



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

TESIS

“Estudio de los métodos de producción y mercado comercial de las sustancias del listado 3B-8 al 3B-11 de la Convención sobre la prohibición del desarrollo, la producción, el almacenamiento y el empleo de armas químicas y sobre su destrucción”

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA

García Mercado Héctor Daniel

MÉXICO, D.F.

2006

García Mercado Héctor Daniel



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado asignado:

Presidente	Prof. RAMON E. DOMINGUEZ BETANCOURT
Vocal	Prof. IRMA CRUZ GAVILÁN GARCÍA
Secretario	Prof. RODOLFO TORRES BARRERA
1er. Suplente	Prof. VICTOR MANUEL LUNA PABELLO
2º. Suplente	Prof. MIRNA ROSA ESTRADA YAÑEZ

Unidad de Gestión Ambiental, Facultad de Química

M. en I. Irma Cruz Gavilán García

Asesor

Héctor Daniel García Mercado

García Mercado Héctor Daniel

Sustentante

ACKNOWLEDGMENTS.

This study was Developed with the support of the Organization for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW) and had as antecedent the research developed by two assistants to the OPCW Associate Program 2003 Parvin Nabati (Islamic Republic of Iran) & Yanis Charles (Saint Lucia). We also give a particular recognition to Mrs. Olga Falco for her support to this research.

García Mercado Héctor Daniel

AGRADECIMIENTOS.

Primero que nada quiero agradecer a mis padres Gabriela Mercado y Santiago García por haberme dado la vida, ayudarme a crecer como ser humano y apoyarme para llegar a este objetivo final. Y también a mi papá Gilberto Pineda por darme un lugar en su vida y un lugar donde he sido apreciado y querido como un hijo.

Así como a mis hermanos Brenda, María Luisa y Jorge y sobre todo a mi sobrina Amally, que gracias a ellos me han convertido en una persona especial y saben que los aprecio y quiero.

También quiero agradecer a mis amigos de toda la vida Johan, Elia, Mariana, Mario, Rosa Luz, Ivonne, Iván, Martín, Norberto, a mi gran amiga de la secundaria Claudia, mis amigas de la preparatoria Yza y Elizabeth, así como a mi cuñado Tonhatiuh que con ellos aprendí valores como la lealtad, la confianza, la sinceridad y la amistad que nos han unido durante todos estos años.

Mi más sincero agradecimiento a mi maestra Irma Cruz Gavilán G. por enseñarme a ser responsable de mis actos con el desempeño en la UGA y en mi vida, la confianza que me ha brindado y por ayudarme a realizar el presente trabajo de tesis, así como a mis compañeros de la UGA Adriana, Isabel, Susana, Sara, Reina y Flavio que me han brindado además de su amistad, muchas sonrisas y gratos recuerdos que siempre recordaré.

A mis amigos “Los Britos”, Edgar “Rex”, Juan Francisco “Oso”, Benjamín “Chacal”, Fernando “Moe”, José Manuel “Caballo”, Mariela, Alejandra, Eder “Pony” y Diana “Morrita”, y mis demás compañeros de clases y amigos Paty y Nando, Chrix, Selene, Martín “Timón” que fueron mi ayuda en clases y a ellos les agradezco su amistad y compañía en momentos que fueron de dificultad para mi.

García Mercado Héctor Daniel

Mis más grandes agradecimientos con la “Banda”, Fernando “Chule”, Valter “Cacheton”, Nacho “Demon”, Julio César “Shagy”, Alberto “Mimoso”, Erick “Enanote”, Omar “Lucas”, Orlando “Choco”, Ariel “Rey”, Alejandro “Pelos”, Ernesto “Neto”, “Polito”, Martín, Miguel “Ra”, Jorge “Rojo”, Jorge “Pues si”, Jorge “Migrañas”, Carlos “Chino”, Ricardo “Richi”, Fernando “Palencia”, Sandra, Gisela, Pato, Montse, Dilia, Janet, Claudia, Laura y Tania, que con ellos me he divertido y he conocido otros aspectos de la vida que no había conocido y los aprecio como mis hermanos.

