

Laboratorio de Electroquímica Aplicada

Responsable: Prof. Massimo Innocenti

Via della Lastruccia 3 - 50019 Sesto Fiorentino (Firencia) Italia

Tel +39 055 4573102

correo electrónico minnocenti@unifi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIPARTIMENTO
DI CHIMICA
"UGO SCHIFF"

Evaluación de la correlación entre los resultados
obtenidos con CDR WineLab® y los métodos oficiales



Índice

1 INTRODUCCIÓN.....	4
1.1 Finalidad.....	4
1.2 Sistema de análisis CDR WineLab®	4
1.2.1 Analizador	4
1.2.2 Pipeta	5
1.2.3 Reactivos	5
1.3 Muestras	5
2 DETERMINACIÓN DEL ÁCIDO ACÉTICO	6
2.1 El ácido acético en el vino	6
2.2 Evaluación precisión del método	7
2.3 Evaluación repetibilidad y reproducibilidad del método.....	8
3 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL.....	9
3.1 La acidez total en el vino	9
3.2 Evaluación precisión del método	10
3.3 Evaluación repetibilidad y reproducibilidad del método.....	11
4 DETERMINACIÓN DEL ÁCIDO L-MÁLICO	13
4.1 El ácido málico en el vino	13
4.2 Evaluación de la precisión del sistema	13
4.3 Evaluación de la repetibilidad y reproducibilidad del sistema	15
5 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ÁCIDO LÁCTICO.....	17
5.1 El ácido láctico en el vino	17
5.2 Evaluación precisión del método	17
5.3 Evaluación repetibilidad y reproducibilidad del método.....	19
6 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ALCOHOL	20
6.1 El alcohol en el vino	20
6.2 Evaluación precisión del método	21
6.3 Evaluación repetibilidad y reproducibilidad del método.....	22
7 DETERMINACIÓN SO ₂ TOTAL.....	24
7.1 SO ₂ en el vino	24
7.2 Evaluación precisión del método	25
7.3 Evaluación repetibilidad y reproducibilidad del método.....	26

Laboratorio de Electroquímica Aplicada

Responsable: Prof. Massimo Innocenti

Via della Lastruccia 3 - 50019 Sesto Fiorentino (Firencia) Italia

Tel +39 055 4573102

correo electrónico minnocenti@unifi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIPARTIMENTO
DI CHIMICA
"UGO SCHIFF"

8 DETERMINACIÓN DEL ANHÍDRIDO SULFUROSO LIBRE.....	27
8.1 SO ₂ libra en el vino	27
8.2 Evaluación precisión del método	28
8.3 Evaluación repetibilidad y reproducibilidad del método.....	30
9 DETERMINACIÓN DE LOS AZÚCARES	31
9.1 Los azúcares fermentables en el vino	31
9.2 Evaluación precisión del método	32
9.3 Evaluación repetibilidad y reproducibilidad del método.....	33
10 IPT (Índice Polifenoles Totales)	35
10.1 El índice de los polifenoles total en el vino	35
10.2 Evaluación precisión del método	36
10.3 Evaluación repetibilidad del método	37
11 CONCLUSIONES.....	39
Bibliografía	39

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Finalidad

Evaluación de la correlación entre los resultados obtenidos con CDR WineLab® y los métodos oficiales previstos por la OIV (Organización Internacional de la Viña y el Vino) en los siguientes parámetros:

- Ácido acético
- Acidez total
- Ácido L-Málico
- Ácido L-Láctico
- Alcohol
- SO₂ total
- SO₂ libre
- Azúcares
- IPT (Índice Polifenoles Totales)

Para comprobar la presencia de una correlación entre los datos se ha empleado el coeficiente de correlación de Pearson (R^2).

1.2 Sistema de análisis CDR WineLab®

El sistema de análisis CDR WineLab® está compuesto por un analizador basado en tecnología fotométrica, una pipeta específica y reactivos introducidos previamente en ampollas y desechables, desarrollados específicamente por los laboratorios de investigación de CDR.

CDR WineLab® forma parte de la línea de sistemas de análisis CDR FoodLab® que permiten determinar numerosos parámetros químicos en diferentes productos alimenticios.

1.2.1 Analizador

El analizador dispone de celdas de lectura equipadas con sistemas de incubación controladas por termostato a 37° C y emisores de LED con longitud de onda fija con una potencia que permite la lectura de absorbancias de hasta 6 D.O.

El instrumento permite seguir contemporáneamente varios análisis en la misma muestra o el análisis del mismo parámetro en 16 muestras diferentes en paralelo. El analizador que se suministra precalibrado, no requiere calibraciones adicionales.

Características del sistema utilizado para este estudio:

- CDR WineLab®: n.º 671
- Año de producción: 2019

1.2.2 Pipeta

Con el sistema de análisis CDR WineLab®, se suministra una pipeta de 10-100 µL y una de 50 µL con las que se pueden extraer los volúmenes requeridos en todos los análisis realizados.

1.2.3 Reactivos

Los reactivos utilizados en este estudio son suministrados por CDR en kits de 10 pruebas listas para usar.

Dentro de cada kit, específico para un análisis particular, hay 10 probetas desechables que contienen el reactivo ya presente y eventuales reactivos para añadir en la probeta para la aplicación específica.

1.3 Muestras

La comparación de los resultados obtenidos con el sistema de análisis CDR WineLab® y el método de referencia ha sido realizado en 22 muestras de vino comercial de diferente procedencia suministrados por la empresa CDR.

Se han elegido vinos muestra blancos, tintos y rosados objeto de análisis para representar la variedad de cepas cultivadas en Italia.

	Tipo de vino	Procedencia	Color
Muestra 1	Chardonnay	Sicilia	Blanco
Muestra 2	Viognier	Sicilia	Blanco
Muestra 3	Pinot Gris	Alto Adige	Blanco
Muestra 4	Müller Thurgau	Trentino	Blanco
Muestra 5	Pinot Blanco	Italia	Blanco
Muestra 6	Tavernello	Italia	Blanco
Muestra 7	Vermentino	Cerdeña	Blanco
Muestra 8	Trebbiano del Rubicone	Emilia Romagna	Blanco
Muestra 9	Lagrein	Alto Adige	Rosado
Muestra 10	Negroamaro	Salento	Rosado
Muestra 11	Tavernello	Italia	Tinto
Muestra 12	Montecucco	Toscana	Tinto
Muestra 13	Cannonau	Cerdeña	Tinto
Muestra 14	Chianti	Toscana	Tinto
Muestra 15	Merlot	Sicilia	Tinto
Muestra 16	Dolcetto D'Alba	Piamonte	Tinto
Muestra 17	Cabernet	Véneto	Tinto
Muestra 18	Syrah	Sicilia	Tinto
Muestra 19	BIO V132	Toscana	Tinto
Muestra 20	BIO S21	Toscana	Tinto
Muestra 21	Vermentino	Toscana	Blanco
Muestra 22	Trebbiano	Toscana	Blanco

Tabla 1.1: Características de las muestras de vino analizadas.

2 DETERMINACIÓN DEL ÁCIDO ACÉTICO

2.1 El ácido acético en el vino

La cantidad de ácido acético en el vino, expresada en g/L, se define acidez volátil y constituye un parámetro químico que se debe controlar atentamente a lo largo de todo el proceso de vinificación ya que su concentración es índice de salud de la uva, de la evolución de la fermentación y del estado de conservación del producto. Por tanto, su contenido está relacionado con la calidad del vino.

Un exceso de acidez volátil, detectado en la degustación, es suficiente para dar una opinión negativa de un vino y, debido a este parámetro, está sujeto a límites máximos establecidos por la ley. En particular, los límites fijados por el Reg. UE 1493/99, con excepción de exenciones para algunos productos (para vinos sometidos a envejecimiento prolongado en barril o para vinos licorosos de podredumbre noble), son de 1,08 g/L de ácido acético para los vinos blancos y rosados y de 1,2 g/L para los vinos tintos.

El ácido acético se puede formar en pequeñas cantidades, como producto secundario de la fermentación alcohólica y maloláctica, pero en estos casos la acidez volátil permanece por debajo de 0,7 g/L, concentración que no interfiere con el sabor.

En cambio, un incremento mayor de ácido acético del vino a menudo es resultado de bacterias, Acetobacter, que causan el denominado "picado acético". La formación de acidez volátil se produce en un ambiente oxidante en el que, a través del uso de oxígeno atmosférico, estas bacterias acéticas aerobias transforman el alcohol etílico en ácido acético y agua. El picado es la fase inicial de la ascecencia, enfermedad muy grave que transforma el vino en un producto no apto para el consumo.

Las bacterias acéticas están presentes en todos lados: en las uvas, en las bodegas, en el suelo y dentro de la misma madera de los recipientes vacíos. Aunque se limiten al máximo las contaminaciones, el vino, sobre todo si no está sulfitado, contiene un determinado número. Por tanto, es fundamental colocar los vinos en condiciones tales que se reduzca al mínimo el desarrollo de las bacterias.

Incluso el uso de levaduras no seleccionadas aumenta la posibilidad de porcentajes elevados de acidez volátil, sobre todo se combinan uvas que contienen escasas levaduras y sustancias nitrogenadas. De hecho, la suma de estas condiciones eleva el riesgo de inicios anómalos o de detenciones de fermentación que podrían causar un incremento de acidez volátil. Durante las detenciones de fermentación, cada vez que cesa la actividad de la levadura antes del consumo total de los azúcares, las bacterias lácticas anaerobias se activan y pueden utilizar estos azúcares en su metabolismo para producir ácido acético (picado láctico).

El ácido acético se puede encontrar en el mosto si las uvas están en un estado de salud óptimo. La presencia de bacterias lácticas y de levaduras es favorecida por condiciones particulares como la podredumbre ácida y por ataques de parásitos que, al romper la piel de la uva, favorecen su desarrollo. Debido a estas alteraciones se puede manifestar el comienzo no deseado de la fermentación de azúcares con formación de ácido acético.

Por ello, la determinación del ácido acético se realiza frecuentemente en la bodega: antes del prensado, antes de trasiego y antes del embotellamiento.

La acidez volátil se determina en un destilado del vino obtenido por destilación por arrastre de vapor. Este destilado luego se titula con NaOH 0,1 N utilizando la fenolftaleína como indicador como lo establece el método OIV-MA-AS313-02.

Como alternativa, se puede utilizar el HPLC en la determinación simultánea de ácidos orgánicos según el método OIV-MA-AS313-04 y permite también la cuantificación del ácido acético.

2.2 Evaluación precisión del método

La precisión del método puesto a punto por CDR se evalúa determinando la correlación entre los resultados de los análisis de 22 muestras de vino (*Tabla 1.1*) obtenidos con CDR WineLab® y los obtenidos con el método HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia, por sus siglas en inglés) como lo establece el método de referencia OIV-MA-AS313-04.

