

EL BIÓXIDO DE AZUFRE PARA LA FUMIGACIÓN DE LOS BUQUES

Modos de Emplearlo y Esperanzas de Perfeccionarlo

Por el Dr. C. L. WILLIAMS

Servicio de Sanidad Pública de los Estados Unidos

El bióxido de azufre ha sido por muchos años utilizado en los Estados Unidos para la desinfección de los buques, sirviendo de base para su empleo con dicho objeto hacia fines del último siglo el descubrimiento de que los gérmenes eran factores patógenos y podían ser destruidos por la fumigación. Aunque utilizado contra todas las enfermedades cuarentenables, se empleó el procedimiento más en particular contra la fiebre amarilla (antes de descubrirse la transmisión de esa enfermedad por el mosquito) con la esperanza de destruir el virus y, después (de dicho descubrimiento) a fin de destruir el vector.

La fumigación con azufre fué el principal método utilizado en los buques en los Estados Unidos hasta 1914, en que se introdujo el ácido cianhídrico como desinfectante práctico. Antes de hacer su aparición los gases del cianuro, hubo una concurrencia relativamente breve con los gases de "embudo", es decir, una mezcla de bióxido y monóxido de carbono; pero el aparato resultó demasiado complicado para empleo general, y como no destruía las pulgas, fué considerado desventajoso en las obras antipestosas.

Aunque hoy día en los Estados Unidos el ácido cianhídrico ha suplantado en gran parte al azufre, el último es todavía usado en muchas de las estaciones más pequeñas de cuarentena, donde resulta económicamente poco práctico mantener brigadas de fumigación adiestradas en el empleo del más peligroso cianuro, de modo que todavía se emplea el azufre como en 30 por ciento de las fumigaciones de buques.

El Servicio de Sanidad Pública de los Estados Unidos jamás se ha desviado mayor cosa, en su empleo del bióxido de azufre, del método de producir la sustancia quemando azufre, utilizando dos formas: quemando cantidades pequeñas de azufre en ollas de hierro colocadas dentro de los espacios por fumigar; o haciéndolo arder en un horno *ad hoc*, del cual es impulsado, por tubos largos, hasta el buque. Por algún tiempo estos hornos encontraron mucha aplicación, pero fueron abandonados, al ponerse de relieve sus defectos, de modo que hoy día la fumigación con azufre se realiza casi exclusivamente en los Estados Unidos quemándolo en ollas. La cantidad a emplear por 1,000 pies cúbicos de espacio fumigado ha sido siempre estipulada en los reglamentos, pero rara vez se ha verificado una comprobación exacta con pruebas químicas, a fin de determinar el verdadero porcentaje presente de gas fumigante.

Aunque en los reglamentos de cuarentena consta que el bióxido de azufre líquido es un fumigante aceptable y las cantidades aparecen

allí, ha sido empleado muy raramente para la fumigación de los buques, sin duda principalmente a causa de su costo mayor.

Métodos de utilización.—La utilización del bióxido de azufre derivado de la combustión de azufre en ollas de hierro, es un método universalmente empleado, y que apenas necesita descripción. En los Estados Unidos, se recalca en particular la absoluta necesidad de abrir los abrigos de las ratas y otros espacios cerrados, a fin de permitir la fácil entrada de los vapores, y la necesidad de quemar cantidades relativamente pequeñas, dispuestas de tal manera que en cada compartimiento se consuma el total de azufre necesario para la fumigación de dicho espacio, obteniéndose así una distribución más uniforme. Para mermar los peligros de incendio colócanse siempre, las ollas en palanganas de agua de poca profundidad.

El horno de azufre más generalmente empleado en los Estados Unidos, era el de Kinyoun-Francis, que constaba de una olla de asar, provista de un tubo de caldera, un fuelle, y tubos transmisores. Su principal inconveniente consistía en que gran parte del azufre se sublimaba y depositaba en los tubos transmisores, dando por resultado que rara vez podía graduarse con exactitud la dosis de bióxido. El aparato de Clayton jamás encontró empleo general en los Estados Unidos.

