

Determinación de la acidez volátil en los vinos sulfitados

por D. JUAN GUITERAS FARRÁS

Jefe del Laboratorio de Análisis de los Servicios Técnicos de Agricultura

SABIDO es que en la fermentación alcohólica del mosto de uva producida por la acción de los *Sacharomyces*, intervienen otras bacterias que dan origen a determinados compuestos volátiles, especialmente ácido acético, a su vez producido por acción del *Mycoderma aceti* sobre el alcohol.

En un vino normal, la acidez volátil expresada en ácido acético no suele exceder de 0,9 gr. por litro; si esta acidez es superior a 2 gr. por litro, el vino, aparte de su mal estado de conservación, es impropio para el consumo. Huelga, pues, señalar la importancia que tiene el conocimiento del valor de dicha acidez.

Ahora bien, el vino puede contener en disolución diferentes gases, tales como oxígeno, nitrógeno, anhídrido carbónico y también anhídrido sulfuroso, que se eliminan por ebullición con mayor facilidad que el ácido acético, si bien en gran parte se redisuelven en el destilado. Por esta razón la acidez debida a los gases carbónico y sulfuroso se une a la volátil propiamente dicha y se comete un error por exceso en la determinación.

En los vinos corrientes, el gas carbónico contenido tiene poca importancia en la práctica de dicha determinación. En los espumosos se elimina con facilidad, calentando previamente el vino en matraz abierto hasta que se inicie la condensación en el cuello y prosiguiendo la determinación del modo normal. De esta manera se elimina la mayor parte de dicho gas, pudiéndose en la práctica despreciar el resto que se disuelve en el destilado.

En cuanto al anhídrido sulfuroso, su eliminación ya no es tan fácil, pues no solamente se halla en el vino al estado libre, sino también en forma de combinación bisulfito-aldehídica, en general de difícil descomposición.

Por otra parte, como la presencia del SO_2 es muy corriente en

los vinos, sobre todo blancos, de ahí la necesidad de distinguir en la acidez volátil determinada por los métodos oficiales, la parte debida a los ácidos orgánicos volátiles (que revelan el estado de conservación del vino), de la correspondiente al SO_2 introducido precisamente para detener las alteraciones reveladas por la acidez volátil orgánica.

Como el número de la acidez volátil hallada comprende, aparte de los ácidos orgánicos, la debida al sulfuroso, dicho valor deja de tener un significado correcto y ni tan sólo sirve para indicar que el SO_2 ha impedido el incremento de la acidez volátil del vino enfermo, pues por la misma introducción del SO_2 resulta aumentada dicha acidez. Se corre, además, el peligro de que sean rechazados comercialmente vinos no defectuosos, pero cargados con una cantidad de SO_2 tal, que sumada a la acidez volátil orgánica resulte un valor superior al máximo legal. Tiene, pues, suma importancia diferenciar la acidez volátil orgánica o *real*, de la acidez volátil *aparente*; así tenemos

$$\text{acidez real (X)} = \text{acidez aparente (A)} - \text{acidez debida a } \text{SO}_2$$

A simple vista parece que, determinando previamente la riqueza en SO_2 del vino, bastará restar de la acidez volátil aparente la correspondiente a dicho valor de SO_2 , pero como no es constante la proporción de SO_2 que destila y disuelve en el condensado, de ahí que los valores de la acidez aparente en los vinos sulfitados son raras veces concordantes.

Es evidente, además, que todo método fundado en la determinación del SO_2 en el destilado, tiene el defecto que dicho SO_2 puede también hallarse libre o combinado y por tanto la acidimetría correspondiente resulta afectada por uno u otro en proporción variable; es decir, que el valor hallado como acidez real deberá corregirse mediante un factor. Esto hacen Fabre y Bremond (1) al calcular la acidez real según la expresión

$$X = (1,1 n - n') 0,49 \text{ gr. por litro en ácido sulfúrico}$$

en la cual

$n = \text{cc. de NaOH N/10}$ y $n' = \text{cc. de I N/10}$ gastados por el destilado, según Mathieu.

Bajo este punto de vista es interesante el trabajo de Estalella (2), en el que se corrigen las perturbaciones que la presencia del SO_2 ocasiona en la determinación de la acidez volátil, añadiendo a 24 cc. de destilado (compuesto de dos destilados por el método Mathieu,

completado en 50 cc.) una gota de formol y valorando la acidez antes y después de esta adición. Dicho autor calcula la acidez mediante la fórmula

$$X=2 M - N;$$

en la cual

M=cc. de NaOH N/49 gastados, con adición de formol

N=cc. de NaOH N/49 gastados, sin adición de formol

y multiplicando por 1,25 para referirlo a un solo destilado. Dice el autor que los resultados son satisfactorios.

