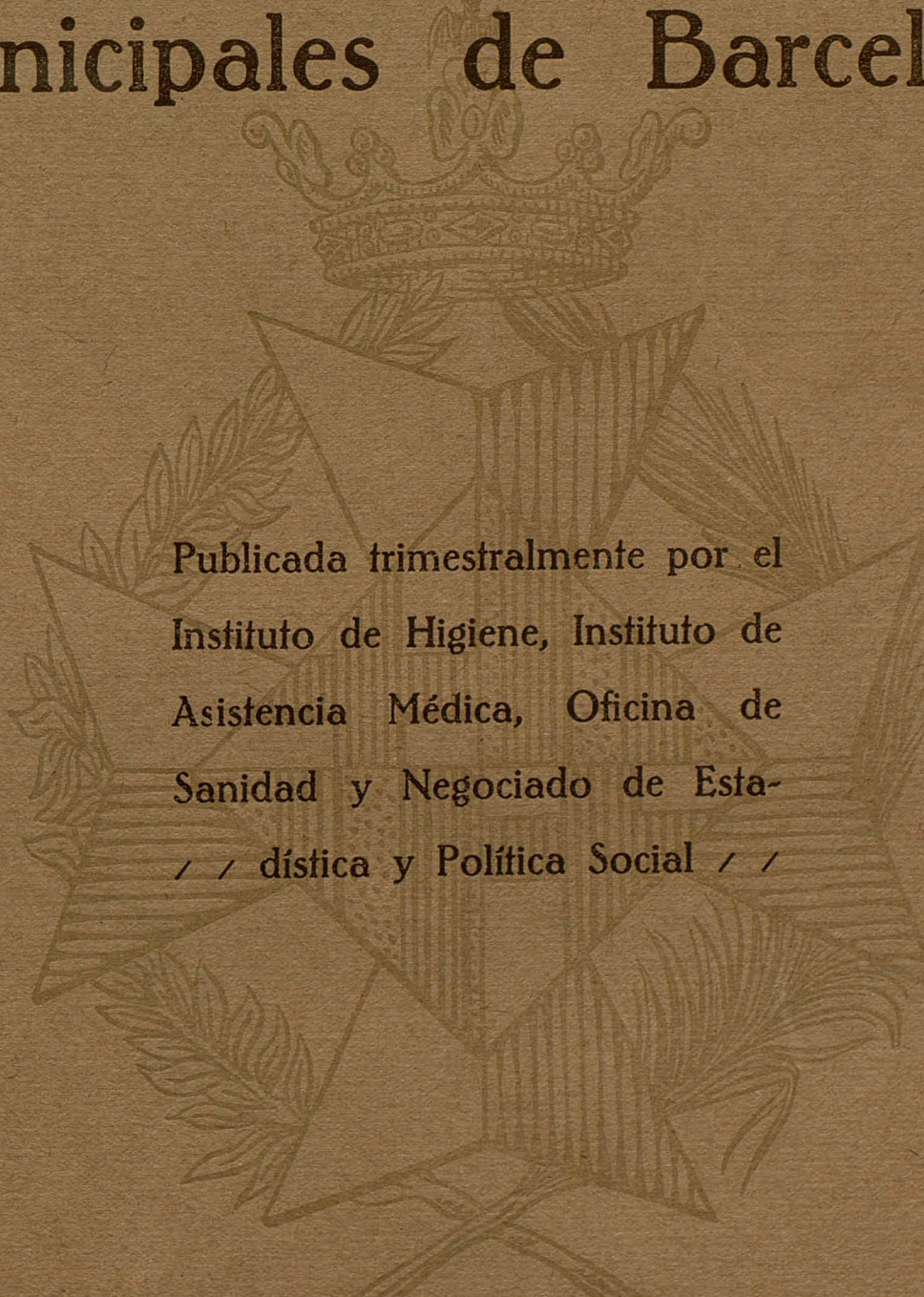


Revista de los Servicios Sanitarios y Demográficos Municipales de Barcelona



Publicada trimestralmente por el
Instituto de Higiene, Instituto de
Asistencia Médica, Oficina de
Sanidad y Negociado de Esta-
/ / dística y Política Social / /

Dirección, redacción y administración: PLAZA LESSEPS, n.º 1

Año II

1930

N.º 4

COMITÉ DE REDACCIÓN

DIRECTOR

DR. F. PONS Y FREIXA

SECRETARIOS DE REDACCIÓN

DRES. C. SOLER Y DOPFF Y L. TRÍAS DE BES

REDACTORES

DR. L. CLARAMUNT A. CRAMOUSE DR. P. GONZÁLEZ DR. J. M.^A GRAU
DR. V. MARQUÉS P. MARTÍ J. M.^A MARTINO DR. F. ORTÉS DR. C. SIMÓN

CON LA COLABORACIÓN DEL PERSONAL FACULTATIVO Y
TÉCNICO DE LOS SERVICIOS SANITARIOS Y DEMOGRÁFICOS

SUMARIO

ARTÍCULOS ORIGINALES

F. PONS Y FREIXA.—El estado actual de nuestra organización sanitaria municipal.	Pág. 201
L. CLARAMUNT. — Desinsectación y Desratización	» 205
A. CRAMOUSE.—La Estadística en relación con la Higiene y Salubridad	» 229
P. DOMINGO.—Bases para la actuación Sanitaria de los Municipios	» 231
L. PLAZA GARCÍA.—Psitacosis.	» 239
Información estadística	» 241
Información general	» 263

PRECIOS DE SUSCRIPCIÓN

	Año	N.º suelto
España, Portugal y América latina.	10 ptas.	3 ptas.
Otros países	15 »	5 »

Para la inserción de anuncios dirigirse al administrador.

Dirección, redacción y administración: PLAZA LESSEPS, 1 - Teléfono 71463.

Desinsectación y Desratización

ESTUDIO CRÍTICO DE SUS PROCEDIMIENTOS

POR EL

Dr. LUIS CLARAMUNT Y FUREST

Director de los Servicios Municipales de Desinfección de Barcelona (*)

(Conclusión)

ANHÍDRIDO SULFUROSO.—HISTORIA

Considerado desde antiguo entre las llamadas *mofetas* (1), nombre que se daba a los gases nocivos, el anhídrido sulfuroso, llamado también *tufo de pajuelas*, que se produce en la combustión del azufre y se exhala de los volcanes, fué conocido en todos los tiempos. Pero, bajo el punto de vista de la Química, sus propiedades permanecieron ocultas hasta que, en el siglo XVII, algunas de éstas, fueron descubiertas y estudiadas por los químicos Andrés Livabio y Jorge Ernesto Federico Sthal, sin que les haya sido posible, a los historiadores, dilucidar a cuál de estos dos sabios pertenece la prioridad de dicho estudio. En cambio, se sabe de cierto que el verdadero conocimiento de este cuerpo se debe a los trabajos de los célebres químicos del siglo XVIII, Priestley, Lavoisier y Bertholet, que florecieron en las décadas comprendidas entre los años 1770 y 1790; que su composición fué fijada, después, por Gay Lussac y por Berzelius, que lo estudiaron en su estado gaseoso;

y que, más adelante, otro químico, no menos célebre que los anteriores, Faraday, consiguió liquidarlo.

SUS USOS

En la práctica de la Medicina se emplea, desde tiempo inmemorial, para el tratamiento de enfermedades cutáneas, como la sarna; en los laboratorios de química se usa como reductor; en la industria se utiliza para blanquear fibras animales, como la lana y la seda; sirve como extintor de incendios, puesto que el aire deja de ser apto para la combustión cuando está mezclado al anhídrido sulfuroso en la proporción de un 5 por 100 de este gas; es el cuerpo que primeramente se produce en la fabricación del ácido sulfúrico y, desde mediados del siglo XIX, adquirió gran importancia como desinfectante y ha sido, desde entonces, el único desinfectante gaseoso, hasta que el aldehído fórmico le desposeyó, tal vez sin suficiente razón, de esa hegemonía desinfectora. Ultimamente, el anhídrido sulfuroso, ha recobrado un primer rango como agente de desinsectación y desratización, que es bajo los as-

(1) MOFETA. Cualquier gas pernicioso, irrespirable, que se desprende de las minas o de sitios subterráneos.

(*) Este trabajo es parte de unas conferencias profesadas por el autor en las sesiones celebradas por la Real Academia de Higiene de Cataluña en los días 11 y 17 de mayo y 1 de junio de 1928.

pectos que lo vamos a presentar en este estudio.

PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL ANHÍDRIDO SULFUROSO : : :

Se representa por la fórmula SO_2 .

Es un gas diáfano, incoloro, de olor característico de *humo de pajuelas*, penetrante, irritante de las mucosas y sofocante. Debe ser catalogado entre los gases asfixiantes, su sabor es ácido y no sirve para la vida. Es 32 veces más pesado que el hidrógeno, considerando el peso de este cuerpo igual a 1, y su densidad, con relación al aire atmosférico, es la de 2'24.

Se solidifica o congela a -80° y en este estado se parece a los copos de la nieve o a los cristales de la escarcha.

Se liquida a -10° , a la presión ordinaria de 760 m/m. En este estado es suelto, movedizo, e incoloro, cuando es puro; pero el que presenta la industria es ligeramente amarillo a causa de contener impurezas. Su densidad, con relación al agua destilada, es la de 1'45.

El anhídrido líquido, a la presión ordinaria, entra en ebullición y se gaseifica, por lo tanto, así que la temperatura asciende en algunas décimas de grado sobre -10° ; pero, recluso en vaso cerrado herméticamente, continúa líquido a la temperatura de $+20^\circ$ a una presión de 3 atmósferas y 24 centésimas de atmósfera y también sigue en estado líquido, a la temperatura de $+40^\circ$, bajo una presión de 6 atmósferas y 15 centésimas de atmósfera, o sea bajo un peso de 6'15 kilogramos sobre cada centímetro cuadrado del recipiente que lo contenga.

Cuando el anhídrido sulfuroso se gaseifica produce un frío de -39°C , capaz para solidificar el mercurio. En esta experiencia se solidifica una parte del anhídrido sulfuroso por efecto del calor que sustrae o absorbe de la parte líquida la porción que recobra el estado gaseoso.

En la práctica de desinsectaciones que hemos realizado con este gas, hemos tropezado con dificultades para conseguir nuestro objeto, por habérsenos helado toda la masa del anhídrido líquido dentro del tubo de acero. En este caso hemos podido ver bien determinada la altura a que llegaba dicha masa de líqui-

do dentro del tubo, por efecto de haberse formado una espesa capa de hielo sobre sus paredes exteriores, debida al vapor de agua contenido en el aire ambiente y cuya capa tenía, por la parte de fuera del tubo, la misma altura que alcanzaba el líquido, helado, por la parte de dentro.

En estos casos, para poder terminar la operación, nos hemos visto obligados a calentar el tubo, o a dejar que fuese fluyendo poco a poco el gas, a medida que el calor ambiente ayudaba a la vaporización del líquido. En una de las desinsectaciones, en que necesitábamos inyectar dos kilogramos de anhídrido dentro de una habitación, el primer kilogramo salió en *medio minuto*, por un tubo de 4 m/m de diámetro interior, a la temperatura ambiente de $+15^\circ$, mientras que, para que fluyere el segundo kilogramo, hubimos de esperar *dos horas*.

Para obviar este inconveniente, que haría imposible toda operación con el anhídrido líquido, hemos ideado un aparato que después describiremos con el nombre de termo-sulfígrado.

El anhídrido sulfuroso se descompone a la temperatura de 1200°C ; y un efecto parecido, aunque no tan eficaz, produce el rayo violetado del espectro.

La electricidad lo transforma en anhídrido sulfúrico, oxígeno y azufre; el hidrógeno puede convertirlo en agua y sulfuro hídrico; el cloro se combina con el anhídrido cuando se mezclan los dos gases y se exponen a la luz directa de los rayos del sol, resultando de esta acción el cloruro de sulfurilo; el yodo forma un compuesto idéntico sin necesitar, para ello, la acción de los rayos solares; el oxígeno lo convierte en anhídrido sulfúrico si pasan los dos gases secos por un tubo que contenga esponja de platino u óxido de cobre y se calienta, el tubo, hasta la temperatura conveniente, y en anhídrido persulfúrico cuando la mezcla se expone a la acción de los efluvios eléctricos.

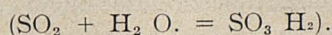
También se convierte en anhídrido sulfúrico parte del gas sulfuroso generado por los aparatos Clayton, a causa de las enormes cantidades de oxígeno que en sus hornos inyecta la circulación de retorno de dichos aparatos. Por esto, cuando practicamos operacio-

nes de desinsectación o desratización, con dichos aparatos, procuramos no inyectar la mezcla de sus gases en los locales donde hayan metales u objetos que puedan ser deteriorados por el anhídrido sulfúrico.

