

CONSIDERACIONES

SOBRE

LA APLICACION RACIONAL DEL SO₂ EN ENOLOGIA

(EMPLEO DEL METODO DEL INDICE IODADO
PARA LA DETERMINACION DEL PODER ANTISEPTICO REAL
DEL ANHIDRIDO SULFUROSO LIBRE)

POR LOS INGENIEROS AGRÓNOMOS JOSE TESTA ¹ Y JULIO A. PASO ²

En este opúsculo nos ocuparemos de la utilización del método del « índice iodado » empleado en la determinación del poder antiséptico real del anhídrido sulfuroso libre; dejando sin tratar o haciéndolo marginalmente con los interesantes problemas conexos, como por ejemplo: la influencia del pH y la resistencia de las levaduras vínicas en presencia de dicho antifermmentativo.

Es imposible, con los elementos de que dispone actualmente el Instituto de Enología e Industrias Extractivas, realizar trabajos tan vastos y complejos, siendo éstos más de incumbencia de otros organismos técnicos del Estado.

Entrando en materia, diremos que: durante mucho tiempo, se ha tenido el concepto de que es el anhídrido sulfuroso libre, que el método de Rippert evalúa directamente con la solución de iodo $\frac{n}{50}$, después de fijar el combinado por el agregado de una solución de ácido sulfúrico (1 : 3), y utilizando como indicador engrudo de almidón al 2^o /_o, el que determina el poder antiséptico del medio.

¹ Profesor Titular y Director del Instituto de Industrias Agrícolas (Enología e Industrias Extractivas) de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Buenos Aires.

² Profesor Titular de la cátedra de Industrias Agrícolas (1^a parte) de Fermentación de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata.

Así es cómo, en mostos de uva y vinos blancos dulces de Anjou (Francia), los celebrados autores del método que nos ocupa, han establecido como dosis de conservación la cantidad de 150 mg y 50 a 70 mg de SO_2 libre respectivamente, después de 4 días, es decir, de combinación terminada. Pero posteriormente observaron que en numerosos mostos y vinos cuya cantidad de anhídrido sulfuroso libre, evaluada por el método de Rippert, era considerada como dosis perfectamente antiséptica, no acontecía tal efecto.

Es que la dosificación del llamado *ácido sulfuroso libre* con la solución valorada de iodo, engloba en las diversas formas siguientes, de: SO_2 , SO_3H_2 , $\text{SO}_3\text{H}'$ y SO_3'' , con distinto poder antiséptico, influyendo indudablemente en su comportamiento la concentración de iones hidrógeno del medio. Es por esto, que L. Moreau y E. Vinet (2), idearon un dispositivo sencillo e ingenioso con el cual poder establecer las razones de dichas anomalías, procedimiento que denominaron del « índice iodado » y que está basado en la aplicación de la ley de Henry y Babo. Si en un recipiente cerrado se coloca el mosto o el vino que haya sido sulfitado, después de la combinación completa (4 días), en el sistema se establece un equilibrio entre el anhídrido sulfuroso disuelto (no hidratado) en el líquido $[\text{SO}_2]_1$ y el anhídrido sulfuroso presente en la atmósfera contenida en el recipiente cerrado $[\text{SO}_2]_g$, es decir :

$$\frac{[\text{SO}_2]_g}{[\text{SO}_2]_1} = K$$

Además, sabemos que en el mosto o en el vino, el anhídrido sulfuroso disuelto está también en equilibrio con el ácido sulfuroso, influyendo en este sistema la temperatura y el pH. Luego, a constancia de temperatura y acidez actual, tenemos la siguiente relación :

$$\frac{[\text{SO}_2]_1}{[\text{SO}_3\text{H}_2]} = K_1$$

Si despejamos $[\text{SO}_2]_1$, tenemos que :

$$[\text{SO}_2]_1 = K_1 [\text{SO}_3\text{H}_2]$$

Y reemplazándola en la primera igualdad nos queda :

$$\frac{[\text{SO}_2]_g}{K_1 [\text{SO}_3\text{H}_2]} = K$$

Lo que nos expresa que la concentración molecular del anhídrido sulfuroso contenido en el recipiente es proporcional al poder antiséptico real del antifermentativo que está en solución bajo las formas en equilibrio de SO₂ y SO₃H₂.

