

I composti fenolici nelle uve e nei vini di Ciliegiolo

F O O D Magliano in Toscana, 24-02-2025
M I C R O Silvia Mangani
T E A M FoodMicroTeam s.r.l
silvia@foodmicroteam.it
www.foodmicroteam.it

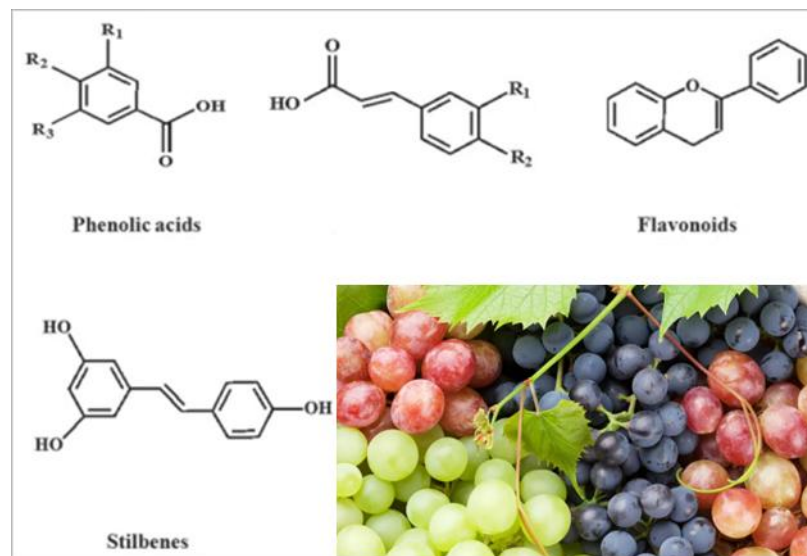
Progetto Ciliegiolo: Effetto dell'ambiente pedoclimatico di coltivazione sulla qualità del vino da uve Ciliegiolo prodotte in Maremma

Intervento realizzato grazie al finanziamento DEFR 2022—Progetto Regionale 8 "Sviluppo sostenibile in ambito rurale e agricoltura di qualità"—Interventi a sostegno dei processi di innovazione organizzativa e di processo produttivo nel settore della cooperazione agricola e nei consorzi forestali. Progetto "Effetto dell'ambiente pedoclimatico di coltivazione sulla qualità del vino da uve Ciliegiolo prodotte in Maremma (Ciliegiolo)" CUP Artea: 1158245



Antociani e altri composti fenolici

I composti fenolici sono i metaboliti secondari che concorrono alle caratteristiche organolettiche (colore, astringenza, amaro..) e alle proprietà antiossidanti del vino.



Non-Flavonoidi

Acidi idrossicinnamici (acido caffeico)

Acidi idrossibenzoici (5acido gallico)

Stilbeni (es., resveratrolo)

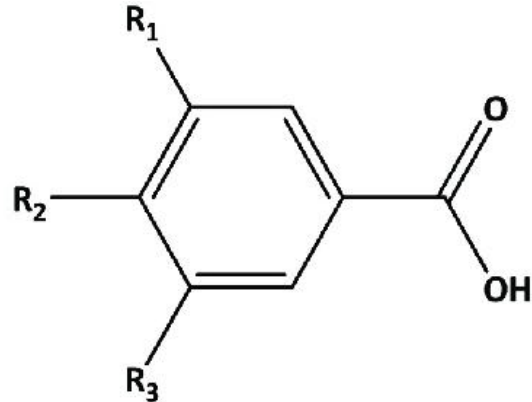
Flavonoidi

Flavan-3-oli (catechina)

Flavonoli (quercetina)

Antociani (malvidina-3-glucoside)

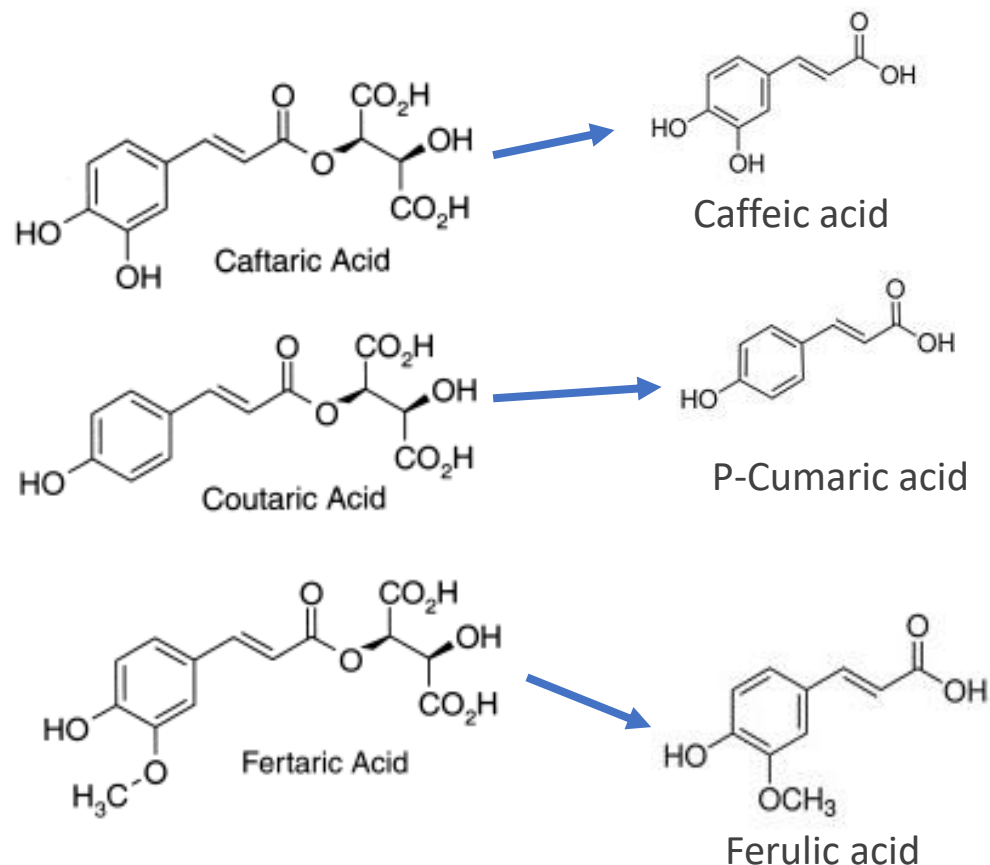
Acidi idrossibenzoici



Acido gallico
Acido protocatecuico
Acido vanillico
Acido siringico
Metilgallato
Etilgallato

- Nelle uve come esteri delle catechine nei semi (epicatechina-3-O-gallato) o glucosilati (si liberano per idrolisi)
- Nei vini forme libere (idrolisi forme combinate e degradazione termica dei flavonoidi)
- Acido protocatecuico può formarsi per degradazione delle antocianine
- Acido gallico nei vini da uve e da tannini condensati e idrolizzabili
- Attività antiossidante, antinfiammatoria, antitumorale

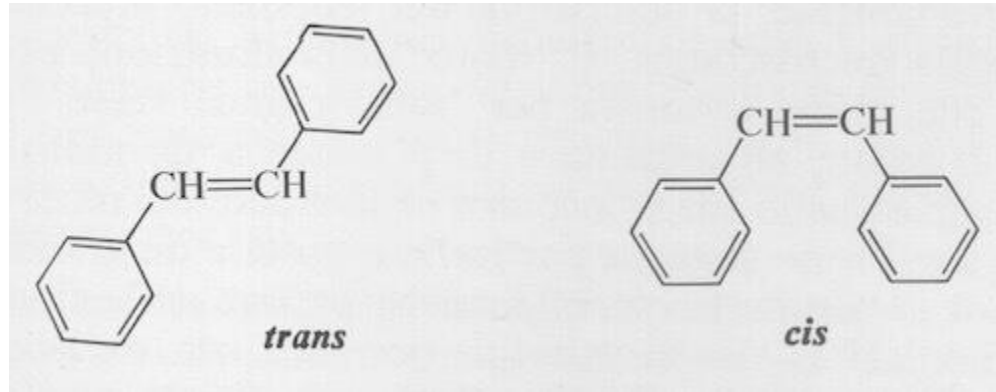
Acidi idrossicinnamici



Acido caffeico
Acido caftarico
Acido cumarico (cis e trans)
Acido cutarico (cis e trans)
Acido ferulico
Acido fertarico

- Composti fenolici principali nel succo d'uva e nel vino bianco
- Collocati principalmente nella polpa
- Attività antiossidante, antinfiammatoria, antitumorale
- Sono i primi ad essere ossidati (PPO)
- Nelle uve come esteri dell'acido tartarico o glucosilati
- Nei vini forme libere (idrolisi forme combinate)
- **Precursori dei fenoli volatili (ac. ferulico e ac. p-cumarico)**

Stilbeni



Resveratrolo (cis e trans)
Piceidi
Viniferine

- Nelle uve sotto forma glucosilata (piceidi), soprattutto nelle bucce
- L'isomero *trans* è prodotto nelle uve come risposta ad attacchi fungini (*Botrytis cinerea*)
- Attività antiossidante, antinfiammatoria, antiobesità, antitumorale, antidiabetica ecc...
- Possono formare oligomeri (viniferine) con attività antifungina
- Isomerizzazione *cis/trans* indotta da UV

I Flavonoidi

Diversa collocazione e/o composizione nei tessuti, in parte legata agli specifici ruoli delle diverse classi

Antociani:

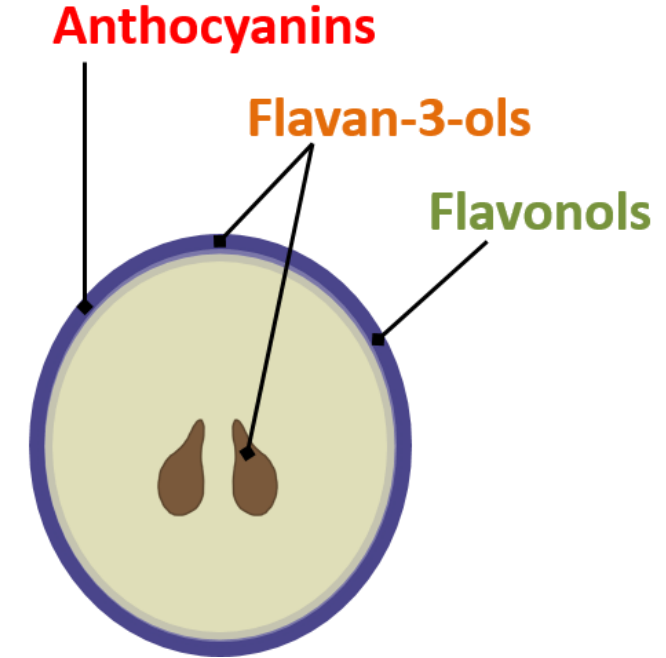
- delphinina, cianina, petunina, peonina, malvina, antociani acetilati e cumarilati
- collocati maggiormente nello strato più interno dell'epidermide

Flavonoli:

- quercetina, miricetina, camferolo
- nell'uva glicosilati, poi anche agliconi insolubili
- collocati maggiormente nello strato più esterno dell'epidermide

Flavan-3-oli:

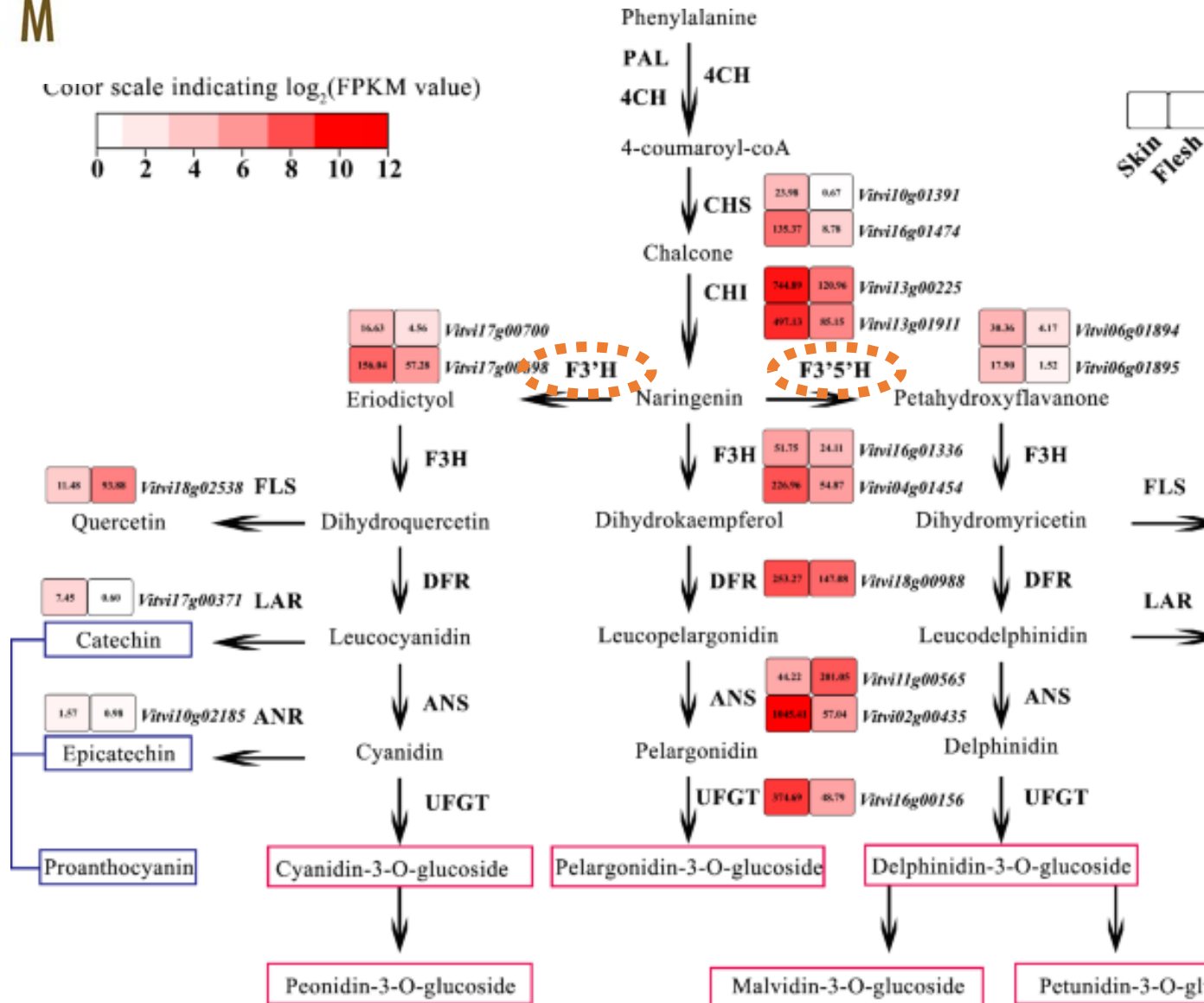
- catechina, epicatechina, epicatechina-3-O-gallato
- nelle bucce e nei vinaccioli



[Cheynier et al., 1998, Downey et al. 2003; Ribereau-Gayon et al. 2003]

Ruoli biologici in pianta	Rilevanza Enologica	Rilevanza Tassonomica	Effetti biologici sull'uomo
<ul style="list-style-type: none"> • Protezione UV • Protezione da stress nutrizionali (alto carbonio, basso azoto) e da basse temperature • Attrazione impollinatori e strategie di dispersione dei semi • Protezione da danni ossidativi e attacchi di patogeni <p>[Harborne and Williams, 2011; Tohge et al. 2017]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Colore • Gusto Amaro • Astringenza <p>[Waterhouse, 2002]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A ratio: Tri-sub A/Di-sub A • F ratio: Qs/Ms • F3ol ratio: C/EC <p>[Mattivi et al., 2006; Downey et al., 2003; Goldberg et al., 1998]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cardioprotettori • Anti-carcinogenici • Anti-aterogeni • Anti-infiammatori • Antivirali • Antimicrobici • Vasodilatatori <p>[Procházková et al., 2011]</p>

Via biosintetica dei flavonoidi



2 Enzimi chiave: idrossilasi F3'H e F3'5'H. Determinano le abbondanze relative tra le tre branche della via biosintetica dei flavonoidi.