Aunque no utilizados generalmente en el país, conviene mencionar aquí ciertos otros procedimientos dedicados a la utilización del bióxido de azufre que emplean en Europa y otras partes del mundo.

La "Salforkose" sin duda representa un método perfeccionado para producir bióxido de azufre por la combustión, que en vez de azufre, utiliza bisulfuro de carbono en condiciones bien reguladas. Los perfeccionamientos esenciales consisten en más rápida producción de una cantidad dada de bióxido, en distribución más uniforme debida a la combustión más rápida, y en dosificación más exacta por virtud de la completa combustión.

En muchos puertos, emplean el aparato de Clayton, que consiste, en el fondo, en un horno que produce bióxido quemando azufre, y del cual el gas es extraído por tubos refrigeradores rodeados de agua corriente, y de allí impulsado al buque. En la forma en que se usa generalmente, también aspira aire del buque, que circula por el horno, dando por resultado neto introducción de bióxido de azufre y sustracción de oxígeno en el mismo proceso. A juzgar por las reseñas disponibles, a fin de conseguir un funcionamiento eficaz, hay que comprobar este aparato determinando la concentración del bióxido producida realmente en el buque.

En unos pocos puertos usan el bióxido de azufre líquido. En algunos conectan con un cilindro de esta sustancia un tubo de goma que se lleva al espacio por fumigar. Luego se abre la válvula del cilindro, dejando que pase el gas evaporante por el tubo. Este método adolece del gravísimo inconveniente de que la evaporación y

expansión del gas ocasionan marcado enfriamiento, de modo que los pocos minutos se retarda muchísimo la entrega, y tal vez hasta cese del todo, debido a la congelación de agua en la válvula. A fin de remediar este defecto, se han invertido los cilindros, entregando el bióxido líquido por un tubo de salida y cánulas pulverizadoras, cuyo método parece ser preferible.

El gas de "Marot" consiste en bióxido de azufre líquido, que se evapora haciéndolo pasar por un horno, del cual puede bien ser impulsado por un fuelle al buque, o conducido por una tubería bajo su propia presión. Teóricamente, este método representa un perfeccionamiento, pero adolece de la desventaja práctica de exigir aparatos voluminosos.

El empleo del bióxido líquido posee una marcada ventaja sobre otros métodos, por permitir una dosificación exacta. La cantidad precisa del gas líquido que se emplea puede ser determinada definitivamente pesando los cilindros durante el procedimiento de descarga. Como el peso molecular del bióxido líquido es doble que el del azufre, teóricamente, deben emplearse cantidades dos veces mayores.

Cantidades empleadas y tiempo de exposición.—En los Estados Unidos, el período de exposición para la fumigación con azufre de barcos descargados, ha sido siempre de seis horas o más, y tratándose de bodegas con carga, de 12 horas o más. Per lo general, se queman de tres a cinco libras de azufre por 1,000 pies cúbicos, lo cual, teóricamente, rendiría de 6 a 10 libras de bióxido gaseoso por 1,000 pies cúbicos, o sea una concentración teórica de 3.28 a 5.47 por ciento por volumen.

Cuando se emplea el bióxido líquido, se estipulan de 6 a 10 libras por 1,000 pies cúbicos y, probablemente, vista la dosificación más exacta y obtención más rápida de una concentración máxima, tenemos en efecto, una dosis mayor que cuando se quema azufre.

Defectos del bióxido de azufre.—Prodúzcase como se quiera, el bióxido de azufre manifiesta ciertos defectos inherentes como fumigante. Primeramente, tenemos el peso específico relativamente alto del gas, que impide su difusión rápida y uniforme, y retarda marcadamente la penetración en los espacios alejados, en particular por orificios pequeños. Este resultado, comparado con el de un gas como el ácido cianhídrico, representa una inevitable disminución de la eficacia, acción desigual, y prolongación de la fumigación, debido, tanto al período forzosamente largo de exposición, como al relativamente prolongado tiempo necesario para eliminar el gas después.