El anhídrido sulfuroso es soluble en el agua en la proporción de 50 litros por cada litro de agua a la temperatura ordinaria. Miquel, el bacteriólogo del aire, había utilizado esta solución acuosa del SO_2 , para desinfecciones y la usaba en capa muy delgada, que vaporizaba en estufas domésticas. Este método no es práctico, porque esta solución de anhídrido se transforma, bien pronto, en ácido sulfuroso ($\text{SO}_3 \text{H}_2$) y, con el tiempo, sigue oxidándose al contacto con el aire, dando por resultado la formación de ácido sulfúrico ($\text{SO}_4 \text{H}_2$) y de anhídrido sulfúrico (SO_3).

La función ácida del anhídrido sulfuroso, puro y seco, es insignificante; ya que, en dicho estado de pureza y sequedad, le cuesta mucho tiempo hacer virar, en rojo, el color azul del papel de tornasol, por lo que puede ser empleado en la desinfección y, de una manera especial, en la desinsectación y desratización, sin perjuicio de los objetos contenidos en los locales.

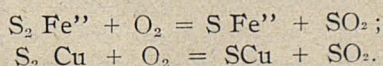
Unido el anhídrido sulfuroso a una molécula de agua se convierte en ácido sulfuroso



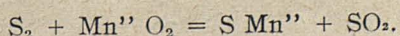
En este caso enrojece la tintura azul de tornasol a la manera que lo hacen los ácidos débiles.

PRODUCCIÓN DEL ANHÍDRIDO SULFUROSO

El anhídrido sulfuroso se desprende del interior de la Tierra en las erupciones volcánicas; se produce en la combustión del azufre, $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$ y resulta como sub-producto en la beneficiación industrial de las piritas de hierro y de cobre



También se obtiene calentando una mezcla de bióxido de manganeso y azufre



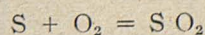
En la práctica de las desinfecciones, desinsectaciones o desratizaciones, lo obtenemos quemando el azufre, fundido en cilindros, en hornos especiales. Para iniciar la combustión basta con rociar los fragmentos de los cilindros, que es conveniente quebrantar de antemano, con un poco de alcohol. En algunos casos, en que no sea posible hacer afluir el aire en grandes cantidades, sobre todo en los hornos que no estén previstos de ventiladores, mezclamos con el azufre, un 10 por 100 de nitrato sódico.

Para dichas prácticas utilizamos también el anhídrido sulfuroso en estado líquido, que la industria del hierro fabrica, desde el año 1843, en gran escala, especialmente en las fábricas alemanas de la Alta Silesia, cuya producción es de muchos millares de toneladas de anhídrido líquido al año; y lo envasa en cilindros de hierro forjado o de acero fundido, que son timbrados a la presión de treinta atmósferas y en los que, 800 c.c., corresponden a un kilogramo de anhídrido.

En esta forma es utilizado como conservador de sustancias orgánicas; como detentor de la fermentación del mosto en las fábricas de vinos; como desinfectante desinsectizante y desratizante; como extintor de incendios; como solvente de las grasas, aceites y antraceno y como productor de frío en la industria del hielo artificial.

COMPOSICIÓN DEL ANHÍDRIDO SULFUROSO

El anhídrido sulfuroso resulta de la reacción que se produce por la combustión del azufre en el aire. La fórmula de esta reacción es la siguiente:



y como el peso atómico del S es = 32 y el del O es = 16 tendremos que el peso molecular de SO_2 será = 64.

Ardiendo, pues, en el aire, 32 gramos de azufre se generarán 64 gramos de anhídrido sulfuroso que, a la temperatura de 0° Celsius y presión de 760 mm, ocuparán un volumen de 22'32 litros. La combustión de un kilogramo de azufre producirá, por lo tanto, dos kilogramos de anhídrido sulfuroso que, en las con-

diciones antes dichas de temperatura y presión, ocuparán un volumen de 697'51 litros.

No obstante, cuando la combustión se realiza en recinto cerrado, donde la cantidad de aire es limitada, sólo se obtiene la transformación de 100 gramos de azufre en anhídrido sulfuroso, en vez de 300 como se deduce por el siguiente cálculo.

El aire contiene 20'70 por 100 de oxígeno o sea 207 litros por metro cúbico que pesan 600 gramos y que, por lo tanto, se deberían combinar con 300 de azufre según la fórmula SO_2 antes expuesta; pero del hecho práctico resulta que sólo se combinan 100 gramos de azufre con 200 de oxígeno para producir 69'75 litros de anhídrido sulfuroso, siendo ello debido a que el mismo gas que se está generando extingue la ignición del azufre de la misma manera que el alcohol generado por el desdoblamiento de la glucosa detiene la fermentación del mosto; y esto se deberá tener en cuenta cuando se practiquen desinfecciones con este gas.

DATOS PARA LA PRÁCTICA DE LA SULFURACIÓN : : : : :

Un litro de SO_2 gaseoso,

A 760 m/m y a 0° C' pesa, 2'87 gramos.	
a 15°	2'74
a 20°	2'69

Un gramo de SO_2 líquido proporciona :

A 0° C y 760 m/m 349 c. c. de SO_2 gaseoso.	
a 15°	345 c. c.
a 20°	371 c. c.

Un litro de SO_2 líquido y puro pesa 1450 gramos y proporciona :

A 0° C' - 506 litros de SO_2 gaseoso.	
a 15°	529
a 20°	538

ÍNDICE DE CONCENTRACIÓN DEL SO_2 EN LAS PRÁCTICAS DE DESINFECCIÓN

La combustión del azufre en el aire dará por resultado la producción de anhídrido sulfuroso en las cantidades, volúmenes y pesos expresado en el siguiente :

Cuadro que indica las proporciones de SO_2 suministradas por la combustión del azufre en un metro cúbico de aire

Peso del azufre quemado por m ³ en gramos	Cantidades de SO_2 producido en litros	Proporción en volumen de SO_2 contenido en 100 volúmenes de aire	Peso de SO_2 contenido en un m ³ de aire en gramos
10	6'900	0'69 por 100	20
15	10'40	1'04 » »	30
20	13'90	1'39 » »	40
30	20'00	2'08 » »	60
40	27'80	2'78 » »	80
50	34'70	3'47 » »	100
60	41'60	4'16 » »	120
80	55'60	5'56 » »	160
100	69'40	6'94 » »	200
150	104'10	10'41 » »	300

La concentración en volumen por 100 representa el número de litros de anhídrido sulfuroso contenido en 100 litros de aire. Así, cuando hablamos de una concentración de 1 por 100, queremos decir que en 100 litros de aire hay un litro de anhídrido sulfuroso o, en peso a 15°, 2'74 gramos de SO_2 , que corresponden a 27'4 gramos por metro cúbico de aire.

Para mayor facilidad insertamos a continuación una tabla de concentraciones :

Anhídrido sulfuroso por metro cúbico de aire

Concentración	Anhídrido sulfuroso por metro cúbico de aire	
	En volúmenes gaseosos litros	En peso gramos
1'0 por 100	10	27'4
1'5 —	15	41'1
2'0 —	20	54'8
2'5 —	25	68'5
3'0 —	30	82'2
3'5 —	35	95'9
4'0 —	40	109'6
4'5 —	45	124'3
5'0 —	50	137'0
5'5 —	55	150'7
6'0 —	60	164'4
6'5 —	65	178'1
7'0 —	70	191'8

Concentración	Anhídrido sulfuroso por metro cúbico de aire	
	En volúmenes gaseosos litros	En peso gramos
7'5 —	75	205'5
8'0 —	80	219'2
8'5 —	85	233'9
9'0 —	90	246'6
9'5 —	95	261'3
10'0 —	100	274'0

DIFUSIBILIDAD Y PENETRABILIDAD DEL ANHÍDRIDO SULFUROSO : : : : :

Si repartimos tiras de papel de filtro, embebidas en tintura de tornasol de color azul, por diferentes puntos de un local y colocamos, además, algunas de dichas tiras dentro de sacos de mercancías, entre los pliegues de piezas de paño y en los bolsillos de vestidos colgados en el interior de dicho local y después hacemos fluir, en él, anhídrido sulfuroso procedente de un tubo a través del ojo de la cerradura de su puerta, encontraremos, al cabo de dos horas, que el color azul del papel en todas las tiras, habrá virado en rojo. Señal evidente de que el anhídrido sulfuroso habrá penetrado en los sacos, en el paño y en los bolsillos y se habrá difundido, además, por todos los ámbitos del local.

Conocidas estas propiedades, tan estimables, del anhídrido sulfuroso, sin las que sería imposible poderlo utilizar para la desinfección, es necesario saber determinar la dosis a que se halle mezclado en el aire de un local determinado, toda vez que este gas se escapa con gran facilidad de los espacios mejor cerrados, si no lo son herméticamente.

Quien primeramente se dió cuenta de estas fugas fué Wolffhügel, que operaba en un local que él creía muy bien cerrado y, no obstante, pudo comprobar que al aire de este local, que al empezar el experimento tenía 18 por 100 de SO_2 , no le quedaba más que un 4 por 100 al cabo de una hora y 1'8 al cabo de tres horas.

El Dr. Calmette, en cambio, operando en una cámara que podía cerrarse herméticamente, encontró solamente una pérdida de un

3 por 100, como máximo, en la concentración del anhídrido sulfuroso, comprobada en el momento de empezar la operación y en el acto de darla por terminada.

Después de lo dicho se comprenderá cuán necesario es, si se quieren obtener resultados satisfactorios, que haya, durante toda la operación un mínimo de concentración que no se debe traspasar por ningún concepto y operar, a ser posible, en cámaras verdaderamente herméticas.

Para conocer esta concentración es conveniente utilizar el aparato descrito en la tesis de Khayatt. (Fig. 1).

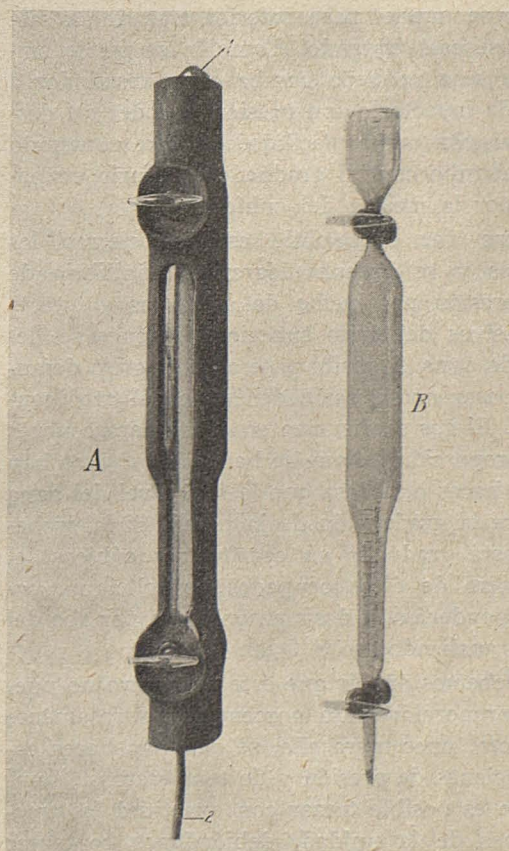


Figura 1.

Aparato del doctor Khayatt para dosar el anhídrido sulfuroso.

- A) El aparato dentro de su estuche protector.
 1) Anilla para su sostenimiento.
 2) Tubo de goma para comunicarlo con el manantial de anhídrido sulfuroso.
 B) El aparato sin su estuche.

Este aparato, basado sobre la propiedad que tiene un volumen de agua de disolver

79'8 volúmenes de anhídrido sulfuroso a la temperatura de cero grados centígrados, está graduado para todas las temperaturas. Se construye en vidrio y se compone de un tubo que presenta dos estrangulaciones. La superior sirve para sostener un vasito para agua; la inferior para continuarse con un tubo de goma, que es el aductor del gas S O_2 . En cada una de las dos estrangulaciones hay una llave o grifo para poner el tubo central, que está graduado, en comunicación con el vaso superior, que es el depósito del agua, o con el manantial de S O_2 .

Para hacer funcionar el aparato se abren los dos grifos a fin de dejar pasar la mezcla gaseosa que el tubo inferior trae de la sala que se está tratando. También se puede emplear una pequeña bomba o un insuflador a fin de inyectarlo con presión y poder así desalojar con mayor facilidad, el aire contenido en el tubo central graduado y dejarlo ocupado por la mezcla del anhídrido.

Una vez conseguido esto se cierran los grifos y se procura lograr el equilibrio de la presión por medio de aberturas y cierres sucesivos del grifo superior. Después se llena de agua el vasito y se abre el grifo dejando pasar una porción de ésta en el tubo central. El gas se disuelve en ella y para conocer la proporción en que se halla el S O_2 , no hay que hacer otra cosa que leer el nivel del agua sobre la graduación de la pared. Si la probeta está graduada en centímetros cúbicos, el número de éstos ocupados por el agua, corresponderá a la dosis en volumen por 100 del aire analizado, en S O_2 .