Fattori che influenzano la biosintesi

Forte interazione genotipo - ambiente

Il vitigno è sicuramente la variabile che maggiormente determina i contenuti e la composizione dei flavonoidi riscontrati nelle uve.

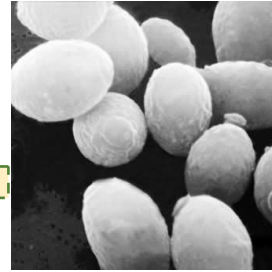
Altri fattori: esposizione alla luce, temperatura, disponibilità di acqua e azoto, altitudine, tipologia di suolo, stato fitosanitario...variabili che sono fortemente interrelate e difficili da isolare [Downey et al. 2006]

<p>Antociani Impatto Varietale: Il profilo degli antociani è geneticamente determinato, ma risponde in modo diverso allo stress climatico a seconda del genotipo (cultivar). Effetto temperatura: aumenta la biosintesi ma elevate temperature (>35°C) la bloccano e promuovono la degradazione, l'escursione termica stimola la sintesi Effetto luce: Un'esposizione ai raggi UV-B stimola la biosintesi ma una esposizione diretta e eccessiva associata a elevate temperature ha effetto negativo</p>	<p>Stilbeni Radiazione UV e Stress Ambientale: Un'esposizione elevata ai raggi UV-C aumenta la biosintesi di stilbeni, che agiscono come protezione per la pianta Malattie Fungine: La presenza di funghi (es. <i>Botrytis cinerea</i>) stimola la produzione</p>
<p>Flavan-3-oli Biosintesi poco influenzata dalle condizioni di crescita</p>	<p>Flavonoli Radiazione UV e Stress Ambientale: Un'esposizione ai raggi UV-B aumenta la sintesi Temperatura: Temperature elevate (stress termico) possono provocare reazioni di degradazione superiori a quelle di sintesi</p>

I composti fenolici - dalle uve al vino



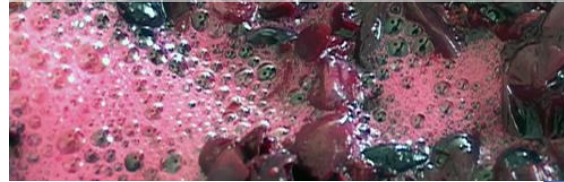
Composizione delle uve



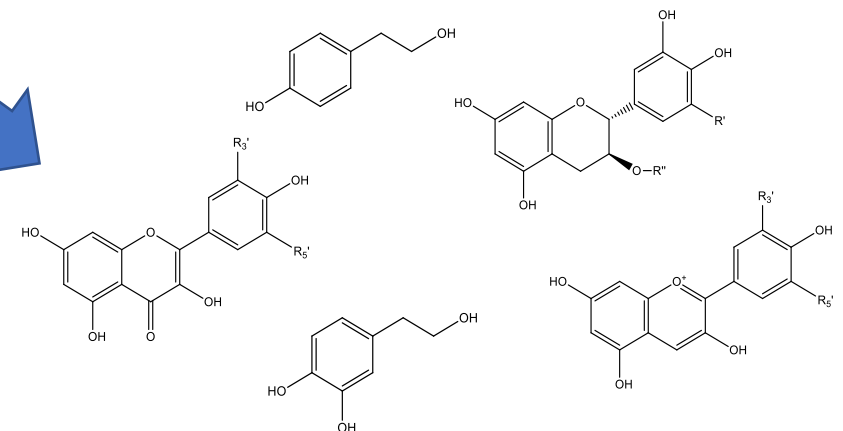
Ruolo dei Lieviti

- Produzione **Etanolo**
- Interazioni con **Composti Fenolici** delle uve:
 - Modificazioni delle strutture chimiche
 - Adsorbimento sulla parete cellulare
 - Protezione dalle precipitazioni

Fermentazione alcolica/
Macerazione



Tecnologia di vinificazione



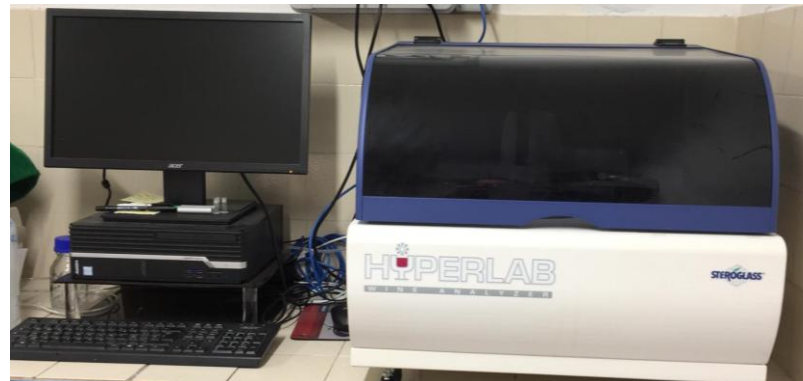
Attività svolte

A5 Analisi delle uve

- Estrazione con solvente
- profilo antocianinico (HPLC)
- profilo fenolico (HPLC)

A5 Analisi dei vini

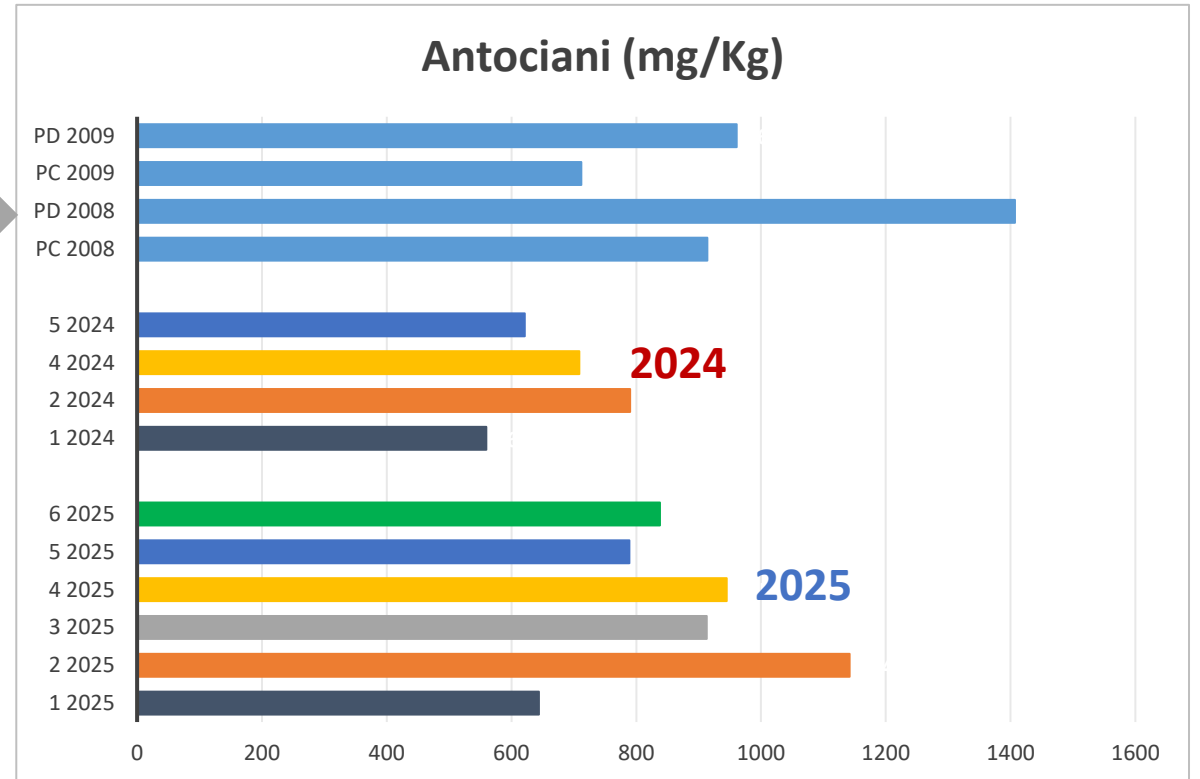
- principali parametri fermentativi (HPLC e analisi enzimatiche)
- Colore, IPT, cationi, APA (spettrofotometro e analisi enzimatiche)
- Analisi microbiologiche
- profilo antocianinico (HPLC)
- profilo fenolico (HPLC)



UVE 2024-25: Antociani totali

Uve Ciliegiole (Umbria 2008-2009)
PC=controllo
PD=defogliato in pre-fioritura
Palliotti et al. 2012

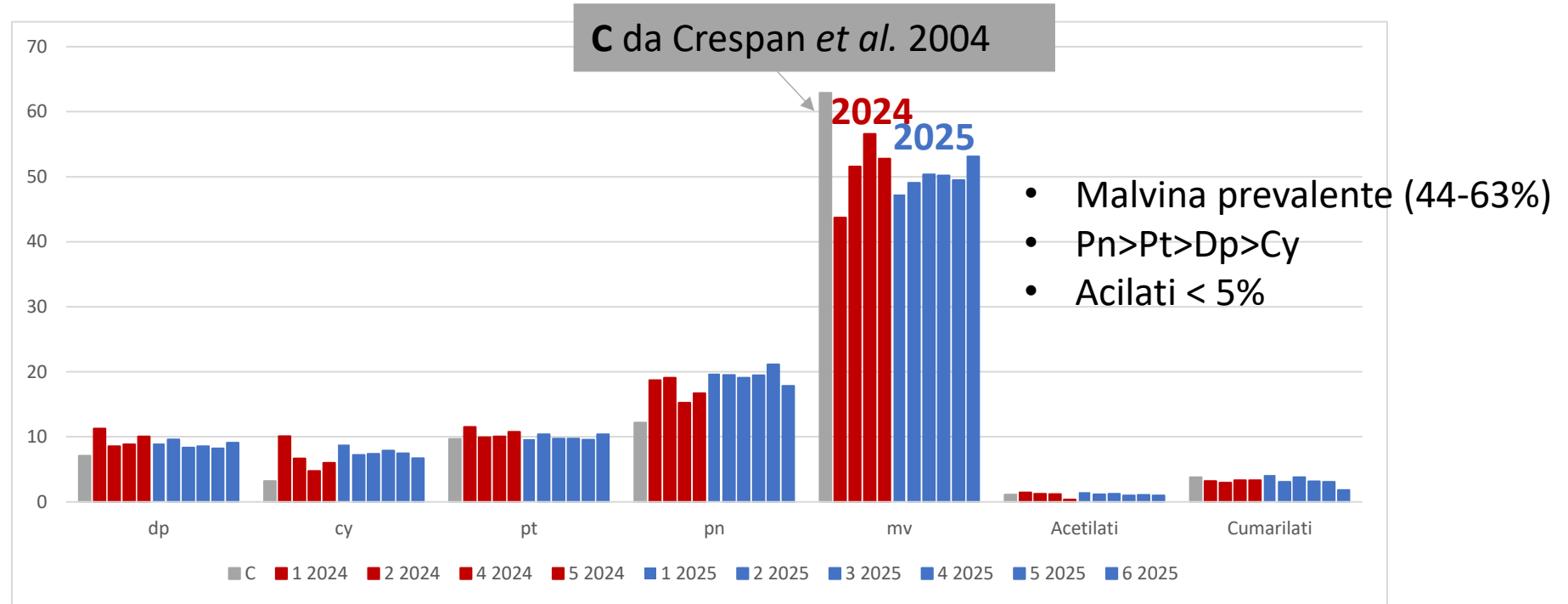
1. Duchini
2. Monachini
3. Bizzarri
4. Curti
5. Capecchi
6. Bischi



- Valori in linea con uve controllo 2009 (Palliotti *et al.* 2012)
- Tendenzialmente contenuti maggiori nelle uve 2025
- Maggiore contenuto nelle **uve 2** e minore nelle **uve 1** sia nel 2024 che nel 2025

Dp-delfinina
Cy-cianina
Pt-petunina
Pn-peonina
Mv-malvina

UVE 2024-25: singole antocianine (%)



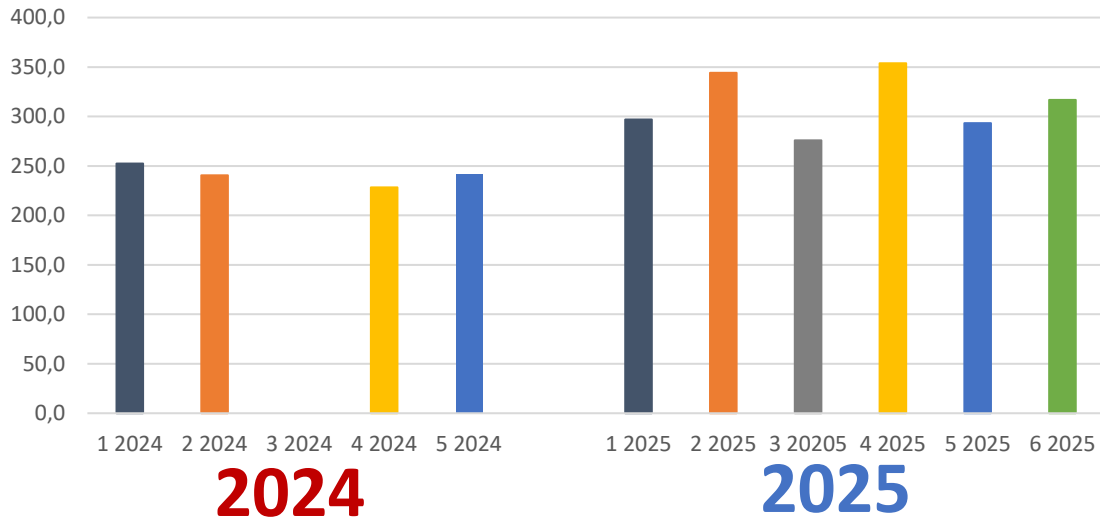
Manna Crespan
Antonio Calò
Angelo Costacurta
Roberto Carraro
Istituto Sperimentale per la Viticoltura - Conegliano (TV)

