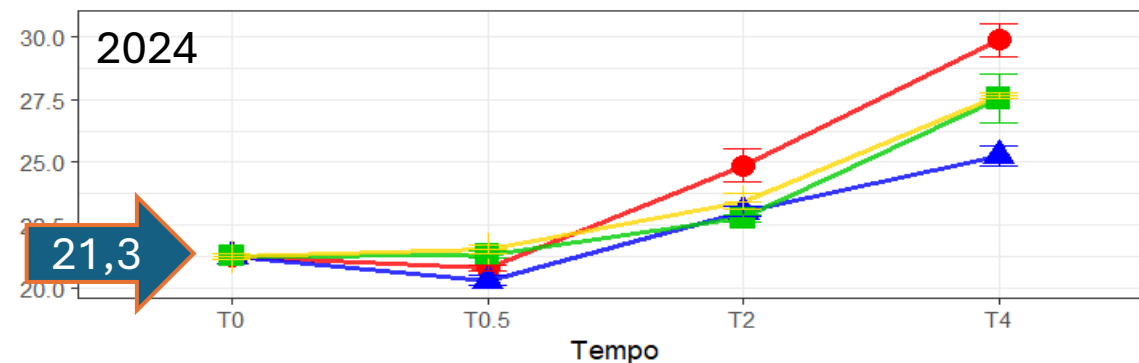
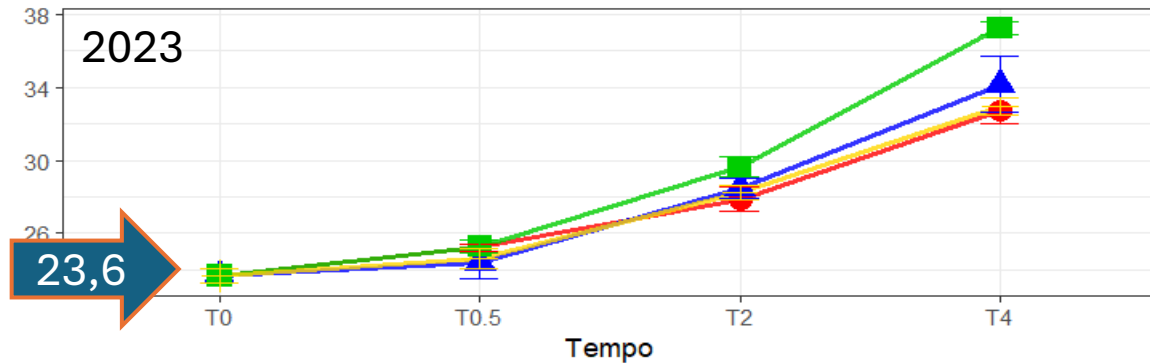
	Variabili	Trattamenti	Differenze a fine appassimento (30 % WT)	Test FDR
Corvina 2023	120	3+2	14	1
Corvina 2024			9	0
Sangiovese 2023		2+2	15	4
Sangiovese 2024			8	0

Livello di maturazione iniziale (Brix°)

Corvina

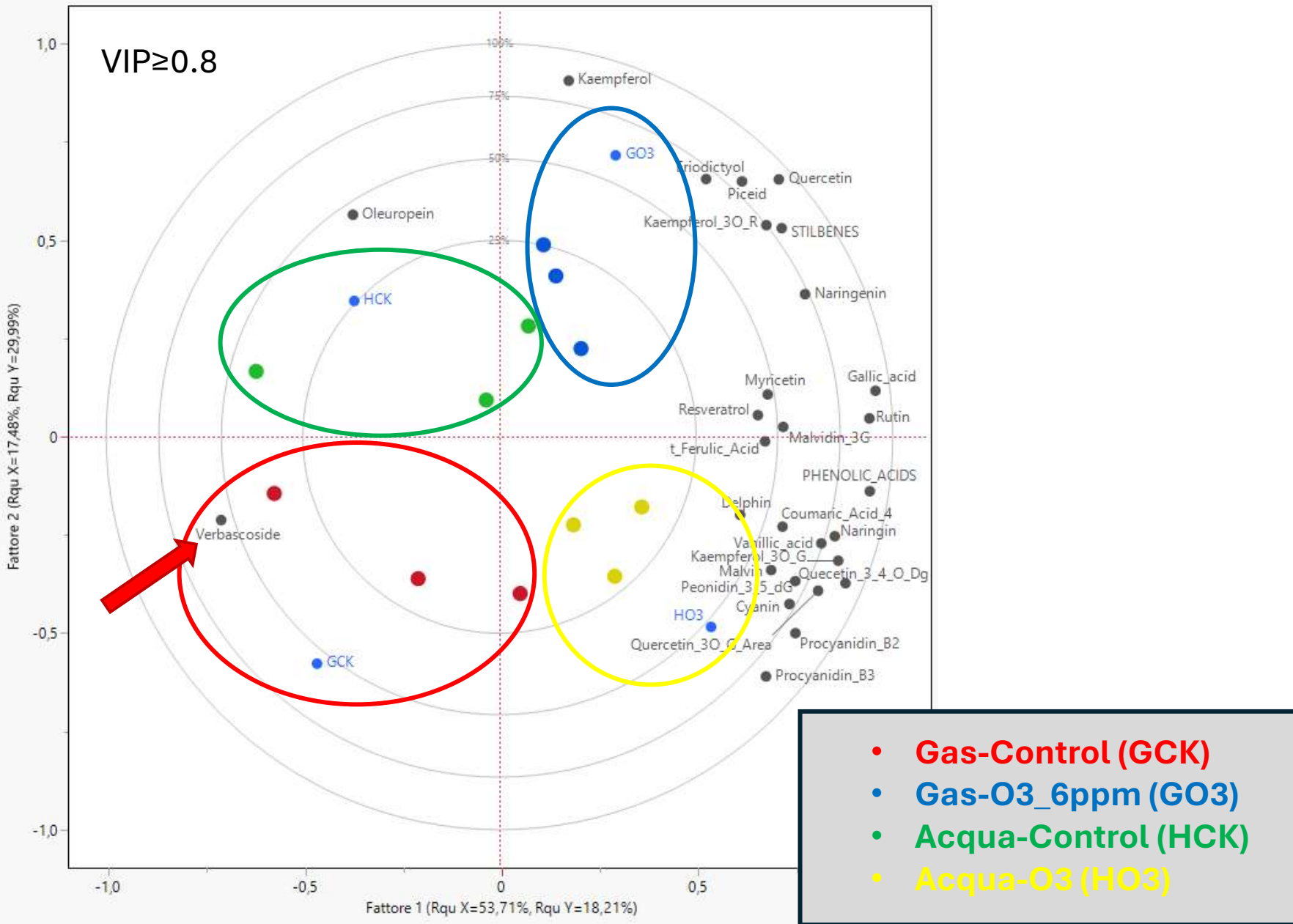


Sangiovese



2023

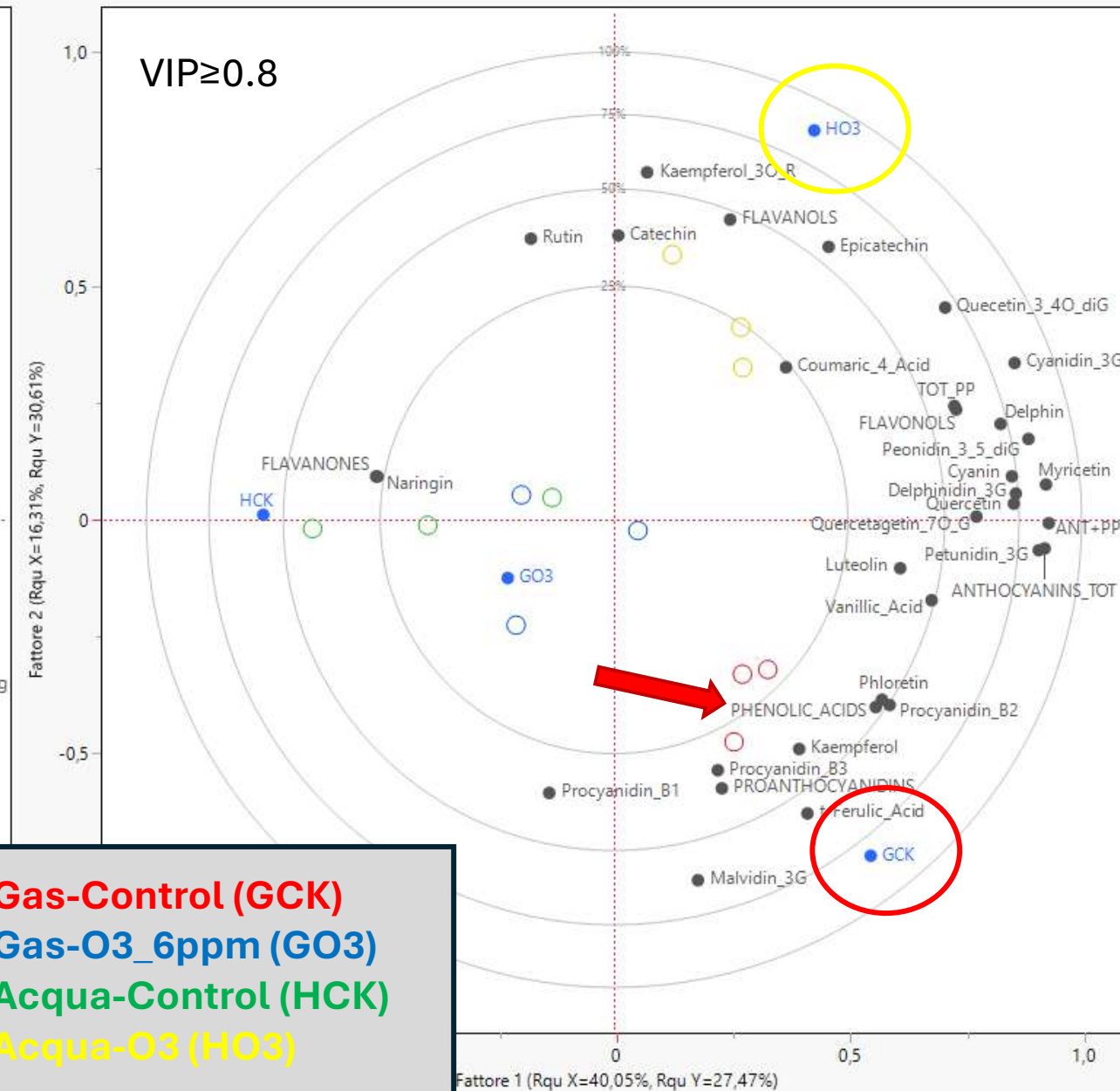
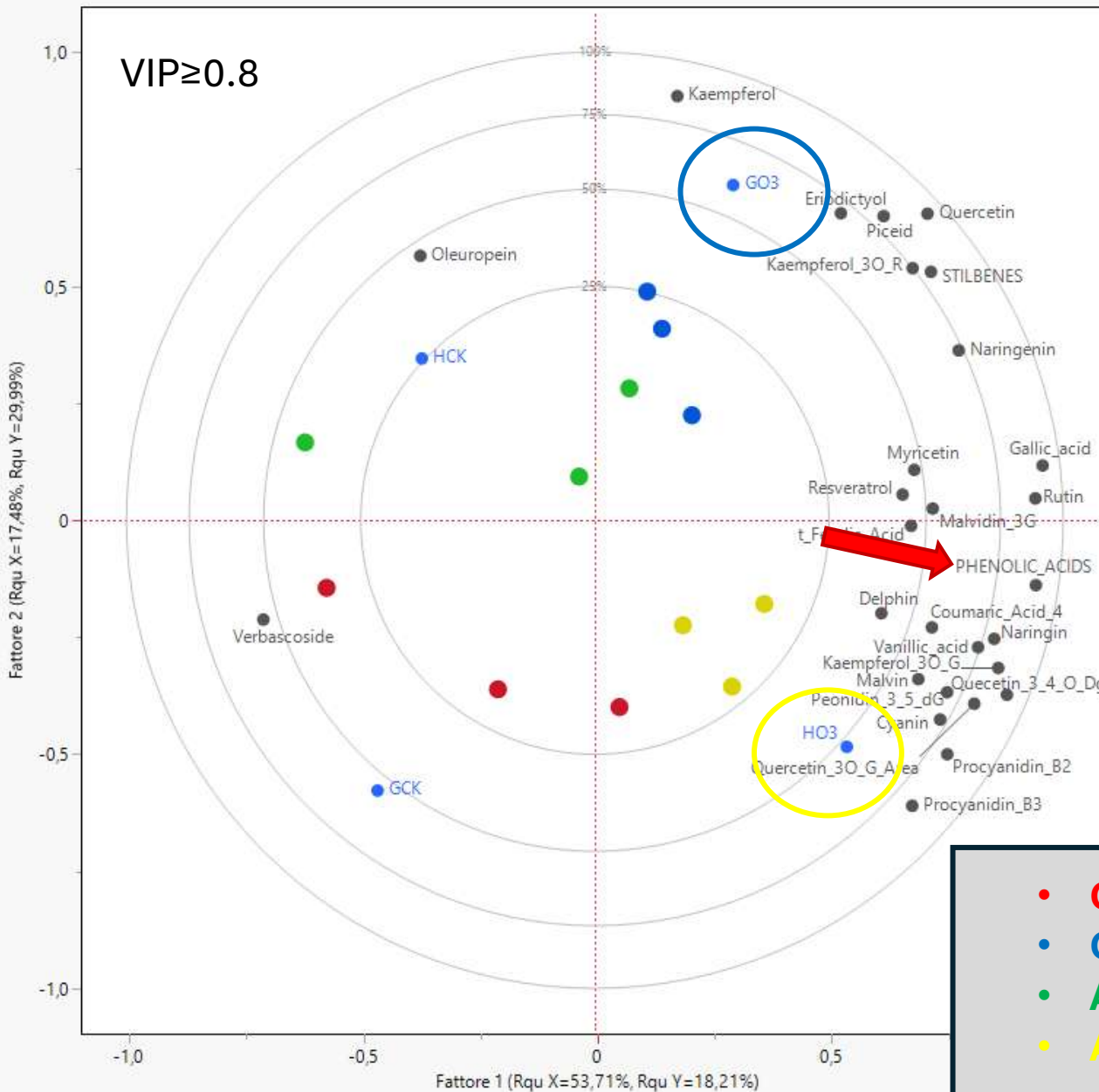
Sangiovese



2023

Sangiovese

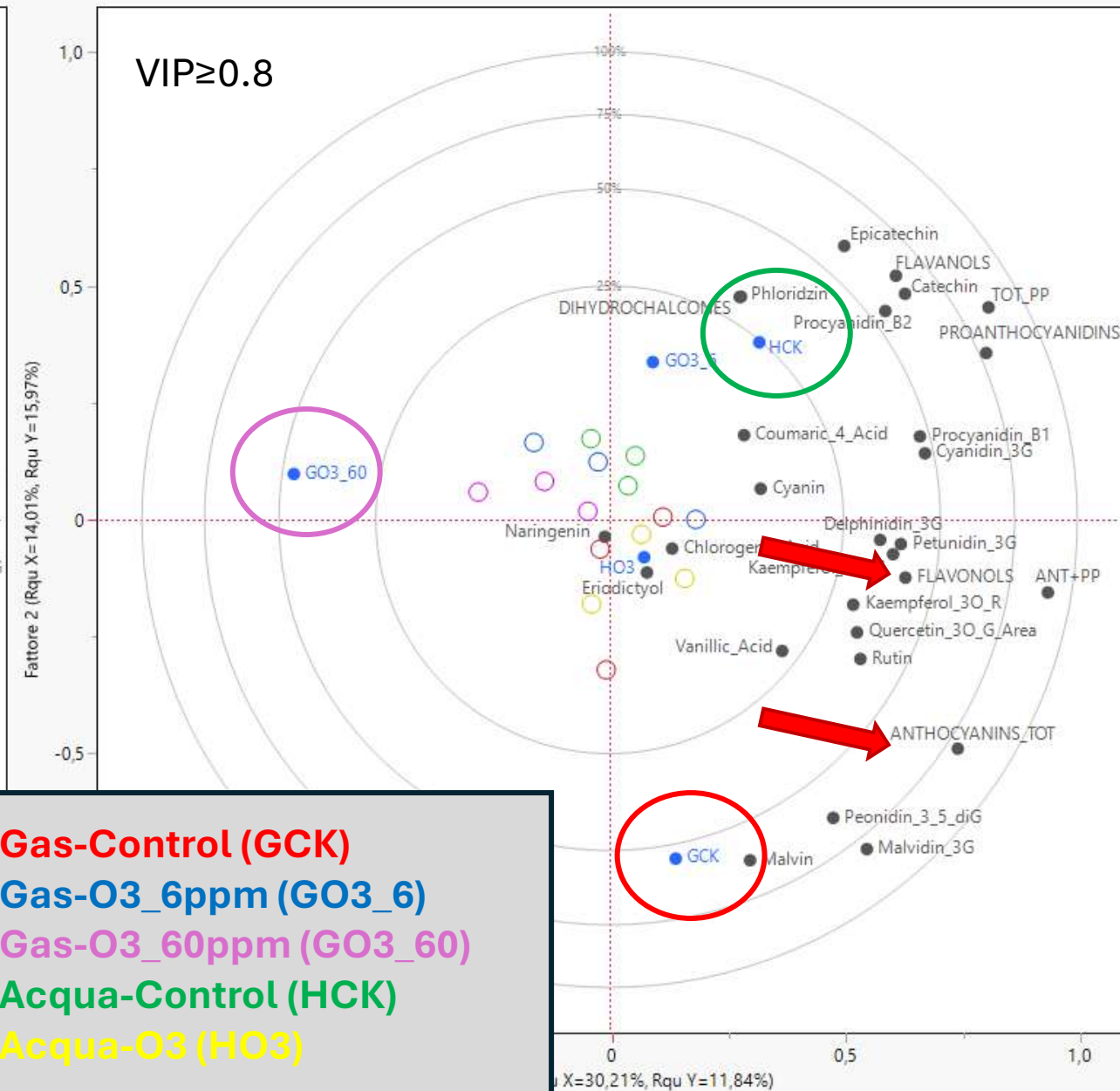
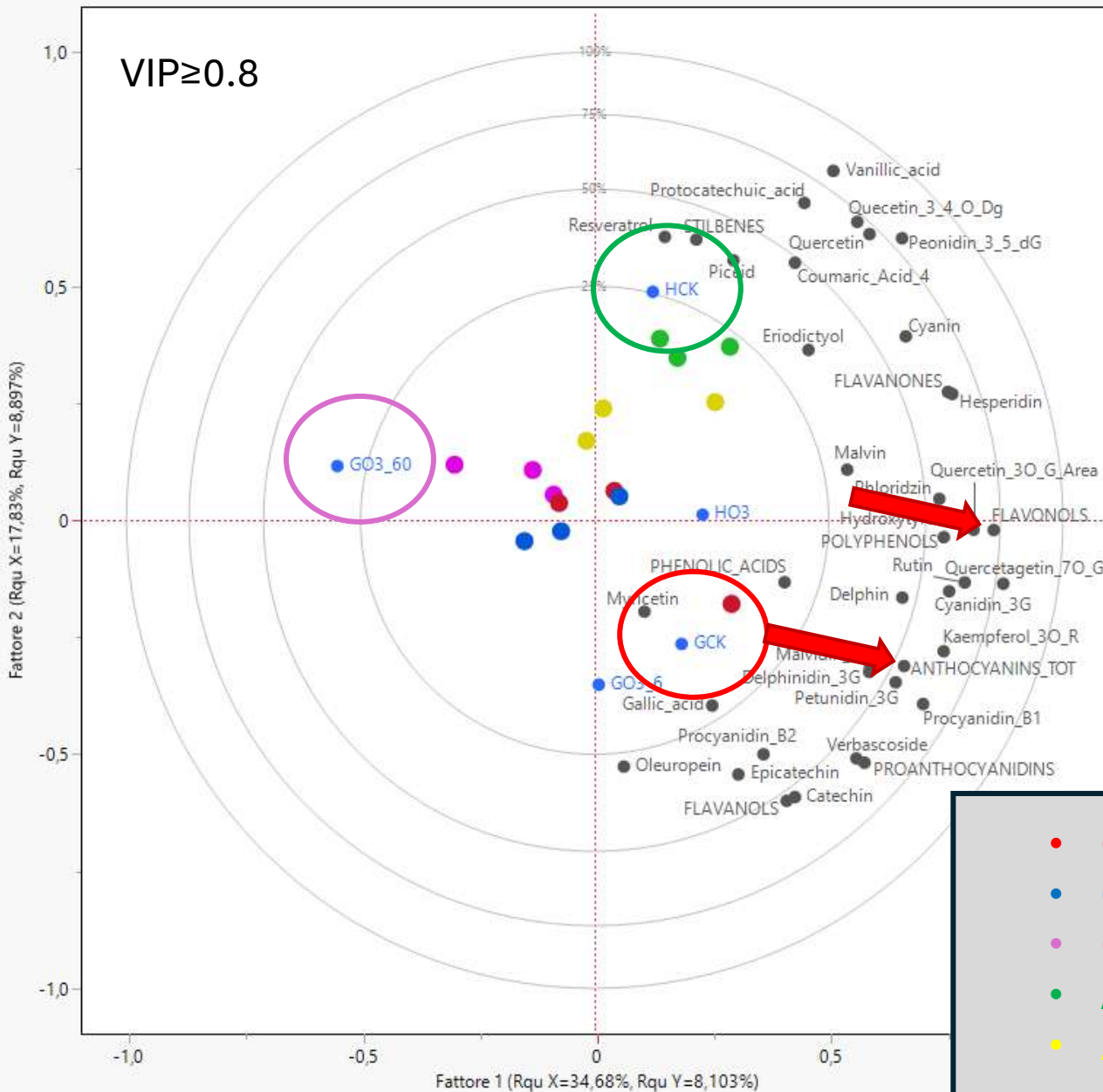
2024



2023

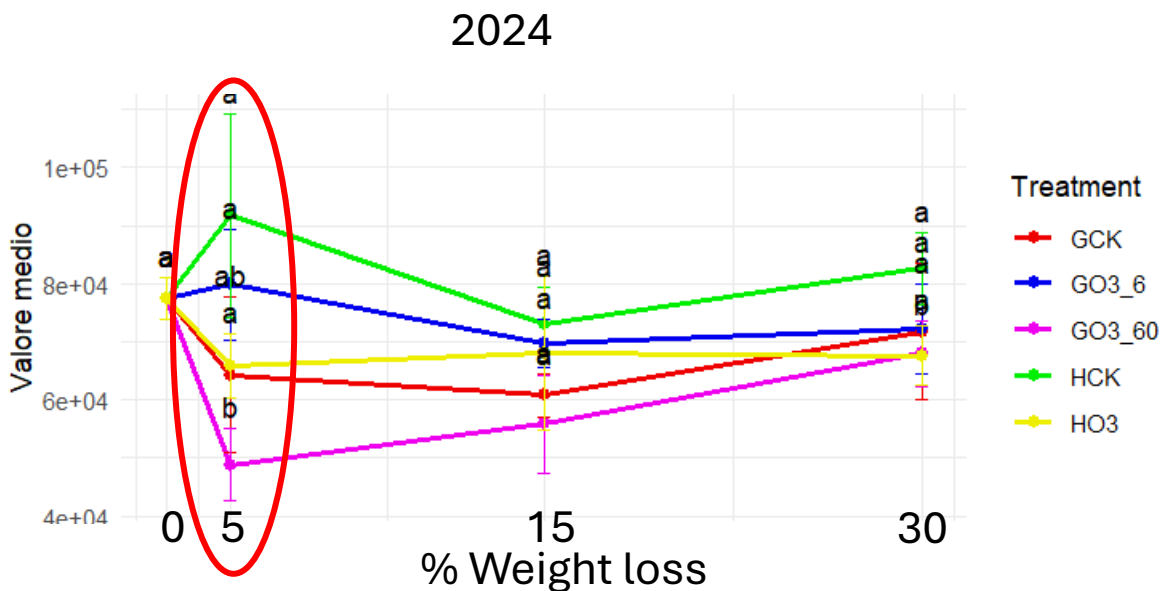
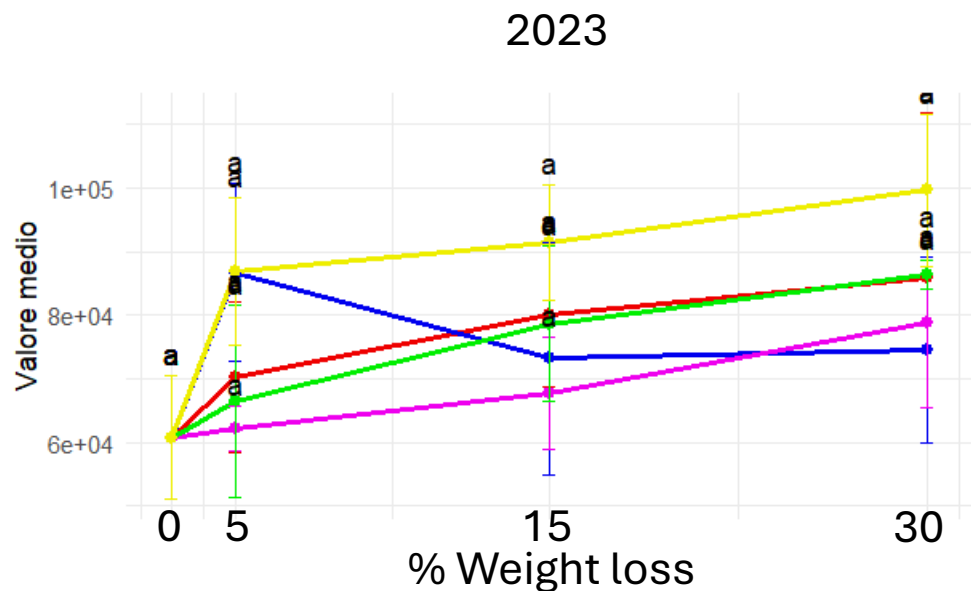
Corvina