DISPOSITIVO EMPLEADO Y MODO DE OPERAR

El dispositivo ideado por L. Moreau y E. Vinet es bien sencillo, como puede apreciarse en el esquema respectivo. Está compuesto de un frasco erlenmeyer de 150 ml de capacidad ¹, cerrado con un tapón de goma que está atravesado por un tubo de vidrio que presenta una curvatura, cuyo extremo inferior termina en una rama corta de 3 cm de largo que está separada de la rama larga por un espacio de 1 cm de ancho. El extremo superior es afilado y con un ligero ensanchamiento donde poder ajustar la perilla de goma que debe cubrir esta parte terminal.

El tubo cuyo diámetro interior es de 0,5 cm debe disponerse de tal modo que el punto de inflexión de la curvatura sea tangente con la superficie de los 50 ml de vino o de mosto, cuyo « índice iodado » se quiere determinar. Cuando se ha procedido en las condiciones predichas, la distancia del fondo del erlenmeyer a la abertura del extremo inferior del tubo, es aproximadamente de 5 cm de altura.

Para efectuar las determinaciones se debe operar a una temperatura constante y determinada, aconsejando los autores la de 20°C.

Previamente deben prepararse las soluciones de iodo necesarias, a partir de la solución madre que contiene g 3,969 (~ 3,97) de iodo por litro, la que corresponde a 1 g de anhídrido sulfuroso. Tomando 1 ml, 2 ml 5 ml ó 10 ml, de la solución madre y llevando hasta 100 ml, con agua destilada, tendremos cuatro soluciones en que cada ml 0,1 corresponde a 1, 2, 5 ó 10 millonésimas de gramo de SO₂ respectivamente.

Preparadas las soluciones mencionadas, se colocan en el erlenmeyer 50 ml del vino o mosto sulfitado, tapando provisoriamente con un tapón de goma, a fin de que se establezca el equilibrio sulfuroso en el recipiente cerrado, el que se realiza entre 5 y 10 minutos. Mientras tanto en el extremo inferior encorvado del tubo se vierte 0,1 ml de engrudo de almidón y 0,1 ml de alguna de las cuatro soluciones, de

¹ En el trabajo de estos autores se indica la capacidad de 160 ml.

acuerdo a la cantidad de $[\text{SO}_2]$ g que se presume existente y capaz de decolorar el «índice iodado» en un tiempo aproximado de 5 minutos.

Una vez preparado el tubo con el «índice iodado» y esperado los diez minutos, se destapa el erlenmeyer y se introduce con rapidez el tubo ajustando el tapón de goma que lo sostiene y registrándose la hora en un cronógrafo (con una aproximación de 1 ó 2 segundos).

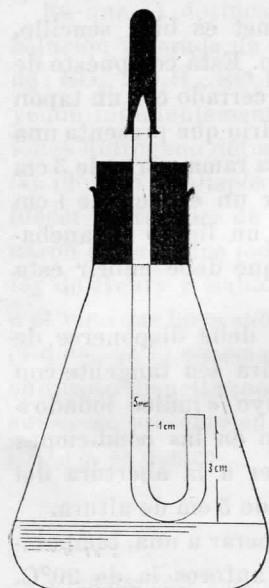


Figura 1

Luego se cubre suavemente y con cuidado la punta afilada de la extremidad superior con la perilla de goma, colocando el frasco con el propósito de apreciar más exactamente el momento de la total decoloración, en una superficie horizontal sobre un papel blanco. Cuando comienza a disminuir la intensidad del color azul del índice iodado, se imprime tres o cuatro veces un movimiento de vaivén, presionando con cuidado la perilla de goma y aumentando estos movimientos al acercarse la decoloración total, en cuyo instante se aprieta el cronógrafo, estimándose finalmente el tiempo transcurrido para la desaparición del color, con una aproximación de 2 a 3 segundos.