IDENTITA' E CARATTERIZZAZIONE DI ANTICHI VITIGNI ITALIANI: FIANI, AGLIANICI, AGLIANICONE E CILIEGIOLO

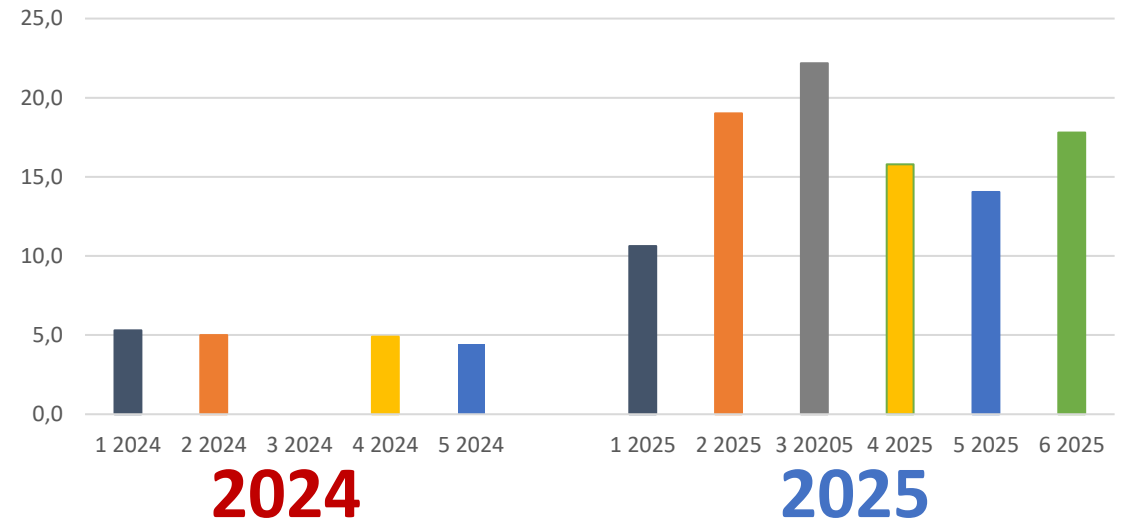
tri/di	2024	2025
1	2,3	2,3
2	2,7	2,6
3	-	2,6
4	3,8	2,5
5	3,2	2,3
6	-	3,0

UVE-Classi di composti fenolici non antocianinici

Composti fenolici totali (mg/Kg)



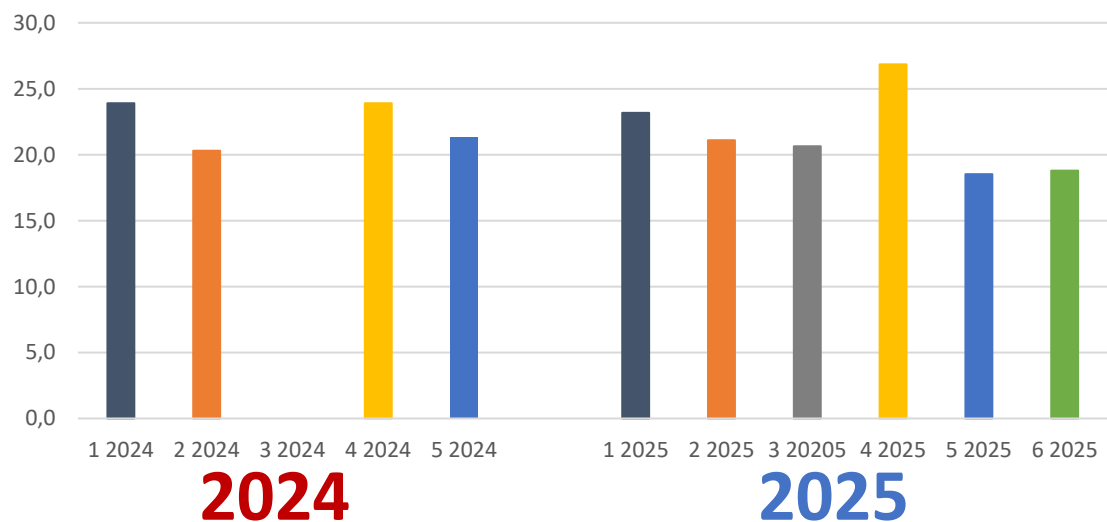
Stilbeni (mg/Kg)



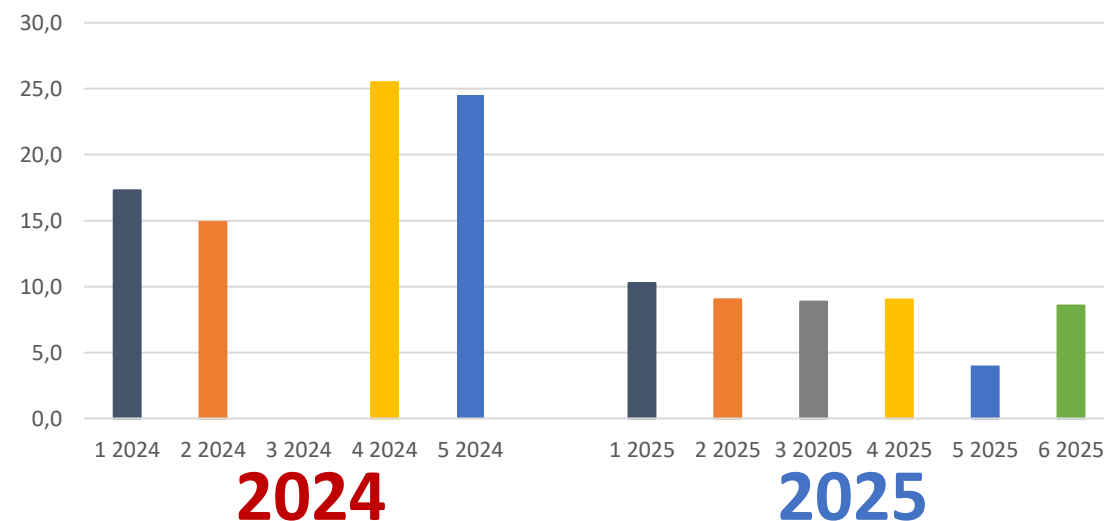
Stilbeni
Acidi idrossibenzoici
Acidi idrossicinnamici
Flavan-3-oli
Flavonoli

UVE-Classi di composti fenolici non antocianinici

Acidi idrossibenzoici (mg/Kg)

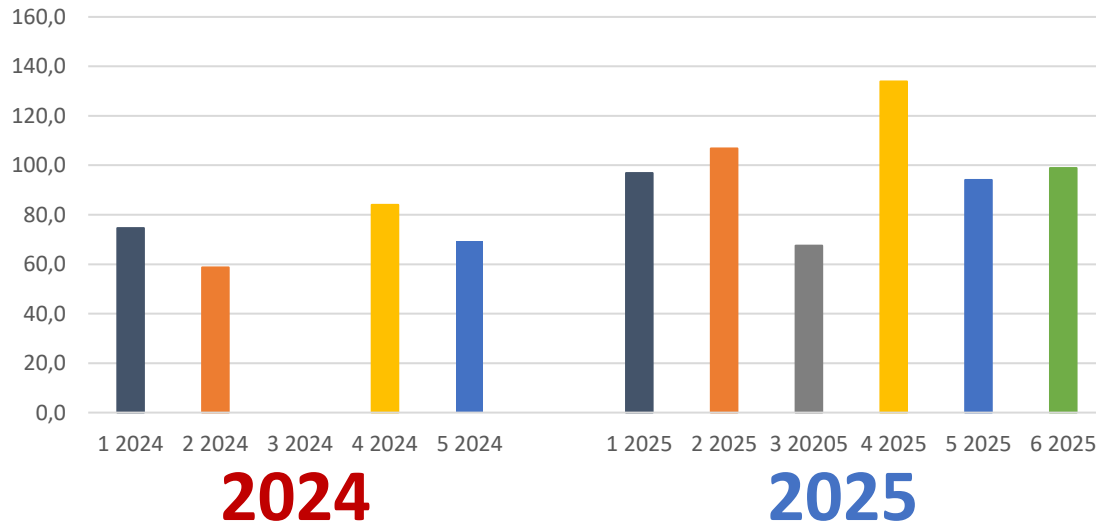


Acidi idrossicinnamici (mg/Kg)

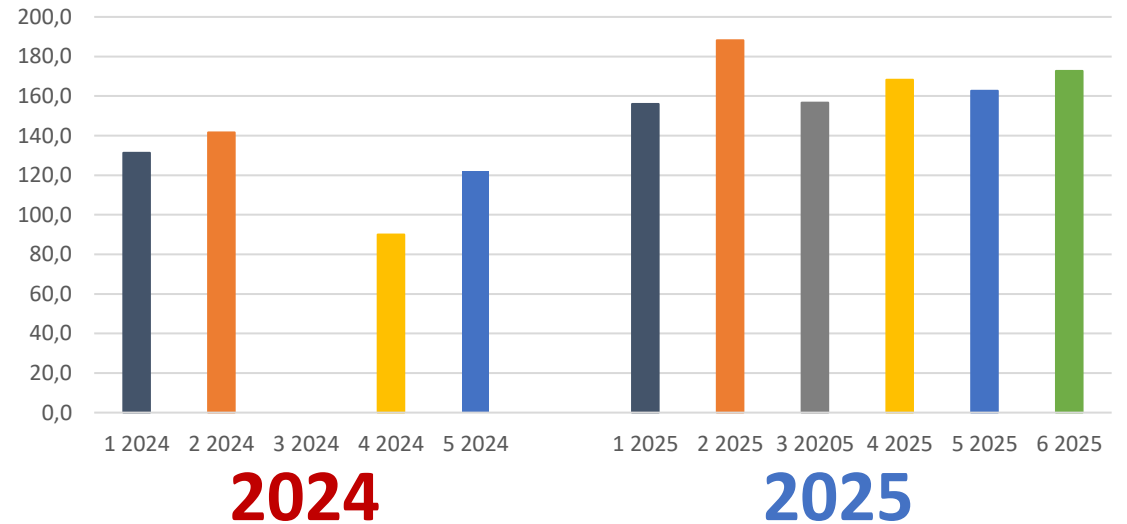


UVE-Classi di composti fenolici non antocianinici

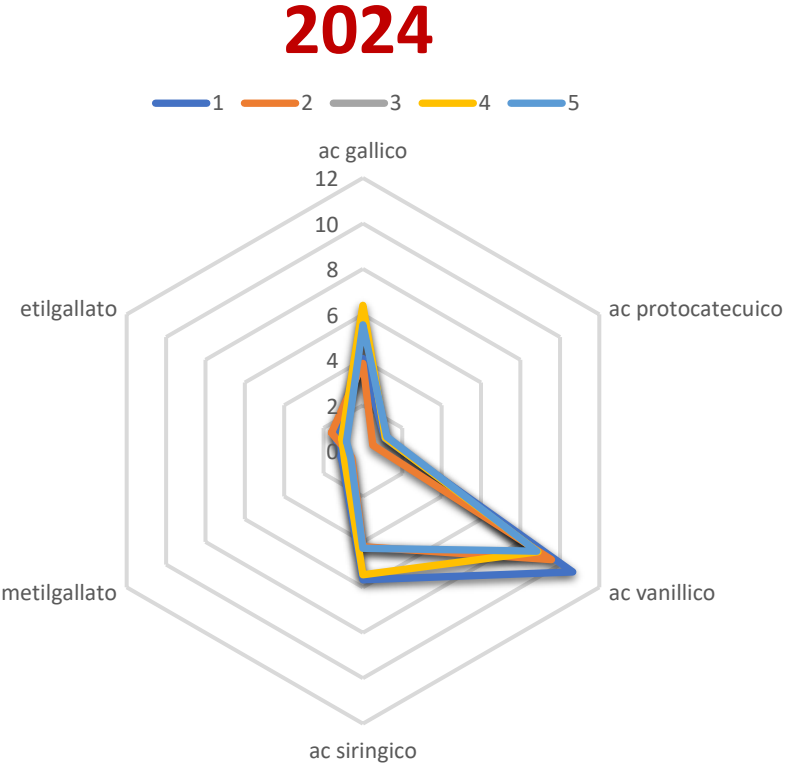
Flavan-3-oli (mg/Kg)



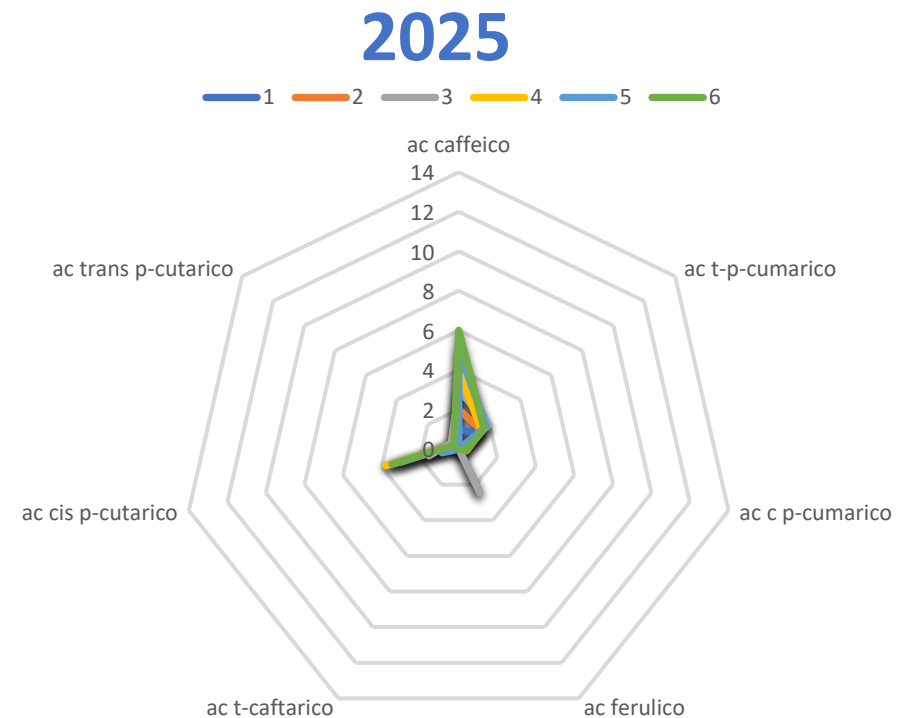
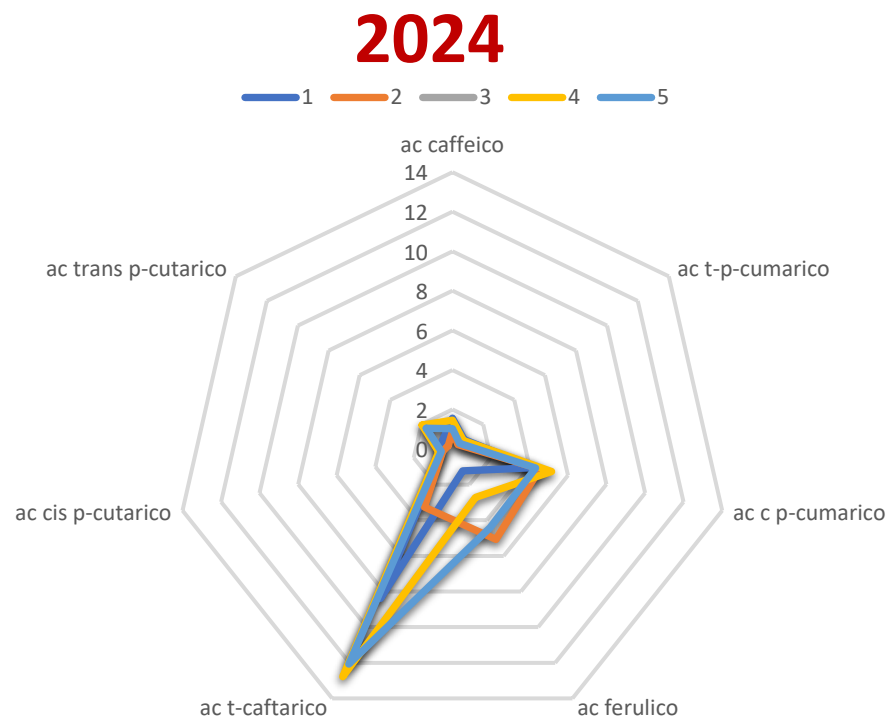
Flavonoli (mg/Kg)



