

18253

Estudio térmico de la fermentación vínica

Grado de alcohol y calidad del vino
según la temperatura de fermentación

por

D. JOSE M.^o VIÑALS CAPELL

INDICE

	<u>Pág.</u>
Propósito	7
NOCIONES PRELIMINARES	9
Enfoque térmico de la fermentación	9
Toma y registro de la temperatura	14
PODER FERMENTATIVO Y RENDIMIENTOS	17
Las levaduras y su acción en función de sus especies	17
Las levaduras y su acción en función de la temperatura	18
Rendimientos alcohólicos	20
POR QUÉ SE ELEVA LA TEMPERATURA	26
Situación	26
A) Cantidad en azúcares del mosto	27
B) Naturaleza y espesor de la pared del recipiente	28
C) Calentamiento del gas carbónico desprendido	30
D) Tamaño del recipiente	31
E) Temperatura exterior y del fruto al entrar en la bodega	33
F) Velocidad de fermentación	34
CÓMO LOGRAR BAJAS TEMPERATURAS EN LA FERMENTACION	36
Condiciones de construcción y ambiente favorables	36
Refrigeración	38
Anhidrido sulfuroso	42
Elección de método	43
CALCULAR SI EL RENDIMIENTO ALCOHÓLICO ES ACEPTABLE.	44
Fundamento a extracto fijo	44
Fundamento a extracto variable	44
CALIDAD Y RENDIMIENTO	48
Recapitulación	48
Unos números nos orientarán	48

Propósito

LA consideración económica del vino se viene basando casi exclusivamente en su contenido alcohólico, hasta el punto de ser tan grande el interés por su graduación, que se llega a apreciar y discutir la diferencia de una décima. Llevamos tanto tiempo viéndolo así, que nos hemos habituado a ello hasta parecernos normal lo que es tremendamente ilógico, puesto que equivale a que una escultura tallada en madera o piedra, o una máquina en actividad se valorasen únicamente en función del volumen o del peso del material empleado. Admitimos que este punto de vista sea en los vinos el del alcoholero o destilador, pero nunca puede ser el de aquellos cuya finalidad es la de utilizar los caldos para complemento de la alimentación humana, buscando, al propio tiempo, el deleite de un más depurado sabor y aroma.

En este trabajo, vamos a ocuparnos de la temperatura de fermentación, que ha de llevarnos a conseguir el máximo rendimiento en alcohol, atendiendo al mismo tiempo las restantes cualidades de cada vino que, con el sistema que propugnamos, vienen como consecuencia inmediata del procedimiento para alcanzar aquel mayor grado alcohólico, al ser el mismo el camino para ambas finalidades.

Los buenos vinos y rendimientos alcohólicos se alcanzan, en igualdad de condiciones, con bajas temperaturas de fermentación: pero no es fácil obtener la deseada disminución calórica, cuando las temperaturas exteriores, en la época de vinificar son relativamente altas y las Bodegas de elaboración no reúnen las debidas condiciones ni disponen de utillaje adecuado.

A lograr unas circunstancias propicias para realizar la fermentación con reducción de temperatura, se encaminan nuestros razonamientos y demostraciones, estudiados para zonas de calor semejante al del área mediterránea, en la que queda comprendido nuestro país, salvo la región norteña.

Nociones preliminares

ENFOQUE TÉRMICO DE LA FERMENTACIÓN

Llámase fermentación alcohólica a la transformación de los azúcares en alcohol, anhídrido carbónico y en otros productos, por su menor cantidad considerados secundarios (glicerina, ácido succínico, acético, etc.). Esta transformación, se realiza mediante la acción de microorganismos unicelulares llamados levaduras y pertenecientes en la clasificación vegetal a la rama de las talofitas, familia de hongos gemantes, género *Saccharomyces*.

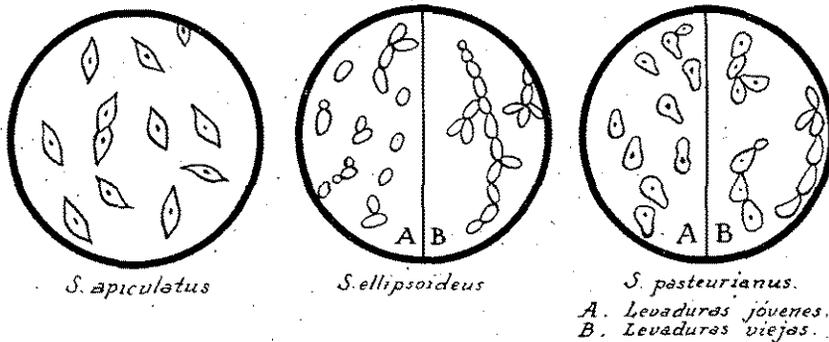


Fig. 1

Las levaduras actúan porque encuentran en el substrato mosto los elementos indispensables para su alimentación y desarrollo y unas condiciones ambientales adecuadas. Si las condiciones del substrato alimenticio y ambiente varían (en sus cantidades o constitución), pueden variar también los productos resultantes de la fermentación, en sus cantidades o rendimientos y hasta en su constitución. Y también los *saccharomyces* (fig. n.º 1), según sus especies *apiculatus*, *pasteurianus* y *ellipsoideus*, tienen distinto comportamiento.

Las levaduras en condiciones favorables se reproducen por gemación; en condiciones desfavorables forman esporas, en cuyo estado les es fácil resistir y sobrevivir.

Las levaduras tienen la propiedad de producir enzimas, que son las sustancias mediante las cuales catalizan las reacciones que les

son propias. Estas sustancias especiales las producen todas las células y sin ellas serían imposibles los procesos vitales.

Las enzimas son de dos tipos: unas que actúan fuera de la célula y al hacerlo liberan algo de energía calórica (exozimas), y otras que actúan dentro la célula y al hacerlo liberan gran cantidad de energía calórica (endozimas). Las enzimas —o grupo de enzimas—, pues son varias las que transforman el mosto en vino, pertenecen al tipo endozimas, o sea, de las que al actuar liberan bastante energía térmica.

En el actual estado de conocimientos, todo induce a creer que el calor producido, más que a la acción de nutrición celular de la levadura, se debe a la riqueza energética del substrato mosto.

La fermentación alcohólica es, por tanto, un proceso exotérmico, o sea, que durante el mismo se produce calor. Y este calor puede constituir una ayuda o un obstáculo para la misma, según sean las temperaturas exteriores, su facilidad de transmisión y la rapidez de su desprendimiento.

El mosto normalmente contiene las suficientes sustancias nutritivas (materias hidrocarbonadas, nitrogenadas y minerales) para la vida de las levaduras y, por tanto, salvo contadas excepciones, no debemos preocuparnos a este respecto; en cambio, las circunstancias ambientales son muy variables e influyen grandemente sobre el desarrollo de las levaduras, al tiempo que pueden ser, a su vez, fácilmente dirigidas o modificadas. Las influencias o factores ambientales que condicionan a las levaduras, son de orden físico (luz, presión, tiempo, calor) y químico (azúcares, alcohol, acidez, oxígeno, anhídrido carbónico). Expongámoslas:

Luz.—La luz solar y la artificial muy vivas inhiben el desarrollo de las levaduras, no así la luz difusa y la oscuridad.

Presión.—La presión normal nada influye; la de dos a cuatro atmósferas, poco; pero una de más de siete atmósferas de anhídrido carbónico, inhibe, lo que es base de un sistema de conservación de mostos.

Tiempo.—Su acción depende de las especies y condiciones de conservación; al estado de esporas pueden vivir muchos años; estando activas, dan una generación cada dos horas, aproximadamente (las bacterias cada 24 minutos.)

Calor.—Es indispensable una cierta cantidad de él, e influye distintamente, según estado de la levadura. Así:

En estado de espora

resiste temperaturas de	—190° a —200° C.
si están secas no resisten	100° a 125° »
si están húmedas no resisten	70° a 80° »
difícilmente germinan en un mosto a menos de.	17° a 18° »

En vida activa

trabajan aunque en forma lenta de	5° a 15° C.
trabajan de manera práctica e interesante de ...	20° a 25° »
proliferan mucho y aceleran la fermentación ...	30° a 34° »
se vuelven perezosas a más de	35° »
son paralizadas y muertas entre	40° a 60° »

Del examen de estos datos vemos se cumple la regla general que dice: «para todo fermento, la velocidad de crecimiento y multiplicación crece con la elevación de la temperatura, hasta alcanzar un punto óptimo, pasado el cual toda manifestación vital decrece rápidamente.» El punto óptimo medio de nuestras levaduras es entre 30° y 34° C., en él se consigue la máxima proliferación y aceleración fermentativa, o sea, la más alta *velocidad de fermentación* por unidad de tiempo. Pero no coincide ni hay que confundirla con el *poder fermentativo* o capacidad de desdoblar azúcares y producir alcohol, cuya máxima eficacia se consigue entre 5° y 20° C.

A alcanzar el más alto poder fermentativo que, como después veremos, es lograr el mejor rendimiento alcohólico y calidad en los vinos, van a tender nuestras aspiraciones, a cuenta de una lentitud fermentativa que servirá mejor nuestros intereses.

Azúcar.—La concentración de azúcares puede llegar a dificultar la fermentación; así, las superiores al 30 % la inhiben y las iguales o superiores al 50 % la paralizan, pues se plasmolizan las levaduras, vaciándose su contenido acuoso e imposibilitando su proliferación. A 75 %, no pueden siquiera iniciar fermentación.

Alcohol.—Conforme aumenta su concentración, disminuye el poder reproductor de la levadura y, por tanto, la energía fermentativa; esta acción es diferente para cada especie de levadura —como después veremos—, estado de la misma y de los demás factores que examinaremos. Así, vemos que las levaduras *apiculatus*, no pueden soportar más del 4 %; para las levaduras *ellipsoideus*, admítase que a una con-

centración alcohólica del 13 % se principia a dificultar su desarrollo y una de 17° a 18° la paraliza, aunque en casos especiales de adaptación pueden llegar hasta 20 % (Doñate, en nuestro Priorato) y 21 % (Passerini, en Toscana).

La sensibilidad del fermento al alcohol crece si hay mezcla inicial de azúcar y alcohol. La fermentación es dificultada así: a menos de 10 % de alcohol inicial y un mosto normal (180 a 220 gr. azúcares por litro), alcánzanse las graduaciones límites de 17° a 18°; pero no más; a más de 10 % de alcohol inicial y mosto normal, el vino tarda en fermentar, cuando lo hace es dificultosamente y no suelen alcanzarse las graduaciones límites de resistencia al alcohol; a más de 15 % de alcohol inicial y mosto normal, no se inicia la fermentación. Estos hechos son aplicados en la elaboración de vinos generosos y mistelas.

La sensibilidad del fermento al alcohol, también varía con la condición del ambiente; por ejemplo —según Muller-Turgau—, la acción del alcohol crece rápidamente si se eleva la temperatura y, en consecuencia, a temperaturas bajas, dificulta menos.

Las levaduras pueden habituarse lentamente a la acción del alcohol; pero las acostumbradas a grados alcohólicos bajos, puestas a trabajar inmediatamente sobre mostos de elevado grado glucométrico, fermentan penosamente y dejan los vinos dulces.