Por último a mis amigos (as) que he estado conociendo en este periodo que me han brindado su amistad y sus consejos que me han ayudado a realizarme como persona, Belén, Mafer, Bárbara, Dulce, Judith, Paulina, Joany, Lourdes, Maquis, Raquel, y todos los demás que en este momento no me acorde, saben que los llevo en el corazón.

ÍNDICE.

	Página.
Introducción	7
Capítulo 1. Antecedentes	8
1.1 Química de los fosfitos	14
1.2 Propiedades de los fosfitos	21
1.2.1 Propiedades del fosfito de trimetilo	21
1.2.2 Propiedades del fosfito de trietilo	22
1.2.3 Propiedades del fosfito de dimetilo	23
1.2.4 Propiedades del fosfito de dietilo	25
Capítulo 2. Principales métodos de producción	27
2.1 Fosfito de trimetilo	28
2.2 Fosfito de trietilo	29
2.3 Fosfito de dimetilo	29
2.4 Fosfito de dietilo	30
Capítulo 3. Usos de los fosfitos (listado 3B 8-11)	33
3.1 Usos para fines no prohibidos	33
3.1.1 Fosfito de trimetilo	33
3.1.2 Fosfito de trietilo	34
3.1.3 Fosfito de dimetilo	34
3.1.4 Fosfito de dietilo	35
3.2 Usos para fines prohibidos	35
3.2.1 Sarin	36
3.2.2 Soman	38
3.2.3 GF	40
3.2.4 VX	43

3.3 Comparativo de Armas de Destrucción Masiva (ADM)	45
Capítulo 4. Principales productores y proveedores de fosfitos	48
4.1 Fosfito de trimetilo	48
4.2 Fosfito de trietilo	50
4.3 Fosfito de dimetilo	52
4.4 Fosfito de dietilo	54
Capítulo 5. Tendencias del comercio:	
Revisión de producción y consumo patrón de la listado 3B 8-11.	56
5.1 Estados Unidos	56
5.2 Canadá	57
5.3 Europa Occidental	57
5.4 Europa Oriental	58
5.5 Japón	59
5.6 China	59
5.7 México	60
Análisis de Resultados	75
Conclusiones	78
Glosario	80
Bibliografía	82

ÍNDICE DE TABLAS.

	Página
1.1 Cronología del uso de agentes tóxicos como armas químicas en la historia	11
1.2.1 Clasificación de riesgo (NFPA)	22
1.2.2 Clasificación de riesgo (NFPA)	23
1.2.3 Clasificación de riesgo (NFPA)	24
1.2.4 Clasificación de riesgo (NFPA)	26
3.2 Usos prohibidos de los fosfitos orgánicos (listado 3B 8 – 11)	36
3.2.1 Propiedades físicas del sarin	36
3.2.1.1 Clasificación de riesgo (USFA)	37
3.2.1.2 Datos de toxicidad	37
3.2.1.3 Medicamentos para uso en caso de contaminación por el agente nervioso	38
3.2.1.4 Aislamiento inicial y distancias de acción de protección	
a) Derrame pequeño	38
b) Derrame grande	38
3.2.2 Propiedades físicas del soman	39
3.2.2.1 Clasificación de riesgo (USFA)	39
3.2.2.2 Datos de toxicidad	39
3.2.2.3 Medicamentos para uso en caso de contaminación por el agente nervioso	40
3.2.2.4 Aislamiento inicial y distancias de acción de protección	
a) Derrame pequeño	40
b) Derrame grande	40
3.2.3 Propiedades físicas del GF	41
3.2.3.1 Datos de toxicidad	41
3.2.3.2 Medicamentos para uso en caso de contaminación por el agente nervioso	42
3.2.3.3 Aislamiento inicial y distancias de acción de protección	
a) Derrame pequeño	42
b) Derrame grande	43
3.2.4 Propiedades físicas del VX	43
3.2.4.1 Clasificación de riesgo (USFA)	44