2024

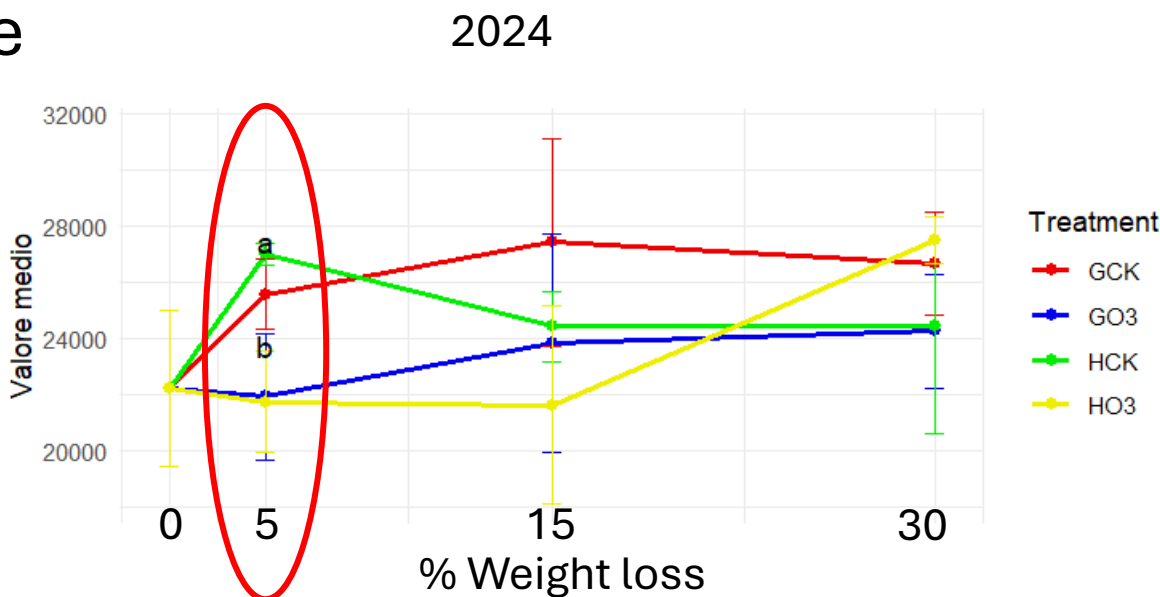
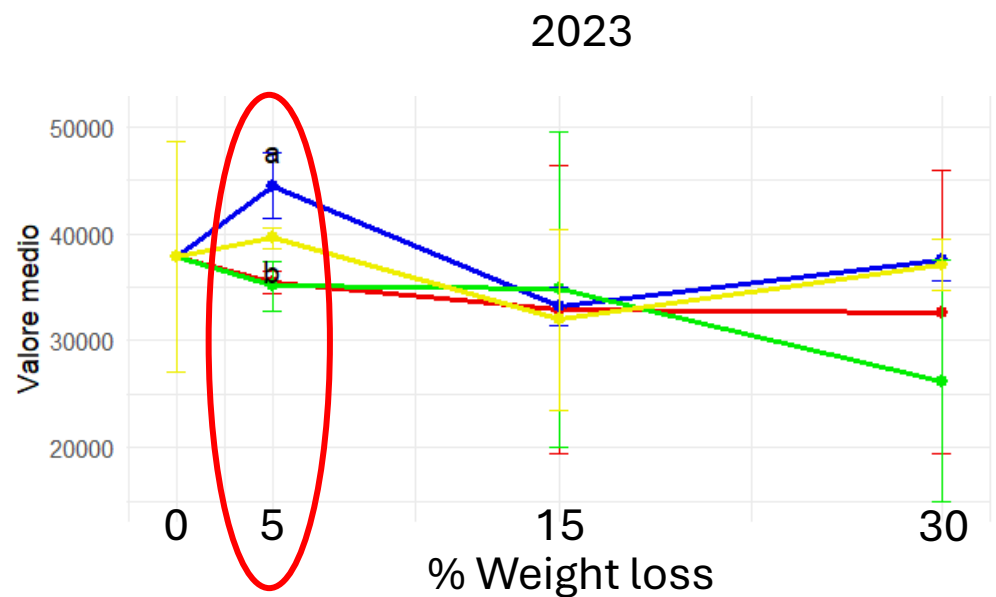


Polifenoli totali

Corvina



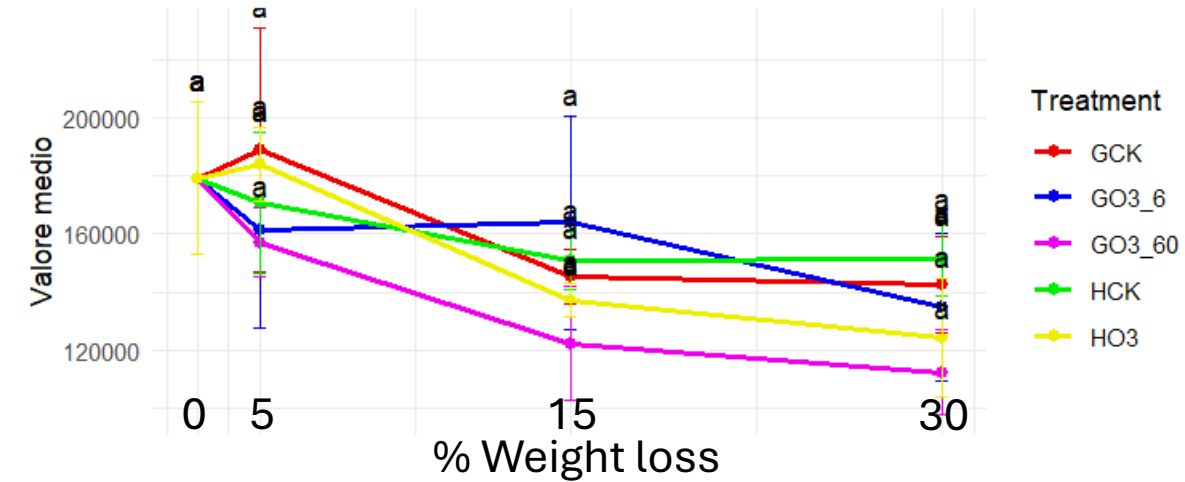
Sangiovese



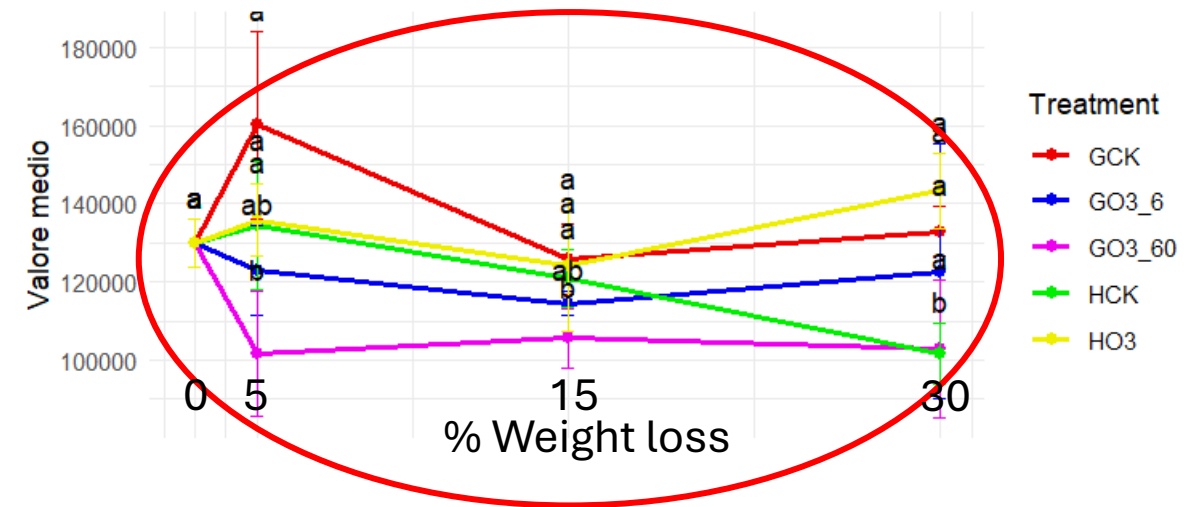
Antocianine totali

Corvina

2023

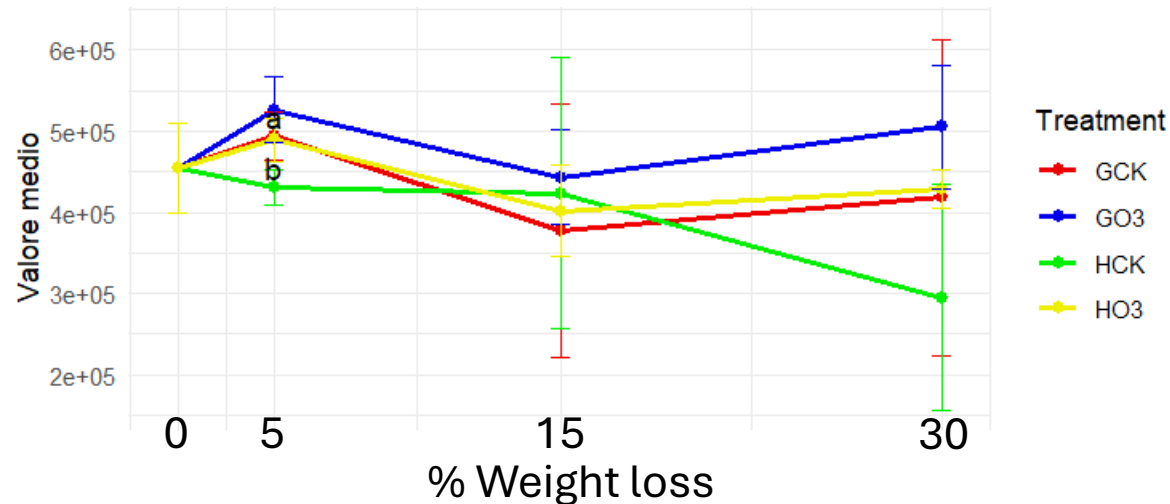


2024

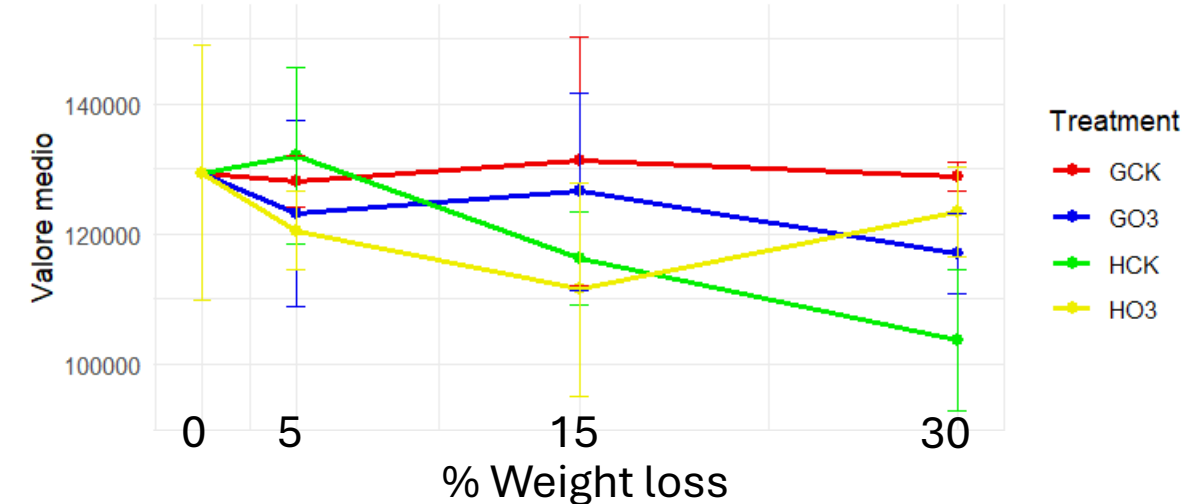


Sangiovese

2023



2024



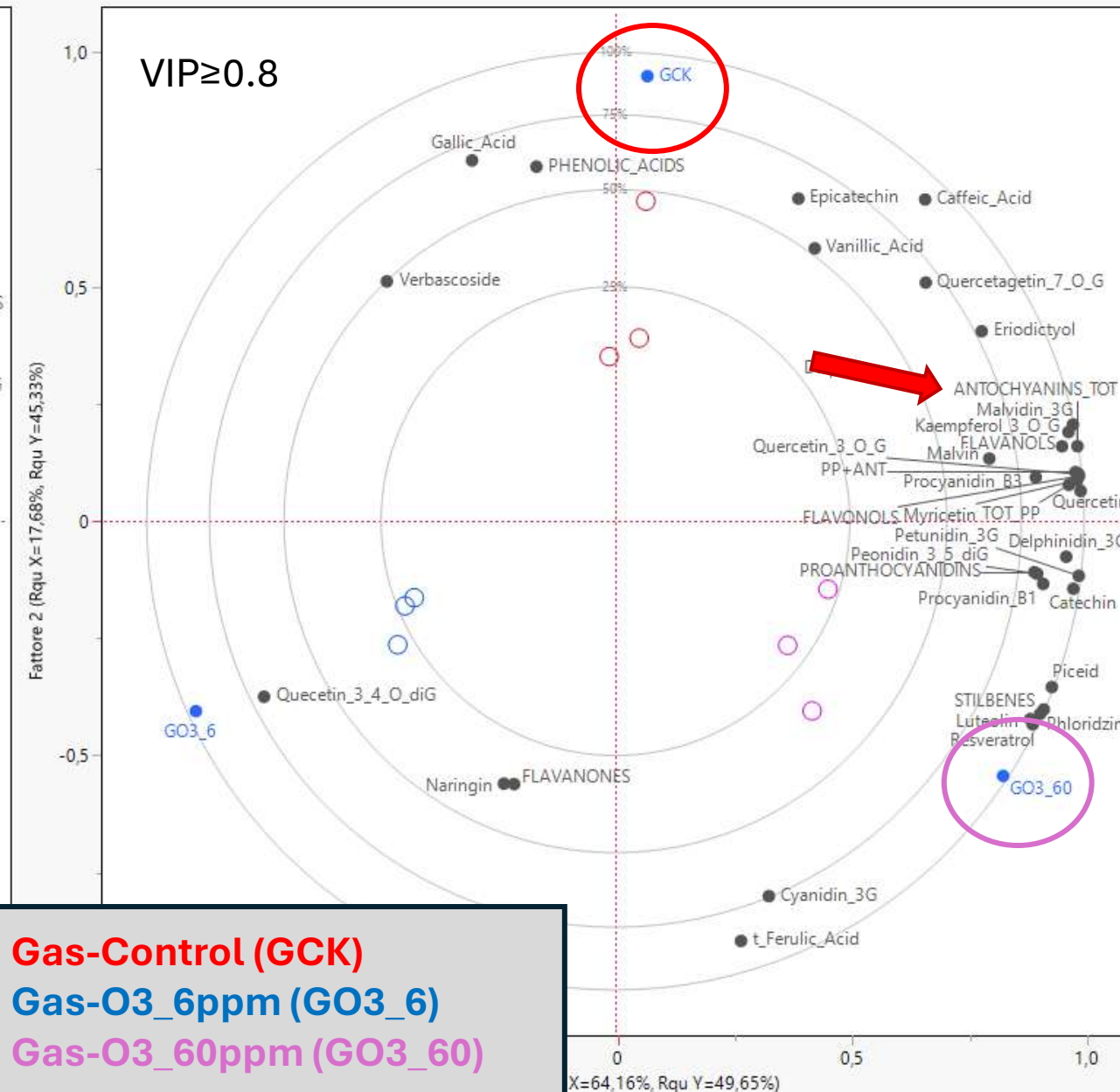
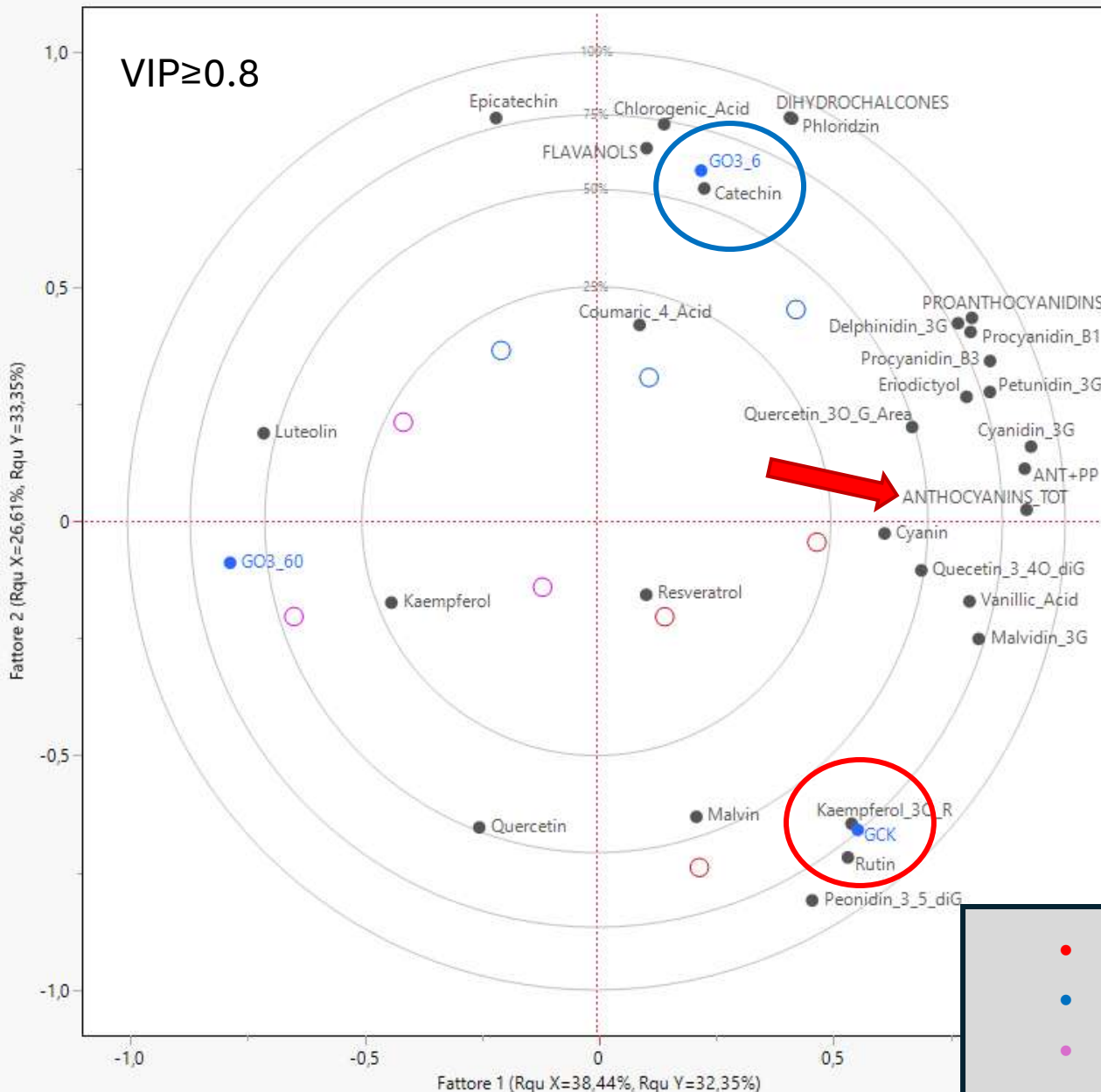
Profilo fenolico leggermente
alterato dai trattamenti ma in
modo blando e dipendente
dalla varietà e dalla
maturazione

Queste alterazioni però
influiscono sulla
composizione del vino?

UVA

Corvina 2024

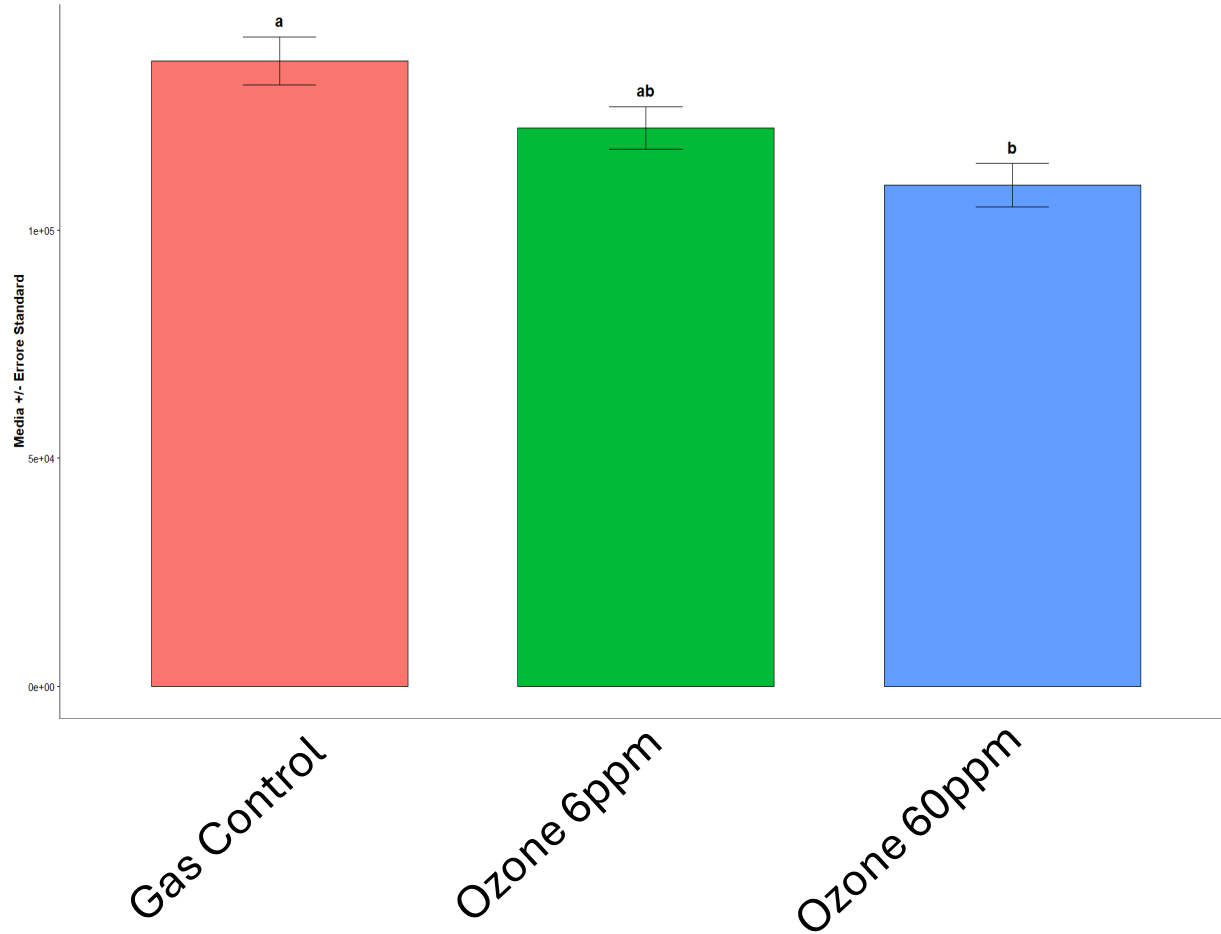
VINO



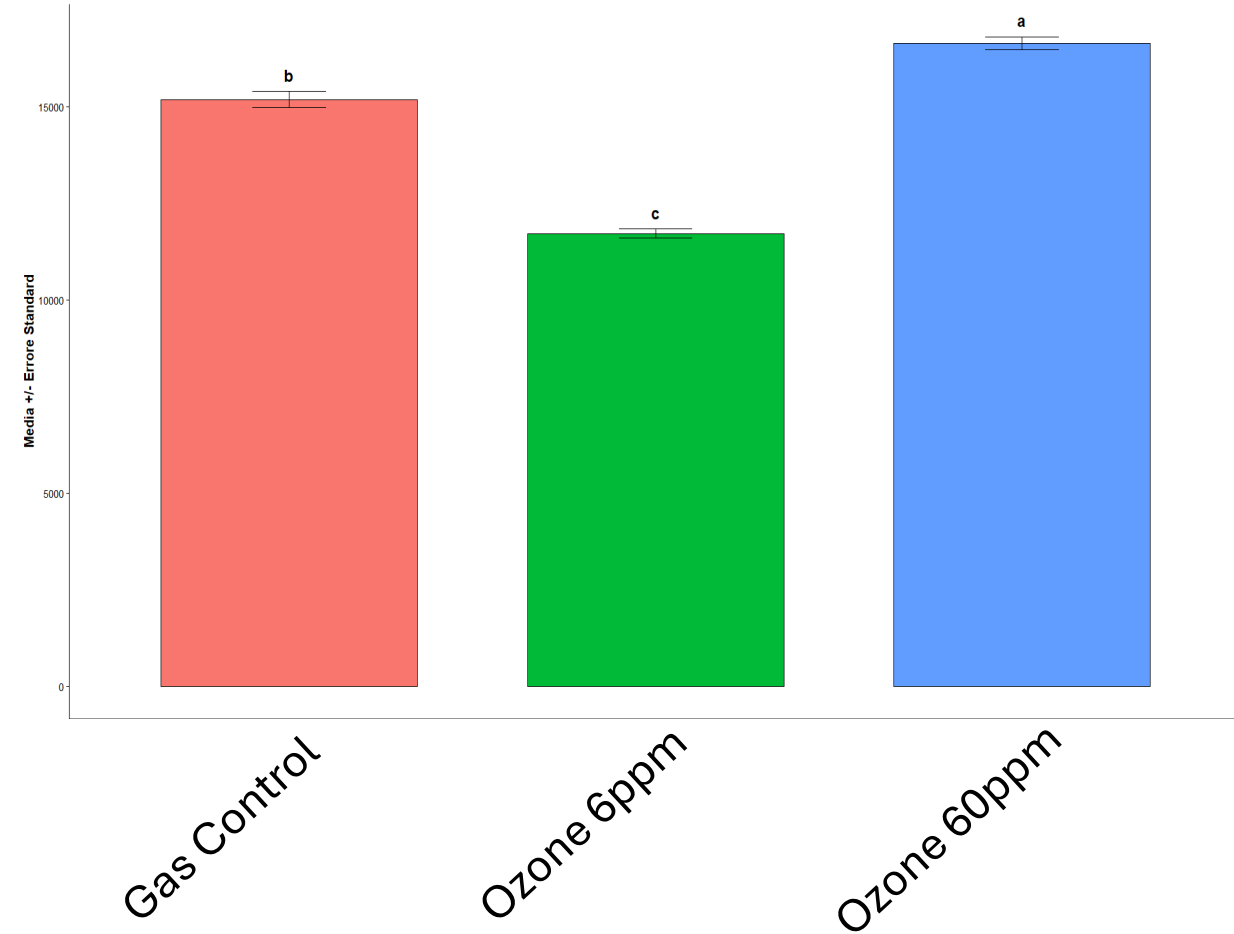
Antocianine totali

Corvina 2024

UVA



VINO



Forte effetto dei processi di vinificazione



Cinetiche di estrazione



Processi ossidativi



Attività fermentativa

Conclusioni delle analisi del profilo fenolico

- Effetto blando dei trattamenti a livello di alterazione del profilo fenolico
- Corvina e Sangiovese non rispondono in modo univoco
- Effetto più marcato dell'annata e dell'appassimento
- Perché gli effetti sul vino non sono lineari con quelli sulle uve?