	Ácido Acético (g/L)	
	WineLab®	Referencia
Muestra 1	0,29	0,22
Muestra 2	0,23	0,16
Muestra 3	0,28	0,24
Muestra 4	0,15	0,16
Muestra 5	0,40	0,38
Muestra 6	0,15	0,17
Muestra 7	0,45	0,47
Muestra 8	0,20	0,16
Muestra 9	0,22	0,2
Muestra 10	0,28	0,26
Muestra 11	0,49	0,42
Muestra 12	0,49	0,48
Muestra 13	0,38	0,39
Muestra 14	0,39	0,37
Muestra 15	0,71	0,72
Muestra 16	0,46	0,43
Muestra 17	0,44	0,41
Muestra 18	0,68	0,69
Muestra 19	0,39	0,36
Muestra 20	0,33	0,28
Muestra 21	0,24	0,25
Muestra 22	0,15	0,15

Tabla 2.1: Resultados de Ácido Acético obtenidos con CDR WineLab® y con el método de referencia

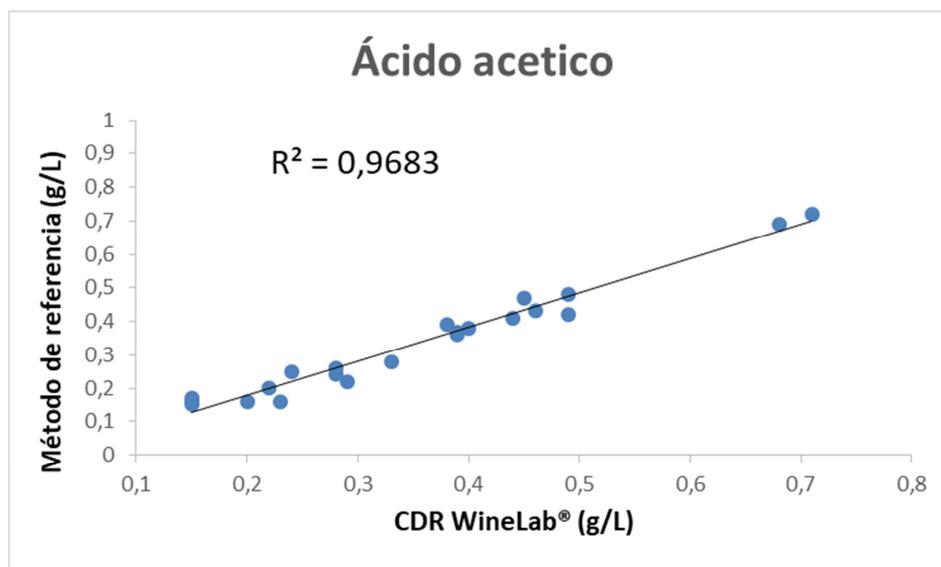


Figura 2.1: Correlación entre CDR WineLab® y método de referencia

Los dos métodos resultan relacionados ($R^2=0,9683$).

2.3 Evaluación repetibilidad y reproducibilidad del método

La repetibilidad y la reproducibilidad del método CDR WineLab® han sido evaluadas analizando dos soluciones TITRIVIN diferentes, soluciones de referencia certificadas para laboratorios de enología.

En particular, se han elegido TITRIVIN AA1 (n.º lote A 03171222 1) cuyo valor de ácido acético declarado por el productor resulta ser 0.28 ± 0.04 g/L (la incertidumbre se expresa con un factor de cobertura $k=2$) y TITRIVIN AA4 (n.º lote A 03171222 4) cuyo valor de ácido acético resulta 0.72 ± 0.05 g/L. La elección de los dos estándares ha sido realizada a fin de probar la repetibilidad del método tanto con valores bajos como con valores altos de ácido acético. Para cada estándar se han efectuado 5 análisis consecutivos repitiendo la prueba por 5 días diferentes.

A continuación se indican los datos obtenidos:

TITRIVIN AA1:

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 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
Promedio	0,32	0,31	0,32	0,32	0,31
Desviación estándar	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Tabla 2.2: Resultados de ácido acético obtenidos por el análisis de TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

Laboratorio de Electroquímica Aplicada

Responsable: Prof. Massimo Innocenti

Via della Lastruccia 3 - 50019 Sesto Fiorentino (Firencia) Italia

Tel +39 055 4573102

correo electrónico minnocenti@unifi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIPARTIMENTO
DI CHIMICA
"UGO SCHIFF"

n.º total análisis	Valor mín. (g/L)	Valor máx. (g/L)	Promedio (g/L)	Desviación estándar (g/L)
25	0,30	0,33	0,32	0,01

Tabla 2.3: Reproducibilidad de la medida de ácido acético obtenida por el análisis de TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

TITRIVIN AA4:

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 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
Promedio	0,73	0,74	0,74	0,74	0,72
Desviación estándar	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02

Tabla 2.4: Resultados de ácido acético obtenidos por el análisis de TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

n.º total análisis	Valor mín. (g/L)	Valor máx. (g/L)	Promedio (g/L)	Desviación estándar (g/L)
25	0,70	0,76	0,73	0,02

Tabla 2.5: Reproducibilidad de la medida de ácido acético obtenida por el análisis de TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

El valor promedio de ácido acético medido en TITRIVIN AA1 resulta ser 0,32 g/L \pm 0,02 g/L y 0,73 g/L \pm 0,04 g/L en TITRIVIN AA4. El valor obtenido con CDR WineLab® se indica con una incertidumbre de medida expresada como incertidumbre expandida con un intervalo de confianza del 95% con factor de cobertura $k=2$.

El sistema CDR WineLab® proporciona un valor de acuerdo con ese estándar y demuestra una buena repetibilidad y reproducibilidad en la determinación del ácido acético.

3 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL

3.1 La acidez total en el vino

La acidez total comprende el conjunto de los ácidos no volátiles (tartárico, málico, succínico, láctico, cítrico) y volátiles (ácido acético pero incluso cantidades mínimas de ácido propiónico, butírico, fórmico) presentes en los mostos y en los vinos; no está incluida la acidez derivada de CO₂ y SO₂.

Las sustancias ácidas se forman naturalmente durante la maduración de la uva y durante los procesos de fermentación. En las proporciones correctas resultan fundamentales para dar al vino un carácter distinto a nivel de sabor, pero también para garantizar su conservación a lo largo del tiempo ya que la acidez afecta a la estabilidad microbiológica y oxidativa.



La acidez da fresca al vino, influye sobre el color, el perfume y, en equilibrio con los sabores dulces y secos de los demás componentes, contribuye al gusto del producto final; una acidez demasiado elevada da al vino un sabor agrio, una acidez demasiado baja lo hace plano e insípido. El contenido de ácido total es variable a lo largo del tiempo para el estado inestabilidad natural del vino y no existe coincidencia entre acidez del mosto y acidez del vino ya que el en paso de mosto a vino se consumen y producen diferentes ácidos gracias a la actividad microbiológica de levaduras y bacterias.

El análisis de la acidez total es, por lo tanto, útil para controlar la correcta evolución de la fermentación, prevenir y/o comprobar la manifestación de alteraciones y evaluar el correcto funcionamiento de todas las fases de producción del vino para efectuar eventuales ajustes.

Por estos motivos, en el proceso de producción de un vino, la acidez total es uno de los análisis enológicos más frecuentes e importantes.

Debido a que el ácido tartárico generalmente está presente en mayor medida, la acidez total comúnmente se expresa en g/L de ácido tartárico y se determina normalmente por titulación manual, con una base fuerte (NaOH 1 N) utilizando como indicador el azul de bromotimol.

3.2 Evaluación precisión del método

La precisión del método puesto a punto por CDR se evalúa determinando la correlación entre los resultados de 22 muestras de vino (*Tabla 1.1*) obtenidos mediante los análisis efectuados con CDR WineLab® y los obtenidos con el método de referencia OIV-MA-AS313-01 R2015 par 5.2.

	Acidez total (g/L de ácido tartárico)	
	CDR WineLab®	Referencia
Muestra 1	5,5	5,5
Muestra 2	5,8	5,5
Muestra 3	4,9	4,8
Muestra 4	5,6	5,3
Muestra 5	4,7	4,7
Muestra 6	5,6	5,4
Muestra 7	4,6	4,8
Muestra 8	5,0	5,2
Muestra 9	5,4	5,2
Muestra 10	5,5	5,4
Muestra 11	5,3	5,1
Muestra 12	5,7	5,5
Muestra 13	5,5	5,3
Muestra 14	5,0	5,0
Muestra 15	6,0	5,9
Muestra 16	4,9	4,7
Muestra 17	4,6	4,9
Muestra 18	6,0	6,1
Muestra 19	4,9	4,9

Muestra 20	4,5	4,4
Muestra 21	4,6	4,6
Muestra 22	6,5	6,2

Tabla 3.1: Resultados de la medida de acidez total con CDR WineLab® y con el método de referencia.

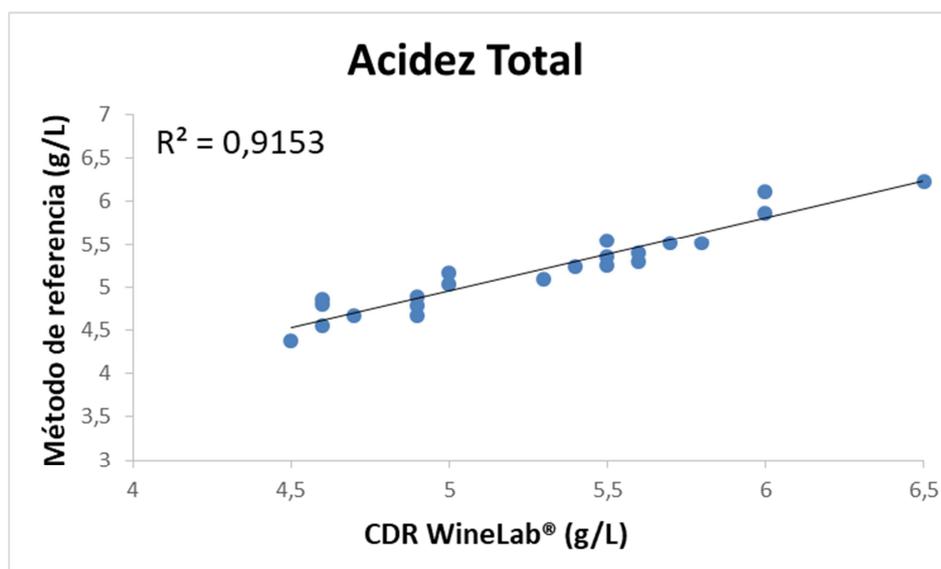


Figura 3.1: Correlación entre CDR WineLab® y método de referencia

Los dos métodos demuestran un coeficiente de correlación $R^2 = 0,9153$. Sin embargo, esta correlación no óptima es el resultado de una distribución de los valores medidos en las 22 muestras, en un intervalo restringido (todas las muestras resultan tener valores comprendidos entre 4,5 y 6,5 g/L de ácido tartárico aunque el contenido equivalente de ácido tartárico en un vino se coloca entre 2 y 9 g/l.). El coeficiente de correlación de Pearson es un índice poco firme cuyo valor puede cambiar considerablemente en función de pocos valores extremos y la baja dispersión de las muestras en la escala de acidez total influye negativamente en el cálculo de la correlación.