3.2.4.2 Datos de toxicidad	44
3.2.4.3 Medicamentos para uso en caso de contaminación por el agente nervioso	44
3.2.4.3 Aislamiento inicial y distancias de acción de protección	
a) Derrame pequeño	44
b) Derrame grande	45
3.3.1 Probabilidad de riesgo y potencial total de las ADM	46
3.3.2 Poder destructivo comparativo de 50 Kg de una ADM.	46
3.3.3 Comparación de principios (efectos) y duración de las ADM	47
3.3.4 Características de agentes químicos (aerosol)	47
4.1 Algunos proveedores del fosfito de trimetilo	48
4.2 Algunos proveedores del fosfito de trietilo	50
4.3 Algunos proveedores del fosfito de dimetilo	52
4.4 Algunos proveedores del fosfito de dietilo	54
5.1 Consumo de aditivos organofosforados para plásticos y elastómeros	
Em Estados Unidos	56
5.2 Consumo de tricloruro de fósforo antioxidante y estabilizadores em	
Estados Unidos	57
5.5 Consumo japonés de fosfitos producidos a partir de la producción	
de tricloruro de fósforo	59
5.7.1 Importaciones definitivas de la fracción 2920.90.05	63
5.7.2 Empresas importadoras de la fracción 2920.90.05	63
5.7.3 Exportaciones definitivas de la fracción 2920.90.05	64
5.7.4 Empresas exportadoras de la fracción 2920.90.05	64
5.7.5 Importaciones definitivas de la fracción 2920.90.99	65
5.7.6 Empresas importadoras de la fracción 2920.90.99	66
5.7.7 Exportaciones definitivas de la fracción 2920.90.99	70
5.7.8 Empresas exportadoras de la fracción 2920.90.99	70
5.7.9 Importaciones definitivas de la fracción 2920.90.14	71
5.7.10 Empresas en México que utilizan los fosfitos como materia prima	72

6.1 Precio en dólar por kilogramo de producto de la fracción 2920.90.05	75
6.2 Precio en dólar por kilogramo de producto de la fracción 2920.90.05	75
6.3 Precio en dólar por kilogramo de producto de la fracción 2920.90.99	76
6.4 Precio en dólar por kilogramo de producto de la fracción 2920.90.99	77
6.5 Precio en dólar por kilogramo de producto de la fracción 2920.90.14	77

ÍNDICE DE FIGURAS.

	Página
1.1 Estructura de un óxido de fosfina	15
2.1 Producción de compuestos organofosforados a partir de PCl_3	31
2.2 Producción de pesticidas y agentes de guerra a partir de compuestos Básicos	32
5.3 Usos de tricloruro de fósforo en Europa Occidental	58
5.7.1 DOF – Reglas	61
5.7.2 DOF – Secretaría de Economía	62

INTRODUCCIÓN.

Este estudio se centra en cuatro compuestos químicos organofosforados, los cuales están identificados como precursores de armas químicas en el listado 3B de la Convención sobre la prohibición del desarrollo, la producción, el almacenamiento y el empleo de armas químicas y sobre su destrucción, nombrada Convención de Armas Químicas (CAQ), y regulado por la Organización para la Prohibición de Armas Químicas (OPAQ), que requiere una declaración anual cuando su producción excede las 30 toneladas. Ya que son tóxicos y tienen el riesgo de ser letales. Aunque también estos compuestos tienen usos denominados No prohibidos por la CAQ, con esto los compuestos pueden ser usados por la industria química para desarrollar productos de consumo.

De tal manera, que estos cuatro compuestos químicos son usados en la industria química para formar otros compuestos que son de uso para la vida cotidiana y que en el presente trabajo se analizarán tanto los métodos de producción, sus usos (tanto prohibidos como los no prohibidos) y su situación en el mercado comercial mundial y su situación en el mercado mexicano.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES.