Acidez.—Su acción varía según cantidad y naturaleza de los ácidos, su grado de ionización (pH) y raza y estado de las levaduras.

En conjunto, una acidez elevada dificulta la rapidez de fermentación, pero tiene la propiedad selectiva de afectar hasta la inhibición a los demás fermentos de enfermedades que pululan en el mosto. Una acidez baja tiene efectos contrarios.

Los ácidos fijos del mosto en exceso retardan la multiplicación de las células.

Los ácidos grasos volátiles que se forman en el curso de la fermentación, si son elevados, constituyen un estorbo. Ejemplo: el ácido acético, a más de 1'5 gr. por litro, puede impedir la fermentación.

Tanino.—Es elemento retardatriz en la actividad de la levadura. A dosis elevadas, es capaz de parar la fermentación al fijarse sobre las materias albuminoideas de la célula; ello nos explica, el por qué algunos vinos muy colorados y ásperos no terminan bien las fermentaciones.

Oxígeno.—Es indispensable a la vida de la levadura. Como ya demostró Cachin, sin oxígeno no puede desarrollarse, y según disponga de él o no, actúa. Podemos decir que la levadura es un vegetal esencialmente aerobio, pero que se adapta mejor que ningún otro a la vida sin aire (anaerobia); si no encuentra oxígeno libre lo busca en los cuerpos que lo tienen en combinación; es pues, muy reductor. (Descompone el agua oxigenada y la oxihemoglobina de la sangre).

Según disponga de oxígeno en mayor o menor cantidad, actúa. Una experiencia muy conocida y sencilla nos lo demostrará (figs. 2 y 3).

VIDA AEROBIA

En una cubeta al contacto del aire, se sitúa una capa de 2 a 3 mm. de mosto de 100 gr. azúcar más 1 gr. levadura.

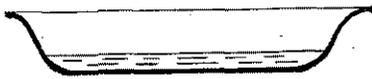


Fig. 2.—Multiplicación al aire

Se puede notar que la multiplicación de levaduras es rápida y, al cabo de 24 horas, se comprueba que:

- a) El azúcar ha desaparecido.
- b) No hay trazas de alcohol.
- c) Se encuentran 25 gr. de levadura.

VIDA ANAEROBIA

En un matraz con corriente de gas carbónico, se sitúa un mosto conteniendo 100 gr. azúcar más 1 gr. levadura.

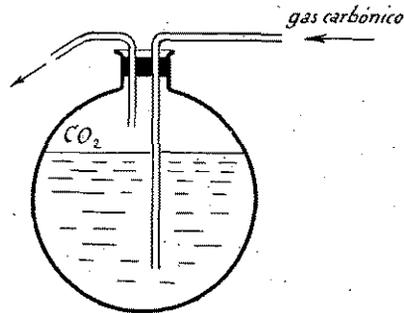


Fig. 3.—Fermentación al abrigo del aire

Se puede notar que la actividad y multiplicación de las levaduras son muy débiles y que la fermentación no se termina hasta al cabo de muchos días, comprobándose que:

- a) El azúcar ha desaparecido.
- b) Que el nuevo líquido contiene alrededor de 60 c. c. de alcohol.
- c) Y solamente 2 gr. de levadura.

Consecuencia: en abundancia de aire, la levadura se reproduce fácil y activamente sin producción de alcohol; y sin aire, se reproduce lenta y moderadamente con producción de alcohol. De ahí, la importancia que tiene en la práctica de las fermentaciones, la verificación del oxígeno disuelto y el uso de la aireación en los remontajes. (Toda aireación, activa el desarrollo de la levadura.)

Anhidrido sulfuroso.—Es el único antiséptico autorizado y ejerce grandes y beneficiosas influencias en el encauzamiento de la fermentación alcohólica, por lo que es muy empleado.

Su acción es doble, como antiséptico y como reductor.

En 1904, J. Ventre demostró que al añadir a un mosto fresco cantidades crecientes de anhídrido sulfuroso (SO_2), sucedía:

- 1.º Las bacterias y fermentos de enfermedad, mueren primero.
- 2.º Las levaduras *apiculatus* y *pasteurianus*, les siguen; y
- 3.º Debe aumentarse mucho la dosis para inhibir la levadura *ellipsoideus* y sobre todo para matarla.

Las dosis selectivas van de 5 a 20 gr. de SO_2 por Hl. de mosto, y las esterilizantes de 30 a 50 gr., según cantidad y vitalidad de los fermentos, riqueza en azúcares y temperatura del mosto.

Es un gran reductor y por tanto capta con gran facilidad el oxígeno, con lo que, al empobrecer al mosto de dicho elemento, puede repercutir sobre las actividades vegetativas de las levaduras en marcha, y frenar la velocidad fermentativa.

* * *

Todas estas condiciones ambientales descritas —como en parte hemos podido ver—, no actúan aisladamente, sino que se interfieren y condicionan unas con otras para sumar o restar sus efectos. Conocer bien estas influencias y sus relaciones, representa poder modificar a voluntad las fermentaciones alcohólicas industriales.

Nosotros en el curso de esta exposición, estudiaremos con detalle los efectos y modificaciones debidos al calor, suponiendo los demás factores ambientales en igualdad de circunstancias y normales o favorables a la normalidad.

TOMA Y REGISTRO DE LA TEMPERATURA

Para poder enjuiciar cuanto venimos exponiendo, es condición precisa e indispensable, conocer las temperaturas del mosto en el curso de la fermentación. Estas se toman y registran como es corriente

hacerlo en todas las bodegas bien dirigidas y como convendría hicieran todas, teniendo en cuenta los elementos y operaciones siguientes que a continuación describimos someramente:

a) *Instrumental*: la información de la temperatura de los mostos, se obtiene mediante un termómetro de máxima (Fig. núm. 4) encajado en un palo y disponiendo de un imán para hacer correr el índice convenientemente (debe tocar al mercurio antes de su uso);



Fig. 4.—Termómetro de máxima, protegido con armadura de latón, apropiado para conocer las temperaturas de fermentación

b) *Colocación*: en las fermentaciones con orujos, se introducirá hasta 1/3 del «sombbrero»; en las fermentaciones en virgen, indistintamente, aunque cubierto totalmente por el líquido;

c) *Número de lecturas*: en las zonas calidas conviene efectuarlas dos veces por día, a primera hora de la mañana (momento de mínimo calor) y a media tarde (momento más caluroso). De efectuarse una sola lectura, se hará por la tarde;

d) *Registro*: puede hacerse en un papel o libreta cualquiera; pero es preferible usar unas hojas con formatos adecuados como las que a continuación reproducimos, donde juntamente con la densidad (otra de las determinaciones del registro de fermentación), sirven para la anotación de todos los recipientes —Hoja Registro General—, y para la representación gráfica de cada envase

—Hoja Registro Depósito—. Las gráficas de fermentaciones normales, bien conducidas, señalan una curva con continuidad exenta de oscilaciones bruscas. Es recomendable efectuar el trazo de las temperaturas en color rojo, que a más de hacerlo resaltar, considérase valor sobre entendido.

En la conducción de una fermentación, cuantos más datos se tomen y cuantas más observaciones logren hacerse y registrarse debidamente, más se contribuye al conocimiento de particularidades locales y al progreso y dominio de la fermentación en general.

HOJA REGISTRO GENERAL

BODEGA DE		VINIFICACIÓN 19.....																	
D I A																			
M E S																			
Nº	D T																		
Nº	D T																		
Nº	D T																		
Nº	D T																		
Nº	D T																		
Nº	D T																		
Nº	D T																		
Nº	D T																		
Nº	D T																		
Nº	D T																		
Nº	D T																		
Nº	D T																		
Nº	D T																		
Nº	D T																		
OBSERVACIONES:																			

HOJA REGISTRO DEPÓSITO

BODEGA																			
CLASE DE VENDIMIA		VINIFICACION 19.....						DEPÓSITO Nº.....						CABIDA					
D I A S F E R M E N T A C I Ó N																			
36																			
35	1090																		
34																			
33	1080																		
32																			
31	1070																		
30																			
29	1060																		
28																			
27	1050																		
26																			
25	1040																		
24																			
23	1030																		
22																			
21	1020																		
20																			
19	1010																		
18																			
17	1000																		
16																			
15	990																		
OBSERVACIONES:																			

Poder fermentativo y rendimientos

El poder fermentativo de las levaduras depende, en primer término, de sus diferentes especies, y dentro de ellas (específicamente las *ellipsoideus*), de la temperatura en función principal.

LAS LEVADURAS Y SU ACCIÓN EN FUNCIÓN DE SUS ESPECIES

En la fermentación alcohólica del mosto de uvas, intervienen espontáneamente varias especies de levaduras, siendo las más frecuentes, casi constantes, la *apiculatus* y la *ellipsoideus*, y ocasionalmente, la *pasteurianus* y otras aun no bien caracterizadas. De estas especies se obtienen razas de más específicas propiedades que actúan en zonas o regiones más reducidas.

Las distintas especies tienen distinta actuación sobre los componentes del mosto y obtiéndose oscilaciones en los productos finales. Conviene, pues, conocer el poder fermentativo de las mismas para orientarnos sobre su mayor o menor producción alcohólica. Un promedio de las experiencias hechas tiempo ha por Martinaud, con las tres levaduras que se encuentran generalmente en la vendimia, dió:

CUADRO I

Levaduras	Azúcar inicial	Azúcar restante	Azúcar consumido	Alcohol producido	Azúcar por grado de alcohol
<i>Apiculatus</i>	180 gr.	77'8	102'2	4'8°	21'30
<i>Pasteurianus</i>	180 »	29'0	151	7'5°	20'10
<i>Ellipsoideus</i>	180 »	00'0	180	10'2°	17'60

Estas experiencias demostraron el distinto poder fermentativo de las levaduras usualmente actuantes en la fermentación alcohólica (destacándose el hecho de ser la *apiculatus* incapaz de actuar poco más allá de 4° alcohol, y la *ellipsoideus* apta para transformar todo el azúcar); y la distinta exigencia o necesidad de azúcar para producir 1° de alcohol. De ahí, la conveniencia de seleccionar las múltiples le-

duras de la especie *ellipsoideus*, como las más adecuadas para realizar la fermentación.

LAS LEVADURAS Y SU ACCIÓN EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA

Los anteriores experimentos llevaron a C. Mensió a otros ensayos, deseoso de encontrar relaciones, que discriminaran y mejoraran los rendimientos alcohólicos, entre las levaduras *ellipsoideus* y el factor temperatura. Trabajando con termoestatos y *ellipsoideus* (Bárbara) no adaptadas, se obtuvieron los resultados siguientes:

CUADRO II

Temperatura del termoestato	Azúcar inicial	Azúcar en residuo	Azúcar consumido	Alcohol producido	Carbónico desprendido	Azúcar por grado alcohol	Velocidad de fermentación
	gr.	‰	‰	‰	‰	gr.	
N.º 1 a 10° C.	245	10'2	234'8	14'0	107	16'77	muy lenta
N.º 2 a 20°	245	5'7	239'3	14'4	111	16'61	regular
N.º 3 a 27°	245	20'1	224'9	13'5	104	16'66	rápida
N.º 4 a 35°	245	120'4	124'6	7'1	56	17'54	inició rápida y paró en seguida

El examen de este cuadro llevó a establecer las deducciones que, resumidas reseñamos a continuación: Los rendimientos alcohólicos son mejorables, siendo más ventajosos a bajas temperaturas que a altas. A menor temperatura es menor la velocidad de fermentación. Se obtuvo el mejor rendimiento con la temperatura a la cual estaba acostumbrado el fermento de siembra. Por la índole de la prueba, se considera el no poder airear como un obstáculo a la terminación normal de la fermentación. (Fig. 5).

