

Laboratorio di Elettrochimica Applicata

Responsabile: Prof. Massimo Innocenti

Via della Lastruccia 3 - 50019 Sesto Fiorentino (Firenze) Italy

Tel +39 055 4573102

e-mail minnocenti@unifi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIPARTIMENTO
DI CHIMICA
"UGO SCHIFF"

Valutazione della correlazione tra i risultati ottenuti con CDR WineLab[®] e le metodiche ufficiali



Sommario

Sommario	2
1. INTRODUZIONE.....	4
1.1 Scopo	4
1.2 Sistema di analisi CDR WineLab®	4
1.2.1 Analizzatore	4
1.2.2 Pipetta	4
1.2.3 Reagenti.....	5
1.3 Campioni.....	5
2.DETERMINAZIONE DELL' ACIDO ACETICO	6
2.1. L'acido acetico nel vino	6
2.2 Valutazione accuratezza del metodo	7
2.3 Valutazione ripetibilità e riproducibilità del metodo	9
3. DETERMINAZIONE DELL'ACIDITA' TOTALE	10
3.1 L'acidità totale nel vino	10
3.2 Valutazione accuratezza del metodo	11
3.3 Valutazione ripetibilità e riproducibilità del metodo	13
4. DETERMINAZIONE DELL' ACIDO L-MALICO	14
4.1 L'acido malico nel vino	14
4.2 Valutazione dell'accuratezza del sistema.....	15
4.3 Valutazione della ripetibilità e riproducibilità del sistema.....	17
5. DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI ACIDO LATTICO	18
5.1 L'acido lattico nel vino.....	18
5.2 Valutazione accuratezza del metodo	19
5.3 Valutazione ripetibilità e riproducibilità del metodo	21
6. DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI ALCOL.....	23
6.1 L'alcol nel vino	23
6.2 Valutazione accuratezza del metodo	24
6.3 Valutazione ripetibilità e riproducibilità del metodo	26



7. DETERMINAZIONE SO ₂ TOTALE.....	27
7.1 SO ₂ nel vino.....	27
7.2 Valutazione accuratezza del metodo	28
7.3 Valutazione ripetibilità e riproducibilità del metodo	30
8. DETERMINAZIONE DELL'ANIDRIDE SOLFOROSA LIBERA	31
8.1 SO ₂ libera nel vino.....	31
8.2 Valutazione accuratezza del metodo	33
8.3 Valutazione ripetibilità e riproducibilità del metodo	34
9. DETERMINAZIONE DEGLI ZUCCHERI.....	35
9.1 Gli zuccheri fermentescibili nel vino.....	35
9.2 Valutazione accuratezza del metodo	36
9.3 Valutazione ripetibilità e riproducibilità del metodo	38
10. IPT (Indice Polifenoli Totali).....	40
10.1 L'indice dei polifenoli totali nel vino.....	40
10.2 Valutazione accuratezza del metodo	41
10.3 Valutazione ripetibilità del metodo.....	43
11. CONCLUSIONI	44
Bibliografia.....	45



1. INTRODUZIONE

1.1 Scopo

Valutazione della correlazione tra i risultati ottenuti con CDR WineLab[®] e le metodiche ufficiali previste dall'OIV (Organizzazione Internazionale della Vigna e del Vino) sui seguenti parametri:

- Acido acetico
- Acidità totale
- Acido L-Malico
- Acido L-Lattico
- Alcol
- SO₂ totale
- SO₂ libero
- Zuccheri
- IPT (Indice Polifenoli Totali)

Per verificare la presenza di una correlazione tra i dati è stato impiegato il coefficiente di correlazione di Pearson (R^2).

1.2 Sistema di analisi CDR WineLab[®]

Il sistema di analisi CDR WineLab[®] è composto da un analizzatore basato su tecnologia fotometrica, una pipetta dedicata e **reagenti pre-infiati monouso**, sviluppati appositamente dai laboratori di ricerca di CDR.

CDR WineLab[®] fa parte della linea di sistemi di analisi CDR FoodLab[®] che permettono di determinare numerosi parametri chimici in diversi prodotti alimentari.

1.2.1 Analizzatore

L'analizzatore è provvisto di celle di lettura equipaggiate con sistemi di incubazione termostatati a 37° C e emettitori a LED a lunghezze d'onda fissa con una potenza che rende possibile la lettura di assorbanze sino a 6 D.O.

Lo strumento permette di eseguire contemporaneamente più analisi sullo stesso campione oppure l'analisi dello stesso parametro su 16 campioni diversi in parallelo. L'analizzatore che viene fornito pre-calibrato, non necessita di ulteriori calibrazioni.

Caratteristiche del sistema utilizzato per questo studio:

- CDR WineLab[®]: n° 671
- Anno di produzione: 2019

1.2.2 Pipetta

Insieme al sistema di analisi CDR WineLab[®], viene fornita una pipetta 10-100 μ L e una da 50 μ L con



cui è possibile prelevare i volumi richiesti in tutte le analisi eseguite.

1.2.3 Reagenti

I reagenti utilizzati in questo studio vengono forniti da CDR in kit da 10 test pronti all'uso.

All'interno di ogni kit, specifico per una particolare analisi, troviamo 10 provette monouso contenenti il **reagente pre-infiato e eventuali reagenti da aggiungere nella provetta per la specifica applicazione.**

1.3 Campioni

Il confronto dei risultati ottenuti con il sistema di analisi CDR WineLab® e il metodo di riferimento è stato eseguito su 22 campioni di vino commerciale di varia provenienza forniti dalla Ditta CDR.

I vini campione bianchi, rossi e rosé oggetto di analisi sono stati scelti in modo da rappresentare la varietà dei vitigni coltivati in Italia.

	Tipo di vino	Provenienza	Colore
Campione 1	Chardonnay	Sicilia	Bianco
Campione 2	Viognier	Sicilia	Bianco
Campione 3	Pinot Grigio	Alto Adige	Bianco
Campione 4	Müller Thurgau	Trentino	Bianco
Campione 5	Pinot Bianco	Italia	Bianco
Campione 6	Tavernello	Italia	Bianco
Campione 7	Vermentino	Sardegna	Bianco
Campione 8	Trebbiano del Rubicone	Emilia-Romagna	Bianco
Campione 9	Lagrein	Alto Adige	Rosé
Campione 10	Negroamaro	Salento	Rosé
Campione 11	Tavernello	Italia	Rosso
Campione 12	Montecucco	Toscana	Rosso
Campione 13	Cannonau	Sardegna	Rosso
Campione 14	Chianti	Toscana	Rosso
Campione 15	Merlot	Sicilia	Rosso
Campione 16	Dolcetto D'Alba	Piemonte	Rosso



Campione 17	Cabernet	Veneto	Rosso
Campione 18	Syrah	Sicilia	Rosso
Campione 19	BIO V132	Toscana	Rosso
Campione 20	BIO S21	Toscana	Rosso
Campione 21	Vermentino	Toscana	Bianco
Campione 22	Trebbiano	Toscana	Bianco

Tabella 1.1: Caratteristiche dei campioni di vino analizzati.

2.DETERMINAZIONE DELL' ACIDO ACETICO

2.1. L'acido acetico nel vino

La quantità di acido acetico presente nel vino, espressa in g/L, viene definita acidità volatile e costituisce un parametro chimico da tenere attentamente sotto controllo nel corso di tutto il processo di vinificazione poiché la sua concentrazione è indice della salute dell'uva, di come procede la fermentazione e dello stato di conservazione del prodotto. Il suo tenore è quindi legato alla qualità del vino.

Un eccesso di acidità volatile, rilevato alla degustazione, basta per far giudicare negativamente un vino ed è per questo un parametro che è sottoposto a limiti massimi stabiliti dalla legge. In particolare i limiti fissati dal Reg. UE 1493/99, salvo deroghe per alcuni prodotti (per vini sottoposti a lungo invecchiamento in fusto e per i vini liquorosi da marciume nobile), sono di 1,08 g/L di acido acetico per i vini bianchi e rosati e di 1,2 g/L per i vini rossi.

L'acido acetico si può formare in piccole quantità, come prodotto secondario della fermentazione alcolica e malolattica, ma in questi casi l'acidità volatile rimane al di sotto di 0,7 g/L, concentrazione che non interferisce con il gusto.

Invece un incremento maggiore di acido acetico del vino è spesso opera di batteri, Acetobacter, che causano il così detto "spunto acetico". La formazione di acidità volatile avviene in ambiente ossidante in cui, tramite l'utilizzo di ossigeno atmosferico, questi batteri acetici aerobi trasformano l'alcol etilico in acido acetico e acqua. Lo spunto è la fase iniziale dell'acescenza, malattia molto grave che rende il vino inadatto al consumo.

I batteri acetici sono presenti ovunque: sulle uve, nelle cantine, sui muri, nel suolo e all'interno stesso del legno dei contenitori vuoti. Anche limitando quanto più possibile le contaminazioni, il vino, soprattutto se non solfitato, ne contiene un certo numero. È fondamentale quindi porre i vini in condizioni tali che lo sviluppo dei batteri sia il più contenuto possibile.

Anche l'uso di lieviti non selezionati aumenta la possibilità di considerevoli percentuali di acidità volatile, soprattutto se abbinati a uve scarsamente dotate di lieviti e di sostanze azotate. Infatti l'insieme di queste condizioni rende elevato il rischio di mancate partenze o di arresti di



fermentazione che potrebbero causare un incremento di acidità volatile. *Durante gli arresti fermentativi, ogni volta che l'attività del lievito cessa prima del consumo totale di zuccheri, i batteri lattici anaerobi si attivano e possono utilizzare questi zuccheri nel loro metabolismo per produrre acido acetico (spunto lattico).*

L'acido acetico si può trovare anche nel mosto se le uve non sono *in uno stato ottimale di salute*. La presenza di batteri lattici e di lieviti è favorita da particolari condizioni come marciume acido e da attacchi di parassiti che, lacerando la buccia dell'uva, ne favoriscono lo sviluppo. A causa di queste alterazioni si può avere l'inizio non voluto della fermentazione di zuccheri con formazione di acido acetico.

Per tutti questi motivi la determinazione dell'acido acetico viene effettuata frequentemente in cantina: prima della svinatura, prima di ogni travaso e prima dell'imbottigliamento.

L'acidità volatile viene determinata su un distillato del vino ottenuto per distillazione in corrente di vapore. Questo distillato viene poi titolato con NaOH 0,1 N utilizzando la fenolftaleina come indicatore come prevede il metodo OIV-MA-AS313-02.

In alternativa l'HPLC può essere utilizzata nella determinazione simultanea di acidi organici secondo il metodo OIV-MA-AS313-04 e permette la quantificazione anche dell'acido acetico.

2.2 Valutazione accuratezza del metodo

L'accuratezza del metodo messo a punto da CDR viene valutata determinando la correlazione tra i risultati delle analisi di 22 campioni di vino (*Tabella 1.1*) ottenuti con CDR WineLab[®] e quelli ottenuti con il metodo HPLC (High Performance Liquid Chromatography) come previsto dal metodo di riferimento OIV-MA-AS313-04.