Debemos añadir que este dosímetro no puede proporcionar un porcentaje rigurosamente exacto, pues, para ello, se deberían hacer correcciones de presión y de temperatura. Tampoco es posible tomar con exactitud las fracciones de la unidad, debiéndonos contentar con saber que puede haber una fracción de ella; pero sin poder determinar con precisión, si se trata de cuatro, de seis o de ocho décimas.

Otro dosímetro, para determinar el tanto por 100 de SO_2 contenido en el aire de un recinto sulfurado, consiste en un gran frasco de vidrio, de tres litros de capacidad, cuya abertura se pone en comunicación con el fondo o suelo del recinto que se va a sulfurar y del

cual se desee extraer aire en un momento determinado, por medio de un tubo de goma de 5 milímetros de diámetro interior.

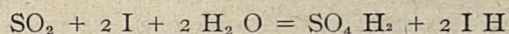
La parte inferior del frasco ha de tener un grifo para poder evacuar el agua que dicho frasco contenga y provocar, por lo tanto, una cantidad de vacío dentro de dicho frasco, vacío que será, inmediatamente, llenado por el aire del local sulfurado.

Conocido el aparato se opera del modo siguiente:

Una vez llenado, de agua, el frasco, se abre la llave o grifo y se deja fluir una cantidad de líquido para que entre en el frasco la cantidad de aire que habría dentro del tubo de goma. Se vuelve a llenar, de agua, el frasco y enseguida se da salida a toda ella abriendo el grifo inferior. Por causa del vacío producido quedará el frasco lleno de aire del local mezclado con SO_2 , en cuyo caso se procederá a su dosaje de la manera siguiente. Se llena una bureta con una cantidad determinada de una solución titulada de iodo y se deja caer gota a gota dentro del frasco que contiene la mezcla de aire y de gas (*). La solución caída se irá decolorando a medida que se combine con el SO_2 y acabará por tomar un color amarillo.

Para hacer más visible el cambio de color, se pueden verter en el frasco unas gotas de solución de engrudo de almidón, cuya solución tomará color azul en el preciso momento en que resulte iodo libre por causa de no quedar en el frasco la más tenue cantidad de SO_2 que pueda reaccionar con la solución de iodo.

La cantidad de anhídrido sulfuroso que había en el frasco se calculará por la siguiente ecuación:



la cual se resuelve por una regla de tres en la que la incógnita es el anhídrido sulfuroso de la mezcla contenida en el frasco.

La mayor parte de los aparatos sulfógenos, proporcionados por la industria están provistos de estos dosímetros.

PODER BACTERICIDA DEL S O_2

Tal vez hayan sido los vinicultores quienes hayan aprovechado primeramente, aunque de

(*) La solución titulada decinormal está compuesta de 25 gr. 4 de iodo en un litro de $\text{H}_2 \text{O}$.

una manera empírica, las propiedades bactericidas del anhídrido sulfuroso para la esterilización de las cubas y de los lagares, generándolo de las mechas de azufre o *azufrines* que todavía son usados por la mayor parte de los viticultores que se fabrican el vino con los racimos de sus propias vendimias. El empleo, más moderno, del anhídrido sulfuroso líquido para dicho objeto, es cosa exclusiva, por ahora, de las grandes fábricas o bodegas de vinos.

Su poder efectivo como microbicida fué consagrado desde mediados del siglo pasado y aun hoy conserva su categoría como desinfectante a pesar de habérsela querido arrebatarse el formaldehído, y sigue siendo el único desinsectizante y desratizante que puede emplearse sin peligro de ocasionar la muerte por la razón de que avisa siempre su presencia antes de causar daño a las personas, al revés de otros desinsectizantes que matan solapadamente.

La acción bactericida del anhídrido sulfuroso sobre los gérmenes en estado húmedo y sobre las culturas en medios líquidos, es evidente.

Dentro del siglo XIX, y ya en el pleno conocimiento de la existencia de los seres infinitamente pequeños, Vallín lo empleó, en el año 1881, para esterilizar pus, procedente de animales muermosos y de individuos tuberculosos, sometiéndolo, dentro de recintos cerrados, a la acción de los gases resultantes de quemar 20 gramos de azufre por metro cúbico de local, que corresponden a una concentración de uno y medio por 100.

En el año 1882 Wolffhügel consiguió dejar inactivados los esporos carbuncosos humedecidos, exponiéndolos, durante veinticuatro horas, en un recinto hermético, a la acción del anhídrido sulfuroso que se había mezclado con el aire a la concentración de 4'5 por 100.

Con el fin de saber con exactitud cuál fuese el poder bactericida de este gas, la Academia de Ciencias de Francia nombró, en 1884, una Comisión, de la que formó parte Pasteur, que hizo una serie de experiencias en el Hospital Cochin. Estas consistieron en situar en diferentes puntos de una sala, que se cerró tan herméticamente como se pudo, matraces

que contenían culturas en caldo, de microbios diversos. El resultado fué que estas culturas quedaran esterilizadas cuando el aire de la sala quedó mezclado con la cantidad de $S O_2$ que resultó de haber quemado en ella veinte gramos de azufre por metro cúbico, o sea cuando la concentración fué la de 1'5 por 100 corroborando, por tanto el experimento de Vallín.

Esta acción tan poderosa del anhídrido sulfuroso sobre los gérmenes en estado húmedo, se explica por la disolución de cierta cantidad de este gas en el líquido ambiente de los microbios y su consiguiente transformación en ácido sulfuroso.

De estos tres experimentos resulta :

Que los microbios en estado húmedo, ya en su estado natural o en culturas en caldo, mueren a la concentración de 1'5 por 100.

Que los esporos, o sea el elemento resistente de las bacterias, mueren a la concentración de 4'5 por 100.

En cambio, cuando se opera sobre gérmenes desecados, los resultados son muy diferentes; tanto porque ya no se puede formar aquella mínima cantidad de ácido sulfuroso, como porque, si no se opera en una cámara verdaderamente hermética, se escapa una gran cantidad de gas antes de que éste haya podido ejercer su acción mortífera sobre las bacterias. De aquí que se tenga que actuar con dosis iniciales mucho mayores que las empleadas operando sobre culturas en caldo.

En el año 1890, el bacteriólogo Thoinot, operando sobre culturas de diferentes bacterias, en medios sólidos, entre las que había el bacilo de Koch, el de Eberth, el de Loeffler, el del muermo y el Vibrion cólico, en una cámara de cincuenta metros cúbicos, muy bien cerrada, obtuvo resultados satisfactorios que dieron por resultado la muerte de todas las culturas cuando la cantidad de azufre quemado en la cámara alcanzó la dosis de 60 gramos por metro cúbico; lo que corresponde a una concentración de un 12 por 100 de anhídrido sulfuroso. Debemos añadir que las culturas de Vibrion séptico, de Carbunco sintomático y de Carbunco bacteridiano resistieron esta prueba.

Otros bacteriólogos como Miquel, Dubief y Casadebat y también Laveran y Vaillard,

consideran inconstante la acción bactericida del anhídrido sulfuroso sobre los gérmenes en estado seco, tales como los que se encuentran en suspensión en el aire, en la superficie de las paredes, impregnando piezas de ropa o formando parte del polvo de las habitaciones.

En realidad la resistencia que oponen los gérmenes desecados a dejarse matar por el anhídrido sulfuroso resulta evidenciada por el experimento de E. Vallín, que vamos a relatar; pero también se saca del mismo experimento la conclusión de que la acción bactericida de este gas, aun sobre los gérmenes desecados, está en razón directa de la cantidad que del mismo se haya empleado.

E. Vallín trituró órganos tuberculosos de conejillos de Indias, tales como ganglios, pulmones e hígado y los emulsionó con agua esterilizada. Con este agua, verdadero jugo tuberculoso, embebió hojas de papel de filtro, que dejó secar al aire libre durante veinticuatro horas. Al día siguiente este papel, empapado de jugo tuberculoso, fué cortado a tiras de dimensiones iguales. Una de estas tiras, cualquiera de ellas, fué puesta a macerar en agua esterilizada y el líquido resultante de esta maceración fué inyectado en el peritoneo de conejillos de Indias, que se tubercularon, sin una sola excepción. Una parte de las tiras empapadas en jugo tuberculoso fué colgada de un hilo a dos metros de altura sobre el suelo, durante catorce horas, en un recinto cerrado herméticamente y en el que se había producido una atmósfera de anhídrido sulfuroso correspondiente a la combustión de 20 gramos de azufre por metro cúbico.

El resultado fué negativo puesto que las tiras resultaron virulentas todavía.

En vista de este resultado se repitió el experimento con las tiras que habían sobrado y se aumentó hasta 30 gramos el azufre quemado por metro cúbico.

El resultado, en este caso, fué concluyente, pues todas las tiras resultaron estériles al ser sembradas en el Laboratorio.

Esta cantidad de azufre corresponde a 60 gramos de anhídrido sulfuroso, o sea a la concentración de 2'5 por 100.

Con respecto a los microbios secos y mezclados con el polvo de las habitaciones, hay un experimento de Thoinot que no deja de

tener importancia para el conocimiento de la eficacia del anhídrido sulfuroso.

Thoinot expuso polvo de esputos tuberculosos a la acción del anhídrido sulfuroso, producido por la combustión de 60 gramos de azufre por metro cúbico, en un local bien cerrado, y al cabo de veinticuatro horas de exposición resultó estéril dicho polvo.

Esta dosis de 60 gramos de azufre representa una concentración de 12 por 100 de anhídrido sulfuroso y concuerda con otro experimento del mismo autor, relatado antes, sobre esterilización de cultivos en medios sólidos, de los bacilos Koch, Eberth, Loeffler, del muermo y Vibrión colérico.

En 1902 los doctores Calmette y Hautefeuille, hicieron una serie de experimentos a bordo del vapor *René*, utilizando el anhídrido sulfuroso generado por un aparato *Clayton*. Para sus experimentos emplearon tiras de franela empapadas con cultivos del bacilo de Eberth, bacilo de Peste y Vibrión colérico, mantenidas húmedas unas, y desecadas otras y metidas todas en tubos de vidrio cuyas extremidades abiertas, habían sido obturadas con algodón; algunos tubos contenían las bandas o tiras de franela sin envoltura alguna y en otros las bandas estaban metidas dentro de dobles envoltorios de papel de filtro o en saquitos de papel pegado con goma. Después de un contacto de dos horas, a partir del fin de la operación, que había durado otras dos horas, y a una concentración mínima de 8 por 100, equivalente a 219'2 gramos de anhídrido sulfuroso por metro cúbico de aire, todas las tiras impregnadas resultaron estériles.

Parece que hay gérmenes, como el Bacilo Subtilis, el B. Carbuncoso y algunas veces el B. Tífico y el B. Diftérico, que siguen viviendo a pesar de haber empleado concentraciones de 6 por 100, que corresponden a 164'4 gramos de anhídrido por metro cúbico.

Es posible que sea motivada por este hecho la disposición dictada, en 3 de febrero de 1908, por el Consejo Superior de Higiene pública de Francia en la que se ordena que en casos excepcionales, en los que además de la desratización se tenga que practicar la desinfección, las dosis deberán elevarse a 200 gramos de anhídrido sulfuroso por metro cúbico,

es decir, a una concentración de un 7'5 por 100 y que el contacto de los objetos contumaces con el gas deberá ser de doce horas como mínimo.

PODER TÓXICO DEL SO_2

La lucha contra la rabia trajo como consecuencia el exterminio de los perros vagabundos asfixiándolos con el gas del azufre, y en esta operación ha sido, tal vez, donde, con mayor eficacia, se ha demostrado el poder tóxico del anhídrido sulfuroso.

Otra de las enfermedades contra la que, también, ha tenido necesidad, el hombre, de establecer la lucha tenaz y encarnizada, es la peste bubónica: y siendo las ratas el vector de las pulgas portadoras del germen pestífero, contra unas y otras ha debido dirigir su actuación exterminadora valiéndose, principalmente, del anhídrido sulfuroso. En estos últimos años ha actuado este gas, en colaboración con el ácido cianhídrico gaseoso, que ha sido introducido en las prácticas de desinsectación y desratización recientemente.

Las instrucciones del Consejo superior de Higiene Pública de Francia de 1908, fijan como dosis útil para la desratización, 68'50 gramos de anhídrido sulfuroso por metro cúbico de local a desratizar, lo que corresponde a una concentración de 2'5 por 100; y dos horas de contacto a partir del final de la operación. Para llegar a esta concentración, los aparatos de combustión de azufre deberán quemar 34'25 gramos de este elemento y los de anhídrido sulfuroso líquido tendrán que proyectar, como es natural, los 68'50 gramos de SO_2 por metro cúbico.