3.3 Evaluación repetibilidad y reproducibilidad del método

La repetibilidad y la reproducibilidad del método CDR WineLab® se evalúan analizando dos soluciones diferentes de referencia certificadas: TITRIVIN AA1 (n.º lote A 03171222 1) cuyo valor de acidez declarado por el productor resulta ser 4.01 ± 0.25 g/L y TITRIVIN AA4 (n.º lote A 03171222 4) con una acidez total de 8.59 ± 0.12 g/L. Todos los valores de acidez se indican como g/L de ácido tartárico. La elección de los dos estándares ha sido realizada a fin de probar la repetibilidad del método tanto con valores bajos como con valores altos de acidez total. Para cada estándar se han efectuado 5 análisis consecutivos repitiendo la prueba por 5 días consecutivos.

A continuación se indican los datos obtenidos:

TITRIVIN AA1:

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 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
Promedio	4,0	4,1	3,9	3,9	4,0
Desviación estándar	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1

Tabla 3.2: Resultados de acidez total obtenidos por el análisis de TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

n.º total análisis	Valor mín. (g/L)	Valor máx. (g/L)	Promedio (g/L)	Desviación estándar (g/L)
25	3,8	4,3	4,0	0,1

Tabla 3.3: Reproducibilidad de la medida de acidez total obtenida por el análisis de TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

TITRIVIN AA4:

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 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
Promedio	8,4	8,4	8,3	8,3	8,5
Desviación estándar	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Tabla 3.4: Resultados de acidez total obtenidos por el análisis de TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

n.º total análisis	Valor mín. (g/L)	Valor máx. (g/L)	Promedio (g/L)	Desviación estándar (g/L)
25	8,2	8,6	8,4	0,1

Tabla 3.5: Reproducibilidad de la medida de acidez total obtenida por el análisis de TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

El valor promedio de acidez medido en TITRIVIN AA1 resulta ser 4,0 g/L \pm 0,2 g/L y 8,4 g/L \pm 0,2 g/L en TITRIVIN AA4. El valor obtenido con CDR WineLab® se indica con una incertidumbre de medida expresada con un intervalo de confianza del 95% (factor de cobertura $k=2$). Se observa una buena repetibilidad y reproducibilidad del método y los valores de acidez obtenidos con CDR WineLab® resultan acordes con los valores de los estándares.

4 DETERMINACIÓN DEL ÁCIDO L-MÁLICO

4.1 El ácido málico en el vino

El ácido L-málico se origina en el grano de uva y su síntesis está asociada a las condiciones meteorológicas, a las características del suelo y a las de la cepa. Su concentración en el grano disminuye rápidamente y de manera regular desde el momento del envero, y es más lenta a continuación. En el vino, el ácido L-málico mantiene la concentración que tenía en la uva si el producto no sufre fermentación maloláctica, mientras que disminuye llegando a concentraciones inferiores a 0,2 g/L si se produce esta fermentación.

La fermentación maloláctica es el proceso que permite, de manera natural, mantener la estabilidad biológica de un vino. A pesar de definirse "fermentación", la degradación del ácido L-málico es un proceso enzimático gracias al cual este ácido, agresivo e intenso, se convierte en el ácido L-láctico más delicado. Esto permite obtener, generalmente, un vino más suave y equilibrado, con una mayor complejidad aromática y una persistencia superior. Indispensable para garantizar la estabilidad biológica del vino tinto, este proceso a menudo se evita en el vino blanco para no perder la frescura y la acidez del producto, aunque en algunos vinos blancos, caracterizados por procesos de reducción en barriles, se utiliza de todos modos para dar al vino una notable complejidad y un sabor rico y mantecoso.

La fermentación maloláctica interviene después de la fermentación alcohólica gracias a la acción de algunas bacterias lácticas como los *Oenococcus Oeni* y los *Lactobcillus*, que están presentes naturalmente en el mosto y que se reactivan en presencia de condiciones ideales de pH (óptima entre 4,2 y 4,5), temperatura (18- 20°), cantidad de alcohol etílico (no superior a 15%) y anhídrido sulfuroso (<5mg/L). Pero la disminución del ácido L-málico puede producirse en un porcentaje variable del 10 al 30% incluso durante la fermentación alcohólica con el mecanismo de la fermentación maloalcohólica.

La determinación del ácido L-málico es importante, por tanto, para evaluar la concentración inicial presente en el vino, obteniendo información sobre el proceso fermentativo previo y durante la fermentación maloláctica para seguir el desarrollo.

Los métodos químicos principales para la cuantificación de este ácido son el análisis enzimático espectrofotométrico y el análisis para HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia).

4.2 Evaluación de la precisión del sistema

La precisión del método puesto a punto por CDR se evalúa determinando la correlación entre los resultados de 22 muestras de vino (*Tabla 1.1*) obtenidos efectuando los análisis con CDR WineLab® y con HPLC según el método de referencia OIV-MA-AS313-16.

Laboratorio de Electroquímica Aplicada

Responsable: Prof. Massimo Innocenti

Via della Lastruccia 3 - 50019 Sesto Fiorentino (Firencia) Italia

Tel +39 055 4573102

correo electrónico minnocenti@unifi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIPARTIMENTO
DI CHIMICA
"UGO SCHIFF"

	Ácido Málico (g/L)	
	CDR WineLab®	Referencia
Muestra 1	2,03	1,65
Muestra 2	1,72	1,35
Muestra 3	1,44	1,19
Muestra 4	2,69	2,26
Muestra 5	0,36	0,42
Muestra 6	2,12	1,65
Muestra 7	0,5	0,58
Muestra 8	2,55	2,25
Muestra 9	2,03	1,77
Muestra 10	2,73	2,37
Muestra 11	0,79	0,63
Muestra 12	< 0,05	0,13
Muestra 13	< 0,05	< 0,1
Muestra 14	< 0,05	0,2
Muestra 15	< 0,05	< 0,1
Muestra 16	< 0,05	< 0,1
Muestra 17	0,38	0,43
Muestra 18	< 0,05	< 0,1
Muestra 19	< 0,05	< 0,1
Muestra 20	< 0,05	< 0,1
Muestra 21	< 0,05	< 0,1
Muestra 22	2,93	2,31

Tabla 4.1: Resultados de ácido L-málico obtenidos con CDR WineLab® y con el método de referencia.

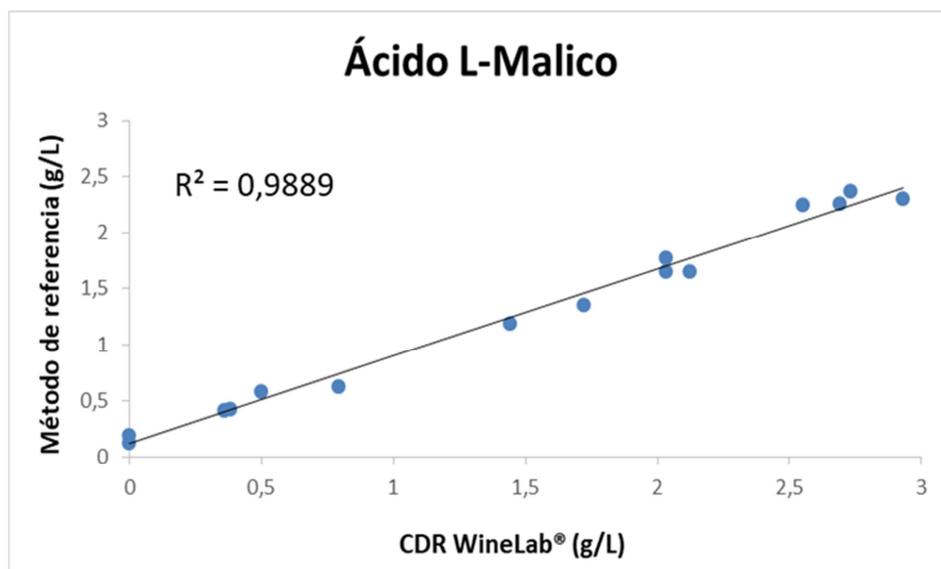


Figura 4.1: Correlación entre CDR WineLab® y método de referencia

Los análisis han sido realizados en las 22 muestras pero no se han indicado en el gráfico las muestras que han demostrado una concentración de ácido L-málico inferior al Detection Limit del método de referencia (LOQ= 0,1 g/L) y del instrumento CDR WineLab® (LOQ= 0,05 g/L).

Los dos métodos han dado resultados altamente relacionados ($R^2 = 0,9889$).

4.3 Evaluación de la repetibilidad y reproducibilidad del sistema

La repetibilidad y la reproducibilidad del método CDR WineLab® se evalúan analizando dos soluciones diferentes de referencia certificadas: TITRIVIN AA1 (n.º lote A 03171222 1) que contiene una cantidad de ácido L-málico de 0.24 ± 0.06 g/L y TITRIVIN AA4 (n.º lote A 03171222 4) que presenta una concentración de 2.51 ± 0.14 g/L.

La elección de los dos estándares ha sido realizada a fin de probar la repetibilidad del método tanto con concentraciones bajas como con concentraciones altas de ácido L-málico. Para cada estándar se han efectuado 5 análisis consecutivos repitiendo la prueba por 5 días.