El método original aconseja efectuar dos o tres operaciones sucesivas, con la condición de establecer tiempos de decoloración sensiblemente aproximados.

El tiempo que tarda en observarse la decoloración expresado en segundos, es inversamente proporcional al $[\text{SO}_2]$ g y por consiguiente al $K_1 [\text{SO}_3\text{H}_2]$ que comprende el ácido sulfuroso realmente antiséptico que contiene el vino o mosto.

Si designamos por t el tiempo de decoloración del «índice iodado» correspondiente y por L el anhídrido sulfuroso libre dosificado por el método Rippert, que contiene el líquido ensayado, se tiene:

$$t \times L = C$$

El valor C servirá de base de apreciación para establecer, al modificarse la reacción del medio, el nuevo poder antiséptico del SO_2 contenido en la muestra en cuestión.

Si designamos por L' el nuevo poder antiséptico a determinar,

conociendo la base de apreciación C y el nuevo tiempo de decoloración del índice después de la acidificación o desacidificación que llamaremos t' , se podrá calcular el valor de L' de acuerdo con la fórmula siguiente :

$$L' = \frac{C}{t'}$$

Los autores del método han establecido, de las operaciones efectuadas por duplicado sobre 20 muestras, una desviación media (« ecart moyen ») de 2,7 por 100.

Los resultados de los numerosos ensayos realizados sobre mostos y vinos sulfitados, ya naturales o expresamente acidificados o desacidificados, han demostrado una perfecta concordancia entre el poder antiséptico real comprobado con los cultivos de sacaromices y las pruebas dadas por el procedimiento del « índice iodado ».

Esto ha constituido el sólido fundamento que L. Moreau y E. Vinet invocan, para no aceptar únicamente la dosificación del anhídrido sulfuroso por el yodo y sostener que es necesario recurrir al método preconizado, llegando a manifestar que para tener la certeza de la antisepsia del SO₂, el tiempo de decoloración a 20°C, para el « índice iodado » de 1 millonésimo de gramo, no debe pasar de 10 a 12 minutos en los vinos dulces (según su grado alcohólico) y de 4 minutos para los mostos.

ENSAYOS Y OBSERVACIONES EFECTUADOS EN EL INSTITUTO

El exiguo número de ensayos realizados, en base a los medios y muestras disponibles, se dividió en dos partes. La primera parte comprendió la determinación del « índice iodado » de 5 muestras de vinos blancos comunes, procedentes de la provincia de Mendoza, cuya composición química antes del agregado del SO₂, figura en el cuadro A.

Las cantidades de anhídrido sulfuroso agregadas a cada una de las cinco muestras fueron de 323 mg y 646 mg respectivamente, dejándose en frascos cerrados durante cuatro días, tiempo que como sabemos es el que se considera necesario para que esta combinación esté terminada (4) y finalmente evaluamos el SO₂ libre (método Rippert), estableciendo los índices de combinación parcial y total (índices R y T) que constan en el cuadro mencionado anteriormente.

Una vez conocidas las cantidades de anhídrido sulfuroso libre, teniendo la precaución de evitar agitaciones y el menor contacto con el aire, previa determinación de la temperatura, que en nuestras experiencias varió entre 19° y 20°C, se procedió a estimar los «índices iodados». Para ello, colocamos en el frasco del dispositivo empleado en estas determinaciones, los 50 ml del vino, cerrando con tapón de goma y dejando en nuestro caso 10 minutos para que se establezca el equilibrio sulfuroso en el recipiente. De inmediato hemos dispuesto los tubos curvados, vertiendo 0,1 ml de una solución que hemos preparado, colocando en un matraz aforado de 100 ml de capacidad 2 ml de la solución madre y llevándolo hasta enrase con agua destilada, es decir, que el 0,1 ml empleado corresponde a 2 millonésimos de gramo de SO_2 . Además se vierte en el mismo tubo 0,1 ml de solución de almidón soluble al 2%. Sería aconsejable para estas manipulaciones el empleo de microburetas, pues el uso de pipetas de 1 ml graduadas al centésimo, aunque precisas son incómodas, como lo hemos podido apreciar en su oportunidad.