Recientemente, meticolosas pruebas efectuadas por Hotsl en California con *ellipsoideus* (Borgoña), han confirmado plenamente las deducciones de los ensayos anteriores y las observaciones de la práctica. (Ver gráfica de la figura 6, en la página siguiente).

Es de destacar el hecho —coincidente en todas las pruebas—, de ser entre 5 y 20° la temperatura al parecer más adecuada para obtener los mejores rendimientos alcohólicos. Y siendo así, es presumible no convenga en conjunto el extremar las temperaturas por bajo de los 10°, que son más difíciles de alcanzar y requieren levaduras adaptadas o habituadas a las mismas.

El hecho de estar las levaduras adaptadas o no a las temperaturas que deben trabajar, es de suma importancia —entre otras influencias—

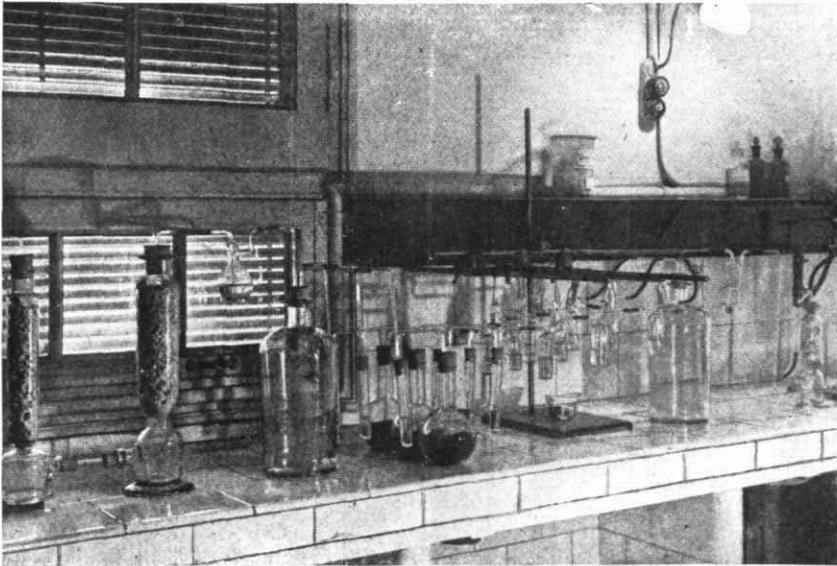


Fig. 5.—Instalación para valorar desprendimientos de gas carbónico y alcohol en la fermentación

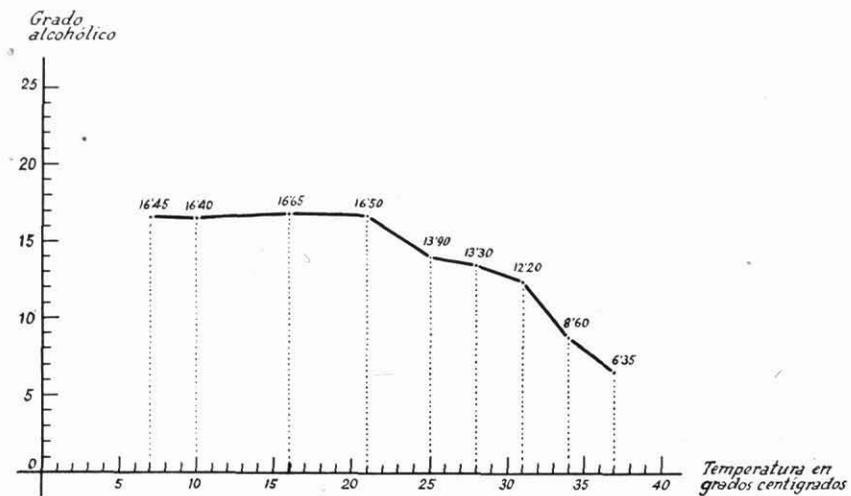


Fig. 6.—Curva del grado alcohólico del vino, hecho en función de la temperatura de fermentación

en la mayor o menor duración de las fermentaciones a bajas temperaturas. Nos ilustrará el cuadro siguiente, donde reunimos los últimos informes sobre la materia:

CUADRO III

Fermentación	Temperatura	Duración	Experimentador
<i>Con levaduras seleccionadas pero no habituadas a bajas temperaturas</i>			
Conducida de . . .	22° a 7'5°	104 días	Sr. de Boixo, en Cuxaus (Pyr-Or).
Conducida de . . .	19° a 6'8°	234 »	Cosechas 1945 y 1946 con le- vaduras Chablis y Chambertin,
Conducida de . . .	16'8° a 6'2°	141 »	ambas del Instituto Pasteur. Depósitos de 300 Hl.
<i>Con levaduras seleccionadas y habituadas a bajas temperaturas</i>			
Conducida entre . . .	3° y 5°	90 a 120 días	Sr. Barret, en Bearn (Bellocq) 1949. Depósitos de 90 Hl.
Conduc. { 1.ª mitad . . .	4°	32 »	Sr. Cruess, en Universidad de Berkeley y Valle de la Napa (California). 1947.
Conducida a { 2.ª mitad . . .	10°		
Conducida a . . .	10°	40 »	
Conducida entre . . .	5° y 7°	26 a 35 »	Sres. Guitart y Doñate, en Servi- cios Técnicos de Agricultura de la Diputación de Barcelona. 1946, con levaduras Priorato.

Este encuadre comparativo nos indica bien a las claras —con todo y la diversidad de temperaturas—, la gran diferencia existente con respecto al tiempo de duración de la fermentación, por el simple hecho de estar o no habituadas las levaduras a las temperaturas a que se conduzca aquélla.

Como en todo experimento es difícil reunir las condiciones que concurren en la realidad, pronto se pasaron la generalidad de las pruebas al campo de la práctica, donde no sólo se ha comprobado su eficacia, sino mejorado los resultados, y rigen actualmente en todo su valor el desarrollo científico de las fermentaciones alcohólicas industriales.

RENDIMIENTOS ALCOHÓLICOS

A continuación vamos a resumir en un cuadro, cuáles son hoy día los rendimientos alcohólicos considerados medios, según condiciones en que se desarrolle la fermentación.

CUADRO IV

Rendimientos de 100 gr. azúcares	Transformación químico-teórica	Transformación con enzimas solas (experiencias de laboratorio)	Fermentaciones industriales con levaduras adaptadas a las temperaturas que se indican y moderada aireación			
			5 a 20°	15 a 25°	20 a 30°	25 a 40°
	(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)	(VI)
Tanto por ciento	100	97 a 92	95	93	91	89
Alcohol en peso . . . gr.	51'11	49'5 a 47	48'55	47'53	46'51	45'48
CO ₂ en peso gr.	48'89	47'4 a 45	46'45	45'47	44'49	43'51
Alcohol en volumen cc.	64'3	62'4 a 59'2	61'1	59'8	58'5	57'7
Azúcar x grado alcohol .	15'5	16 a 16'8	16'3	16'7	17	17'3
Grado alcohol en mosto de 200 gr. azúcar . . .	12'8	12'4 a 11'8	12'2	11'9	11'7	11'5
Grado alcohol en mosto de 250 gr. azúcar . . .	16'0	15'6 a 14'8	15'2	14'9	14'6	14'4

Examinemos este cuadro por su fundamental interés en cada uno de sus apartados y saquemos deducciones:

Columna I.—Si pudiera transformarse rápidamente los azúcares en alcohol bajo el punto de vista químico, tendríamos:



Se aprovecharía todo el azúcar en producir alcohol y gas carbónico y los rendimientos serían los señalados en la columna. Esto en teoría; pero en la realidad, para que haya la transformación, precisamos de la acción de las levaduras y sus productos enzimáticos.

A Pasteur (1857), debemos la demostración de la relación existente entre levaduras y transformación de los azúcares del mosto en alcohol, hasta llegar a considerar la fermentación como resultado del trabajo biológico que acompaña a la vida de la levadura.

Más tarde, E. Buchner (1897), demostró que también podía lograrse la fermentación sin la presencia de las levaduras, pero con el jugo obtenido de las mismas que llamó «zimasa». Buchner, en su Memoria, estableció los hechos siguientes:

1.º El líquido del fermento, privado de células, es capaz de producir la fermentación alcohólica de la glucosa, levulosa, sacarosa y maltosa.

2.º El poder fermentativo de este líquido no es destruido: ni añadiendo cloroformo, benceno o arseniato sódico; ni por filtración atravesando candelas Berkefeld; ni por evaporación a sequedad a 30-35° C.; ni por precipitación con alcohol, éter, acetona, etc.

3.º El poder fermentativo es completamente destruído por calentamiento sobre 35º C.

Hoy día sabemos que este líquido, que seguimos denominando «zimasa», está compuesto por un conjunto de diastasas llamadas enzimas por derivación de la primera conocida (la zimasa, supuesta en aquel entonces sola):

CUADRO V

Algunas enzimas y coenzimas activas durante la fermentación

Enzima	Coenzima	Acción
Oxido-reductasa (mutasa, deshidrasa)	Cozimasa o coenzima I	Interviene en las reacciones de óxido-reducción (deshidrogenan el ácido triosafosfórico a fosfoglicerínico).
Zimohexasa (fosfatasa)	(Magnesio)	Desdoblan el hexosadifosfato a triosafosfato.
Hexokinasa		Convierte las hexosas fermentables en formas más activas.
Metil-glioxalasa	Glutati6n	Convierte el ácido fosfopirúvico en ácido pirúvico y fosfórico.
Enolasa		
Carboxilasa	Cocarboxilasa	Desdoblan el ácido pirúvico en acetaldehido y carbónico.

Columna II.—En la fermentación de los mostos por los compuestos enzimáticos solos, se obtiene alcohol, anhídrido carbónico (ambos en la misma proporción que en la reacción químico-teórica: 1'04/1'—), glicerina (de 3 a 8 gramos, según Buchner y Rap) y ácido acético (Buchner y Meissenheimer), con los rendimientos oscilantes que se señalan de los varios experimentos realizados y circunscritos todavía en el ámbito de los laboratorios.

Seguramente aun habrán de pasar bastantes años antes no se aclare satisfactoriamente el mecanismo interno de la fermentación, al que tanto va contribuyendo el descubrimiento de enzimas, y es de esperar que, una vez conozcamos mejor el papel de éstas en su naturaleza y acción, nos será permitido un completo conocimiento y dominio de la fermentación. (Quizás —como apunta Fabre— se descubran sustancias «catalíticas» capaces de hacer como las enzimas. Alguna coenzima ya ha sido posible sintetizarla). Mientras tanto, debemos procurar sacar el máximo partido de la acción de las levaduras, que bien dirigidas, tan buenos rendimientos pueden darnos.

Columna III.—En el cuadro núm. IV que venimos comentando, se han agrupado los distintos resultados obtenidos con levaduras *ellipsoideus* adaptadas a distintas temperaturas, con una moderada y suficiente aireación, y esquematizado los promedios obtenidos para una mayor claridad.

