

Los gases asfixiantes y su aplicación en la guerra

POR

GUILLERMO GARCIA L.

(Resúmen de la conferencia dictada en el Instituto de Ingenieros el 23 de Agosto de 1920)

A las 5 de la tarde del 22 de Abril de 1915, las tropas aliadas situadas en el frente belga entre Bixchoote y Langemarck fueron sorprendidas por un ataque, inesperado por la nueva arma empleada: un gas que produjo en las filas aliadas efectos sofocantes tan fuertes, que se estima en 6 000 el número de muertos y otros tantos prisioneros. Pronto se reconoció que el gas empleado era el cloro y se buscaron naturalmente los remedios y antídotos adecuados. Se propuso una sustancia conocida desde largo tiempo con el nombre de anticloro por la propiedad de unirse con dicho gas neutralizando sus efectos: el hiposulfito de sodio, mezclado con carbonato de sodio y agua glicerizada.

Pero como se hablara de otro gas venenoso, el fosgeno u oxiclورو de carbono, hubo necesidad de agregar un cuerpo que reaccionara con este nuevo enemigo y se empleó el sulfanilato de sodio. Se temía también el uso del ácido cianhídrico o prúsico, contra el cual se introdujo el acetato de níquel.

Tanto el cloro como el fosgeno se lanzaban desde cilindros cargados con 40 kg. cada uno de gas liquidado, que se colocaban en las primeras trincheras. Cada cilindro o botella llevaba un tubo de plomo que penetraba hasta el fondo y salía por encima del parapeto; se disponía un cilindro por cada metro de frente (después 3 cada 2 mts).

Los ataques de esta naturaleza exigían un conocimiento perfecto de la localidad, del régimen de vientos, estado atmosférico, etc. Por esto había dos regimientos de pioneers encargados especialmente del ataque, en cuya dotación figuraban ingenieros, químicos y meteorologistas. Ciertas condiciones eran indispensables

para lanzar los gases, como la sequedad del aire, y sobre todo, una velocidad del viento comprendida entre 2 y 5 metros por segundo. Una velocidad mayor de 5 dispersaba la nube de gas y una inferior a 2 tenía el peligro de las vueltas hacia atrás, que se produjeron en varias ocasiones. Se elegían para el ataque generalmente las primeras horas de la madrugada y las del atardecer. La acción de los gases se hacía sentir hasta 20 km. de profundidad y en ciertas ocasiones (Champagne, 31—XII—1917) se percibió el olor a 40 km. de distancia.

Pero los numerosos inconvenientes de este sistema, derivados de la subordinación a que quedaban sometidos los ataques con respecto a las condiciones del tiempo, y por consiguiente el hecho de que no se contara con seguridad con este medio de combate, hicieron abandonarlo; se empleó por última vez en Julio de 1917. El sistema de nubes de gas fué una consecuencia natural de la guerra de trincheras y ha debido presentarse ante el ánimo de los jefes como algo imprescindible, en vista de la impotencia en que se encontraban ambos ejércitos para vencer y de la lentitud desesperante con que se desarrollaban las operaciones.

Los obuses a gas.

Comienza entonces el segundo período de la guerra de los gases con el empleo de proyectiles cargados con gas.

Hay que advertir que los obuses se cargaban en realidad con líquidos de alto punto de ebullición y con sólidos; pero la denominación de gases continuó usándose y nosotros haremos lo mismo. Se define un gas de combate como "un gas propiamente tal, un líquido o un sólido finamento pulverizado que ponen fuera de combate". Debemos también exponer la clasificación que se hizo; se dividieron los gases en cinco categorías:

1.º Sofocantes, o cuerpos que obran sobre los pulmones y las vías respiratorias y pueden ocasionar la muerte por asfixia, debida a lesiones pulmonares.

2.º Tóxicos o deletéreos, que obran sobre un órgano esencial para la vida y provocan accidentes secundarios.

3.º Lacrimógenos, que actúan sobre la mucosa de los ojos produciendo el lagrimeo e imposibilitando a los individuos para ver por un tiempo más o menos largo.

4.º Vesicantes, que reaccionan sobre la piel produciendo quemaduras.

5.º Estornutatorios, que por acción sobre la mucosa nasal, provocan estornudos violentos acompañados de manifestaciones secundarias, como irritación de la garganta, dolores en la nariz y en los maxilares.

Estas son las categorías fundamentales, pero en realidad las sustancias empleadas pertenecen a dos o mas clases.

Los proyectiles a gas son de muy variados tipos: máquinas de trincheras, obuses a gas, etc. Como máquinas de trincheras se emplearon por los alemanes granadas de mano primero y los proyectiles reglamentarios de la artillería de trincheras (minenwerfer).