	Acido Acetico (g/L)	
	CDR WineLab [®]	Riferimento
Campione 1	0,29	0,22
Campione 2	0,23	0,16
Campione 3	0,28	0,24
Campione 4	0,15	0,16
Campione 5	0,40	0,38
Campione 6	0,15	0,17
Campione 7	0,45	0,47
Campione 8	0,20	0,16
Campione 9	0,22	0,2



Campione 10	0,28	0,26
Campione 11	0,49	0,42
Campione 12	0,49	0,48
Campione 13	0,38	0,39
Campione 14	0,39	0,37
Campione 15	0,71	0,72
Campione 16	0,46	0,43
Campione 17	0,44	0,41
Campione 18	0,68	0,69
Campione 19	0,39	0,36
Campione 20	0,33	0,28
Campione 21	0,24	0,25
Campione 22	0,15	0,15

Tabella 2.1: Risultati di Acido Acetico ottenuti con CDR WineLab[®] e con il metodo di riferimento.

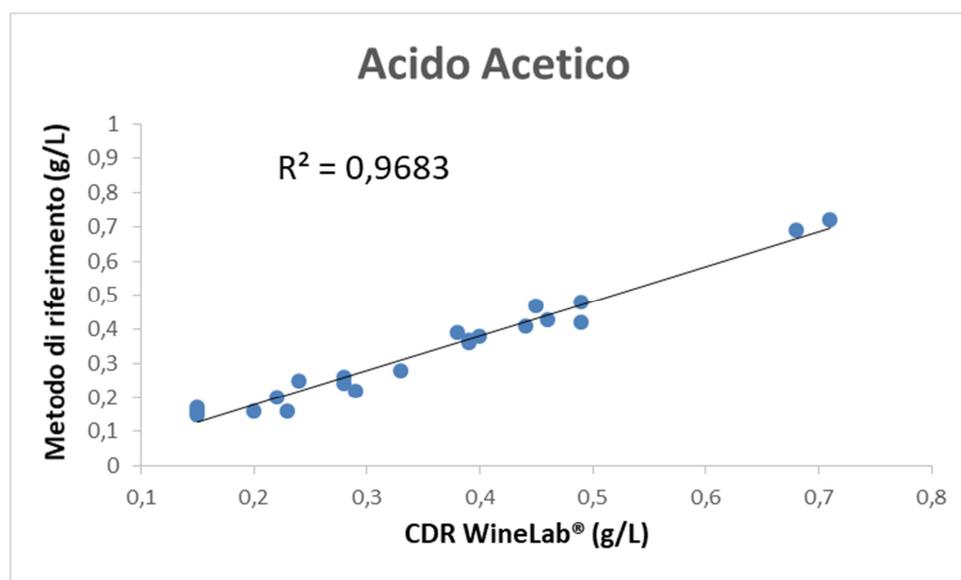


Figura 2.1: Correlazione tra CDR WineLab[®] e metodo di riferimento

I due metodi risultano correlati ($R^2 = 0,9683$).



2.3 Valutazione ripetibilità e riproducibilità del metodo

La ripetibilità e la riproducibilità del metodo CDR WineLab[®] sono state valutate analizzando due diverse soluzioni TITRIVIN, soluzioni di riferimento certificate per laboratori di enologia.

In particolare sono stati scelti TITRIVIN AA1 (n° lotto A 03171222 1) il cui valore di acido acetico dichiarato dal produttore risulta essere 0.28 ± 0.04 g/L (l'incertezza viene espressa con un fattore di copertura $k=2$) e TITRIVIN AA4 (n° lotto A 03171222 4) il cui valore di acido acetico risulta 0.72 ± 0.05 g/L. La scelta dei due standard è stata fatta in modo tale da testare la ripetibilità del metodo sia a valori bassi sia a valori alti di acido acetico. Per ogni standard sono state eseguite 5 analisi consecutive ripetendo il test per 5 giorni diversi.

Di seguito vengono riportati i dati ottenuti:

TITRIVIN AA1:

	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5
	0,32	0,31	0,32	0,32	0,31
	0,33	0,30	0,32	0,33	0,33
	0,32	0,32	0,30	0,33	0,30
	0,31	0,32	0,32	0,32	0,30
	0,31	0,31	0,32	0,31	0,31
Media	0,32	0,31	0,32	0,32	0,31
Deviazione standard	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Tabella 2.2: Risultati di acido acetico ottenuti dall'analisi di TITRIVIN AA1 con CDR WineLab[®]

n° totale analisi	Valore min. (g/L)	Valore max. (g/L)	Media (g/L)	Deviazione standard (g/L)
25	0,30	0,33	0,32	0,01

Tabella 2.3: Riproducibilità della misura di acido acetico ottenuta dall'analisi di TITRIVIN AA1 con CDR WineLab[®]



TITRIVIN AA4:

	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5
	0,73	0,75	0,73	0,73	0,73
	0,72	0,75	0,75	0,75	0,75
	0,74	0,74	0,74	0,74	0,70
	0,72	0,73	0,76	0,75	0,73
	0,72	0,74	0,72	0,72	0,70
Media	0,73	0,74	0,74	0,74	0,72
Deviazione standard	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02

Tabella 2.4: Risultati di acido acetico ottenuti dall'analisi di TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

n° totale analisi	Valore min. (g/L)	Valore max. (g/L)	Media (g/L)	Deviazione standard (g/L)
25	0,70	0,76	0,73	0,02

Tabella 2.5: Riproducibilità della misura di acido acetico ottenuta dall'analisi di TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

Il valore medio di acido acetico misurato in TITRIVIN AA1 risulta essere 0,32 g/L \pm 0,02 g/L e 0,73 g/L \pm 0,04 g/L in TITRIVIN AA4. Il valore ottenuto con CDR WineLab® viene riportato con un'incertezza di misura espressa come incertezza estesa ad un intervallo di confidenza del 95% con fattore di copertura k=2.

Il sistema CDR WineLab® fornisce un valore in accordo con quello dello standard e dimostra una buona ripetibilità e riproducibilità nella determinazione dell'acido acetico.

3. DETERMINAZIONE DELL'ACIDITA' TOTALE

3.1 L'acidità totale nel vino

L'acidità totale comprende l'insieme degli acidi fissi (tartarico, malico, succinico, lattico, citrico) e volatili (acido acetico ma anche minime quantità di acido propionico, butirrico, formico) presenti nei mosti o nei vini; non sono comprese le acidità derivate da CO₂ ed SO₂.

Le sostanze acide si formano naturalmente durante la maturazione dell'uva e durante i processi di fermentazione. Nelle corrette proporzioni risultano fondamentali per dare al vino un carattere distinto a livello di gusto, ma anche per garantire la sua conservazione nel tempo poiché l'acidità influenza la stabilità microbiologica e ossidativa.



L'acidità dona freschezza al vino, ne influenza il colore, il profumo e, in equilibrio con i sapori dolci e secchi degli altri componenti, contribuisce al gusto del prodotto finale; un'acidità troppo elevata rende il vino aspro, troppo bassa lo rende piatto e insipido.

Il tenore di acido totale è variabile nel tempo per lo stato di instabilità naturale del vino e non c'è coincidenza tra acidità del mosto e acidità del vino poiché nel passaggio da mosto a vino saranno consumati e prodotti diversi acidi grazie a l'attività microbiologica di lieviti e batteri.

L'analisi dell'acidità totale è quindi utile per controllare il corretto andamento della fermentazione, prevenire e/o verificare l'insorgere di alterazioni e valutare il corretto funzionamento di tutte le fasi di produzione del vino in modo da procedere a eventuali aggiustamenti.

Per queste ragioni, nel processo di produzione di un vino, l'acidità totale è una delle analisi enologiche più importanti e frequenti.

Poiché l'acido tartarico è generalmente presente in misura maggiore, l'acidità totale viene convenzionalmente espressa in g/L di acido tartarico e viene solitamente determinata per titolazione manuale, con una base forte (NaOH 1 N) utilizzando come indicatore il blu bromotimolo.

3.2 Valutazione accuratezza del metodo

L'accuratezza del metodo messo a punto da CDR viene valutata determinando la correlazione tra i risultati di 22 campioni di vino (*Tabella 1.1*) ottenuti tramite le analisi effettuate con CDR WineLab[®] e quelli ottenuti con il metodo di riferimento OIV-MA-AS313-01 R2015 par 5.2.

	Acidità totale (g/L di acido tartarico)	
	CDR WineLab [®]	Riferimento
Campione 1	5,5	5,5
Campione 2	5,8	5,5
Campione 3	4,9	4,8
Campione 4	5,6	5,3
Campione 5	4,7	4,7
Campione 6	5,6	5,4
Campione 7	4,6	4,8
Campione 8	5,0	5,2
Campione 9	5,4	5,2
Campione 10	5,5	5,4
Campione 11	5,3	5,1



Campione 12	5,7	5,5
Campione 13	5,5	5,3
Campione 14	5,0	5,0
Campione 15	6,0	5,9
Campione 16	4,9	4,7
Campione 17	4,6	4,9
Campione 18	6,0	6,1
Campione 19	4,9	4,9
Campione 20	4,5	4,4
Campione 21	4,6	4,6
Campione 22	6,5	6,2

Tabella 3.1: Risultati della misura di acidità totale ottenuti con CDR WineLab® e con il metodo di riferimento.

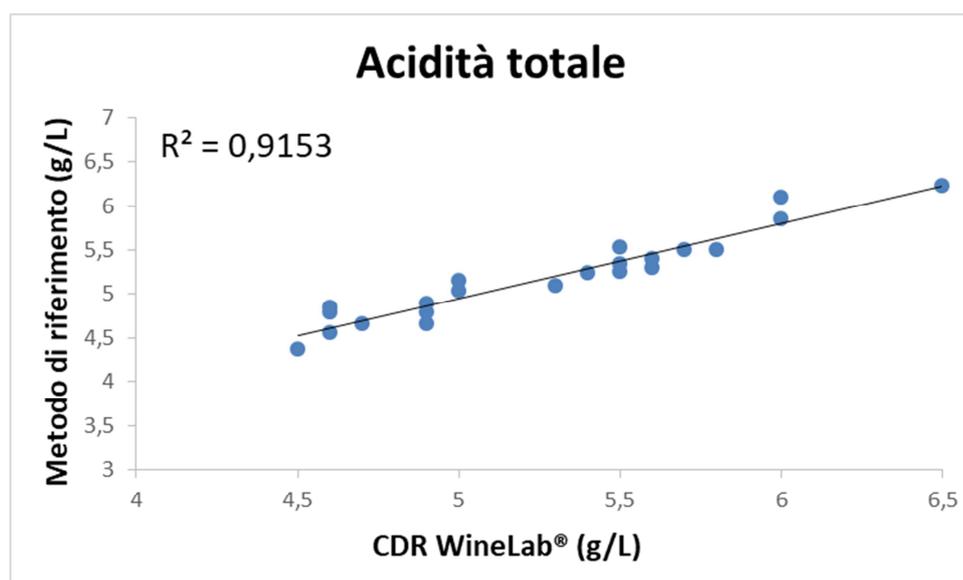


Figura 3.1: Correlazione tra CDR WineLab® e metodo di riferimento

I due metodi dimostrano un coefficiente di correlazione $R^2 = 0,9153$. Questa correlazione non ottima è però il risultato di una distribuzione dei valori misurati sui 22 campioni, in un intervallo ristretto (tutti i campioni risultano avere valori compresi in tra 4,5 e 6,5 g/L di acido tartarico anche se il contenuto equivalente di acido tartarico in un vino si colloca tra 2 e 9 g/l.). Il coefficiente di correlazione di Pearson è un indice poco robusto il cui valore può cambiare sensibilmente in base a



pochi valori estremi e la bassa dispersione dei campioni nella scala dell'acidità totale influisce negativamente sulla stima della correlazione.