El anhídrido sulfuroso es muy tóxico: a la

4

dosis de cuatro diez milésimas ($\frac{4}{10,000}$) ocasiona la disnea y produce la opacidad de la

córnea. Absorbido por la mucosa del árbol respiratorio penetra en la sangre y se transforma en ácido sulfúrico.

Por esto las ratas, obligadas a respirar una atmósfera de 1'5 por 100 de dicho anhídrido, mueren, en menos de dos minutos, las jóvenes; y, en menos de seis, las adultas; siendo

la causa de su muerte la asfixia y las hemorragias bronco pulmonares. Las que pueden vivir más de tres minutos en dicha atmósfera se vuelven ciegas por opacidad de la córnea.

Los animales que después de haber respirado durante uno o dos minutos una atmósfera con una concentración de un 1 por 100 de anhídrido sulfuroso son retirados de ella y puestos a respirar el aire libre, dejan de existir al cabo de un tiempo que varía entre algunas horas y tres días.

Los insectos son también muy sensibles a la acción del gas sulfuroso. Sometidos a su acción mueren a la concentración de 2'5 por 100 y con un contacto máximo de 20 minutos, los chinches, las pulgas, los piojos, las cucarachas, los mosquitos, las moscas, los gorgojos del trigo, las hormigas blancas, las larvas, los gusanos, las mariposas, las polillas, etcétera. También dejan de vivir los mohos y los hongos parásitos. Pero si la sulfuración de los locales se practica con aparatos que activen la circulación del gas, y, por lo tanto, el contacto de éste con los insectos, como ocurre empleando los aparatos Clayton, entonces el tiempo de contacto se acorta hasta diez minutos, y, aún, a cinco, en algunos casos. No obstante, en los locales muy sucios, en los que estén llenos de polvo, y en los que tengan grietas por donde se pueda escapar el gas, es conveniente aumentar la dosis a una concentración de 3'5 por 100, con el fin de asegurar un resultado eficaz.

El anhídrido sulfuroso ha sido acusado de ser poco insecticida, sobre todo por los que están interesados en que se empleen otros medios para destruir los insectos y las ratas. Nosotros podemos demostrar la falta de razón que les asiste a los que así desacreditan al anhídrido sulfuroso. Para ello nos valdremos, principalmente, de los experimentos que hemos realizado y que vamos a relatar, y también de los resultados positivos de una actuación de veinte años al frente de los servicios municipales de desinfección de Barcelona, sin emplear otro medio que el anhídrido sulfuroso para las desinsectaciones y las desratizaciones.

He aquí nuestros experimentos:

Teniendo noticia de que una casa de dormir, de esta ciudad, estaba parasitada, por ha-

berse dicho de ella y también cantado en una conocida zarzuela, «que es la casa donde hay más chinches», le hicimos rogar a su dueño que nos permitiese verificar algunos experimentos. Accedió gustoso y puso toda la casa a la disposición de la «Sanidad Municipal». Y habiéndonos señalado la habitación núm. 5, del primer piso, cuyas dimensiones son 3'15 metros de longitud, por 1'26 de ancho, por 3'20 de altura, con una capacidad de 12'700 metros cúbicos, nos trasladamos a dicha casa, con un equipo de desinfectores, el día 27 de marzo de 1928 y realizamos lo siguiente:

Después de convencernos de que estaba intensamente parasitada por chinches, que aun a plena luz diurna se les veía pulular, hicimos cazar por un dependiente de la casa media docena, que fueron metidos en un tubo de ensayo, de 20 m/m de diámetro por 20 centímetros de altura, que fué obturado con un tapón apretado de algodón hidrófilo y quedó depositado sobre un mueble, en el sitio más lejano de la puerta de la habitación, para que, en estas condiciones, sirviesen de testigo de la penetrabilidad y del poder tóxico del gas sulfuroso. Al mismo tiempo los desinfectores estaban obturando las grietas de las paredes, las juntas de éstas con los marcos de las puertas y ventanas y las rendijas de todas las maderas, con tiras de papel engrudado. Preparada así la habitación y cerrada su puerta de acceso, de un tubo de anhídrido sulfuroso líquido que teníamos montado sobre una báscula, en el pasillo, y cuyo agujero de salida tenía roscado un tubo de metal de cuatro milímetros de diámetro interior, que introdujimos por el ojo de la cerradura, dejamos fluir dentro de la habitación 2,000 gramos de anhídrido sulfuroso que, conocida la capacidad del local, resultó a una concentración de 5'5 por 100, o sea, 55 litros de gas, que equivalen a 157 gramos de anhídrido sulfuroso por metro cúbico.

Transcurridas 24 horas fué abierta la habitación y pudimos observar el suelo lleno de pellejos de chinches muertos. También los había en las telarañas de las paredes, en el forro de madera de un pequeño espejo, en la mesa, en la cama y en el somier; y de un colchón de borra de algodón que estaba cuajado de huevos, recogimos algunos vellones de

dicha borra y un trozo de tela del colchón y los guardamos en tubos de ensayo, que cerramos cuidadosamente con algodón hidrófilo, para saber si aquella cantidad de anhídrido había detenido la germinación de los huevos. El somier fué transportado a otra habitación y al sacudirlo contra el suelo dejó caer una lluvia de pellejos de chinches muertos.

También resultaron muertos los seis chinches contenidos en el tubo de ensayo, evidenciándose la penetrabilidad del gas a través del tapón.

Habitaba aquel cuarto un sujeto que tenía por norma *no matar*. Los libros que vimos sobre la mesa indican que era un místico fervoroso.

Hace tiempo que no permitía que persona alguna entrase en su habitación, ni aun para hacerle la cama, pues temía que la limpieza ahuyentase a sus compañeros y parásitos los chinches. Dicho sujeto creía que no deben sacrificarse animales y llevaba su altruismo hasta el punto de hacerles el sacrificio de su propia sangre.

Hace de esto veinte meses durante cuyo período han transcurrido sobradamente épocas calurosas propicias para la germinación espontánea de los huevos, sin que haya germinado ni uno solo de ellos, procedentes de la borra de algodón y guardados en los tubos citados. Los huevos tardan ocho días en dar nacimiento a larvas y éstas necesitan siete semanas, como mínimo, para llegar a insectos adultos. Se puede asegurar, por tanto, que a la dosis 157 gramos de anhídrido por metro cúbico quedan muertos los insectos adultos y pierden su poder germinativo los huevos.

Con el fin de afinar la dosis mínima de anhídrido sulfuroso por metro cúbico hicimos otro experimento en la habitación núm. 10 del primer piso de la misma casa, el día 16 de abril de 1928. Las dimensiones de dicha habitación son, longitud 2'35 metros, anchura 1'70, altura 3'20 con una capacidad de 12'784 metros cúbicos.

Después de habernos cerciorado de que contenía chinches vivos y de haber preparado la habitación por medio del calafateo de sus grietas y de todas sus rendijas y de haber cerrado puertas y ventanas, dejamos fluir 1200 gramos de anhídrido sulfuroso, de un tubo situa-

do en idénticas condiciones que el del experimento anterior.

Abierta la puerta, al cabo de 24 horas, sólo se ven pellejos de chinches muertos y también resultan muertos ocho chinches testigos que, dentro de un tubo de ensayo, tapado con algodón, habíamos depositado en el lugar más alejado de la puerta. Dos días después la dueña de la casa, que ya había hecho limpieza de la habitación, nos corrobora que no había hallado vivo un solo chinche.

Resulta, pues, que a 100 gramos de anhídrido por metro cúbico también mueren estos insectos. 100 gramos corresponden a 35 litros de anhídrido gaseoso por metro cúbico, o sea una concentración de 3'5 por 100.

Se ha dicho que cuando en un local hay muchos muebles o muchos insectos se debe aumentar la dosis del tóxico. Así resulta del experimento que vamos a relatar a continuación.

El dueño de otra casa de dormir, nos ha explicado el trabajo que le cuesta poder mantenerla en buenas condiciones de limpieza. Para ello debe tener y tiene sin ocupar, durante una semana, las habitaciones de uno de los cuatro pisos de la casa y durante este tiempo los limpia y de esta manera cada semana deja uno de los pisos de su casa en estado de aseo perfecto. Es claro que aquel aseo dura poco, pues sus huéspedes son, en general, desaseados y la mayor parte están parasitados permanentemente; sobre todo en invierno en que no se pueden lavar la única ropa que llevan puesta. La mayor parte de esos desdichados son golfos que viven del merodeo en los muelles del puerto, pequeños limpiabotas y ruleteros del barquillo.

En el terrado de esta casa ha instalado, su dueño, un servicio de desinsectación de ropas y, cuando es posible, desinsectiza, por el agua hirviendo, las de esos infelices, gratuitamente.

Para simplificar las operaciones de desinsectación de sus muebles, traslada todos los somiers a una sola habitación, que de este modo queda abarrotada de ellos; aprovechando esa coyuntura para hacer otro experimento, hicimos preparar la habitación núm. 5 del tercer piso, cuyas dimensiones son: longitud 2'45 metros, anchura 2'27, altura 2'50 con una capacidad de 14 metros cúbicos, y en ella fue-

ron estivados una docena de somiers procedentes de otras habitaciones.

Un dependiente de la casa cazó siete chinches vivos desalojándolos de las grietas de un somier con un palillo de los dientes, y los introdujo en un tubo de ensayo, que tapó con algodón y colocó en el lugar más apartado de la puerta de entrada.

De un tubo de anhídrido sulfuroso situado en idénticas condiciones que en los anteriores experimentos, dejamos fluir 1400 gramos de anhídrido. Al cabo de 24 horas se abrió la habitación y, con sorpresa, hallamos un chinche vivo en uno de los somiers, lo que nos demostró que la dosis de 100 gramos por metro cúbico había resultado insuficiente para los chinches alojados en las junturas de los somiers; pero no para los chinches testigos del tubo, que resultaron muertos.

En vista de este resultado negativo hicimos añadir otros dos somiers, positivamente parasitados, y se repitió la fumigación con 2100 gramos de anhídrido. Abierta la habitación al día siguiente y examinados cuidadosamente los somiers uno por uno, no se encontró un solo chinche vivo.

La conclusión de este experimento es la de que cuando un local se halla muy repleto de muebles se deberá aumentar la dosis del desinsectizante, que, en este caso, se ha tenido que emplear a razón de 150 gramos, o sea 55 litros por metro cúbico, lo que representa una concentración de 5'5 por 100.

Otro experimento realizado el día 26 de abril de 1928 con anhídrido sulfuroso líquido, en una habitación de la última casa citada, corroboró que los insectos de las camas mueren cuando aquel gas se encuentra mezclado con el aire a la concentración de 4 por 100, es decir, a una dosis de 40 litros por metro cúbico, equivalente a 109'6 gramos.

Hasta aquí habíamos podido operar en casas modestas, con paredes pintadas a la cola o blanqueadas con cal; pero no habíamos tenido ocasión de experimentar en viviendas empapeladas; esta ocasión se nos presentó el día primero de mayo de 1928, con la demanda de desinsectación de una casa de la Plaza de Trilla, barriada de Gracia, que tenía dos cuartos contiguos parasitados por chinches, con un cubo

total de 44 metros y cuyos parásitos anidaban debajo del papel de las paredes.

Como en los anteriores experimentos, situamos un tubo de ensayo con chinches, sobre una silla, en el punto más alejado de una de las puertas, y después de obturar con papel engrudado todas las rendijas, dejamos fluir anhídrido sulfuroso de un tubo, por el ojo de la cerradura, en cantidad de 4,400 gramos, que corresponden a una concentración de 4 por 100, aproximadamente. Abiertas las habitaciones, al día siguiente, pudimos comprobar que los chinches del tubo habían muerto, y los empapeladores que renovaron los papeles de la habitación, nos manifestaron dos días después que no habían hallado un solo insecto vivo.

Creemos que los experimentos detallados son suficientes para demostrar la eficacia desinsectizadora del anhídrido sulfuroso líquido y también para determinar su concentración mínima. Más adelante reseñaremos otros que hemos realizado para convencernos de que el anhídrido sulfuroso, en su forma líquida y en estado de sequedad, no oxida los metales, ni destruye los tejidos, ni modifica los colores de las telas. El único inconveniente que nos hace restringir, por ahora, el empleo de este compuesto de azufre, tan útil y a la vez tan fácil de manejar, es su coste. Nosotros lo empleamos en las prácticas de la Sanidad municipal de Barcelona siempre que debemos desinsectizar habitaciones que tengan metales o que estén decoradas y amuebladas con telas de colores delicados. En estos casos resulta al precio de veinte céntimos de peseta el metro cúbico solamente del gasto del anhídrido, ya que lo pagamos al precio de dos pesetas el kilogramo puesto en los almacenes del Instituto Municipal de Higiene.

* * *

Para la desinsectación de locales o de habitaciones no decoradas, empleamos el anhídrido sulfuroso resultante de quemar el azufre en hornos especiales, que después describiremos, o en conglomerados de azufre y nitrato sódico fundidos, a los que se da la forma de bujías.