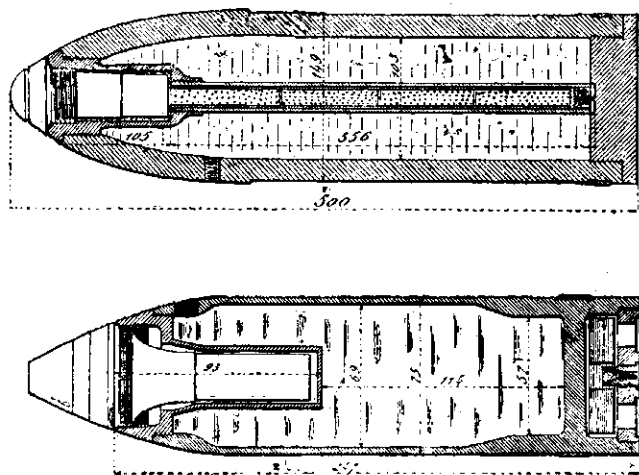


Fig. 1.—Obuses cargados con gases de combate

Los primeros proyectiles contenían sustancias descomponibles por el fierro, como la palita y las cetonas bromadas; inconveniente que se salvó revistiéndolos con un forro interior de plomo. En Francia se logró darles una envoltura interna de vidrio por las Cristalerías de Choisi - le - Roi. El proyectil estallaba por la explosión de una carga explosiva colocada en la ogiva.

Se emplearon también proyectores, que no eran sino cañones de trincheras, proyectores formados por un simple tubo de acero, al que se le daba fuego eléctricamente. Para la acción se situaban en un sector centenares de cañones que disparaban a un tiempo sobre un objetivo dado, creándose así una atmósfera nociva y sorpresiva pues no daba tiempo ni para colocarse las máscaras.

Pero el arma más empleada, tanto por los alemanes como por los aliados, fué el obus a gas. Puede recordarse el tiro efectuado por los alemanes en la ribera izquierda del Meusa, sector en que cayeron de 3 a 400 000 obuses de iperita en la noche del 1.º de agosto de 1917, en un frente de 10 km. Los obuses llevaban marcas se-

gún el empleo táctico a que estaban destinados. Cuando se usaron líquidos pesados, hubo que aumentar la carga explosiva colocándola en un tubo central. Algunos obuses llevaban un gran carga explosiva con el objeto de engañar a los individuos cuyo oído conocía ya los proyectiles a gas en que al explotar sonaban a hueco. Las

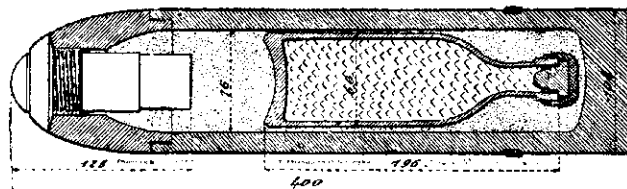


Fig. 2.—Obús cargado con arsinas sólidas

arsinas, cuerpos sólidos, se colocaban en botellas dispuestas en el obús con el cuello hacia abajo. Un cemento de oxiclورو de magnesio tapaba todos los pequeños orificios y dejaba al proyectil herméticamente cerrado al exterior.

Como la iniciativa en el uso de los gases de combate partió, según las afirmaciones de los aliados, del ejército alemán, vamos a seguir en orden cronológico este duelo librado entre los químicos de ambos bandos que se desarrolló conjuntamente con la lucha militar.

Organización

Pasaremos en revista la forma como se organizaron los servicios de gas, de preferencia en Francia, los trabajos por ellos ejecutados, los diferentes gases empleados por ambos bandos, su preparación y sus antídotos.

Desde luego, es bien conocida la situación de inferioridad en que se encontraba la industria química francesa, en especial la fabricación de materias colorantes y productos orgánicos en general, a los cuales pertenecen según veremos luego, los gases de combate.

Se crearon a mediados del año 15 diversos servicios que por decreto de 17 de Septiembre de ese año se refundieron en uno solo con el nombre de Servicio del Material químico de guerra, bajo las órdenes del general Ozil. Este servicio comprendía un órgano de estudios: la Inspección de Estudios y Experiencias Químicas, y un órgano de fabricación: la Dirección del Material Químico de guerra.

Sin tiempo para describir la organización acabada y perfecta de estos servicios, me limitaré a dar solamente algunos detalles.

La Inspección de Estudios y Experiencias, a cargo del general Perret y teniendo como secretario al sargento Terroine, profesor de fisiología de la Universidad de Estrasburgo, se dividió en dos Comisiones. Una de Agresión, encargada de in-

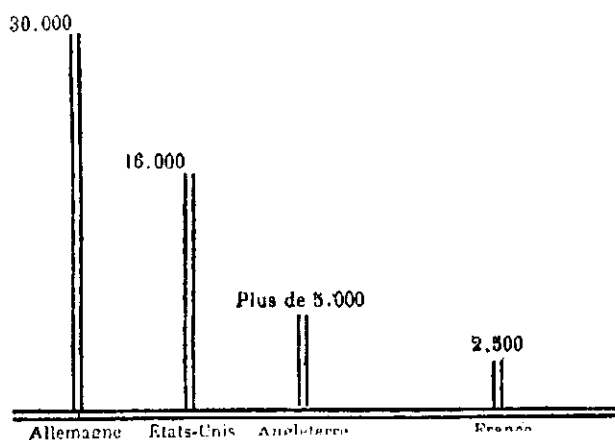


Fig. 3.—Número de químicos en los principales países en guerra

vestigar las sustancias tóxicas susceptibles de utilización, su preparación, etc., y otra de Protección. En la primera figuraban químicos de la talla de Moureu, miembro del Instituto y profesor en el Colegio de Francia, Bertrand, Grignard, Kling