En la fermentación alcohólica de los mostos por levaduras, se obtiene alcohol, anhídrido carbónico, glicerina, ácido acético, ácido succínico y alcoholes superiores, entre otras substancias en menor proporción. Sólo una parte del azúcar, 0'5 a 2 %, según condiciones, parece es consumido por y para la propia levadura.

Como podemos ver, a bajas temperaturas, entre 5 y 20° C.; se dan los mejores rendimientos alcohólicos y también los vinos más finos, suaves y aromáticos. Comprenden las llamadas «fermentaciones frías» desarrolladas a menos de 10° y las semi-frías que lo hacen a menos de 20°.

Las fermentaciones frías tan extendidas en Suiza y en propagación progresiva en otros lugares (Midi y Pirineos Orientales en Francia, Asti en Italia, California en EE. UU.), requieren instalaciones frigoríficas y levaduras seleccionadas y adaptadas a trabajar en tales temperaturas; en ellas desaparece toda manifestación tumultuosa y se obtiene en resumen los resultados siguientes:

Ventajas

—No hay pérdida de productos sápidos volátiles, aumentando el frescor y frutado de los vinos.

—Es mejor y más redondo el equilibrio organoléptico de los vinos.

—Estabilidad bacteriológica; difícilmente se desarrollan enfermedades.

—Estabilidad química, por importante precipitación de bitartrato.

—Gran rendimiento alcohólico, debido al excelente trabajo y a la disminución de pérdidas de alcohol (por evaporación y arrastre en el desprendimiento del gas carbónico). Llegase a producir 1° de alcohol con sólo 16 gramos de azúcares.

Inconvenientes

—Difícil producción y mantenimiento en disponibilidad industrial, de levaduras habituadas a trabajar a menos de 10°, para necesidades en gran escala.

—Delicadas manipulaciones de verificación y trato, en remontajes y trasiegos (para separar heces) necesarios en el curso de la fermentación.

—Escasa floculación de sustancias coloidales orgánicas, con posibles riesgos de enturbiamientos posteriores.

—Instalación industrial costosa.

—Larga duración de la fermentación (ver Cuadro III), con propensión a prolongarse al menor descuido.

Las fermentaciones que se hacen a menos de 20° , espontáneamente en zonas frías (Champagne, Alsacia, Anjou, etc., en Francia, y en casi todo Suiza), ya mediante refrigerantes en las zonas cálidas, presentan menos dificultades; pero siguen precisando levaduras seleccionadas y adaptadas (algo más fáciles de lograr). Las fermentaciones son lentísimas y duran para mostos de 180 a 200 gr. azúcar, de 30 a 40 días, y con 250 a 270 gr., de 45 a 60 días y a veces más (esto las hace impropias para vinos de alta graduación destinados a pasto). Precisan muy buena vigilancia y dirección. Se obtienen vinos de un rendimiento alcohólico de más del 60 % en volumen (con sólo 16.3 gr. azúcar por grado alcohol) y de unas condiciones organolépticas incomparables.

Las fermentaciones entre 5 y 20° C. (sean frías o semi-frías), dan el máximo de calidad y rendimiento.

Columna IV.—Entre 15 y 25° C., son los límites en que se desarrolla de natural la fermentación en las zonas frías y mostos pobres en azúcares. Y son al propio tiempo, fácilmente alcanzables —por acondicionamiento o refrigeración— en las zonas cálidas y mostos ricos.

El rendimiento alcohólico es bueno, y asimismo la calidad, por el aterciopelado paladar y frutado olfato de los vinos.

Columna V.—Entre 20 y 30° C., siguen obteniéndose buenos productos, aunque disminuye sensiblemente el rendimiento alcohólico. Sus resultados, pueden considerarse aceptables para zonas cálidas y mostos muy ricos en azúcares.

Columna VI.—Las temperaturas de 25 a 40° C., son las más frecuentes en el área mediterránea; producen las más rápidas fermentaciones; pero los rendimientos alcohólicos deben considerarse bajos, y

la calidad de los vinos, si no mala, no es ni sombra de lo que podría ser.

Conviene hagamos resaltar que las bajas temperaturas de fermentación en las zonas cálidas, no se alcanzan sin esfuerzo económico, si bien éste, es con creces recompensado: Un mosto de 200 gr. azúcares, fermentando a relativamente baja temperatura, puede darnos un vino fino de 12'2° alcohol; y haciéndolo a altas temperaturas, uno basto, de sólo 11'5° alcohol. Dichos grados y calidades hablan bien claro por sí solos.

Por qué se eleva la temperatura

SITUACIÓN

En la fermentación se desprende calor. Es un proceso exotérmico, producido como sabemos por endozimas que actúan liberando gran cantidad de energía calórica. Este desprendimiento térmico es, según Berthelot en su «Termoquímica» y Dugast, de acuerdo con la reacción químico-teórica de la transformación de la glucosa en alcohol y anhídrido carbónico, de 33 calorías por cada molécula-gramo de glucosa (180 gr.).

Pero Bouffard, en determinación directa sobre mosto conteniendo 180 gr. de glucosa por litro, obtuvo solamente de 23 a 24 calorías, y

esta sigue siendo, aunque con reservas, la cifra aceptada.

Estas calorías vienen a sumarse a la temperatura propia e inicial del mosto, y hacen elevarla hasta extremos que pueden ser impropios para la fermentación, de no haber pérdidas en el espacio y reparto en el tiempo. Suponiendo pudieran manifestarse todas de golpe, se alcanzarían temperaturas tales, que imposibilitarían toda fermentación. Así en nuestro país, la temperatura media diurna en la época de vendimiar es de unos 25° C. (ésta será por tanto, la temperatura del fruto), y los contenidos glucométricos, de 180



Fig. 7

D. Cristóbal Mestre Artigas, eminente enólogo, propulsor en nuestro país de los estudios térmicos de la fermentación

a 280 gr., es decir, con un desarrollo energético de 23 y 35 calorías; respectivamente que, sumadas a las 25 del fruto, hacen 48 y 60° C., imposibles para la fermentación alcohólica, y sin embargo, ésta se realiza al no alcanzarse las citadas temperaturas por pérdidas de calor a través de las paredes del recipiente que contiene al mosto, y por otra parte, al invertirse en la transformación y desarrollo energético, no un «momento», sino varios días.

En la situación térmica de la fermentación, intervienen los factores siguientes:

- A) Cantidad en azúcares del mosto.
- B) Naturaleza y espesor de la pared del recipiente.
- C) Calentamiento del gas carbónico desprendido.
- D) Tamaño del recipiente.
- E) Temperatura exterior y del fruto al entrar en la bodega.
- F) Velocidad de fermentación.

Todos estos elementos intervienen a la vez y, por tanto, son interdependientes. Esta mutua interferencia, obliga, al querer estudiar uno sólo de los factores, a considerar los demás como iguales o constantes. Y así lo hacemos al examinar seguidamente con detalle cada uno de ellos.

A) CANTIDAD EN AZÚCARES DEL MOSTO

A continuación damos un cuadro de relación entre calorías y cantidad de azúcares, confeccionado proporcionalmente sobre los resultados experimentales de Bouffard, tiempo ha admitidos, y más bien cortos con respecto a posteriores valoraciones.

CUADRO VI

Calorías a producir por litro de mosto, según su riqueza en azúcares

Mosto de 180	gramos	azúcares,	producirá	unas	23	calorías
»	»	200	»	»	»	25
»	»	220	»	»	»	27
»	»	240	»	»	»	30
»	»	260	»	»	»	32
»	»	280	»	»	»	35

O sea: A mayor contenido de azúcares, mayor desarrollo calórico.

B) NATURALEZA Y ESPESOR DE LA PARED DEL RECIPIENTE

El calor se pierde por los medios usuales de propagación: radiación, convección y conducción.

La convección y radiación simultáneas pueden determinarse por la fórmula:

$$P = (r - f) S (T - t) z$$

donde:

P es el número de calorías emitidas por el cuerpo;

r es el coeficiente de radiación;

f es el coeficiente de convección;

S es la superficie del recipiente (en metros cuadrados);

T es la temperatura del mosto.

t es la temperatura del ambiente.

z es el tiempo (generalmente, unidad hora).

Algunos valores de r

Cobre rojo	0'16
Hierro fundición	3'17
Piedra, yeso, madera	3'60
Vidrio	2'91

Valores de f. (según Ser)

Para cuerpo en recinto cerrado	4
Para cuerpo al aire libre	5

Como los valores de r. y f. son casi iguales para los materiales empleados en los recipientes vínicos (piedra, cemento, madera), adquieren categoría de valor determinante, la superficie S, y las diferencias T — t que después estudiaremos.

La conducción puede determinarse por las fórmulas:

$$P = MS (T - t) z \quad [I]$$

y

$$P = S c \frac{T - t}{e} z \quad [II]$$

donde:

P es el número de calorías propagadas.

M es un coeficiente según naturaleza del material y grosor.

S es la superficie del recipiente.

T es la temperatura interna o del mosto.

t es la temperatura externa.

z es el tiempo.

Valores de M

Lagar muro de piedra (0'40 metros)	2'2
Lagar de ladrillo (0'15 metros)	2'4
Lagar hormigón armado (0'10 metros)	2'0
Tina de ladrillo (0'25 metros).	1'7

<p>c es el coeficiente según naturaleza del material solo.</p> <p>e es el grosor o espesor de la pared del recipiente.</p>	<table border="0"> <tr> <td>Tina de hormigón armado (0'10 metros)</td> <td style="text-align: right;">3'5</td> </tr> <tr> <td>Tina de hormigón armado (0'15 metros)</td> <td style="text-align: right;">3'0</td> </tr> <tr> <td>Tina de hormigón armado (0'20 metros)</td> <td style="text-align: right;">2'7</td> </tr> <tr> <td>Tina de madera (0'06 metros)</td> <td style="text-align: right;">1'8</td> </tr> <tr> <td>Bocoy de madera (0'04 metros)</td> <td style="text-align: right;">2'2</td> </tr> <tr> <td>Barrica de madera (0'02 metros)</td> <td style="text-align: right;">3'0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; padding-top: 10px;"><i>Valores de c</i></td> </tr> <tr> <td>Depósito hierro</td> <td style="text-align: right;">40'0</td> </tr> <tr> <td>Depósito cobre</td> <td style="text-align: right;">330'0</td> </tr> <tr> <td>Depósito ladrillo</td> <td style="text-align: right;">0'4</td> </tr> <tr> <td>Depósito madera</td> <td style="text-align: right;">0'3</td> </tr> </table>	Tina de hormigón armado (0'10 metros)	3'5	Tina de hormigón armado (0'15 metros)	3'0	Tina de hormigón armado (0'20 metros)	2'7	Tina de madera (0'06 metros)	1'8	Bocoy de madera (0'04 metros)	2'2	Barrica de madera (0'02 metros)	3'0	<i>Valores de c</i>		Depósito hierro	40'0	Depósito cobre	330'0	Depósito ladrillo	0'4	Depósito madera	0'3
Tina de hormigón armado (0'10 metros)	3'5																						
Tina de hormigón armado (0'15 metros)	3'0																						
Tina de hormigón armado (0'20 metros)	2'7																						
Tina de madera (0'06 metros)	1'8																						
Bocoy de madera (0'04 metros)	2'2																						
Barrica de madera (0'02 metros)	3'0																						
<i>Valores de c</i>																							
Depósito hierro	40'0																						
Depósito cobre	330'0																						
Depósito ladrillo	0'4																						
Depósito madera	0'3																						

Del examen de los valores M. y c., coeficientes de la naturaleza de los materiales empleados, según fórmula usada, puede deducirse su poca diferencia (salvo el caso de considerarse los metales como posible material para la construcción de recipientes vínicos); y en consecuencia, también siguen radicando dichas fórmulas —de la pérdida de calor por conducción— en la cantidad de superficie y diferencia de temperaturas, como elementos determinantes. Es decir, no influye la naturaleza de los materiales hoy día empleados, pero sí influiría de usarse metales. Ver las veces que son más conductores del calor unos cuerpos que otros, considerando la madera como unidad:

Madera	1'—
Ladrillo	1'3
Hormigón armado	1'7
Hierro	133'—
Cobre	1100'—

Ello nos dice que si no fueran prohibitivos los precios de estos metales, sería conveniente su empleo en recipientes de fermentación para zonas cálidas, y más actualmente, que disponemos de medios para protegerlos del ataque de los ácidos. Pero las condiciones económicas

mandan, y además, como después veremos, pueden lograrse parecidos resultados con menos dispendio, aunque con más preocupaciones y cuidados.