En la antes mencionada casa de dormir, citada últimamente, practicamos la desinsecta-

ción de un cuarto, de 30 metros cúbicos, muy parasitado, quemando cuatro bujías de azufre nitrado, de 400 gramos cada una, el día 14 de mayo de 1928. Sobre una mesita dejamos un tubo con chinches y un frasco con cucarachas, tapado con una gasa de mallas claras. Al día siguiente resultaron muertos los chinches del tubo, las cucarachas del frasco y los chinches de los muebles.

La concentración del anhídrido sulfuroso fué, en este caso, algo inferior a un 4 por 100, ya que deducido el nitrato sódico añadido a las bujías para activar la combustión del azufre resulta, que de este último cuerpo, tenían, cada una, 375 gramos, y las cuatro juntas 1500 gramos, que se convirtieron en 3000 gramos de anhídrido, o en 1095 litros. Por lo tanto, la concentración ha sido de 36'60 litros por metro cúbico que corresponden a 3'60 por 100.

El día 29 de mayo de 1928 uno de los equipos del Instituto Municipal de Higiene procedió a verificar la desinsectación de un piso desalquilado de la calle de San Vicente, de esta ciudad, que estaba parasitado por chinches, por pulgas y por cucarachas. Se recogió polvo del suelo, en el que se veían saltar las pulgas, y se repartió entre cuatro tubos de ensayo. De éstos, dos se dejaron en una habitación y los otros dos los guardamos como testigos del poder pulicida del anhídrido sulfuroso. En otra habitación se depositaron un tubo con chinches y un frasco con cucarachas cazadas en la cocina.

En un horno «Dutch», situado dentro del piso, se quemaron 10 kilogramos de azufre en cilindros, que se quebrantaron previamente y a los que se añadió un kilogramo de nitrato sódico para avivar la combustión del azufre.

Al día siguiente se encontró el suelo lleno de cadáveres de cucarachas que habían adquirido un color rojizo; los chinches y las cucarachas encerradas en los tubos y en el frasco habían muerto; y en ninguno de los cuartos del piso se pudo hallar un solo insecto con vida. En cambio ésta, se desarrolló exhuberante en los tubos con polvo guardados como testigos de que el anhídrido sulfuroso no solamente mata las pulgas adultas y las larvas de las pulgas, sino que también deja inactivados sus huevos, ya que en los tubos con polvo del suelo, que sufrieron la acción del gas sul-

furoso, no se había desarrollado ninguno al cabo de un año.

La concentración del anhídrido sulfuroso obtenido, como hemos indicado, por combustión, fué de 3'5 por 100 teniendo en cuenta que el piso desinsectizado cubicaba 200 metros y que el azufre quemado pesaba 10 kilogramos.

Nos faltaba experimentar la acción del gas sulfuroso en una casa cuyas paredes fuesen empapeladas, y esta oportunidad se nos presentó el día 31 de mayo del mismo año en otro piso de la antes mencionada Plaza de Trilla, de una capacidad de 292 metros cúbicos, aproximadamente. Este piso, inhabitado, por haberlo abandonado la familia que lo tenía alquilado por no sentirse con valor para convivir con los parásitos, tenía las paredes cubiertas por tres capas de papel y en los espacios libres situados entre dichas capas o gruesos es donde se guarecían y anidaban los chinches. Esta circunstancia puso a prueba el poder penetrante del anhídrido sulfuroso que resultó victorioso de ella, ya que después de la desinsectación, no hallaron un solo insecto vivo los operarios empapeladores que arrancaron los papeles.

Dada la capacidad del piso que cubica 292 metros, creímos necesario situar dos hornos «Dutch» dentro del mismo, con 8 kilogramos de azufre y 800 gramos de nitrato sódico cada uno, lo que nos proporcionó 32000 gramos de anhídrido sulfuroso equivalentes a 11679 litros que representan 40 litros por metro cúbico, o sea una concentración de 4 por 100.

* * *

Antes de dar por terminado este capítulo sobre la toxicidad del gas del azufre, debemos manifestar que el hecho de haber tardado 24 horas en abrir los locales desinsectizados en todas las operaciones que acabamos de relatar, no modifica nuestra creencia de que le bastan pocos minutos al anhídrido sulfuroso para ocasionar la muerte a los insectos, porque aquella creencia se ha convertido en seguridad absoluta, de que la acción tóxica del gas sulfuroso es instantánea, después que hemos tenido ocasión de experimentar sus efectos sobre los parásitos de los lechos.

En una pequeña cámara, de forma cúbica, construída en madera en cuatro de sus caras y en vidrio en las dos restantes y cuyas dimensiones de 0'50 metros por lado le dan una capacidad de 125,000 centímetros cúbicos, introdujimos seis chinches vivos dentro de un tubo de los llamados de ensayo sostenido por una gradilla de laboratorio y obturado con tapón de algodón hidrófilo, con el fin de ver los efectos del anhídrido sulfuroso líquido sobre dichos insectos.

Enseguida dejamos fluir por un tubo de cobre, de seis milímetros de diámetro exterior, que por un extremo estaba roscado a un tubo de anhídrido sulfuroso líquido y por el extremo libre penetraba en la cámara antes descrita, a través del ojo de la cerradura de su puerta, una cantidad de dicho anhídrido, equivalente a 12'5 gramos. Así que hubo entrado éste, que transformado en gas ocupa un volumen de 4562'5 centímetros cúbicos y representa una concentración de 3'65 por 100, tres insectos, que se habían fijado en las fibras de la cara inferior del tapón, se dejaron caer al fondo del tubo. Inmediatamente todos dieron señales de agitación, después quedaron inmóviles, enseguida se tumbaron sobre el dorso, agitaron las patitas por algunos momentos y por fin quedaron paralizados. Habían transcurrido tres minutos desde que cerramos el grifo de inyección del anhídrido hasta que observamos las postreras convulsiones de los insectos.

Si tuviésemos que actuar de acuerdo con este resultado, las operaciones de desinsectización durarían, aproximadamente, una hora, contando en este tiempo el que se debe emplear en la preparación del local; pero debemos tener en cuenta que no es solamente para matar los insectos perfectos por lo que desinsectizamos, sino que, además nos proponemos, con estas operaciones, evitar el desarrollo de las larvas y conseguir que los huevos queden inactivados, o sea, ineptos para la germinación. Para lograr estos tres objetivos, es por lo que debemos prolongar el tiempo de contacto del gas con los parásitos, mucho más allá del que hemos determinado en el experimento últimamente reseñado. Y si tenemos en cuenta que el anhídrido sulfuroso, en la práctica de las desinsectizaciones, desaparece de

los locales mejor cerrados con rapidez inexplicable, en términos de que al cabo de una hora de haber introducido, en un recinto, una cantidad de anhídrido, representada por una concentración de 18 por 100, queda esta concentración reducida a un 4 y al cabo de tres horas a un 1'8 por 100, deduciremos que la acción tóxica del anhídrido sulfuroso se ejerce sobre la vida durante los momentos en que ésta es incompatible con la concentración del gas. Por lo tanto, todo efecto tóxico-mortal que no se haya logrado durante la primera hora ya no se logrará después, sea cual fuere el tiempo que se tarde en ventilar.

ACCIÓN DEL $S O_2$ SOBRE OTRAS SUSTANCIAS

Nunca hemos tenido motivo de queja por haber ejercido acción deteriorante sobre la decoración de las habitaciones el anhídrido sulfuroso líquido; ni tampoco se nos ha dicho que haya modificado, en alguna ocasión, los colores de los papeles; pero habiéndosenos hecho objeciones en contra del empleo de este anhídrido por estimar, el objetante, que su uso podría modificar el color de las telas, hemos determinado recurrir a la experimentación con el fin de que sea el resultado que ésta dé, el que nos anime para persistir en su uso, o el que nos haga decidir a substituirlo por otro medio que sea inócuo para la decoración.

Para ello nos hemos procurado 120 tiras o bandas, de seda, de lana y de algodón de diferentes colores y matices y las hemos hecho prender de un aro que, para estos menesteres, tiene la cámara de gases del Centro de desinfección de la calle de Lull, de esta ciudad, cuya cámara es de forma cilíndrica y está coronada por un casquete de esfera, siendo su capacidad de 10 metros cúbicos. Hecho el cierre hermético de sus puertas de hierro contra los marcos del mismo metal, por medio de bandas de caucho, se ha hecho fluir, dentro de la cámara, la cantidad de 1,000 gramos de anhídrido sulfuroso líquido, medido con el sulfómetro de Pacottet.

Abierta la cámara al día siguiente y sacadas de ella las tiras, hemos podido comprobar que no habían sufrido la más leve modificación los

tejidos, ni la más insignificante alteración o cambio los colores al confrontar dichas tiras con trozos testigos que se habían separado de las mismas, con anterioridad.

Tampoco habían experimentado cambio ni modificación los objetos de metales pulidos, que metimos en la cámara al mismo tiempo que los tejidos.

Este resultado está de acuerdo con el que obtuvo el doctor Duriau, abordo del vapor *René*, sobre 338 muestras de diversos tejidos, cuyas muestras fueron concentradas en siete paquetes, que reunió debajo de un envoltorio de tela formando un solo bulto. Este fué sometido a la acción del gas del azufre durante dos horas y media, a una concentración que varió entre 7 y 12 por 100; pero no fué sacado de la cala del vapor hasta pasados seis días y entonces se pudo observar que ninguna de las muestras había sufrido la menor alteración, ni aun las de colores más delicados, a pesar de que el papel azul de tornasol colocado en el centro de la bala o bulto había enrojecido.

Teniendo en consideración que el anhídrido empleado procedía de azufre quemado en un aparato Clayton, que, como ya hemos dicho en otro lugar, produce trazas de anhídrido sulfúrico mezcladas con el gas sulfuroso, el doctor Duriau, cree, que el envoltorio del bulto, sea de tela o de papel, desempeña la misión de un filtro que retiene el anhídrido sulfúrico, más nocivo que el gas sulfuroso.

Nosotros no podemos aceptar esta explicación del doctor Duriau, porque operando en habitaciones cuyas paredes estaban tapizadas con papeles pintados de diversos colores, con el anhídrido sulfuroso procedente de quemar el azufre dentro de dichas habitaciones o pisos, hemos podido observar que ni los papeles, ni los colores, han sufrido la más insignificante modificación, a pesar de que no estaban tapados con telas o con papeles.

En cambio, operando en otra vivienda insectizada por cucarachas, con el anhídrido de igual procedencia, encontramos destrozada una tohalla olvidada en un lavabo, en la parte que estaba humedecida, e inutilizada la válvula de desagüe, que también estaba humedecida, por haberse formado ácido sulfúrico en uno y otro caso, gracias a la humedad.

Por lo tanto: si en el experimento de Du-

riau no se alteraron los tejidos ni se modificaron los colores fué porque en el local no había agua, no por efecto del envoltorio de los paquetes.

TÉCNICA GENERAL DE LA SULFURACIÓN

Por los hechos que acabamos de relatar resulta demostrada experimentalmente nuestra afirmación de que el anhídrido sulfuroso líquido, que es lo mismo que decir puro, actuando en un medio seco, no ocasiona jamás deterioros ni modificaciones en los muebles, en las telas, en los colores, ni en los metales y que, por lo mismo, podremos usarlo sin reservas ni temores en la desinsectización de habitaciones bien amuebladas y lujosamente decoradas.

En cambio, el anhídrido sulfuroso-sulfúrico, generado quemando el azufre, deberemos utilizarlo en locales que no sean de vivienda; que en los casos en que el aparato generador del gas esté en el interior de los locales se deberá atender al peligro de ocasionar incendios, ya que el anhídrido sulfuroso si bien apaga el fuego, esto ocurre cuando su concentración llega al 5 por 100; y que siempre que se deba operar con este anhídrido en recintos amueblados, se deberán sacar los relojes, los aparatos telefónicos, las máquinas de escribir y cuantos objetos metálicos o con metales haya en ellos, y embadurnar con grasa los metales que no sea posible extraer.

Con el fin de que los vestidos y las ropas sean ampliamente expuestos a la acción de los vapores sulfurosos, será conveniente suspenderlos de colgadores debidamente separados unos de otros para no estorbar la penetración del gas.

En los locales muy repletos de mercancías se deberán dejar callejones o pasos entre ellas para que el anhídrido pueda envolverlas y penetrarlas.

Siendo el anhídrido sulfuroso un gas irrespirable se deberán colocar carteles avisándolo.

Si los desinfectores hubiesen de entrar en los locales llenos de anhídrido sulfuroso será necesario proveerles de caretas de respiración autónoma que les permita respirar en un medio aislado bien oxigenado.