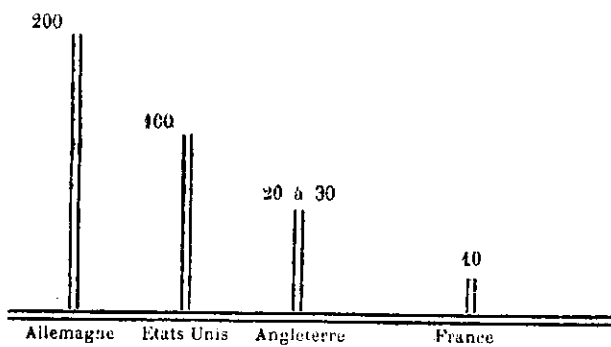


Fig. 4.—Número de químicos en un mismo servicio

(Director del Laboratorio Municipal de París,) y Lebeau, profesor de la Escuela de Farmacia de París. A la comisión de Protección pertenecían Achard, profesor de la Facultad de Medicina de París, Bertrand, Flandin, Lebeau etc. Había, como

se vé, miembros comunes a las dos secciones y además tenían el mismo presidente y secretario para asegurar de esta manera la unión de una manera sólida.

La conexión con el Gran Cuartel General Francés quedaba establecida por Kling, su consejero químico y jefe de los oficiales químicos que existían en cada ejército. Se nombraron también delegados ante los ejércitos aliados y así quedó implantado un servicio en que había unidad y cooperación íntimas.

Tomaban parte en los trabajos dieciseis laboratorios, de los cuales once estudiaban los productos agresivos, uno analizaba las vísceras de los intoxicados por los gases, otros se encargaban de la protección individual y colectiva, el laboratorio de Mayer, del Colegio de Francia, estudiaba las cuestiones fisiológicas y el de Achard, la parte terapéutica. Varios campos de experiencias, en que se examinaba la protección de los hombres, se probaban los tiros con obuses a gas, etc., completaban el rol de la comisión de estudios.

Funcionó, hasta cierto punto independientemente de la sección anterior, un servicio establecido en el Laboratorio Municipal de París y dirigido por Kling, que analizaba los productos tóxicos y desempeñaba muchas de las funciones ya enumeradas. A este Laboratorio llegaban las sustancias y muestras enviadas por los químicos del frente, previo un examen sumario. Con este objeto, se distribuyeron tubos aspiradores que absorbían el gas en los ataques y que eran recogidos en seguida para ser mandados al Laboratorio Municipal. Los reactivos principales eran:

- 1.º Algodón mojado en yoduro de potasio para retener el cloro;
- 2.º Solución de agua de anilina destinada a absorber el fosgeno, con el cual forma la difenil urea;
- 3.º Solución de nitrato de plata para gases del tipo del hidrógeno arseniado;
- 4.º Solución de carbonato de potasio para los gases ácidos;
- 5.º Algodón impregnado en aceite de vaselina para absorber los gases lacrimógenos de escasa reactividad química.

En cuanto al órgano de fabricación, o sea, la Dirección del Material químico de guerra, tenía por fin la compra de materias primas, recepción de materiales, organización de las fábricas de productos agresivos, los talleres de carga, etc. Para este trabajo disponía de tres laboratorios encargados del control de los aparatos de protección y de probar los diversos materiales recibidos. Se creó en la Sorbona un laboratorio de control de la carga de los obuses, bajo la dirección del profesor Urbain.

En Estados Unidos se estableció el Chemical Warfare Service, a cargo del mayor general William Sibert, dividido en siete secciones o divisiones. El servicio, en total, comprendía 2 000 individuos. No digo detallar, describir siquiera en sus líneas generales la organización asombrosa de este servicio llenaría muchas páginas y

me llevaría demasiado lejos. Fué esta una obra en que se demostró la potencialidad del pueblo norte americano. Al firmarse el armisticio, 60 universidades colaboraban en la obra de buscar nuevos cuerpos agresivos, perfeccionar los métodos de fabricación, encontrar medios adecuados de protección, etc.

Tiempo es ya de que veamos el desarrollo de esta lucha singular entre los químicos de ambos bandos y la manera como funcionaron los organismos descritos.