3.3 Valutazione ripetibilità e riproducibilità del metodo

La ripetibilità e la riproducibilità del metodo CDR WineLab[®] vengono valutate analizzando due diverse soluzioni di riferimento certificate: TITRIVIN AA1 (n° lotto A 03171222 1) il cui valore di acidità dichiarato dal produttore risulta essere 4.01 ± 0.25 g/L e TITRIVIN AA4 (n° lotto A 03171222 4) con un'acidità totale pari a 8.59 ± 0.12 g/L. Tutti i valori di acidità sono riportati come g/L di acido tartarico.

La scelta dei due standard è stata fatta in modo tale da testare la ripetibilità del metodo sia a valori bassi sia a valori alti di acidità totale. Per ogni standard sono state eseguite 5 analisi consecutive ripetendo il test per 5 giorni consecutivi.

Di seguito vengono riportati i dati ottenuti:

TITRIVIN AA1:

	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5
	4,0	4,2	4,0	4,0	4,0
	3,9	4,3	4,0	3,9	4,0
	3,9	4,2	3,9	3,9	3,9
	4,1	3,9	3,8	3,9	4,2
	4,2	3,8	3,9	3,9	3,9
Media	4,0	4,1	3,9	3,9	4,0
Deviazione standard	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1

Tabella 3.2: Risultati di acidità totale ottenuti dall'analisi di TITRIVIN AA1 con CDR WineLab[®]

n° totale analisi	Valore min. (g/L)	Valore max. (g/L)	Media (g/L)	Deviazione standard (g/L)
25	3,8	4,3	4,0	0,1

Tabella 3.3: Riproducibilità della misura di acidità totale ottenuta dall'analisi di TITRIVIN AA1 con CDR WineLab[®]



TITRIVIN AA4:

	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5
	8,3	8,6	8,2	8,3	8,6
	8,3	8,3	8,2	8,3	8,5
	8,5	8,4	8,4	8,4	8,5
	8,5	8,3	8,4	8,3	8,4
	8,4	8,3	8,4	8,4	8,6
Media	8,4	8,4	8,3	8,3	8,5
Deviazione standard	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Tabella 3.4: Risultati di acidità totale ottenuti dall'analisi di TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

n° totale analisi	Valore min. (g/L)	Valore max. (g/L)	Media (g/L)	Deviazione standard (g/L)
25	8,2	8,6	8,4	0,1

Tabella 3.5: Riproducibilità della misura di acidità totale ottenuta dall'analisi di TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

Il valore medio di acidità misurato in TITRIVIN AA1 risulta essere $4,0 \text{ g/L} \pm 0,2 \text{ g/L}$ e $8,4 \text{ g/L} \pm 0,2 \text{ g/L}$ in TITRIVIN AA4. Il valore ottenuto con CDR WineLab® viene riportato con un'incertezza di misura espressa con un intervallo di confidenza del 95% (fattore di copertura $k=2$). Si osserva una buona ripetibilità e riproducibilità del metodo e i valori di acidità ottenuti con CDR WineLab® risultano concordi con i valori degli standard.

4. DETERMINAZIONE DELL' ACIDO L-MALICO

4.1 L'acido malico nel vino

L'acido L-malico si origina nell'acino d'uva e la sua sintesi è legata alle condizioni meteorologiche, alle caratteristiche del suolo e a quelle del vitigno. La sua concentrazione nell'acino diminuisce rapidamente e in modo regolare dal momento dell'invasatura, mentre è più lentamente in seguito. Nel vino l'acido L-malico mantiene la concentrazione che aveva nell'uva se il prodotto non subisce fermentazione malolattica, mentre diminuisce arrivando a concentrazioni inferiori a $0,2 \text{ g/L}$ se questa fermentazione avviene.

La fermentazione malolattica è il processo che in modo naturale permette di mantenere la stabilità



biologica di un vino. Nonostante venga definito “fermentazione”, la degradazione dell’acido L-malico è un processo enzimatico grazie al quale questo acido, aggressivo e pungente, viene convertito nel più delicato acido L-lattico. Questo permette generalmente di ottenere un vino più morbido ed equilibrato, con una maggiore complessità aromatica e una maggiore persistenza. Indispensabile per garantire la stabilità biologica del vino rosso, questo processo viene solitamente evitato nel vino bianco per non perdere la freschezza e l’acidità del prodotto, anche se in alcuni vini bianchi, caratterizzati da processi di affinamento in barrique, viene comunque utilizzata per conferire al vino una notevole complessità e un gusto ricco e burroso.

La fermentazione malolattica interviene dopo la fermentazione alcolica grazie all’azione di alcuni batteri lattici come gli *Oenococcus Oeni* e i *Lactobacillus*, che sono presenti naturalmente nel mosto e che vengono riattivati in presenza di condizioni ideali di pH (ottimale tra 4,2 e 4,5), temperatura (18-20°), quantità di alcol etilico (non superiore a 15%) e anidride solforosa (<5mg/L). La diminuzione dell’acido L-malico può però avvenire in una percentuale variabile dal 10 al 30% anche durante la fermentazione alcolica con il meccanismo della fermentazione malo-alcolica.

La determinazione dell’acido L-malico è quindi importante per valutare la concentrazione iniziale presente nel vino, ottenendo informazioni sul precedente processo fermentativo e durante la fermentazione malolattica per seguirne lo sviluppo.

I principali metodi chimici per la quantificazione di questo acido sono l’analisi enzimatica spettrofotometrica e l’analisi per HPLC (High Performance Liquid Chromatography).

4.2 Valutazione dell’accuratezza del sistema

L’accuratezza del metodo messo a punto da CDR viene valutata determinando la correlazione tra i risultati di 22 campioni di vino (*Tabella 1.1*) ottenuti eseguendo le analisi con CDR WineLab® e con HPLC secondo il metodo di riferimento OIV-MA-AS313-16.

	Acido Malico (g/L)	
	CDR WineLab®	Riferimento
Campione 1	2,03	1,65
Campione 2	1,72	1,35
Campione 3	1,44	1,19
Campione 4	2,69	2,26
Campione 5	0,36	0,42
Campione 6	2,12	1,65
Campione 7	0,5	0,58
Campione 8	2,55	2,25



Campione 9	2,03	1,77
Campione 10	2,73	2,37
Campione 11	0,79	0,63
Campione 12	< 0,05	0,13
Campione 13	< 0,05	< 0,1
Campione 14	< 0,05	0,2
Campione 15	< 0,05	< 0,1
Campione 16	< 0,05	< 0,1
Campione 17	0,38	0,43
Campione 18	< 0,05	< 0,1
Campione 19	< 0,05	< 0,1
Campione 20	< 0,05	< 0,1
Campione 21	< 0,05	< 0,1
Campione 22	2,93	2,31

Tabella 4.1: Risultati di acido L-malico ottenuti con CDR WineLab® e con il metodo di riferimento.

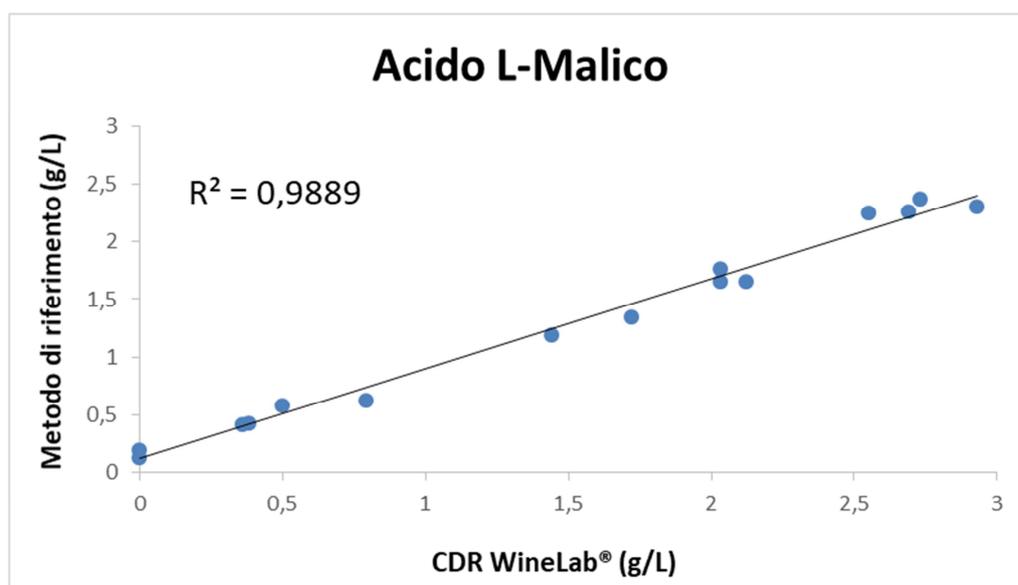


Figura 4.1: Correlazione tra CDR WineLab® e metodo di riferimento

Le analisi sono state eseguite su tutti i 22 campioni ma non sono stati riportati nel grafico i campioni



che hanno mostrato una concentrazione di acido L-malico inferiore al Detection Limit del metodo di riferimento (LOQ= 0,1 g/L) e dello strumento CDR WineLab® (LOQ= 0,05 g/L).

I due metodi hanno fornito risultati altamente correlati ($R^2 = 0,9889$).

4.3 Valutazione della ripetibilità e riproducibilità del sistema

La ripetibilità e la riproducibilità del metodo CDR WineLab® vengono valutate analizzando due diverse soluzioni di riferimento certificate: TITRIVIN AA1 (n° lotto A 03171222 1) che contiene una quantità di acido L-malico pari a 0.24 ± 0.06 g/L e TITRIVIN AA4 (n° lotto A 03171222 4) che presenta una concentrazione di 2.51 ± 0.14 g/L.

La scelta dei due standard è stata fatta in modo tale da testare la ripetibilità del metodo sia a concentrazioni basse sia a concentrazioni alte di acido L-malico. Per ogni standard sono state eseguite 5 analisi consecutive ripetendo il test per 5 giorni.

Di seguito vengono riportati i dati ottenuti:

TITRIVIN AA1:

	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5
	0,18	0,17	0,17	0,17	0,20
	0,18	0,20	0,18	0,18	0,22
	0,20	0,20	0,20	0,20	0,17
	0,17	0,20	0,22	0,16	0,21
	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Media	0,18	0,19	0,19	0,18	0,20
Deviazione standard	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02

Tabella 4.2: Risultati di acido L-malico ottenuti dall'analisi di TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

n° totale analisi	Valore min. (g/L)	Valore max. (g/L)	Media (g/L)	Deviazione standard (g/L)
25	0,16	0,22	0,19	0,02

Tabella 4.3: Riproducibilità della misura di acido L-malico ottenuta dall'analisi di TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®



TITRIVIN AA4:

	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5
	2,61	2,60	2,61	2,60	2,60
	2,62	2,56	2,53	2,62	2,62
	2,61	2,59	2,60	2,59	2,59
	2,59	2,52	2,51	2,51	2,53
	2,61	2,56	2,58	2,56	2,63
Media	2,61	2,57	2,57	2,58	2,59
Deviazione standard	0,01	0,03	0,04	0,04	0,04

Tabella 4.4: Risultati di acido L-malico ottenuti dall'analisi di TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

n° totale analisi	Valore min. (g/L)	Valore max. (g/L)	Media (g/L)	Deviazione standard (g/L)
25	2,51	2,63	2,58	0,04

Tabella 4.5: Riproducibilità della misura di acido L-malico ottenuta dall'analisi di TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

Il valore medio misurato in TITRIVIN AA1 risulta essere $0,19 \text{ g/L} \pm 0,04 \text{ g/L}$ e $2,58 \text{ g/L} \pm 0,08 \text{ g/L}$ in TITRIVIN AA4. Il valore ottenuto con CDR WineLab® viene riportato con un'incertezza di misura espressa con un intervallo di confidenza del 95% (fattore di copertura $k=2$). La deviazione standard bassa indica una buona ripetibilità e riproducibilità del metodo.