C) CALENTAMIENTO DEL GAS CARBÓNICO DESPRENDIDO

En el problema que estudiamos, los recipientes con fermentación tienen pérdidas de calor por calentamiento del gas carbónico que se va desprendiendo. Estas pérdidas han sido estudiadas y calculadas por don Cristóbal Mestre (Fig. 7), quien las considera «insignificantes en relación al calor total producido» (unas 40 calorías solamente por Hl. de mosto que produzca unas 2.700 calorías).

Si la pérdida de calor por desprendimiento del gas carbónico es insignificante, también es mínima, pero importante por su relativo valor, la del alcohol arrastrado por aquél. Dichas pérdidas de alcohol representan entre extracción por el gas y simple evaporación (en partes casi iguales), los valores siguientes:

	En zona fría	En zona cálida
Con recipientes cerrados	0'3 a 0'6 %	0'8 a 1'— %
Con recipientes abiertos	1'— %	2'— %

lo que para nuestro país y zona que venimos comentando, de vinos promediando los 13° alcohol, representa más de una décima (0'13°) por litro, que por Hl. ya son 13° ó 130 c. c. de alcohol puro; y en 100 Hl. de vino, alcanza la pérdida a 13 litros de alcohol, y así en proporción. Por eso, se ha intentado recuperarlo, mediante instalaciones de refrigeración del gas y condensación del alcohol (sistemas: Jullien-Voisin y Bañolas) en muchas grandes bodegas de Francia, aunque con resultados menos satisfactorios de los esperados. Todo parece indicar es mejor solución, impedir la causa del desprendimiento con fermentaciones a relativamente bajas temperaturas que intentar enmendar —recuperando— el efecto de las fermentaciones tumultuosas.

Nosotros citamos esta pérdida, para señalar un factor más a tener en cuenta en el examen del rendimiento alcohólico de los mostos, cuando éstos fermentan a elevadas temperaturas, en forma tumultuosa, con gran desprendimiento de gas carbónico y arrastre y evaporación de alcohol y substancias volátiles odorantes.

D) TAMAÑO DEL RECIPIENTE

Las pérdidas de calor en orden al tamaño de los recipientes se manifiestan por afectar a las relaciones de superficie y volumen. Como se deduce de las fórmulas de propagación del calor, las pérdidas del mismo son proporcionales a la superficie. Ahora bien, respecto a los tamaños, mientras los volúmenes siguen una relación de crecimiento proporcional al cubo de sus dimensiones, las superficies aumentan sólo proporcionalmente a su cuadrado. Es decir: al aumentar el tamaño de envases e incrementarse las dimensiones de los recipientes, es mayor el crecimiento de los volúmenes que de las superficies; e inversamente, al disminuir el tamaño, es menor la disminución de superficie a la de volumen. Así:

Valores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Superficie	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100
Volúmenes	1	8	27	64	125	216	343	512	729	1000

Ejemplo:	Recipiente de 9000 L. capacidad	Recipiente de 18000 L. capacidad	Recipiente de 36000 L. capacidad	Recipiente de 72000 L. capacidad
Superficie	30 m ²	42 m ²	66 m ²	108 m ²
Volumen	9 m ³	18 m ³	36 m ³	72 m ³

Esto nos indica que las pérdidas de calor son mayores cuando más pequeño es el envase y relativamente menores cuando más grande sea. De acuerdo con la velocidad de fermentación, cuyo promedio en nuestro país es de:

un 60 %	del azúcar es desarrollado en los 5 primeros días de fermentación
» 30 %	» » » » » 5 días siguientes
» 10 %	» » » » » 10 » restantes
100 %	del azúcar es desarrollado en los 20 días de fermentación

resulta que, en los primeros días de fermentación se produce más calor del que es posible perder, y por tanto, se acumula y aumenta la temperatura del líquido.

Veamos un ejemplo: Fermentación de un mosto de 200 gr. azúcar en un recipiente de hormigón armado de 0'20 m. de espesor pared. 18.000 litros capacidad, 42 m² superficie, con una supuesta temperatura exterior constante de 20° C. y una velocidad de fermentación adaptada al promedio señalado como normal en nuestro país. (Cuadro VII.)

CUADRO VII

Días fermentación	Temperatura exterior	Azúcar desdoblado por litro	Calorías desarrolladas por:		Pérdida calorías por recipiente y día	Acumulación y desacumulación de calorías por:		Temperatura interior (inicial 20°)
			litro	recipiente de 18.000 L.		recipiente	día	
1	20	120 gr. a	15'3 a un	275.400 a un	2721	+ 52359	+ 2'90	22'9
2	»	un promedio	promedio	promedio	7892	+ 47188	+ 2'62	25'5
3	»	medio diario	diario de	diario de	14968	+ 40112	+ 2'22	27'7
4	»	diario de 24gr.	7'06	55.080	20966	+ 34114	+ 1'89	29'6
5	»	60 gr. a	7'65 a un	137.700 a un	26127	+ 28953	+ 1'60	31'2
6	»	un promedio	promedio	promedio	30482	- 2942	- 0'16	31'0
7	»	diario de 12gr.	diario de	diario de	29937	- 2397	- 0'16	30'9
8	»	20 gr. a	2'5 a un	45.000 a un	29665	- 2125	- 0'11	30'8
9	»	un promedio	promedio	promedio	29393	- 1853	- 0'10	30'7
10	»	diario de 2 gr.	0'25	4.500	29121	- 1581	- 0'08	30'6
11	»				28848	- 24348	- 1'35	29'2
12	»				25038	- 20538	- 1'14	28'1
13	»				22044	- 17544	- 0'97	27'1
14	»				19323	- 14823	- 0'82	26'3
15	»				17146	- 12646	- 0'70	25'6
16	»				15240	- 10740	- 0'59	25'0
17	»				13608	- 9108	- 0'50	24'5
18	»				12247	- 7747	- 0'43	24'0
19	»				10886	- 6386	- 0'35	23'7
20	»				10069	- 5569	- 0'30	23'4

Este cuadro está desarrollado aplicando la fórmula [I] de propagación del calor por conducción y con el mismo sistema los subsiguientes. Como puede verse y con paralelismo a la realidad, la temperatura aumenta muy rápidamente al principio y al cambiar y disminuir lo hace con suma lentitud.

Veamos ahora (Cuadro VIII), cómo se comporta la producción y pérdida de calor, según sea el tamaño de los recipientes y la riqueza en azúcares del mosto.

Es decir, en las condiciones admitidas, un mosto de 200 gr., puede alcanzar temperaturas de 29'9, 31'2, 32'4 y 33'8 por el sólo hecho de fermentar en conjuntos de 9.000, 18.000, 36.000 y 72.000 litros capacidad, y un mosto de 280 gr. azúcar, las de 33'3, 35'7, 37'4 y 39'5 por las mismas causas.

En la realidad, las cosas no suceden como en el supuesto admitido, sino que son mucho más complicadas; entre otras causas, por no ser la temperatura exterior aceptada (media del mes de septiembre), constante, ni mucho menos, por muy promedio que sea y la velocidad de fermentación, tan regular como las señaladas. Con todo, nos dan una idea clara de los efectos calóricos operantes, que en igualdad de condiciones, son producidos por la sola diferencia de

capacidad del recipiente de fermentación. Y, de ahí, la consecuencia principal: cuando menor es el tamaño del recipiente de fermentación, menor es la acumulación calórica. Además, los recipientes de menor tamaño, permiten paredes más delgadas, con la ventaja de mayores coeficientes de propagación del calor. (No parece por tanto conveniente sobrepasar los 18.000 litros capacidad, siempre que puedan almacenarse en recipientes de hormigón armado de 0'10 m. espesor pared, ver Cuadro XII.)

CUADRO VIII

Supuestos constantes				Temperaturas internas, siendo la inicial de 20°.							
Días de fermentación	Temperatura exterior	Pared hormigón armado	Azúcar desdoblado por litro	Recipiente de 9.000 l. capacidad 30 m² superficie		Recipiente de 18.000 l. capacidad 42 m² superficie		Recipiente de 36.000 l. capacidad 66 m² superficie		Recipiente de 72.000 l. capacidad 108 m² superficie	
				Azúcar en el mosto		Azúcar en el mosto		Azúcar en el mosto		Azúcar en el mosto	
				200 gr.	280 gr.	200 gr.	280 gr.	200 gr.	280 gr.	200 gr.	280 gr.
1	20° C.	0'20 m.	A un promedio diario del 12 ^o / ₁₀	22'8	24'0	22'9	24'1	22'9	24'1	22'9	24'2
2	»	»		25'3	27'5	25'5	27'8	25'5	27'9	25'7	28'0
3	»	»		27'2	29'1	27'7	30'9	27'9	31'3	28'2	31'5
4	»	»		28'7	31'5	29'6	33'5	30'1	34'2	30'5	35'0
5	»	»		29'9	33'3	31'2	35'7	31'9	36'8	32'5	37'8
6	»	»	A un promedio diario del 6 ^o / ₁₀	29'3	32'6	31'0	35'5	32'0	37'0	32'8	38'2
7	»	»		28'8	32'1	30'9	35'3	32'1	37'1	33'1	38'5
8	»	»		28'4	31'6	30'8	35'1	32'2	37'2	33'4	38'9
9	»	»		28'1	31'2	30'7	35'0	32'3	37'3	33'6	39'2
10	»	»		27'9	30'9	30'6	34'9	32'4	37'4	33'8	39'5
11	»	»	A un promedio diario del 1 ^o / ₁₀	26'5	29'3	29'2	33'3	31'2	36'0	32'7	38'3
12	»	»		25'3	28'0	28'1	32'0	30'1	34'8	31'7	37'2
13	»	»		24'4	27'0	27'1	30'9	29'1	33'8	30'8	36'2
14	»	»		23'7	26'2	26'3	30'0	28'3	32'9	30'0	35'4
15	»	»		23'2	25'5	25'6	29'2	27'6	32'0	29'3	34'6
16	»	»	22'7	25'0	25'0	28'5	26'9	31'3	28'6	33'9	
17	»	»	22'4	24'6	24'5	27'9	26'3	30'7	28'0	33'3	
18	»	»	22'1	24'3	24'0	27'4	25'8	30'1	27'5	32'7	
19	»	»	21'9	24'1	23'7	27'0	25'4	29'6	27'0	32'1	
20	»	»	21'7	23'9	23'4	26'6	25'0	29'2	26'6	31'6	

E) TEMPERATURA EXTERIOR Y DEL FRUTO AL ENTRAR EN LA BODEGA

La comunicación o transferencia del calor se establece cuando hay una diferencia térmica entre los cuerpos, y es mayor y más rápida cuando más grande es ésta. Por tanto, cuando menores sean las temperaturas exteriores, más contribuirán a extender el calor del envase de fermentación, dificultando su acumulación. Y, contrariamente, si la diferencia es pequeña y la temperatura exterior elevada, dificultarán la pérdida de calor del recipiente. Ello obliga, al efectuar los cálculos previos del montaje de una Bodega, a tener un conocimiento

de la temperatura local o del lugar y zona. En nuestro país, en general, la media termométrica oscila fuertemente en los meses de vinificar: septiembre 20-22° C., octubre 14-16°, noviembre 10-12°; por lo que, deberán extremarse los cuidados —bajo el punto de vista térmico— en las fermentaciones que tengan lugar en septiembre y primeros de octubre.