El ataque realizado en Iprés el 22 de Abril de 1915 con gas cloro encontró al ejército francés completamente desprevenido y desarmado contra este nuevo medio de combate; ya hemos dicho que 6 000 hombres cayeron en este ataque y otros tantos fueron hechos prisioneros. M. Kling, enviado al frente belga al día siguiente, reconoció que el gas empleado era el cloro y propuso la primera fórmula protectora: tampones impregnados en hiposulfito y carbonato de sodio y agua glicerizada y recomendó también el uso de anteojos para proteger la vista. En Junio las tropas alemanas lanzaron otro cuerpo, el bromuro de benzilo, lacrimógeno enérgico que ponía fuera de combate a los hombres y contra el cual el tampon indicado no daba protección. Después de algunos ensayos, la comisión de Estudios y Experiencias, adoptó uno que iba impregnado en aceite de ricino y ricinato de sodio, propuesto por Lebeau. Pero como se temiera el uso del fosgeno, comenzaron nuevamente las investigaciones y entre varias soluciones, se adoptó el sulfanilato de sodio indicado por Kling y Henri. Contra el ácido cianhídrico, Plantefol encontró el acetato básico de níquel. En consecuencia, a la compresa de aceite de ricino o tampon P, se agregaron una segunda y una tercera con estas sustancias, constituyendo el tampon P2. Estos diversos tipos de tampon presentaban el inconveniente de ir aplicados directamente sobre la boca y de dificultar mucho la respiración; se construyó un tipo que iba desprendido de la boca y de la nariz y poco después se unió con los anteojos que quedaban separados. Así se constituyó la máscara completa que se perfeccionó aún más. El conjunto de sustancias destinadas a retener o filtrar los diferentes gases empleados era ya bastante complicado y existía la posibilidad de que siguieran apareciendo nuevos productos agresivos. Lebeau estudió la cuestión con gran ardor y encontró una acertada solución en el uso del carbón en polvo como materia filtrante. A este respecto el Servicio Químico norte americano realizó también una considerable labor de investigación y se llegó a la conclusión de que el carbón mas adecuado era el proveniente de la cáscara de nuez y de los huesos de frutas. Un punto de importancia tocado en este estudio fué la activación de su poder absorbente, que se consiguió eliminando los hidrocarburos contenidos en los poros del carbón, mediante una carbonización en hornos especiales y una aireación subsiguiente.

Se llegó al fin al aparato A. R. S. usado largo tiempo por los franceses, que con-

tenía, además de los cuerpos ya indicados, urotropina y permanganato de potasio. Algunos aparatos tenían la propiedad, como el Draeger, por ejemplo, de independizar al individuo del ambiente, pues el oxígeno respirado era producido en el mismo, por la oxilita u oxígeno líquido. Los productos de la respiración, o sean, el agua y el anhídrido carbónico eran absorbidos por un cartucho de soda cáustica. En realidad, este aparato no se empleó gran cosa, por su peso elevado primero, y en seguida porque impedía la palabra al que lo usaba.



Fig. 5.—Aparato A. R. S.

En Julio de 1917 se empleó el sulfuro de etilo diclorado, o iperita (Iprés). Es un líquido tóxico, sofocante y sobre todo vesicante. Surgió entonces un nuevo problema: la protección de la piel. Este líquido ocasiona quemaduras peligrosas y fué necesario idear tegidos impermeables con aceite de linaza. En seis días el Servicio de gases reconoció el carácter químico del producto e indicó los medios defensivos.

En lo que concierne a la protección colectiva, la cuestión se complicó con el empleo de la iperita. Hubo que estudiar la manera de limpiar las trincheras invadidas por los gases y sobre todo limpiar las superficies infestadas con iperita. Para el efecto se hacían pulverizaciones con solución de hipoclorito de calcio o agua

caliente y las entradas de los abrigos se cerraron con telas a través de las cuales pasaba el aire, aspirado por ventiladores, quedando el gas retenido en la sustancia absorbente (aserrín impregnado en aceite de antraceno).

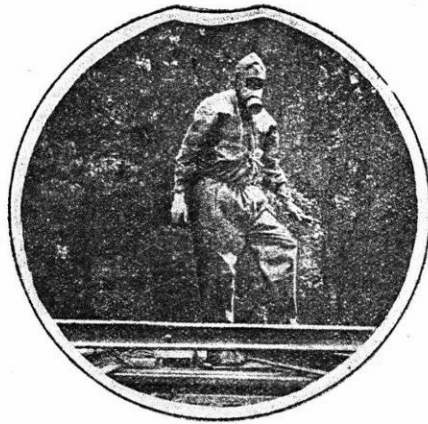


Fig. 6.—Individuo protegido contra la iperita

La protección hubo de hacerse extensiva a los caballos, a los cuales se colocó también máscaras apropiadas; al perro de guerra y a las palomas mensajeras.

La agresión

La investigación y la preparación consiguiente de sustancias agresivas preocupó intensamente a los Servicios Químicos de las diferentes naciones.

Desde luego, se planteó para Francia el problema de las materias primas, como el cloro, el bromo, el oleum, etc. Hubo necesidad de crear la fabricación del cloro líquido, que hasta entonces se traía de Alemania e ir a buscar el bromo (también importado de este país) al Africa, al lago salado subterráneo de Sebka-el-Malah, a 600 kilómetros al sur de Túnez.