Con respecto al tiempo de decoloración hemos realizado seis determinaciones para cada muestra, presionando con cuidado la perilla de goma y dando el mismo número de movimientos de vaivén y aumentando la frecuencia de los mismos en los últimos instantes de la decoloración. El apreciar la total decoloración es uno de los inconvenientes mayores que presenta el método, expuesto al error subjetivo que varía de uno a otro operador, a pesar de lo cual, las apreciaciones pueden ser más o menos aproximadas.

Desde luego, debemos aceptar «a priori», que los resultados hubieran sido más aproximados si hubiéramos empleado la solución que 0,1 ml corresponde a 5 millonésimos de gramo de SO_2 , pues, como los autores del método lo aconsejan, debe emplearse la solución que decolore aproximadamente en 5 minutos, mientras que, como podemos observar en las cinco muestras ensayadas, solamente la del vino número 4, con un agregado de 323 mg por litro, dió un tiempo de decoloración vecino a los 5 minutos.

Con los tiempos obtenidos se calculó el promedio (media aritmética), el error probable del promedio y el error relativo por ciento, cuyos protocolos y resultados figuran en los cuadros B y C.

Como podemos observar, en el cuadro C no existen, «prima facie», correspondencia entre la cantidad de anhídrido sulfuroso libre (método Rippert) y el índice iodado; pero como en estas muestras influyen otras variables que intervienen en la composición química de

Los vinos (pH, grado alcohólico, etc.), es que nos propusimos los ensayos que constituyen la segunda parte de esta modesta contribución.

Estos consistieron en determinar el « índice iodado » sobre la muestra de vino número 6, elaborada en nuestro Instituto, cuya composición química está consignada en el cuadro A, a la que se le modificó la reacción del medio, con el agregado de 6,53 g de ácido tartárico, 6,10 g de ácido cítrico y 3 g de carbonato de potasio, respectivamente, en matraces aforados de 1 litro. Una vez efectuado el agregado, agitado y disuelto, se dejó en reposo durante 24 horas,

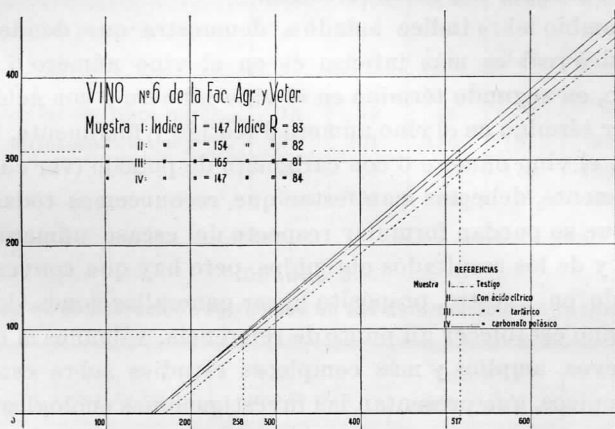


Figura 2

determinando al final de este tiempo, la acidez total de los mismos y el pH correspondiente, observándose, sea dicho esto al pasar, que el matraz aforado al cual se le había agregado ácido tartárico presentaba un sedimento cristalino, con todas las características del tartrato ácido de potasio. Las cifras correspondientes a la acidez total y pH figuran en el cuadro D. A estas cuatro muestras se les agregó 258 mg y 517 mg de SO₂ por litro, dejándose en frascos cerrados hasta combinación completa y evaluándose al final de dicho tiempo la cantidad de anhídrido sulfuroso libre (método Rippert), estableciéndose con ellos los índices T y R correspondientes (ver cuadro D y gráfico respectivo).

Con cada una de las ocho muestras se estimó el tiempo de decoloración, empleándose un índice iodado correspondiente a 2 millonésimos de gramo de SO₂, tiempos que constan en los protocolos (cuadro

B) y con los que hemos calculado análogamente en la primera parte de estos ensayos, el promedio (media aritmética), el error probable del promedio y el error relativo por ciento, que constan en el cuadro D.