La eficacia todavía merma más, a causa de la elevada absorción del gas en el agua, la que absorbe unas 30 veces su volumen, lo cual, en las bodegas de los buques que contienen mucha humedad, constituye un factor importante.

Un defecto secundario del bióxido de azufre consiste en que avería ciertos cargamentos y varios enseres e instalaciones de los buques,

factor este de suficiente importancia económica para que los armadores de la mayor parte de los buques de pasajeros prefieran la fumigación con ácido cianhídrico. Téngase presente que el término "averías" comprende el peligro de fuego siempre que se quema azufre dentro del buque.

Cuando se incinera azufre, hay otros puntos que menguan la eficacia. Comencemos por que la sustancia misma rara vez alcanza una pureza de 100 por ciento. En segundo lugar, una porción muy considerable queda frecuentemente sin consumir, y aun cuando se queme todo, esto exige por lo general dos a cuatro horas o más. En tercer lugar, es dudoso que todo el azufre se convierta en bióxido, y pruebas químicas demostrarán claramente que jamás se alcanza la concentración teórica. Parece, pues, que el empleo del "Salforkose" en vez de azufre mermaría la mayor parte de los inconvenientes enumerados en este párrafo.

El empleo del bióxido líquido entraña, en el acto, la dificultad mecánica de introducir con rapidez la cantidad necesaria. De Bruyne, en Rotterdam, y Gilmour, en Alejandría, han comunicado privadamente que precisaron períodos largos, hasta de varias horas, para pulverizar una dosis completa en las bodegas de los buques. En la Estación Cuarentenaria de Nueva York, han construído un pulverizador de chorro que expulsa bióxido líquido a una velocidad sostenida de cuatro libras por minuto. Para fumigar una bodega con cabida de 100,000 pies cúbicos, se necesitarían (de acuerdo con los actuales reglamentos) 600 libras de dicha sustancia, lo cual, con un solo pulverizador, tomaría unas tres horas; de modo que parece indicado el empleo de tubos de presión de mucho calibre, válvulas adecuadas, y cánulas múltiples de pulverización.

El aparato de Marot probablemente no entrega el bióxido con más rapidez que un pulverizador sencillo. Posee la ventaja de calentar el gas, lo cual favorece la difusión, pero para entregar un gas calentado rápidamente en cantidades grandes, se necesita un foco térmico algo considerable. Sin embargo, dondequiera que un aparato voluminoso no represente un obstáculo muy grande, este método parece ser el mejor inventado hasta ahora para utilizar el bióxido líquido como fumigante.

Cuando se introduce en un espacio bióxido de azufre líquido, el enfriamiento debido a la evaporación y a la expansión acrecienta el peso específico del gas (ya, normalmente, dos veces más pesado que el aire), acentuándose así su tendencia a descender al piso. En efecto, la mayor parte se deposita a los niveles más bajos, dejando casi sin gas la porción superior del compartimiento. En las condiciones de comprobación en la Estación de Cuarentena de Nueva York, observóse que, cuando se fumigaba con bióxido líquido de azufre a dosis de una libra por 1,000 pies cúbicos, si no se agita el aire, las ratas colocadas en el piso morirán en pocos minutos, mientras que las que se hallan a 30 ó

60 cm del techo permanecen vivas hasta dos horas. Las pruebas verificadas en esos casos, revelan una concentración cuatro veces mayor cerca del piso que del techo.

Cuando se impulsa al buque azufre del quemado en un horno, no debe esperarse una distribución exacta y uniforme, a menos que se comprueben químicamente muestras del aire obtenido de los compartimientos fumigados. En realidad, todo método de este género está expuesto a mucha inexactitud, a menos que se compruebe mediante la determinación química de la concentración, lo cual agrega un aparato más a una instalación ya complicada.

Eficacia del bióxido de azufre.—Vamos a considerar el punto de la eficacia únicamente en lo tocante a la destrucción de ratas a bordo.