UVE-Profilo acidi idrossibenzoici e derivati (mg/Kg)

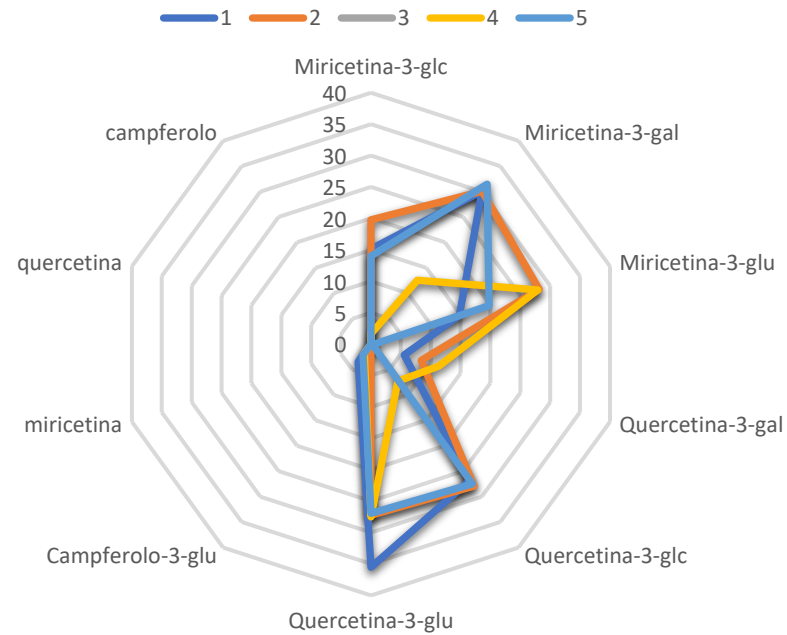


UVE-Profilo acidi idrossicinnamici (mg/Kg)

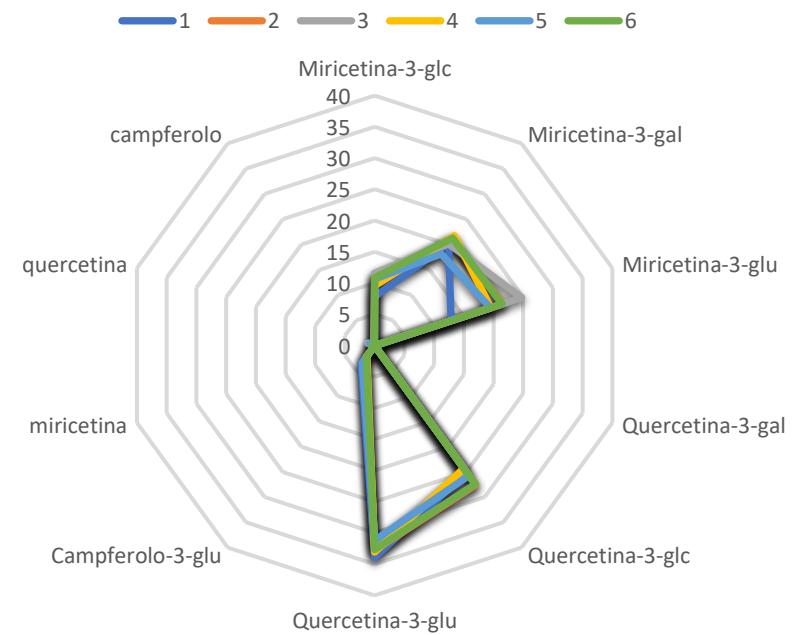


UVE-Profilo flavonoli (mg/Kg)

2024



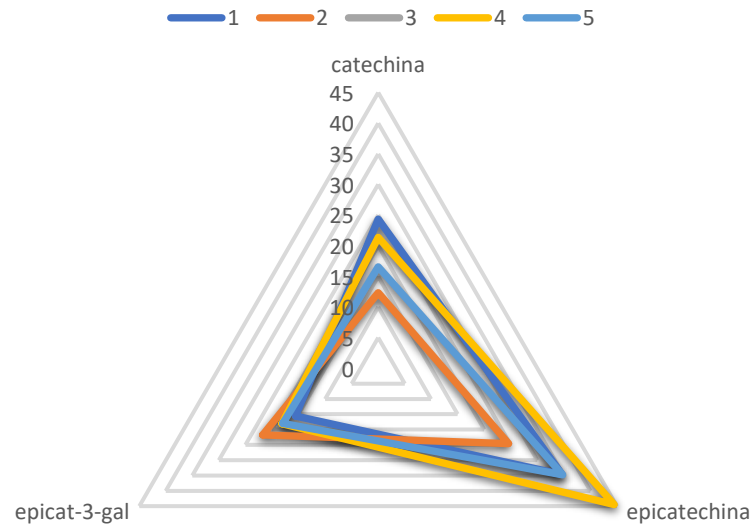
2025



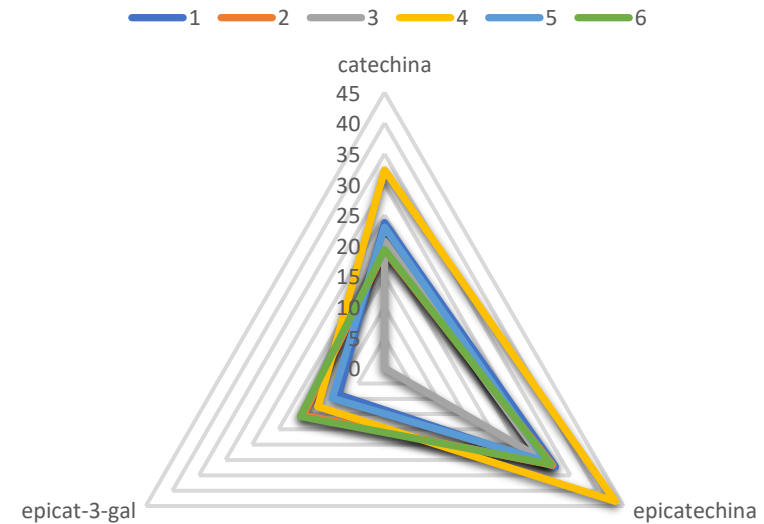
Qs/Ms	2024	2025
1	1,1	1,4
2	0,8	1,1
3	-	1,0
4	1,1	1,1
5	0,8	1,2
6	-	1,1

UVE-Profilo flavan-3-oli (mg/Kg)

2024



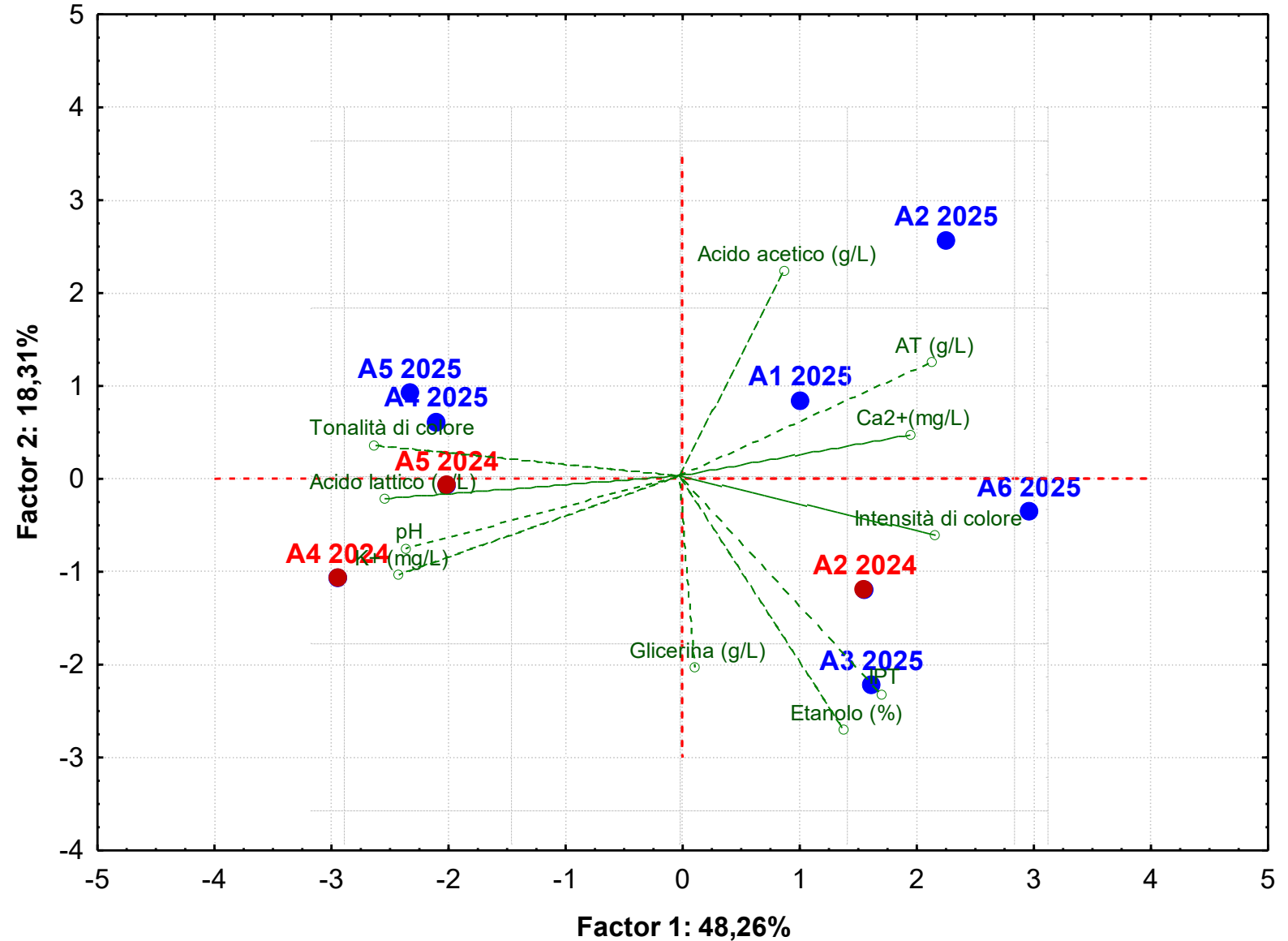
2025



C/EC	2024	2025
1	0,7	0,7
2	0,5	0,6
3	-	0,7
4	0,5	0,7
5	0,5	0,8
6	-	0,6

VINI 2024-25: Analisi chimica a fine fermentazione

A2 a destra
A4 e A5 a sinistra
No effetto annata



VINI 2024-25: Analisi microbiologica a fine fermentazione

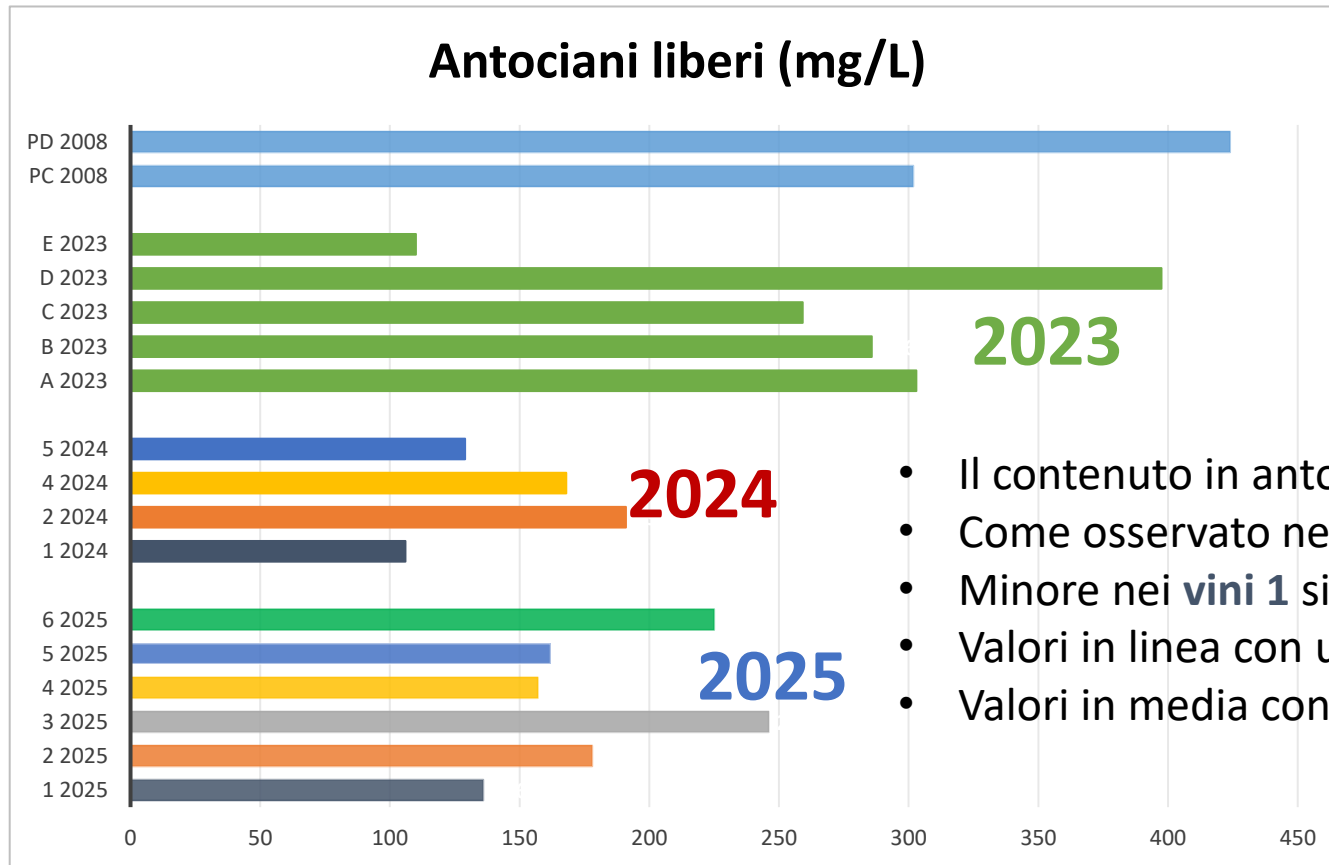
15gg dopo la svinatura

	2 2024	4 2024	5 2024	1 2025	2 2025	3 2025	4 2025	5 2025	6 2025
<i>S. cerevisiae</i> (UFC/mL)	2,00E+02	9,20E+02	<10	2,70E+04	8,60E+05	3,80E+05	8,32E+06	1,85E+06	1,20E+07
Non-Saccharomyces (UFC/mL)	<10	1,30E+02	<10	<10	1,60E+02	2,70E+02	2,40E+02	1,20E+02	1,60E+02
tipologia	-	<i>Pichia spp</i>	-	<i>Pichia spp</i>	<i>Pichia spp</i>	<i>Pichia spp</i>	<i>Pichia spp</i>	<i>Pichia spp</i>	<i>Pichia spp</i>
<i>Brettanomyces</i> (UFC/mL)	<10	<10	<10	1,00E+04	<10	<10	<10	<10	<10
Batteri lattici (UFC/mL)	2,40E+03	2,54E+05	4,00E+04	2,74E+07	3,72E+07	9,60E+06	4,00E+07	2,00E+07	2,56E+06
tipologia	<i>O. oeni</i>	<i>O. oeni</i>	<i>O. oeni</i>	<i>O. oeni</i>	<i>O. oeni</i>	<i>O. oeni</i>	<i>O. oeni</i>	<i>O. oeni</i>	<i>O. oeni</i>
Batteri acetici (UFC/mL)	<10	80	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Fenoli volatili	µg/L
4-vinilfenolo	85
4-vinilguaiacolo	78
4-etilfenolo	55
4-etilguaiacolo	<10