Del análisis de estos datos y de la observación del gráfico respectivo, se desprende que hay una mayor cantidad de SO_2 libre dosificada por el método Rippert, en primer término en la muestra número 6 tratada con carbonato de potasio, en segundo término en la muestra número 6 testigo, en tercer término en muestra número 6 tratada con ácido cítrico y en cuarto y último término en la muestra número 6 tratada con ácido tartárico.

En cambio el « índice iodado » demuestra que donde el poder antiséptico real es más intenso es en el vino número 6 con ácido tartárico, en segundo término en el vino número 6 con ácido cítrico, en tercer término en el vino número 6 testigo y finalmente, en cuarto, término, el vino número 6 con carbonato de potasio (ver cuadro D)

Finalmente, debemos manifestar que reconocemos todas las objeciones que se puedan formular respecto del escaso número de experiencias y de los resultados obtenidos, pero hay que convenir que no ha estado en nuestro propósito hacer generalizaciones de ninguna índole, sino establecer un punto de referencia, válganos la expresión, para nuevos, amplios y más completos estudios sobre estos interesantes tópicos, que presentan las investigaciones enológicas.

CUADRO A

| Muestras | Vinos | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Nº 1 | Nº 2 | Nº 3 | Nº 4 | Nº 5 | Nº 6 |
| Densidad a 15°C..... | 0,995 | 0,996 | 0,997 | 0,996 | 0,995 | 0,994 |
| Alcohol % en volumen..... | 12,2 | 11,2 | 11,0 | 11,2 | 12,0 | 13,2 |
| Acidez total ‰ en H ₂ SO ₄ | 3,18 | 4,56 | 3,23 | 3,67 | 4,21 | 4,12 |
| Acidez volátil ‰ en C ₂ H ₄ O ₂ | 0,960 | 0,720 | 0,720 | 0,900 | 0,840 | 0,780 |
| pH..... | 3,50 | 3,25 | 3,40 | 3,30 | 3,35 | 3,80 |
| Extracto seco en peso %..... | 20,1 | 21,4 | 19,5 | 19,6 | 21,0 | 23,7 |
| Cenizas | 2,8 | 3,6 | 3,1 | 2,7 | 3,5 | 4,5 |
| Anhídrido sulfuroso libre mg ‰..... | 18 | 12 | 14 | 6 | 5 | 8 |
| Anhídrido sulfuroso total mg ‰..... | 175 | 201 | 136 | 191 | 92 | 104 |
| Índice T..... | 30 | 52 | 52 | 178 | 100 | 147 |
| Índice R..... | 95 | 94 | 88 | 87 | 94 | 83 |

CUADRO B

Tiempos de decoloración registrados en las determinaciones realizadas

| Vino Nº 1 (mg de SO ₂) | | Vino Nº 2 (mg de SO ₂) | | Vino Nº 3 (mg de SO ₂) | | Vino Nº 4 (mg de SO ₂) | | Vino Nº 5 (mg de SO ₂) | |
|---------------------------------------|-----|---------------------------------------|-----|---------------------------------------|-----|---------------------------------------|-----|---------------------------------------|-----|
| 323 | 646 | 323 | 646 | 323 | 646 | 323 | 646 | 323 | 646 |
| seg | seg | seg | seg | seg | seg | seg | seg | seg | seg |
| 220 | 135 | 224 | 78 | 225 | 112 | 300 | 125 | 170 | 80 |
| 235 | 121 | 215 | 85 | 232 | 122 | 305 | 134 | 165 | 89 |
| 238 | 130 | 222 | 92 | 235 | 109 | 295 | 122 | 160 | 90 |
| 234 | 139 | 231 | 85 | 241 | 110 | 304 | 115 | 159 | 89 |
| 246 | 142 | 217 | 81 | 237 | 105 | 294 | 116 | 116 | 92 |
| 242 | 126 | 219 | 90 | 246 | 107 | 301 | 122 | 122 | 97 |