CUADRO IX

Días de fermentación	Temperatura exterior	Azúcares desdoblados por litro	Temperaturas interiores de fermentación		
			iniciando a 20° C.	iniciando a 25° C.	
1	20° C.	A un promedio de 24 gr. diarios	22'9	27'3	
2	»		25'5	29'2	
3	»		27'7	30'4	
4	»		29'6	32'3	
5	»		31'2	33'5	
6	»		31'0	33'0	
7	»		A un promedio de 12 gr. diarios	30'9	32'5
8	»			30'8	32'1
9	»				
10	»				

La temperatura inicial del mosto, suele ser ligeramente superior a la media del mes. Y difiere, según sea recolectada con buen o mal tiempo, con sol o nublado y en la hora de hacerlo: amanecer, mediodía o atardecer.

En general y sólo como orientación, diremos que en nuestro país, la uva y el mosto si se ha obtenido rápidamente, están unos 3 a 5° más elevados que la temperatura media del mes. Nosotros, en nuestros cálculos, la hemos igualado a la exterior, pero de tenerse en cuenta, es un contribuyente más a la existencia de altas temperaturas. Veamos sino, el desarrollo de una fermentación normal de un mosto de 200 gr. azúcares, suponiendo constantes los demás factores y diferente la temperatura inicial del mosto, en recipiente de hormigón armado de 18.000 litros capacidad, 0'20 m. espesor pared y 42 m² de superficie. (Cuadro IX.).

Como puede verse, iniciando en nuestro ejemplo la fermentación a 20°, la mayor temperatura de fermentación es de 31'2, e iniciándola a 25°, es de 33'5.

F) VELOCIDAD DE FERMENTACIÓN

La mayor o menor rapidez de fermentación y en consecuencia del tiempo que dura el desdoble del azúcar, influyen marcadamente

sobre la temperatura de fermentación. Nos bastará para verlo, comparar un mismo mosto en idénticas condiciones y a distintas velocidades de fermentación. (Cuadro X.)

CUADRO X

Días de fermentación	Temperatura exterior	Mosto de 200 gr. azúcar en recipiente de hormigón armado de 18.000 litros capacidad, 42 m ² superficie. 0'20 espesor pared					
		Azúcar desdoblado por litro	Temperatura interior de fermentación (inicial 20°)	Azúcar desdoblado por litro	Temperatura interior de fermentación (inicial 20°)	Azúcar desdoblado por litro	Temperatura interior de fermentación (inicial 20°)
1	20°	A un promedio diario del 20 %	24'9	A un promedio diario del 12 %	22'9	A un promedio diario del 6 %	21'3
2	»		29'3		25'5		22'6
3	»		33'0		27'7		23'8
4	»		33'6		29'6		24'7
5	»		34'1		31'2		25'5
6	»		34'5		31'0		26'2
7	»		32'9		30'9		26'8
8	»		31'6		30'8		27'3
9	»		30'5		30'7		27'8
10	»		29'5		30'6		28'1
11	»		29'2	27'7			
12	»		28'1	27'3			
13	»		27'1	26'9			
14	»		26'3	26'7			
15	»		25'6	26'4			
16	»		25'0	26'2			
17	»		24'5	26'0			
18	»		24'0	25'9			
19	»		23'7	25'8			
20	»		23'4	25'7			
21	»			25'0			
22	»			24'5			
23	»			24'1			
24	»			23'8			
25	»			23'4			
26	»			23'2			
27	»			23'0			
28	»			22'8			
29	»			22'6			
30	»			22'5			

Del examen de este cuadro puede deducirse que, a mayor rapidez de fermentación, más elevada temperatura se alcanza. Así vemos, en el caso del ejemplo, que en una fermentación rápida, de 10 días, se alcanzan 34'5° C. de temperatura; en una normal, de 20 días, 31'2°; y en una lenta (para el azúcar que contiene), de 30 días, 28'1°; siendo estas diferencias únicamente por el solo hecho de ir más o menos aprisa la velocidad de fermentación.

Cómo lograr bajas temperaturas en la fermentación

CONDICIONES DE CONSTRUCCIÓN Y AMBIENTE FAVORABLES

Dos caminos principales y uno complementario se nos ofrecen al querer lograr bajas temperaturas de fermentación. Es camino principal, la vía señalada por las condiciones de los factores de fermentación que contribuyen a disminuir o a no acumular las temperaturas. (Ver Cuadro XI.) Es camino principal también, la pista física de la refrigeración, mediante dispositivos o aparatos apropiados. Y es camino complementario, la senda química del atinado empleo del anhídrido sulfuroso.

A continuación, damos, bajo forma de cuadro, los factores de fermentación que tienden a disminuir o aumentar la temperatura de la fermentación.

CUADRO XI

FACTORES	Efectos sobre la temperatura de fermentación	
	Contribuyen a aumentarla o mantenerla elevada	Contribuyen a disminuirla o a que no sea elevada
Levaduras	las salvajes y las no adaptadas	las seleccionadas y las adaptadas
Azúcares	abundancia	escasez
Naturaleza del recipiente	madera, piedra, hormigón	metales
Espesor de las paredes	grueso	delgado
Superficie del recipiente	la menor posible	la mayor posible
Temperatura exterior	alta	baja
Temperatura inicial del fruto y mosto	alta	baja
Velocidad de fermentación	rápida	lenta

Consultando el cuadro precedente, se comprueba que las condiciones naturales más favorables a la obtención de una baja temperatura de fermentación son: el trabajar con levaduras seleccionadas y adaptadas al medio térmico, en recipientes de tamaño reducido o pequeño, con paredes metálicas o en su defecto de hormigón armado.

lo más delgadas posibles, constituyendo de preferencia unidades independientes, en forma rectangular u ofreciendo la máxima superficie de contacto a temperatura baja o rebajada respecto a la intemperie, por construcción de la fábrica con elevado techo; y —con marcada importancia—, una lenta velocidad de fermentación.

Con este conjunto de factores favorables se pueden lograr temperaturas de fermentación ligeramente superiores a la temperatura media de la estación y lugar. Un ejemplo nos permitirá hacernos idea de sus posibilidades; así, para un mismo mosto y temperatura exterior, conjugemos en un lado las condiciones naturales favorables y en el otro las adversas. (Cuadro XII.)

CUADRO XII

Mosto de 240 gr. azúcares y temperatura exterior constante de 20°

En recipiente de hormigón armado de 0'10 m. pared (coef. 3'5) de 9.000 litros y 30 m ² superficie			En recipiente de hormigón armado de 0'20 m. pared (coef. 2'7) de 36.000 litros y 66 m ² superficie		
Días de fermentación	Velocidad o azúcar desdoblado por litro	Temperatura interior (inicial 20°)	Días de fermentación	Velocidad o azúcar desdoblado por litro	Temperatura interior (inicial 20°)
1		22'0	1		24'4
2		23'7	2	A un promedio diario de 36 gr.	28'5
3		25'0	3		32'1
4	A un promedio diario de 18 gr.	25'9	4		35'3
5		26'5	5		35'7
6		27'0	6	A un promedio diario de 18 gr.	36'2
7		27'3	7		36'6
8		27'6	8		36'9
9		26'6	9		35'3
10		25'9	10		33'8
11	A un promedio diario de 9 gr.	25'4	11		32'6
12		25'1	12	A un promedio diario de 3 gr.	31'5
13		24'8	13		30'5
14		24'6	14		29'6
15		24'5	15		28'8
16		24'3	16		28'2
17		23'5			
18		22'9			
19		22'5			
20	A un promedio diario de 3 gr.	22'2			
21		22'0			
22		21'8			
23		21'6			
24		21'5			

Como puede verse, fácilmente hay una diferencia de temperatura apreciable, que en el ejemplo escogido es de 9'3° (de 36'9 a 27'6), sin extremar las condiciones en ambos lados.

Estos resultados favorables, no son difíciles de alcanzar si se monta una bodega racional, con las condiciones requeridas para zonas cálidas. Cuando no se cuenta con construcciones adecuadas, cuando el gran volumen de movimiento y transformación hace imposible los pequeños recipientes, o cuando se quiera ayudar a mejorar las circunstancias existentes, podemos y debemos echar mano de las manipulaciones físicas y químicas disponibles: la refrigeración y el anhídrido sulfuroso.

REFRIGERACIÓN

La refrigeración resulta un método directo para sustraer calor y hacer descender la temperatura del mosto en fermentación.

Puede hacerse mediante aire, agua y hielo, refrigerantes a agua sola, e instalaciones frigoríficas.

a) *Aire*.—La refrigeración mediante aire (remontaje del mosto con contacto de aire), la citamos para combatirla, pues resulta un arma de dos filos que, al tiempo de rebajar muy ligeramente la temperatura, enriquece de oxígeno al mosto y activa la vida celular, la segregación enzimática, el desdoblamiento de azúcar y la producción de más calor —todo ello en cadena—, volviéndose a restablecer el círculo, a veces, con mayores temperaturas de la que se pretendió rebajar. Eso, sin tener en cuenta la pérdida de alcohol, que supone una larga estancia o permanencia del mosto caliente en contacto con el aire.

Tan sólo en casos extremos, cuando peligre la marcha de la fermentación por demasiada temperatura y no se disponga de otro medio a mano (como son por ejemplo: el empleo de soluciones sulfurosas o el trasiego a otro recipiente), puede intentarse en las horas en que el aire del exterior es más frío —noche y madrugada—, efectuar un remontaje con moderada aireación.

La refrigeración por aire es, pues, poco efectiva y peligrosa.

b) *Agua y hielo*.—La refrigeración mediante hielo aplicado al agua, es adecuada para lograr relativamente bajas temperaturas de fermentación en bodegas de pequeña importancia (de 500 a 2.000 Hl.), con pocas disponibilidades de agua.