Thank you for the
attention



Sant'Anna
Scuola Universitaria Superiore Pisa



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



vinext®

PRIN: PROGETTI DI RICERCA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE – Bando 2022
Prot. 2022RAY28P

APPLICAZIONI DI OZONO PER LA GESTIONE SOSTENIBILE DELL'APPASSIMENTO DELLE UVE

EFFETTO DELL'OZONO SUL PROFILO AROMATICO
DELLE UVE E DEI VINI

Eleonora Littarru:
eleonoralittarru@tiscali.it

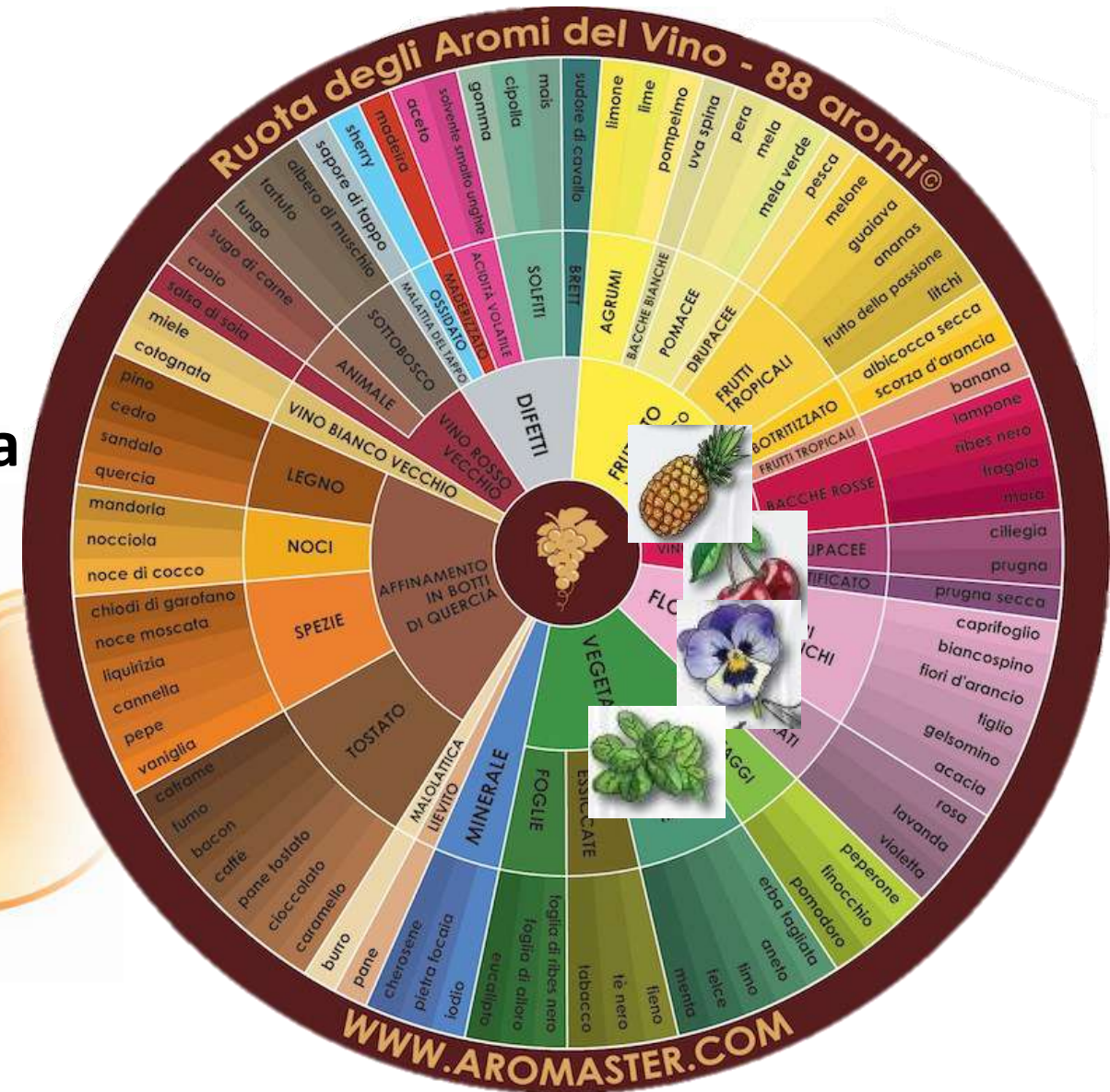
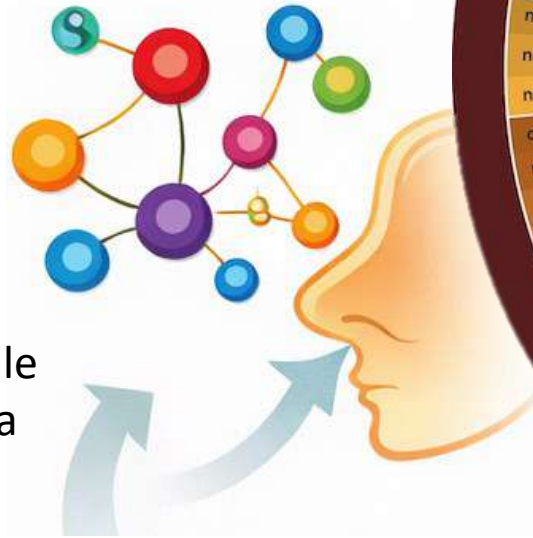
COSA SONO GLI AROMI?

- **Molecole** → responsabili delle sensazioni olfattive
- Contribuiscono alla **complessità aromatica**
- Agiscono **singolarmente e in sinergia**

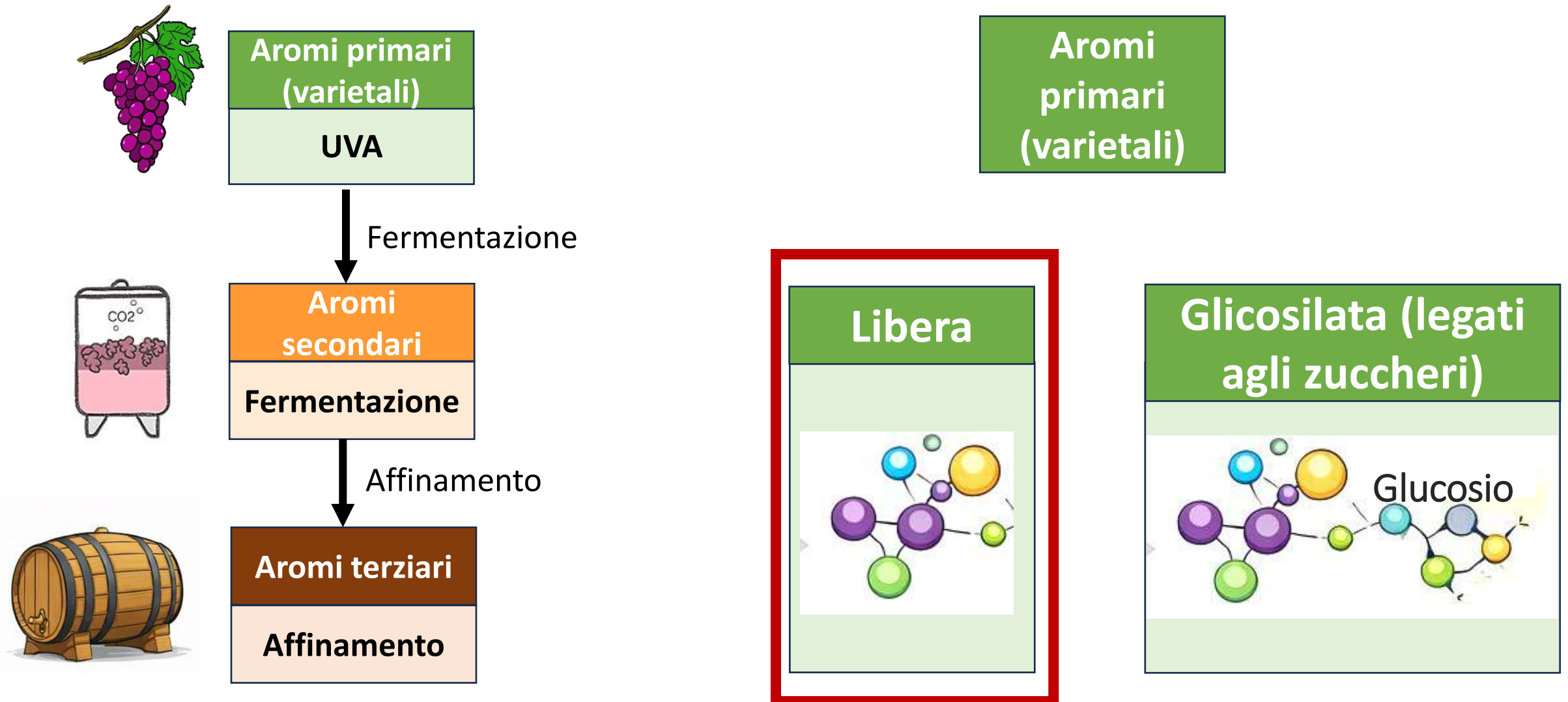
Percezione dipende da:

- Concentrazione
- Soglia di percezione

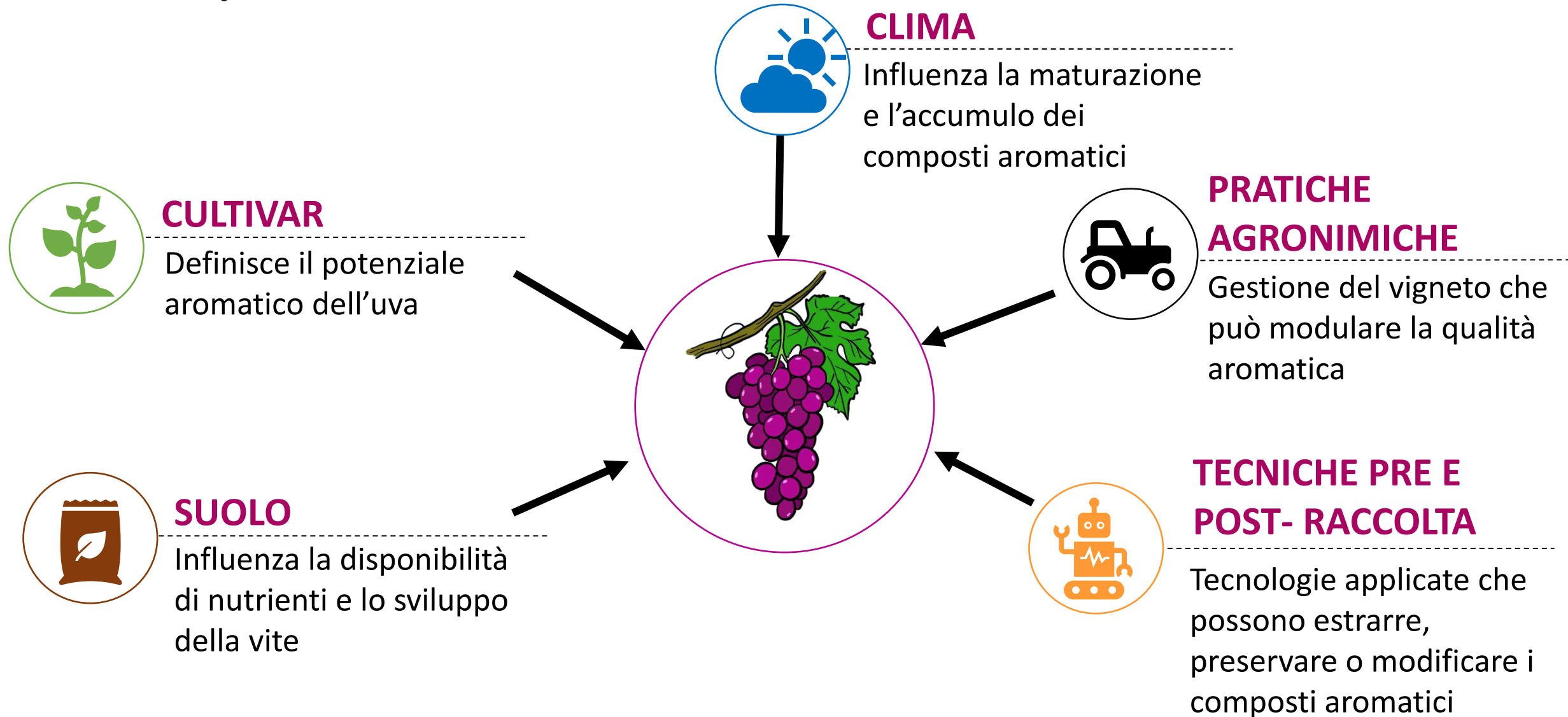
la minima concentrazione alla quale una molecola può essere percepita dal nostro olfatto



Classificazione aromi



Fattori che influenzano l'accumulo dei composti aromatici



Cosa abbiamo fatto

 Sangiovese

Controllo H₂O
H₂O_ozonizzata
Controllo aria
O₃-6ppm

X 3 Tempi
(5%WL, 18%WL, 30%WL)
X 2 anni (2023-2024)
X 3 repliche

 Corvina

Controllo H₂O
H₂O_ozonizzata
Controllo aria
O₃-6ppm
O₃-60ppm

X 3 Tempi
(5%WL, 15%WL, 30%WL)
X 2 anni (2023-2024)
X 3 repliche

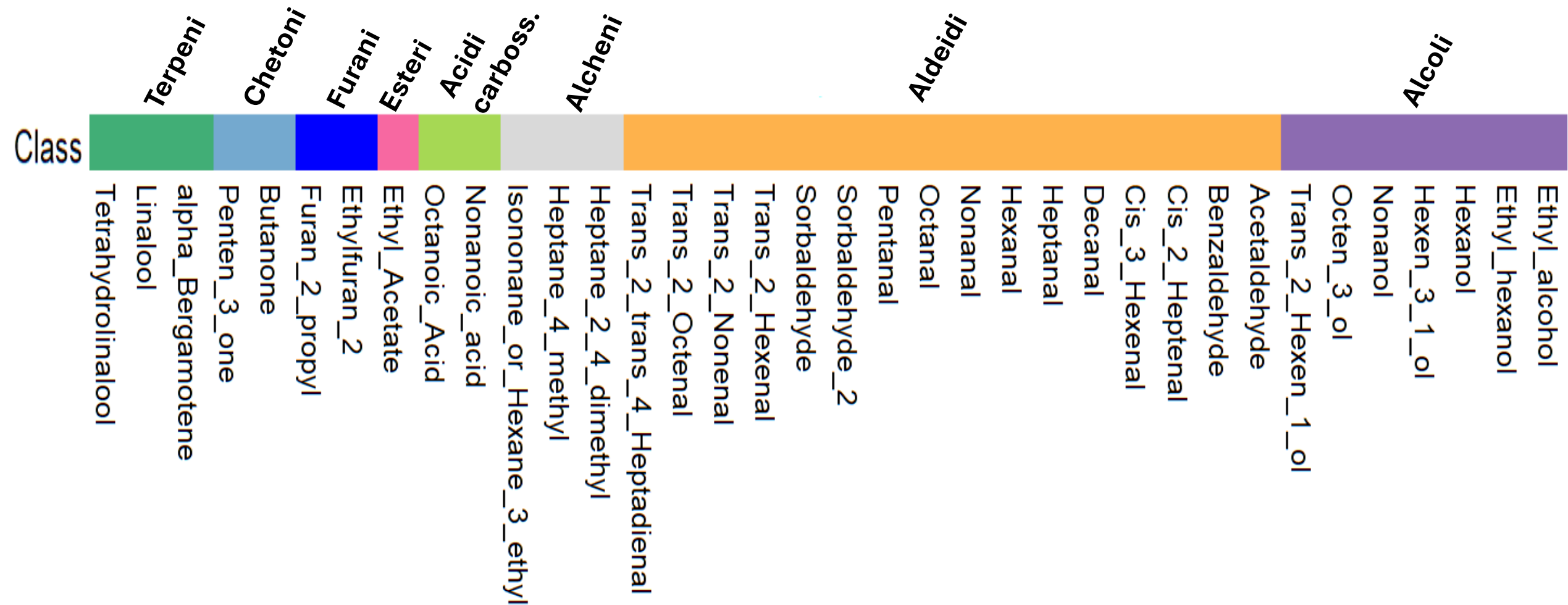
72

90

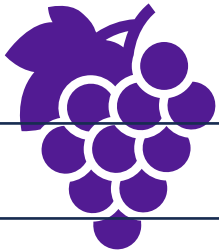
Totale
campioni
162
+ 3 vini



Composti volatili identificati in uve Sangiovese e Corvina



Effetto dei trattamenti su uva Sangiovese

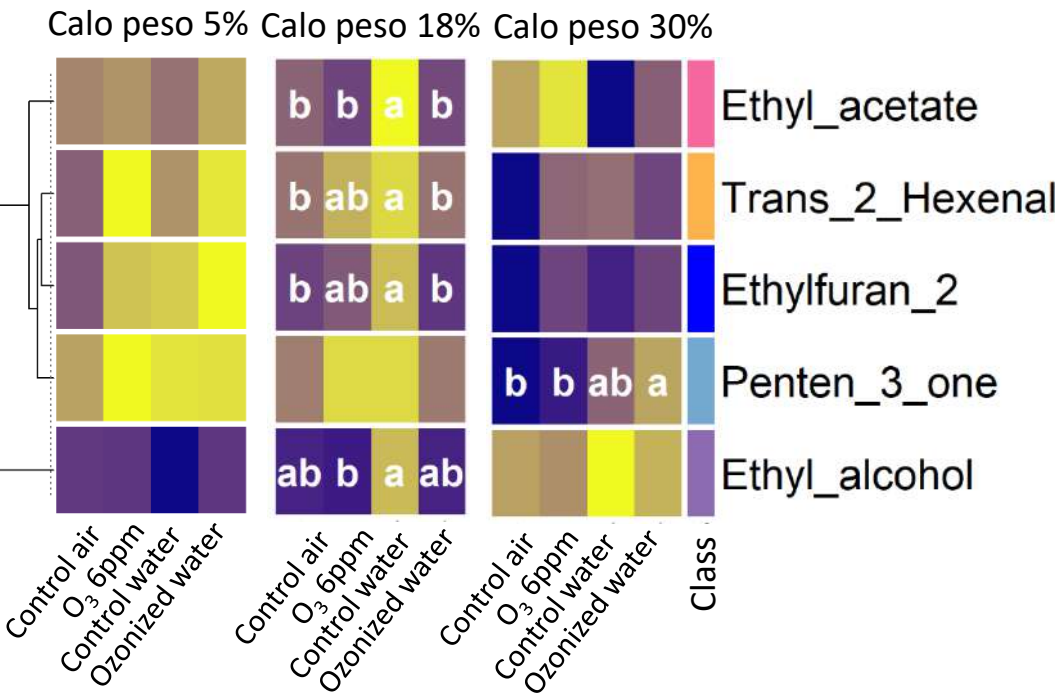
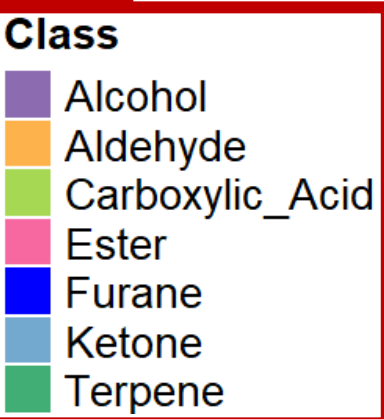
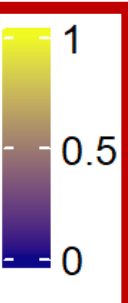
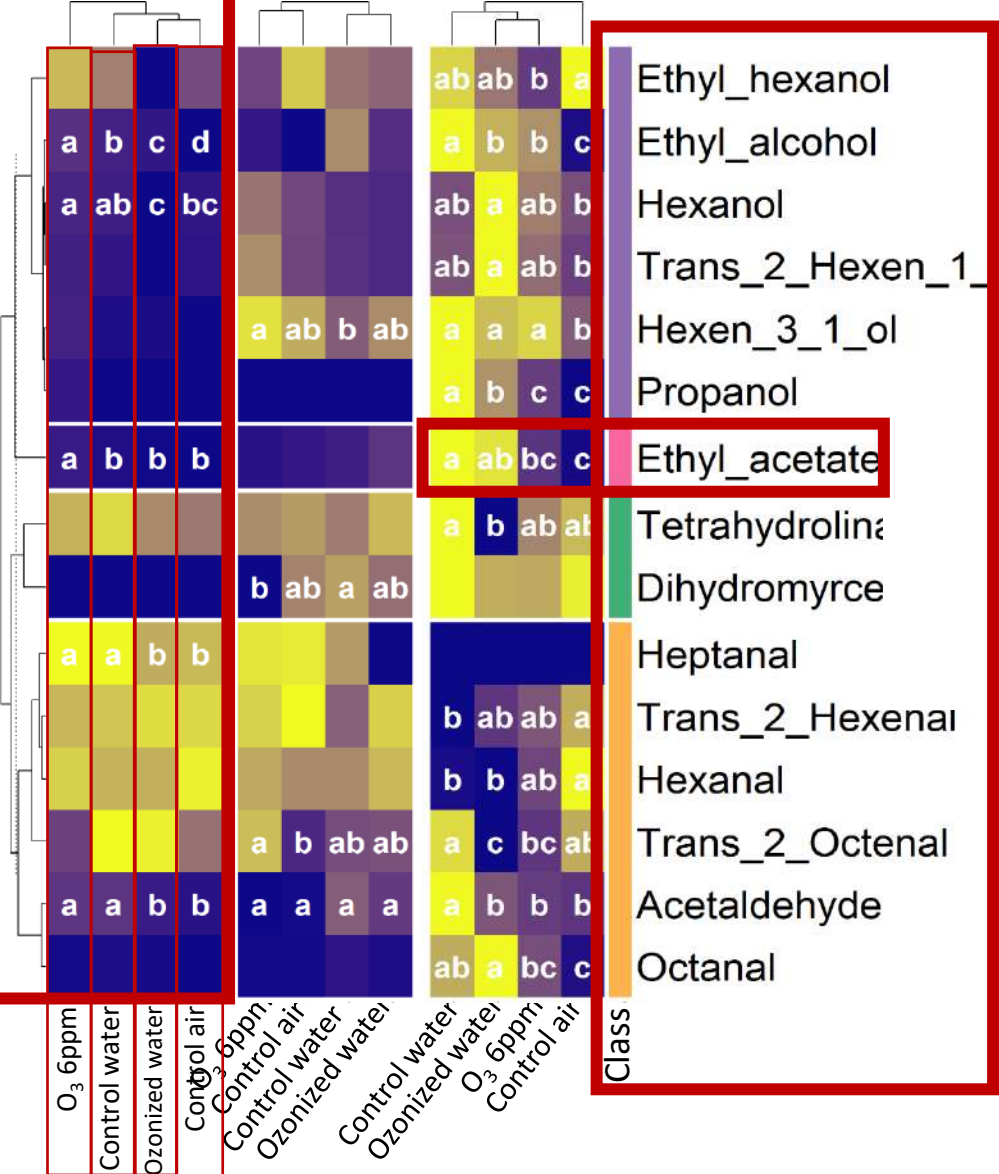


2023

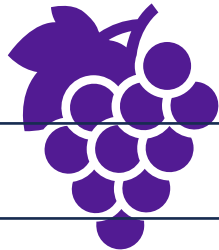
Solo significativi

2024

Calo peso 5% Calo peso 18% Calo peso 30%



Effetto dei trattamenti su uva Sangiovese

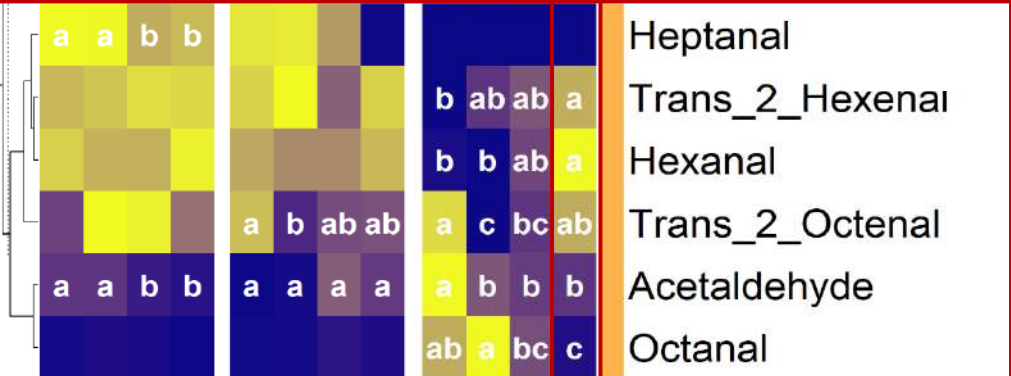
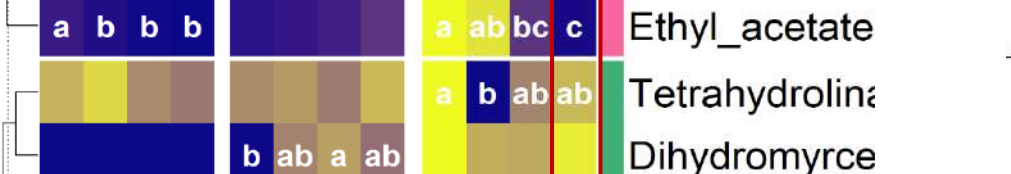
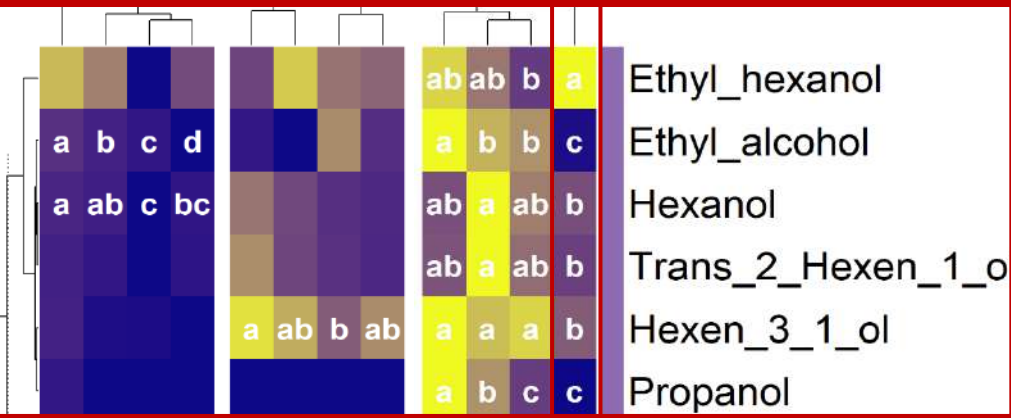