A continuación se indican los datos obtenidos:

TITRIVIN AA1:

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 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
Promedio	0,18	0,19	0,19	0,18	0,20
Desviación estándar	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02

Tabla 4.2: Resultados de ácido L-málico obtenidos por el análisis de TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

Laboratorio de Electroquímica Aplicada

Responsable: Prof. Massimo Innocenti

Via della Lastruccia 3 - 50019 Sesto Fiorentino (Firencia) Italia

Tel +39 055 4573102

correo electrónico minnocenti@unifi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIPARTIMENTO
DI CHIMICA
"UGO SCHIFF"

n.º total análisis	Valor mín. (g/L)	Valor máx. (g/L)	Promedio (g/L)	Desviación estándar (g/L)
25	0,16	0,22	0,19	0,02

Tabla 4.3: Reproducibilidad de la medida de ácido L-málico obtenida por el análisis de TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

TITRIVIN AA4:

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 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
Promedio	2,61	2,57	2,57	2,58	2,59
Desviación estándar	0,01	0,03	0,04	0,04	0,04

Tabla 4.4: Resultados de ácido L-málico obtenidos por el análisis de Titrivin AA4 con CDR WineLab®

n.º total análisis	Valor mín. (g/L)	Valor máx. (g/L)	Promedio (g/L)	Desviación estándar (g/L)
25	2,51	2,63	2,58	0,04

Tabla 4.5: Reproducibilidad de la medida de ácido L-málico obtenida por el análisis de TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

El valor promedio medido en TITRIVIN AA1 resulta ser 0,19 g/L \pm 0,04 g/L y 2,58 g/L \pm 0,08 g/L en TITRIVIN AA4. El valor obtenido con CDR WineLab® se indica con una incertidumbre de medida expresada con un intervalo de confianza del 95% (factor de cobertura $k=2$). La desviación estándar baja indica una buena repetibilidad y reproducibilidad del método. Además, CDR WineLab® ofrece concentraciones de ácido L-málico de acuerdo con las presentes en los estándares.

5 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ÁCIDO LÁCTICO

5.1 El ácido láctico en el vino

Dentro del vino se pueden encontrar ambos isómeros del ácido láctico pero resulta importante diferenciarlos ya que el ácido D(-)-láctico es producido por la levadura, mientras que el ácido L(+)-láctico es obtenido por el metabolismo de las bacterias lácticas.

Las pequeñas cantidades observadas antes de la fermentación maloláctica del isómero L(+) son producidas durante la fase inicial de la fermentación de los azúcares, pero a continuación la levadura produce principalmente el isómero D(-). Durante la siguiente fermentación maloláctica las bacterias lácticas del vino transforman el ácido L(+)-málico exclusivamente en ácido L(+)-láctico, más estable y de sabor más delicado; durante esta fase la concentración del isómero L(+) aumenta llegando incluso a concentraciones de 5 g/L.

Cuantificar el ácido láctico es fundamental durante la fermentación maloláctica para monitorizar el proceso, pero también es importante medir la concentración presente en el mosto y en el vino para evaluar la necesidad de añadir este ácido al producto. De hecho, se añade el ácido láctico para corregir la acidez de los mostos y de los vinos como alternativa al ácido tartárico, en particular se puede añadir hasta un máximo de 2,25 g/l en los mostos y 3,75 g/l en los vinos con la finalidad de reequilibrar la acidez natural, mejorar la conservación, el sabor y favorecer una correcta evolución biológica.

Los métodos estándar para la cuantificación de este ácido son el análisis enzimático espectrofotométrico y el análisis para HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia).

Sin embargo, el análisis HPLC, además de determinar el ácido L-láctico, detecta también su isómero D(-), formado por las levaduras durante la fermentación alcohólica. Por tanto, a diferencia del método enzimático que permite la cuantificación directa de la concentración del ácido L(+)-láctico, el análisis HPLC no permite conocer la concentración real del ácido L(+)-láctico, que es el único parámetro indicativo del inicio de la fermentación maloláctica.

5.2 Evaluación precisión del método

La precisión del sistema puesto a punto por CDR se evalúa determinando la correlación entre los resultados de 22 muestras de vino (*Tabla 1.1*) obtenidos efectuando los análisis con CDR WineLab® y con HPLC según el método de referencia OIV-MA-AS313-16.

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

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

Tabla 5.1: Resultados de ácido láctico obtenidos con CDR WineLab® y con el método de referencia.

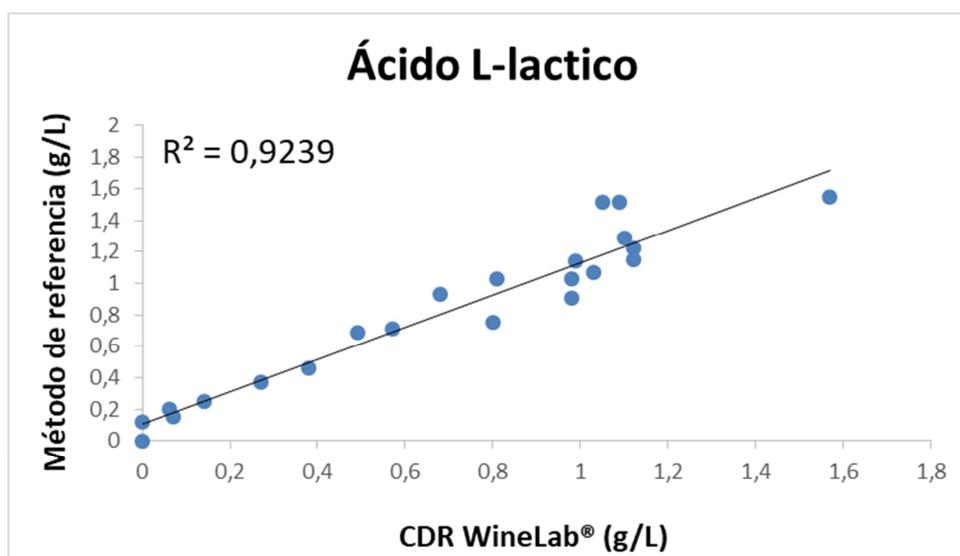


Figura 5.1: Correlación entre CDR WineLab® y método de referencia

El coeficiente de correlación no resulta óptimo ($R^2 = 0,9239$).

Pero debemos considerar que los dos métodos no resultan perfectamente comparables porque, como se ha explicado, el análisis HPLC detecta ambos isómeros del ácido láctico a diferencia de la reacción enzimática empleada por CDR WineLab® con la que se cuantifica solo el isómero L(+), que recordamos es el único parámetro indicativo del inicio de la **fermentación maloláctica**.

Para calcular en qué medida influye esta diferencia en el resultado obtenido, CDR ha suministrado un método ulterior para la determinación de ambos isómeros del ácido láctico a través de CDR WineLab®. La prueba ha sido realizada sobre dos muestras que mostraban la peor correlación con los resultados obtenidos a través de HPLC (Tabla 5.2). Los valores obtenidos demuestran la presencia en solución de

una cantidad no insignificante del isómero D.

	Ácido Láctico (g/L)		
	Referencia	CDR WineLab®	
	Isómero D+L	Isómero L	Isómero D+L
Muestra 15	1,52	1,09	1,69
Muestra 18	1,52	1,05	1,68

Tabla 5.2: Resultados de ácido láctico obtenidos con CDR WineLab® y con el método de referencia

5.3 Evaluación repetibilidad y reproducibilidad del método

La repetibilidad y la reproducibilidad del método CDR WineLab® se evalúan analizando dos soluciones de referencia certificadas: TITRIVIN AA1 (n.º lote A 03171222 1) que contiene una cantidad de ácido L-láctico de 0.90 ± 0.14 g/L y TITRIVIN AA4 (n.º lote A 03171222 4) que presenta una concentración de 2.91 ± 0.22 g/L.

La elección de los dos estándares ha sido realizada a fin de probar el método con concentraciones diferentes de ácido L-láctico. Para cada estándar se han efectuado 5 análisis consecutivos repitiendo la prueba por 5 días diferentes.

A continuación se indican los datos obtenidos:

TITRIVIN AA1:

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 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
Promedio	0,95	0,94	0,95	0,94	0,94
Desviación estándar	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01

Tabla 5.3: Resultados de ácido láctico obtenidos por el análisis de TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

n.º total análisis	Valor mín. (g/L)	Valor máx. (g/L)	Promedio (g/L)	Desviación estándar (g/L)
25	0,93	0,97	0,94	0,01

Tabla 5.4: Reproducibilidad de la medida de ácido L-láctico obtenida por el análisis de TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

TITRIVIN AA4:

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 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
Promedio	3,09	3,07	3,09	3,09	3,07
Desviación estándar	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Tabla 5.5: Resultados de ácido L-láctico obtenidos por el análisis de TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

n.º total análisis	Valor mín. (g/L)	Valor máx. (g/L)	Promedio (g/L)	Desviación estándar (g/L)
25	0,70	0,76	0,73	0,02

Tabla 5.6: Reproducibilidad de la medida de ácido acético obtenida por el análisis de TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

El valor promedio de ácido L-láctico medido en TITRIVIN AA1 resulta ser 0,94 g/L \pm 0,02 g/L y 3,08 g/L \pm 0,04 g/L en TITRIVIN AA4. El valor obtenido con CDR WineLab® se indica con una incertidumbre de medida expresada como incertidumbre expandida con un intervalo de confianza del 95% con factor de cobertura k=2.

El sistema CDR WineLab® proporciona una concentración de acuerdo con la del estándar y demuestra una buena repetibilidad y reproducibilidad en la determinación del ácido L-láctico.

6 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ALCOHOL

6.1 El alcohol en el vino

El etanol (o alcohol etílico) es, después del agua, el compuesto cuantitativamente más importante de los presentes en el vino. Su contenido se expresa por medio del grado alcohólico que representa el porcentaje en volumen de alcohol en el vino.

El alcohol etílico en el vino es producido por la fermentación alcohólica de los azúcares contenidos en los mostos: cuanto más dulce es la uva en el momento de la vendimia, más azúcares habrá en los mostos y más alcohólico resultará el vino.

La acción del etanol, sumada a la de la acidez, permite conservar el vino por mucho tiempo sin alteración evidente, pero el alcohol contribuye también a la caracterización del vino de otras maneras.

Durante la vinificación, su poder disolvente permite la disolución de los compuestos fenólicos de las partes sólidas de la uva. Además, el alcohol, al reaccionar con los ácidos, forma los ésteres, que contribuyen a mejorar el buqué del vino con aromas terciarios.

El alcohol da al paladar una sensación inmediata de calor que acentúa la suavidad del vino; si el vino está bien equilibrado, sentiremos la difusión de una calor agradable y envolvente en la boca.



Los vinos con tasa de alcohol de hasta el 10% , en general, se definen "ligeros", mientras que a menudos se definen más o menos "cálidos" los vinos con graduación alcohólica creciente llegando a tasas de alcohol del 16%, considerando el límite máximo de la resistencia de la levadura al alcohol. La percepción inmediata del alcohol en el paladar no depende siempre del valor alto del título alcoholimétrico efectivo, sino del equilibrio que tiene el componente alcohólico con los demás componentes del vino. Hay vinos que, a pesar de tener el 14% no se perciben como alcohólicos, porque poseen una estructura, cuerpo taninos y acidez que consiguen crear un equilibrio perfecto. Otras veces, en cambio, sentimos enseguida un calor fuerte que connota de manera casi penetrante y desagradable la degustación. Se trata de vinos no necesariamente muy alcohólicos, sino desequilibrados, en los que los demás componentes son demasiado débiles y escasos para contrarrestar el estímulo alcohólico.