Según Marcille (3), al aplicar este método, la presencia de mucho aldehído origina errores y por esta razón recomienda calcular la acidez real mediante la fórmula de corrección siguiente:

$$X=A [1,55 b - 7,08 (a - b)]$$

en la cual

$$\left. \begin{array}{l} b=\text{SO}_2 \text{ libre} \\ a=\text{SO}_2 \text{ total} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{expresados en gramos de ácido sul-} \\ \text{fúrico por litro.} \end{array}$$

Para evitar el empleo de coeficientes de corrección, Mestre y Campllonch (4) proponen un método llamado E. V. E., en el cual se determina la acidez del destilado y de ella se resta la acidez debida al SO_2 libre y la mitad de la correspondiente al SO_2 combinado. El SO_2 se determina en el mismo destilado con solución de iodo. Su técnica es algo engorrosa.

Jaulmes (5) hace idénticas determinaciones, pero evita la oxidación de otros compuestos distintos del SO_2 trabajando a un $\text{pH}=9,5$ mediante una solución reguladora de bórax. Este método, científicamente irreprochable, es más rápido que el anterior, pues se valora el SO_2 libre y el combinado en un solo destilado.

La complicación que supone determinar la acidez volátil real por uno de los métodos anteriores, nos inclinó a intentar la resolución del problema, impidiendo el paso del SO_2 al destilado.

Ya Gayon y Laborde en su conocido manual (6) aconsejan la oxidación previa del vino con agua oxigenada o persulfato potásico, procurando evitar un exceso que podría originar ácido acético. Análoga indicación hace Kling en su obra «Méthodes actuelles d'expertises» (7). Ni uno ni otro dan detalles de operación.

García Tena (8) recomienda también el agua oxigenada, empleando una cantidad de oxidante, a nuestro entender excesiva, que forzosamente debe originar ácidos volátiles y por tanto falsear el resultado.

Por otra parte, no tiene en cuenta que la cantidad de SO_2 que pasa con el destilado, no es constante.

En un trabajo muy resumido, Karl Woidich (9), comprueba que el tratamiento previo del vino con agua oxigenada permite la determinación directa de la acidez volátil real.

Estas son las únicas referencias que hemos hallado en la literatura respecto al uso del agua oxigenada en la determinación de la acidez volátil real de los vinos. Ante una información tan escasa e incompleta, hemos creído interesante, dada la importancia que comercialmente tiene conocer dicha acidez, ampliar el estudio de la acción de dicho oxidante en la determinación de la acidez volátil por el método Mathieu oficial en España, y con ello llegar a establecer un método que, caracterizándose por su sencillez, de resultados satisfactorios.

PARTE EXPERIMENTAL

Hemos dividido nuestro trabajo en tres partes:

A.—Acción del agua oxigenada sobre vino sulfitado.

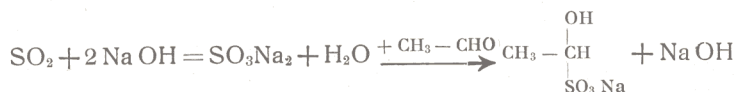
B.—Acción del agua oxigenada sobre diversos componentes del vino.

C.—Acción del agua oxigenada sobre mezclas preparadas.

Para evitar repeticiones innecesarias, indicaremos que hemos utilizado siempre agua oxigenada neutra Foret cuya riqueza era de 3,1 %.

Además, por ser oficial en España, hemos seguido en todas las determinaciones el método sobradamente conocido de Mathieu (10), expresando los resultados obtenidos en cc. de NaOH N/49 y a veces también en gramos de ácido sulfúrico por litro.

En todas las determinaciones sobre vinos sulfitados hemos comprobado la presencia de SO_2 en el destilado, puesto que en el punto de neutralización de la acidimetría, en presencia de fenoltaleína, el viraje se hace permanente, llegando inclusive a aumentar la intensidad del color; ello es debido al hidróxido sódico que se pone en libertad, pues



en cambio, en ausencia de SO_2 , el color débilmente rosado desaparece al poco tiempo por carbonatación.