2023

Solo significativi

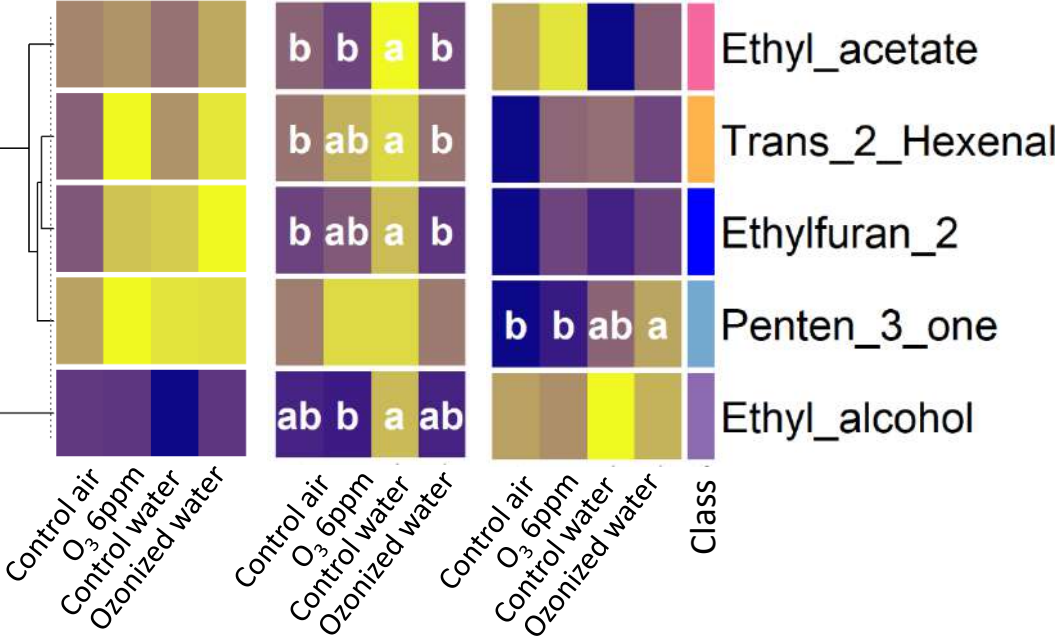
2024

Calo peso 5% Calo peso 18% Calo peso 30%

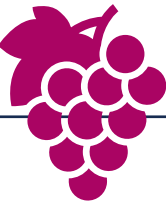


- Class
- Alcohol
 - Aldehyde
 - Carboxylic_Acid
 - Ester
 - Furane
 - Ketone
 - Terpene

Calo peso 5% Calo peso 18% Calo peso 30%



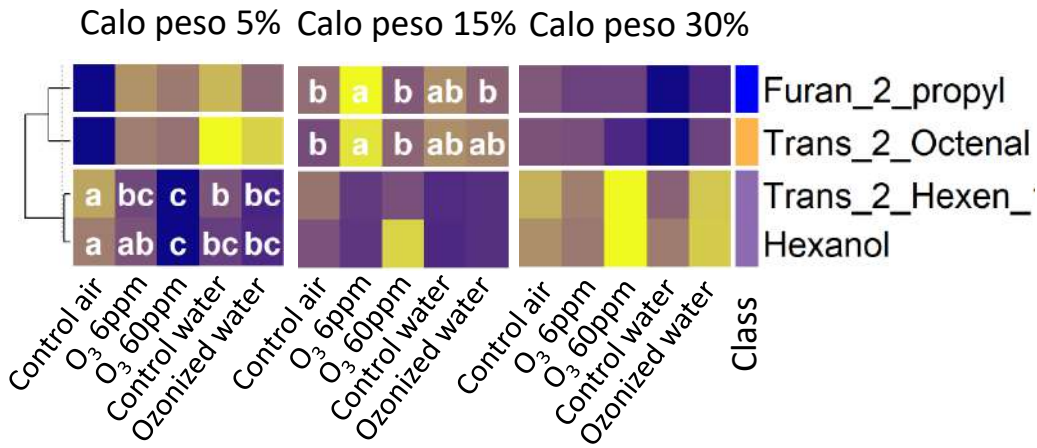
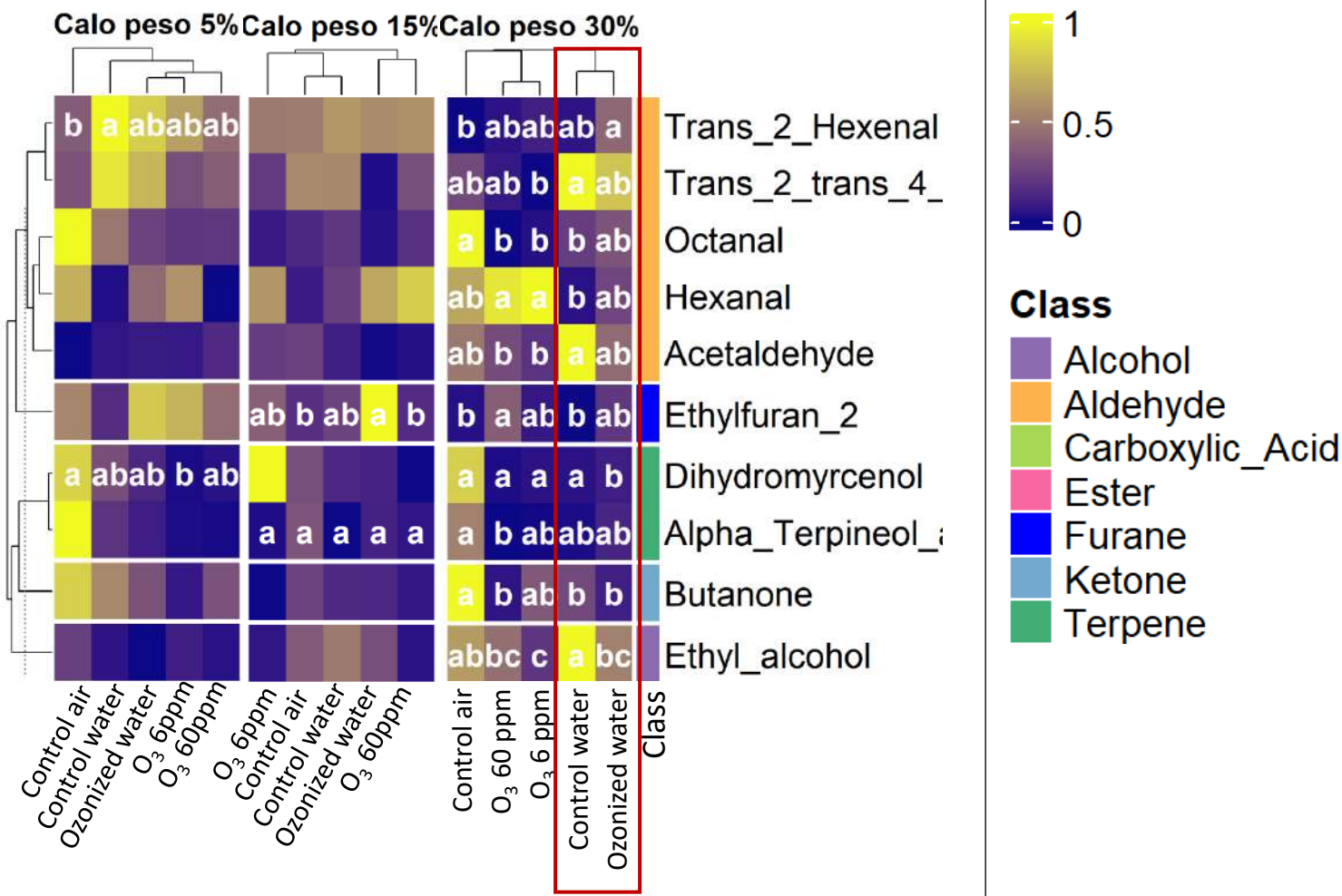
Control air
O₃ 6ppm
Control water
Ozonized water
Control air
O₃ 6ppm
Control water
Ozonized water
Control air
O₃ 6ppm
Control water
Ozonized water
Class



Effetto dei trattamenti su uva Corvina

2023

2024



Class	Lattoni	Terpeni	Acidi carbossilici	Esteri	Aldeidi	Alcoli	Chetoni				
	Butyrolactone	Bergamiol_or_Linalool_formate alpha_Terpineol	Citronellol Pentanol_3_methyl	Nonanoic_acid Acetic_acid Octanoic_acid	Ethyl_hexadecanoate Ethyl_phenylacetate Ethyl_2_methylbutanoate Ethyl_3_methylbutanoate Phenethyl_acetate Diethyl_succinate Methyl_dodecanoate Methyl_4_methylpentanoate	Isobutyl_acetate Isoamyl_acetate Methyl_acetate Ethyl_decanoate Ethyl_hexanoate Ethyl_butanoate Ethyl_octanoate Methyl_octanoate	Benzaldehyde Benzeneacetaldehyde Benzaldehyde_3_ethyl Acetaldehyde	Ethyl_Acetate Isobutyl_acetate Isoamyl_acetate Methyl_acetate Ethyl_decanoate Ethyl_hexanoate Ethyl_butanoate Ethyl_octanoate Methyl_octanoate	Benzaldehyde Nonanal Benzaldehyde_2_5_dimethyl Benzeneacetaldehyde Benzaldehyde_3_ethyl Acetaldehyde	Isobutanol Benzyl_Alcohol Isoamyl_alcohol_or_Pentanol Isosctanol Propanol_3_methylthio_Methionol Phenylethyl_alcohol Cis_2_Octen_1_ol Pentanol_4_methyl Isobutanol	Nonanone_2 Butanol Ethyl_alcohol

Alcohol

Aldehyde

Alkane

Carboxylic_Acid

Ester

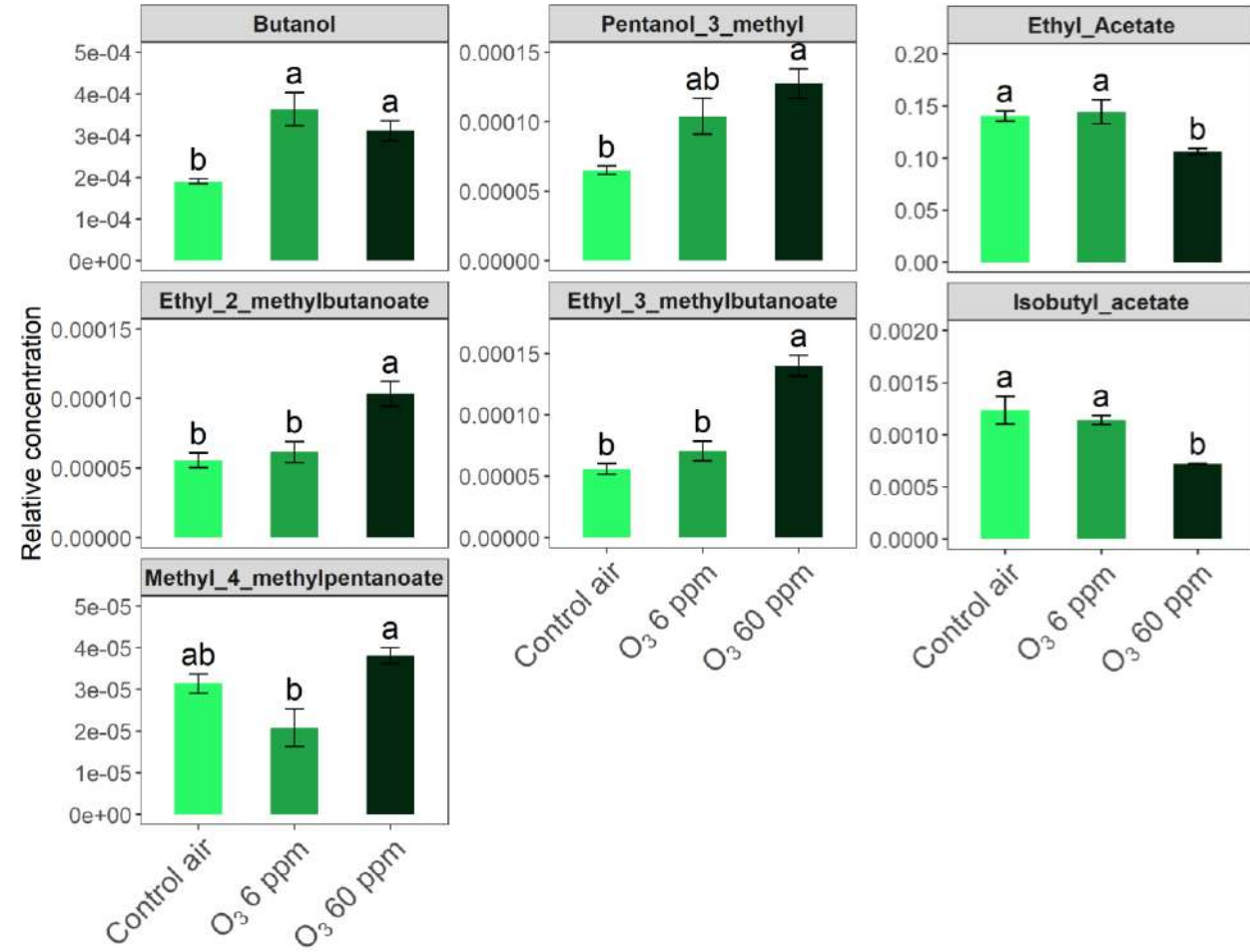
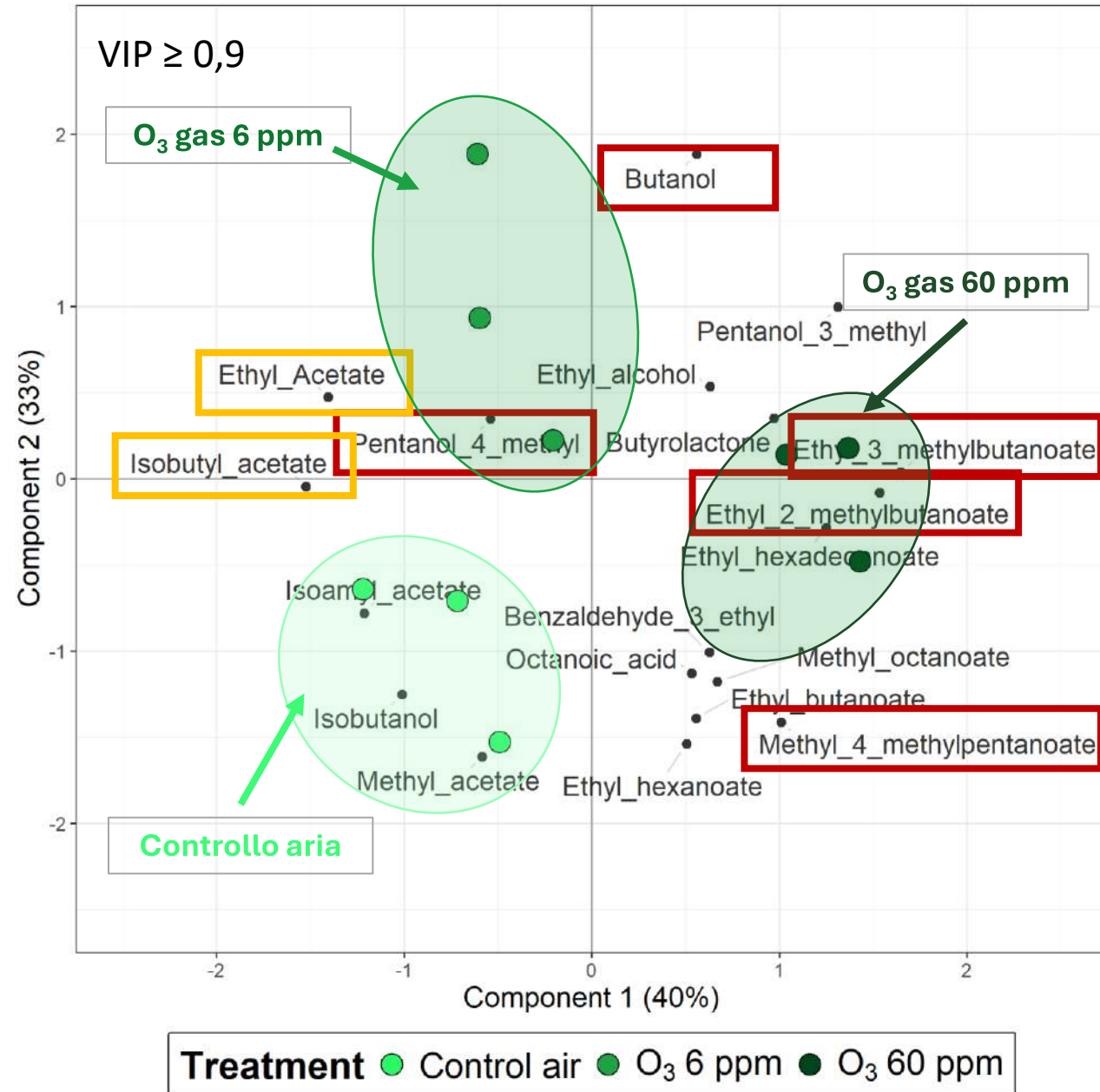
Furane

Ketone

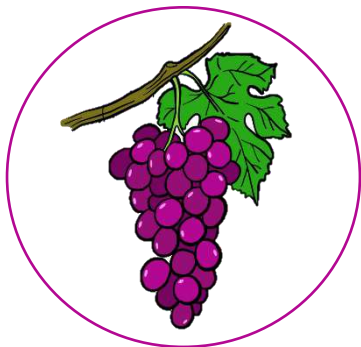
Terpene

Lactone

Effetto dei trattamenti in VINO Corvina



Conclusioni



Differenze cultivar-specifiche

- Sangiovese più suscettibile
 - Corvina meno suscettibile
- Maggior coinvolgimento di aldeidi e alcol (LOX)



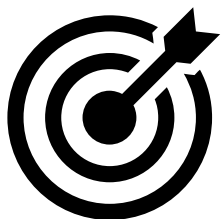
Differenze anno-specifiche

- 2024 nessun effetto rilevante dei trattamenti



Vini Corvina

- Differenze pressochè nulle tra trattati con ozono e controlli



Differenze esistono, ma sono limitate e non suggeriscono variazioni a livello sensoriale



La risposta molecolare delle uve al trattamento con ozono

Ron Shmulevitz

Mercoledì 22 Aprile 2026, Valpolicella, Verona

Perché l'analisi molecolare?

Effetto = il risultato (cosa osservi)

Modifiche nel profilo aromatico

Modifiche nel profilo metabolico

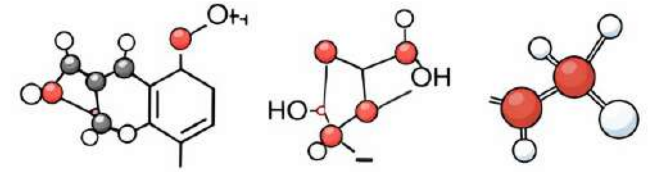
Causa = il motivo (perché succede)

Accumulo per concentrazione?

Accumulo per produzione?

Riduzione per degradazione?

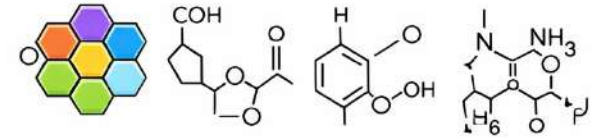
Modifiche da un composto all'altro?



Terpene

Estere

Aldeidi



Zuccheri

Acidi organici

Polifenoli

Amminoacidi

Perché l'analisi molecolare?

Effetto = il risultato (cosa osservi)

Modifiche nel profilo aromatico

Modifiche nel profilo metabolico

Causa = il motivo (perché succede)

Accumulo per concentrazione?

Accumulo per produzione?

Riduzione per degradazione?

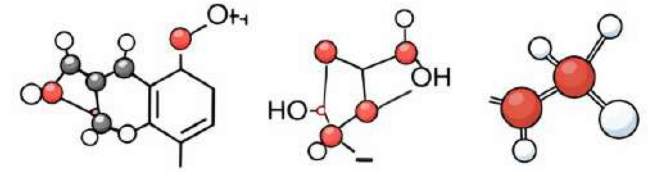
Modifiche da un composto all'altro?

Analisi dell'espressione genica

Geni di sintesi (metabolismo primario/secondario)

Geni di segnalazione

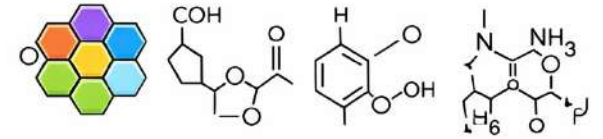
Geni di trasporto



Terpene

Estere

Aldeidi



Zuccheri

Acidi organici

Polifenoli

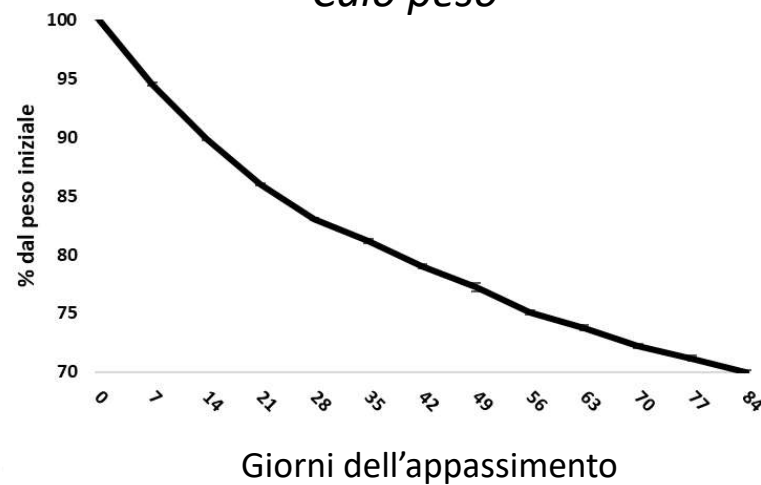
Amminoacidi



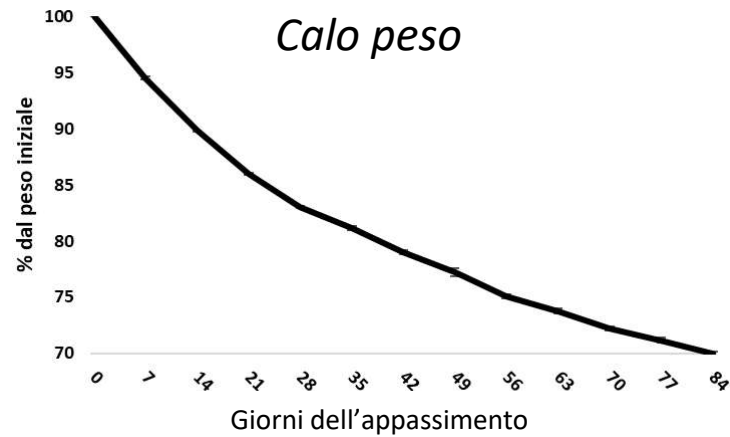
L'appassimento: disidratazione graduale



Calo peso



L'appassimento: per migliorare la qualità dell'uva



Concentrazione

Più zuccheri

Maggiore contenuto di alcol, corpo

Modifiche chimiche

Polimerizzazione fenoli

Stabilità e struttura

Evoluzione degli aromi

Maggiore complessità aromatica

Metabolismo primario

Degradazione di acidi organici

Bassa acidità

Stress di disidratazione

Stilbeni (polifenoli)

Capacità antiossidante

Senescenza

Terpeni (aromi)

Maggiore complessità aromatica

Degradazione della parete cellulare

Maggiore estraibilità dei composti fenolici

↳ Stress ossidativo GRADUALE

Stress biotico (Botrytis)

↳ Stress ossidativo RAPIDO

Non costruisce qualità

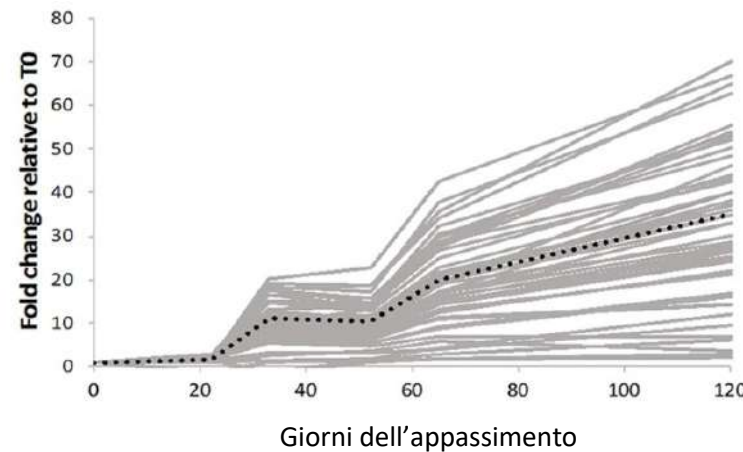
L'appassimento: disidratazione graduale



L'ozono induce subito
stress ossidativo



Up-regolazione progressiva dei geni coinvolti in:



Stress di disidratazione

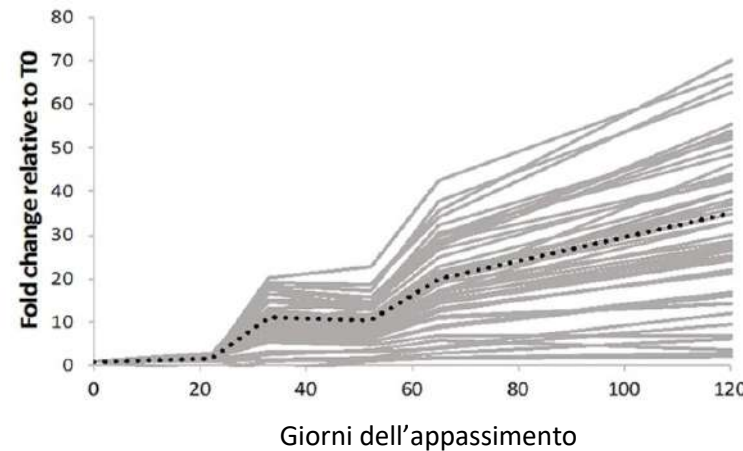
Senescenza (degradazione programmata)