El ejemplo más ilustrativo que conozca el autor, tanto de la eficacia como ineficacia del bióxido de azufre, ha sido citado por Grubbs y Holsendorf¹ y aparece en el Informe del Consejo de Sanidad para Peste en la Nueva Gales del Sur, de 1907:

El buque *Innamincka*, de la Adelaide Steamship Company, viaja de Melbourne, Victoria, en el sur, a Cairns, Queenslandia, en el norte, llevando al norte cargamento general y pasaje, y al sur principalmente azúcar y bananos. Su itinerario comprende los puertos de Sydney, Nueva Gales del Sur, y Brisbane, Makay, Townsville, Bowens y Cairns, Queenslandia. El buque sólo está sin carga en los puertos de Melbourne y Cairns, en los cuales es fumigado para destruir las ratas. En el viaje a que nos referimos, el *Innamincka* llegó a Sydney el 21 de mayo procedente de Cairns, donde había sido fumigado como de costumbre, y zarpó para Melbourne el 22. Durante la noche del 21, un cazarratas de la brigada de inspección colocó muchas trampas a bordo, en las cuales encontró a la mañana siguiente 18 ratas vivas más una rata muerta junto a una jaula. Las vivas fueron conservadas por algún tiempo y permanecieron sanas, pero la muerta resultó pestosa. Como el buque había zarpado entretanto del puerto, se avisó a Melbourne por telégrafo. A su llegada por la tarde del 24, el barco fué detenido, anclado en las afueras, y fumigado con la carga a bordo. A la mañana siguiente se abrieron las escotillas, se permitió al buque atracar y comenzó la descarga, descubriéndose durante la misma 160 cadáveres de ratas.

Descargado el buque, se aplicó azufre otra vez por la tarde del 25, y al abrirse de nuevo las escotillas el 26, se encontraron 164 cadáveres más, de los cuales varios fueron declarados pestosos después de un examen. Creíase entonces que el buque había quedado sin ratas. Tomó entonces un cargamento de 800 a 900 toneladas y zarpó para Sydney, como de costumbre, de regreso al norte. A su llegada a Sydney el 29 de mayo, lo registró la brigada de inspección bajo la vigilancia del primer inspector sanitario, encontrándose 41 ratas vivas y 22 muertas. A consecuencia de esto, se hizo sacar toda la carga y durante las operaciones se mataron 35 ratas y encontraron 34 cadáveres más. Luego se aplicó azufre al buque por 12 horas, encontrándose al terminar 500 cadáveres de ratas, 12 de ratones, y dos ratas vivas, aunque moribundas. No obstante, todavía se oía ruido de ratas vivas, y la razón, como se descubrió después, era la existencia de un agujero de comunicación entre una bodega de proa y una carbonera, refugiándose algunas ratas contra los vapores en medio del carbón. Por lo tanto, se juzgó necesario vaciar todas las carboneras, lo cual exigió 36 horas de trabajo continuo. Luego se llenó con vapores de azufre la parte de popa del buque, incluso el cuarto de máquinas y ranchos de la tripulación de máquina,

¹ Grubbs, S. B., y Holsendorf, B. E.: Pub. Health Rep., jun. 20, 1913.

después de lo cual comenzó otra fumigación de las bodegas de proa. Después de esto, se encontraron 70 cadáveres, pero no ratas vivas, y por fin se creyó posible declarar que no quedaban a bordo ratas ni vivas ni muertas. El 3 de junio se dió de alta al barco, y después de cargar, prosiguió su viaje. En conjunto, se entregaron en los laboratorios del consejo de sanidad 734 ratas el 29 de mayo o después, de las cuales 160 estaban descompuestas y 70 fueron examinadas bacteriológicamente, tomándose de los lotes traídos sucesivamente y comprendiendo algunos de los cadáveres descompuestos; 44 de ellas rindieron frotos positivos, y de cuatro se obtuvieron cultivos positivos del *B. pestis*. En conjunto, 1,077 ratas fueron destruidas en el buque.