Inoltre CDR WineLab® fornisce delle concentrazioni di acido L-malico in accordo con quelle presenti negli standard.

5. DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI ACIDO LATTICO

5.1 L'acido lattico nel vino

All'interno del vino è possibile trovare entrambi gli isomeri dell'acido lattico ma risulta importante differenziarli poiché l'acido D(-)-lattico viene prodotto dal lievito, mentre l'acido L(+)-lattico è ottenuto dal metabolismo dei batteri lattici.

Le piccole quantità riscontrate prima della fermentazione malolattica dell'isomero L(+) vengono prodotte durante la fase iniziale della fermentazione degli zuccheri, ma in seguito il lievito produce



principalmente l'isomero D(-). È durante la seguente fermentazione malolattica che i batteri lattici del vino trasformano l'acido L(+)-malico esclusivamente in acido L(+)-lattico, più stabile e dal gusto più delicato; durante questa fase la concentrazione dell'isomero L(+) aumenta arrivando anche a concentrazioni di 5 g/L.

Quantificare l'acido lattico è fondamentale durante la fermentazione malolattica per monitorare il processo, ma è anche importante misurarne la concentrazione presente nel mosto e nel vino per valutare la necessità di un'aggiunta di questo acido al prodotto. L'acido lattico viene infatti addizionato per correggere l'acidità dei mosti e dei vini in alternativa all'acido tartarico, in particolare può essere aggiunto fino ad un massimo di 2,25 g/l sui mosti e 3,75 g/l sui vini con lo scopo di riequilibrare l'acidità naturale, migliorare la conservazione, il gusto e favorirne una corretta evoluzione biologica.

I metodi standard per la quantificazione di questo acido sono l'analisi enzimatica spettrofotometrica e l'analisi per HPLC (High Performance Liquid Chromatography).

L'analisi HPLC però, oltre a determinare l'acido L-lattico, rileva anche il suo isomero D(-), formato dai lieviti durante la fermentazione alcolica. Quindi, a differenza del metodo enzimatico che consente la quantificazione diretta della concentrazione dell'acido L(+)-lattico, l'analisi HPLC non permette di conoscere la reale concentrazione dell'acido L(+)-lattico, il quale è il solo parametro indicativo dell'avvio della **fermentazione malolattica**.

5.2 Valutazione accuratezza del metodo

L'accuratezza del sistema messo a punto da CDR viene valutata determinando la correlazione tra i risultati di 22 campioni di vino (*Tabella 1.1*) ottenuti eseguendo le analisi con CDR WineLab® e con HPLC secondo il metodo di riferimento OIV-MA-AS313-16.

	Acido Lattico (g/L)	
	CDR WineLab®	Riferimento
Campione 1	0,49	0,69
Campione 2	< 0,05	0,12
Campione 3	0,38	0,46
Campione 4	0,07	0,15
Campione 5	0,98	1,03
Campione 6	0,57	0,71
Campione 7	1,12	0,75
Campione 8	0,27	0,37



Campione 9	0,06	0,2
Campione 10	0,11	< 0,1
Campione 11	1,12	1,15
Campione 12	0,68	0,93
Campione 13	0,99	1,14
Campione 14	0,98	0,91
Campione 15	1,09	1,52
Campione 16	1,12	1,22
Campione 17	0,81	1,03
Campione 18	1,05	1,52
Campione 19	1,10	1,29
Campione 20	1,03	1,07
Campione 21	1,57	1,55
Campione 22	0,14	0,25

Tabella 5.1: Risultati di acido lattico ottenuti con CDR WineLab[®] e con il metodo di riferimento.

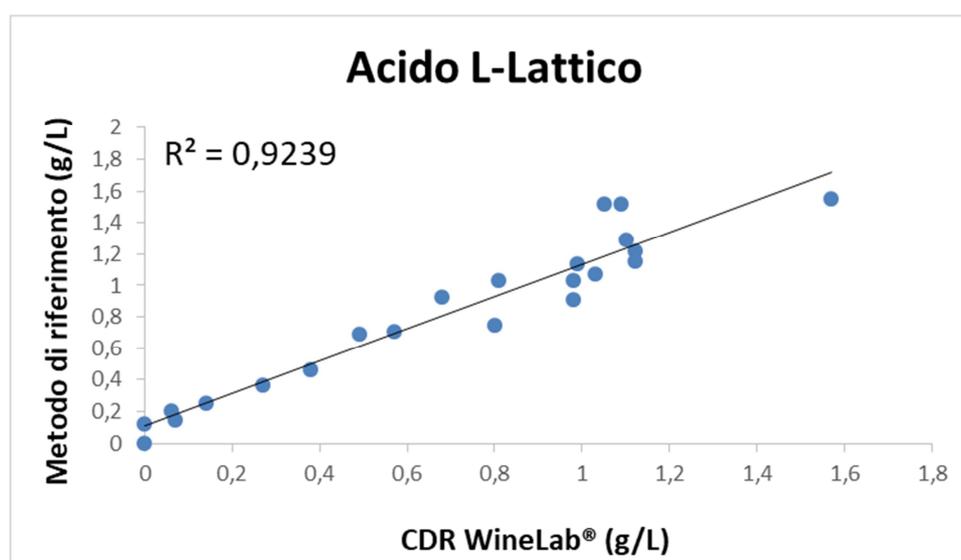


Figura 5.1: Correlazione tra CDR WineLab[®] e metodo di riferimento



Il coefficiente di correlazione non risulta ottimo ($R^2 = 0,9239$).

Dobbiamo però considerare che i due metodi non risultano perfettamente confrontabili poiché, come detto in precedenza, l'analisi HPLC rileva entrambi gli isomeri dell'acido lattico a differenza della reazione enzimatica sfruttata da CDR WineLab® con cui viene quantificato solo l'isomero L(+), che ricordiamo essere il solo parametro indicativo dell'avvio della **fermentazione malolattica**.

Per stimare quanto influisce questa differenza nel risultato ottenuto, CDR ha fornito un ulteriore metodo per la determinazione di entrambi gli isomeri dell'acido lattico tramite CDR WineLab®. Il test è stato eseguito sui due campioni che mostravano la peggiore correlazione con i risultati ottenuti tramite HPLC (Tabella 5.2). I valori ottenuti dimostrano la presenza in soluzione di una quantità non trascurabile dell'isomero D.

	Acido Lattico (g/L)		
	Riferimento	CDR WineLab®	
	Isomero D+L	Isomero L	Isomero D+L
Campione 15	1,52	1,09	1,69
Campione 18	1,52	1,05	1,68

Tabella 5.2: Risultati di acido lattico ottenuti con CDR WineLab® e con il metodo di riferimento

5.3 Valutazione ripetibilità e riproducibilità del metodo

La ripetibilità e la riproducibilità del metodo CDR WineLab® vengono valutate analizzando due soluzioni di riferimento certificate: TITRIVIN AA1 (n° lotto A 03171222 1) che contiene una quantità di acido L-lattico pari a 0.90 ± 0.14 g/L e TITRIVIN AA4 (n° lotto A 03171222 4) che presenta una concentrazione di 2.91 ± 0.22 g/L.

La scelta dei due standard è stata fatta in modo tale da testare il metodo a concentrazioni diverse di acido L-lattico. Per ogni standard sono state eseguite 5 analisi consecutive ripetendo il test per 5 giorni diversi.

Di seguito vengono riportati i dati ottenuti:



TITRIVIN AA1:

	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5
	0,95	0,94	0,94	0,94	0,93
	0,95	0,93	0,94	0,94	0,94
	0,96	0,93	0,95	0,95	0,95
	0,94	0,96	0,97	0,94	0,94
	0,95	0,94	0,93	0,94	0,95
Media	0,95	0,94	0,95	0,94	0,94
Deviazione standard	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01

Tabella 5.3: Risultati di acido lattico ottenuti dall'analisi di TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

n° totale analisi	Valore min. (g/L)	Valore max. (g/L)	Media (g/L)	Deviazione standard (g/L)
25	0,93	0,97	0,94	0,01

Tabella 5.4: Riproducibilità della misura di acido L-lattico ottenuta dall'analisi di TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

TITRIVIN AA4:

	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5
	3,07	3,10	3,10	3,10	3,08
	3,10	3,07	3,10	3,11	3,08
	3,11	3,06	3,06	3,11	3,06
	3,08	3,07	3,10	3,07	3,05
	3,07	3,06	3,07	3,07	3,10
Media	3,09	3,07	3,09	3,09	3,07
Deviazione standard	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Tabella 5.5: Risultati di acido L-lattico ottenuti dall'analisi di TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®



n° totale analisi	Valore min. (g/L)	Valore max. (g/L)	Media (g/L)	Deviazione standard (g/L)
25	0,70	0,76	0,73	0,02

Tabella 5.6: Riproducibilità della misura di acido acetico ottenuta dall'analisi di TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

Il valore medio di acido L-lattico misurato in TITRIVIN AA1 risulta essere 0,94 g/L \pm 0,02 g/L e 3,08 g/L \pm 0,04 g/L in TITRIVIN AA4. Il valore ottenuto con CDR WineLab® viene riportato con un'incertezza di misura espressa come incertezza estesa ad un intervallo di confidenza del 95% con fattore di copertura k=2.

Il sistema CDR WineLab® fornisce una concentrazione in accordo con quella dello standard e dimostra una buona ripetibilità e riproducibilità nella determinazione dell'acido L-lattico.

6. DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI ALCOL

6.1 L'alcol nel vino

L'etanolo (o alcol etilico) è, dopo l'acqua, il composto quantitativamente più importante fra quelli presenti nel vino. Il suo tenore è espresso per mezzo del grado alcolico che rappresenta la percentuale in volume di alcol nel vino.

L'alcool etilico nel vino viene prodotto dalla **fermentazione alcolica** degli zuccheri contenuti nei mosti: più dolce è l'uva al momento della vendemmia, più zuccheri vi saranno nei mosti e più alcolico risulterà il vino.

L'azione dell'etanolo, unita a quella dell'acidità, permette di conservare il vino per lungo tempo senza alterazione apprezzabile, ma l'alcol contribuisce alla caratterizzazione del vino anche in altri modi. Durante la vinificazione, il suo potere solvente consente la dissoluzione dei composti fenolici delle parti solide dell'uva. Inoltre l'alcol, reagendo con gli acidi, forma gli esteri, che contribuiscono ad arricchire il bouquet del vino con aromi terziari.

Al palato l'alcol dona una sensazione immediata di calore che esalta la morbidezza del vino; se il vino è ben equilibrato, sentiremo diffondersi un calore piacevole e avvolgente in bocca.

I vini con alcolicità **fino al 10%** vengono in generale definiti "**leggeri**", mentre spesso vengono definiti più o meno "**caldi**" i vini con gradazione alcolica crescente arrivando a alcolicità del 16%, considerato il limite massimo della resistenza del lievito all'alcol.