➔ **Stress ossidativo GRADUALE**

L'appassimento: disidratazione graduale



Up-regolazione progressiva dei geni coinvolti in:



Stress di disidratazione

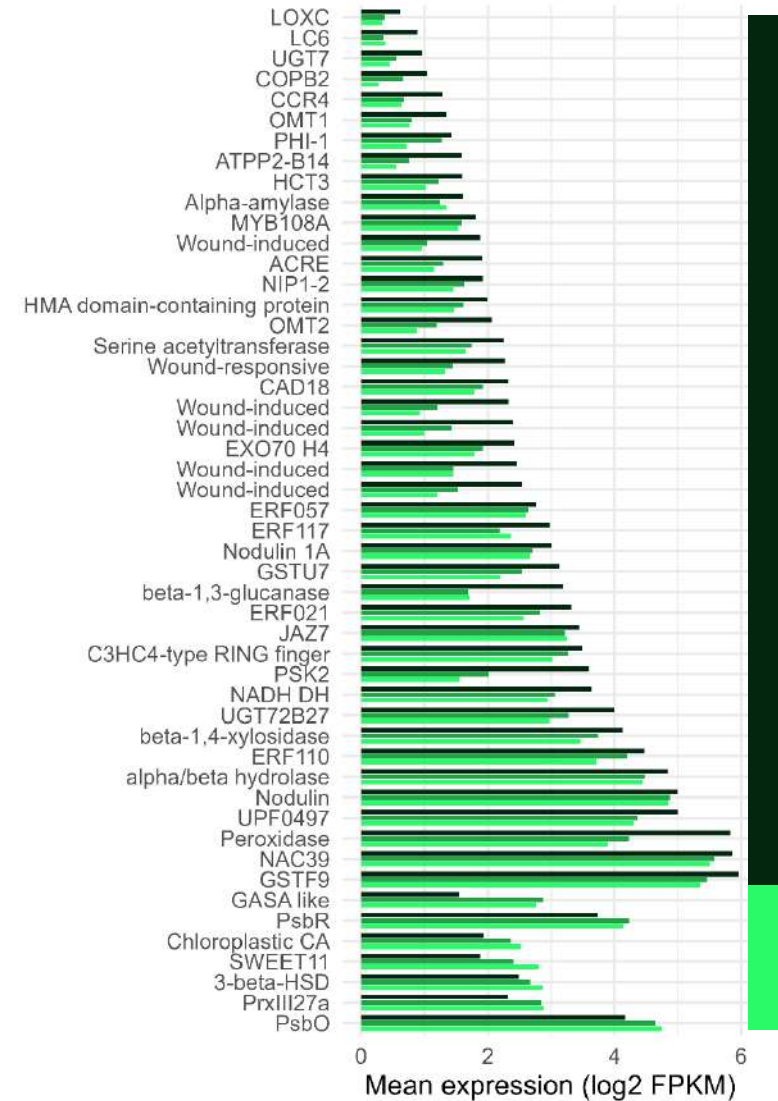
Senescenza (degradazione programmata)

➡ Stress ossidativo GRADUALE

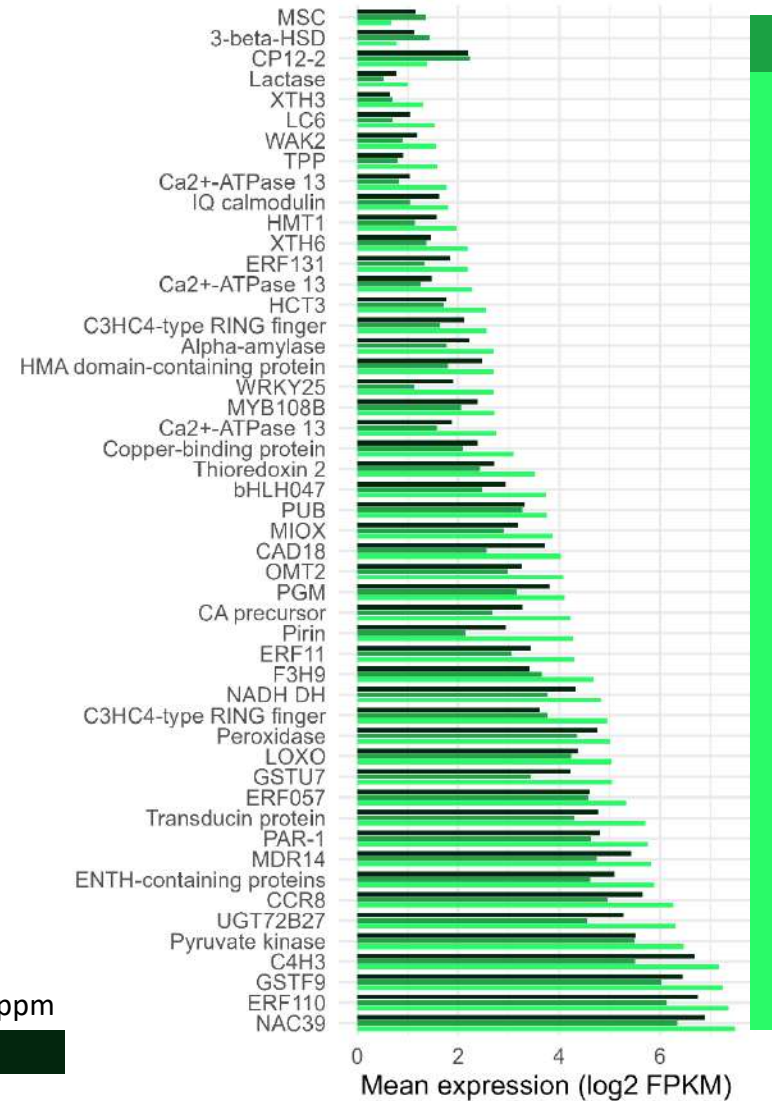
Corvina: Ozono gassoso

Geni che mostrano una differenza di espressione tra l'uva di controllo e quella trattata

Inizio dell'appassimento
(5% Calo peso)



Fine dell'appassimento
(30% Calo peso)



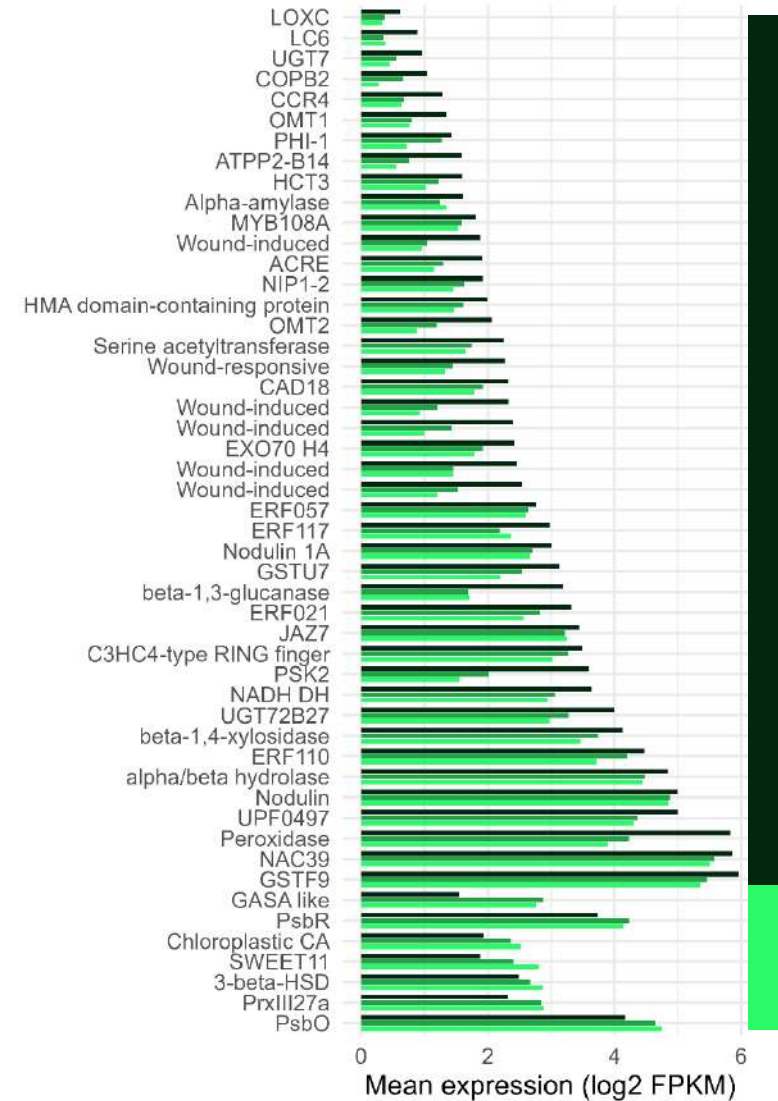
Controllo O3 6 ppm O3 60 ppm



Corvina: Ozono gassoso

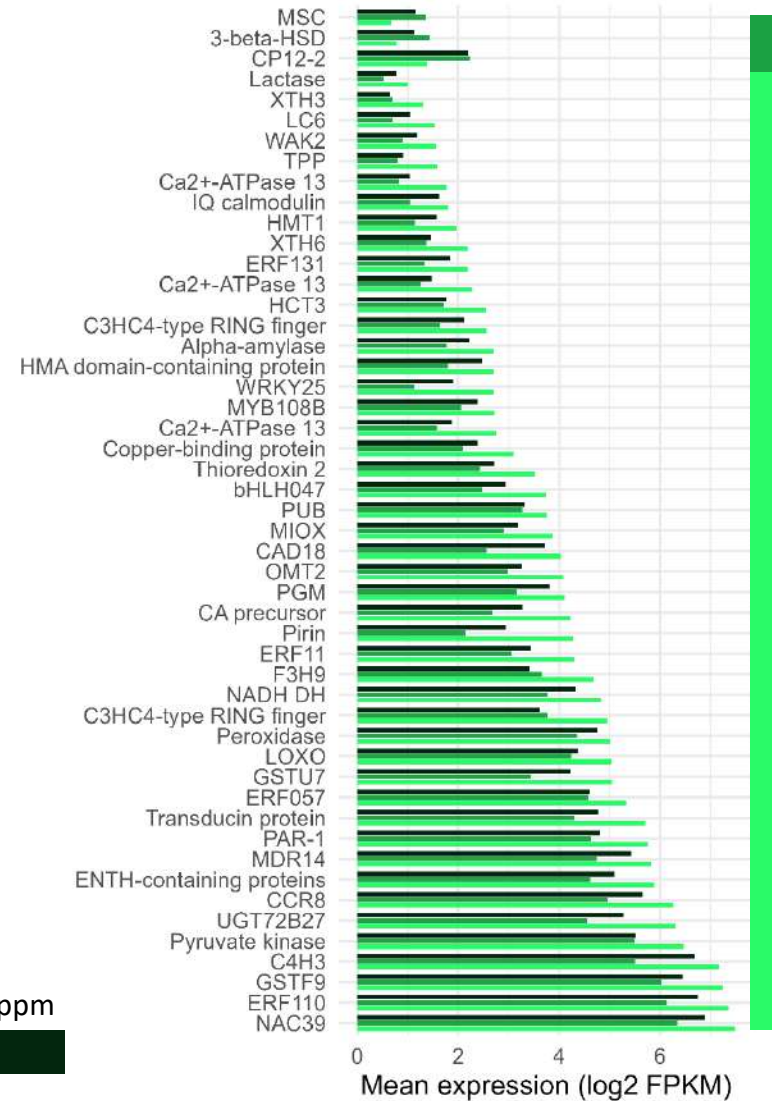
Geni che mostrano una differenza di espressione tra l'uva di controllo e quella trattata

Inizio dell'appassimento
(5% Calo peso)



Geni di stress ossidativo
Geni di difesa

Fine dell'appassimento
(30% Calo peso)

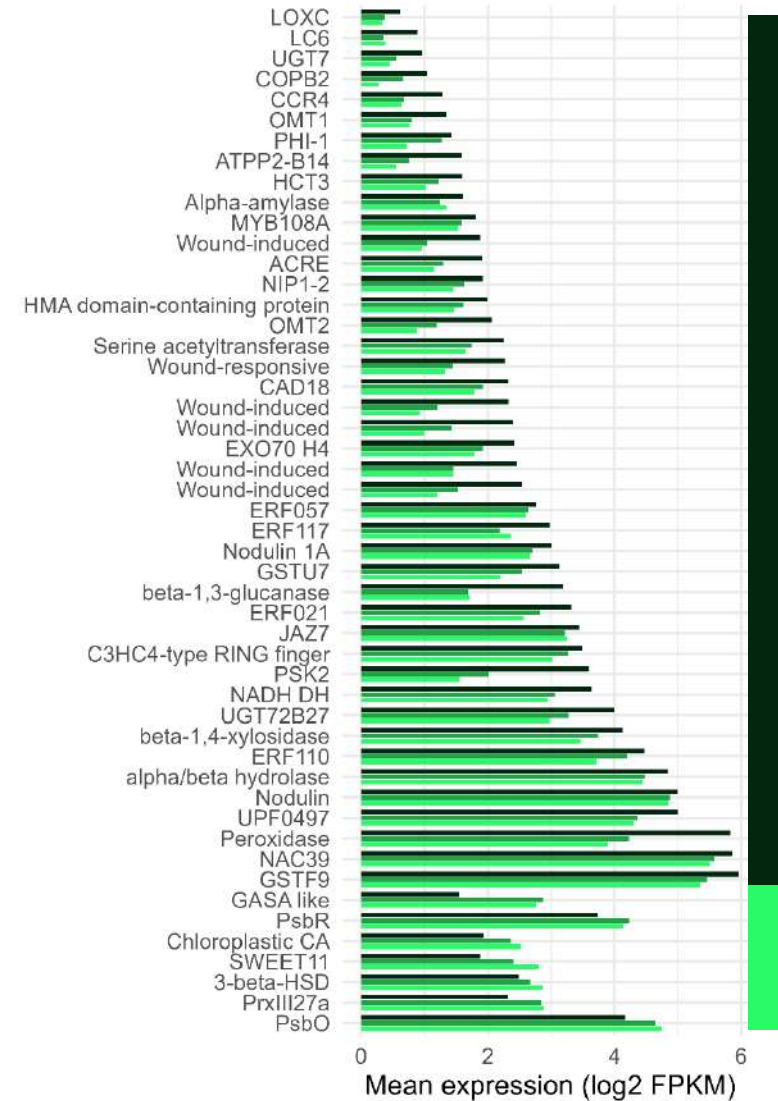


Controllo O3 6 ppm O3 60 ppm

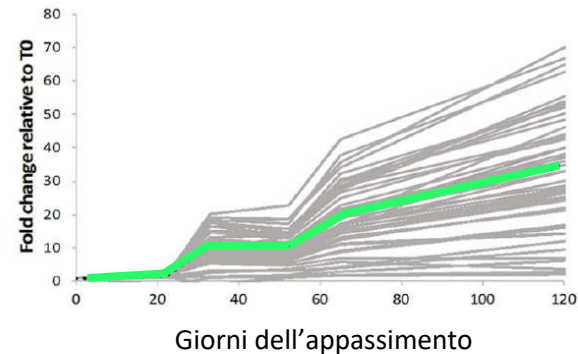
Corvina: Ozono gassoso

Geni che mostrano una differenza di espressione tra l'uva di controllo e quella trattata

Inizio dell'appassimento
(5% Calo peso)

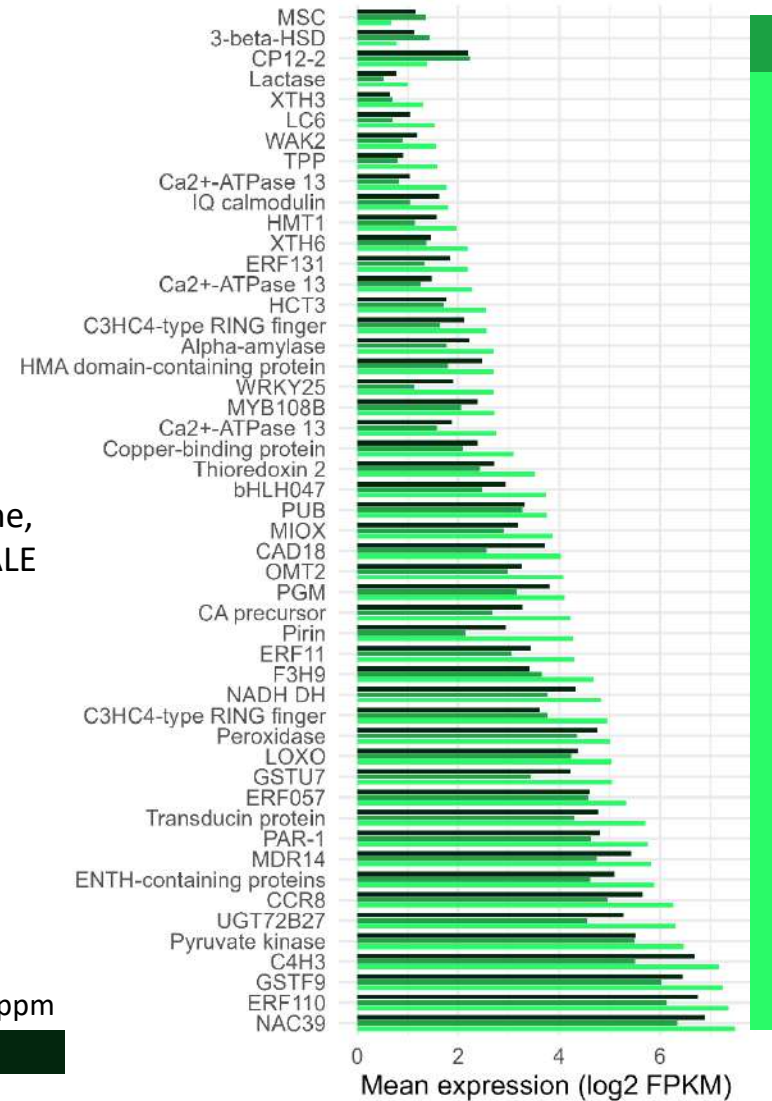


Geni coinvolti in stress di disidratazione, senescenza, stress ossidativo GRADUALE



Controllo O₃ 6 ppm O₃ 60 ppm

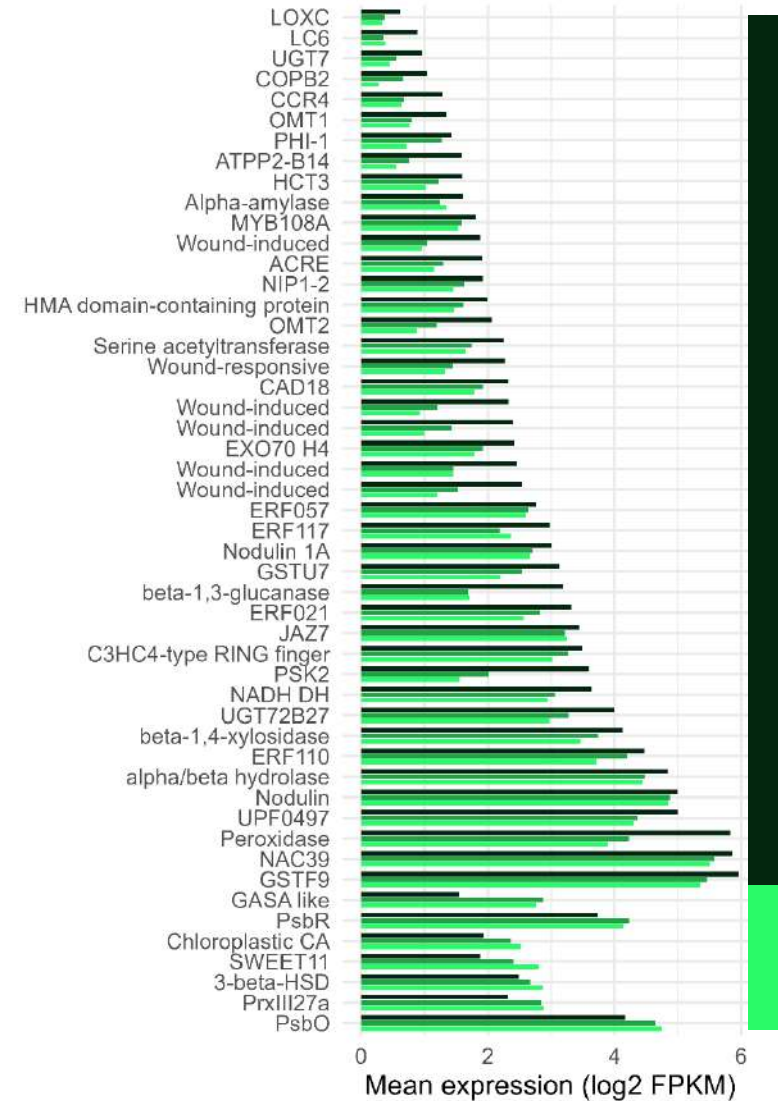
Fine dell'appassimento
(30% Calo peso)



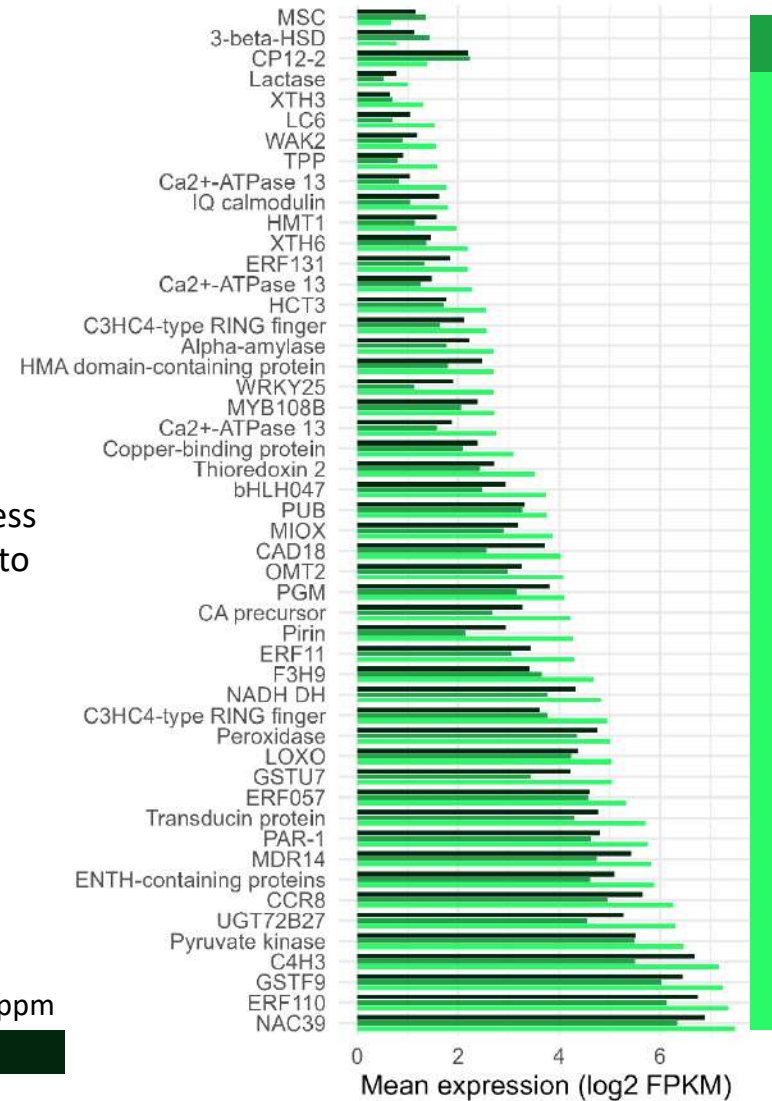
Corvina: Ozono gassoso

Geni che mostrano una differenza di espressione tra l'uva di controllo e quella trattata

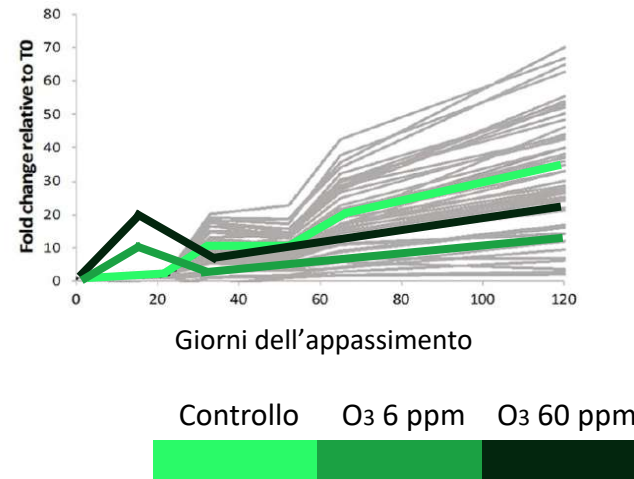
Inizio dell'appassimento
(5% Calo peso)



Fine dell'appassimento
(30% Calo peso)



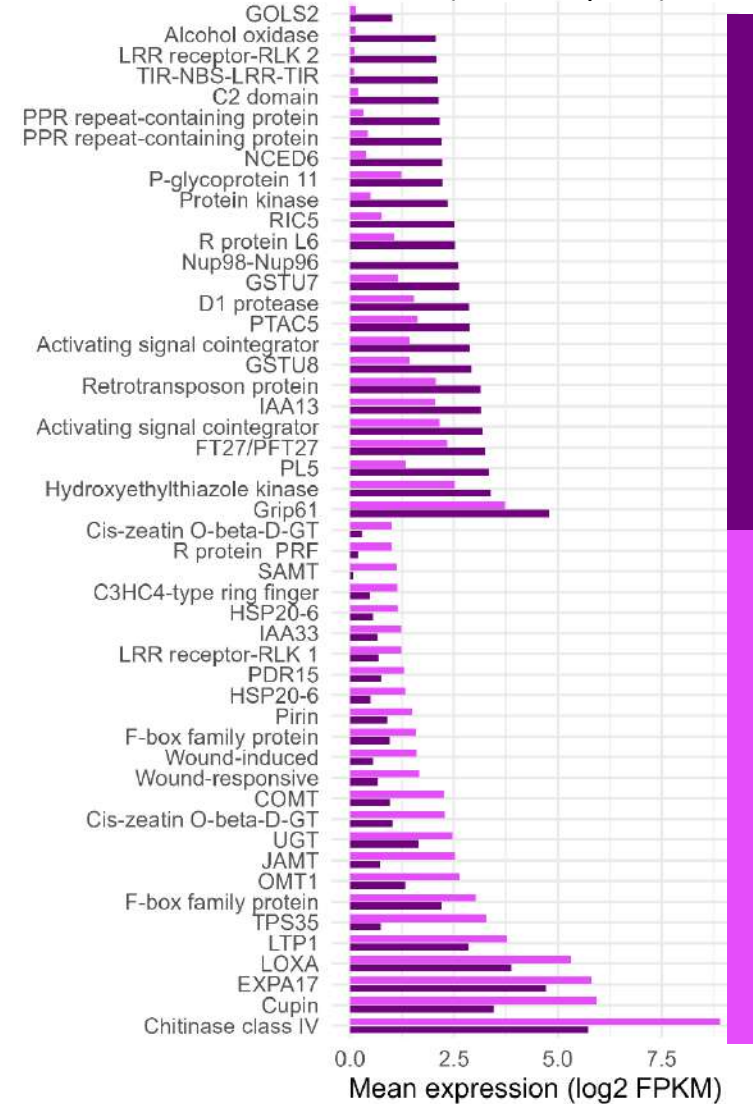
Attivazione dei geni coinvolti nello stress ossidativo seguita dal loro spegnimento