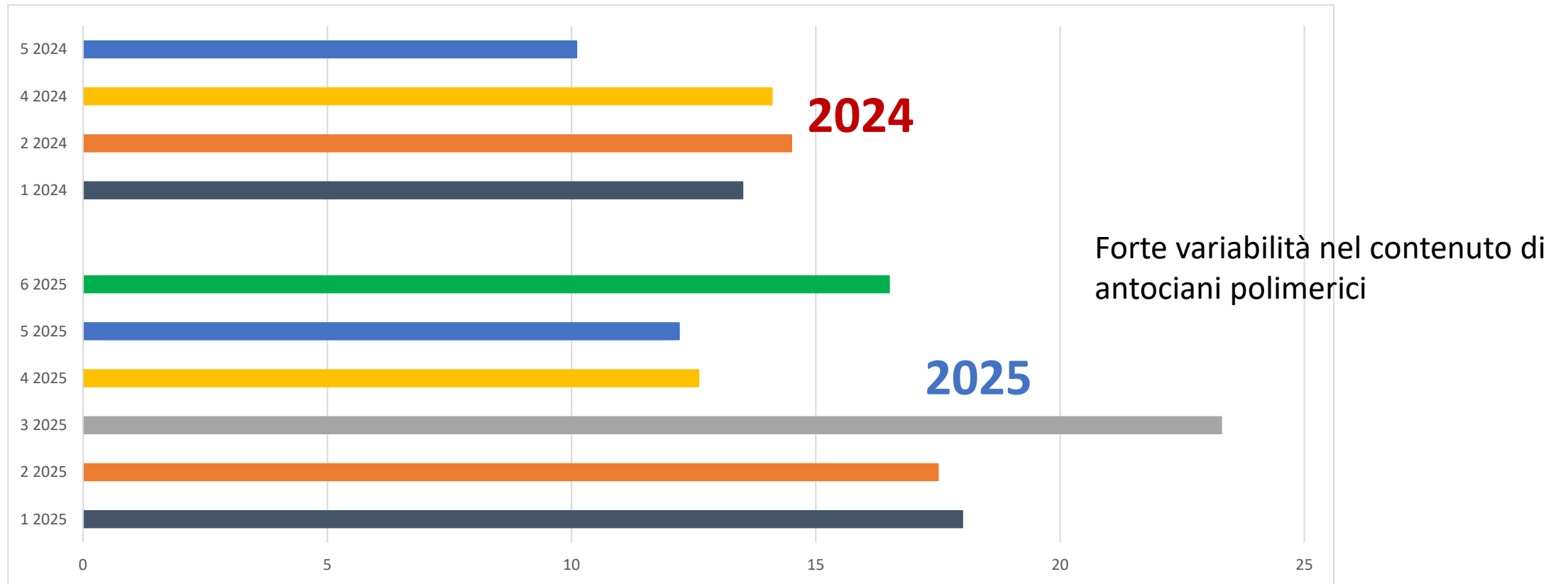
Fenoli volatili	Soglia di percezione (µg/L)
4-vinilfenolo	770
4-vinilguaiacolo	440
4-etilfenolo	605
4-etilguaiacolo	110

Vini 2023-25: Antociani liberi (mg/L)



- Il contenuto in antociani liberi fortemente variabile, maggiore nel 2023
- Come osservato nelle uve, valori più elevati nei vini 2025.
- Minore nei **vini 1** sia nel 2024 che nel 2025 (come nelle uve)
- Valori in linea con uve controllo 2008 (Palliotti *et al.* 2012)
- Valori in media con i vini Ciliegiole 2023

Vini 2024-25: Antociani polimerici (mg/L)



VINI 2023-25: Profilo antocianinico (%)

tri/di	2024	2025		2023		2008
1	10,0	6,3	A	6,4	PC	12,6
2	4,8	4,4	B	5,7	PD	9,3
3	-	6,1	C	7,8		
4	8,8	6,6	D	7,8		
5	8,4	6,4	E	8,9		
6	-	6,7				

VINI

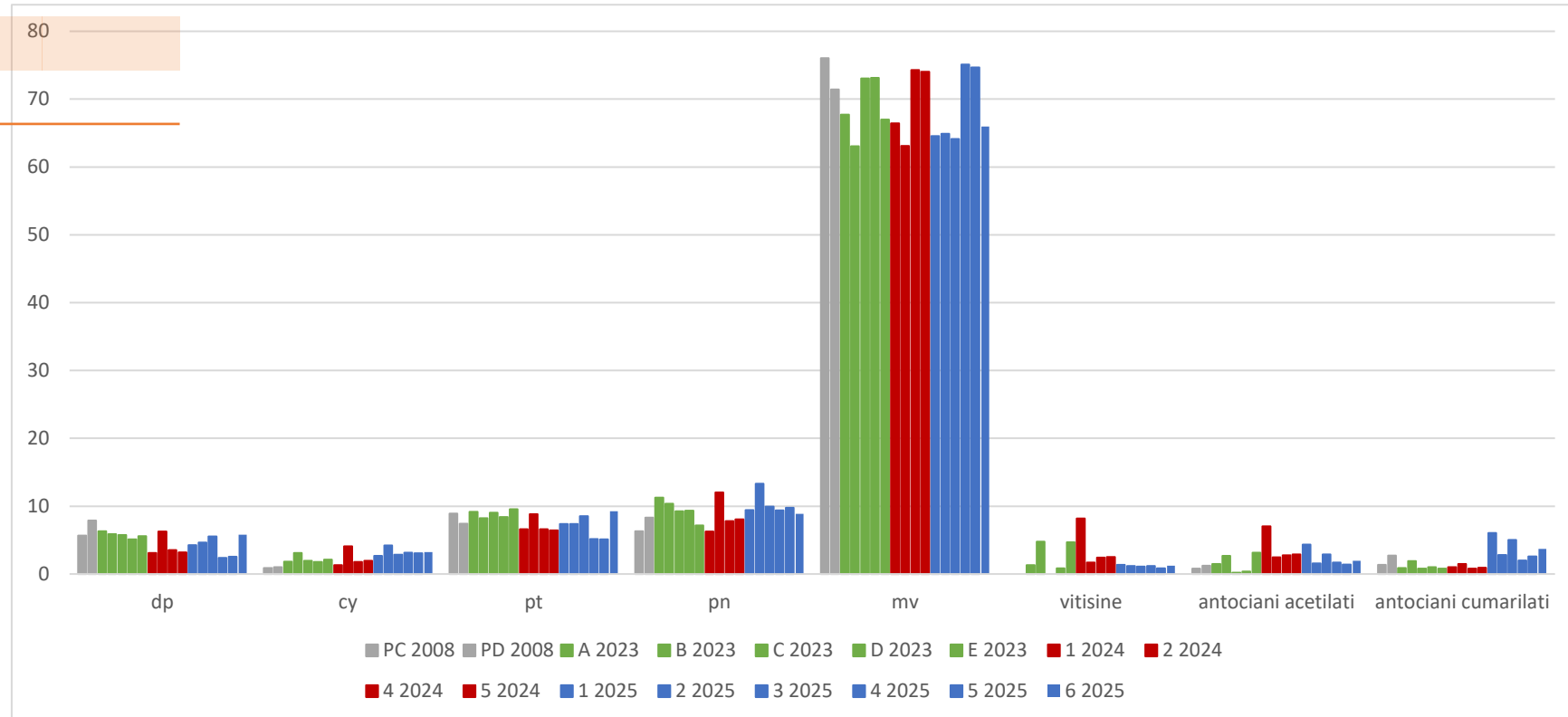
- Malvina prevalente (63-76%)
- Pn=Pt>Dp>Cy
- Acilati < 10%

UVE

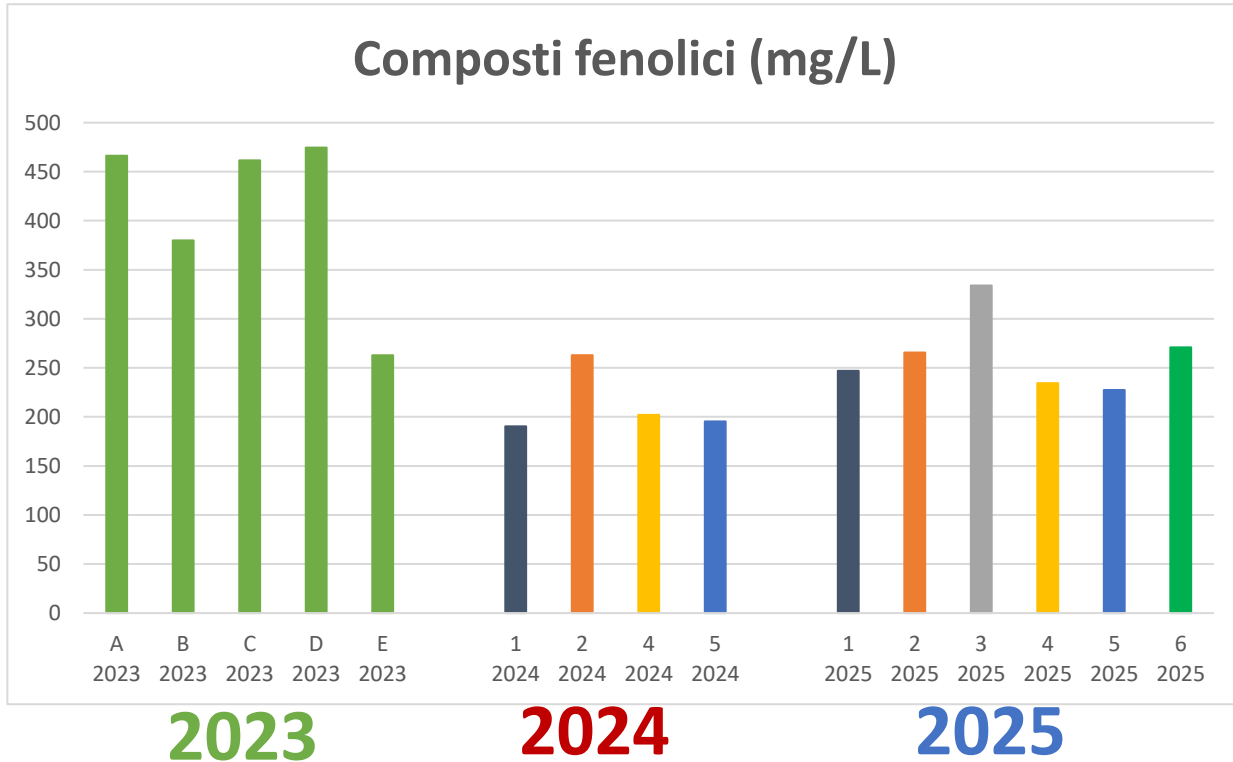
- Malvina prevalente (44-63%)
- Pn>Pt>Dp>Cy
- Acilati < 5%

UVE

tri/di	2024	2025
1	2,3	2,3
2	2,7	2,6
3	-	2,6
4	3,8	2,5
5	3,2	2,3
6	-	3,0



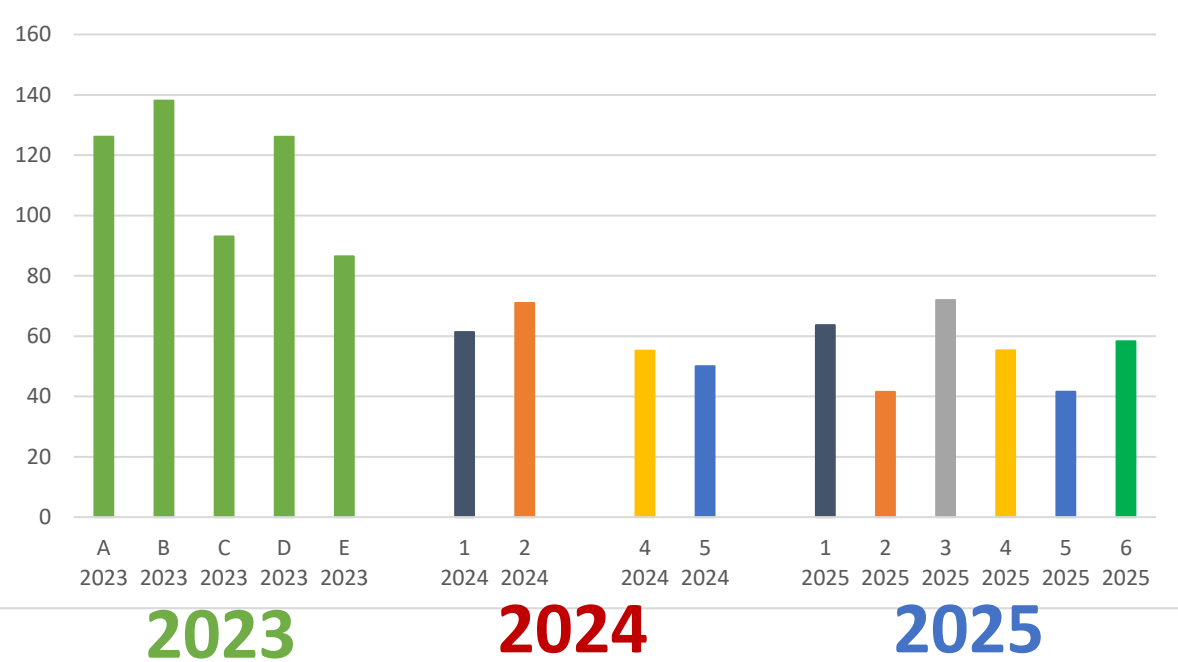
VINI 2023-25: Composti fenolici non antocianinici (mg/L)