La percezione immediata dell'alcol al palato, non dipende sempre dal valore alto del titolo alcolimetrico effettivo, ma da quanto la componente alcolica è in equilibrio o meno con le altre componenti del vino. Ci sono vini che pur avendo 14% non percepiamo come alcolici, perché sostenuti da struttura, corpo, tannini e acidità, capaci di creare un perfetto equilibrio. Altre volte, invece, sentiamo subito un calore forte che connota in modo quasi pungente e sgradevole la degustazione. Si tratta di vini non necessariamente molto alcolici, ma sicuramente squilibrati, in cui



le altre componenti sono troppo deboli ed esili per contrastare la spinta alcolica.

Per legge è vietata la vendita al consumo dei mosti e dei vini che abbiano una gradazione alcolica complessiva inferiore a 9 gradi e, per i vini DOC o DOCG, è previsto un grado alcolico minimo, cioè un specifico grado alcolico sotto al quale non è possibile vendere quel determinato vino.

Secondo la legislazione, è possibile aumentare il grado alcolico di massimo 2 unità mediante il taglio. L'aggiunta di zuccheri al mosto per compensare la carenza in zucchero naturale è **vietata** dalla maggior parte dei disciplinari delle denominazioni in Italia, ma **è permessa** la correzione nella forma di **aggiunta di mosti concentrati rettificati** di origine vinicola.

La conoscenza del titolo alcolimetro, quindi, presenta un grandissimo interesse sia dal punto di vista legale che commerciale e deve figurare obbligatoriamente sulle etichette dei vini da tavola destinati alla vendita.

I metodi ufficiali per la misura del titolo alcolometrico volumico effettivo prevede una doppia distillazione del vino alcalinizzato (per evitare l'interferenza di acido acetico, anidride solforosa, aldeidi e altre sostanze volatili) e la successiva misura della densità della soluzione idroalcolica ottenuta, mediante picnometria, tramite densimetria elettronica o per mezzo di una bilancia idrostatica.

6.2 Valutazione accuratezza del metodo

L'accuratezza del sistema messo a punto da CDR viene valutata determinando la correlazione tra i risultati di 22 campioni di vino (*Tabella 1.1*) ottenuti eseguendo le analisi con CDR WineLab[®] e con il metodo di distillazione previsto dal metodo di riferimento OIV MA-AS312-01A R2016 4.B.

	Contenuto di alcol (%vol.)	
	CDR WineLab [®]	Riferimento
Campione 1	12,4	12,27
Campione 2	12,1	11,99
Campione 3	13,2	13,43
Campione 4	12,1	12,07
Campione 5	10,4	10,47
Campione 6	10,8	10,52
Campione 7	12,2	12,44
Campione 8	11,6	11,38
Campione 9	13,4	13,16



Campione 10	12,5	12,5
Campione 11	11,4	11,54
Campione 12	13,1	13,75
Campione 13	12,6	12,79
Campione 14	12,5	12,58
Campione 15	14,8	14,62
Campione 16	11,8	11,24
Campione 17	11,5	11,38
Campione 18	13	12,97
Campione 19	13,4	13,59
Campione 20	12,8	13
Campione 21	10,3	10,15
Campione 22	10,4	10,42

Tabella 6.1: Risultati del contenuto di Alcol ottenuti con CDR WineLab® e con il metodo di riferimento.

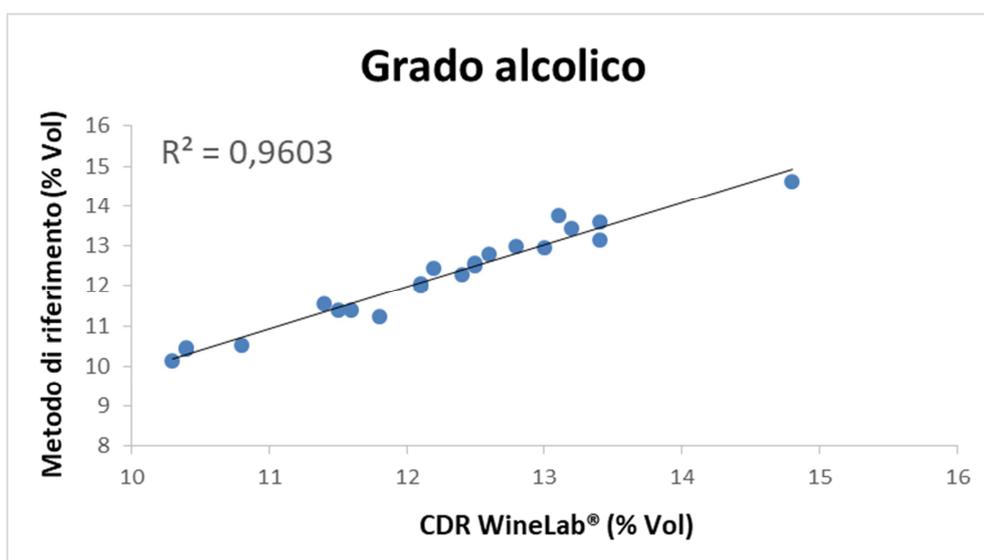


Figura 6.1: Correlazione tra CDR WineLab® e metodo di riferimento nell'analisi del grado alcolico.

I due metodi dimostrano un buon coefficiente di correlazione ($R^2 = 0,9603$).

Nel campione 15 è stato aggiunto alcol etilico per aumentare il grado alcolico del campione. Il grado



alcolico dei campioni risultavano tutti compresi tra 10,3% e 13,4% e una bassa dispersione dei campioni avrebbe influito negativamente sulla stima della correlazione.

6.3 Valutazione ripetibilità e riproducibilità del metodo

La ripetibilità e la riproducibilità del metodo CDR WineLab[®] vengono valutate analizzando due diverse soluzioni di riferimento certificate: TITRIVIN AA1 (n° lotto A 03171222 1) per cui viene dichiarato un grado alcolico pari a 14 ± 0.05 %vol. e TITRIVIN AA4 (n° lotto A 03171222 4) con grado alcolico pari a 9.46 ± 0.06 %vol.

La scelta dei due standard è stata fatta in modo tale da testare la ripetibilità del metodo sia a valori bassi sia a valori alti di grado alcolico. Per ogni standard sono state eseguite 5 analisi consecutive ripetendo il test per 5 giorni.

Di seguito vengono riportati i dati ottenuti:

TITRIVIN AA1:

	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5
	9,40	9,50	9,40	9,50	9,30
	9,40	9,30	9,40	9,40	9,30
	9,60	9,50	9,50	9,60	9,60
	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40
	9,60	9,50	9,70	9,70	9,50
Media	9,50	9,40	9,50	9,50	9,40
Deviazione standard	0,11	0,09	0,13	0,13	0,13

Tabella 6.2: Valori di grado alcolico ottenuti dall'analisi di TITRIVIN AA1 con CDR WineLab[®]

n° totale analisi	Valore min. (%vol.)	Valore max. (%vol.)	Media (%vol.)	Deviazione standard (%vol.)
25	9,3	9,7	9,5	0,1

Tabella 6.3: Riproducibilità della misura di grado alcolico ottenuta dall'analisi di TITRIVIN AA1 con CDR WineLab[®]



TITRIVIN AA4:

	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5
	14,10	14,00	14,10	14,10	13,90
	14,00	14,10	13,90	13,90	14,00
	14,00	13,90	13,90	13,90	14,20
	13,90	13,80	13,90	13,90	14,20
	14,00	13,80	13,80	13,80	14,10
Media	14,00	13,90	13,90	13,90	14,10
Deviazione standard	0,07	0,13	0,11	0,11	0,13

Tabella 6.4: Valori di grado alcolico ottenuti dall'analisi di TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

n° totale analisi	Valore min. (%vol.)	Valore max. (%vol.)	Media (%vol.)	Deviazione standard (%vol.)
25	13,8	14,2	14,0	0,1

Tabella 3.5: Riproducibilità della misura di grado alcolico ottenuta dall'analisi di TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

Il valore medio misurato per TITRIVIN AA1 risulta essere 9,5 %vol. $\pm 0,2$ %vol. e 14,0 %vol. $\pm 0,2$ %vol. per TITRIVIN AA4. Il valore ottenuto con CDR WineLab® viene riportato con un'incertezza di misura espressa con un intervallo di confidenza del 95% (fattore di copertura $k=2$). CDR WineLab® presenta una buona riproducibilità e ripetibilità nella misura del grado alcolico considerando la bassa deviazione standard ottenuta e il valore medio misurato con CDR WineLab® risulta perfettamente in accordo con il grado alcolico dei due standard analizzati.

7. DETERMINAZIONE SO₂ TOTALE

7.1 SO₂ nel vino

L'anidride solforosa (o diossido di zolfo), per le sue numerose proprietà, è uno strumento fondamentale nella produzione dei vini.

Nelle giuste quantità questa sostanza impedisce il proliferare della flora batterica. Ciò è particolarmente importante durante la fermentazione e la conservazione, quando questo composto impedisce la nascita di micro-organismi che potrebbero danneggiare il vino nel gusto e nel colore. È inoltre un antiossidante e ha proprietà antiossidasiche, caratteristica fondamentale in ogni fase del



processo produttivo e conservativo del vino. L' SO_2 preserva i vini da un'eccessiva ossidazione dei composti fenolici e di alcune sostanze aromatiche, contribuisce a mantenere un livello di ossidoriduzione basso e favorevole all'evoluzione delle caratteristiche sensoriali durante la conservazione e l'invecchiamento e inibisce l'azione degli enzimi ossidasici proteggendo i mosti dall'ossidazione prima dell'avvio della fermentazione.

Oltre a queste proprietà combina l'acetaldeide e altri composti simili preservando sapore e aroma del vino e contemporaneamente previene il gusto di muffa.

Per ottenere questi effetti positivi però, l'anidride solforosa deve essere aggiunta quando la fermentazione alcolica è terminata completamente. Qualora si aggiunga troppo presto rispetto alla fine della fermentazione, cioè quando la temperatura del vino è ancora troppo elevata, si possono sviluppare aromi e gusti sgradevoli di anidride solforosa, di mercaptano e di uova marce.

Il suo impiego deve però essere limitato sia per gli effetti negativi sulla salute, sia perché una quantità eccessiva di anidride solforosa modifica le caratteristiche organolettiche del vino. Le quantità massime consentite dall'Unione Europea sono di 160 mg/l per i vini rossi e di 210 mg/l per i vini bianchi e rosati (sono previste delle deroghe che consentono agli stati membri di alzare questo valore per un massimo di 40 mg/l in annate sfavorevoli).

Tenuto conto della molteplicità delle reazioni chimiche cui partecipa, non è sempre facile determinare la dose di impiego ideale per poter beneficiare il più possibile dei vantaggi senza dover temere gli effetti negativi. Per questo motivo è importante valutarne la concentrazione nelle diverse fasi di produzione.

Il metodo Ufficiale CEE per la determinazione di questo composto nel vino (Regolamento CEE n. 2676/90, Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee L 272 del 3/10/90) prevede che l'anidride solforosa venga trascinata da una corrente di aria o di azoto e venga fissata ed ossidata, per gorgogliamento, in una soluzione diluita e neutra di acqua ossigenata. L'acido solforico formato viene dosato con una soluzione titolata di idrossido di sodio. L'anidride solforosa totale viene estratta dal vino per trascinamento a caldo (100°C).

Usualmente però viene utilizzato il metodo Ripper-Schmitt, che prevede la determinazione volumetrica della SO_2 per titolazione iodometrica, effettuata direttamente sul vino a $\text{pH} < 1$. La determinazione dell'anidride solforosa totale viene eseguita alcalinizzando la soluzione, al fine di scindere i composti aldeido-solforosi e poi acidificando nuovamente prima di eseguire la titolazione come riportato nel metodo OIV-MA-AS323-04B.