Hubo que estudiar tanto las sustancias destinadas a nubes de gas como las que servían para cargar los proyectiles.

Los cuerpos empleados para lanzar una nube de gas deben ser, en primer término, gases verdaderos, de punto de ebullición muy bajo, de gran densidad y de efectos nocivos considerables.

Aquí se pudo probar una vez más la excelente organización de los servicios,

Los químicos de investigación estudiaban en sus laboratorios sustancias y procedimientos de preparación nuevos, y los ingenieros y químicos técnicos les daban realización industrial. Numerosos problemas surgían alrededor de estos estudios. Así, las investigaciones fisiológicas tenían un papel de suma importancia. Todo producto que presentaba alguna propiedad fisiológica nociva era examinado por el Laboratorio del profesor Mayer, donde se medía su grado de nocividad; para esto hubo que hacer estudios comparativos en los animales, de preferencia en los perros, definir la dosis tóxica, que es la cantidad de gas por m.³ de aire que mata a un perro en las 48 horas, después de una permanencia de media hora en la atmósfera tóxica. Además, cuando se encontraba un cuerpo interesante, se examinaba sistemáticamente toda la serie química a que pertenecía. Se efectuaban experiencias en grande escala en los polígonos de Fontainebleau y Entressen en que tomaban parte batallones completos y se simulaba un combate perfecto. Finalmente de las sustancias con que se cargaban los proyectiles se enviaban muestras a este Servicio de Fisiología con el fin de controlar sus propiedades agresivas.

Algunas cifras revelan la enorme labor realizada por este servicio. La Sección de intoxicaciones utilizó en sus pruebas 16 000 perros, la sección de Histología practicó más de 800 exámenes microscópicos por mes y el total de estudios y memorias que salieron del servicio durante la guerra alcanzó a 750; trabajos todos que representan una considerable labor de ciencia pura.

Los productos destinados a cargar proyectiles debían satisfacer algunas condiciones, como la de no atacar el fierro y no exigir, para su empleo, modificaciones esenciales en el obus.

Pasaremos en revista los principales gases de combate, empleados por el ejército alemán, que fueron casi los mismos que los usados por las tropas aliadas.

El primer gas sofocante empleado por los franceses en la ofensiva de la Champagne (Septiembre de 1915) fué el tetraclorosulfuro de carbono CSCl_4 , propuesto por el profesor Urbain y abandonado poco después, por sus propiedades poco agresivas. Se fabricaron en esta época obuses que contenían líquidos incendiarios e inflamables a base de fósforo blanco disuelto en sulfuro de carbono. Lebeau propuso el fosgeno y el ácido cianhídrico o prúsico. Pero este ácido es muy volátil (P.e 26°) de modo que los primeros obuses cargados con ácido puro no dieron ningún resultado. Lebeau salvó esta dificultad agregándole cloruros de estaño o de arsénico, que hacían más pesados y visibles los vapores; como estabilizador se usó el cloroformo. Esta mezcla tomó el nombre de Vincennita y presentó una ventaja y un defecto: la primera consistía en que, en dosis superiores a 0,55 gr. por m.³ mataba en el acto desmoralizando completamente al enemigo; el inconveniente era que por debajo de esta dosis no producía ninguna acción. Por esto su empleo fué viva-

mente criticado por los ingleses y los norteamericanos. Debo observar que según lo reconocen las informaciones de fuente aliada—las únicas de que he podido disponer—el ácido cianhídrico no fué empleado por Alemania.

Antes de avanzar en este estudio es indispensable conocer la clasificación táctica que se hizo de los gases de combate. Se dividieron en dos grandes grupos: gases volátiles y gases permanentes. Los primeros se utilizaban en la ofensiva, y en especial cuando se trataba de tomarse una posición. Los gases permanentes se dejaban para la defensiva y para dificultar un movimiento de tropas, el aprovisionamiento o el paso de un camino. Es curiosa la concordancia que se nota entre la clasificación fisiológica y la militar: en general, los sofocantes, tóxicos y estornutatorios son cuerpos volátiles y los vesicantes y lacrimógenos son permanentes. Vinieron en seguida los bromuros de benzilo y de xililo $C_6H_5CH_2Br$ y $C_6H_4-CH_3-CH_2Br$ obtenidos por bromación directa del tolueno y del xile-



Fig. 7.—Tropas protegidas con aparato A. R. S.

no; el ácido bromhídrico formado se recuperaba para extraer el bromo y usarlo nuevamente. Son líquidos espesos, de alto punto de ebullición, difícilmente hidrolisables de olor aromático en frío y que al estado de vapor o de vesículas producen un lagrimeo intenso; se experimenta además una sensación de quemadura alrededor de los ojos. No ocasionan accidentes fatales. Con el objeto de darles mayor agresividad debido a una mayor volatilidad se mezclaban con 20% del hidrocarburo respectivo. Obraban enérgicamente en concentración de $1 \times 1\,000\,000$.