Cuando la operación esté terminada, se de-

berán abrir ampliamente las puertas y las ventanas a fin de lograr una ventilación eficaz. En este momento el jefe del equipo desinsectizador deberá recordar que, siendo el gas sulfuroso más pesado que el aire, al vaciarse aquél de la sala desinsectizada correrá al ras del pavimento donde alcanzará su mayor densidad, por lo que deberá impedir que persona alguna se tienda o se siente en el suelo y también que pululen por los alrededores los animales domésticos de pequeña talla como perros, gatos, conejos, gallinas, palomas, etcétera, etc., porque caerían intoxicados y morirían bien presto, si no fuesen auxiliados. Nosotros hemos visto morir un gato al intentar atravesar un pasadizo donde se estaba vaciando el anhídrido sobrante de una habitación desinsectizada.

Al preparar las habitaciones o locales para ser desinsectizados, será conveniente no pasar la falleba de algunas ventanas que serán cerradas simplemente con bandas de papel engrudado; y a la falleba se le atará un cordel que se hará pasar por el ojo de la cerradura de la puerta. Así bastará tirar de ese cordel para abrir la ventana, al ventilar, sin tener que penetrar en el local.

Teniendo en cuenta que los objetos sulfurados despiden, alguna vez, un olor nauseabundo, sobre todo cuando la desinsectización se ha practicado con anhídrido procedente de quemar el azufre, será conveniente desodorizar haciendo evaporar medio litro de solución saturada de amoníaco por cada 25 metros cúbicos de local, valiéndose para ello, de un aparato formógeno e inyectando el gas amoníaco desde fuera del local.

El amoníaco tiene la propiedad de neutralizar los ácidos sulfuroso y sulfúrico que se pudiesen haber formado y evitar así la continuación de sus perniciosos efectos sobre los objetos.

Los tejidos que hubiesen sufrido eventualmente la sulfuración no deben pasar a las estufas de desinfección sin haber sido ampliamente lavados antes.

PRÁCTICA DE LA SULFURACIÓN

La sulfuración puede realizarse de los siguientes modos:

- a) Por la combustión del azufre en el interior de los locales.
- b) Quemando el azufre fuera e inyectándolo en ellos.
- c) Por la combustión del sulfuro de carbono en los locales.
- d) Empleando el anhídrido sulfuroso líquido.

a) *Combustión del azufre en el interior de los locales*

El primer procedimiento es el más sencillo y también es el más económico para producir anhídrido sulfuroso. Para ello se coloca el azufre dentro de un recipiente cualquiera y se le prende fuego por medio de un cuerpo que esté en ignición.

Este medio tan primitivo, es el que se emplea en el campo para desinsectizar y desratizar cuadras, establos, porquerizas, corrales y almacenes y también se usa en los poblados en que los ayuntamientos no tienen establecidos los servicios de desinfección.

A propósito, no hemos dicho «desinfectar», sino desinsectizar, porque para realizar la desinfección de una manera eficaz, se necesita una concentración de un 8 por 100 de anhídrido sulfuroso, lo que representa quemar 110 gramos de azufre por metro cúbico, cosa que no sería posible empleando este procedimiento porque la combustión ya se hubiera detenido al llegar la concentración a un 5 por 100, o sea cuando se hubiesen consumido 68'5 gramos de azufre por dicha unidad de volumen.

Para obviar este inconveniente hemos recurrido al artificio de emplear el azufre fundido en cilindros, que se quebrantan, previamente, en pequeños fragmentos, con el fin de que presenten mayor superficie al ataque del oxígeno del aire; de rociarlo con abundante cantidad de alcohol desnaturalizado; y de mezclarlo con nitrato sódico en la proporción de 10 gramos por 100, con lo que conseguimos quemar cantidades que alcanzan a 100 gramos por metro cúbico.

Para evitar los riesgos de producir incendios antes de que la concentración alcance un 5 por 100, empleamos unos quemadores de azufre al estilo de los llamados hornos «Dutch», que

tienen una capacidad para 15 kilogramos de azufre y son suficientes cada uno de ellos para desinsectizar un local de 300 metros cúbicos, toda vez que pueden producir 30.000 gramos de anhídrido sulfuroso de una sola vez y, según nuestros experimentos, son necesarios 100 gramos para dejar libre de insectos el espacio de un metro cúbico.

Consiste el quemador, en un gran recipiente de forma de casquete de esfera, que está situado dentro de una cubeta de fondo plano, cuya cubeta tiene suficiente capacidad para poder dejar un anillo de diez centímetros alrededor del quemador. La cubeta sirve para contener agua a fin de evitar incendios en el caso de que se derramase azufre fundido. (Fig. 2).



Figura 2.
Quemador de azufre estilo «Dutch».

- 1) Recipiente contenedor del azufre.
- 2) Azufre fundido en fragmentos de cilindro.
- 3) Fondo para contener agua.
- 4) Cubeta protectora de los incendios.

Otro quemador de azufre es el aparato «Tocicidant», que, al igual que el anterior, puede quemar 100 gramos de azufre, por metro cúbico, en cuarenta minutos, si se le añade nitrato sódico u otro polvo oxidante.

Este aparato tiene la forma cilíndrica y se divide en dos partes. La inferior reposa sobre un plato metálico para aislarlo del suelo y

consta de tres estantes superpuestos que tienen un orificio central provisto de una chimenea de aereación y, además, presentan, en su superficie externa, varios agujeros para facilitar el acceso del aire.

La parte superior del aparato, que sirve para dar mayor altura a la chimenea, contiene un reservorio para el agua en los casos en que se desee una sulfuración húmeda, o bien para formol cuando se quiera practicar una formaldehidización.

Con uno sólo de esos aparatos, que son manuales, pues no tienen más de 0'60 m. de altura por 0'40 de diámetro y pesan solamente 15 kilogramos, se puede desinsectizar un local de 80 metros cúbicos.

Conglomerados de azufre

En los primeros tiempos del Instituto de Higiene Urbana, de Barcelona, el doctor don Luis Comenge, que fué su primer director, empleaba para la desinfección gaseosa el anhídrido sulfuroso, que producía quemando el azufre fundido con sulfuro de mercurio y nitrato sódico, en unos platillos de forma estriada, troquelados en hoja de lata, de unos cien gramos de capacidad, a los que daba el nombre de *Viñetas* por denominarse «Centro de la Viñeta» la estación de desinfección donde se fabricaban aquéllos, cuya estación estaba situada en la barriada de Hostafranchs, de esta ciudad.

En el comercio se encuentran conglomerados de azufre con diversas sustancias bajo diferentes denominaciones; pero los que han sido objeto de mayor favor por parte de los encargados de las desinfecciones, sobre todo en el extranjero, son las llamadas bujías «Gloria Schloesing» de 20 centímetros de largo por un grueso que varía entre 25 y 35 milímetros y cuyo peso, también variable, oscila entre 150 y 250 gramos, según sea su grueso.

La composición de dichas bujías es, aproximadamente de 95 por 100 de azufre conglomerado con unas mezclas de borra vegetal y almidón, cuya mezcla permite al oxígeno del aire penetrar la masa del azufre en ignición; de aquí su combustión rápida y regular.

Las bujías, de 250 gramos se queman en el aire libre en 15 minutos, y el residuo de la

combustión queda adherido a un alambre que las atraviesa en el sentido de su longitud y termina por un gancho en uno de sus extremos y por una anilla en el otro. De esta suerte pueden colgarse del techo unas a modo de cadenas de bujías, lo que permite al anhídrido sulfuroso, repartirse mejor por el local y en cantidad eficaz.

La experiencia ha enseñado que con el uso de estas bujías se pueden quemar 50 gramos de azufre por metro cúbico, sin producción de anhídrido sulfúrico, en espacios cerrados herméticamente.

Nosotros empleamos en los servicios municipales de desinsectación y desratización de Barcelona, unas bujías formadas por un conglomerado de azufre al 80 por 100, nitrato sódico al 10 por 100 y polvo de carbón vegetal también al 10 por 100. Están contenidas en un recipiente de hoja de lata para evitar que se manche el pavimento y pesan, cada una, 1000 gramos, lo que representa la formación de 2000 de anhídrido sulfuroso mezclado al anhídrido carbónico.

Si tenemos en cuenta que son necesarios 100 gramos del primero de esos anhídridos para desinsectizar o desratizar un metro cúbico, se comprenderá con cuánta facilidad podemos dejar libre de insectos o de ratones, locales de enésima capacidad con sólo producir en ellos la combustión de las bujías que convenga.

b) Combustión del azufre fuera de los locales

Tanto para evitar de una manera absoluta los peligros de incendio como para poder asegurar una mayor concentración de anhídrido sulfuroso y hacer práctica y eficaz la sulfurización, no solamente en locales cerrados sino también en cloacas, albañales y demás conductos donde, algunas veces, anidan las ratas y pupulan los insectos, es por lo que se ha estudiado la construcción de máquinas provistas de elementos para inyectar, donde convenga, el anhídrido sulfuroso generado desde fuera de los recintos que se hayan de tratar. Son los más usados los siguientes:

El horno de azufre.

El aparato Geneste Herscher.

Los aparatos Clayton.

El horno de azufre consiste, fundamentalmente, en una cámara construida en hierro en la que, sobre su emparrillado, también de hierro, son colocados los cilindros de azufre para ser quemados después de rociarlos con una cantidad prudencial de alcohol.

A uno y otro lado de la puerta de entrada del horno hay un orificio de unos ocho centímetros de diámetro, provisto de un obturador circular para poder regular la entrada del aire.

El anhídrido sulfuroso sale por un tubo situado en la cara superior del aparato, y es inyectado en el local que se desee tratar por medio de un ventilador.

Este aparato tiene el inconveniente de que una parte del azufre destila y pasa a los tubos donde se sublima, se adhiere a sus paredes y a la larga los obstruye.

El aparato Geneste-Herschel consiste en un gran recipiente de plancha de hierro montado sobre pies también de hierro, tapado herméticamente por una cubierta afianzada por tornillos y unido por un tubo de caucho, a un ventilador movido a mano, cuyo ventilador está sostenido por un trípode.

Dentro de dicho recipiente hay otro, también de forma cilíndrica, que está provisto de varias líneas de agujeros y contiene, en su interior, un gran plato de fundición de forma de casquete de esfera, con estrías en su cara externa que le dan alguna semejanza a las valvas de ciertas almejas.

Este último recipiente sirve para contener el azufre en cantidad, aproximadamente, de unos 12 kilogramos. Los gases generados salen por un orificio de diez centímetros de diámetro al que se puede juntar una tubería por medio de platinas.

Una pequeña puerta lateral subviene a las necesidades de la carga de azufre durante las operaciones en curso y dos ventanillas, protegidas por lámina de mica, permiten vigilar la marcha de la operación.

El aparato está completado por una puerta extensible formada por planchas de hierro que pueden resbalar entre sí. Una de estas planchas tiene un orificio de diez centímetros de diámetro, cuyo orificio está conectado con el aparato por medio de un tubo rígido, de unos 50 centímetros, con platinas en ambos extre-

mos. Por este medio, tan complicado, se lleva a los locales el anhídrido producido por el horno.

Con el aparato, que pesa en su totalidad 100 kilogramos, se entrega una carretilla para transportarlo. Teniendo en cuenta las dificultades que, en la práctica, presenta la instalación de la puerta extensible, el autor de este trabajo ha modificado el aparato suprimiendo dicha puerta y el tubo rígido que la une al orificio de la salida del gas; y lo ha substituído por una tubería flexible, de anillos de plancha de hierro, que por un extremo está conectada con el aparato y por el otro termina en un grifo en forma de pala que puede ser introducida por debajo de todas las puertas sin necesidad de tener que perforarlas. (Fig. 3).

Para hacer funcionar el aparato se carga el gran plato de fundición con fragmentos de cilindros de azufre, que se deben rociar con un poco de alcohol desnaturalizado, y después de iniciada la combustión y de haber obturado herméticamente el primer recipiente, se hace funcionar el ventilador, lentamente al principio, y rápidamente después, hasta que esté consumido todo el azufre, lo que se puede ver por las ventanas con mica de que se ha hecho mención.

Entonces se retira todo el aparato y se deja el local cerrado durante cuatro horas.

Los aparatos Clayton, como todos los hornos de quemar azufre en espacio cerrado, generan el anhídrido sulfuroso mezclado con trazas de anhídrido sulfúrico. De aquí las espesas humaredas blancas producidas por esta clase de aparatos; en cambio el anhídrido sulfuroso, procedente de los tubos que lo contienen en estado líquido, es perfectamente incoloro y diáfano.

El sistema Clayton fué empleado por primera vez, en Nueva Orleans, en el año 1892 y, desde entonces, ha marcado un progreso notable sobre los métodos anteriores por causa de poderse llegar con él a concentraciones de 15 y de 16 por 100.

El sulfurador Clayton comprende un horno o generador, de dimensiones variables según el tipo del aparato, dentro del que se verifica la combustión del azufre y se desarrolla

en su interior una temperatura que llega de 600 a 700 grados Celsius.