Como indica la figura 8, en la tina de refrigeración se sitúa un serpentín de cobre interiormente estañado, enlazado mediante manga y bomba con la tina de fermentación. En la tina de refrigeración se

coloca agua y hielo hasta cerca del nivel del sobrador; el mosto caliente entra por la parte inferior impulsado por la bomba y sale por la superior refrigerado, hacia la tina de fermentación, prosiguiendo el círculo hasta rebajar la temperatura del mosto siempre en forma moderada.

Este método, tiene la ventaja de su reducido coste de instalación (del tubo de cobre estañado solamente, pues lo demás, bomba, man-

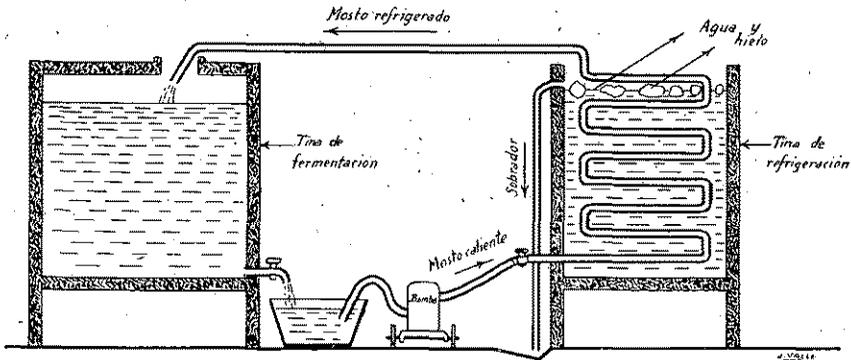


Fig. 8.—Esquema de una instalación de refrigeración de mosto por hielo y agua (según Negre y Francot)

gas y tina, son las usuales de bodegas), y de ser ligeramente oneroso su funcionamiento (abundantes barras de hielo en los escasos días de fermentación con temperaturas elevadas). Respecto al posible inconveniente del aprovisionamiento de hielo, podemos decir que, pocos son los pueblos en que hoy día no dispongan de dicha materia, ya de producción o en suministro diario.

c) *Refrigerantes a agua sola.*—El enfriamiento por refrigerante al agua sola, es corrientemente empleado en las zonas cálidas de Italia, Argelia y Túnez con los mostos ricos en azúcares, y en Francia, Argentina y Chile con mostos de no mucha graduación. En nuestro país, hay razones más que sobradas para emplearlo en el Nordeste, Levante y Centro, pero sin que hasta la fecha se haya extendido su uso.

El aparato llamado «refrigerante» a agua sola, dentro sus muchas construcciones, puede reducirse a dos tipos: tubulares y ondulados.

Los tubulares son constituídos por un tubo de cobre estañado (de 40 mm. diámetro, de 1 mm. espesor y 30 metros o más de largo), replegado varias veces sobre un bastidor de hierro y con codos desmon-

tables para su fácil limpieza. Por el interior del tubo circula el mosto de abajo a arriba, y por el exterior, el agua, lo más fría posible, de arriba a abajo (Fig. 9).

Los acanalados están constituidos por dos placas onduladas de cobre estañado entre las cuales circula el agua fría y por el exterior de las mismas, en forma de fina película, el mosto caliente, encerrado por unos bastidores para evitar elevadas pérdidas por evaporación (Fig. 10).

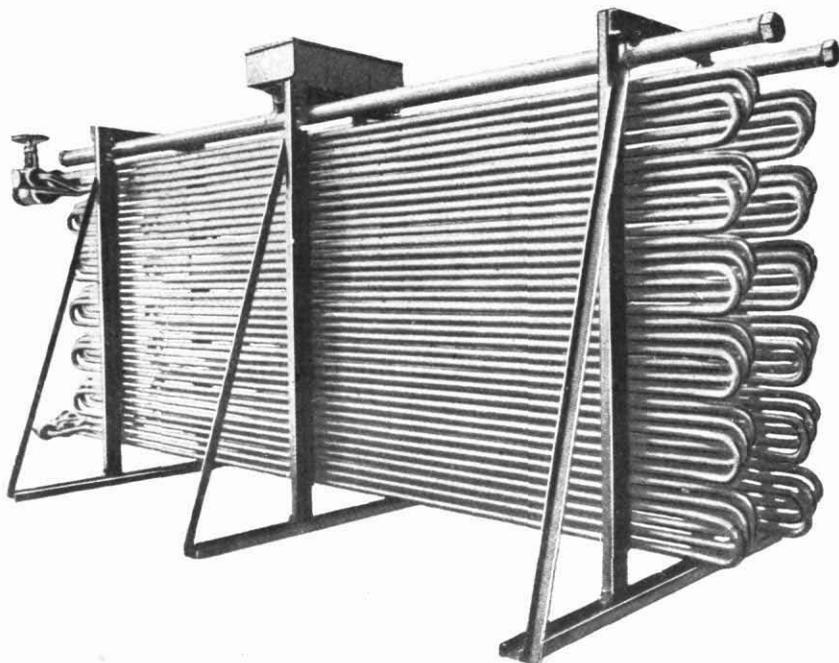


Fig. 9.—Refrigerante tubular

Ambos aparatos bien construidos, permiten un enfriamiento en un solo paso de alrededor de 5° C. más o menos, según temperaturas del mosto y del agua.

No debe esperarse para usarlos, que las temperaturas de fermentación alcancen sus más altos límites (como en el principio de su empleo solía hacerse), sino, hacerlos funcionar en los primeros días de fermentación, evitando las rápidas velocidades de la misma, que precisamente en estos momentos, es cuando se manifiesta más peligrosamente acelerada; precaviendo así, desde un principio, la acumulación calórica y todo lo que ella representa.

Hasta hace poco, su empleo presentaba un serio obstáculo, al requerir gran cantidad de agua en su funcionamiento (casi tanta como mosto a refrigerar, si no se recobrará), hoy día fácilmente solucionado, con la recuperación y refrigeración especial del agua por aparatos evaporadores o auto-refrigerantes, en los casos que esta escasee.

Este método nos permitirá lograr temperaturas de fermentación ligeramente superiores a la temperatura del agua en la estación y lugar.

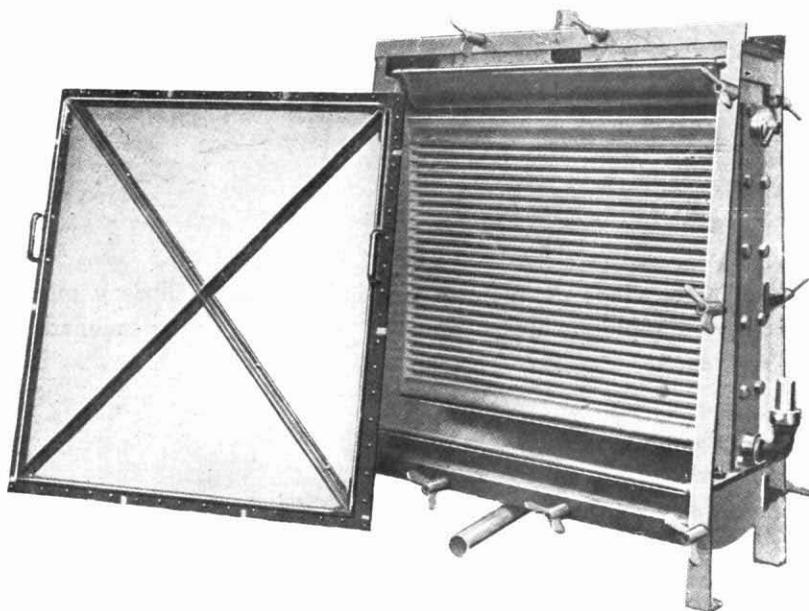


Fig. 10.—Refrigerante acanalado

d) *Instalaciones frigoríficas.*—Las instalaciones frigoríficas, disponen de aparatos productores de frío, y con ellas se puede refrigerar los mostos a la temperatura que se desee. Hoy día, se construyen instalaciones muy perfeccionadas por distintas casas nacionales y extranjeras.

Dichas instalaciones con ligera modificación y acoplamiento de un depósito isotérmico, pueden servir para el tratamiento de vinos, facilitando su rápida clarificación y estabilización, permitiendo una inmediata venta o asegurando su conservación, y también, si se quiere, dar un tratamiento que acelere su equilibrio físico-químico y su en-

vejecimiento y crianza, lo que aumenta grandemente su interés y utilidad, por sus múltiples posibilidades (Figs. 11, 12 y 13).

El único inconveniente de los refrigerantes, ya sean de agua sola o de frío artificial — sobretodo — es su relativamente elevado costo, relativamente sólo, pues es tanta la economía y ventaja que repre-

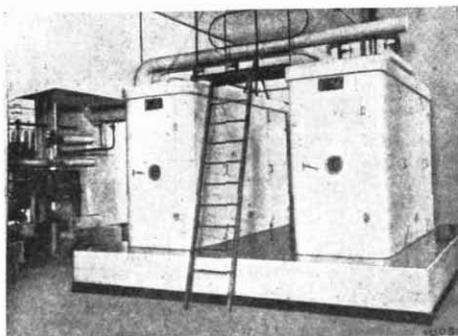


Fig. 11.—Bodega con instalación frigorífica

senta el tener vinos de mejores rendimientos alcohólicos y más fina calidad, que rápidamente se amortiza el precio de su razonada instalación.

ANHÍDRIDO SULFUROSO

El empleo del anhídrido sulfuroso es el método indirecto más eficaz para moderar la actividad de las levaduras y sus efectos térmicos sobre el mosto. Dicho efecto es de dos clases; como antiséptico directo de las levaduras y como reductor del substrato mosto.

Como antiséptico directo, es tóxico para la levadura a la que amortigua, inhibe o mata, según dosis y estado de la misma. Como reductor que es, y más potente en este aspecto que la propia levadura, capta casi todo el oxígeno del medio alimenticio y reduce o paraliza la actividad de aquéllas (marcadamente en los finales de fermentación). Veamos, pues, cómo funciona el mecanismo de la fermentación, cuando se emplea el anhídrido sulfuroso como elemento moderador de la misma. Como la acción fermentativa del conjunto de enzimas es por unidad y tiempo siempre la misma, resulta que, al retardar la velocidad fermentativa, es porque se disminuye el número de levaduras activas; a menos levaduras, menos consumo de azúcar, se producen menos enzimas y hay menos calor; a poco calor, poca

actividad celular y poca evaporación alcohólica; más tiempo en la fermentación total y más rendimiento en alcohol por unidad de azúcar.

El atinado empleo del sulfuroso, nos ayudará, pues, en todo momento a regular la velocidad de fermentación, cuando las condiciones externas tiendan a acelerarla.

Aplicado según normas de vinificación, antes de la fermentación (dosis de 10 a 30 gr. por Hl.), aseguraremos una desinfección y arranque lento de la fermentación.

Aplicado en plena fermentación y con altas temperaturas (dosis de 3 a 5 gr. por Hl. de preferencia en soluciones), lograremos un freno y moderación en la misma, y no se rebaja rápidamente el calor existente, pero se impide su aumento.