Por ley está prohibida la venta para el consumo de mostos y vinos con una graduación alcohólica total inferior a 9 grados y para los vinos DOC o DOCG, está previsto un grado alcohólico por debajo del cual no se puede vender ese determinado vino.

Según la legislación, se puede aumentar el grado alcohólico en 2 unidades como máximo mediante la mezcla. Al añadido de azúcares al mosto para compensar la carencia de azúcar natural está prohibida por la mayoría de las regulaciones de las denominaciones en Italia, pero está permitida la corrección en la forma de añadido de mostos concentrados rectificadas de origen vinícola.

Por tanto, el conocimiento del título alcoholímetro presente un elevado interés tanto desde el punto de vista legal como comercial y debe figurar obligatoriamente en las etiquetas de los vinos de mesa destinados a la venta.

Los métodos oficiales para la medida del título alcoholimétrico volúmico efectivo prevé una doble destilación del vino alcalinizado (para evitar la interferencia de ácido acético, anhídrido sulfuroso, aldehídos y otras sustancias volátiles) y la medida sucesiva de la densidad de la solución hidroalcohólica obtenida, mediante picnometría, mediante densimetría electrónica o por medio de una balanza hidrostática.

6.2 Evaluación precisión del método

La precisión del sistema puesto a punto por CDR se evalúa determinando la correlación entre los resultados de 22 muestras de vino (*Tabla 1.1*) obtenidos efectuando los análisis con CDR WineLab® y con el método de destilación previsto por el método de referencia OIV MA-AS312-01A R2016 4.B.

	Contenido de alcohol (%vol.)	
	CDR WineLab®	Referencia
Muestra 1	12,4	12,27
Muestra 2	12,1	11,99
Muestra 3	13,2	13,43
Muestra 4	12,1	12,07
Muestra 5	10,4	10,47
Muestra 6	10,8	10,52
Muestra 7	12,2	12,44
Muestra 8	11,6	11,38
Muestra 9	13,4	13,16

Muestra 10	12,5	12,5
Muestra 11	11,4	11,54
Muestra 12	13,1	13,75
Muestra 13	12,6	12,79
Muestra 14	12,5	12,58
Muestra 15	14,8	14,62
Muestra 16	11,8	11,24
Muestra 17	11,5	11,38
Muestra 18	13,0	12,97
Muestra 19	13,4	13,59
Muestra 20	12,8	3,00
Muestra 21	10,3	10,15
Muestra 22	10,4	10,42

Tabla 6.1: Resultados del contenido de Alcohol obtenidos con CDR WineLab® y con el método de referencia.

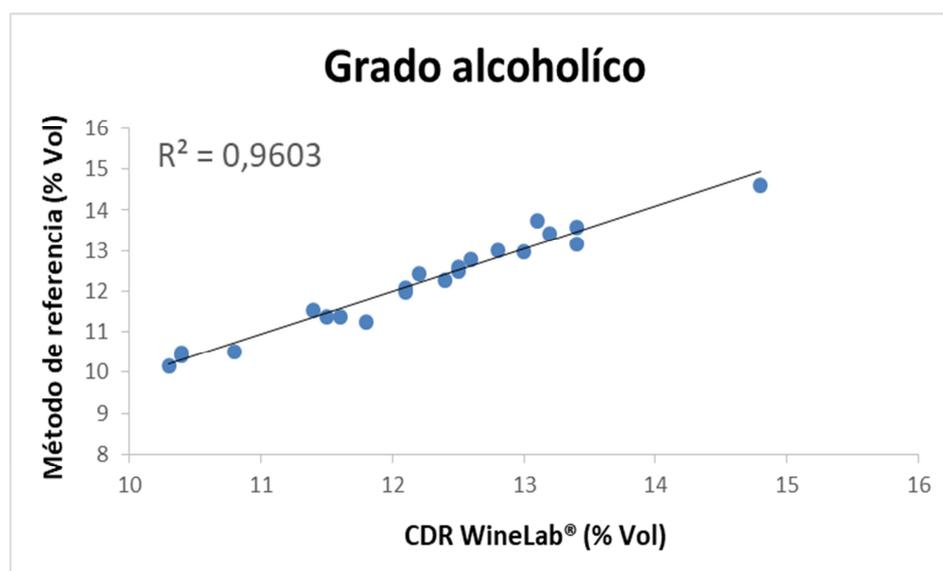


Figura 6.1: Correlación entre CDR WineLab® y el método de referencia en el análisis del grado alcohólico.

Los dos métodos demuestran un buen coeficiente de correlación ($R_2 = 0,9603$).

En la muestra 15 se ha añadido alcohol etílico para aumentar el grado alcohólico de la muestra. El grado alcohólico de las muestras resultaban comprendidas en su totalidad entre 10,3% y 13,4% y una baja dispersión de las muestras habría afectado negativamente al cálculo de la correlación.

6.3 Evaluación repetibilidad y reproducibilidad del método

La repetibilidad y la reproducibilidad del método CDR WineLab® se evalúan analizando dos soluciones diferentes de referencia certificadas: TITRIVIN AA1 (n.º lote A 03171222 1) por el que se declara un grado alcohólico de $14 \pm 0,05$ %vol. y TITRIVIN AA4 (n.º lote A 03171222 4) con grado alcohólico de $9,46 \pm 0,06$ %vol.

La elección de los dos estándares ha sido realizada a fin de probar la repetibilidad del método tanto

Laboratorio de Electroquímica Aplicada

Responsable: Prof. Massimo Innocenti

Via della Lastruccia 3 - 50019 Sesto Fiorentino (Firencia) Italia

Tel +39 055 4573102

correo electrónico minnocenti@unifi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIPARTIMENTO
DI CHIMICA
"UGO SCHIFF"

con valores bajos como con valores altos de grado alcohólico. Para cada estándar se han efectuado 5 análisis consecutivos repitiendo la prueba por 5 días.

A continuación se indican los datos obtenidos:

TITRIVIN AA1:

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 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
Promedio	9,50	9,40	9,50	9,50	9,40
Desviación estándar	0,11	0,09	0,13	0,13	0,13

Tabla 6.2: Valores de grado alcohólico obtenidos por el análisis de TRITIVIN AA1 con CDR WineLab®

n.º total análisis	Valor mín. (%vol.)	Valor máx. (%vol.)	Promedio (%vol.)	Desviación estándar (%vol.)
25	9,3	9,7	9,5	0,1

Tabla 6.3: Reproducibilidad de la medida de grado alcohólico obtenida por el análisis de TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

TITRIVIN AA4:

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 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
Promedio	14,00	13,90	13,90	13,90	14,10
Desviación estándar	0,07	0,13	0,11	0,11	0,13

Tabla 6.4: Valores de grado alcohólico obtenidos por el análisis de TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

n.º total análisis	Valor mín. (%vol.)	Valor máx. (%vol.)	Promedio (%vol.)	Desviación estándar (%vol.)
25	13,8	14,2	14,0	0,1

Tabla 3.5: Reproducibilidad de la medida de grado alcohólico obtenida por el análisis de TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®



El valor promedio medido para TITRIVIN AA1 resulta ser 9,5 % vol. $\pm 0,2$ % vol. y 14,0 % vol. $\pm 0,2$ % vol. para TITRIVIN AA4. El valor obtenido con CDR WineLab® se indica con una incertidumbre de medida expresada con un intervalo de confianza del 95% (factor de cobertura $k=2$). CDR WineLab® presenta una buena reproducibilidad y repetibilidad en la medida del grado alcohólico considerando la baja desviación estándar obtenida y el valor promedio medido con CDR WineLab® resulta perfectamente conforme al grado alcohólico de los dos estándares analizados.

7 DETERMINACIÓN SO₂ TOTAL

7.1 SO₂ en el vino

El anhídrido sulfuroso (o dióxido de azufre), por sus numerosas propiedades, es un instrumento fundamental en la producción de los vinos.

En las cantidades adecuadas, esta sustancia impide la proliferación de la flora bacteriana. Esto es particularmente durante la fermentación y la conservación, cuando este compuesto impide el nacimiento de microorganismos que podrían dañar el vino en el sabor y en el color. Además, es un antioxidante y tiene propiedades antioxidásicas, característica fundamental en cualquier fase del proceso de producción y conservación del vino. El SO₂ preserva los vinos de una excesiva oxidación de los compuestos fenólicos y de algunas sustancias aromáticas, contribuye a mantener un nivel de óxido-reducción bajo y favorable a la evolución de las características sensoriales durante la conservación y el envejecimiento e inhibe la acción de las enzimas oxidásicas antes del inicio de la fermentación.

Además de estas propiedades, combina el acetaldehído y otros compuestos similares preservando sabor y aroma del vino y, al mismo tiempo, previene el sabor a moho.

Sin embargo, para obtener estos efectos positivos, el anhídrido sulfuroso se debe añadir cuando la fermentación alcohólica ha terminado completamente. Si se añade demasiado pronto con respecto al final de la fermentación, es decir cuando la temperatura del vino aún es demasiado elevada, se pueden desarrollar aromas y sabores desagradables a anhídrido sulfuroso, a mercaptano y a huevo podrido.

Sin embargo, su use debe ser limitado tanto por los efectos negativos para la salud, como porque una cantidad excesiva de anhídrido sulfuroso modifica las características organolépticas del vino. Las cantidades máximas permitidas por la Unión Europea son 160 mg/l para los vinos tintos y 210 mg/l para los vinos blancos y rosados (se prevén exenciones que permiten que los estados miembro eleven este valor por un máximo de 40 mg/l en cosechas desfavorables).

Considerando la multiplicidad de reacciones químicas en las que participa, no siempre es fácil determinar la dosis de empleo ideal para poder beneficiarse al máximo de las ventajas sin tener que temer efectos negativos. Por ello, es importante evaluar la concentración en las diferentes fases de producción.

El método oficial CEE para la determinación de este compuesto en el vino (Reglamento CEE n.º 2676/90, Boletín Oficial de las Comunidades Europeas L 272 del 3/10/90) establece que se arrastre el anhídrido sulfuroso mediante una corriente de aire o de nitrógeno y se fije y oxide, mediante burbujeo, en una solución diluida y neutra de agua oxigenada. El ácido sulfúrico formado se dosifica con una solución titulada de hidróxido de sodio. El anhídrido sulfuroso total se extrae del vino mediante arrastre en caliente (100 °C).

Sin embargo, normalmente se usa el método Ripper–Schmitt, que prevé la determinación volumétrica del SO₂ mediante titulación yodométrica, efectuada directamente en el vino a PH<1. La determinación del anhídrido sulfuroso total se realiza alcalinizando la solución, para dividir los compuestos aldehído-sulfurosos y luego, acidificando nuevamente antes de realizar la titulación como se indica en el método OIV-MA-AS323-04B.