| Vino Nº 6 + C ₁ O ₆ H ₆ (mg de SO ₂) | | Vino Nº 6 + C ₆ O ₆ H ₆ (mg de SO ₂) | | Vino Nº 6 (testigo) (mg de SO ₂) | | Vino Nº 6 + CO ₂ K ₂ (mg de SO ₂) | |
|--|-----|--|-----|---|-----|--|------|
| 258 | 517 | 258 | 517 | 258 | 517 | 258 | 517 |
| seg | seg | seg | seg | seg | seg | seg | seg |
| 187 | 91 | 183 | 93 | 359 | 181 | 1955 | 990 |
| 169 | 87 | 182 | 78 | 371 | 173 | 2008 | 1044 |
| 165 | 78 | 197 | 83 | 366 | 177 | 1897 | 1018 |
| 185 | 75 | 205 | 89 | 365 | 171 | 1995 | 1072 |
| 176 | 84 | 208 | 87 | 358 | 174 | 1978 | 1051 |
| 173 | 79 | 191 | 92 | 356 | 185 | 1937 | 1022 |

CUADRO C

| Muestra | Cantidad agregada de SO ₂ en mg | SO ₂ libre después de 4 días (en mg) | pH | Indice iodado (en segundos) para 2 millonésimos de gr | Error relativo % |
|--------------|--|---|------|---|------------------|
| Vino n° 1... | 323 | 278 | 3,45 | 236,0 ± 2,4 | 1,0 |
| | 646 | 586 | 3,32 | 132,2 ± 2,2 | 1,7 |
| Vino n° 2... | 323 | 257 | 3,20 | 221,4 ± 1,6 | 0,8 |
| | 646 | 564 | 3,10 | 85,2 ± 1,4 | 1,7 |
| Vino n° 3... | 323 | 242 | 3,27 | 236,0 ± 1,8 | 0,8 |
| | 646 | 529 | 3,15 | 110,8 ± 1,6 | 1,5 |
| Vino n° 4... | 323 | 116 | 3,28 | 299,8 ± 1,2 | 0,5 |
| | 646 | 408 | 3,20 | 122,4 ± 1,8 | 1,5 |
| Vino n° 5... | 323 | 212 | 3,30 | 165,2 ± 1,2 | 0,8 |
| | 646 | 520 | 3,20 | 88,0 ± 1,2 | 1,3 |

CUADRO D

| Acidez total ‰ en H ₂ SO ₄ , pH e índices T y R de las muestras | Cantidad agregada de SO ₂ en mg | SO ₂ libre después de 4 días (en mg) | pH | Indice iodado (en segundos) para 2 millonésimos de gr | Error relativo ‰ |
|---|--|---|------|---|------------------|
| Vino n° 6 + C ₄ O ₆ H ₆ : | | | | | |
| Acidez total ‰. 7,40 | 258 | 74 | 2,90 | 175,8 ± 2,4 | 1,4 |
| pH..... 3,00 | 517 | 284 | 2,85 | 82,4 ± 1,6 | 2,0 |
| Indice T.... 165 | | | | | |
| Indice R.... 81 | | | | | |
| Vino n° 6 + C ₆ O ₇ H ₈ : | | | | | |
| Acidez total ‰. 8,28 | 258 | 85 | 3,20 | 194,4 ± 3,0 | 1,5 |
| pH..... 3,25 | 517 | 296 | 3,10 | 87,0 ± 1,6 | 1,8 |
| Indice T.... 154 | | | | | |
| Indice R.... 82 | | | | | |
| Vino n° 6 (testigo) : | | | | | |
| Acidez total ‰. 4,12 | 258 | 91 | 3,70 | 362,5 ± 1,6 | 0,4 |
| pH..... 3,80 | 517 | 305 | 3,60 | 176,8 ± 1,4 | 0,8 |
| Indice T.... 147 | | | | | |
| Indice R.... 83 | | | | | |
| Vino n° 6 + CO ₃ K ₂ : | | | | | |
| Acidez total ‰. 2,35 | 258 | 93 | 4,65 | 1962,0 ± 11,2 | 0,6 |
| pH..... 4,67 | 517 | 312 | 4,60 | 1033,0 ± 8,0 | 0,7 |
| Indice T.... 147 | | | | | |
| Indice R.... 84 | | | | | |