Corvina: Acqua ozonizzata

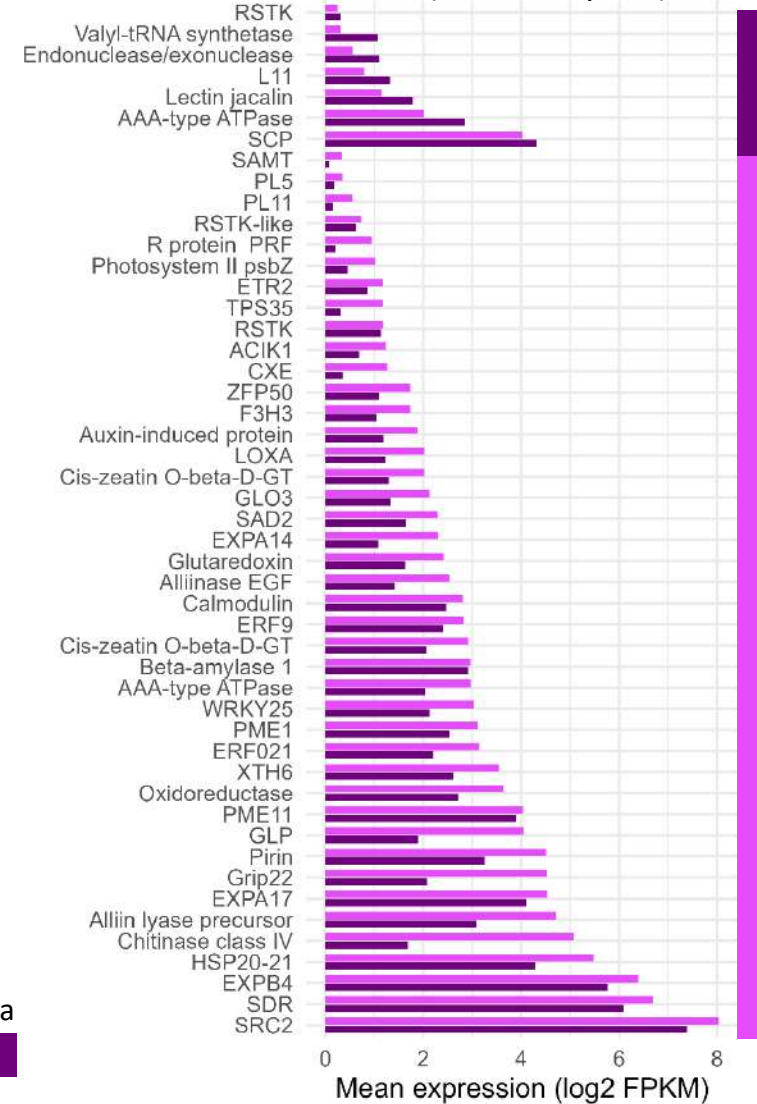
Geni che mostrano una differenza di espressione tra l'uva di controllo e quella trattata

Inizio dell'appassimento
(5% Calo peso)



Geni di stress ossidativo
Geni di difesa

Fine dell'appassimento
(30% Calo peso)

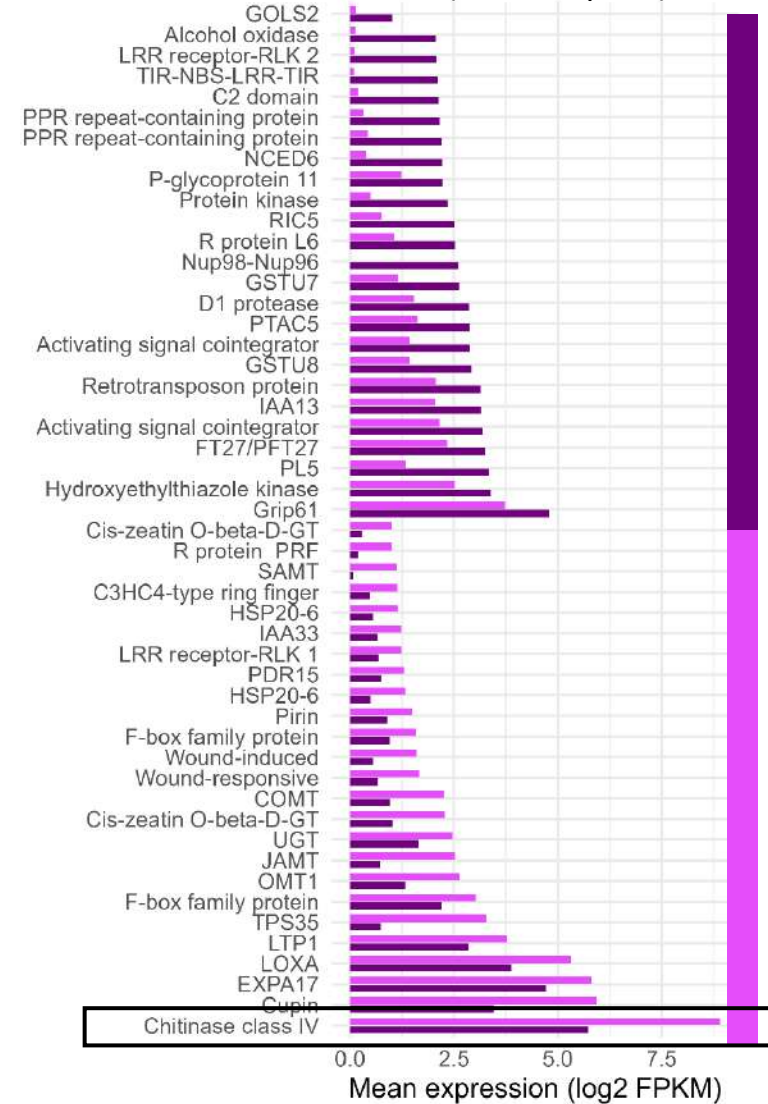


Controllo Acqua ozonizzata

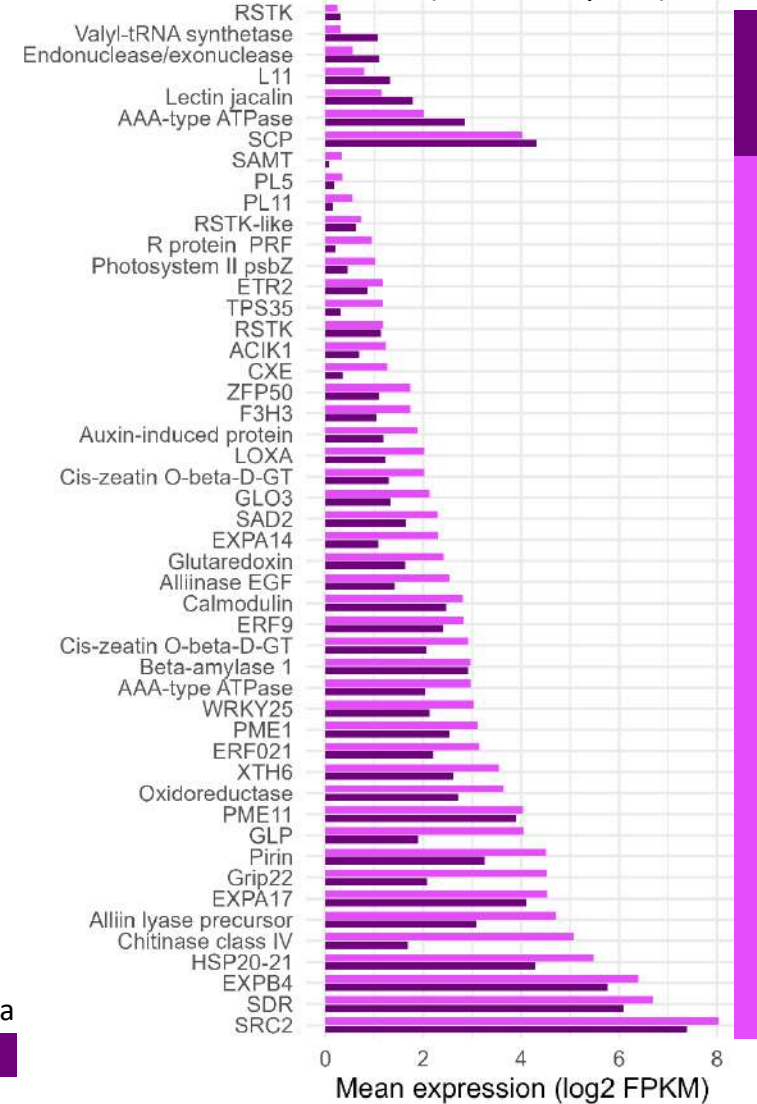
Corvina: Acqua ozonizzata

Geni che mostrano una differenza di espressione tra l'uva di controllo e quella trattata

Inizio dell'appassimento
(5% Calo peso)



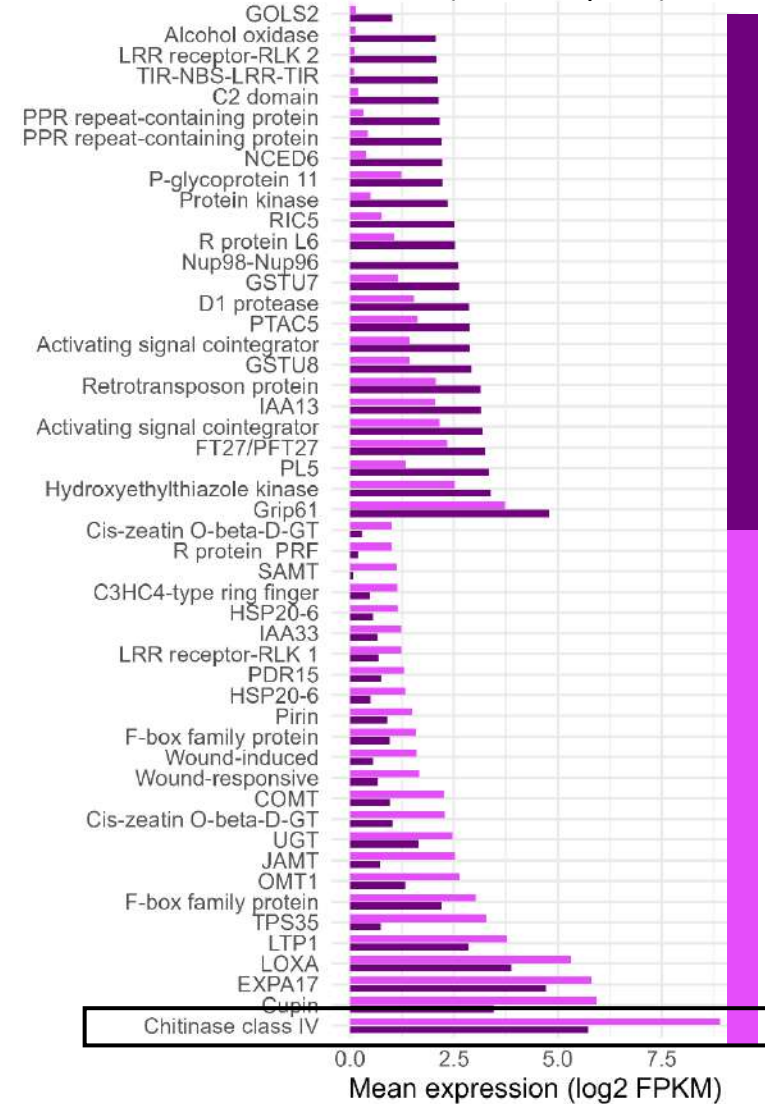
Fine dell'appassimento
(30% Calo peso)



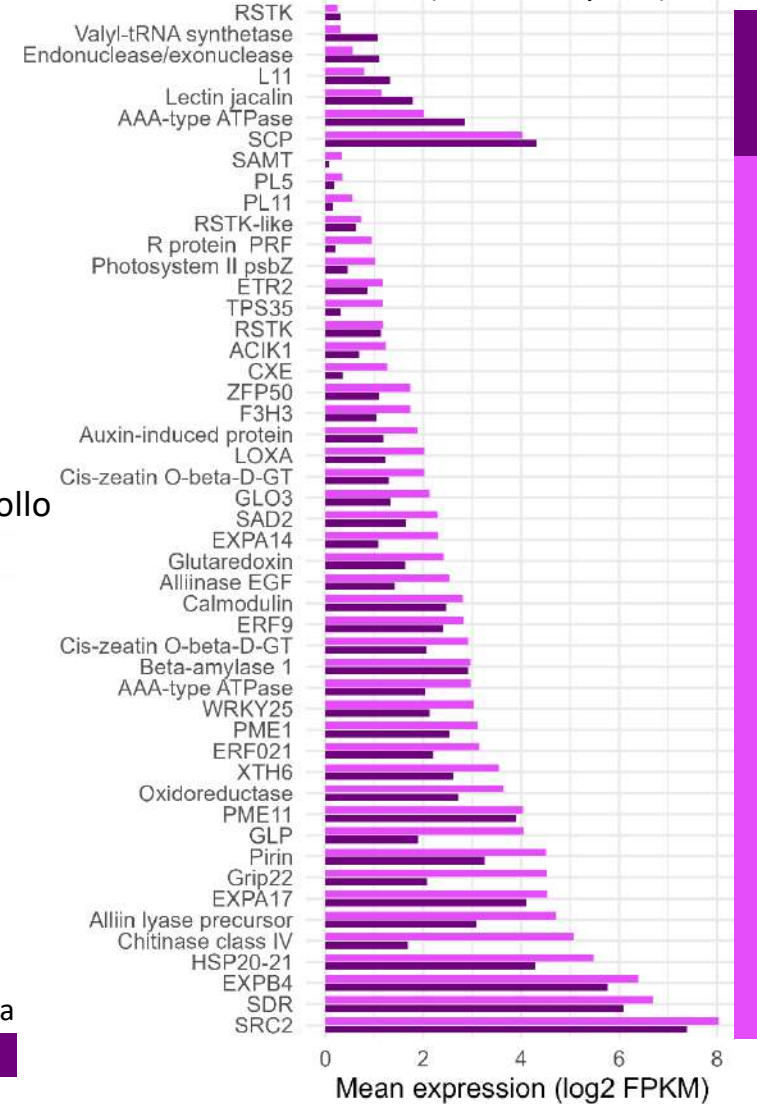
Corvina: Acqua ozonizzata

Geni che mostrano una differenza di espressione tra l'uva di controllo e quella trattata

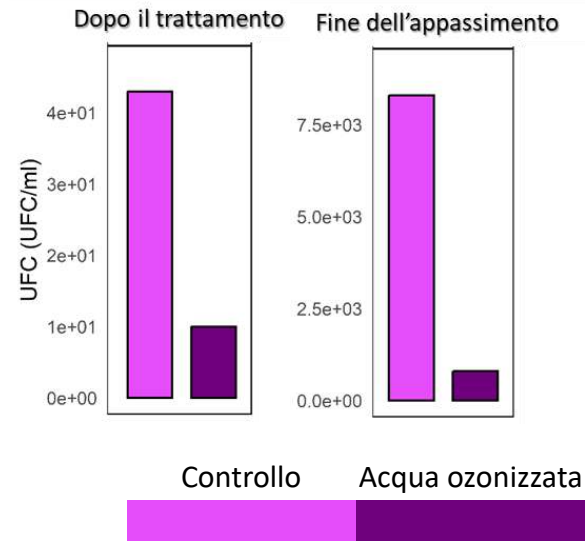
Inizio dell'appassimento
(5% Calo peso)



Fine dell'appassimento
(30% Calo peso)



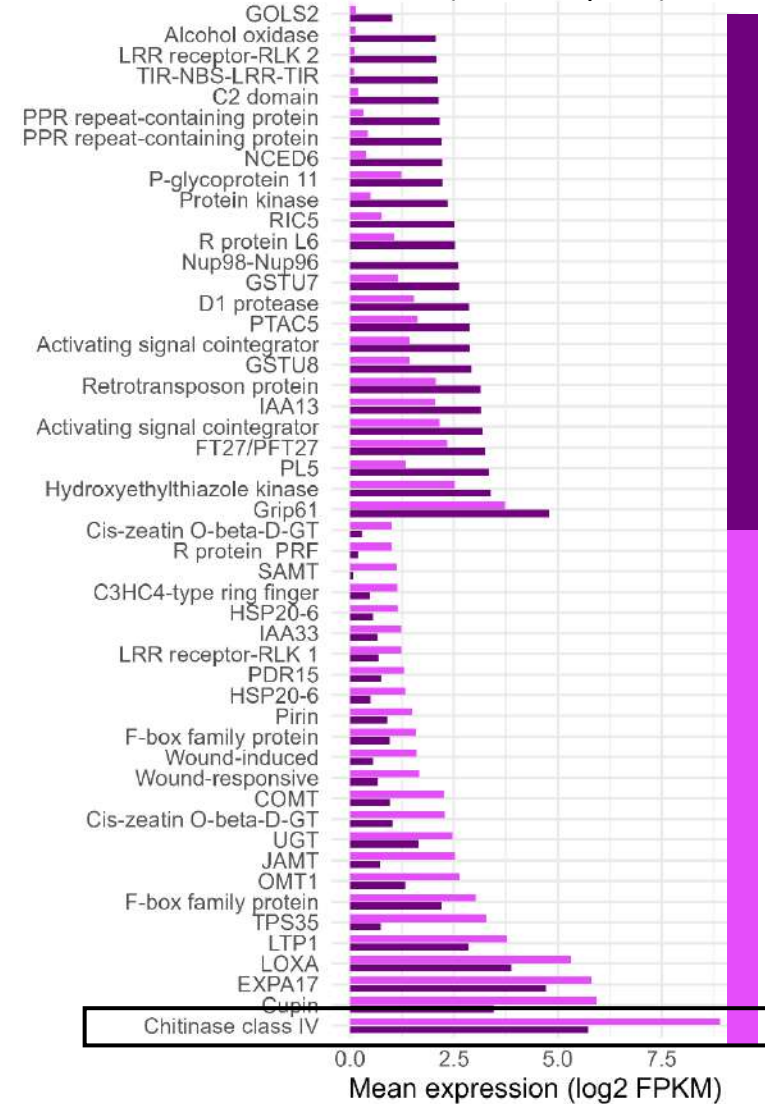
Infezione da Botrytis nell'uva di controllo



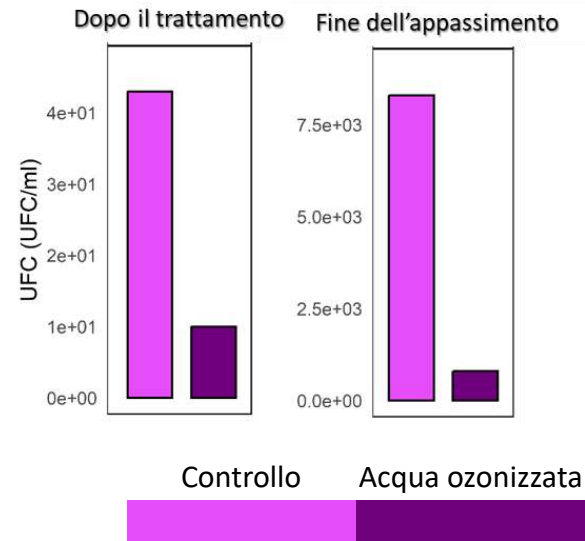
Corvina: Acqua ozonizzata

Geni che mostrano una differenza di espressione tra l'uva di controllo e quella trattata

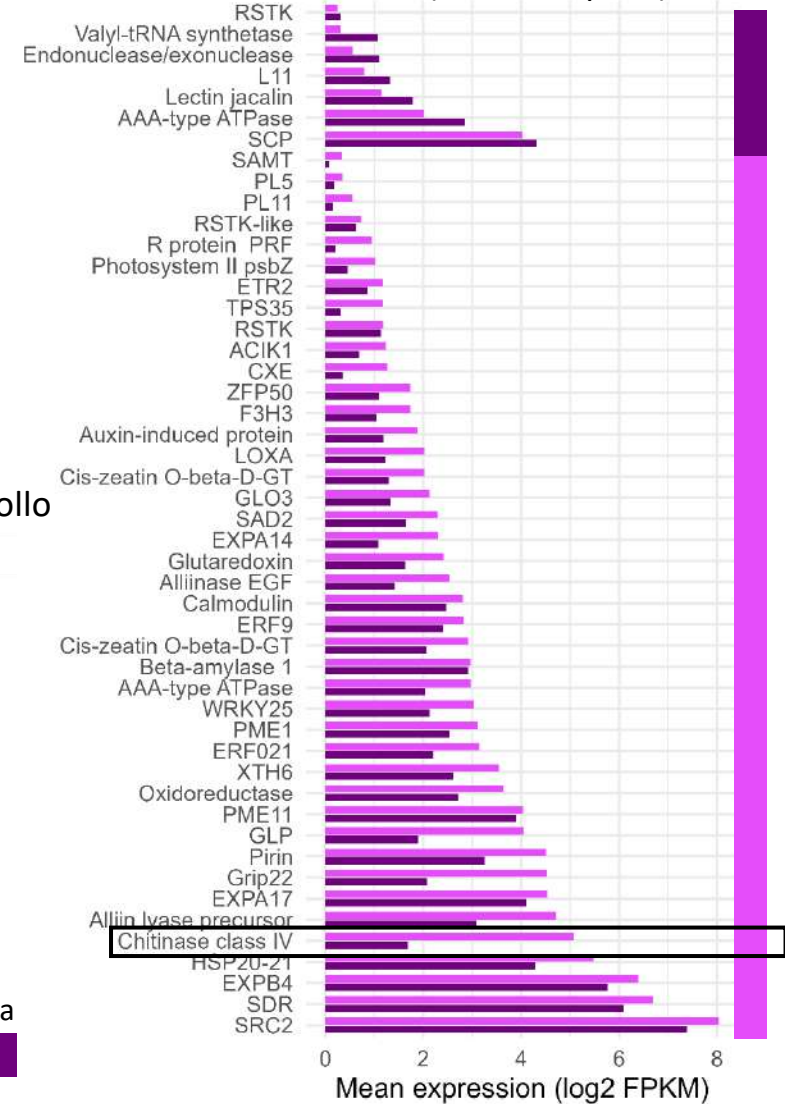
Inizio dell'appassimento
(5% Calo peso)



Infezione da Botrytis nell'uva di controllo



Fine dell'appassimento
(30% Calo peso)



Conclusioni

- I geni della via biosintetica dei **polifenoli (stilbeni)** e degli **aromi (terpeni)**, tipicamente associati all'appassimento, non mostravano variazioni significative
- Attivazione precoce dei geni associati allo **stress ossidativo e alla difesa**, seguita da una loro successiva attenuazione

Possibili implicazioni:

Oltre alla sanificazione iniziale, O₃ attiva precocemente le difese

→ risposta più rapida a eventuali attacchi di Botrytis

ISTITUTO
DI PRODUZIONI
VEGETALI

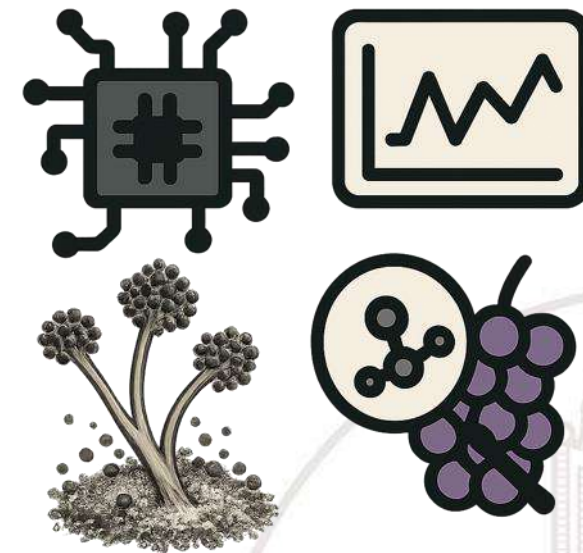


Sant'Anna
Scuola Universitaria Superiore Pisa



Dr. Pietro EMILIO Nepi

Sensori MOX per la diagnosi precoce di infezione da *Botrytis cinerea* in fruttajo



Stefano Brizzolara

Istituto di Produzioni Vegetali (IPV), Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy

stefano.brizzolara@santannapisa.it



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

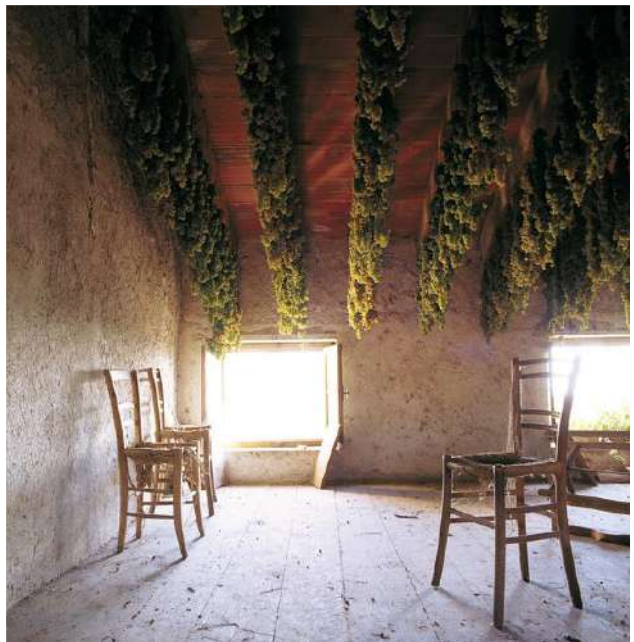
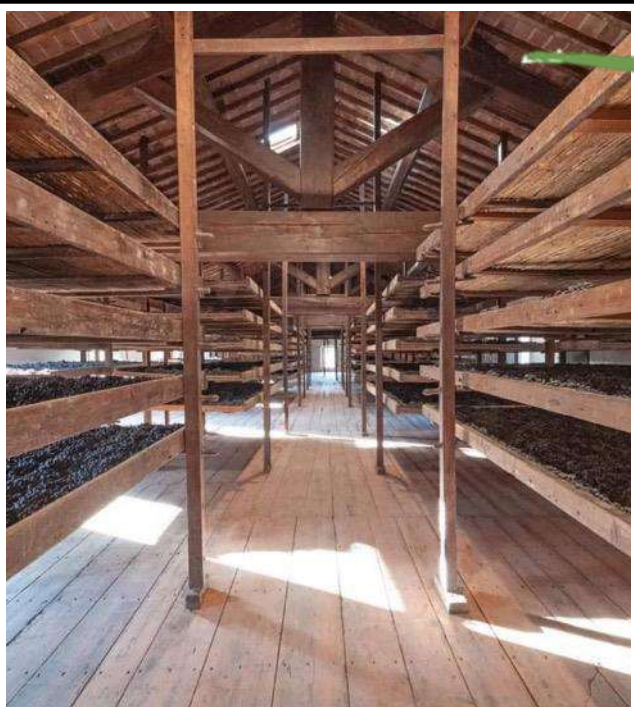
PRIN: PROGETTI DI RICERCA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE – Bando 2022