7.2 Evaluación precisión del método

La precisión del método puesto a punto por CDR se evalúa determinando la correlación entre los resultados de 22 muestras de vino (*Tabla 1.1*) obtenidos efectuando los análisis con CDR WineLab® y con el método OIV-MA-AS323-04B.

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

Tabla 7.1: Resultados de SO₂ total obtenidos con CDR WineLab® y con el método de referencia.

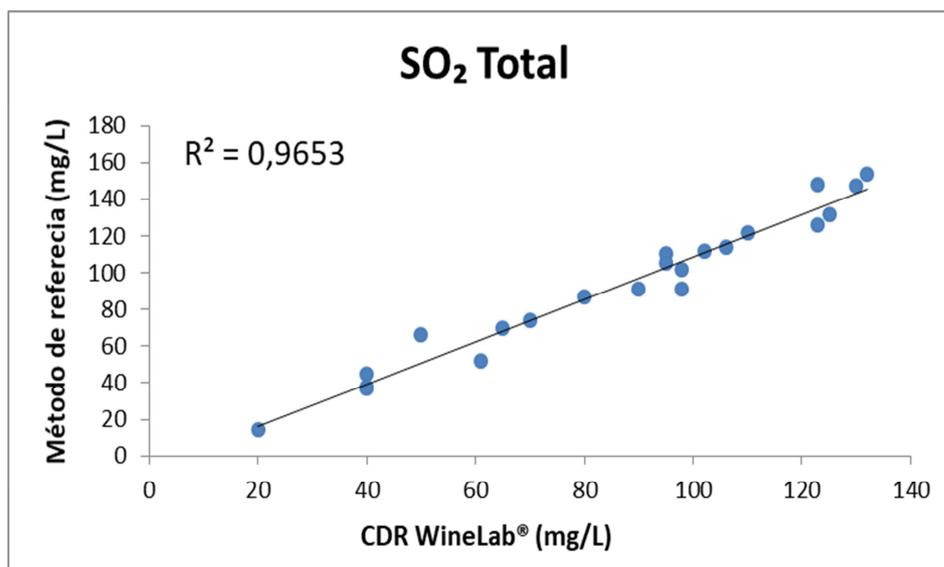


Figura 7.1: Correlación entre CDR WineLab® y método de referencia

Los dos métodos han demostrado una buena correlación ($R^2 = 0,9653$) considerando la repetibilidad no óptima de ambos métodos de medida.

7.3 Evaluación repetibilidad y reproducibilidad del método

La repetibilidad y la reproducibilidad del método se evalúan siguiendo 5 análisis consecutivos por 5 días de la concentración de anhídrido sulfuroso total en la muestra de vino blanco seco 21-RT-003 enviada por el circuito Ring Test-Lab (circuito de análisis coordinado por la Unione Italiana Vini) en el mes de febrero de 2021 a CDR s.r.l., que ha suministrado la muestra a la Università degli Studi de Firencia para realizar la prueba.

Para este parámetro no existen soluciones estándar comerciales y, por tanto, se ha elegido probar la repetibilidad/reproducibilidad de la medida usando una muestra enviada para una prueba de comparación interlaboratorio (Ring Test) a CDR s.r.l.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 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
Promedio	118	118	120	118	119
Desviación estándar	1	1	2	1	2

Tabla 7.2 Medidas de la concentración de SO_2 total obtenidas por el análisis de la muestra 21-RT-003 con CDR WineLab®

n.º total análisis	Valor mín. (mg/L)	Valor máx. (mg/L)	Promedio (mg/L)	Desviación estándar (mg/L)
25	117	123	119	2

Tabla 7.3: Reproducibilidad de la medida de SO₂ total con CDR WineLab®

El valor promedio medido para la muestra 21-RT-003 resulta ser 119 mg/L ± 4 mg/L (la incertidumbre de medida se expresa como incertidumbre expandida con un intervalo de confianza del 95% con factor de cobertura k=2). El valor obtenido con CDR WineLab® demuestra una desviación estándar y, por tanto, una repetibilidad no óptima sino mejor con respecto a la repetibilidad obtenida con el método de referencia OIV- MA-AS323-04B.

El valor de sulfuroso total obtenido con CDR WineLab® resulta perfectamente conforme al valor obtenido en el Ring Test (123,4 mg/L ±12,5 mg/L) confirmando la correlación con el método estándar.

8 DETERMINACIÓN DEL ANHÍDRIDO SULFUROSO LIBRE

8.1 SO₂ libre en el vino

La correcta gestión del SO₂ en el vino es indispensable, de hecho, este compuesto resulta difícilmente sustituible en la vinificación y en la conservación del vino gracias a sus innumerables propiedades (*Capítulo 7.1*).

El anhídrido sulfuroso contenido en el vino está presente en diferentes formas, no todas igualmente interesantes desde el punto de vista enológico.

Con el término anhídrido sulfuroso libre se indican las formas que se pueden liberar por acidificación, es decir:

- H₂SO₃ o sulfuroso molecular
- HSO₃ o ion bisulfito
- SO₃ o ion sulfito

En cambio, cuando se habla de anhídrido sulfuroso combinado, se indica esa parte de sulfuroso unida de manera más o menos estable a algunos compuestos del vino como acetaldehído, azúcares, cuerpos cetónicos, ácidos urónicos y antocianos. En función de la estabilidad de la unión, se efectúa una distinción adicional entre:

- SO₂ combinado, unido de manera permanente al acetaldehído;
- SO₂ depósito unido a compuestos con afinidad media o débil y que, al disociarse por calentamiento, puede originar SO₂ libre.

Entre el anhídrido sulfuroso libre y el combinado existe un equilibrio que resulta afectado principalmente por la temperatura y por el pH del vino. Este último parámetro tiene una influencia notable sobre la presencia de tres formas porque la cantidad de ácido sulfuroso no disociado disminuye al aumentar el pH.

Es la parte libre la que tiene efectos antioxidantes y antisépticos importantes: por este motivo es indispensable que el anhídrido sulfuroso se combine lo menos posible. El anhídrido sulfuroso combinado con compuestos con afinidad media y débil es, de todas maneras, útil, ya que en caso de que la fracción libre se disipe, por ejemplo durante las operaciones de trasiego, una parte de la

combinada se libera sustituyéndola. Un vino deberá tener siempre una determinada cantidad de anhídrido sulfuroso libre para garantizar una correcta conservación.

Para garantizar una adición de anhídrido sulfuroso al producto es importante no solo evaluar la concentración de SO₂ total, sino evaluar también su forma libre, fundamental para obtener los efectos antisépticos y antioxidantes que se buscan.

Por su determinación, el método oficial CEE establece que se arrastre el anhídrido sulfuroso libre mediante una corriente de aire o de nitrógeno y luego se fije y oxide, mediante burbujeo, en una solución diluida y neutra de agua oxigenada. La determinación se realiza titulando con una solución de hidróxido de sodio, de manera similar a las indicaciones para la determinación del anhídrido sulfuroso total. Sin embargo, el anhídrido sulfuroso libre se extrae del vino mediante arrastre en frío (10 °C).

También en el caso del sulfuroso libre, se utiliza comúnmente el método Ripper – Schmitt indicado en el método OIV-MA-AS323-04B pero sin realizar la alcalinización (*Capítulo 7.1*).

8.2 Evaluación precisión del método

La precisión del método puesto a punto por CDR se evalúa determinando la correlación entre los resultados de 22 muestras de vino (*Tabla 1.1*) obtenidos efectuando los análisis con CDR WineLab® y con el método OIV-MA-AS323-04B.

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

Muestra 19	2	1
Muestra 20	7	2
Muestra 21	2	2
Muestra 22	6	4

Tabla 8.1: Resultados de SO₂ libre obtenidos con CDR WineLab[®] y con el método de referencia.

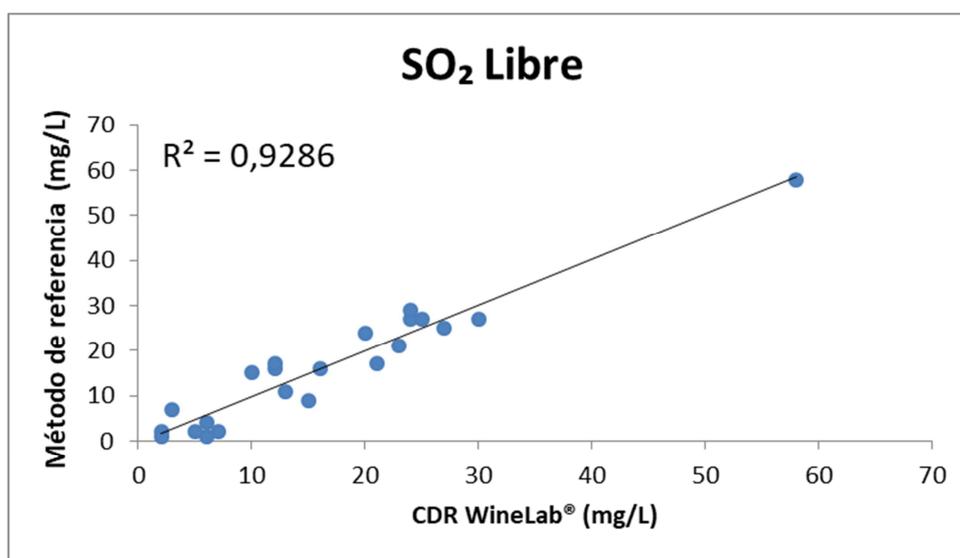


Figura 8.1: Correlación entre CDR WineLab[®] y método de referencia

Los dos métodos han demostrado una buena correlación ($R^2 = 0,9286$) considerando la repetibilidad no óptima de ambos métodos de medida (Capítulo 8.3).

8.3 Evaluación repetibilidad y reproducibilidad del método

La repetibilidad y la reproducibilidad del método se evalúan siguiendo 5 análisis consecutivos por 5 días de la concentración de anhídrido sulfuroso total en la muestra de vino blanco seco 21-RT-003 enviada por el circuito RT-LAB en el mes de febrero de 2021 a CDR s.r.l., que ha suministrado la muestra a la Università degli Studi de Firencia para realizar la prueba.