Hemos procurado que en el matracito de destilación quede siempre igual volumen de líquido residual, lo cual se ha conseguido regulando debidamente la calefacción; de no cumplirse esta condición se obtienen números discordantes, puesto que al variar la concentración varía la presión parcial del ácido volátil y por lo tanto la concentración del destilado.

Ensayos A

1) Vino con cantidad desconocida de SO ₂ :	Na OH N/40 cm. ³	SO ₂ H ₂ g/l
Acidez volátil aparente	8,9	0,98
» » » con 3 gotas H ₂ O ₂	8,7	0,96

El mismo vino con 350 mg. de SO₂/litro:

Acidez volátil aparente con 5 gotas H ₂ O ₂	8,6	0,96
» » » » 10 » »	9,2	1,01
» » » » 20 » »	11,1	1,22

2) Vino con 143 mg. de SO₂/litro:

Acidez volátil aparente... ..	10,1	1,11
» » » con 3 gotas H ₂ O ₂	9,5	1,05
» » » » 4 » »	9,7	1,07
» » » » 5 » »	9,8	1,08
» » » » 10 » »	10,4	1,14
» » » » 15 » »	12,2	1,32
» » » » 15 » »	12,2	1,35
» » » » 20 » »	12,2	1,35
» » » » 20 » »	12,4	1,36
» » » » 30 » »	13,3	1,46

La acidez volátil de este vino, previa adición de 3 gotas de agua oxigenada, desciende a 1,05 y luego, variando la cantidad de la misma aumenta progresivamente hasta 1,46 en el caso de añadir 30 gotas. Resulta, pues, que la adición de agua oxigenada origina, a partir de un mínimo, un incremento de la acidez volátil.

3) El mismo vino adicionado de SO₂ hasta 500 mg./litro:

Acidez volátil aparente... ..	14,9	1,60
» » » con 3 gotas H ₂ O ₂	11,45	1,28
» » » » 4 » »	10,0	1,10
» » » » 5 » »	9,8	1,07

						Na OH N/49 cm. ³	SO ₄ H ₂ g/l
Acidez volátil aparente	con	5	gotas	H ₂ O ₂		10,2	1,12
»	»	»	»	6	»	10,0	1,10
»	»	»	»	7	»	10,0	1,10
»	»	»	»	10	»	10,6	1,16
»	»	»	»	15	»	11,0	1,20
»	»	»	»	15	»	11,4	1,25
»	»	»	»	20	»	12,2	1,34
»	»	»	»	30	»	14,4	1,58

también en este caso el agua oxigenada origina, a partir de un mínimo, un aumento en la acidez volátil.

Esto nos hizo sospechar que el agua oxigenada oxidaba a otros compuestos del vino dando productos volátiles de carácter ácido. Confirma esta hipótesis el hecho observado por Dakin (8) de que las sales amónicas de diferentes ácidos grasos saturados, desde el fórmico al esteárico y de oxiácidos como el láctico, son oxidados por el agua oxigenada a la temperatura ordinaria dando diversos productos intermedios de carácter ácido, cetónico o aldehídico, fácilmente arrastrables (por ej.: ácidos acético, fórmico, acetaldehído y propanona), según sea el exceso de oxidante, pudiendo llegar a la oxidación completa, es decir, carbónico más agua. En todos los casos observó dicho autor producción de anhídrido carbónico.

Ensayos B

Al objeto de orientarnos respecto a los componentes del vino susceptibles de oxidación, hemos hecho diversos ensayos con un vino, previa eliminación del alcohol al baño maría.

1) 50 cm.³ de vino con 15 gotas de H₂O₂ se concentran a 20 cm.³ y se rehace el volumen primitivo con agua (*).

						Na OH N/49 cm. ³	SO ₄ H ₂ g/l
Acidez volátil aparente...	...	...	...	...	...	6,3	0,69
»	»	»	con 30 gotas	H ₂ O ₂	...	14,3	1,57

Hay, pues, oxidación de algún compuesto fijo del vino, dando productos volátiles de carácter ácido.

2) Por si el agua oxigenada actuase sobre los ácidos volátiles

(*) Se sobreentiende agua destilada.

del vino, trabajamos con destilado de vinagre: 3 cm.³ diluídos a 25 cm.³

5 cm. ³ más 30 gotas de H ₂ O ₂ más 3,5 cm. ³ de agua y 5 minutos de reposo: destilado gasta	20,1
residuo gasta	2,5
valoración directa... ..	22,5

El agua oxigenada no descompone, pues, los ácidos volátiles del vinagre.