Dentro del horno hay, además del emparillado, dos diafragmas que sirven para hacerle

tamaño del sulfurador, y le envía dentro del local que se está tratando, por medio de una tubería cuyo primer tramo, de unos cuatro metros de longitud, es de acero flexible, esta-

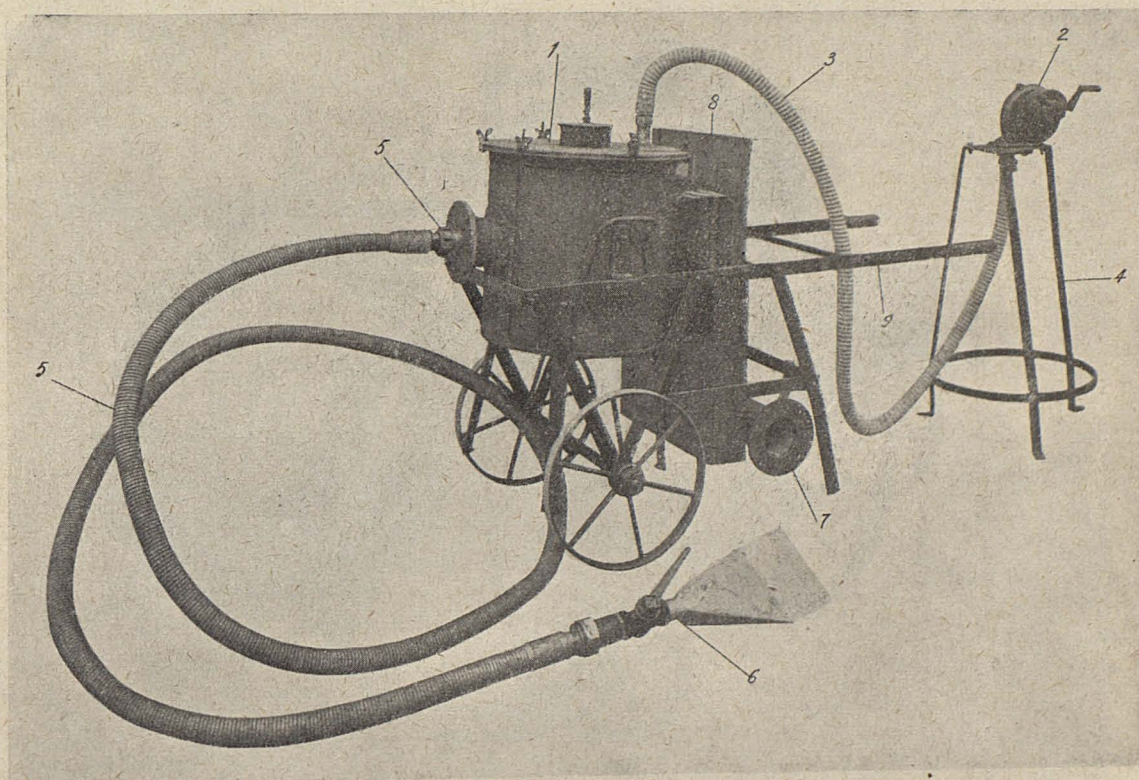


Figura 3.
Sulfurador Geneste-Herschel modificado,
por el Dr. Claramunt.

- 1) Horno para quemar el azufre.
- 2) Ventilador de fragua para activar la combustión del azufre e impulsar el anhídrido a los locales.
- 3) Tubo conductor del aire al horno.
- 4) Trípode que sostiene el ventilador por medio de dos patinas.
- 5) Tubo de conducción del gas a los locales (modificación del Dr. Claramunt).

- 6) Grifo-pala para poder inyectar el gas a los locales por debajo de las puertas (modificación del Doctor Claramunt).
- 7) Tubo para la conducción del gas a los locales a través del bastidor extensible.
- 8) Bastidor extensible, plegado.
- 9) Carretilla para el traslado del sulfurador.

seguir al gas, a su salida, un camino laberíntico con el fin de que no arrastre partículas de azufre incandescentes o sin quemar.

El anhídrido sulfuroso, después que ha sido generado, pasa por un refrigerante de aletas, que está situado debajo del horno, y, después, por otros refrigerantes. De este modo refrescado, es absorbido por un ventilador movido a mano o accionado mecánicamente, según sea el

ñado. El resto de la tubería es de goma y termina en un grifo con pala a fin de que pueda ser introducida debajo de las puertas.

Otro tubería, que arranca de la parte alta del local, conduce el aire de la habitación, mezclado con anhídrido, al horno por un orificio que tiene en la cara superior, y el movimiento de esta mezcla se obtiene gracias a la aspiración del ventilador, que produce un va-

cío en el local. De esta manera se establece un circuito cerrado desde el horno a la habitación y desde ésta al horno por el que circula el ai-

unos 15 kilogramos de azufre, mientras que en los generadores de los grandes modelos, movidos mecánicamente, se pueden alojar has-

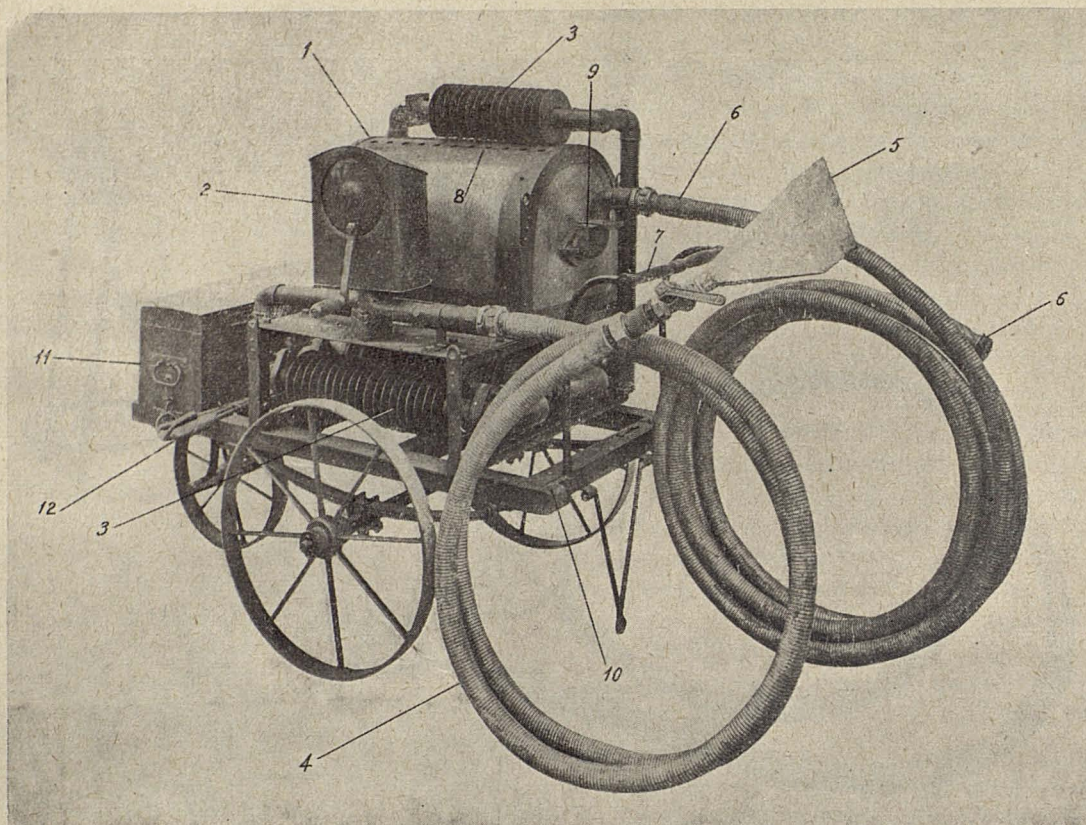


Figura 4.

Aparato «Clayton» para la producción del anhídrido sulfuroso, visto por la izquierda.

- | | |
|---|--|
| 1) Horno para quemar el azufre. | 7) Apoyamanos para la conducción del aparato. |
| 2) Ventilador de fragua para activar la combustión del azufre y la circulación del gas. | 8) Camisa envoltora del horno para evitar quemaduras. |
| 3) Tubos de aletas para la refrigeración del gas a la salida del horno. | 9) Válvula de guillotina para regular la entrada de la mezcla de aire y gas. |
| 4) Tubo de conducción del gas a los locales. | 10) «Chasis» sobre el que descansa el aparato. |
| 5) Grifo en forma de pala para poder ser introducido por debajo de las puertas. | 11) Caja para útiles. |
| 6) Tubo de retorno de la mezcla de gas y aire desde el local al horno. | 12) Instrumentos para el cuidado del horno. |

re cada vez con mayor concentración de anhídrido sulfuroso.

Un orificio obturable a voluntad por medio de un cierre de guillotina, permite el acceso del aire exterior al horno cuando el del local que se está tratando, por tener demasiada concentración, resulta inhábil para la combustión.

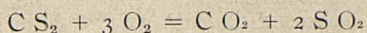
En el horno de los aparatos pequeños caben

ta 50 kilogramos de azufre repartido por mitad sobre el emparillado y mitad debajo del mismo. (Figs. 4 y 5).

c) Combustión del sulfuro de carbono

Quemando sulfuro de carbono en el aire se

produce anhídrido sulfuroso según la siguiente reacción :



Esta combustión se puede realizar por medio del aparato Ckiandi que consiste en un

tubo central y se derrama dentro del segundo recipiente la cantidad de sulfuro de carbono que se cree necesario para la operación. Después se llena de agua el gran reservorio exterior hasta que enrase con uno u otro de los puntos de referencia marcados en el cuello de dicho reservorio, según que se desee obtener

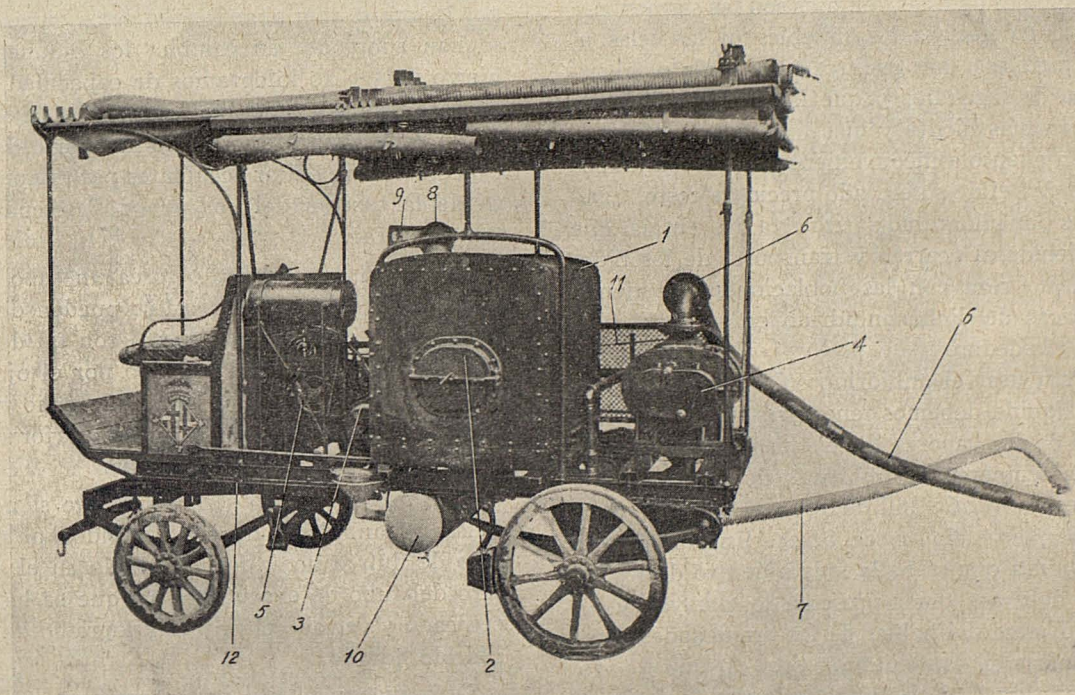


Figura 5.
Sulfurador «Vasaco» (estilo Clayton).

- 1) Horno para quemar el azufre.
- 2) Entrada del horno.
- 3) Tubo del anhídrido sulfuroso a su salida del horno.
- 4) Ventilador para la circulación del anhídrido sulfuroso.
- 5) Motor de bencina para accionar el ventilador.
- 6) Tubo inyector del anhídrido a los locales.

- 7) Tubo de retorno al horno de la mezcla de aire y anhídrido desde los locales.
- 8) Entrada del aire al horno.
- 9) Válvula de guillotina para regular la entrada de aire.
- 10) Depósito de agua para la refrigeración del motor.
- 11) Correa de transmisión de la fuerza al ventilador.
- 12) «Chasis» del aparato.

gran recipiente que contiene a otro que se encuentra comunicado con el primero por medio de tres sifones.