Prot. 2022RAY28P



vinext®

Evoluzione del fruttajo



Nuovi protocolli e impianti di appassimento
CONDIZIONI CONTROLLATE



Umidità
Temperatura
Ventilazione

Evoluzione del fruttajo

Nuovi protocolli e impianti di appassimento
CONDIZIONI CONTROLLATE





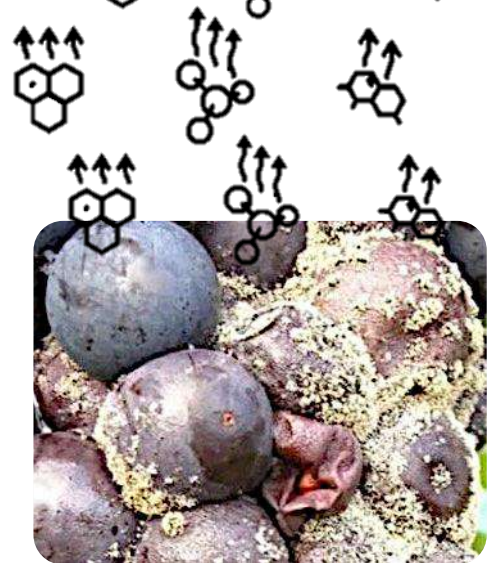
Odore

=



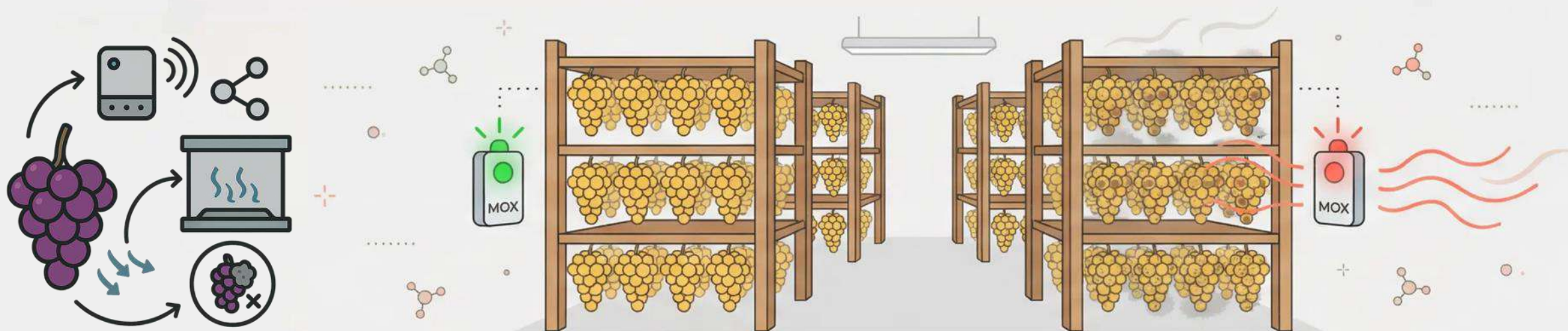
Botrytis cinerea

Sensori MOX



Botrytis cinerea

Monitoraggio dell'infezione

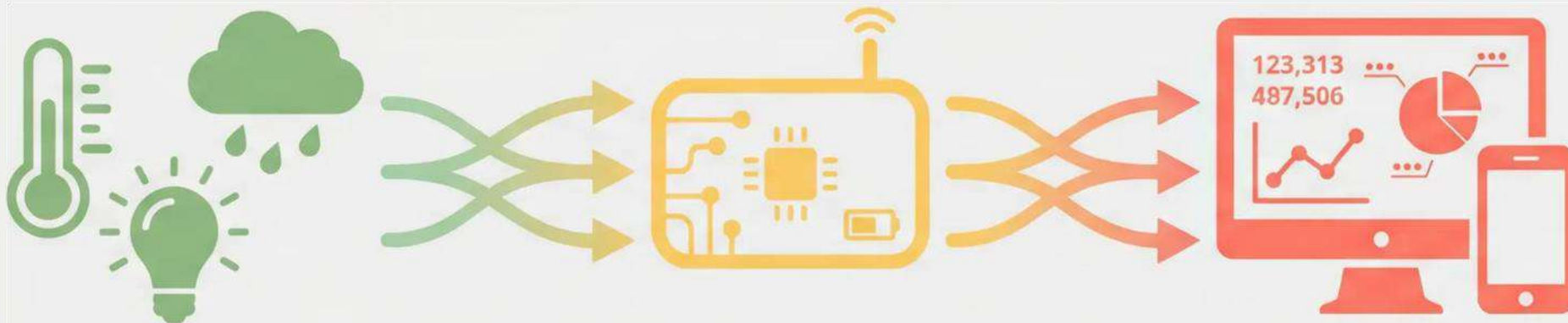


Sensori MOX in grado di riconoscere *Botrytis cinerea* ai primi stadi di infezione

DIAGNOSI PRECOCE: permette di prevenire la contaminazione di tutto il batch

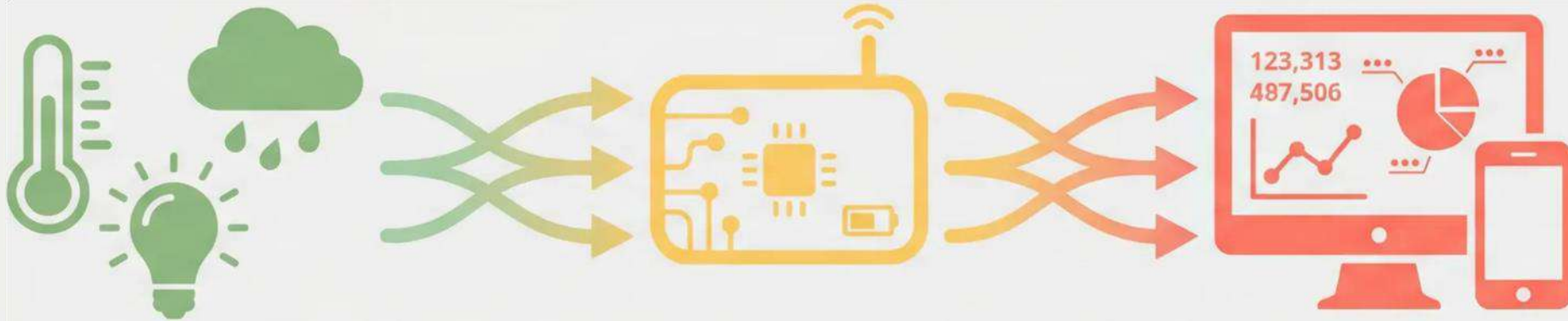


Cos'è un Sensore?



Un detector intelligente che traduce cambiamenti fisici in dati digitali che possiamo analizzare

Cos'è un Sensore?

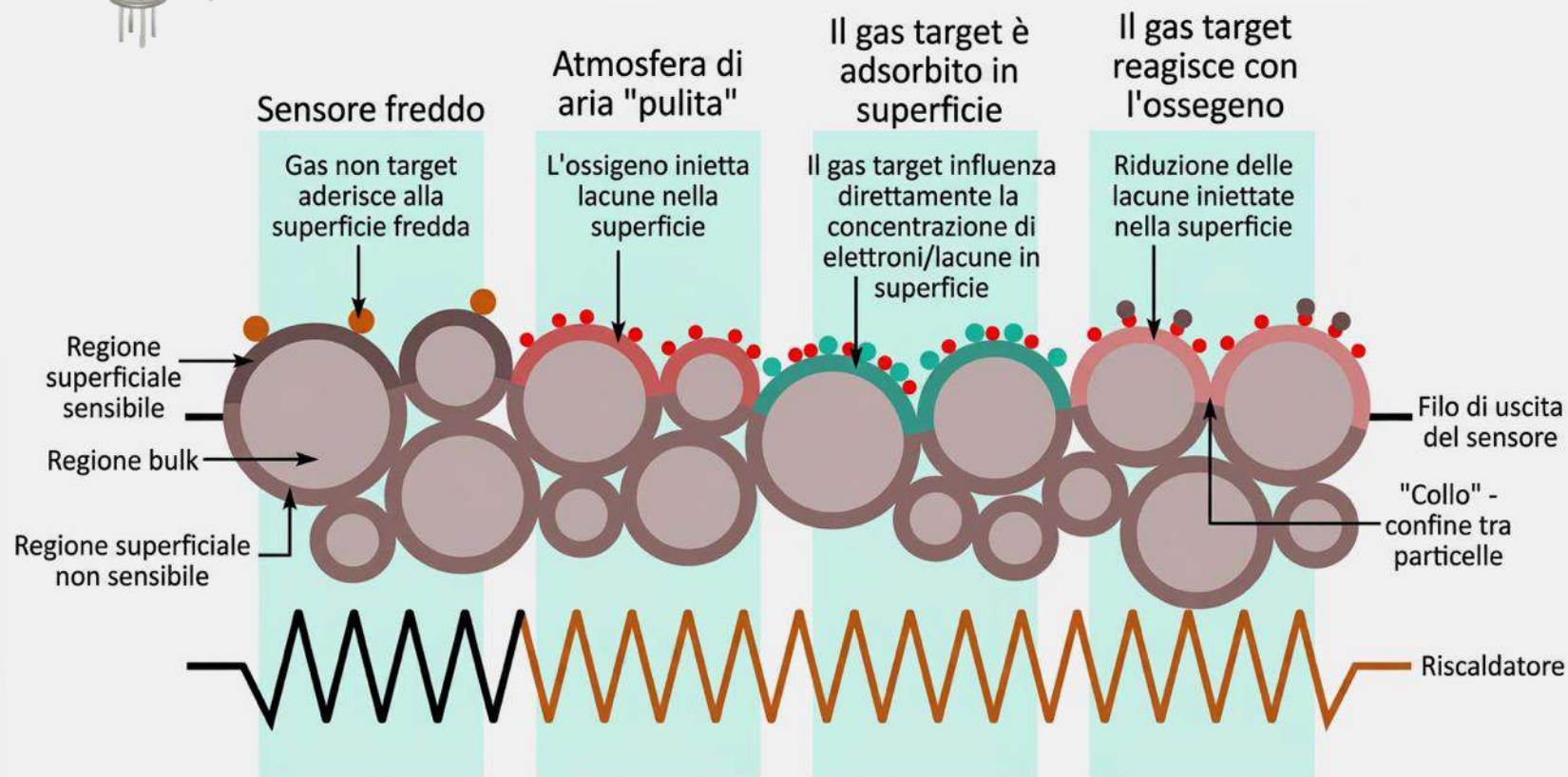


Principio generale di un sensore

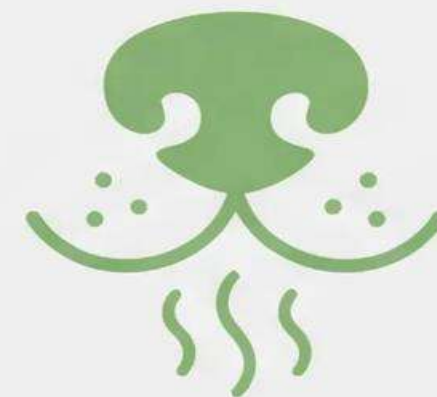




Sensori MOX: Nasi elettronici

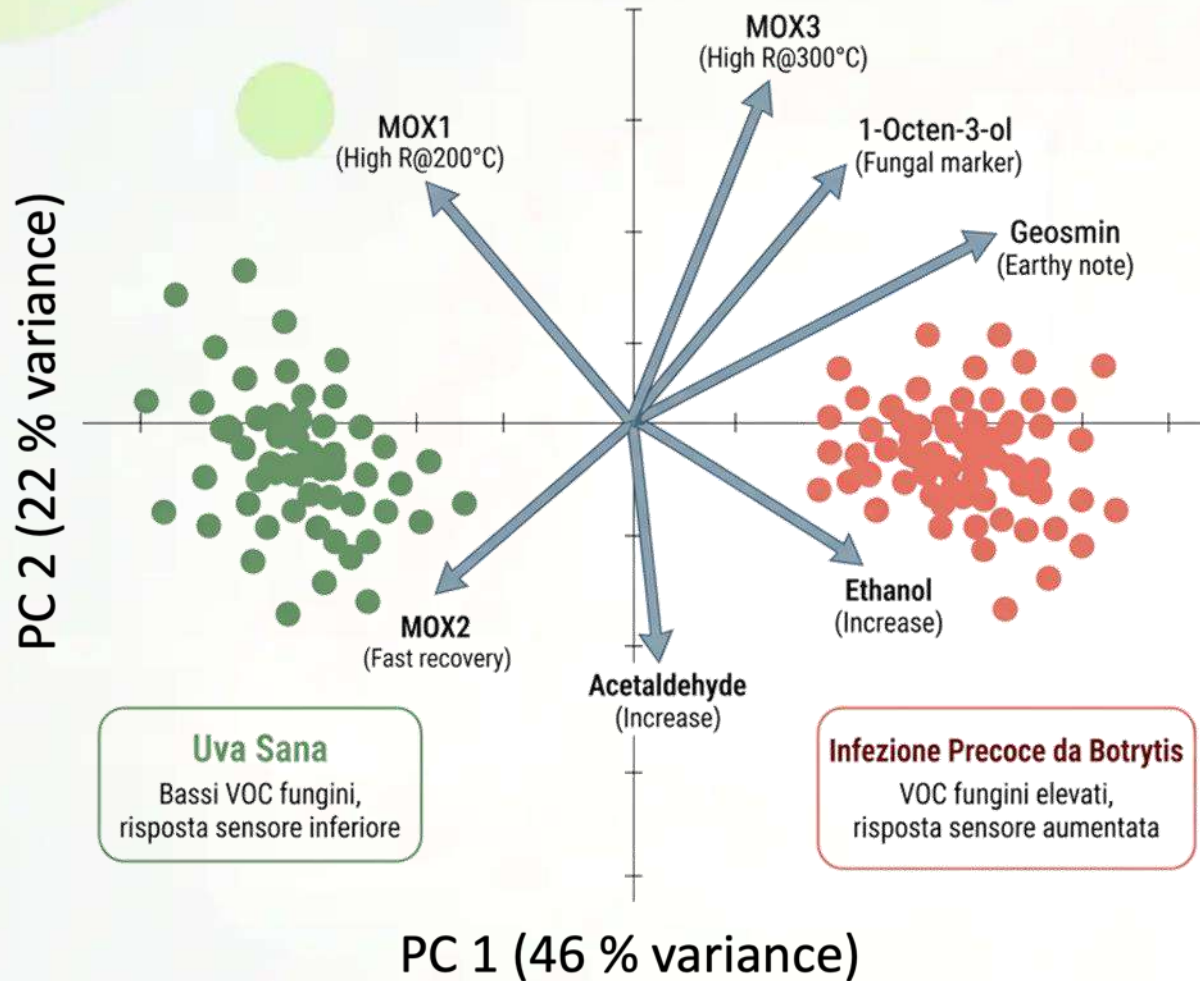


Basso costo
Tempo-reale
IoT Framework

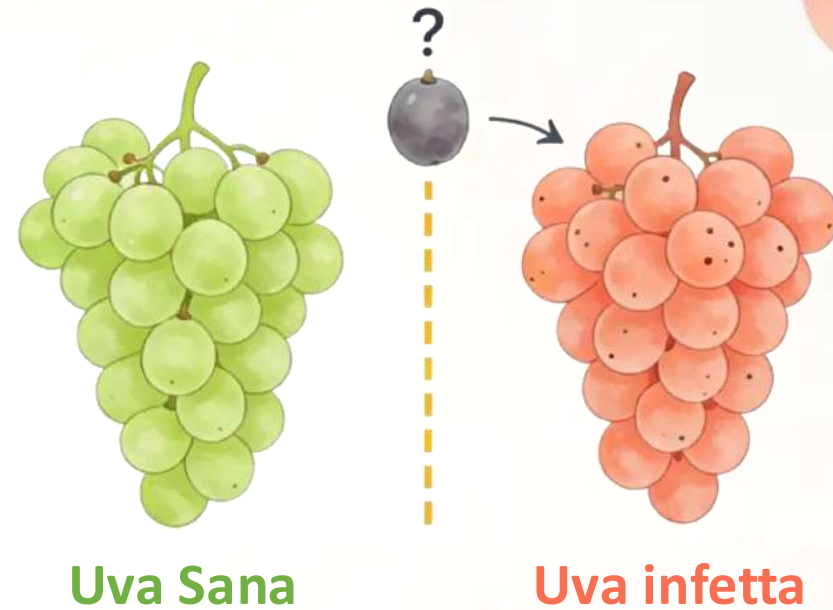


Rilevano composti organici volatili (VOC) misurando variazioni di resistenza elettrica quando i VOC interagiscono con la superficie riscaldata dell'ossido metallico

PLS-DA per classificazione campioni

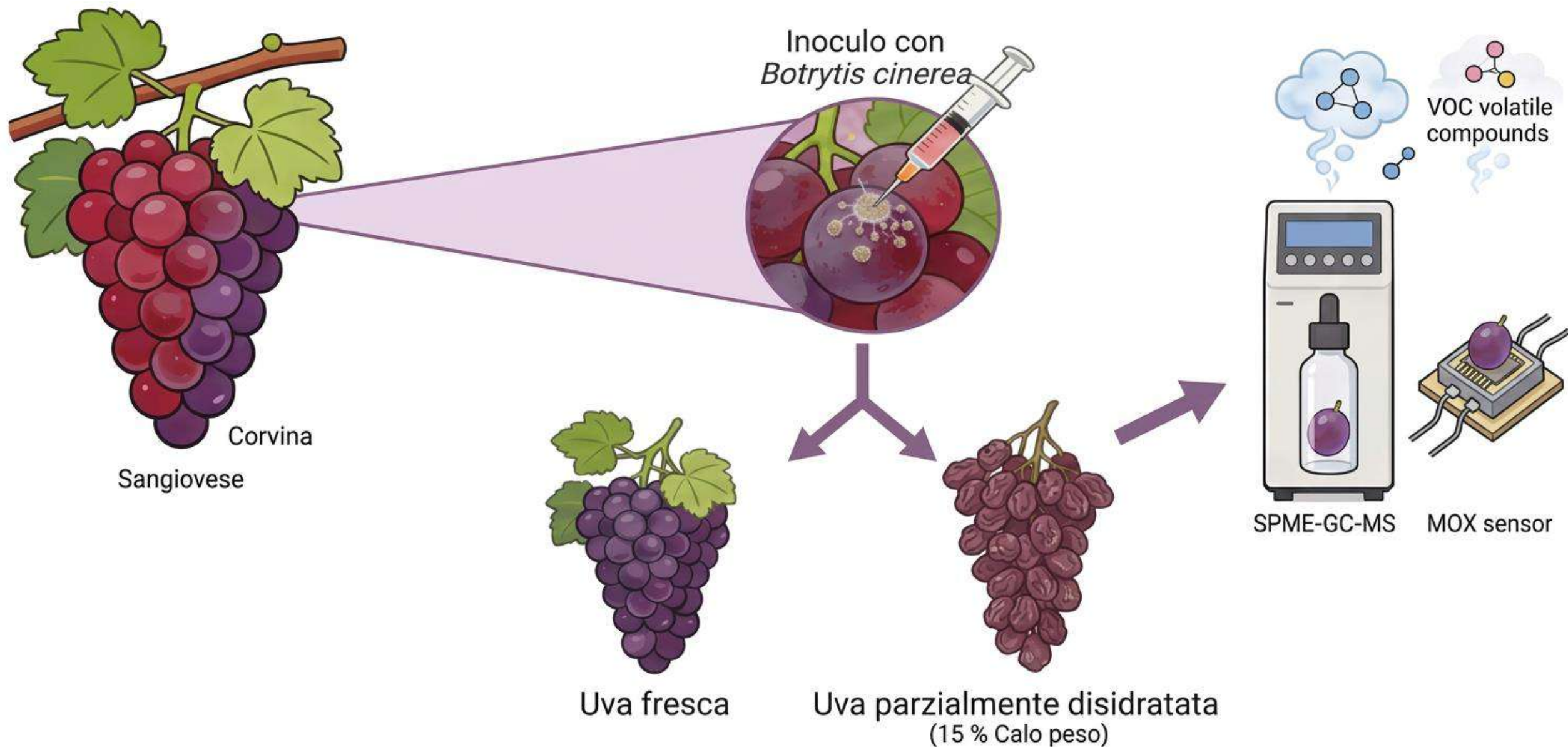


Permette di prevedere
l'appartenenza al gruppo:
«Sano vs Infetto»



Utilizza esempi noti per classificare
campioni nuovi e sconosciuti

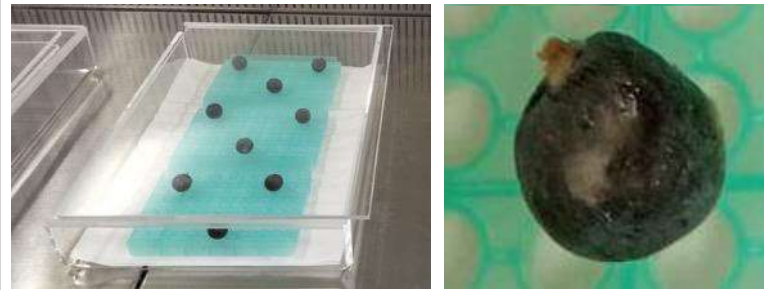
Quali esperimenti abbiamo realizzato?