7.2 Valutazione accuratezza del metodo

L'accuratezza del metodo messo a punto da CDR viene valutata determinando la correlazione tra i risultati di 22 campioni di vino (*Tabella 1.1*) ottenuti eseguendo le analisi con CDR WineLab® e con il metodo OIV-MA-AS323-04B.



	SO ₂ totale (mg/L)	
	CDR WineLab [®]	Riferimento
Campione 1	70	74
Campione 2	80	87
Campione 3	90	91
Campione 4	95	110
Campione 5	123	126
Campione 6	102	112
Campione 7	132	154
Campione 8	123	148
Campione 9	95	105
Campione 10	98	102
Campione 11	106	114
Campione 12	130	147
Campione 13	125	132
Campione 14	98	91
Campione 15	65	70
Campione 16	40	38
Campione 17	110	122
Campione 18	40	45
Campione 19	20	14
Campione 20	40	37
Campione 21	61	52
Campione 22	50	66

Tabella 7.1: Risultati di SO₂ totale ottenuti con CDR WineLab[®] e con il metodo di riferimento.

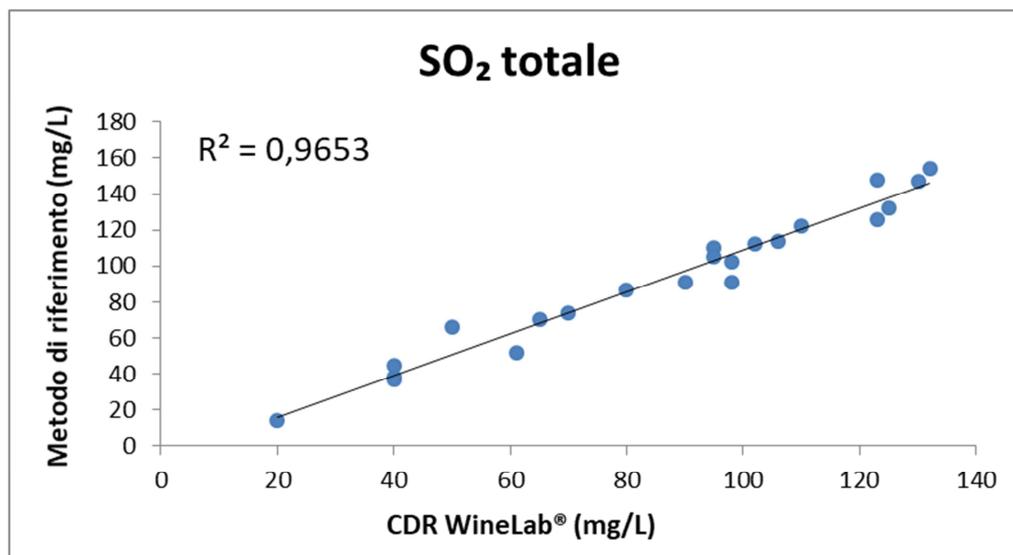


Figura7.1: Correlazione tra CDR WineLab® e metodo di riferimento

I due metodi hanno dimostrato una buona correlazione ($R^2 = 0,9653$) considerando la ripetibilità non ottima di entrambi i metodi di misura.

7.3 Valutazione ripetibilità e riproducibilità del metodo

La ripetibilità e la riproducibilità del metodo vengono valutate eseguendo 5 analisi consecutive per 5 giorni della concentrazione di anidride solforosa totale nel campione di vino bianco secco 21-RT-003 inviato dal circuito Ring Test-Lab (circuito d'analisi coordinato da Unione Italiana Vini) nel mese di Febbraio 2021 a CDR s.r.l., che ha fornito il campione all'Università degli Studi di Firenze per eseguire il test.

Per questo parametro non esistono soluzioni standard commerciali e dunque è stato scelto di testare la ripetibilità/riproducibilità della misura usando un campione inviato per una prova di confronto interlaboratorio (Ring Test) a CDR s.r.l.



	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5
	119	120	118	118	118
	118	117	119	117	120
	117	122	119	118	119
	119	117	122	119	121
	119	118	120	118	123
Media	118	118	120	118	119
Deviazione standard	1	1	2	1	2

Tabella 7.2 Misure della concentrazione di SO₂ totale ottenute dall'analisi del campione 21-RT-003 con CDR WineLab[®]

n° totale analisi	Valore min. (mg/L)	Valore max. (mg/L)	Media (mg/L)	Deviazione standard (mg/L)
25	117	123	119	2

Tabella 7.3: Riproducibilità della misura di SO₂ totale con CDR WineLab[®]

Il valore medio misurato per il campione 21-RT-003 risulta essere 119 mg/L \pm 4 mg/L (l'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa ad un intervallo di confidenza del 95% con fattore di copertura k=2). Il valore ottenuto con CDR WineLab[®] dimostra una deviazione standard e quindi una ripetibilità non ottima ma migliore rispetto alla ripetibilità ottenuta con il metodo di riferimento OIV-MA-AS323-04B.

Il valore di solforoso totale ottenuto con CDR WineLab[®] risulta perfettamente in accordo con il valore ottenuto nel Ring Test (123,4 mg/L \pm 12,5 mg/L) confermando la correlazione con il metodo standard.

8. DETERMINAZIONE DELL'ANIDRIDE SOLFOROSA LIBERA

8.1 SO₂ libera nel vino

La corretta gestione dell'SO₂ nel vino è indispensabile, infatti questo composto risulta difficilmente sostituibile nella vinificazione e nella conservazione del vino grazie alle sue innumerevoli proprietà (Capitolo 7.1).

L'anidride solforosa contenuta nel vino è presente in diverse forme, non tutte ugualmente interessanti dal punto di vista enologico.



Con il termine di anidride solforosa libera si indicano le forme liberabili per acidificazione vale a dire:

- H_2SO_3 o solforosa molecolare
- HSO_3^- o ione bisolfito
- SO_3^{2-} o ione solfito

Invece, quando si parla di anidride solforosa combinata si indica quella parte di solforosa legata in modo più o meno stabile con alcuni composti del vino quali acetaldeide, zuccheri, acidi chetonici, acidi uronici e antociani. In funzione della stabilità del legame, viene effettuata un'ulteriore distinzione tra:

- SO_2 combinata, legata in modo permanente con l'acetaldeide;
- SO_2 deposito legata a composti con affinità media o debole e che, dissociandosi per riscaldamento, può originare SO_2 libera.

Tra l'anidride solforosa libera e quella combinata esiste un equilibrio che risulta influenzato soprattutto dalla temperatura e dal pH del vino. Quest'ultimo parametro ha notevole influenza sulla presenza delle tre forme perché la quantità di acido solforoso indissociato diminuisce all'aumentare del pH.

È la parte libera a svolgere gli importanti effetti antiossidanti e antisettici: per questo motivo è indispensabile che l'anidride solforosa si combini il meno possibile. L'anidride solforosa combinata a composti con affinità media e debole è comunque utile, poiché nel caso in cui la frazione libera si disperde, ad esempio durante le operazioni di travaso, una parte di quella combinata si libera sostituendola. Un vino dovrà sempre avere una certa quantità di anidride solforosa libera per garantire una corretta conservazione.

Per garantire una idonea aggiunta di anidride solforosa al prodotto è importante non solo valutare la concentrazione di SO_2 totale, ma valutare anche la sua forma libera, fondamentale per ottenere gli effetti antisettici e antiossidanti ricercati.

Per la sua determinazione il metodo ufficiale CEE prevede che l'anidride solforosa libera venga trascinata da una corrente di aria o di azoto e poi venga fissata ed ossidata, per gorgogliamento, in una soluzione diluita e neutra di acqua ossigenata. La determinazione viene eseguita titolando con una soluzione di idrossido di sodio, similmente a quanto previsto per la determinazione dell'anidride solforosa totale. L'anidride solforosa libera viene però estratta dal vino per trascinamento a freddo (10°C).

Anche nel caso della solforosa libera viene comunemente utilizzato il metodo Ripper – Schmitt riportato nel metodo OIV-MA-AS323-04B ma senza eseguire l'alcalinizzazione (*Capitolo 7.1*).



8.2 Valutazione accuratezza del metodo

L'accuratezza del metodo messo a punto da CDR viene valutata determinando la correlazione tra i risultati di 22 campioni di vino (*Tabella 1.1*) ottenuti eseguendo le analisi con CDR WineLab[®] e con il metodo OIV-MA-AS323-04B.

	SO ₂ libera (mg/L)	
	CDR WineLab [®]	Riferimento
Campione 1	13	11
Campione 2	27	25
Campione 3	24	27
Campione 4	30	27
Campione 5	12	16
Campione 6	21	17
Campione 7	20	24
Campione 8	58	58
Campione 9	24	29
Campione 10	12	17
Campione 11	25	27
Campione 12	23	21
Campione 13	16	16
Campione 14	15	9
Campione 15	3	7
Campione 16	6	1
Campione 17	10	15
Campione 18	5	2
Campione 19	2	1



Campione 20	7	2
Campione 21	2	2
Campione 22	6	4

Tabella 8.1: Risultati di SO_2 libera ottenuti con CDR WineLab[®] e con il metodo di riferimento.

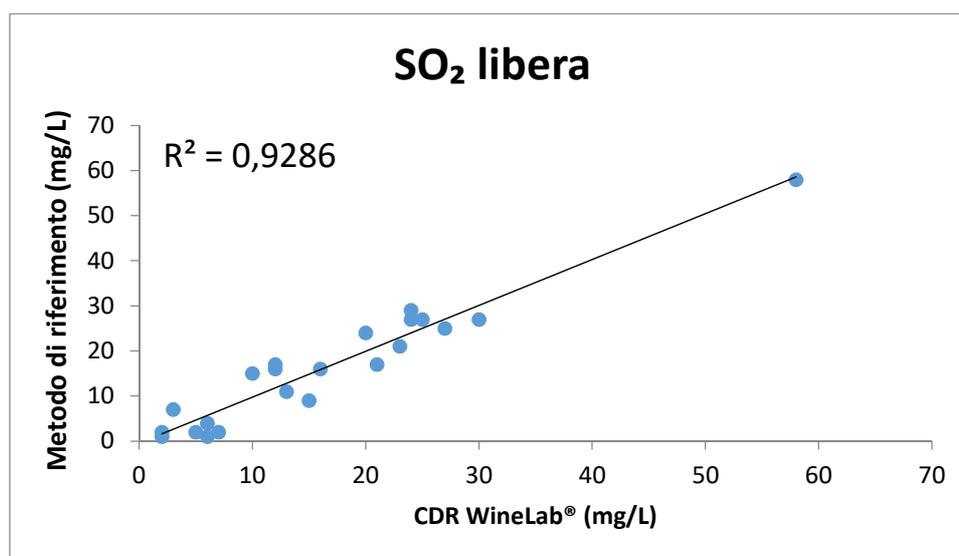


Figura 8.1: Correlazione tra CDR WineLab[®] e metodo di riferimento

I due metodi hanno dimostrato una buona correlazione ($R^2 = 0,9286$) considerando la ripetibilità non ottima di entrambi i metodi di misura (Capitolo 8.3).

8.3 Valutazione ripetibilità e riproducibilità del metodo

La ripetibilità e la riproducibilità del metodo vengono valutate eseguendo 5 analisi consecutive per 5 giorni della concentrazione di anidride solforosa totale nel campione di vino bianco secco 21-RT-003 inviato dal circuito RT-LAB nel mese di Febbraio 2021 a CDR s.r.l., che ha fornito il campione all'Università degli Studi di Firenze per eseguire il test.