3) Solución hidroalcohólica cuya riqueza es de 10 % en volumen.

10 cm. ³ sin H ₂ O ₂ : destilado gasta... ..	0,1
10 cm. ³ con 3 gotas H ₂ O ₂	0,1
10 cm. ³ con 30 gotas H ₂ O ₂ y 5 minutos de reposo ...	0,3

En realidad, no hay oxidación.

Por otro lado, una mezcla hidroalcohólica que en el ebuliómetro Malligand señala	14,1°
con adición de 3 cm. ³ H ₂ O ₂ y 10 minutos de reposo.	14,1°
Cambiando el agua del refrigerante... ..	14,0°
Acidez total de 5 cm. ³ de líquido primitivo... ..	1 gota
Acidez de 25 cm. ³ de líquido sacado del Malligand.	3 gotas

El agua oxigenada no oxida, pues, el alcohol.

4) Solución acuosa de glicerina: 10 gotas en 100 cm.³

10 cm. ³ sin destilar gastan	1 gota
10 cm. ³ con 7 gotas H ₂ O ₂ : destilado	0,5
residuo	2,5
10 cm. ³ más 20 gotas H ₂ O ₂ : destilado	0,5
residuo	1,0
10 cm. ³ sin H ₂ O ₂ : destilado	1 gota
residuo	1

Hay ligero ataque de la glicerina, dando ácidos volátiles.

5) Solución acuosa de tanino Merck: 5 gr. por litro.

10 cm. ³ sin H ₂ O ₂ destilado	1 gota
10 cm. ³ con 6 gotas H ₂ O ₂	0,45
10 cm. ³ con 30 gotas H ₂ O ₂	0,45

Un exceso de agua oxigenada da ligero aumento de acidez volátil, prácticamente despreciable.

6) Solución acuosa de ácido cítrico al 1 %.

10 cm. ³ sin H ₂ O ₂ : destilado gasta	0,4
10 cm. ³ con 40 gotas H ₂ O ₂	3,4

El agua oxigenada oxida, pues, el ácido cítrico dando ácidos volátiles.

7) Solución acuosa de ácido fórmico.

5 cm. ³ de solución gastan	10,5
--	------

a) 5 cm.³ solución anterior más 5 cm.³ agua; destila

60 cm. ³ de 6 en 6 cm. ³ ; destilado gasta	9,7
residuo	0,8

b) Idem anterior más 3 cm.³ H₂O₂ más 2 cm.³ agua;

destilado gasta	6,8
residuo	0,3

La acción del agua oxigenada da por resultado la oxidación parcial del ácido fórmico a gas carbónico y agua.

8) a) Solución acuosa de ácido tartárico: 13 gr./litro.

10 cm. ³ sin H ₂ O ₂ ; destilado gasta	0,45
10 cm. ³ con 30 gotas H ₂ O ₂	12,6

En este caso hay también oxidación con notable producción de ácidos volátiles.

5 cm. ³ de solución tartárica gastan	19,8
5 cm. ³ con 3 gotas H ₂ O ₂ ; destilado	5,0
residuo	7,8

5 cm.³ más 30 gotas H₂O₂ iniciando ebullición a reflujo; residuo 18,5 |

5 cm.³ y 7 minutos ebullición a reflujo; residuo 12,0 |

La acidez del residuo disminuye, pues, notablemente.

b) Escala de oxidación.

Solución acuosa de ácido tartárico: 9,4 gr./litro.

10 cm. ³ sin H ₂ O ₂ ; destilado gasta	0,4
10 » con 4 gotas H ₂ O ₂	0,7
10 » » 8 » »	2,3
10 » » 30 » »	11,4
10 » » 50 » »	13,1

Precisa, pues, un exceso de agua oxigenada; al parecer, de 35 a 40 gotas descomponen todo el ácido tartárico contenido en los 10 centímetros cúbicos (0,1 gr. aproximadamente).

5 cm.³ de solución tartárica más 3 cm.³ de H₂O₂ se dejan para el día siguiente, destila 48 cm.³ de 6 en 6 cm.³ con adición de 6 centímetros cúbicos de agua ;se añaden otros 5 cm.³ de agua y 1 cm.³ de H₂O₂; destila hasta 60 cm.³

Destilado gasta 7,1

Residuo 1 gota

La descomposición del ácido tartárico en ácidos volátiles es, pues, completa.

c) Productos de oxidación.