De esta memoria, cabe sacar dos conclusiones superficiales: primero, que la fumigación obtenida por la combustión de azufre mata sin duda las ratas, pues más de 1,000 fueron destruidas de dicho modo en este caso y, segundo, que muchas ratas evaden esas fumigaciones aisladas, pues se observará que por lo menos 70 se escaparon a cuatro fumigaciones, sucumbiendo por fin en la última. También puede calcularse que 657 ratas sobrevivieron a tres fumigaciones, 877 a dos, etc. Lo más digno de nota es que 75 por ciento sobrevivieron las tres primeras fumigaciones, y que la mayor parte de ellas sólo quedaron destruidas cuando se realizó una fumigación con sumo cuidado y doble exposición.

Podría sacarse otra conclusión más recóndita cuando se consideran simultáneamente las observaciones en otras fumigaciones, y para ponerlo más en claro, citaremos un caso específico de fumigación con ácido cianhídrico.

El 24 de octubre de 1926, el vapor *Manila Maru* llegó a Nueva Orleans con dos casos de peste humana a bordo. Se fumigó al buque cargado, entregándose la carga en gabarras en el fondeadero, cuyas operaciones fueron dos veces interrumpidas para fumigar de nuevo. Ya vacío el buque, se le fumigó otra vez. Las cuatro fumigaciones se hicieron con ácido cianhídrico generado en barriles colocados en las bodegas y en los compartimientos sobre la cubierta principal, agregando cianuro de sodio (10 oz. por 1,000 pies cúbicos) a ácido sulfúrico diluído. Después de cada fumigación, se obtuvieron ratas que habían sobrevivido a fumigaciones anteriores (no hay datos precisos a mano), y las últimas cinco fueron descubiertas después de fumigar el barco sin carga. En conjunto, se mataron 431 ratas.

Como se ha visto, las ratas pueden evadir las fumigaciones múltiples con cianuro lo mismo que con azufre, lo cual nos lleva a la conclusión esencial, en lo relativo a todas las fumigaciones de buques, o sea que a fin de conseguir resultados eficaces es necesario abrir el camino para que el gas penetre en los sitios profundos donde tratan de refugiarse los roedores. Esto equivale a decir que hay que preparar debidamente al buque para la fumigación, y en particular abrir suficientemente los espacios cerrados para que el gas, sea cual fuere el fumigante empleado, penetre a concentraciones letales. Esta es una parte del trabajo que, a los fumigadores en general, no les gusta. Si se realizara siempre consciente e inteligentemente, disminuirían mucho las variaciones en la eficacia de los distintos gases.

Sin embargo, cuando pasamos a los buques cargados, encontramos algo distinto, pues la carga impide el acceso a muchas madrigueras, y no permite abrirlas. *Ipsa facto*, el gas más penetrante y letal a menores concentraciones, consigue una marcada ventaja. En los dos ejemplos citados se ve que el ácido cianhídrico la posee sobre el bióxido de azufre, pues tres fumigaciones con HCN mientras las bodegas estaban todavía cargadas, destruyeron a 99 por ciento de las ratas, mientras que tres fumigaciones con azufre (dos a cala vacía) sólo exterminaron un 39 por ciento. Es improbable que la variación hubiera sido tan marcada de haberse empleado uno de los métodos en que el gas es impulsado desde afuera a la bodega. La quema de azufre en una bodega cargada es en particular fútil, y lo mismo reza en gran parte también con la generación de ácido cianhídrico en barriles dentro de las bodegas abarrotadas. Con éstos o semejantes métodos de introducción del fumigante, pueden obtenerse resultados bastante buenos en bodegas cargadas, mas únicamente cuando se retiran los bultos estibados en las bocas de las escotillas, de modo que el gas tenga libre acceso a todos los niveles.

Bien pocas son las comparaciones directas de la eficacia del bióxido de azufre y del ácido cianhídrico jamás realizadas, siendo las observaciones más citadas de Creel y Simpson,² quienes hicieron sus fumigaciones quemando azufre en ollas o generando ácido cianhídrico en barriles, en ambos casos dentro de los compartimientos fumigados. Luego se comprobó el resultado por medio del atrape, y aparece sumariizado en la tabla siguiente:

TABLA 1.—Eficacia de las fumigaciones con bióxido de azufre y ácido cianhídrico

Gas fumigante	Número de buques	Compartimientos fumigados	Ratas exterminadas por la fumigación	Ratas atrapadas después	Eficacia de la fumigación
Bióxido de azufre.....	62	Todo el buque.....	747	223	<i>Por ciento</i> 77
Ácido cianhídrico.....	182	.....id.....	2,811	121	95
Bióxido de azufre.....	32	Compartimientos superiores...	133	107	55
Ácido cianhídrico.....	31	.....id.....	729	45	94
Bióxido de azufre.....	28	Bodegas vacías.....	702	28	96
Ácido cianhídrico.....	34	.....id.....	854	9	99
Bióxido de azufre.....	10	Bodegas cargadas.....	104	59	64
Ácido cianhídrico.....	10	.....id.....	80	20	80

En la Estación de Cuarentena de Nueva York, se han llevado a cabo pruebas comparadas de penetración con SO₂ y HCN, para cuyo fin se ha protegido a las ratas colocándolas en cajas herméticamente cerradas, salvo por un número variable de agujeros de 6 mm en un extremo. En las cajas que tenían dos agujeros las ratas quedaron siempre muertas a las dos horas de fumigación con 2 oz. de HCN por

² Creel, R. H., y Simpson, F.: Pub. Health Rep., sbre. 7, 1917.

1,000 pies cúbicos; cuando las cajas tenían 10 agujeros, murieron dentro de media hora, variando proporcionalmente entre esos extremos el efecto en las cajas con un número intermedio de agujeros. Cuando se empleó bióxido de azufre quemando tres libras de azufre por 1,000 pies cúbicos, las ratas en las cajas de dos agujeros sobrevivieron una exposición de seis horas; si había cuatro agujeros murieron en unas seis horas; en las de seis agujeros, a las tres horas; en las de ocho, a las dos horas y media; y en las de diez agujeros, quedaron muertas a las dos horas.

Toxicidad.—El bióxido de azufre, cuando se inhala, es absorbido por la humedad de las mucosas por que pasa. En solución, es un ácido irritante y destructor, que evoca en el acto una intensa irritación de dicha superficie, produciendo una reacción inflamatoria. En los pulmones, se asocia con edema, el cual a su vez produce asfixia y la muerte. La rapidez con que obra depende en gran parte de la concentración del gas.

Cantidades bastante pequeñas evocan marcada irritación sin mayor lesión, y ése es el aviso. A medida que acrecienta la concentración, el efecto no consiste en la muerte inmediata, sino en suficiente lesión histológica para hacer sobrevenir neumonía, y la víctima muere, o se repone, algunas horas o días después. Una concentración todavía mayor ocasiona la muerte al cabo de varias horas, debido a edema pulmonar. A partir de ahí, el período de sobrevivencia guarda, toscamente, razón inversa a la concentración del gas hasta llegar a un punto en que, según Clark,³ equivale a 2 por ciento (por volumen) para las ratas, matándolas dentro de cinco a seis minutos. Una concentración superior al parecer, ejerce poco efecto más. En las ratas que mueren durante la fumigación, casi las únicas lesiones consisten en inflamación y edema de los pulmones y superficies del aparato respiratorio, y opacidad de la córnea.

Fumigación de buques cargados.—Como ya hemos dicho, la fumigación de un buque cargado quemando azufre (o sulfuroso) resulta fútil, a menos que las bocas de las escotillas se hallen francas. Esto equivale a remover la carga de las mismas hasta un nivel bien inferior al entrepuente más bajo, de modo que el gas generado tenga libre acceso a todos los niveles de la bodega.

Cuando se bombea el gas desde el exterior, pueden alcanzarse todos los niveles introduciéndolo por las mangueras de ventilación. Sin embargo, la aplicación práctica de este procedimiento entraña varias dificultades mecánicas, siendo la principal la variación de la presión relativa, que en la mayor parte de los casos hará que la mayoría del gas pase a la porción superior y la fracción más pequeña á la inferior. No debería ser muy difícil salvar este obstáculo por medio de aparatos adaptados y prestando atención a los detalles, por ejemplo, introdu-

³ Clark, G. A.: Jour. Royal Nav. Med. Serv., ab. 1932.

ciendo el tubo del gas por las mangueras directamente a los varios niveles.