Para este parámetro no existen soluciones estándar comerciales y, por tanto, se ha elegido probar la repetibilidad/reproducibilidad de la medida con una muestra de un Ring Test.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 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
Promedio	23	22	23	23	22
Desviación estándar	1	1	1	2	1

Tabla 7.2: Medidas de la concentración de SO₂ libre obtenidas por el análisis de la muestra 21-RT-003 con CDR WineLab®

n.º total análisis	Valor mín. (mg/L)	Valor máx. (mg/L)	Promedio (mg/L)	Desviación estándar (mg/L)
25	20	25	23	1

Tabla 7.3: Reproducibilidad de la medida de anhídrido sulfuroso libre con CDR WineLab®

El valor promedio medido para la muestra 21-RT-003 resulta ser 23 mg/L \pm 2 mg/L (la incertidumbre de medida se expresa como incertidumbre expandida con un intervalo de confianza del 95% con factor de cobertura k=2). El resultado obtenido con CDR WineLab® resulta tener una buena reproducibilidad en la medida de la concentración de anhídrido sulfuroso libre si se compara con la del método tomado como referencia (OIV-MA-AS323-04B).

El valor de sulfuroso libre obtenido con CDR WineLab® resulta perfectamente conforme al valor obtenido en el Ring Test (20,6 mg/L \pm 6 mg/L) confirmando la correlación con el método estándar.



9 DETERMINACIÓN DE LOS AZÚCARES

9.1 Los azúcares fermentables en el vino

El conocimiento del grado de azúcar es un parámetro que permite monitorizar el estado de maduración de la uva en sus diferentes etapas e identificar el momento exacto para la vendimia. La determinación de las cantidades de azúcares presentes en los mostos se encuentra entre los análisis más importantes ya que del mayor o menor grado de azúcar dependerá el grado alcohólico del futuro vino.

El grado alcohólico potencial de un vino es de 0,66 grados alcohólicos en volumen por cada gramo de azúcares fermentables presentes en el mosto, por tanto la monitorización de los azúcares durante la fermentación alcohólica permite evaluar la evolución.

Además, la determinación de los azúcares es indispensable en la preparación de los vinos especiales (licorosos, aromatizados, etc.) o en los vinos dulces para el cumplimiento de las exigencias legales y tecnológicas.

Por ejemplo, en el caso del espumoso es fundamental la adición de azúcar para una buena refermentación en la botella. La cantidad de azúcar añadido determinará la presión por el CO₂ en la botella. Después de la adición, el enólogo puede determinar los azúcares fermentables totales en la muestra para estar seguro del correcto nivel de azúcar en el vino.

Si la fermentación no se completa, haciendo fermentar todos los azúcares presentes en el mosto, el consiguiente grado de azúcar residual determina la mayor o menos dulzura del vino en cuestión. La presencia o la ausencia del azúcar en el vino determina el estilo y la orientación organoléptica. Una cantidad de azúcar superior a 50 g/L clasifica el vino como dulce, la ausencia (o la cantidad insignificante) lo clasifica como seco (<10 g/L) y las cantidades intermedias determinan perfiles sensoriales particulares.

El grano de la uva contiene diferentes tipos de azúcares, sin embargo los principales, que representan la mayor cantidad, son la glucosa y la fructosa (azúcares fermentables). No todos los azúcares presentes en la pulpa de la uva afectan al proceso de la fermentación alcohólica. Algunos de estos, llamados infermentables, no son convertidos en alcohol y anhídrido carbónico mediante las levaduras y quedan en el vino contribuyendo a su dulzura. Esta dulzura, producida por los llamados azúcares residuales, no siempre es perceptible en la degustación, porque está equilibrada con otras sustancias o porque está presente en cantidades insignificantes que no superan el nivel del umbral de perceptibilidad.

En Italia el azucarado está prohibido, pero en los países en donde está permitido añadir sacarosa para aumentar el alcohol potencial, el enólogo puede analizar el contenido de azúcares fermentables para comprobar si la cantidad añadida es correcta.

Los métodos más comúnmente empleados para la determinación de los azúcares fermentables son el método enzimático (OIV-MA-AS311-02) y el método OIV-MA-AS311-03 a través de HPLC que permiten determinar la glucosa y la fructosa, excluyendo la detección de pentosas.

9.2 Evaluación precisión del método

La precisión del método puesto a punto por CDR se evalúa determinando la correlación entre los resultados de 22 muestras de vino (*Tabla 1.1*) obtenidos efectuando los análisis con CDR WineLab® y con HPLC según el método de referencia OIV-MA-AS311-03.

	Contenido de azúcares (g/L)	
	CDR WineLab®	Referencia
Muestra 1	1,3	1
Muestra 2	2	2,2
Muestra 3	1,8	2,2
Muestra 4	0,8	1
Muestra 5	< 0,1	<1
Muestra 6	8,2	7,7
Muestra 7	1,4	1,4
Muestra 8	2,8	3,1
Muestra 9	2,5	2,8
Muestra 10	3,9	4,1
Muestra 11	7,4	8,1
Muestra 12	2,1	1,9
Muestra 13	1,5	1,4
Muestra 14	0,4	< 1
Muestra 15	0,9	< 1
Muestra 16	15	18
Muestra 17	6,5	6,6
Muestra 18	1,1	< 1
Muestra 19	0,1	< 1
Muestra 20	< 0,1	< 1
Muestra 21	11,1	13
Muestra 22	0,3	< 1

Tabla 9.1: Resultados de la concentración de azúcares obtenidos con CDR WineLab® y con el método de referencia

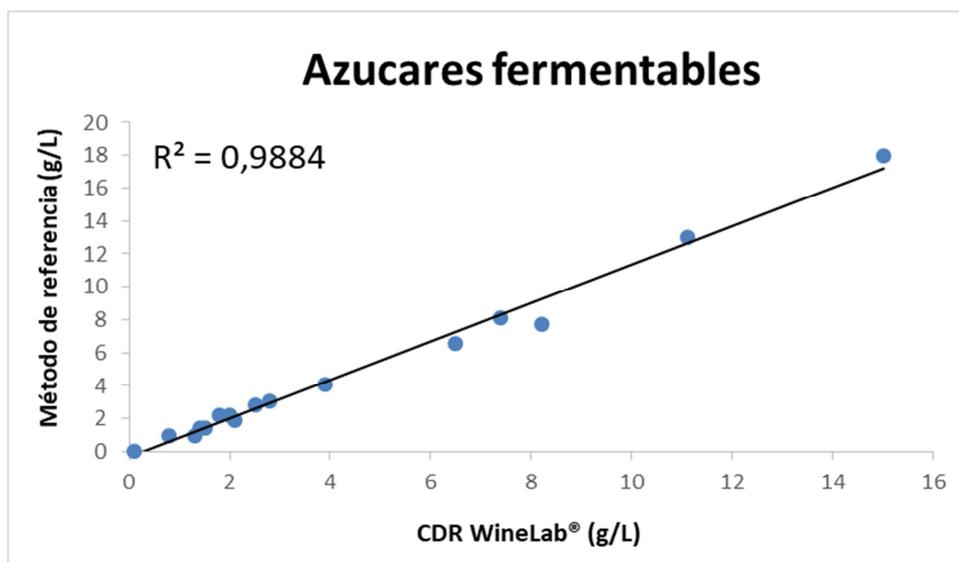


Figura 9.1: Correlación entre CDR WineLab® y método de referencia

Los dos métodos han dado resultados altamente relacionados ($R^2 = 0,9884$).

9.3 Evaluación repetibilidad y reproducibilidad del método

La repetibilidad y la reproducibilidad del método CDR WineLab® se evalúan analizando dos soluciones diferentes de referencia certificadas: TITRIVIN AA1 (n.º lote A 03171222 1) por el que se declara un valor de azúcares de 0.87 ± 0.08 mg/L y TITRIVIN AA4 (n.º lote A 03171222 4) que presenta una concentración de 8.70 ± 0.26 mg/L.

La elección de los dos estándares ha sido realizada a fin de probar la repetibilidad del método tanto con valores bajos como con valores altos de azúcares. Para cada estándar se han efectuado 5 análisis consecutivos repitiendo la prueba por 5 días diferentes.

A continuación se indican los datos obtenidos:

TITRIVIN AA1:

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 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
Promedio	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0
Desviación estándar	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Tabla 9.2: Valores de azúcares obtenidos por el análisis de TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

Laboratorio de Electroquímica Aplicada

Responsable: Prof. Massimo Innocenti

Via della Lastruccia 3 - 50019 Sesto Fiorentino (Firencia) Italia

Tel +39 055 4573102

correo electrónico minnocenti@unifi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIPARTIMENTO
DI CHIMICA
"UGO SCHIFF"

n.° total análisis	Valor mín. (g/L)	Valor máx. (g/L)	Promedio (g/L)	Desviación estándar (g/L)
25	0,7	1,0	0,9	0,1

Tabla 9.3: Reproducibilidad de la medida de los azúcares obtenida por el análisis de TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

TITRIVIN AA4:

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 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
Promedio	8,8	8,7	8,7	8,8	8,8
Desviación estándar	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Tabla 9.4: Valores de azúcares obtenidos por el análisis de TITRIVIN AA4 con CDR WineLab®

n.° total análisis	Valor mín. (g/L)	Valor máx. (g/L)	Promedio (g/L)	Desviación estándar (g/L)
25	8,6	8,9	8,8	0,1

Tabla 9.5: Reproducibilidad de la medida de los azúcares obtenida por el análisis de TITRIVIN AA1 con CDR WineLab®

El valor de azúcares para TITRIVIN AA1 resulta ser 0,9 mg/L \pm 0,2 mg/L y 8,8 mg/L \pm 0,2 mg/L para TITRIVIN AA4. El valor obtenido con CDR WineLab® se indica con una incertidumbre de medida expresada con un intervalo de confianza del 95% (factor de cobertura $k=2$). CDR WineLab® presenta una óptima reproducibilidad y repetibilidad en la medida de los azúcares y el valor medido resulta perfectamente conforme a la concentración de azúcares declarada de los dos estándares analizados.

10 IPT (Índice Polifenoles Totales)

10.1 El índice de los polifenoles total en el vino

Después de los hidratos de carbono y los ácidos, los polifenoles son el grupo más abundante de especies químicas presentes en la uva y cumplen una función fundamental en enología.

Los compuestos polifenólicos constituyen unos de los parámetros de calidad del vino más importantes, gracias a su contribución a las características organolépticas como el color, la astringencia y el aroma del producto. Además, para nuestro organismo, poseen propiedades bactericidas, antioxidantes, vitamínicas y protectoras contra las enfermedades cardiovasculares.

Desde el punto de vista químico, el estudio de los compuestos fenólicos del vino se presenta, de alguna manera, complejo y articulado para una amplia diversidad de estructuras que forman parte del mismo y para la contribución sensorial diversa que ofrecen.

Estas sustancias pertenecen a diferentes categorías, como los derivados del ácido hidroxicinámico e hidroxibenzoico, los flavonoides, los antocianos, los flavonoles y los taninos.