Un tubo situado en la parte central del recipiente segundo tiene una mecha o torcida y una pequeña chimenea que reposa sobre el cuello de dicho recipiente por medio de un ligero trípode. Este sistema tiene por objeto el papel de activador de la combustión.

Para hacer uso de este aparato se levanta el

una presión mayor o menor sobre el sulfuro de carbono y hacer variar de esta manera la actividad de su combustión.

Debemos recordar que 76 gramos de sulfuro de carbono corresponden a 64 gramos de azufre y a 128 de anhídrido sulfuroso.

Este aparato es cómodo ; pero la manipulación y la conservación del sulfuro de carbono, tan inflamable, son muy peligrosas.

d) *Anhídrido sulfuroso líquido*

En los capítulos precedentes hemos expuesto las ventajas que ofrece el empleo del anhídrido sulfuroso líquido sobre el del anhídrido producido por combustión directa del azufre, para las prácticas de desinsectación. Aun a trueque de repetir conceptos diremos que las principales de estas ventajas son las siguientes: que no deteriora los muebles ni las telas ni los metales; que excluye, en absoluto, el peligro de incendios y que las sulfuraciones resultan más fáciles y más limpias.

En cuanto a inconvenientes no le conocemos otro que el de su elevado precio de coste, 2 pesetas por kilogramo; pero esta desventaja, que es debida al acarreo y transporte de los bidones, no reza con las poblaciones que tienen fábricas de dicho anhídrido en su seno o en sus alrededores.

Para usar el anhídrido sulfuroso en su forma líquida debemos tener presente que la tensión de sus vapores crece a medida que aumenta la temperatura ambiente, de manera que a 0° es de 1.165 milímetros; a $+ 20^{\circ}$ es de 2.462; a $+ 60^{\circ}$ es de 8.124. En cuanto a la presión a que se halla sujeto dentro de los tubos debemos tener presente lo que ya hemos manifestado al hablar de las propiedades físico químicas de este cuerpo; esto es, que a -10° su presión está contrarrestada por la de la atmósfera y que por lo tanto, se puede formular la siguiente escala en la que P representa la presión:

$$\begin{array}{rcl} - 10^{\circ} P & = & 1 \text{ atmósfera.} \\ (-+) 0^{\circ} P & = & 1'53 \\ + 20^{\circ} P & = & 3'24 \\ + 40^{\circ} P & = & 6'15 \\ + 60^{\circ} P & = & 10'69 \end{array}$$

El anhídrido sulfuroso líquido lo presenta el comercio dentro de tubos o bidones de acero o de hierro fundido y también dentro de pequeños recipientes de estaño, de hoja de lata o de vidrio grueso, como los sifones de aguas carbónicas y todos estos envases tienen en su parte superior un grifo para dar salida al líquido.

Cuando la habitación o local que se desea desinsectar es de una capacidad correspon-

diente a la cabida del bidón, basta con situar éste dentro de aquélla y abrir el grifo colocando previamente el recipiente con la base inclinada hacia arriba para ayudar la evacuación del líquido.

Claro está que el empleo de los sifones de vidrio está expuesto a roturas y el de los bidones de estaño o de hoja de lata a reventones, por lo que se han abandonado estos envases y se han adoptado, en cambio, los bidones de hierro de 5 y 10 kilogramos de capacidad que no se llenan del todo sino que se les deja sin llenar una cámara de una quinta parte de su capacidad para evitar accidentes por el aumento de la tensión del gas cuando asciende la temperatura.

Para su uso se adapta o rosca un tubo delgado al grifo de salida y así se pueden desinsectar los locales desde fuera, con tal de introducir la punta libre del tubo por el ojo de la cerradura o por un agujero, de ocho milímetros de diámetro, que se puede perforar fácilmente en una puerta o tabique.

Este procedimiento sería excelente si no se helase el anhídrido dentro del bidón al poco rato de fluir o no se formase hielo en el agujero del tubo de evacuación así que se ha gaseificado y vaciado el primer kilogramo de anhídrido líquido.

Otro inconveniente para practicar sulfuraciones con el anhídrido líquido, es el de la mensuración, puesto que los contadores corrientes de gases no pueden servir para este objeto.

Por este motivo se ideó el aparato «Sanito», en el que sobre una plataforma movable, por medio de tres ruedas, hay un ventilador, accionado a mano, que envía el aire exterior a un depósito cilíndrico que se encuentra situado en la misma plataforma y cuyo depósito está calentado por una lámpara «Primus». El aire recalentado sale del depósito por un conducto que va hasta el local que se esté tratando. A este conducto se anastomosa un tubo que trae el anhídrido sulfuroso líquido desde un bidón que se encuentra suspendido de uno de los ganchos de un dinamómetro que, a su vez, lo está, por el otro gancho, del eje de la rueda que mueve el ventilador de que antes se ha

hecho mención. Para facilitar la salida del líquido se halla el bidón inclinado, con el grifo de salida más bajo que la base. De esta manera el anhídrido líquido, al encontrar la corriente de aire caliente dentro del conducto, se gaseifica y cumple su misión dentro del local. Por otra parte el operador puede saber en todo momento la cantidad de anhídrido empleado, lo cual nos autoriza para elogiar en justicia, la concepción, desarrollo y presentación del aparato «Sanito».

Para alcanzar los mismos fines prácticos hemos ideado un aparato que denominamos «Termo-sulfitógrafo», que hemos ensayado con éxito en las prácticas municipales de desinsectización de Barcelona.

Consiste, fundamentalmente, en una caldera o baño maría para poderle proporcionar al anhídrido sulfuroso líquido el calor que necesita para su gaseificación, estando el bidón metido dentro de la caldera. A ésta le da sostenimiento un armazón triangular de hierro, con ruedas de goma y también presta apoyo, este trípode, a una pequeña báscula capaz para un peso máximo de 100 kilogramos. Por medio de un eje roscado puede, el baño, descansar sobre la báscula con el fin de conocer el anhídrido gastado en cada operación. Una potente lámpara de esencia de petróleo, sostenida por el mismo armazón, proporciona el calor necesario para elevar hasta 30° C la temperatura del agua del baño, cuya temperatura es acusada por un termómetro que está situado cerca del borde de la caldera.

No se debe encender la lámpara sin abrir antes el grifo de salida del anhídrido sulfuroso y así el grifo, actuará como válvula de seguridad. Cuando la temperatura del baño alcance los 30° C, bastarán pocos minutos para verter dentro del local la cantidad necesaria de anhídrido líquido gaseificado, que conceptuemos necesario para hacer una desinsectización eficaz, cuya cantidad de gas será conducida dentro del local por un tubo que se introducirá por un extremo en el ojo de la cerradura de la puerta del local, mientras que el otro extremo estará roscado al grifo de salida del bidón (Fig. 6).

Otro aparato muy empleado en enología, donde el anhídrido sulfuroso líquido es tan in-

dispensable que sin él sería poco menos que imposible la industria del vino, es el sulfitómetro de Pacottet (Fig. 7).

Consiste en una gran probeta, de mil gramos de capacidad, montada sobre una base de bronce, que tiene tres grifos de gran pre-

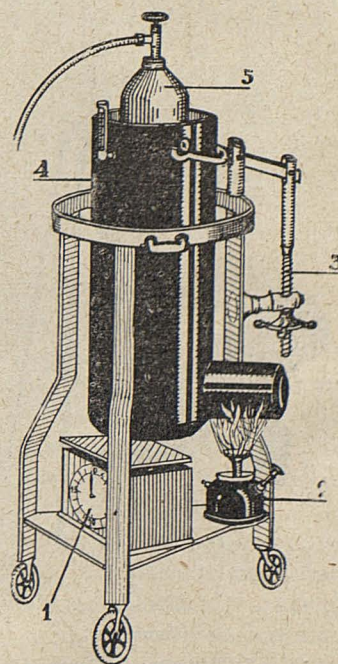


Figura 6.
Termo-sulfitógrafo del Dr. Claramunt.

- 1) Báscula para evaluar el gasto de anhídrido sulfuroso.
- 2) Hornillo para calentar el baño-maría.
- 3) Tornillo para la suspensión de la caldera.
- 4) Caldera para el baño-maría.
- 5) Bidón de anhídrido sulfuroso líquido.

cisión y está sostenida lateralmente por tres varillas, también de bronce, que aprisionan, por medio de palomillas roscadas, la base superior que sirve de tapadera de la probeta. Las uniones de ésta con la cubierta y con la base son de una substancia inatacable por los ácidos y la envuelve en su totalidad una tela metálica para evitarle daños al operador en caso de rotura o explosión.

El sulfitómetro tiene en la cara inferior de su base el conducto de entrada, que es roscado y lleva una tuerca para poderlo aprisionar a una base para su sostenimiento, cuya base corresponde a una trípode de hierro. El mismo conducto sirve para roscar uno de los dos ex-

tremos de un tubo delgado que sirve para cargar el sulfitómetro mientras que el otro extremo se rosca al grifo de salida de un bidón de

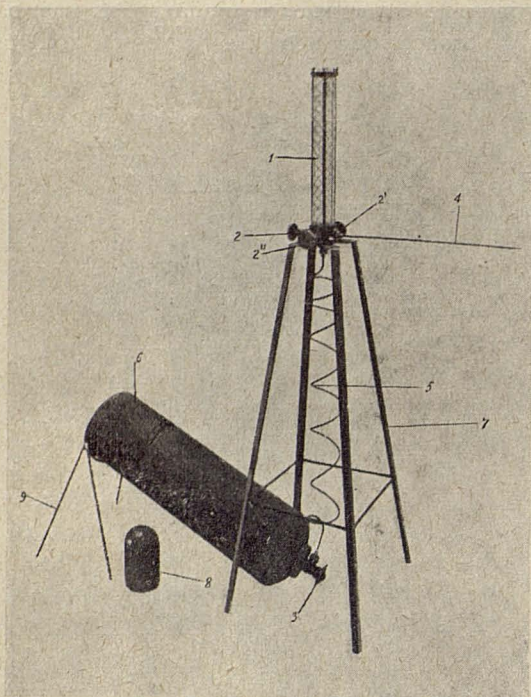


Figura 7.
Sulfitómetro de Pacottet.

- 1) Cuerpo del sulfitómetro capaz para 1,000 gramos.
- 2) Grifo de llegada del anhídrido sulfuroso líquido.
- 2') Grifo de evacuación.
- 2'') Grifo de purga del aire.
- 3) Grifo del bidón contentor del anhídrido sulfuroso líquido.
- 4) Tubo de evacuación.
- 5) Tubo de carga.
- 6) Bidón de anhídrido sulfuroso líquido.
- 7) Trípode para roscarle el aparato.
- 8) Tapón del bidón.
- 9) Banquillo para mantener inclinado el bidón.

anhídrido que se halla situado en el suelo, pero en posición inclinada por estar levantada su base cosa de unos veinte centímetros, por medio de un banquillo de hierro y cuya inclinación hemos creído suficiente para que se

eleve solamente el anhídrido líquido por efecto de la tensión del que está gaseificado y comprimido en la parte más elevada del bidón.

Una vez preparada la habitación o el local que se ha de desinsectizar se cierran todos los grifos del sulfitómetro y se conecta éste con el grifo 3 del bidón, por medio del tubo 5. En seguida se abre el grifo 3 del bidón y el 2 del sulfitómetro y se gradúa o regula la entrada del líquido abriendo más o menos el grifo de purga de aire 2'', de manera que aquél ascienda sin ebullición. Una vez haya entrado en la probeta la cantidad deseada se cierra el grifo de entrada 2 y el de purga 2'' y se abre el grifo 2' que es el de salida o evacuación del anhídrido sulfuroso, cuyo grifo debe cerrarse antes de llenar de nuevo la probeta.

Para las siguientes operaciones se deben maniobrar alternativamente los grifos 2 y 2' o sean los de entrada y salida del líquido dejando cerrado el 2'' o de purga, salvo el caso en que el anhídrido no ascendiese con rapidez dentro de la probeta.

Si se pone cuidado en que los tubos estén bien roscados y en que las uniones sean bien limpias, no se percibirá emanación alguna.

No describimos aquí los grandes aparatos sulfuradores «Marot» y «Sulfurator» por ser más apropiados para la desratización en los buques que para las desinsectizaciones en tierra; pero reservamos su estudio y crítica para cuando publiquemos un trabajo especial dedicado a la desratización.

ERRATAS: En el primer artículo de esta serie se deslizaron dos erratas de imprenta que deseamos enmendar, aun cuando ya suponemos que lo habrán hecho nuestros lectores, dado su buen criterio.

En la línea segunda de la segunda columna donde dice 7 noviembre, debe decir 9 de noviembre.

En la cuarta línea después del título, *El ácido cianhídrico* donde dice en 1882 debe decir 1682 y

En la línea 12 después del título *Poder tóxico para el hombre* donde dice *conjunturas* debe leerse *conjuntas*.