El bióxido de azufre líquido puede, sin duda, ser introducido por las mangueras de ventilación a los varios niveles de las bodegas cargadas a dosis bastante exactas, pero dicho método comprende la pulverización de cantidades algo grandes (centenares de libras) directamente sobre los bultos de carga estibados cerca del ventilador, y no se ha investigado todavía bien la avería que esto podría ocasionar. El SO_2 líquido evaporado por el calor desde fuera, y luego introducido a los distintos niveles, al parecer no estaría expuesto a ese reparo. De ese modo, empleando una tubería de calibre relativamente pequeño y cánulas en ángulo recto, podrían introducirse dosis bastante exactas en los distintos niveles, sin perder demasiado gas por los tubos del ventilador.

Vista la conocida relativamente lenta difusión del bióxido de azufre y su demostrada eficacia inferior a la del HCN, y tomando en cuenta su menor facultad tóxica, parece lógico concederle más tiempo para ejercer su efecto. Su peso y lenta difusión permiten exposiciones prolongadas (en particular en las bodegas en que la ventilación tiene lugar principalmente por la escotilla), siendo relativamente lenta la pérdida de gas por escurrimientos.

Stock⁴ ha propuesto ocho horas como mínimo cuando se quema azufre en el buque, basándose en las investigaciones en Inglaterra, y vista la lentitud e inexactitud del método, dicho período de exposición está, sin duda, justificado. Si se emplea "Salforkose" en vez de azufre, parece justificada una disminución marcada de la exposición.

Cuando se introduce el gas desde afuera, probablemente el método mejor consiste en contar el período de exposición desde el momento en que la concentración llega a 2 por ciento en el espacio fumigado, determinándola por medio de pruebas. De hacerse esto, parece que podría reducirse probablemente la exposición a cuatro horas. Una disminución semejante con el bióxido líquido también parece hallarse indicada, si se cuenta desde el momento en que se ha introducido la dosis completa. Sin embargo, en ambos casos es probable que ocasione confusión la disminución de la exposición prescrita, pues, en la práctica, los fumigadores se inclinan a contar la exposición desde el momento en que comienza la introducción del gas, y es dudoso que haya muchos puertos en que se compruebe realmente el funcionamiento del Clayton determinando la concentración. Cuando se encuentre un método para introducir rápidamente bióxido líquido (que permita introducir la dosis completa en media hora), tal vez estará indicada la disminución de la exposición al emplear dicha sustancia.

En el estado actual de nuestros conocimientos acerca del bióxido de azufre, es dudoso que el Servicio de Sanidad Pública de los Estados

⁴ Stock, P. G.: Off. Int. Hyg. Pub., Bull. Mens., 1946, agto., 1933.

Unidos consienta en reducir el tiempo de exposición a menos de seis horas, independiente del método utilizado.

Para la fumigación, conviene emplear gas suficiente para producir la muerte durante el período de exposición. En la Cuarentena de Nueva York, han determinado experimentalmente que aproximadamente 0.1 por ciento (por volumen) mata a las ratas expuestas en dos a cuatro horas; 0.2 por ciento, en una a dos horas; 0.3 en una hora o antes; y 0.5 mata las ratas en media hora. La última es la concentración producida evaporando una libra de bióxido de azufre líquido en 1,000 pies cúbicos de aire. Estas cifras son para ratas expuestas en espacio franco, y representan las concentraciones que hay que alcanzar, no en el espacio franco de la bodega, sino en las madrigueras ocultas, a fin de lograr resultados efectivos.

Dosis y exposición.—La dosis de ácido cianhídrico empleada en los Estados Unidos es 10 veces mayor que la que mata a una rata en 30 minutos. Partiendo de esa base, para el bióxido de azufre se exigiría una concentración de 5 por ciento; sin embargo, hay puntos importantes de variación que deben modificar la proporción, y el efecto más importante es que la prolongación del poder letal del SO_2 más allá del período de la fumigación misma, nos ofrece un marcado margen de seguridad, con que no se cuenta con el HCN. En gran parte por esa causa, se propone la concentración que produce la muerte en una a dos horas como concentración letal mínima más razonable, y la prescrita para fumigación no debe ser menor de 2 por ciento. Esa concentración debe determinarse bien por la introducción de cuatro libras de SO_2 líquido por 1,000 pies cúbicos, o mediante pruebas químicas.