El destilado reduce el nitrato de plata; no reacciona con el reactivo Schiff. Seguramente contendrá ácido fórmico.

Resulta, pues, que el ácido tartárico con exceso de agua oxigenada, ebullición prolongada y nueva adición de agua oxigenada durante la destilación, es descompuesto en su totalidad, con producción de carbónico y seguramente ácido fórmico. Además, la cantidad de ácido fórmico producida es variable puesto que el agua oxigenada actúa a la vez sobre dicho ácido dando gas carbónico y agua; si así no fuera, en la oxidación completa, el ácido fórmico destilaría gastando el mismo álcali que el ácido tartárico, pues un mol de este ácido debe dar dos moles de ácido fórmico.

9) Solución acuosa de ácido succínico: 5 gr./litro.

5 cm.³ gastan 18,1

5 " más 3 cm.³ de H₂O₂ más 2 cm.² de agua;
destilado gasta 0,35

residuo 17,7

5 cm.³ más 4 cm.³ de H₂O₂ más 1 cm.³ de agua, destila hasta 6 cm.

5 " " 5,5 "	" " 0,5 "	" " "	12 "
5 " " 6 "	" " "	" " "	18 "
5 " " 6 "	" " "	" " "	24 "
5 " " 5,5 "	" " 0,5 "	" " "	30 "
5 " " 6 "	" " "	" " "	36 "
5 " " 6 "	" " "	" " "	42 "
5 " " 5,5 "	" " 0,5 "	" " "	48 "
5 " " 6 "	" " "	" " "	54 "
5 " " 5,5 "	" " 0,5 "	" " "	60 "

total destilado gasta	0,6
residuo	14,9

El ácido succínico resulta sólo ligeramente atacado con producción de ácidos volátiles.

Ensayos C

1) Solución de alcohol, ácido acético y ácido tartárico.

	Na OH N/49 cm. ³	SO ₄ H ₂ g/l
10 cm. ³ sin SO ₂ ni H ₂ O ₂ ; destilado gasta	4,60	0,51
ídem más 0,1 gr. SO ₄ K ₂	4,70	0,52
Con 1.600 mgr. SO ₂		
10 cm. ³ más 7 gotas de H ₂ O ₂ ; destilado inmediatamente, gasta	5,15	5,57
al día siguiente:		
10 cm. ³ sin SO ₂ ni H ₂ O ₂ ; destilado gasta	5,10	0,56
10 » con SO ₂ más 7 gotas H ₂ O ₂	5,90	0,65
10 » » » 9 »	5,90	0,65
10 » » » 11 »	5,70	0,63

Resulta una pequeña diferencia entre la acidez real del líquido sin sulfuroso y la acidez real con sulfuroso, previamente oxidado con agua oxigenada.

2) Solución análoga a la anterior pero con más acidez volátil.

a) 10 cm. ³ sin H ₂ O ₂ ni SO ₂ ; destilado gasta	8,35	0,92
10 cm. ³ con 3 gotas H ₂ O ₂	8,55	0,94
10 » » 5 » »	8,55	0,94
b) con 1.600 mgr. de SO ₂ /litro.		
10 cm. ³ sin H ₂ O ₂ ; destilado gasta	20,7	2,28
10 cm. ³ con 3 gotas H ₂ O ₂	13,0	1,43
10 » » 5 » »	9,6	1,06
10 » » 7 » »	9,0	0,99
10 » » 9 » »	9,0	0,99
10 » » 11 » »	9,1	1,00

La oxidación del sulfuroso no devuelve la acidez primitiva, si no un número algo más elevado. Por otra parte, la adición de un ligero exceso (3-5 gotas) de agua oxigenada, no llega a aumentar la acidez en 0,05.

3) Agua sulfitada conteniendo 1.600 mgr. de anhídrido sulfuroso por litro.

10 cm. ³ de agua sulfitada sin H ₂ O ₂ ; destilado	...	...	...	5,2	
10 » » » con 7 gotas H ₂ O ₂	...	...	...	3	gotas
como el anterior con 10 minutos de reposo	...	...	...	3	»
10 cm. ³ de agua sulfitada más 7 gotas de H ₂ O ₂	...	...	...	1	»

Este ligero aumento es, pues, positivo y constante.