La química ha sido desde siempre, una de las ciencias más aplicadas al campo militar junto con los más recientes conocimientos de física moderna sobre fusión y fisión nuclear. Acorde con la vertiente práctica de la química, así como las aplicaciones militares, podemos encontrar multitud de usos tanto en la industria petroquímica, plantas de reciclaje etc. Pero una de las aplicaciones más preocupantes de esta ciencia, es su potencial destructivo en el caso de que se emplee con fines bélicos. El empleo de agentes tóxicos como armas, no es un hecho relativamente reciente, pero que dada su elevada peligrosidad, ha sido restringido y prohibido en numerosas convenciones internacionales, aunque no es respetado por todos los países. El uso indiscriminado, el terrorismo y las guerras son los mayores motivos de preocupación acerca de estas peligrosas armas.

Las armas químicas quedaron definidas a partir del segundo artículo de la CAQ, celebrada en París el 13 de enero de 1993⁽¹⁾, en el que México ratifica su participación el 29 de julio de 1994. En dicho congreso, en el que participaron numerosos países fue legislado y restringido el uso de las armas químicas. Esta convención fue el resultado de más de veinte años de negociaciones en la conferencia para el desarme en Ginebra, según esta convención se define los siguientes conceptos:

Por "armas químicas" se entiende, conjunta o separadamente:

- Las sustancias químicas tóxicas o sus precursores, salvo cuando se destinen a fines no prohibidos por la presente Convención, siempre que los tipos y cantidades de que se trate sean compatibles con esos fines;

- Las municiones o dispositivos destinados de modo expreso a causar la muerte o lesiones mediante las propiedades tóxicas de las sustancias especificadas en el apartado a) que libere el empleo de esas municiones o dispositivos; o

- Cualquier equipo destinado de modo expreso a ser utilizado directamente en relación con el empleo de las municiones o dispositivos especificados en el apartado b).

Por "sustancia química tóxica" se entiende:

Toda sustancia química que, por su acción química sobre los procesos vitales, pueda causar la muerte, la incapacidad temporal o lesiones permanentes a seres humanos o animales. Quedan incluidas todas las sustancias químicas de esa clase, cualquiera que sea su origen o método de producción y ya sea que se produzcan en instalaciones, como municiones o de otro modo.

(A los efectos de la aplicación de la presente Convención, las sustancias químicas tóxicas respecto de las que se ha previsto la aplicación de medidas de verificación están enumeradas en Listas incluidas en el Anexo sobre sustancias químicas.)

Por "precursor" se entiende:

Cualquier reactivo químico que intervenga en cualquier fase de la producción por cualquier método de una sustancia química tóxica. Queda incluido cualquier componente clave de un sistema químico binario o de multicomponentes.

(A los efectos de la aplicación de la presente Convención, los precursores respecto de los que se ha previsto la aplicación de medidas de verificación están enumerados en Listas incluidas en el Anexo sobre sustancias químicas.)

Por "componente clave de sistemas químicos binarios o de multicomponentes" (denominado en lo sucesivo "componente clave") se entiende:

El precursor que desempeña la función más importante en la determinación de las propiedades tóxicas del producto final y que reacciona rápidamente con otras sustancias químicas en el sistema binario o de multicomponentes.

Por "antiguas armas químicas" se entiende:

- Las armas químicas producidas antes de 1925; o
- Las armas químicas producidas entre 1925 y 1946 que se han deteriorado en tal medida que no pueden ya emplearse como armas químicas.

Por "armas químicas abandonadas" se entiende:

Las armas químicas, incluidas las antiguas armas químicas, abandonadas por un Estado, después del 1° de enero de 1925, en el territorio de otro Estado sin el consentimiento de este último.

Por "agente de represión de disturbios" se entiende:

Cualquier sustancia química no enumerada en una Lista, que puede producir rápidamente en los seres humanos una irritación sensorial o efectos incapacitantes físicos que desaparecen en breve tiempo después de concluida la exposición al agente.

La expresión usada para describir el uso de estas armas, es conocida actualmente como **guerra química** y sustituye al término de **guerra de gases** usado anteriormente. Se entiende por esta expresión:

- La utilización, contra un enemigo, de cualquier sustancia química que tenga efectos tóxicos directos sobre personas, animales o plantas.