Sumario. — Los autores inician esta comunicación considerando el fundamento en que se basa el método del denominado «índice iodado», preconizado por los enólogos franceses L. Moreau y E. Vinet, para explicar las anomalías que se verifican entre las dosis de SO₂ libre evaluadas por el método Ripper y la verdadera acción antiséptica del mismo. A continuación describen el dispositivo empleado y su *modus operandi*, señalando la forma de superar las dificultades encontradas en su aplicación.

Finalmente entran a considerar los resultados de los ensayos y observaciones realizadas en el Instituto de Enología e Industrias Extractivas de la Universidad Nacional de Buenos Aires, que dividen en dos partes. La primera parte comprende las determinaciones comparativas entre los *índices de combinación parcial y total (R y T)* y los *índices iodados*, sobre muestras de vinos comunes mendocinos. La segunda parte trata los ensayos efectuados sobre un vino elaborado en el predicho Instituto y al que se modifica el pH con el agregado de los ácidos tartárico, cítrico y carbonato neutro de potasio, estudiando las variaciones experimentadas en los *índices de combinación parcial y total* y en los *índices iodados*.

Summary. — The authors are initiating this communication, considering the fundament in which the method denominated «iodine index» is based, and which is preconized by the French oenological authors L. Moreau and E. Vinet, to explain the anomalies which are verified between the free doses of SO₂ valued by the Ripper method, and the real antiseptic action of same. They describe the employed dispositive and its *modus operandi* as follows, pointing out the manner to overcome the difficulties found in its application.

Finally they consider the results of experiments and observations made in the «Instituto de Enología e Industrias Extractivas» of the National University of Buenos Aires, which they divide into two parts. The first comprising the comparative determination between the *indexes of partial and total combination on (R and T)*, and *iodic indexes* on samples of ordinary wines of Mendoza. The second part deals with the experiments realized on a wine vintaged in the above mentioned Institute, the pH of which is modified with the aggregate of the tartaric and citric acids and neutral carbonate of potassium, studying the varieties experimented in the *indexes of partial and total combination* and in the *iodic indexes*.

BIBLIOGRAFIA

1. MOREAU, L. ET VINET, E., *L'acide sulfureux en vinification. Son réglage. Doses antiseptiques*, publicado en *Actas del Congrès International de la Vigne et du Vin*. Bordeaux, 1928 pp. 120-125 y en : *Bulletin International du Vin*, t. I, 1928, n° 3, pp. 37 a 40.
2. MOREAU, L. ET VINET, E., *Determination du pouvoir antiseptique reel de l'acide sulfureux dans le mouts et les vins. Ses variations suivant l'acidité du milieu*, publicado en las siguientes revistas : *Revue de Viticulture*, t. LXXXVII, 1937, pp. 25 a 28 y pp. 61 a 67 ; *Bulletin International du Vin*, 10^o Année, julio 1937, n° 110, pp. 104-109 ; *Annales des fermentations*, t. IV, 1938, pp. 119-122 y 123-128 y en : *C. R. Académie d'Agriculture*, t. XXIII, 1937, pp. 570-576 y 599-607.
3. RIBEREAU-GAYON, J., *Odeur et pouvoir antiseptique de l'acide sulfureux*, publicado en : *Revue de Viticulture*, t. LXXXVII, 1937, pp. 456-457.
4. TESTA, JOSÉ Y PASO, JULIO A., *Consideraciones sobre la aplicación racional del SO₂ en enología*. Estudio de los índices de combinación. Jornadas Agronómicas y Veterinarias de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires. 1939.
5. TESTA, JOSÉ Y PASO, JULIO A., *Consideraciones sobre la aplicación racional del SO₂ en enología*. Estudio sobre la disociación del anhídrido sulfuroso combinado. Jornadas Agronómicas y Veterinarias de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires. 1941.