Ya hemos hecho notar que, en las bodegas cargadas, el bióxido de azufre parece ser mucho menos eficaz que el HCN; pero debemos agregar que el problema de la introducción del gas jamás ha sido debidamente estudiado mediante fumigaciones perfectamente comprobadas y cotejo subsecuente. El trabajo de Creel y Simpson no comprendió suficientes buques cargados, y debería ser ampliado comprobando otros métodos de introducir el gas.

Peligros.—Comparado con el ácido cianhídrico, el SO_2 sólo es ligeramente peligroso, y los datos relativos a muertes y lesiones debidas a la fumigación con azufre son demasiado escasos para poner en duda el punto. Aunque imputáramos a los efectos del gas todas las muertes de neumonía consecutivas a la exposición al SO_2 , no creemos que el total se acercara a las defunciones conocidas debidas a la fumigación con cianuro. Por otro lado, en proporción al número de fumigaciones de todo género, el total de muertes debidas a dicha causa es relativamente pequeño. Comparado con las muertes ocasionadas por la peste después de ser introducida en un territorio infectable, las debidas a la fumigación apenas representan una gota

en un balde, en realidad, una gota bien pequeña en un balde muy grande.

Esto nos obliga a considerar ahora el punto de vista de acuerdo con el cual se avalúan realmente los peligros de la fumigación en la mayor parte de los países. En realidad, se contrapesa el peligro relativo del procedimiento con la eficacia relativa para impedir la introducción de enfermedades. Otro factor va haciendo su aparición en lo referente a la peste, y es el daño relativo que puede ocasionar una vez introducida. En ciertas partes del mundo aparece un cuarto factor, en forma de la reacción local a las muertes producidas por la fumigación. Desde el punto de vista de ese factor, la tendencia actual es en favor del procedimiento más eficaz, aun a costa de un número mayor de muertes.

Sería fútil discutir más a fondo los peligros desde dicho punto de vista. En cada país, las autoridades determinarán sin duda sus métodos según esos factores las afecten directamente, pero debe ponerse bien en claro el punto, es decir, que con las prácticas vigentes de aceptación casi universal de certificados de fumigación, todo procedimiento que se aplique en un puerto dado, afecta forzosamente, hasta cierto punto, la seguridad de los demás puertos visitados por los mismos buques.

Comentarios.—A esta fecha, no parece que haya a mano suficientes datos exactos para avaluar científicamente la fumigación de los buques con bióxido de azufre. En particular, se necesitan: primero, determinaciones de las concentraciones realmente presentes en varios espacios fumigados con SO_2 , y en particular en sitios cerrados y semicerrados, madrigueras de ratas, etc.; y, segundo, fumigaciones de prueba con dicho fumigante, seguidas de refumigaciones muy cuidadosas (de preferencia con cianuro), así como de atrapes e inspecciones para determinar la eficacia relativa.

Hasta que haya datos precisos de dicha naturaleza disponibles, proponemos tentativamente que el patrón mínimo exija concentraciones no menores del 2 por ciento de SO_2 por volumen en los espacios fumigados, y que la exposición no dure menos de seis horas desde el momento en que se inicie el gas, ni menos de cuatro horas desde que alcanza una concentración de 2 por ciento.

Apendicitis en la Argentina.—Para Ivanissevich y Ferrari, (*Semana Méd.*, 861, mzo. 16, 1933), guiándose por las cifras relativas a otros países y datos parciales para el país, en la Argentina la mortalidad por apendicitis no debe ser menos de 8 a 12 por 100,000 habitantes. En los Estados Unidos calculan un coeficiente de 17, y en Europa y América el total de esas defunciones asciende a 100,000 anuales.