Lo que hoy en día entendemos como arma química es aquel capaz de intoxicar a multitud de seres vivos mediante productos tóxicos. Pues bien, el significado, ha cambiado desde tiempos remotos, mientras que los medios utilizados para la intoxicación, si lo han hecho considerablemente. El uso de venenos, plagas, y enfermedades contra el enemigo, ha sido un hecho bastante frecuente, pero no así con repercusión a gran escala como lo es hoy, ya que las plagas, etc., no tenían la capacidad destructiva que tienen las armas de hoy en día.

Tabla 1.1 Cronología del uso de agentes tóxicos como armas químicas en la historia⁽²⁾:

400 A.C.	Los griegos emplean humo de azufre contra los soldados enemigos
1346	Los tártaros catapultan cadáveres infectados con plagas a las fortificaciones Romanas
1483	Aparecen en Alemania los primeros manuscritos en los que se describe la primera fórmula de una bomba asfixiante.
1500	Los conquistadores Españoles usan agentes biológicos contra los pueblos nativos
1763	El general Británico Jeffrey Amherst ordena proporcionar mantas infectadas con viruela a las poblaciones nativas durante la rebelión de pontiac
1899	La declaración de La Haya prohíbe la nueva arma.
1907	Se celebra el primer congreso sobre armas químicas en el que se legislan sus usos, E.U.A. no participa.
1914	Comienza la 1ª guerra mundial. Un gas tóxico provoca la muerte de 100.000 soldados, y hiere a otros 900.000
1915	En Ypres durante la 1ª guerra mundial, una oleada de gas CLORO deja 5000 soldados muertos y 15.000 fuera de combate.
1916	Se abandona la lucha mediante emisiones de gas y aparecen las primeras granadas compuestas de gas.
1920	Gran Bretaña usa armas químicas contra los Kurdos independentistas.

Tabla 1.1 Continuación

1925	Se celebra el “PROTOCOLO DE GINEBRA” donde queda prohibido el uso de armas químicas. Ni Japón ni E.U.A. firman.
1936	Mientras Japón invade China, en Alemania se crea el primer gas nervioso llamado “TABUN”
1938	Se logra aislar el gas “SARIN” a partir del TABUN, siendo el primero mucho más tóxico.
1945	El uso de gases tóxicos se extiende a Rusia. Los nazis usan el denominado Zyclon-b para exterminar civiles. Se descubre un arsenal de 100.000 Ton en el Reich.
1947	E.U.A. se adhiere al Protocolo de Ginebra
1950	Ingleses descubren en Alemania neuróxicos, productos más peligrosos conocidos hasta la época.
1956	El ejército estadounidense declara las armas bioquímicas como no ilegales y se reserva el derecho dejárselas usar.
1968	E.U.A. se plantea el uso de gases tóxicos para controlar manifestaciones o contra las reivindicaciones civiles.
1970	Aparece el “LSD” y es usado como incapacitante con efectos no mortales.
1971	E.U.A. usa el “AGENTE NARANJA” como deforestador en el conflicto de Vietnam.
1974	E.U.A. ratifica definitivamente el protocolo de Ginebra propuesto en 1928.
1980	En Norteamérica comienza a tomar fuerza la idea de que los agentes tóxicos son los sustitutos de las armas nucleares.
1981	Los Estados Unidos reanudan la producción de gases tóxicos para la guerra suspendida desde 1969.
1989	Se celebra en París un congreso para fomentar lo tratado el Ginebra. En el participan 149 países que son conscientes de la urgencia de prohibir las armas químicas. Estados Unidos se une a la condena pero presenta un programa para la producción de gas venenoso.

Tabla 1.1 Continuación

1991	Durante la guerra del golfo son usadas armas químicas así como destruidas plantas sospechosas de producir productos tóxicos con fines destructivos.
1993	Tras 9 meses de negociaciones el 13 de enero se firma en París el tratado de armas químicas destinado al empleo, almacenamiento y uso.
1990-00	Se suceden ataques con armas químicas con fines terroristas.