4) Solución hidro-alcohólica de 12,5° Gay Lussac.

a) Sin sulfuroso

10 cm. ³ sin H ₂ O ₂ ; destilado	0,1 cm. ³
10 » con 3 gotas H ₂ O ₂	0,1 »

b) Con 1,600 mgr. SO_2 por litro

10	cm. ³	con 7 gotas H ₂ O ₂ ;	destilado	...	...	...	...	...	...	0,50	»
10	»	» 8	»	»	»	»	»	»	»	0,45	»
10	»	» 7	»	»	y 2 minutos	reposo	...	...	...	0,35	»
10	»	» 7	»	»	5	»	»	»	»	0,35	»
10	»	» 7	»	»	15	»	»	»	»	0,25	»
10	»	» 7	»	»	20	»	»	»	»	0,20	»

Este ligero aumento no es, pues, ácido carbónico, y probablemente un reposo prolongado lo anularía.

5) Escala de agua oxigenada para oxidar sulfuroso.

Con soluciones acuosas de concentraciones diferentes resulta que										
de	0-200	mgr. SO ₂ por litro se necesitan					2	gotas H ₂ O ₂		
»	200-400	»	»	»	»	»	...	3	»	»
»	400-600	»	»	»	»	»	...	4	»	»
»	600-800	»	»	»	»	»	...	5	»	»
»	800-1.000	»	»	»	»	»	...	6	»	»
»	1.000-1.200	»	»	»	»	»	...	7	»	»
»	1.200-1.400	»	»	»	»	»	...	8	»	»
»	1.400-1.600	»	»	»	»	»	...	9	»	»

Visto el resultado de los ensayos anteriores, es lógico admitir que, en un vino tratado con agua oxigenada, la oxidación de los últimos indicios de anhídrido sulfuroso coinciden con el principio de oxidación del ácido tartárico; por lo tanto, si queda sulfuroso, éste destila y en caso contrario empieza a destilar ácido fórmico.

A mayor abundamiento hemos comparado el método Jaulmes (loc. cit.) con el del agua oxigenada, en un mosto azufrado, semi-fermentado, que nos fué cedido por el Servicio de Viticultura y Enología de los Servicios Técnicos de Agricultura.

He aquí los resultados obtenidos:

SO ₂ total	723 mgr./l.		
SO ₂ libre	193	»	
Acidez volátil aparente (en SO ₄ H ₂)	0,96 gr./l.	0,87 gr./l.	
» » real (con 6 gotas de H ₂ O ₂)	0,46	» 4,45	»
» » » (Jaulmes)	0,40	» 0,42	»

CONCLUSIÓN

Como resumen de los trabajos realizados, consideramos muy recomendable, para determinar rápidamente la acidez volátil real en un vino sulfitado, la oxidación previa del mismo con agua oxigenada. En realidad, todo estriba en no emplear un exceso de oxidante, pues en este caso actúa sobre otros compuestos (en especial ácido tartárico), contenidos en el vino, distintos del anhídrido sulfuroso, dando ácidos volátiles que falsean el resultado.

El método, aparte de su sencillez, da resultados satisfactorios. Para ello, basta modificar ligeramente la conocida técnica de Mathieu para la determinación de la acidez volátil, añadiendo a 10 cm.³ de vino sulfitado, de 2 a 6 gotas de agua oxigenada neutra al 3 %, y continuando la operación, tras 5 ó 10 minutos de reposo, según la técnica indicada.

Únicamente en el caso de vinos con un contenido de anhídrido sulfuroso superior a 1 gr./litro, es preferible eliminar previamente a reflujo el exceso de sulfuroso y luego oxidar con agua oxigenada.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Fabre & Bremond.—Annales de Falsifications, 24 (1931), 345.
- (2) J. Estalella.—Anales de Fís. y Quím., XXI (1923), 33.
- (3) R. Marcille.—Annales d. Falsif., 22 (1929), 224.
- (4) Mestre & Campllonch.—Det. de la acidez volátil real en los vinos. Instituto de Investigaciones Agronómicas, 1934.
- (5) P. Jaulmes.—Annales d. Falsif. (1934), 550.
- (6) Gayon & Laborde.—«Vins» (1912), pág. 128.
- (7) A. Kling.—«Méthodes actuelles des expertises» (1923), III, 120.
- (8) V. García Tena.—Trabajos de la Estación Enológica de Requena, 1921.
- (9) K. Woidich.—O. Chemiker Zeitung, XXXII (1929), 190.
- (10) Dakin.—Jour. of Biol. Chem., 4 (1908), 91-207.