Per questo parametro non esistono soluzioni standard commerciali e dunque è stato scelto di testare la ripetibilità/riproducibilità della misura con un campione di un Ring Test.



	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5
	22	20	22	25	22
	23	23	25	21	20
	24	23	24	23	23
	22	22	24	22	23
	22	22	22	24	23
Media	23	22	23	23	22
Deviazione standard	1	1	1	2	1

Tabella 7.2: Misure della concentrazione di SO₂ libera ottenute dall'analisi del campione 21-RT-003 con CDR WineLab®

n° totale analisi	Valore min. (mg/L)	Valore max. (mg/L)	Media (mg/L)	Deviazione standard (mg/L)
25	20	25	23	1

Tabella 7.3: Riproducibilità della misura di anidride solforosa libera con CDR WineLab®

Il valore medio misurato per il campione 21-RT-003 risulta essere 23 mg/L ± 2 mg/L (l'incertezza di misura viene espressa come incertezza estesa ad un intervallo di confidenza del 95% con fattore di copertura k=2). Il risultato ottenuto con CDR WineLab® risulta avere una buona riproducibilità nella misura della concentrazione di anidride solforosa libera se paragonata con quella del metodo preso come riferimento (OIV-MA-AS323-04B).

Il valore di solforosa libera ottenuto con CDR WineLab® risulta perfettamente in accordo con il valore ottenuto nel Ring Test (20,6 mg/L ± 6 mg/L) confermando la correlazione con il metodo standard.

9. DETERMINAZIONE DEGLI ZUCCHERI

9.1 Gli zuccheri fermentescibili nel vino

La conoscenza del grado zuccherino è un parametro che permette di monitorare lo stato di maturazione dell'uva nei suoi vari stadi e di individuare il momento esatto per la vendemmia.

La determinazione delle quantità di zuccheri presenti nei mosti è tra le analisi più importanti poiché dalla maggiore o minore ricchezza zuccherina dipenderà la ricchezza alcolica del futuro vino.

Il grado alcolico potenziale di un vino è di 0,66 gradi alcolici in volume per ogni grammo di zuccheri fermentescibili presenti nel mosto, quindi il monitoraggio degli zuccheri durante la fermentazione alcolica consente di valutarne il decorso.



Inoltre la determinazione degli zuccheri è indispensabile nella preparazione dei vini speciali (liquorosi, spumanti, aromatizzati ecc.) o nei vini dolci per corrispondere esigenze legali e tecnologiche.

Ad esempio nel caso dello **spumante**, è fondamentale l'aggiunta di zucchero per una buona rifermentazione in bottiglia. La quantità di zucchero aggiunto determinerà la pressione dovuta alla CO₂ nella bottiglia. Dopo l'aggiunta, l'enologo può determinare gli zuccheri fermentescibili totali nel campione per essere sicuro del **corretto livello di zucchero nel vino**.

Se la fermentazione non viene portata a termine **facendo fermentare tutti gli zuccheri presenti nel mosto**, il conseguente **residuo zuccherino** determina la maggiore o minore dolcezza del vino in questione. La presenza o l'assenza dello zucchero nel vino ne determina lo stile e l'orientamento organolettico. Una quantità di zucchero maggiore di 50 g/L classifica il vino come dolce, l'assenza (o la quantità trascurabile) lo classifica come secco (<10 g/L) e quantità intermedie determinano profili sensoriali particolari.

Nell'acino dell'uva sono presenti diversi tipi di zuccheri, tuttavia quelli principali, che rappresentano la maggiore quantità, sono il glucosio e il fruttosio (zuccheri fermentescibili). Non tutti gli zuccheri presenti nella polpa dell'uva interessano il processo della fermentazione alcolica. Alcuni di questi, detti infermentescibili, non sono convertiti in alcol e anidride carbonica dai lieviti e rimangono nel vino a contribuire alla sua dolcezza. Questa dolcezza, prodotta dai cosiddetti zuccheri residui, non sempre è percettibile all'assaggio, sia perché equilibrati da altre sostanze, sia perché presenti in quantità trascurabili e tali da non superare il livello della soglia di percettibilità.

In Italia lo zuccheraggio è proibito, ma, nei paesi in cui è consentito aggiungere saccarosio per aumentare l'alcol potenziale, l'enologo può analizzare il contenuto di zuccheri fermentescibili per **verificare se la quantità aggiunta è corretta**.

I metodi più comunemente impiegati per la determinazione degli zuccheri fermentescibili sono il metodo enzimatico (OIV-MA-AS311-02) e il metodo OIV-MA-AS311-03 tramite HPLC che permettono di determinare il glucosio e il fruttosio, escludendo la rilevazione dei **pentosi**.

9.2 Valutazione accuratezza del metodo

L'accuratezza del metodo messo a punto da CDR viene valutata determinando la correlazione tra i risultati di 22 campioni di vino (*Tabella 1.1*) ottenuti eseguendo le analisi con CDR WineLab® e con HPLC secondo il metodo di riferimento OIV-MA-AS311-03.



	Contenuto di zuccheri (g/L)	
	CDR WineLab [®]	Riferimento
Campione 1	1,3	1
Campione 2	2	2,2
Campione 3	1,8	2,2
Campione 4	0,8	1
Campione 5	< 0,1	< 1
Campione 6	8,2	7,7
Campione 7	1,4	1,4
Campione 8	2,8	3,1
Campione 9	2,5	2,8
Campione 10	3,9	4,1
Campione 11	7,4	8,1
Campione 12	2,1	1,9
Campione 13	1,5	1,4
Campione 14	0,4	< 1
Campione 15	0,9	< 1
Campione 16	15	18
Campione 17	6,5	6,6
Campione 18	1,1	< 1
Campione 19	0,1	< 1
Campione 20	< 0,1	< 1
Campione 21	11,1	13
Campione 22	0,3	< 1

Tabella 9.1: Risultati della concentrazione di zuccheri ottenuti con CDR WineLab[®] e con il metodo di riferimento

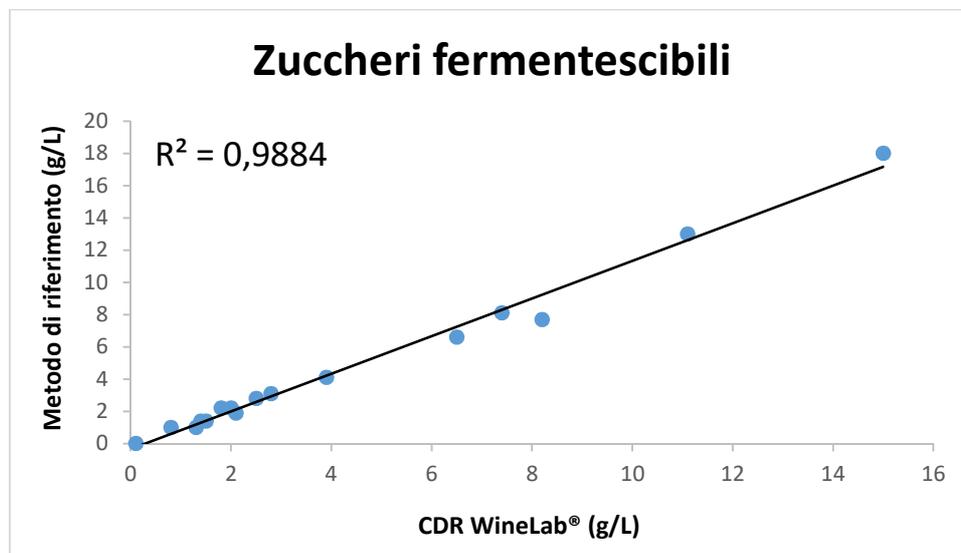


Figura 9.1: Correlazione tra CDR WineLab® e metodo di riferimento

I due metodi hanno fornito risultati altamente correlati ($R^2 = 0,9884$).

9.3 Valutazione ripetibilità e riproducibilità del metodo

La ripetibilità e la riproducibilità del metodo CDR WineLab® vengono valutate analizzando due diverse soluzioni di riferimento certificate: TITRIVIN AA1 (n° lotto A 03171222 1) per cui viene dichiarato un valore di zuccheri pari a 0.87 ± 0.08 mg/L e TITRIVIN AA4 (n° lotto A 03171222 4) che presenta una concentrazione di 8.70 ± 0.26 mg/L.

La scelta dei due standard è stata fatta in modo tale da testare la ripetibilità del metodo sia a valori bassi sia a valori alti di zuccheri. Per ogni standard sono state eseguite 5 analisi consecutive ripetendo il test per 5 giorni diversi.

Di seguito vengono riportati i dati ottenuti:



TITRIVIN AA1:

	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5
	0,8	0,7	0,9	0,9	1,1
	0,8	0,9	1,0	0,9	1,0
	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0
	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0
Media	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0
Deviazione standard	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Tabella 9.2: Valori di zuccheri ottenuti dall'analisi di TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

n° totale analisi	Valore min. (g/L)	Valore max. (g/L)	Media (g/L)	Deviazione standard (g/L)
25	0,7	1,0	0,9	0,1

Tabella 9.3: Riproducibilità della misura degli zuccheri ottenuta dall'analisi di TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

TITRIVIN AA4:

	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5
	8,9	8,7	8,7	8,7	8,8
	8,8	8,8	8,7	8,9	8,9
	8,9	8,6	8,6	8,9	8,7
	8,8	8,8	8,7	8,8	8,8
	8,7	8,8	8,8	8,8	8,8
Media	8,8	8,7	8,7	8,8	8,8
Deviazione standard	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Tabella 9.4: Valori di zuccheri ottenuti dall'analisi di TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®



n° totale analisi	Valore min. (g/L)	Valore max. (g/L)	Media (g/L)	Deviazione standard (g/L)
25	8,6	8,9	8,8	0,1

Tabella 9.5: Riproducibilità della misura degli zuccheri ottenuta dall'analisi di TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

Il valore di zuccheri misurato per TITRIVIN AA1 risulta essere $0,9 \text{ mg/L} \pm 0,2 \text{ mg/L}$ e $8,8 \text{ mg/L} \pm 0,2 \text{ mg/L}$ per TITRIVIN AA4. Il valore ottenuto con CDR WineLab® viene riportato con un'incertezza di misura espresso con un intervallo di confidenza del 95% (fattore di copertura $k=2$). CDR WineLab® presenta un'ottima riproducibilità e ripetibilità nella misura degli zuccheri e il valore misurato risulta perfettamente in accordo con la concentrazione di zuccheri dichiarata dei due standard analizzati.

10. IPT (Indice Polifenoli Totali)

10.1 L'indice dei polifenoli totali nel vino

Dopo i carboidrati e gli acidi, i polifenoli sono il gruppo più abbondante di specie chimiche presenti nell'uva e rivestono un ruolo fondamentale in enologia.

I composti polifenolici costituiscono uno dei più importanti parametri di qualità del vino, grazie al loro contributo alle caratteristiche organolettiche come il colore, l'astringenza e l'aroma del prodotto. Inoltre, nei confronti del nostro organismo, possiedono proprietà battericide, antiossidanti, vitaminiche e protettive nei riguardi delle malattie cardiovascolari.

Dal punto di vista chimico, lo studio dei composti fenolici del vino si presenta alquanto complesso e articolato per l'ampia diversità di strutture che ne fanno parte e per il diverso contributo sensoriale che forniscono.

Queste sostanze appartengono infatti a diverse categorie, quali i derivati dell'acido idrossicinnamico ed idrossibenzoico, i flavonoidi, gli antociani, i flavoni e i tannini.