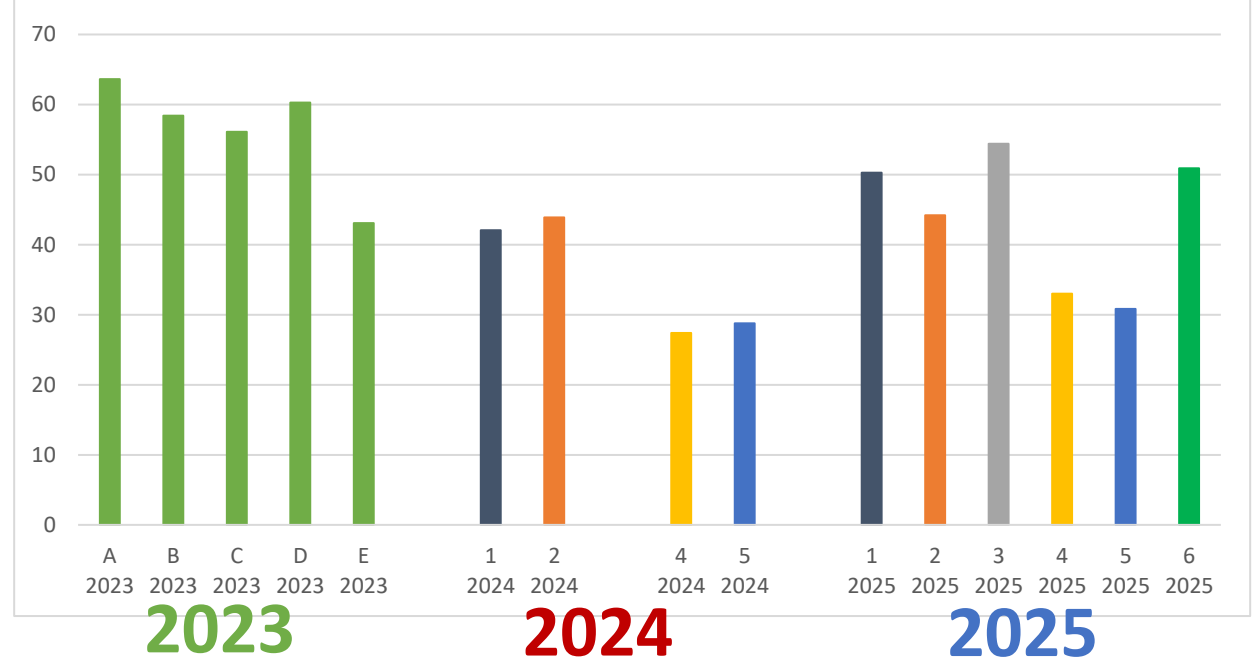
- Il contenuto di composti fenolici è molto variabile, maggiore nei vini 2023 (come antociani)
- Come osservato nelle uve e per gli antociani, valori più elevati nei vini 2025.
- Contenuto maggiore nei vini 2 nel 2024 e nei vini 3 nel 2025

VINI 2023-25: Composti fenolici non antocianinici (mg/L)

Acidi idrossibenzoici (mg/L)

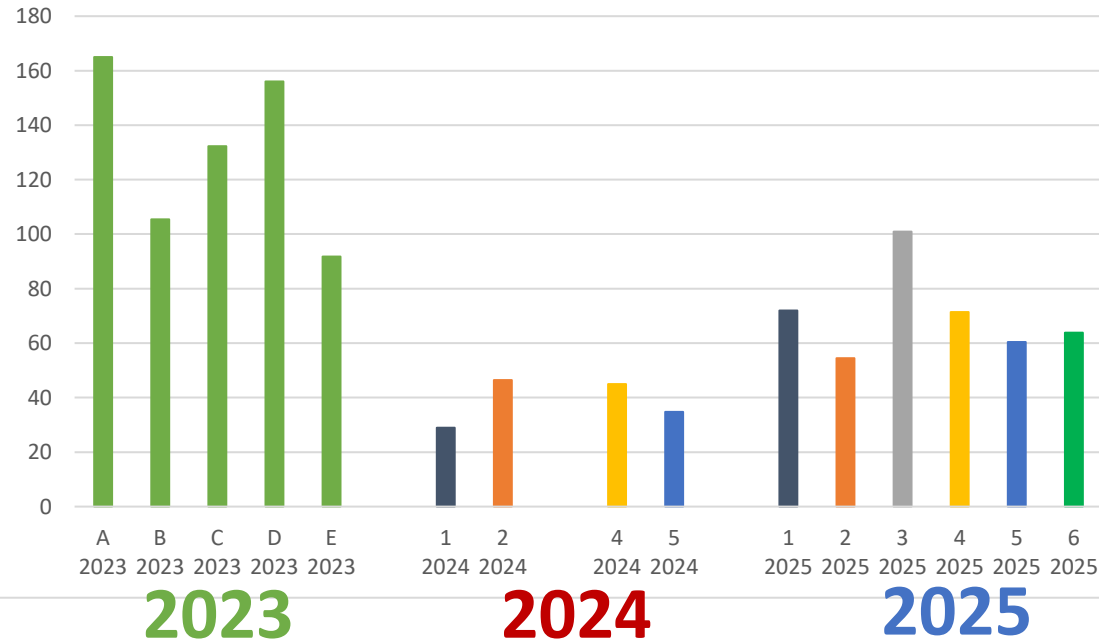


Acidi idrossicinnamici (mg/L)

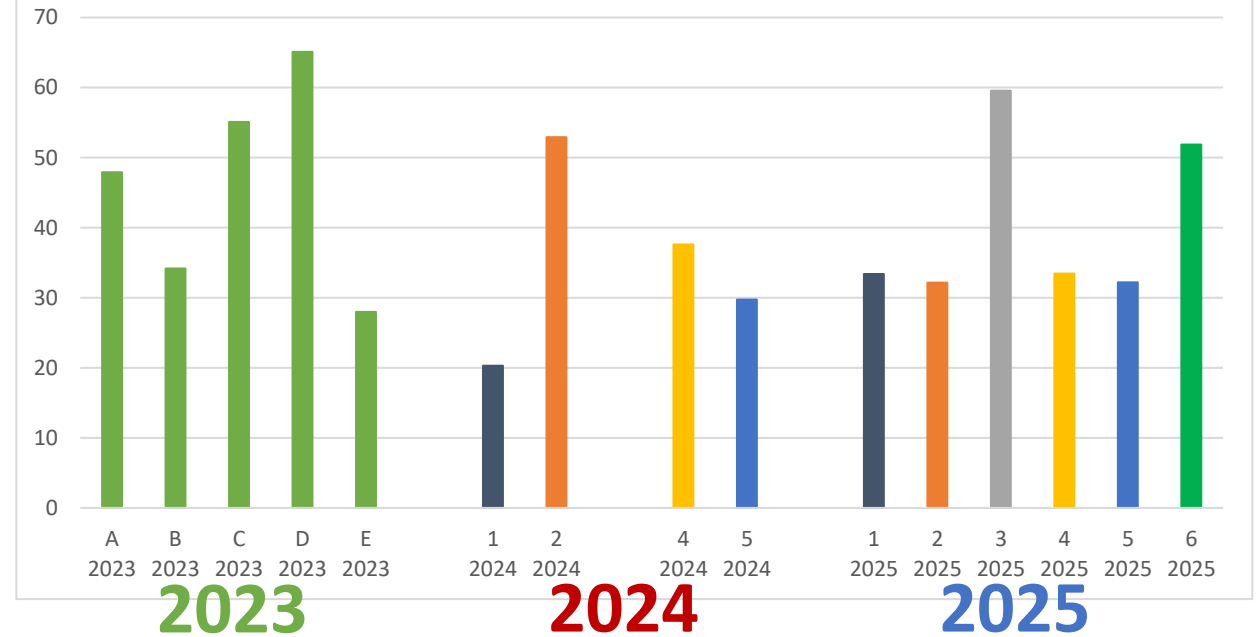


VINI 2023-25: Composti fenolici non antocianinici (mg/L)

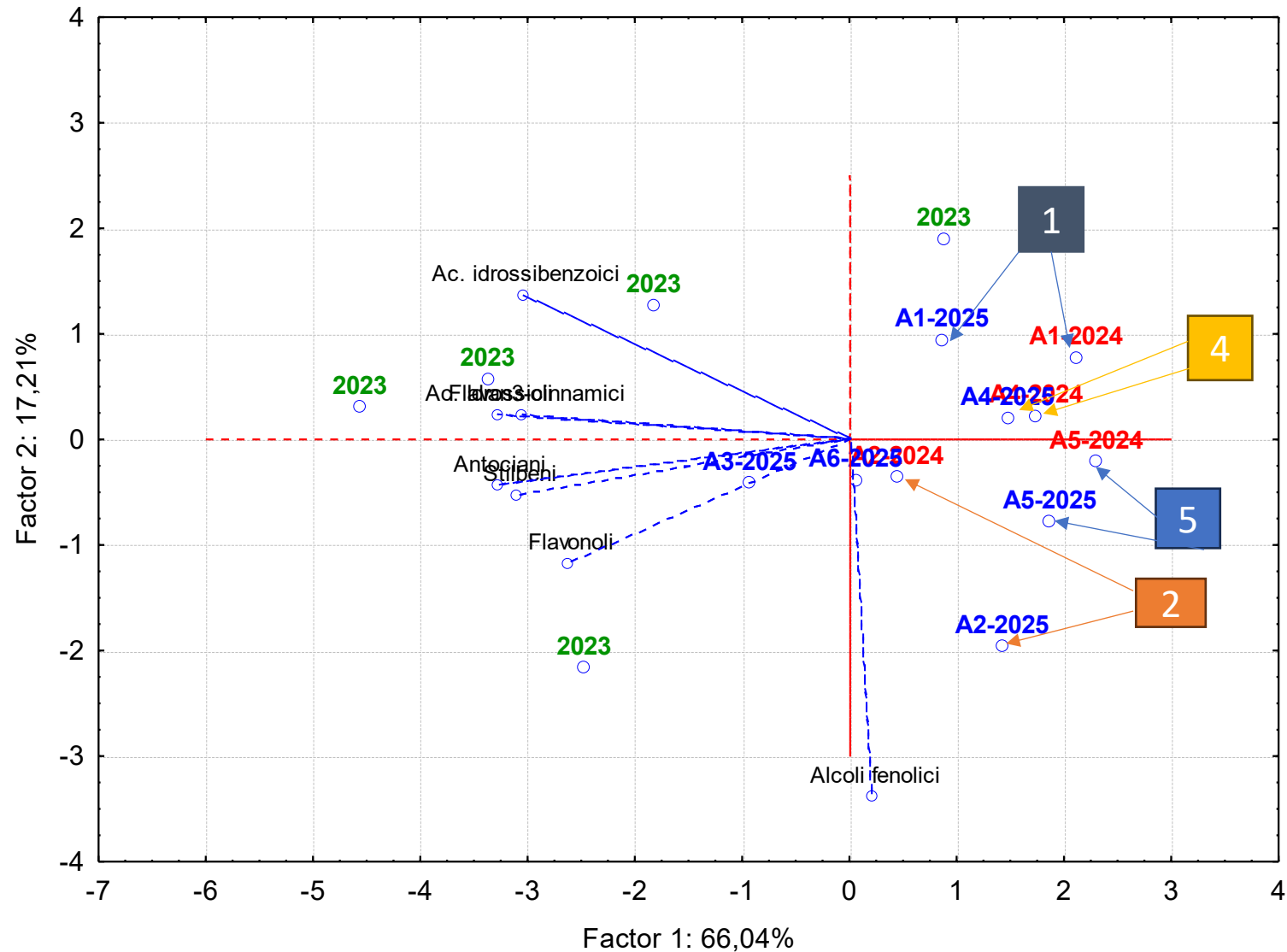
Flavan-3-oli (mg/L)



Flavonoli (mg/L)



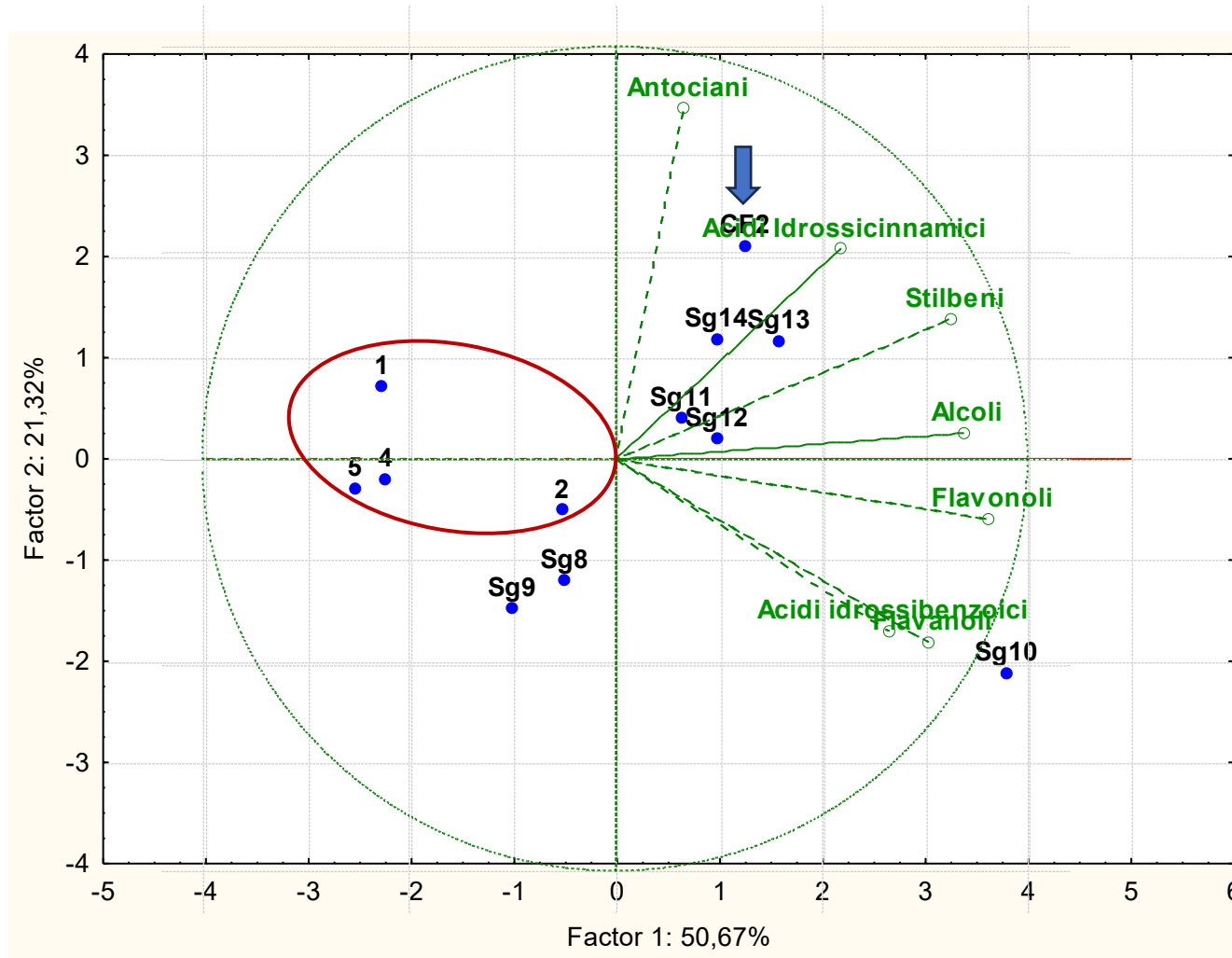
Vini Ciliegiolo 2023-2024: analisi delle componenti principali



Vendemmia 2024

Vini Ciliegiolo, Sangiovese, Cabernet Franc

Analisi delle componenti principali



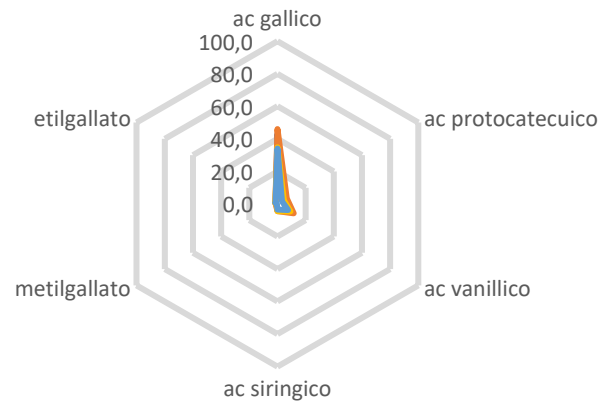
VINI 2023-25: Profilo degli acidi idrossibenzoici (mg/L)