El fosgeno u oxiclورو de carbono, gas sofocante y tóxico, de densidad 3,5, se empleó en gran cantidad por ambas partes. Se preparaba por diversos procedimientos: unión directa del óxido de carbono con el cloro a la luz y catalizador el carbón o por reacción del oleum sobre el CCl_4 . Para su empleo en obuses se mezclaba con cloropicrina. A la inversa de la vincenita, el fosgeno tenía una acción tóxica retardada; los hombres que respiraban cantidades pequeñas del

gas, seguían combatiendo y después de algunas horas, o aún uno y dos días, se sentían mal y morían.

La cloropicrina o cloroformo nitrado CCl_3NO_2 es un líquido aceitoso transparente, casi incoloro, denso, que hierve a 112° descomponiéndose ligeramente, a 150° sus vapores explotan con violencia. Es un lacrimógeno enérgico y algo sofocante. Se prepara tratando el trinitrofenol con cloruro de cal: se forma primero picrato de calcio, que es transformado por el $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ en nitrocloroformo o cloropicrina.

Moureu, en su laboratorio, hizo un estudio completo de la acroleína $\text{CH}_2\text{CH}\cdot\text{CHO}$, cuerpo de olor desagradable e irritante que se desprende cuando se queman las sustancias grasas, lacrimógeno y tóxico. Puede obtenerse por el método clásico, o sea, deshidratando la glicerina con bisulfato de sodio; se empleó bastante.

Al mismo tiempo que se fabricaban estas sustancias, se analizaban cuidadosamente los obuses enemigos no explotados y se buscaban las impurezas, que revelan siempre la marcha seguida en su preparación. A este objeto se dedicó especialmente el laboratorio de Grignard.

La bromacetona $\text{CH}_3\text{CO}\cdot\text{CH}_2\text{Br}$ fué estudiada por Moureu y cargada en obuses vidriados interiormente para evitar el ataque del metal. Dosis tóxica 0.5—1 gr. La yodacetona fué abandonada por el alto precio del yodo.

La palita y la surpalita eran preparadas en Alemania por los establecimientos Friedrich Bayer (Leverkusen) y Meister Lucius und Brüning (Hoechst); son el cloroformiato de monoclorometilo y el cloroformiato de triclorometilo:

$\text{ClCOO}\cdot\text{CH}_2\text{Cl}\cdot\text{ClCOO}\cdot\text{CCl}_3$. Se preparan tratando el formiato de metilo con cloro o bien: $\text{COCl}_2 + \text{CH}_3\text{OH} + = \text{ClCOOCH}_3 + \text{HCl}$.

Líquidos sofocantes, poco persistentes. Dosis tóxica del primero 1 gr.; del segundo en el perro 0.25 gr.

El cloruro de fenilcarbilamina $\text{C}_6\text{H}_5\text{CNCI}_2$, líquido tóxico nauseabundo, difícilmente hidrolisable, de punto de ebullición 105° ; se obtenía tratando el sulfuro de carbono con anilina y clorando el isosulfocianuro de fenilo resultante $\text{SCN}\cdot\text{C}_6\text{H}_5$; la primera operación era efectuada por la fábrica Kalle de Biebrich y la cloración en Hoechst.

En Julio de 1917 hizo su aparición en los campos de batalla el sulfuro de etilo diclorado, llamado iperita por los franceses, gas de mostaza por los ingleses y norteamericanos y gas humanitario por los alemanes.

Hasta esta época el ejército alemán había hecho uso de gases lacrimógenos, sofocantes y tóxicos. ¿Porqué—pregunta Cornubert, químico francés—el enemigo empleó este gas? Y encuentra la respuesta en un artículo publicado en la Chemiker Zeitung N.º 74 de 19 de Junio del año 1919 titulado "Gas als Kampfmittel" Cede-

remos la palabra al articulista: "Como la protección contra los gases era eficaz en todo sentido, no era posible esperar el éxito en la guerra sino eliminando esta protección. Esto no podía alcanzarse sino con la sorpresa, es decir, con un gas que no pudiera reconocerse sino después que hubiera actuado. Como consecuencia de sus propiedades, el sulfuro de etilo diclorado llegaba al terreno sin ser notado por el enemigo, de tal suerte que se experimentaba su acción sin colocarse los aparatos protectores. Este cuerpo es incoloro, casi inodoro y no provoca fenómenos inmediatos de irritación. Muy viscoso, tiene la propiedad de conservar su acción durante una semana y aún más. Esta propiedad fué utilizada prácticamente haciendo obrar al estado de gas solamente el 50% del contenido del obus en el momento de la explosión; el resto quedaba exparcido en forma de lluvia fina engendrando una intoxicación constante por evaporación lenta. El gas provoca intoxicaciones extremadamente graves de los órganos respiratorios, reconocibles solamente después de algunas horas de su introducción en los pulmones. Pero la acción mas peligrosa se produce cuando el líquido se pone en contacto con la piel o cuando es pulverizado sobre ella; engendra entonces flictenas y provoca verdaderas quemaduras muy dolorosas". Hasta aquí el articulista.