I polifenoli sono contenuti nel raspo, nei vinaccioli, nella buccia e, in quantità minore, nella polpa. La presenza dei polifenoli nel vino dipende principalmente dalla tecnica di vinificazione, in particolare dalle condizioni di alcune fasi della vinificazione come la macerazione e la fermentazione che influiscono sull'estrazione dei vari costituenti dell'uva.

La quantità di polifenoli estratti dipende però anche dalla concentrazione iniziale contenuta nel grappolo che risulta molto variabile poiché la presenza di polifenoli è influenzata dalle condizioni di maturazione dell'uva, nonché dalle tecniche colturali, dalla posizione geografica e dal "terroir".

Il tenore di queste sostanze nel vino, dipende quindi dal tipo di uvaggio e dal sistema di vinificazione; il contenuto di polifenoli nei vini rossi è in media $1,5 \text{ g/l}$, i vini rosati possono contenerne $400\text{-}800 \text{ mg/l}$ e nei vini bianchi si trovano dai 100 ai 400 mg/l .

I polifenoli sono substrati di un gran numero di reazioni chimiche, subiscono diverse variazioni di struttura nel corso dell'affinamento e dell'invecchiamento del vino modificandone le caratteristiche



organolettiche. Pertanto la stima della quantità dei polifenoli dell'uva che possono essere estratti durante la vinificazione, la quantificazione di questi composti nel prodotto finale e la conoscenza della ripartizione di questi composti tra bucce e vinaccioli possono aiutare l'enologo a impostare in maniera ottimale la vinificazione in rosso e prevedere alcuni dei potenziali problemi che potrebbero presentarsi durante la maturazione del prodotto.

Nel settore enologico, gli studi e i metodi di analisi per la qualificazione e quantificazione dei polifenoli sono numerosi. Il metodo ufficiale per la determinazione dell'IPT (OIV-MA-AS2-10) prevede l'utilizzo di un particolare reattivo ossidante, detto reattivo di Folin-Ciocalteu, in grado di assumere una colorazione blu, la cui intensità risulta essere linearmente proporzionale al numero di residui fenolici presenti.

10.2 Valutazione accuratezza del metodo

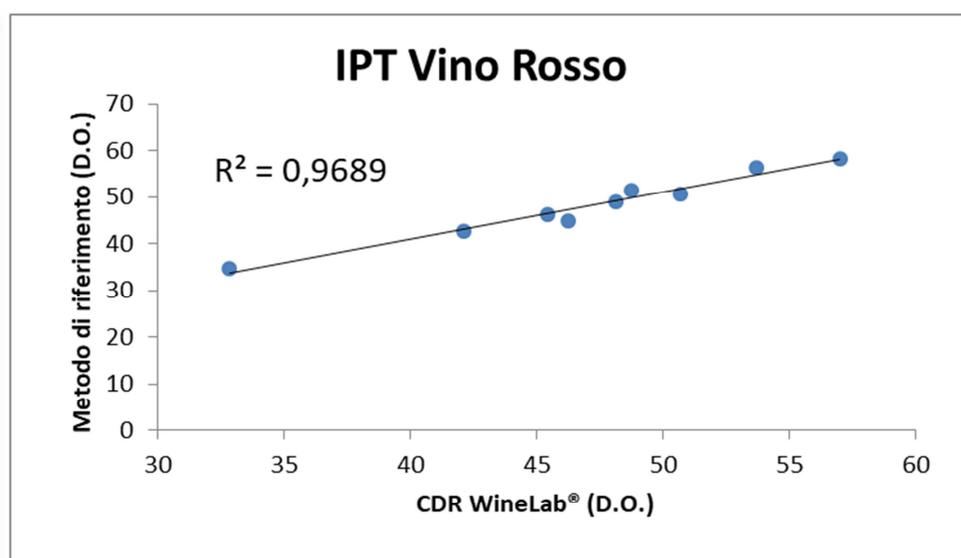
L'accuratezza del metodo messo a punto da CDR viene valutata determinando la correlazione tra i risultati di 22 campioni di vino (*Tabella 1.1*) ottenuti eseguendo le analisi con CDR WineLab[®] e con il metodo OIV-OENO 419D-2015.

	IPT (D.O.)	
	CDR WineLab [®]	Riferimento
Campione 1	9	9
Campione 2	8	7
Campione 3	6	6
Campione 4	6	6
Campione 5	6	6
Campione 6	6	6
Campione 7	9	8
Campione 8	7	6
Campione 9	11	10
Campione 10	14	16
Campione 11	42	9
Campione 12	54	43
Campione 13	49	56



Campione 14	51	51
Campione 15	46	51
Campione 16	38	45
Campione 17	33	48
Campione 18	45	35
Campione 19	57	46
Campione 20	48	58
Campione 21	6	6
Campione 22	6	6

Tabella 1.10.1: Risultati del contenuto di polifenoli totali ottenuti con CDR WineLab® e con il metodo di riferimento



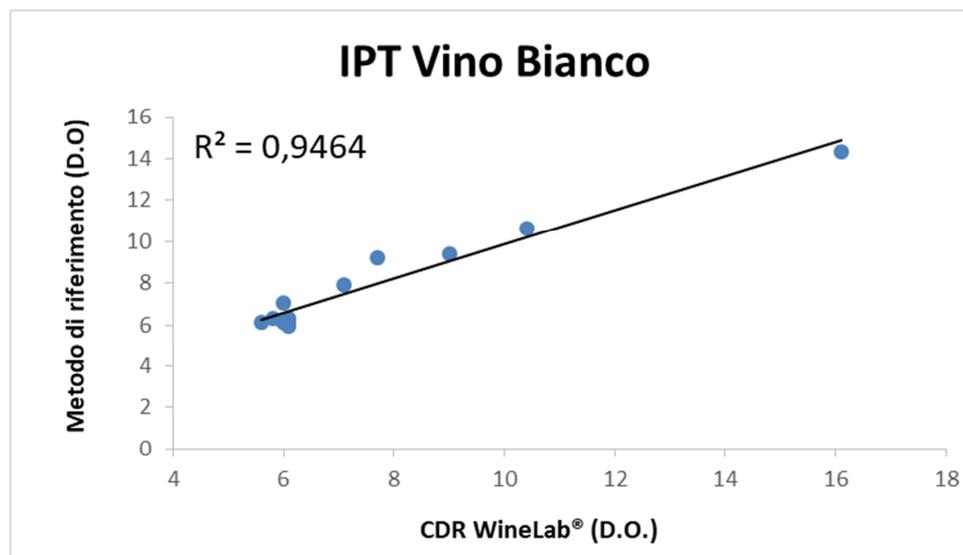


Figura 10.1: Correlazione tra CDR WineLab® e metodo di riferimento.

La concentrazione di polifenoli totali è molto variabile a seconda del vino. Lo strumento CDR WineLab® presenta due curve di calibrazione diversa, una per i vini rossi e una per i vini bianchi. Per questo sono riportate due curve di correlazione che risultano in entrambi i casi molto buone (Vino rosso: $R^2 = 0,9689$; Vino Bianco: $R^2 = 0,9464$).

Il coefficiente di correlazione R nel caso del vino bianco è minore. Dobbiamo però considerare che i valori ottenuti dall'analisi del vino bianco non coprono un intervallo di valori ampio e questo influisce negativamente sulla stima della correlazione.

Da sottolineare che la correlazione ottenuta è stata calcolata eliminando il campione 16 dal set di dati poiché ritenuto un outliers con un valore anomalo che faceva variare il coefficiente R in maniera rilevante.

10.3 Valutazione ripetibilità del metodo

La ripetibilità e la riproducibilità del metodo vengono valutate eseguendo 5 analisi consecutive per 5 giorni dell'IPT presente nel campione di vino bianco secco 21-RT-003 inviato dal circuito RT-LAB nel mese di Febbraio 2021 a CDR s.r.l., che ha fornito il campione all'Università degli Studi di Firenze per eseguire il test.

Anche per questo parametro non esistono soluzioni standard commerciali e quindi è stato scelto di testare la ripetibilità/riproducibilità della misura con un campione di un Ring Test.

I valori riportati in *Tabella 7.2 e 7.3* sono espressi come mg/L di acido gallico. Questo cambiamento di unità di misura è stato necessario per confrontare i valori ottenuti con il metodo CDR WineLab® e i risultati ottenuti nel Ring Test (193±66 mg/L di acido gallico).

Da sottolineare che il sistema CDR WineLab® fornisce i risultati sia in D.O. sia in mg/L di acido gallico e dunque non è stato necessario eseguire nessun tipo di conversione.



	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5
	141	140	139	141	142
	139	142	142	143	143
	142	142	140	144	142
	140	140	139	140	141
	140	144	140	142	143
Media	140	142	140	142	142
Deviazione standard	1	2	1	2	1

Tabella 7.2: Misure della concentrazione di IPT ottenute dall'analisi del campione 21-RT-003 con CDR WineLab®

n° totale analisi	Valore min. mg/L*	Valore max. mg/L*	Media mg/L*	Deviazione standard mg/L*
	139	144	141	2

* mg/L di acido gallico

Tabella 7.3: Riproducibilità della misura di IPT con CDR WineLab®

Il valore medio misurato con CDR WineLab® del campione 21-RT-003 risulta essere 141 mg/L \pm 4 mg/L. Il risultato ottenuto risulta avere una buona riproducibilità e ripetibilità nella misura dell'IPT se paragonata con quella del metodo preso come riferimento (OIV-MA-AS323-04B). Il valore di IPT ottenuto con CDR WineLab® è risultato in accordo con i valori di IPT pubblicati del Ring Test.

11. CONCLUSIONI

Tutte le analisi testate con la strumentazione CDR WineLab® hanno fornito risultati statisticamente correlati con quelli ottenuti con le metodiche ufficiali.

I limiti di rilevabilità e le riproducibilità delle analisi sono risultati paragonabili o migliori di quelli ottenuti con le metodiche ufficiali.

La metodica di analisi nel caso della strumentazione CDR WineLab® risulta molto semplice: per ognuna delle analisi effettuate l'unica preparazione del campione richiesta è il degassamento (se necessario). In alternativa viene utilizzato il campione tal quale eccetto per l'analisi del grado alcolico dove viene richiesta una diluizione da eseguire con l'apposito kit fornito. Per quanto riguarda l'analisi vera e propria lo strumento risulta molto semplice da utilizzare, non ha bisogno di taratura ed è pronto per essere utilizzato per eseguire la misura. L'operatore è aiutato da dettagliate istruzioni visibili sullo schermo touch screen dello strumento, presenti per ogni singola metodica di



analisi. Questo permette una facile esecuzione dell'analisi anche da parte di personale non esperto.

Tutto il materiale necessario per eseguire l'analisi è fornito in kit specifici dal produttore.

Con il sistema di analisi CDR WineLab[®] vi è inoltre un consumo notevolmente ridotto sia di campione che di reagenti rispetto ad alcune delle corrispondenti metodiche ufficiali, ad esempio nell'analisi dell'anidride solforosa libera e totale.

Bibliografia

- P. Ribéreau-Gayon, D. Dubourdieu, B. Donèche, A. Lonvaud, Trattato di enologia I, Edagricole, 2010
- P. Ribéreau-Gayon, D. Dubourdieu, B. Donèche, A. Lonvaud, Trattato di enologia II, Edagricole, 2010
- www.cdrfoodlab.it

Responsabile Laboratorio Elettrochimica Applicata

Prof. Massimo Innocenti