2023



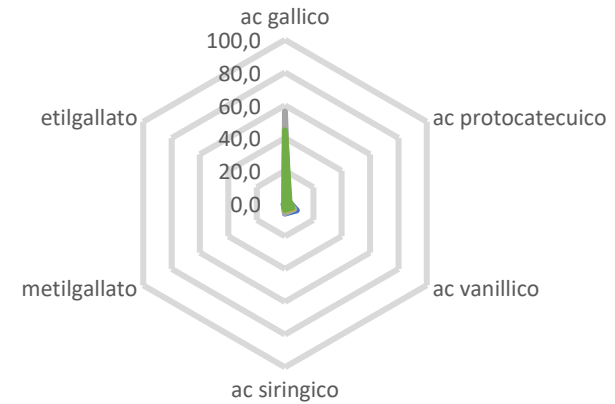
— A — B — C — D — E

2024



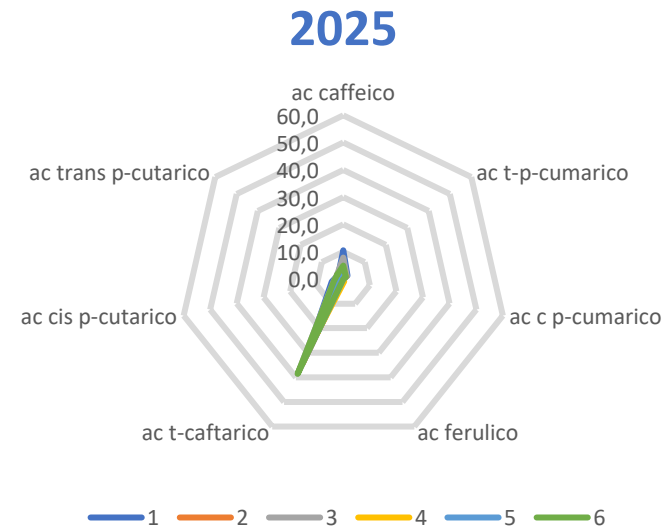
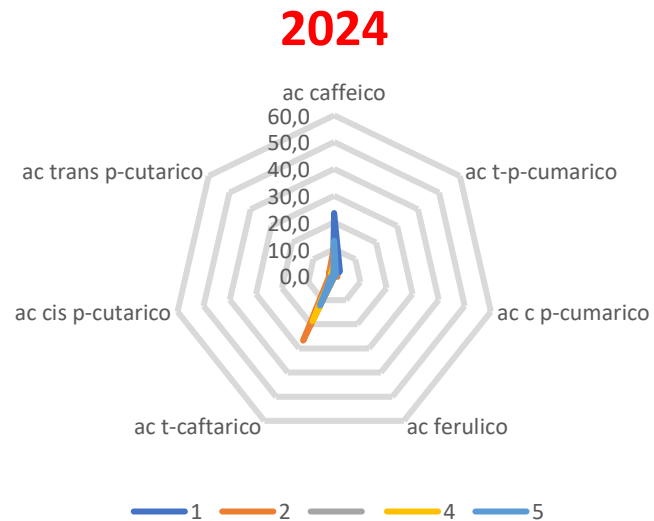
— 1 — 2 — 3 — 4 — 5

2025

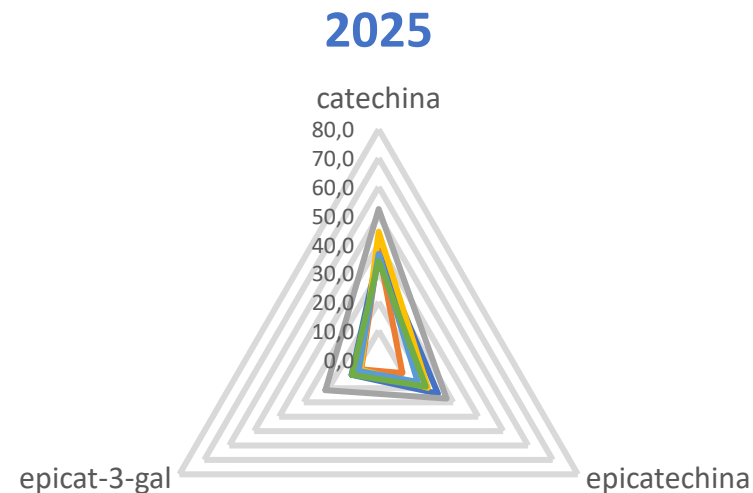
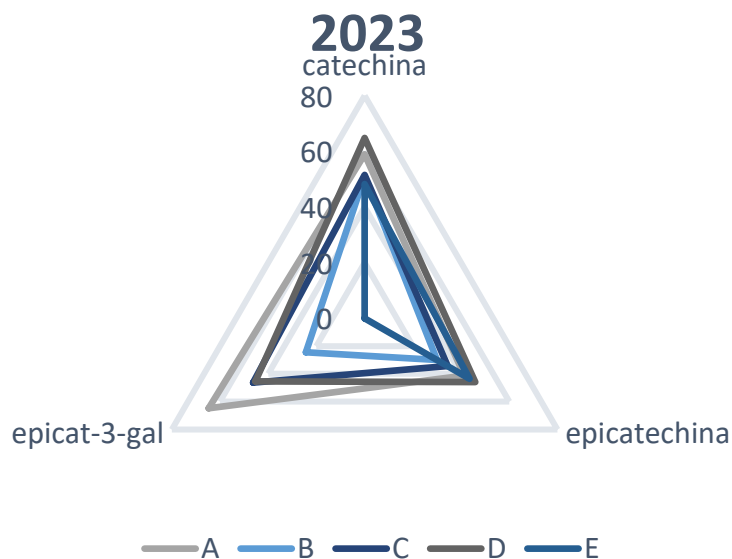
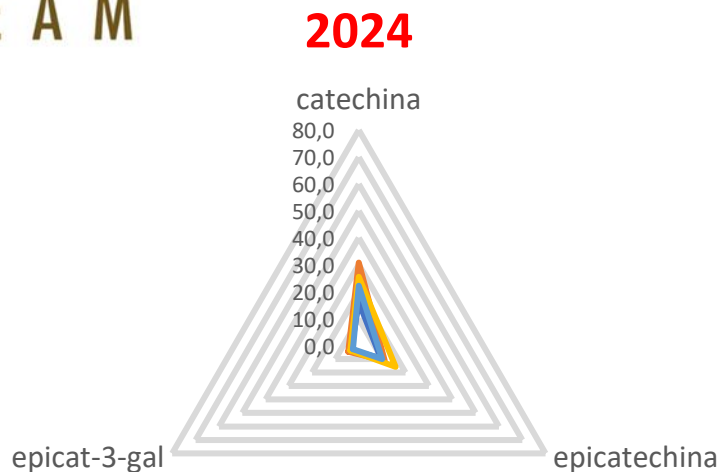


— 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6

VINI 2023-25: Profilo degli acidi idrossicinnamici (mg/L)



VINI 2023-25: Profilo dei flavan-3-oli (mg/L)



— 1 — 2 — 3 — 4 — 5

— 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6

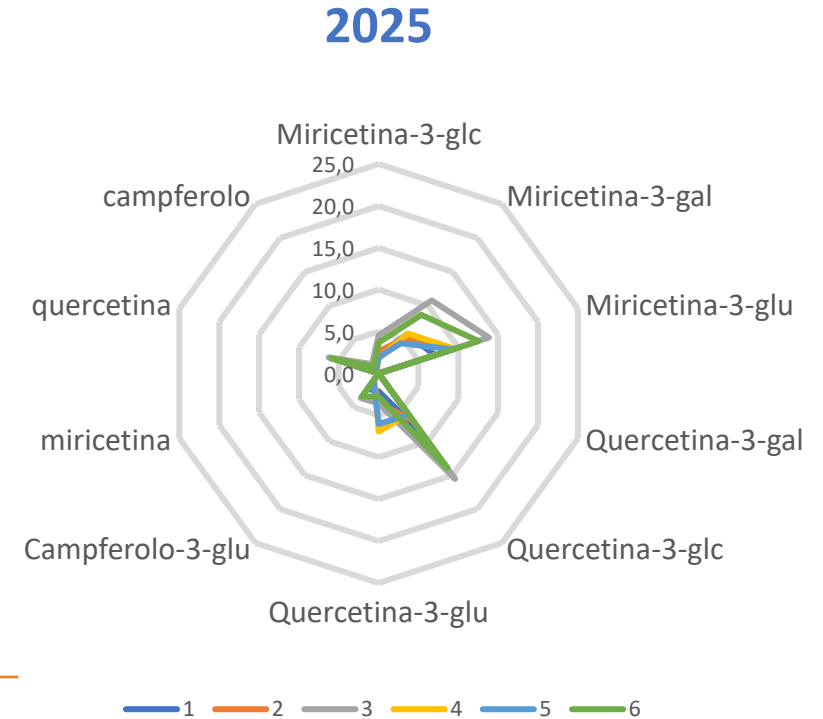
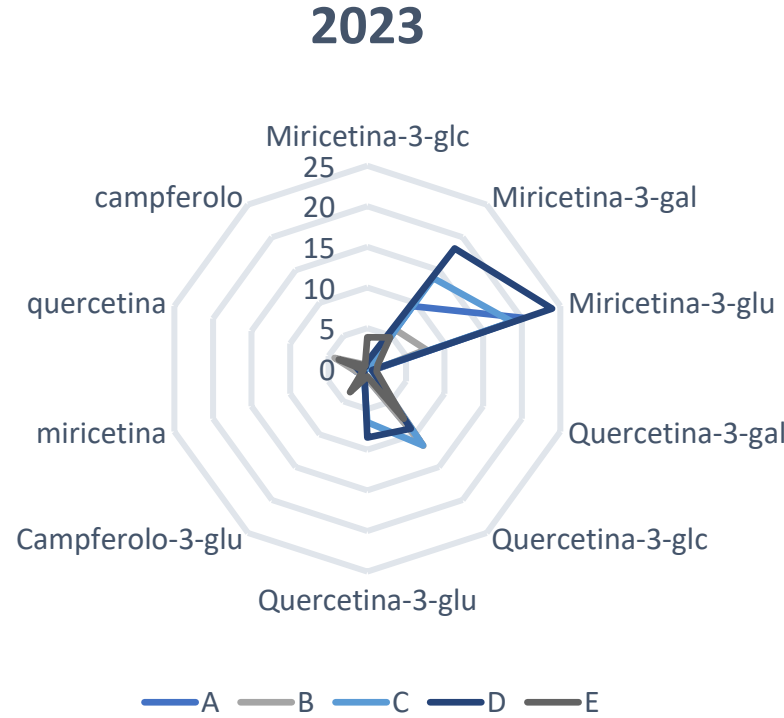
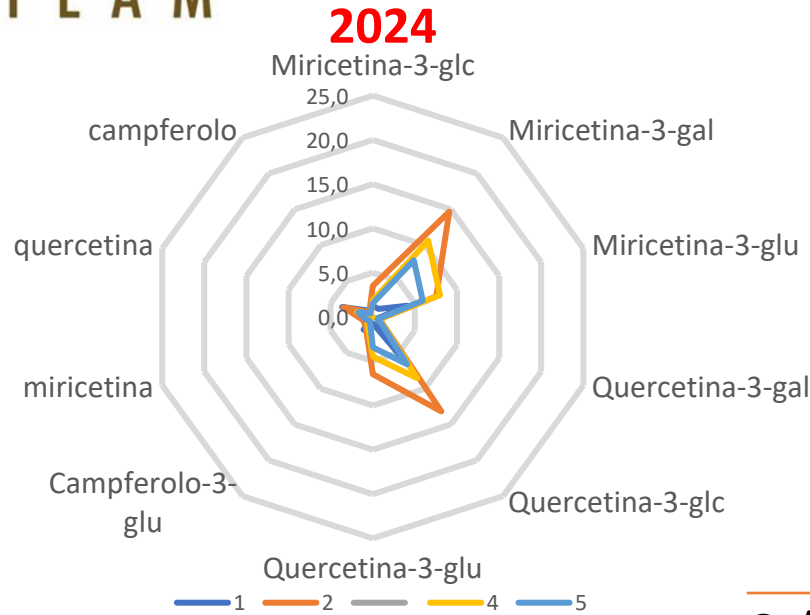
- Catechina/Epicatechina > 1

C/EC	2024	2025		2023
1	1,7	1,6	A	1,4
2	2,8	4,0	B	1,7
3	-	1,9	C	1,5
4	1,6	2,2	D	1,4
5	2,2	2,3	E	1,1
6	-	1,8		

UVE

C/EC	2024	2025
1	0,7	0,7
2	0,5	0,6
3	-	0,7
4	0,5	0,7
5	0,5	0,8
6	-	0,6

VINI 2023-25: Profilo dei flavonoli (mg/L)



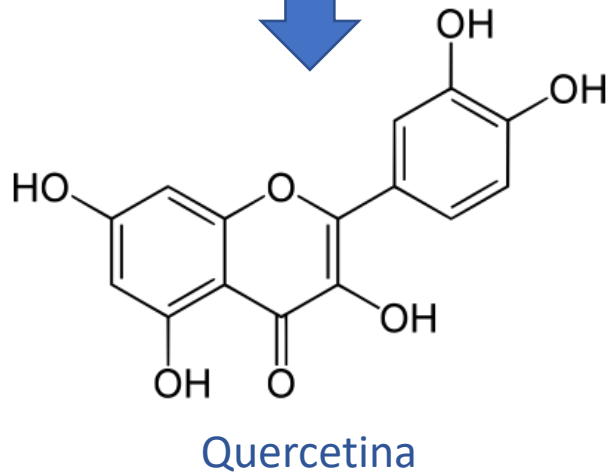
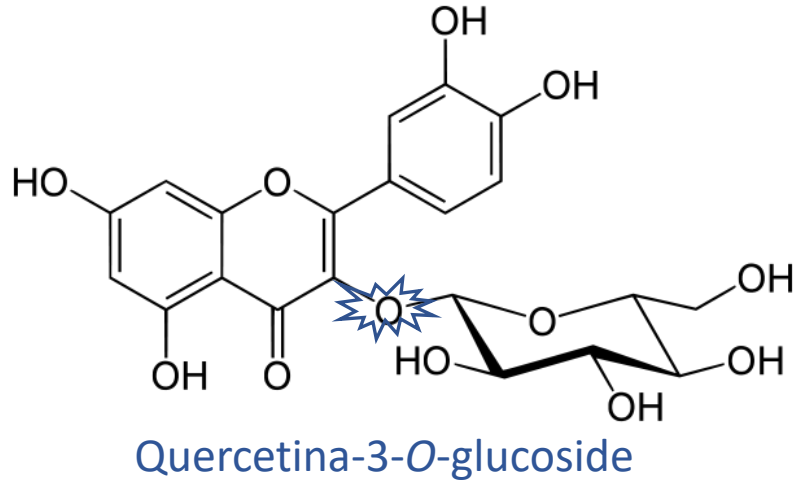
- Vino 1 2024 no Q-3-glu

Qs/Ms	2024	2025		2023
1	1,7	0,8	A	0,5
2	0,9	1,0	B	1,2
3	-	0,9	C	0,6
4	0,8	0,9	D	0,5
5	0,8	0,9	E	1,3
6	-	0,9		