Studio delle alterazioni del profilo dei VOCs - Inoculo con *B. cinerea*



Botrytis cinerea



100 μ L di sospensione di spore
(10^5 spore ml^{-1} of *B. cinerea*)

4 giorni dopo l'inoculo (4 dpi)

Analisi VOC
SPME/GC-MS

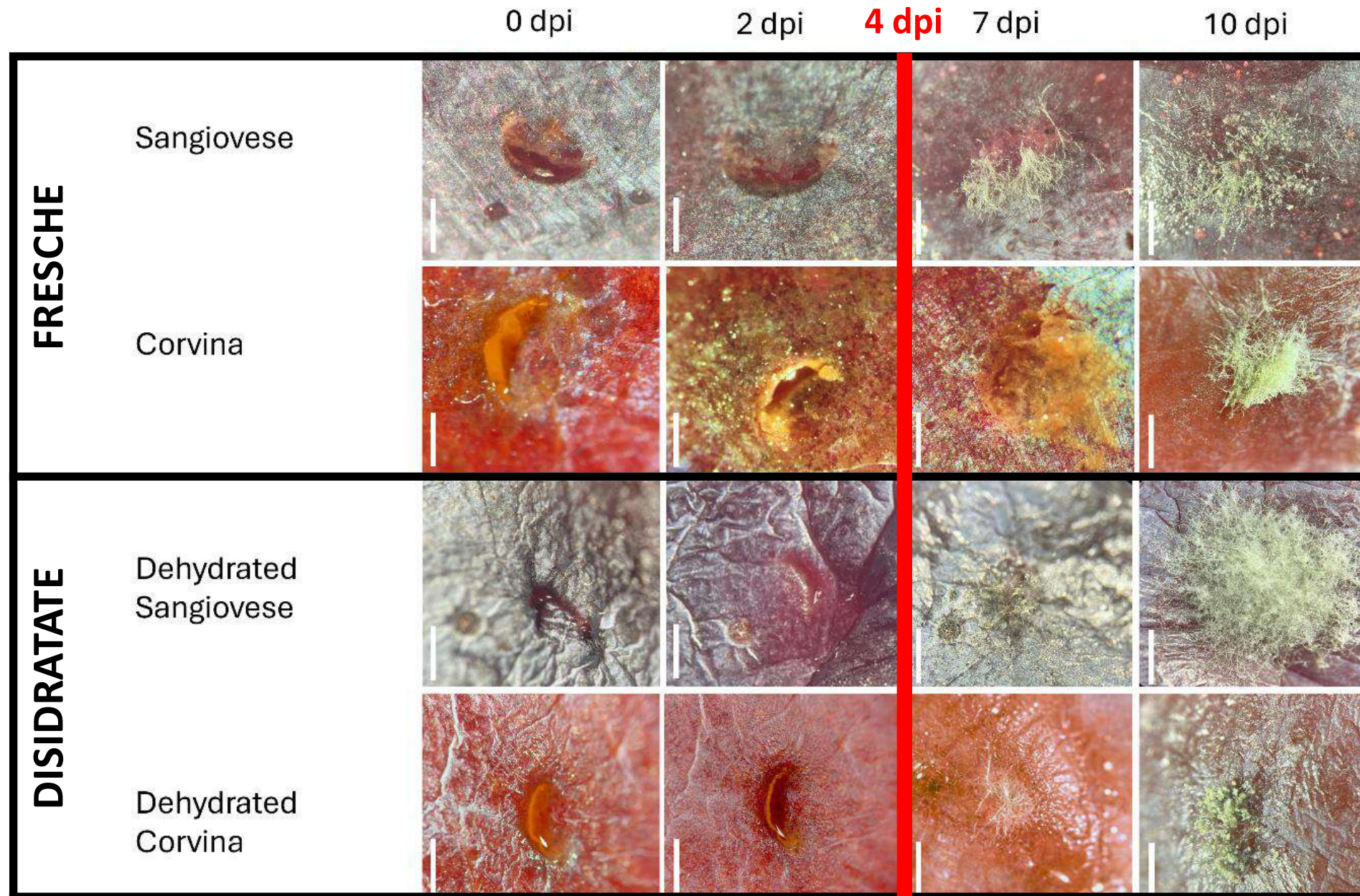


CTRL

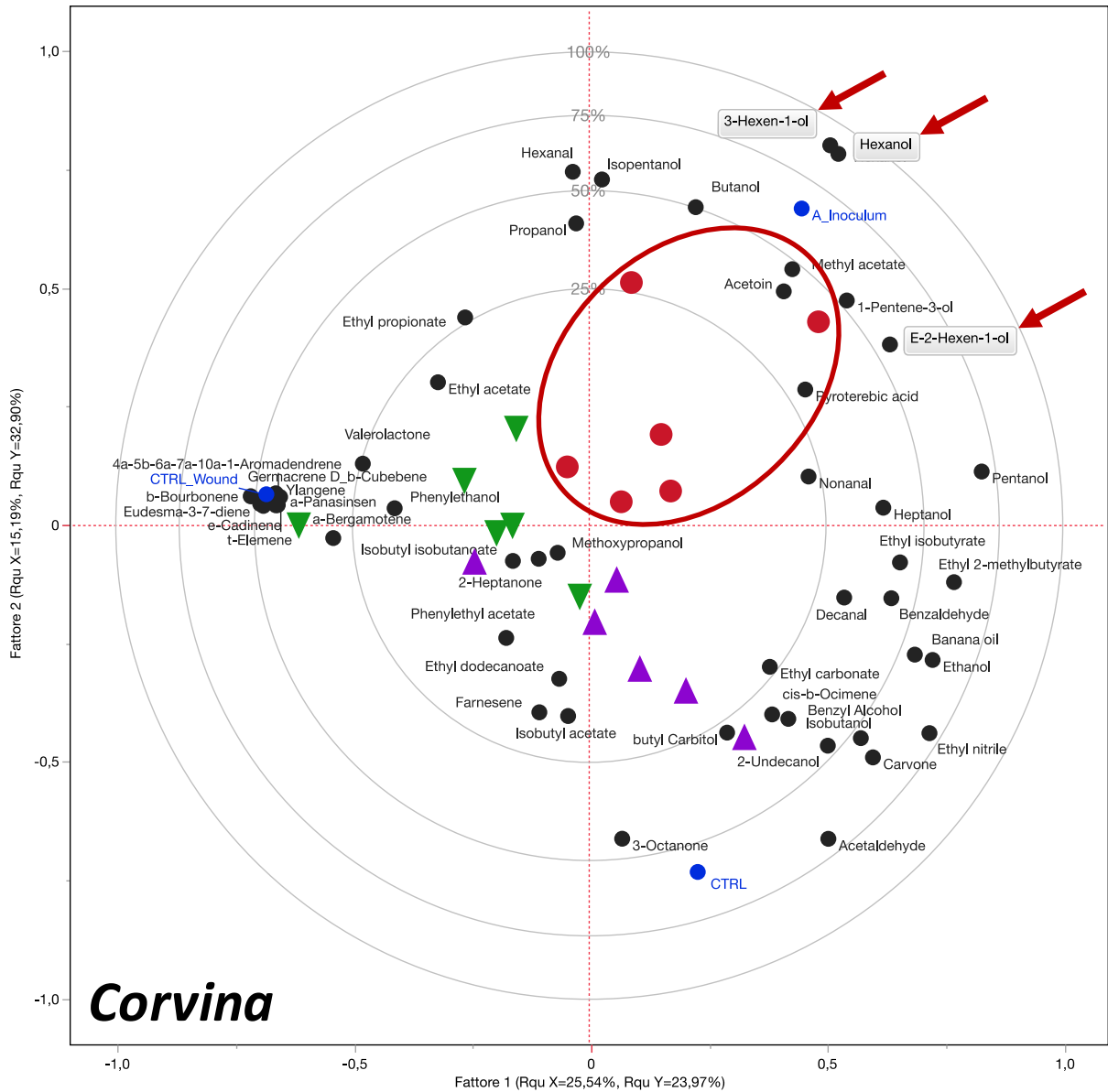
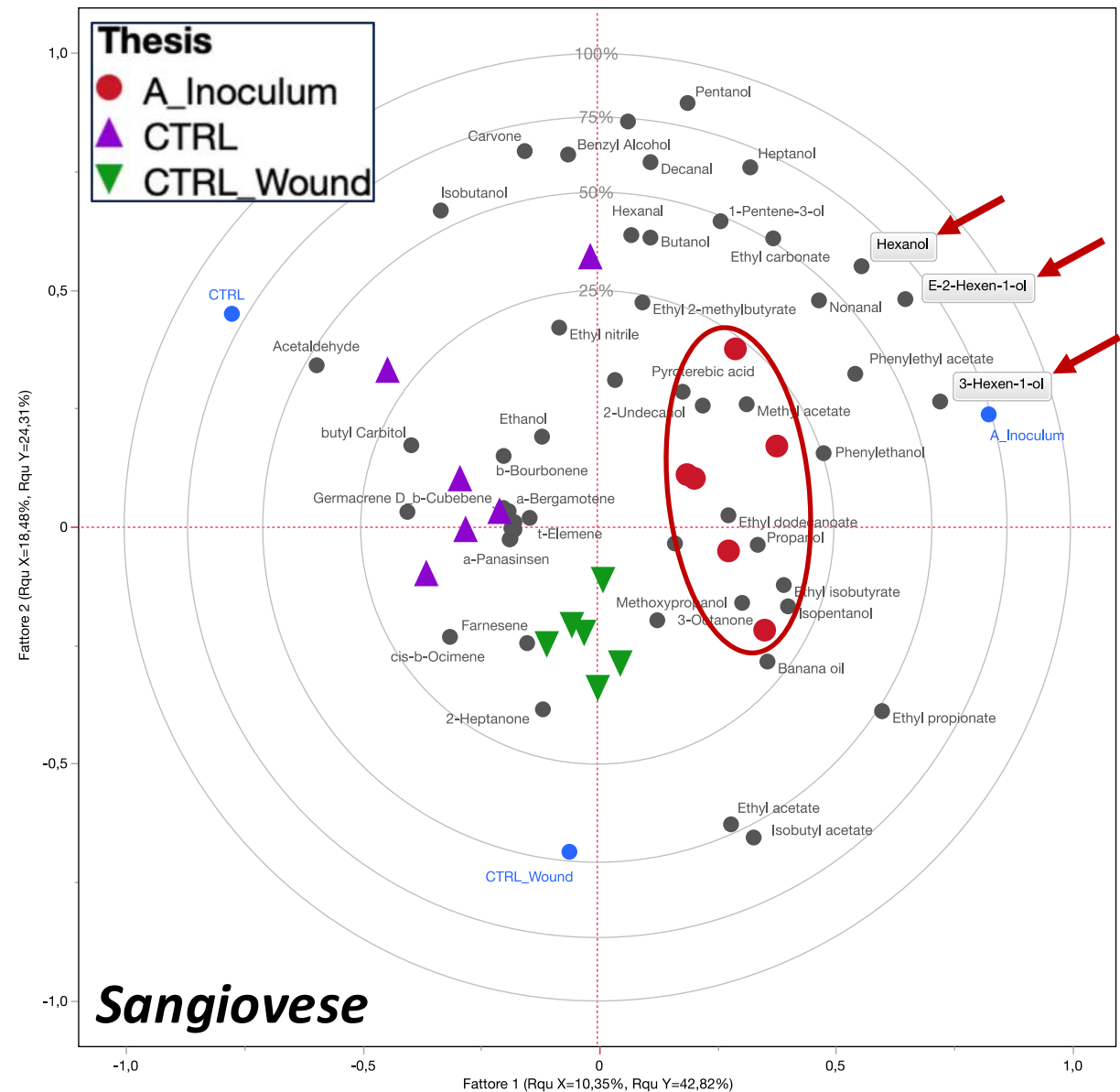
Ferito

Inoculo

Dettaglio microscopico inoculazione artificiale con *B. cinerea*

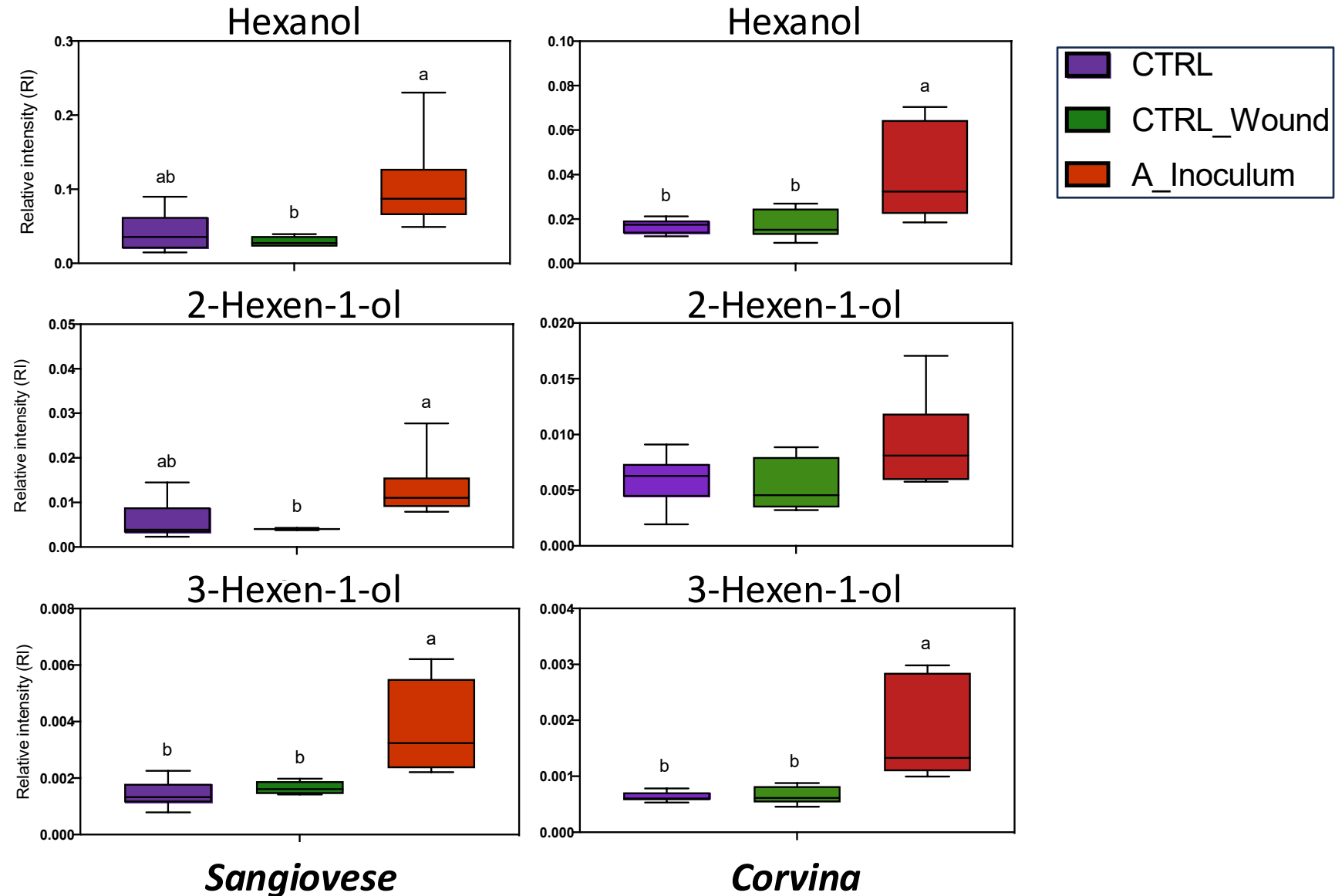


Effetto dell'inoculo con *B. cinerea* sul profilo aromatico (4 dpi)

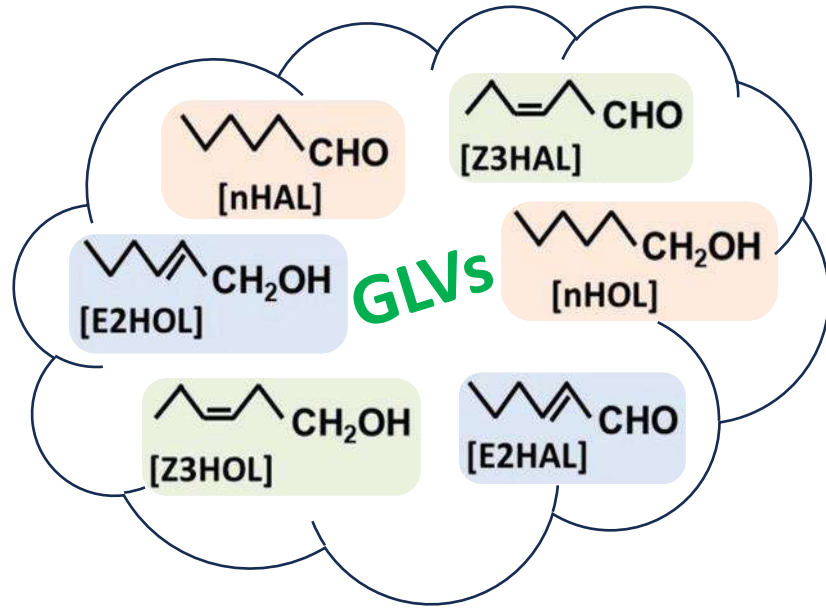


Effetto dell'inoculo con *B. cinerea* sul profilo aromatico (4 dpi)

Green Leaf Volatiles (GLVs)



Green Leaf Volatiles (GLVs): Arma multifunzionale delle piante



Molecole volatili C6

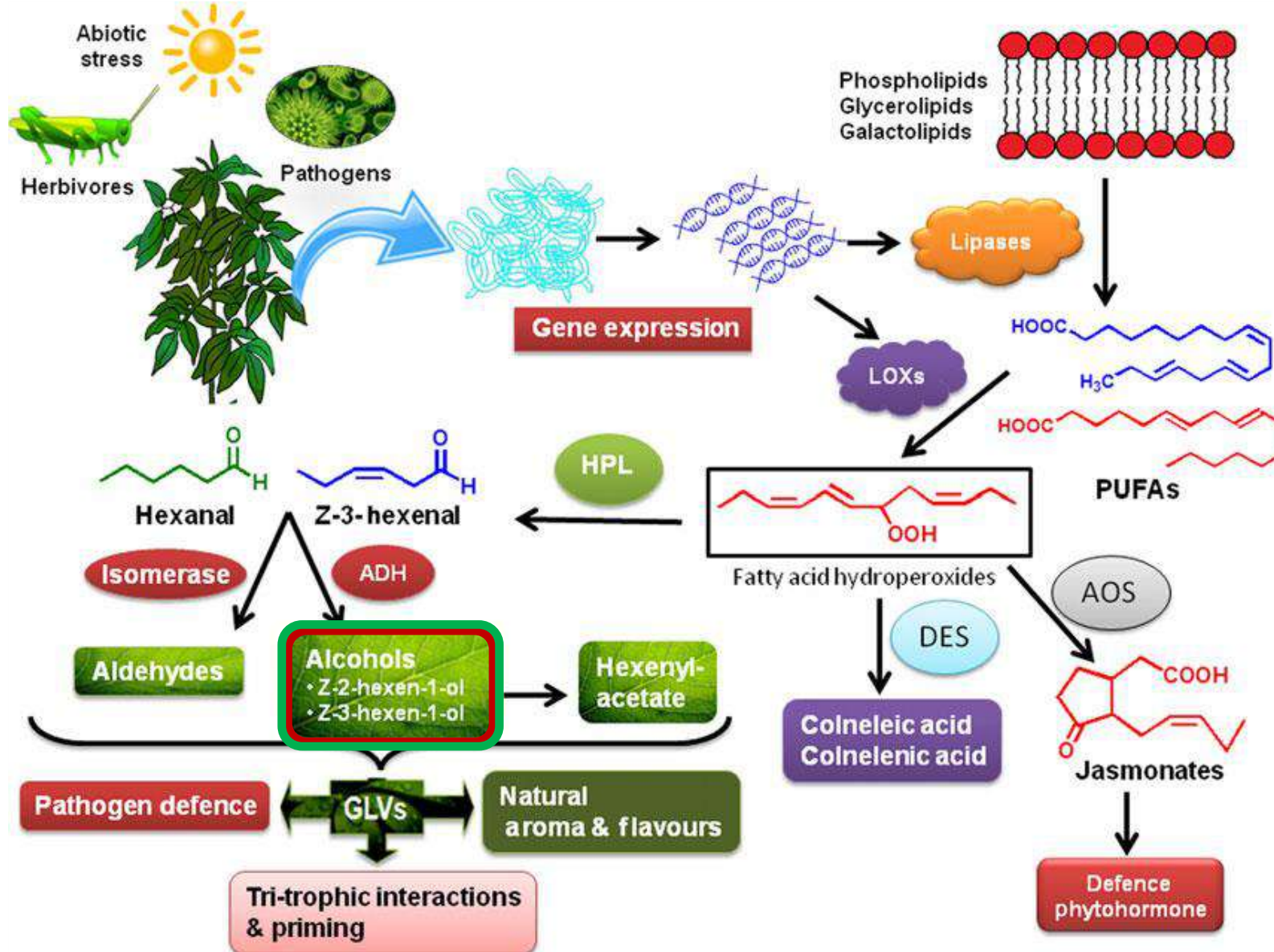


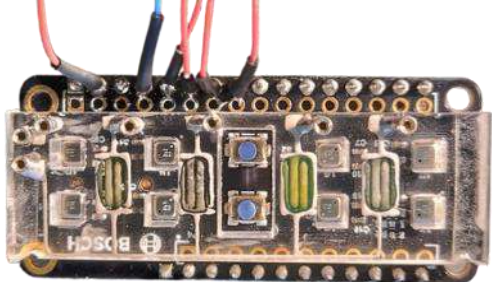
Una delle **ARMI VEGETALI PIÙ VELOCI** contro i parassiti

- Prodotti rapidamente dopo attacco erbivori/patogeni
- Strategie di difesa DIRETTA e INDIRETTA
- Effetto diretto su patogeni
- Inducono risposte di difesa della pianta
- Interazione con JA, SA e altri ormoni



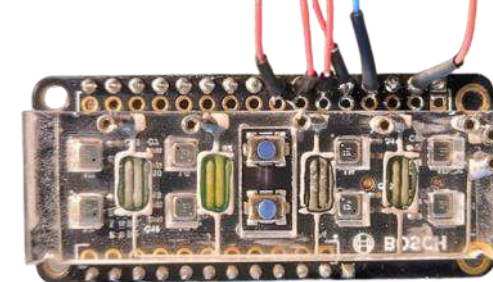
Green Leaf Volatiles (GLVs): Arma multifunzionale delle piante



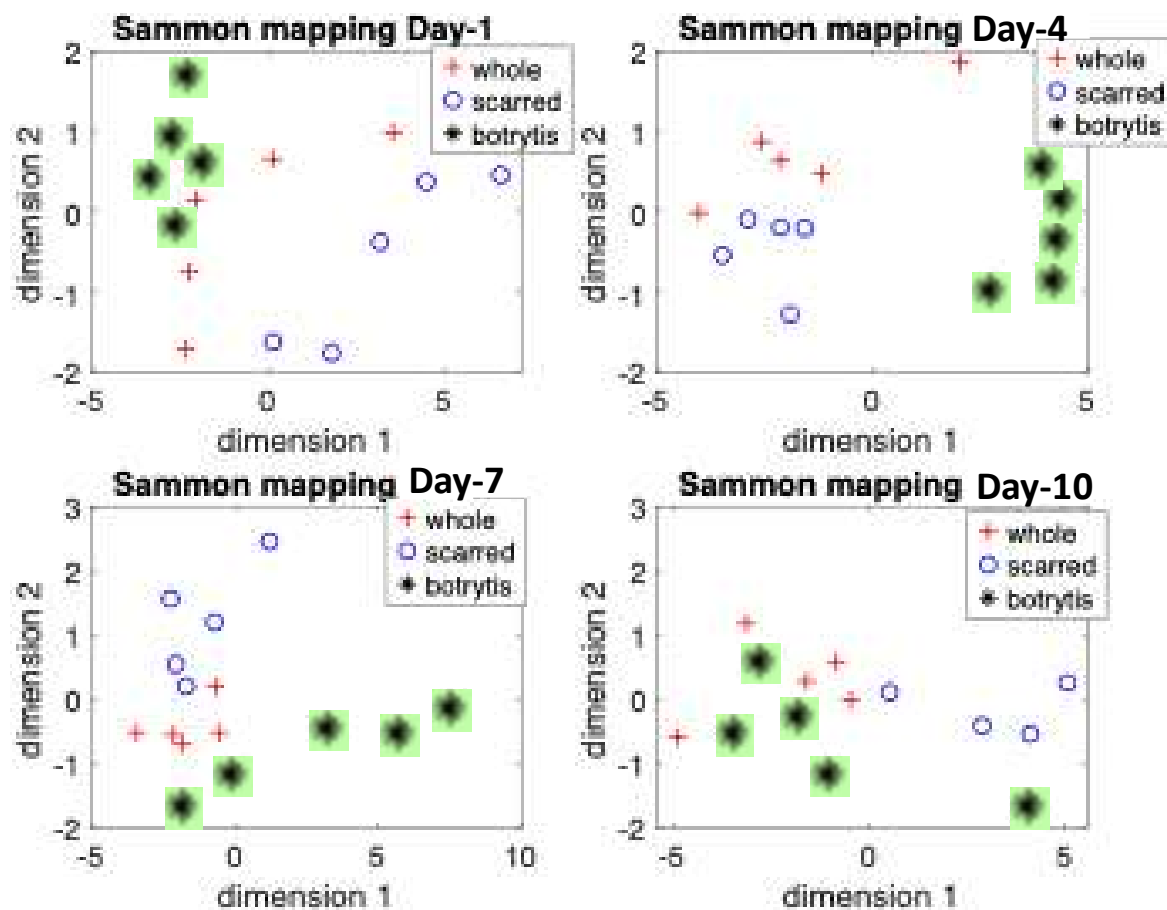


Analisi MOX dei campioni inoculati

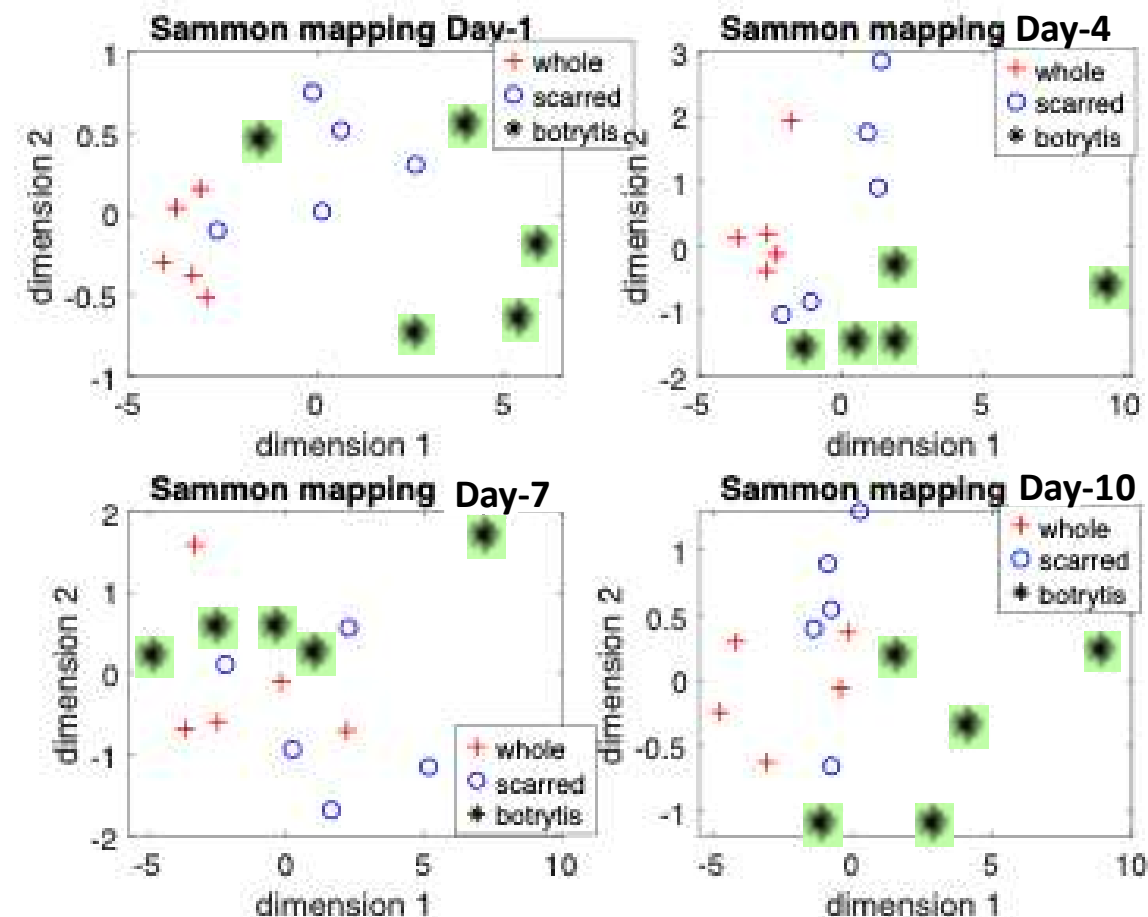
1-10 dpi - acini parzialmente disidratati (15 % calo peso)



Sangiovese

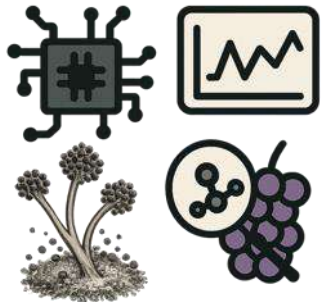


Corvina





- 1) Individuato marker volatili emessi dalle uve intatte durante le prime fasi dell'infezione da *Botrytis cinerea* (4 dpi)
- 2) Fornito una dimostrazione di fattibilità dell'applicazione della sensoristica MOX per la classificazione di uve infette già dalle prime fasi dell'infezione con il patogeno



Prossimo step:

allenamento dei sensori e realizzazione di un prototipo utilizzabile in fruttajo



Ron Shmuleviz, Luca Cattaneo, Marianna Fasoli



Pietro Tonutti, Stefano Brizzolara, Eleonora Littarru, Gianni Cecchi, Pietro Emilio Nepi



Giovanni Battista Tornielli



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



PRIN: PROGETTI DI RICERCA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE – Bando 2022

Prot. 2022RAY28P