ELECCIÓN DE MÉTODO

De todos los caminos señalados, el único que nos proporciona un dominio a voluntad de la temperatura de fermentación, es el de la refrigeración con frío artificial. La elección no es, pues, dudosa y constituye solamente un problema de orden económico:

En bodegas pequeñas (1000-2000 Hl.), pueden defenderse con recipientes pequeños, inferiores a 100 Hl., de hormigón armado (de 0'10 m. espesor pared), y empleo de anhídrido sulfuroso, con lo que en nuestro país, pueden lograrse fermentaciones de temperaturas menores a 30° C.

En bodegas medianas (3000-6000 Hl.), con recipientes de 200 a 400 Hl. cabida, se requieren, como mínimo, refrigerantes de agua con recuperación y empleo de sulfuroso, y pueden lograrse fermentaciones de temperaturas menores a 25° C.

En bodegas grandes (7.000 Hl. en adelante), con recipientes de 200 a 400 Hl. cabida, se precisa disponer de refrigeración con frío artificial, con lo que podrán conseguirse temperaturas de fermentación posibles a voluntad.

Calcular si el rendimiento alcohólico es aceptable

FUNDAMENTO A EXTRACTO FIJO

Para conocer si los rendimientos alcohólicos son buenos, debe conocerse bien la cantidad de azúcar inicial del mosto antes de fermentar. Para ello, debiera valorarse mediante análisis químico el azúcar (glucosa y levulosa) que contiene; pero como estos análisis, aunque no difíciles, requieren unos conocimientos en el personal encargado y disponer de un laboratorio rudimentario adecuado, que desgraciadamente no suele encontrarse en el lugar y tiempo apropiado, échase mano de las relaciones entre densidad del mosto y su contenido en azúcares, suponiendo el conjunto una solución de glucosa en agua, más el extracto fijo. Entonces se restablecen las equivalencias correspondientes de acuerdo con la fórmula de Dubruffault:

$$A = \frac{\text{densidad} - 1.000}{1.600 - 1.000} 1.000 - 30$$

donde la cantidad final 30, representa los gramos de extracto descontados. Esta es la base de confección de las tablas de equivalencia entre densidad y cantidad de azúcares existentes en los mostos, entre las que destaca la muy conocida y empleada de Dujardin.

FUNDAMENTO A EXTRACTO VARIABLE

En realidad, al querer precisar, nos encontramos con que los supuestos 30 gr. de extracto, la mayoría de las veces son largos en casi la mitad, y estos gramos, al no ser extracto, son azúcar, y vienen a representar casi un grado alcohólico unas veces, y medio grado con frecuencia. Conviene, pues, al querer establecer razonadas comparaciones en los rendimientos, tener en cuenta estas diferencias, abandonando el considerado extracto fijo de 30 gr. por otro variable y adaptable más de acuerdo con la realidad.

El extracto adaptable podemos establecerlo de acuerdo con los promedios experimentales y corrientes para cada clase de mosto. A continuación, damos unos datos orientadores sobre el mismo:

Extracto a considerar en mostos para nuestro país.

Densidad	Glucosa	Extracto
1064 a 1076	170 a 202 gr.	18 gr.
1077 a 1090	205 a 238 »	22 »
1091 a 1103	241 a 273 »	26 »

Así pues, una vez determinada la densidad de un mosto, nos interesa hallar su correspondiente riqueza en azúcar, restando el extracto que, según la misma corresponda. Para ello nos serviremos de la tabla de soluciones hidroglicométricas siguiente:

Glucosa en solución de agua pura

Densidad corregida	Gramos glucosa por L.	Densidad corregida	Gramos glucosa por L.	Densidad corregida	Gramos glucosa por L.
1000	0	1036	95	1072	191
1001	2	1037	98	1073	194
1002	5	1038	101	1074	197
1003	8	1039	103	1075	199
1004	10	1040	106	1076	202
1005	13	1041	109	1077	205
1006	16	1042	111	1078	207
1007	19	1043	114	1079	210
1008	21	1044	117	1080	212
1009	24	1045	119	1081	215
1010	26	1046	122	1082	218
1011	29	1047	125	1083	220
1012	32	1048	127	1084	223
1013	34	1049	130	1085	225
1014	37	1050	133	1086	228
1015	40	1051	135	1087	230
1016	42	1052	138	1088	233
1017	45	1053	141	1089	236
1018	48	1054	143	1090	238
1019	51	1055	146	1091	241
1020	53	1056	149	1092	244
1021	56	1057	151	1093	246

Densidad corregida	Gramos glucosa por L.	Densidad corregida	Gramos glucosa por L.	Densidad corregida	Gramos glucosa por L.
1022	58	1058	154	1094	249
1023	61	1059	157	1095	252
1024	64	1060	159	1096	255
1025	66	1061	162	1097	257
1026	69	1062	164	1098	260
1027	71	1063	166	1099	262
1028	74	1064	170	1100	265
1029	77	1065	173	1101	268
1030	79	1066	175	1102	270
1031	82	1067	178	1103	273
1032	85	1068	180	1104	275
1033	87	1069	183	1105	278
1934	90	1070	186	1106	281
1035	93	1071	189	1107	283

Es decir, a la densidad del mosto corresponde una cantidad de glucosa indicada en la tabla, menos el extracto, según sea dicho contenido.

Ejemplo: a un mosto de densidad 1080 corresponde en la tabla 212 gr. glucosa y un extracto a considerar en este caso de 22 gr., o sea, $212 - 22 = 190$ gr. glucosa (en la tabla Dujardin 183 gr.); a un mosto de densidad 1095, corresponde en la tabla 252 gr. glucosa y un extracto a considerar en este caso de 26 gr., o sea, $252 - 26 = 226$ gr. glucosa (en la tabla Dujardin 223 gr.).

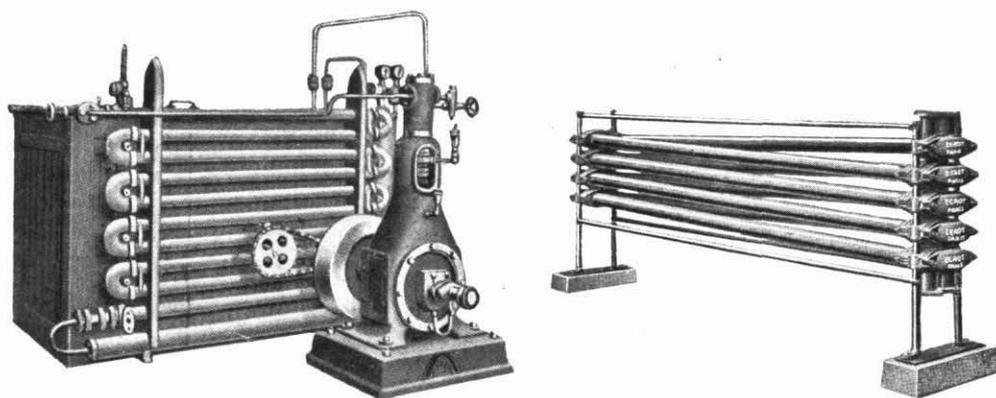


Fig. 12.—Conjunto de Refrigeración

Izquierda: Grupo motriz

Derecha: Refrigerante tubular

Una vez conocida la cantidad de azúcar y la temperatura en que se ha desarrollado la fermentación (ver cuadro IV), puede dividirse dicha cantidad por 16'3, 16'7, 17'0, 17'3, según corresponda por temperatura, y tendremos los rendimientos alcohólicos aceptados. Y según con el que coincidan, podrán conceptuarse: buenos, medianos o malos. Así tendremos en los ejemplos anteriores:

190 : 16'3 = 11'65°	226 : 16'3 = 13'86°
190 : 16'7 = 11'37°	226 : 16'7 = 13'53°
190 : 17'0 = 11'17°	226 : 17'0 = 13'29°
190 : 17'3 = 10'98°	226 : 17'3 = 13'06°

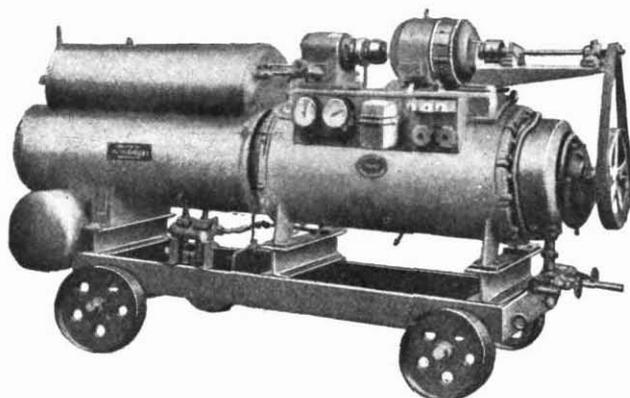


Fig. 13.—Grupo refrigerante móvil

Calidad y rendimiento

RECAPITULACIÓN

En la fermentación se produce calor, y según sea la cantidad, actúan distintamente las levaduras y distintos son los rendimientos alcohólicos y la calidad de los vinos.

El estudio específico de la fermentación desde el punto de vista térmico y sin olvidar los demás factores, nos lleva a la siguiente afirmación:

A menor temperatura de fermentación, mejores son los resultados de la misma.

El calor producido es —en zonas cálidas— superior al que puede perderse de natural, y por tanto, se acumula, aumentando la temperatura del mosto.

Para impedir la acumulación de calorías, debemos buscar unas condiciones estáticas favorables o recurrir a la refrigeración.

Por cualquiera de los medios señalados, según posibilidades y clase de Bodega, debemos alcanzar bajas temperaturas de fermentación. Con ellas, podemos ganar por este solo hecho, más de medio grado alcohol sin extremar capacidades, y a la vez, obtener un vino más estable y fino, suave y aromático.

UNOS NÚMEROS NOS ORIENTARÁN

Aun admitiendo que no interesara la calidad del vino ¡que siempre interesará! y más en los momentos de abundancia y competencia en la conquista de clientes y mantenimiento de mercados, ganar unas décimas más de alcohol —aunque sólo sea un par, calculando por lo bajo—, a los precios que se paga, bien valen el esfuerzo de su consecución y logro.

Supongamos se cotiza el vino a 20 pesetas (la cantidad en sí es, lo de menos) grado-hecto, con un mosto de 226 gr. azúcar, pueden lograrse vinos de 13°, 13'3°, 13'5° y 13'8° alcohol, cuyos respectivos

precios serían 260, 266, 270 y 277 ptas. Hl., es decir, con una diferencia entre ellos de más de 4 ptas. por un simple par de décimas, y los que consigan mejorar medio grado, ya les representa 10 ptas por Hl., o sea que:

				<u>En dos décimas</u>		<u>En medio grado</u>		
quienes elaboran	100 Hl.	ganan	400 Ptas.	o	1.000 Ptas.	más		
»	»	1.000 »	»	4.000 »	»	10.000 »	»	»
»	»	10.000 »	»	40.000 »	»	100.000 »	»	»

Esto, un año y otro, paga cualquier servicio —sobre todo en Bodegas medianas y grandes—, desde la presencia de un técnico vinificador que dirija la fermentación, hasta la instalación de la Bodega en condiciones apropiadas o la adquisición de refrigerantes si aquella no las reúne. Y tampoco debe constituir una preocupación el montaje de los frigoríficos, ya que pueden los vinicultores utilizar los créditos a larga amortización que se ofrecen por distintos organismos para la mejora de instalaciones.