Efectivamente la iperita es un vesicante, lacrimógeno y sofocante. Queda incluido en tres de las cinco categorías de gases.

Si ha obrado al estado de vapor y la acción ha sido corta, los párpados se hinchan, los ojos enrojecen y supuran ligeramente, en las vías respiratorias provoca broncootraquitis y tos. La piel también enrojece y sufren la quemadura solo las partes húmedas.

Una acción más intensa cubre los ojos de ampollas y ocasiona un agudo dolor que termina con la ceguera temporal; hay secreción abundante de la nariz y tos fuerte; se alteran las papilas de la lengua (perdiéndose el gusto) y la mucosa de la nariz (desapareciendo el olfato). Se llega hasta la bronco neumonía; los accidentes en las vías respiratorias demoran mucho en curar. En la piel se producen ampollas, furúnculos y una especie de sarpullido.

Y como si todo esto fuera poco, tiene la propiedad de atravesar los tejidos de modo que nuestros vestidos ordinarios no prestan ninguna protección.

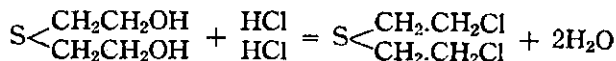
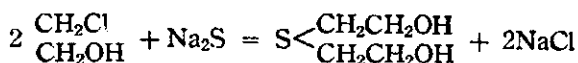
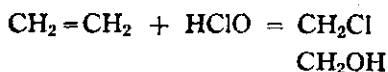
El ligero olor que presenta esta sustancia se ocultaba mezclándola con mononitrobenceno, cuerpo que acompañaba también a los obuses explosivos cargados con dinitrobenceno; de suerte que las tropas, creyendo encontrarse en un terreno solamente bombardeado, no tomaban ninguna precaución contra la iperita. Es, pues, un gas eminentemente traidor. Los hombres encargados de limpiar las trincheras infestadas con iperita tenían que cubrirse el cuerpo completamente con telas enceradas.

Hemos desarrollado la ofensiva de esta sustancia; veamos ahora la defensiva. Los mejores medios preservadores son los oxidantes: el permanganato de potasio, el agua oxigenada, el cloruro de cal, etc., sustancias que sólo pueden usarse al exterior. Durante la guerra se utilizó mucho una pomada propuesta por el Servicio norte americano, a base de un estearato metálico. En las máscaras la sustancias neutralizantes de la iperita son la cal sodada, el permanganato y el carbón. El agua hirviente es también un excelente antídoto contra la iperita, por su acción hidrolizante.

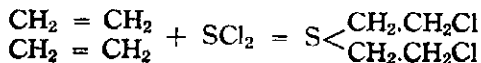
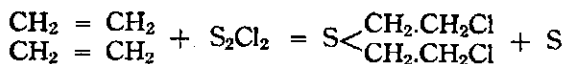
¿Cómo se prepara el gas de combate por excelencia? Sobre este punto puede hablarse muchísimo.

Hay dos estudios sobre este cuerpo. Uno del americano Guthrie, del año 1860 en que habla de su preparación y propiedades, pero sin definirlo bien; y otro del químico alemán Víctor Meyer (1886) en que propone un procedimiento de preparación diverso y dice que este cuerpo tiene una acción vesicante selectiva, o sea, ataca solamente a ciertos operadores. Meyer fué el primero en sufrir las terribles propiedades del sulfuro de etilo diclorado, se expresa así: "Es extraordinario que una sustancia de apariencia inofensiva, poco volátil, de poco olor, enteramente neutra y cuya constitución química no permite entrever propiedades agresivas, posea una acción tóxica específica tan grande".

Para su fabricación se siguió en Alemania el método de Meyer, que parte de la moclorhidrina del glicol y que se realiza según las siguientes ecuaciones:



Los aliados aplicaron la reacción de Guthrie convenientemente modificada por el profesor Pope del Servicio Inglés:



Como materias primas entran el cloruro de azufre y el etileno. Este último se prepara por deshidratación del alcohol etílico: $C_2H_5OH = C_2H_4 + H_2O$. En los laboratorios se recurre al método clásico de absorber el agua con ácido sulfúrico $C_2H_5OH + H_2SO_4 = C_2H_5HSO_4 + H_2O$



Este procedimiento resulta caro en la industria y se prefieren los óxidos metálicos como la magnesia, la alúmina y el óxido de titanio. Pero el mejor procedimiento fué la deshidratación con kaolin colocado en tubos calentados a 500°-600°, y que dió un rendimiento de 85%.

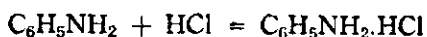
La operación siguiente consistía en absorber el etileno en cloruro de azufre, operación que se efectuaba en recipientes cerrados y a una temperatura de 30—35°. Así se evitó el depósito de azufre que se formaba en la reacción a 50°. Finalmente el producto se purificaba y se cargaba directamente en obuses. Posteriormente el Servicio Químico norte americano propuso y empleó el coque fosfórico como deshidratante.