UVE

Qs/Ms	2024	2025
1	1,1	1,4
2	0,8	1,1
3	-	1,0
4	1,1	1,1
5	0,8	1,2
6	-	1,1

Idrolisi dei flavonoli-3-O-glicosidi



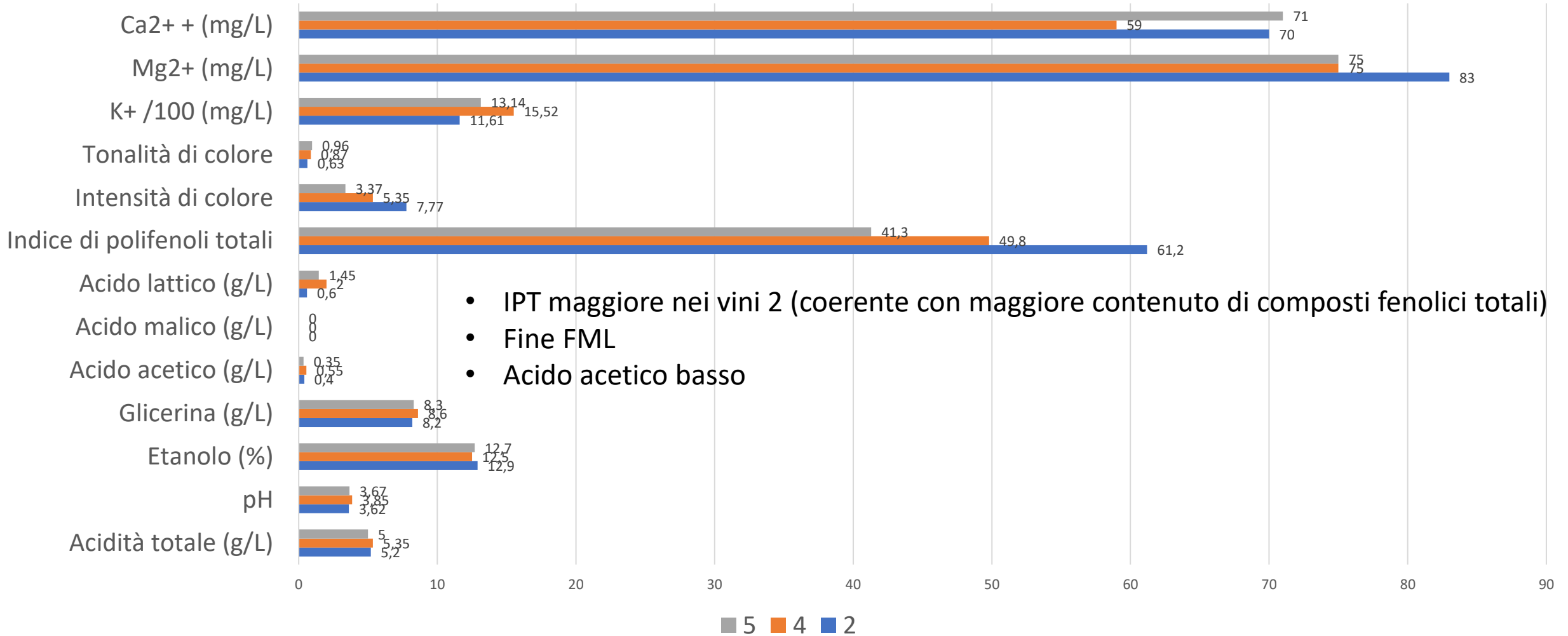
A differenza di quanto riscontrato sulle uve, nei vini i flavonoli glicosidi coesistono insieme alle loro forme agliconiche

IDROLISI DEL LEGAME GLICOSIDICO

- Idrolisi acida, reazioni «lente»
- Idrolisi enzimatica, dovuta alle diverse attività enzimatiche delle uve e dei microorganismi coinvolti nel processo di vinificazione

[Price, 1994]

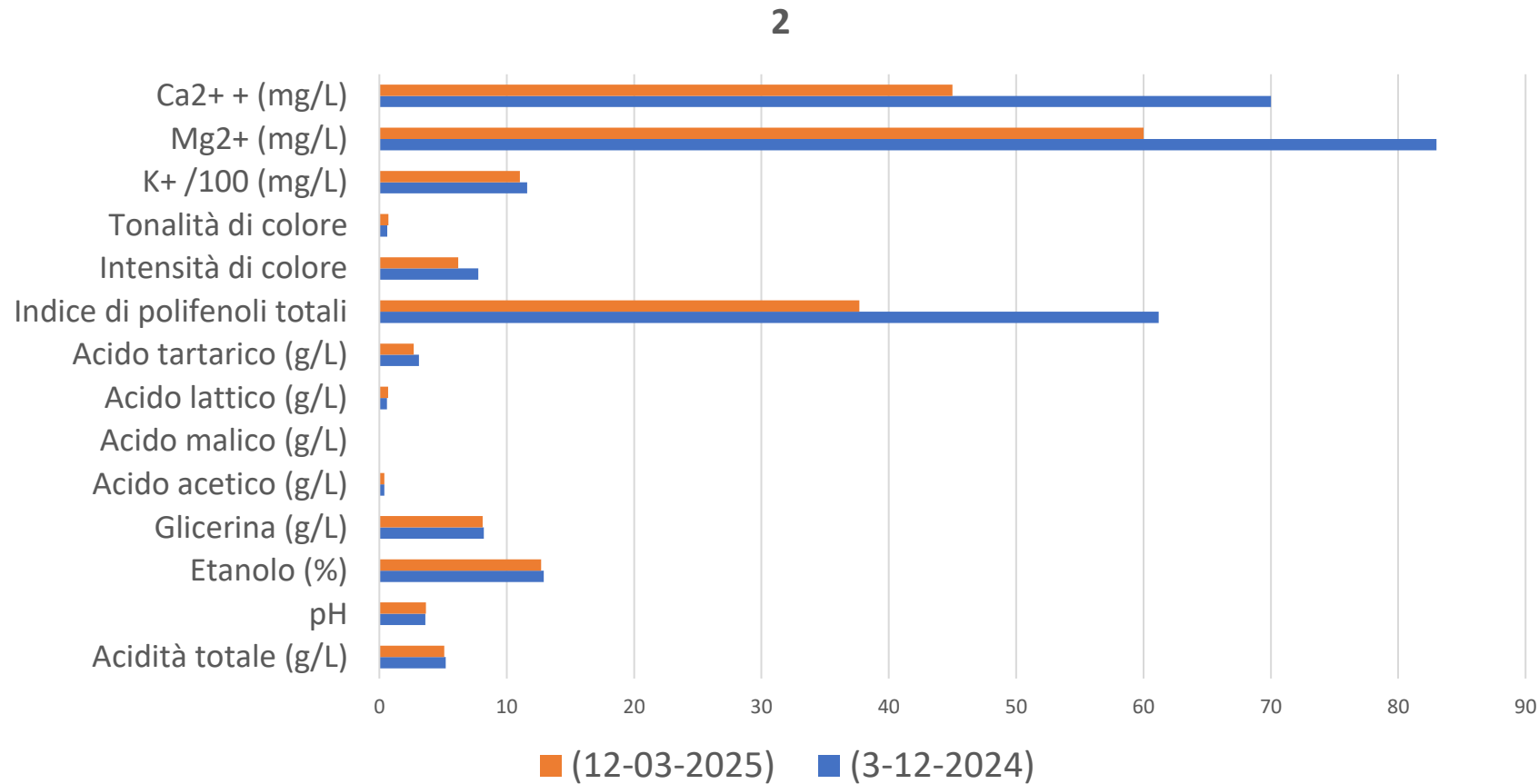
Vini 2024 : monitoraggio dei parametri chimici (3-12-2024)



Vini 2024: Analisi microbiologica e del contenuto di solforosa

(3-12-2024)	2	4	5
<i>S. cerevisiae</i> (UFC/mL)	2,00E+02	9,20E+02	<10
Altri (UFC/mL)	1,30E+02	<10	<10
tipologia	<i>Pichia</i>	-	-
<i>Brettanomyces</i> (UFC/mL)	<10	<10	<10
Batteri lattici (UFC/mL)	2,40E+03	2,54E+05	4,00E+04
tipologia	<i>O. oeni</i>	<i>O. oeni</i>	<i>O. oeni</i>
Batteri acetici (UFC/mL)	<10	80	<10
SO ₂ libera (mg/L)	20	21	33
SO ₂ totale (mg/L)	62	40	78

Vino 2024: monitoraggio parametri chimici in conservazione



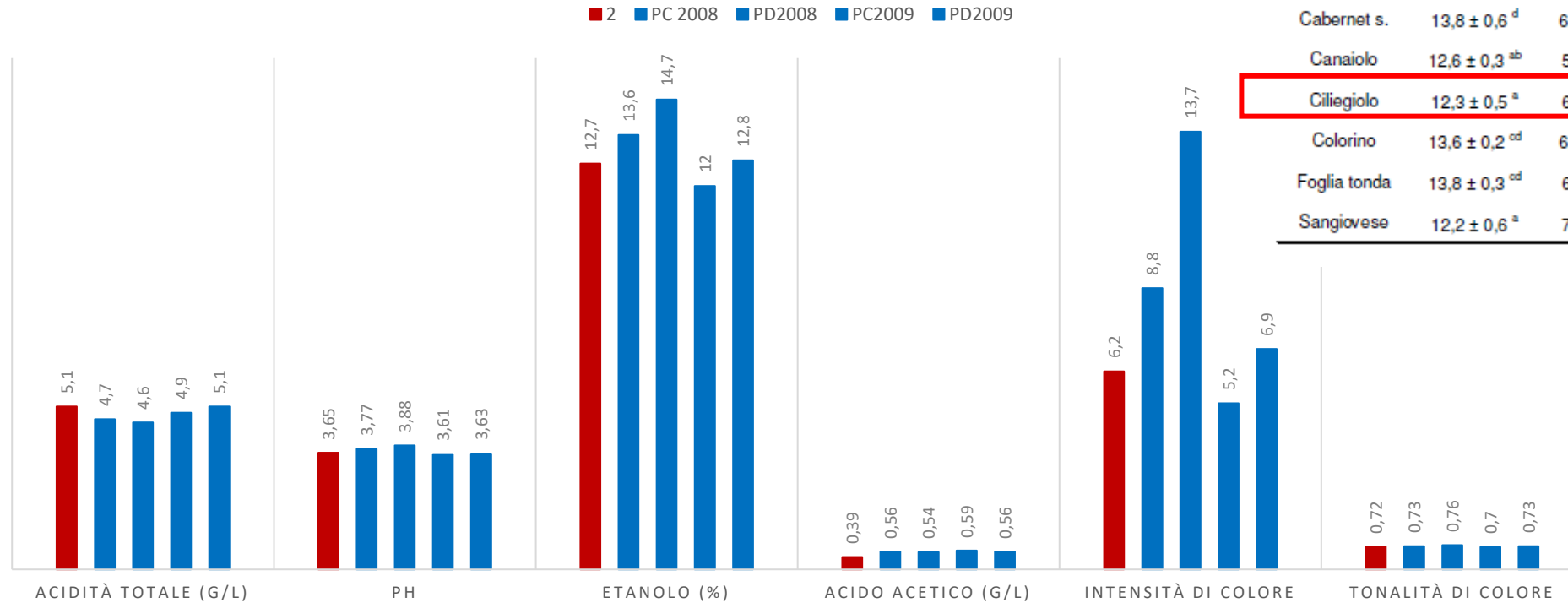
Analisi microbiologica e del contenuto di solforosa dei vini 2024

2	(3-12-2024)	(12-03-2024)
<i>S. cerevisiae</i> (UFC/mL)	2,00E+02	<10
Altri (UFC/mL)	1,30E+02	4,00E+01
tipologia	<i>Pichia</i>	<i>Pichia</i>
<i>Brettanomyces</i> (UFC/mL)	<10	<10
Batteri lattici (UFC/mL)	2,40E+03	8,00E+03
tipologia	<i>O. oeni</i>	<i>O. oeni</i>
Batteri acetici (UFC/mL)	<10	<10
SO ₂ libera (mg/L)	20	13
SO ₂ totale (mg/L)	62	68

Vino 2024: principali parametri enologici confronto con dati di letteratura

Puccioni et al 2013

Cultivar	Etanolo (% v/v)	Acidità totale (g/L Ac.Tartarico)	pH	Acidità volatile (g/L Ac.Acetico)
Barsagliana	13,2 ± 0,5 ^{bc}	6,9 ± 0,43 ^b	3,34 ± 0,17 ^{ab}	0,34 ± 0,05 ^a
Bonamico	12,1 ± 0,3 ^a	6,3 ± 0,21 ^{ab}	3,42 ± 0,08 ^{ab}	0,41 ± 0,06 ^{ab}
Cabernet s.	13,8 ± 0,6 ^d	6,4 ± 0,20 ^{ab}	3,57 ± 0,12 ^b	0,42 ± 0,07 ^{ab}
Canaiole	12,6 ± 0,3 ^{ab}	5,6 ± 0,29 ^a	3,53 ± 0,11 ^b	0,50 ± 0,12 ^b
Ciliegiolo	12,3 ± 0,5^a	6,8 ± 0,46^b	3,25 ± 0,11^a	0,35 ± 0,06^a
Colorino	13,6 ± 0,2 ^{cd}	6,5 ± 0,41 ^{ab}	3,39 ± 0,15 ^{ab}	0,52 ± 0,04 ^b
Foglia tonda	13,8 ± 0,3 ^{cd}	6,8 ± 0,48 ^b	3,33 ± 0,13 ^a	0,37 ± 0,09 ^a
Sangiovese	12,2 ± 0,6 ^a	7,0 ± 0,30 ^b	3,22 ± 0,08 ^a	0,37 ± 0,08 ^a



Puccioni et al 2013: medie delle vendemmia 2009-2011, campionamento dopo **5 mesi di affinamento** in bottiglia

PC e PD da Palliotti et al. 2012 (**7 month old wines**)

Conclusioni

- Effetto annata sulle uve: antociani e composti fenolici 2025>2024

- Caratteristiche varietali delle uve:

- tri/di 2-4
- Qs/Ms 0,8-1,4
- C/EC 0,5-0,8

- Effetto azienda: Vini delle aziende Curti e Capecchi meno variabili nelle due annate rispetto a quelli delle aziende Duchini e Monachini in termini di antociani e composti fenolici

Grazie per l'attenzione

I composti fenolici nelle uve e nei vini di Ciliegiolo

F O O D Magliano in Toscana, 24-02-2025
M I C R O Silvia Mangani
T E A M FoodMicroTeam s.r.l
silvia@foodmicroteam.it
www.foodmicroteam.it

Progetto Ciliegiolo: Effetto dell'ambiente pedoclimatico di coltivazione sulla qualità del vino da uve Ciliegiolo prodotte in Maremma

Intervento realizzato grazie al finanziamento DEFR 2022—Progetto Regionale 8 "Sviluppo sostenibile in ambito rurale e agricoltura di qualità"—Interventi a sostegno dei processi di innovazione organizzativa e di processo produttivo nel settore della cooperazione agricola e nei consorzi forestali. Progetto "Effetto dell'ambiente pedoclimatico di coltivazione sulla qualità del vino da uve Ciliegiolo prodotte in Maremma (Ciliegiolo)" CUP Artea: 1158245