Los polifenoles están presentes en el raspón, en las semillas, en la piel, y, en cantidad menor, en la pulpa. La presencia de los polifenoles en el vino depende de la técnica de vinificación, en particular de las condiciones de algunas fases de la vinificación como la maceración y la fermentación que influyen en la extracción de los diferentes componentes de la uva.

La cantidad de polifenoles extraídos depende también de la concentración inicial contenida en el racimo que resulta muy variable ya que la presencia de polifenoles es afectada por las condiciones de maduración de la uva, así como de las técnicas de cultivo, de la ubicación geográfica y del "terroir".

Por tanto, el contenido de estas sustancias en el vino depende de la variedad de uva y del sistema de vinificación; el contenido de polifenoles en los vinos tintos es como promedio, 1,5 g/l, los vinos rosados pueden contener 400-800 mg/l y en los vinos blancos se encuentran de 100 a 400 mg/l.

Los polifenoles son sustratos de un gran número de reacciones químicas, sufren diferentes variaciones de estructura a lo largo de la reducción y del envejecimiento del vino modificando las características organolépticas. Por tanto, el cálculo de la cantidad de los polifenoles de la uva que se pueden extraer durante la vinificación, la cuantificación de estos compuestos en el producto final y el conocimiento de la distribución de estos compuestos entre pieles y semillas pueden ayudar al enólogo a programar, de manera óptima, la vinificación en tinto y prever algunos de los potenciales problemas que podrían presentarse durante la maduración del producto.

En el sector enológico, los estudios y los métodos de análisis para la calificación y la cuantificación de los polifenoles son numerosos. El método oficial para la determinación del IPT (OIV-MA-AS2-10) prevé el uso de un reactivo oxidante particular, llamado reactivo Folin-Ciocalteu, que adquiere un color azul, cuya intensidad resulta linealmente proporcional al número de residuos fenólicos presentes.



10.2 Evaluación precisión del método

La precisión del método puesto a punto por CDR se evalúa determinando la correlación entre los resultados de 22 muestras de vino (*Tabla 1.1*) obtenidos efectuando los análisis con CDR WineLab® y con el método OIV-OENO 419D-2015.

	IPT(D.O.)	
	CDR WineLab®	Referencia
Muestra 1	9	9
Muestra 2	8	7
Muestra 3	6	6
Muestra 4	6	6
Muestra 5	6	6
Muestra 6	6	6
Muestra 7	9	8
Muestra 8	7	6
Muestra 9	11	10
Muestra 10	14	16
Muestra 11	42	9
Muestra 12	54	43
Muestra 13	49	56
Muestra 14	51	51
Muestra 15	46	51
Muestra 16	38	45
Muestra 17	33	48
Muestra 18	45	35
Muestra 19	57	46
Muestra 20	48	58
Muestra 21	6	6
Muestra 22	6	6

Tabla 10.1: Resultados del contenido de polifenoles totales obtenidos con CDR WineLab® y con el método de referencia

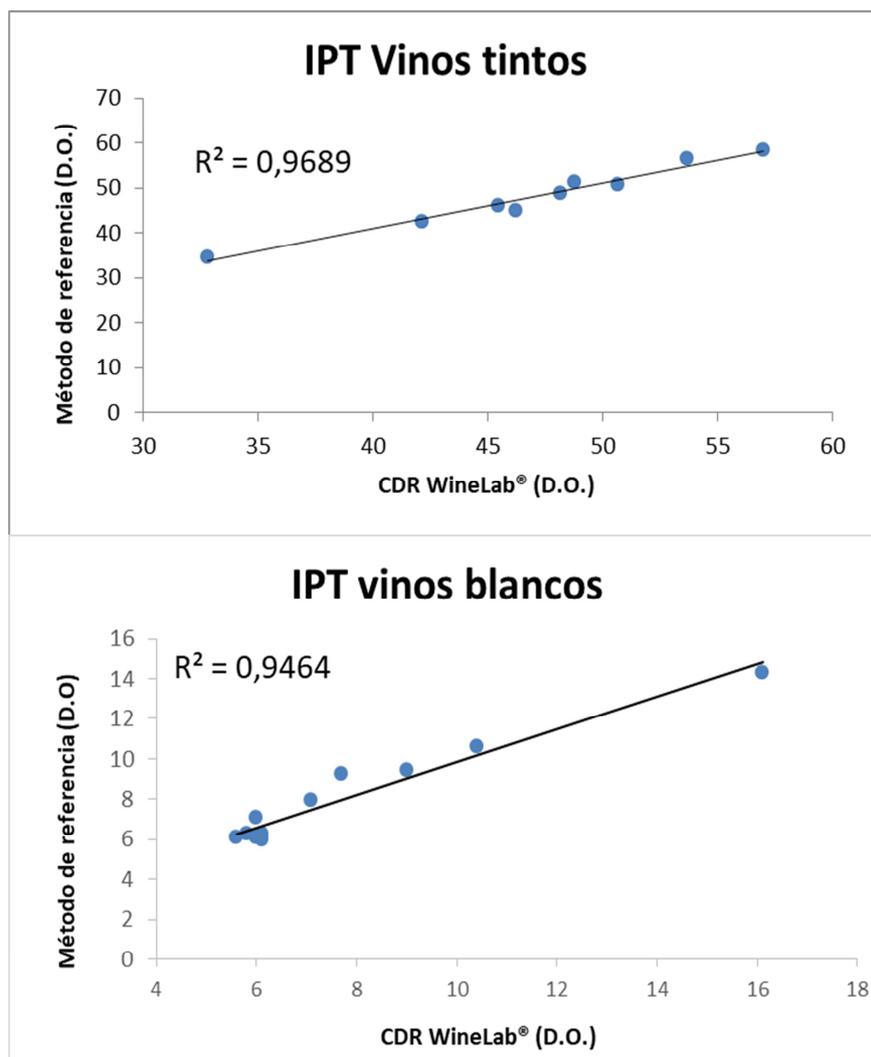


Figura 10.1: Correlación entre CDR WineLab® y método de referencia

La concentración de polifenoles totales es muy variable según el vino. El instrumento CDR WineLab® presenta dos curvas de calibración diferente, una para los vinos tintos y la otra para los vinos blancos. Por ello, se representan dos curvas de correlación que resultan en ambos casos muy buenas (Vino tinto: $R^2 = 0,9689$; Vino blanco: $R^2 = 0,9464$).

El coeficiente de correlación R en el caso del vino blanco es menor. Pero debemos considerar que los valores obtenidos por el análisis del vino blanco no cubren un intervalo de valores amplio y esto afecta negativamente al cálculo de la correlación.

Cabe destacar que la correlación obtenida ha sido calculada eliminando la muestra 16 del set de datos porque se consideraba un índice atípico con un valor anómalo que hacía variar el coeficiente R de manera relevante.

10.3 Evaluación repetibilidad del método

La repetibilidad y la reproducibilidad del método se evalúan siguiendo 5 análisis consecutivos por 5 días del IPT presente en la muestra de vino blanco seco 21-RT-003 enviada por el circuito RT-LAB en

Laboratorio de Electroquímica Aplicada

Responsable: Prof. Massimo Innocenti

Via della Lastruccia 3 - 50019 Sesto Fiorentino (Firencia) Italia

Tel +39 055 4573102

correo electrónico minnocenti@unifi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIPARTIMENTO
DI CHIMICA
"UGO SCHIFF"

el mes de febrero de 2021 a CDR s.r.l., que ha suministrado la muestra a la Università degli Studi de Firencia para realizar la prueba.

Tampoco para este parámetro existen soluciones estándar comerciales y, por tanto, se ha elegido probar la repetibilidad/reproducibilidad de la medida con una muestra de un Ring Test.

Los valores indicados en *Tabla 7.2* y *7.3* se expresan como mg/L de ácido gálico. Este cambio de unidad de medida ha sido necesario para comparar los valores obtenidos con el método CDR WineLab® y los resultados obtenidos en el Ring Test (193±66 mg/L de ácido gálico).

Cabe destacar que el sistema CDR WineLab® ofrece los resultados tanto en D.O. como en mg/L de ácido gálico y, por tanto, no ha sido necesario seguir ningún tipo de conversión.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 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
Promedio	140	142	140	142	142
Desviación estándar	1	2	1	2	1

Tabla 10.2: Medidas de la concentración de IPT obtenidas por el análisis de la muestra 21-RT-003 con CDR WineLab®

n.º total análisis	Valor mín. (mg/L*)	Valor máx. (mg/L*)	Promedio (mg/L*)	Desviación estándar (mg/L*)
25	139	144	141	2

* mg/L de ácido gálico

Tabla 10.3: Reproducibilidad de la medida de IPT con CDR WineLab®

El valor promedio medido con CDR WineLab® de la muestra 21-RT-003 resulta ser 141 mg/L ± 4 mg/L. El resultado obtenido resulta tener una buena reproducibilidad y repetibilidad en la medida del IPT, si se compara con la del método tomado como referencia (OIV-MA-AS323-04B). El valor de IPT obtenido con CDR WineLab® ha resultado conforme a los valores de IPT publicados del Ring Test.



11 CONCLUSIONES

Todos los análisis comprobados con el instrumento CDR WineLab® han ofrecido resultados estadísticamente relacionados con los obtenidos con los métodos oficiales.

Los límites de detección y la reproducibilidad de las análisis han resultado comparables o mejores que los obtenidos con los métodos oficiales.

El método de análisis en el caso del instrumento CDR WineLab® resulta muy simple: para cada uno de los análisis efectuados, la única preparación de la muestra exigida es la desgasificación (si es necesario). Como alternativa, se utiliza la muestra tal cual, con excepción del análisis del grado alcohólico donde se requiere una dilución a efectuar con el kit específico suministrado. En cuanto al análisis real, el instrumento resulta muy simple de usar, no requiere calibración y está listo para realizar la medida. El operador cuenta con las instrucciones detalladas visibles en la pantalla táctil del instrumento, presentes para cada uno de los métodos de análisis. Esto permite una ejecución simple del análisis incluso por parte de personal no experto.

Todo el material necesario para realizar el análisis es suministrado en kits específicos por el productor.

Además, con el sistema de análisis CDR WineLab® existe un consumo notablemente reducido tanto de muestra como de reactivos con respecto a algunos de los métodos oficiales correspondientes, por ejemplo, en el análisis del anhídrido sulfuroso libre y total.

Bibliografía

- P. Ribéreau-Gayon, D. Dubourdieu, B. Donèche, A. Lonvaud, Tratado de enología I, Edagricole, 2010
- P. Ribéreau-Gayon, D. Dubourdieu, B. Donèche, A. Lonvaud, Tratado de enología II, Edagricole, 2010
- www.cdrfoodlab.it

Responsable Laboratorio Electroquímica Aplicada
Prof. Massimo Innocenti