Los alemanes han fabricado desde Junio de 1915 a 11 de Noviembre de 1918 9 000 toneladas de iperita. Francia comenzó la fabricación en Marzo de 1918; al firmarse el armisticio se habían preparado cerca de 2 000 toneladas. Se vé por estos números que los aliados fabricaban en proporción muy superior a Alemania y efectivamente la producción de iperita superó con mucho al consumo de la artillería.

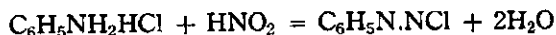
En Francia estudiaron el procedimiento con cloruro de azufre Job y Bertrand, y el método de Meyer, el profesor Moureu. Grignard, investigando las impurezas de la iperita alemana, demostró que se aplicaba el método de Meyer. Pero según las informaciones de la Comisión química aliada que, una vez terminada la guerra, visitó las fábricas ubicadas en la zona del Rhin, se pensaba ya en adoptar el procedimiento empleado por los aliados.

Poco después de la iperita aparecieron las arsinas, cuerpos generalmente sólidos que al estallar el proyectil eran lanzados en polvo finísimo que atravesaba las máscaras y provocaba violentos estornudos. Se usaron tanto las arsinas acíclicas o grasas como las *cíclicas* o aromáticas, como las dicloro y dibromoetilarsinas entre las primeras y las cloro y cianodifenilarsinas entre las últimas. Su obtención es sumamente penosa y larga; como ejemplo puede darse la de la diclorofenilarsina..

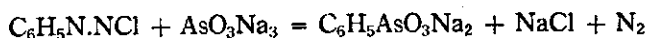
Se prepara primero clorhidrato de anilina:



El clorhidrato se diazota:



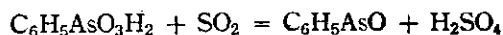
El cloruro de diazobenceno resultante se trata con arsenito de sodio:



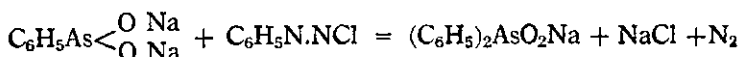
Se precipita el ácido monofenilarsénico:



y se reduce con anhídrido sulfuroso:



El óxido se disuelve en soda cáustica y se trata con cloruro de diazobenceno:



El difenilarsinato de sodio resultante se trata con ácido clorhídrico y gas sulfuroso y da la clorodifenilarsina:



El rendimiento es muy pequeño (de 25 a 30%).

Por las consideraciones anteriores se vé que el empleo de los gases como medio de combate no fué algo accidental, sino que se practicó sistemáticamente durante todo el período de guerra. La producción total de Alemania se calcula en 50 000 toneladas de gases. Solamente de la surpalita y difosgeno se fabricaron 15 600 toneladas y de fosgeno, 11 200 toneladas. Poco después de firmado el armisticio, hemos dicho que una Comisión aliada de químicos visitó los grandes establecimientos situados en la zona de ocupación, como las fábricas de Fr Bayer, Kalle, Badische, Meister Lucius.

Según sus informaciones no encontraron ninguna novedad, ningún progreso esencial en los métodos de fabricación o en los aparatos utilizados.

Como resumen de la obra francesa, hay que anotar la creación de industrias enteras en plena guerra (la del cloro y del bromo, del ácido sulfúrico fumante u oleum).

La producción total de cloro alcanzó a 24 000 tons, de fosgeno 15 800 tons., de vincenita 4 100, de iperita 2 000 tons. Se cargaron con gases 13 193 000 obuses de 75; 3 930 000 de otros calibres; 1 140 000 granadas; centenares de cilindros para nubes. En lo que respecta a aparatos de protección, se fabricaron 4 500 000 tampones Pi P₂; 6 800 000 máscaras TN; 29 300 000 máscaras M₂; 5 300 000 aparatos A.R.S., etc.

En Estados Unidos la fabricación de gases y productos de combate sobrepasó los límites imaginables. El fosgeno, preparado en el arsenal de Edgewood solamente alcanzó a 80 toneladas diarias, la iperita a esta misma cantidad, el cloro a 100 toneladas diarias. Se prepararon mezclas incendiarias para ser lanzadas desde los aeroplanos, formadas por termita y un aceite sólido, mezclas generadoras de cortinas de humo destinadas a aislar las tropas unas de otras, se descubrieron dos nuevos cuerpos que no alcanzaron a usarse y que según se dice, habrían producido efectos mortíferos superiores a los gases empleados hasta esa época.

Tal es la guerra de los gases y la obra de los químicos, que han sabido responder al grito de angustia lanzado por la patria. Muchos han sufrido el ataque de los gases quedando gravemente enfermos y muchos han perecido como el químico Chrétien, señalado por Clemenceau en un decreto, que herido y quemado continuaba en su trabajo en el cual era irremplazable, hasta caer un día mortalmente intoxicado.