En la última década los ataques terroristas con este tipo de armas han provocado masacres, como la explosión de una bomba en la ciudad de Oklahoma, en 1995; o la llevada a cabo en el metro de Tokio en 1996 en el que se uso gas nervioso (sarin) indiscriminadamente causando la muerte a numerosas personas.

Para efectos de este trabajo, los compuestos en los que se centra se encuentran incluidos en la siguiente lista:

Directrices para la Lista 3

Al examinar si se debe incluir en la Lista 3 una sustancia química tóxica o un precursor que no esté enumerado en otras Listas, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Se ha producido, almacenado o empleado como arma química;
- Plantea de otro modo un peligro para el objeto y propósito de la presente Convención porque posee tal toxicidad letal o incapacitante y otras propiedades que podrían permitir su empleo como arma química;
- Plantea un peligro para el objeto y propósito de la presente Convención debido a su importancia en la producción de una o más sustancias químicas enumeradas en la Lista 1 o en la parte B de la Lista 2;

- Puede producirse en grandes cantidades comerciales para fines no prohibidos por la presente Convención.

Lista 3 (CAQ, anexo B sobre las sustancias químicas, pag. 51).

B. Precursores.

5. Oxiclورو de fósforo (10025-87-3)
6. Tricloruro de fósforo (7719-12-2)
7. Pentacloruro de fósforo (10026-13-8)
- 8. Fosfito trimetilico (121-45-9)**
- 9. Fosfito trietilico (122-52-1)**
- 10. Fosfito dimetilico (868-85-9)**
- 11. Fosfito dietilico (762-04-9)**
12. Monocloruro de azufre (10025-67-9)
13. Dicloruro de azufre (10545-99-0)
14. Cloruro de tionilo (7719-09-7)
15. Etildietanolamina (139-87-7)
16. Metildietanolamina (105-59-9)
17. Trietanolamina (102-71-6)

1.1 Química de los fosfitos.

El fósforo⁽³⁾ es un elemento extremadamente versátil, que se encuentra en el grupo V de la tabla periódica debajo del nitrógeno y sus aplicaciones en la química orgánica es de diverso rango debido a su estructura electrónica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$. En consecuencia el fósforo puede adoptar varios estados de oxidación estables, incluyendo +3, +5 y +6, por lo cual sus ligaduras pueden ser tanto inorgánicas como orgánicas en la naturaleza. La utilidad del fósforo como reactivo en síntesis orgánicas lleva a los elementos a aprovechar la habilidad de pasar de un bajo

a un alto número de coordinación y, ocasionalmente, viceversa. Los factores claves del fósforo incluyen la alta nucleofilidad de los compuestos del fósforo tetravalente hacia los electrofilos, fuertes enlaces P=O que son rápidamente formados (también para el azufre, nitrógeno y los halogenados) y su capacidad para estabilizar aniones adyacentes. El fósforo es incapaz de formar enlaces $\pi p-p$ fuertes con el carbono.

Estas características del fósforo son especialmente evidentes en las propiedades del óxido de fosfina ⁽⁴⁾. Como se indica en la ilustración (Figura 1.1), el enlace P-O puede expresarse mejor si se considera que posee un carácter sustancial de enlace doble, resultante de la interacción de los orbitales *d* vacíos del fósforo con un orbital *p*, portador de un par solitario, del oxígeno. El enlace P=O no es un enlace $\pi p-p$ sino un enlace $\pi d-p$ en el que dos electrones del oxígeno son compartidos con el fósforo. El enlace de este tipo refuerza los enlaces P-O de los fosfitos de trialquilo y confiere a los enlaces P=O de los fosfatos su especial estabilidad. Los grupos funcionales que contienen fósforo incluyen:

- Fosfina: **R₃P:**
- Óxido de fosfina: **R₃P=O**
- Fosfito de trialquilo: **(RO)₃P:**
- Fosfato de trialquilo: **(RO)₃P=O**

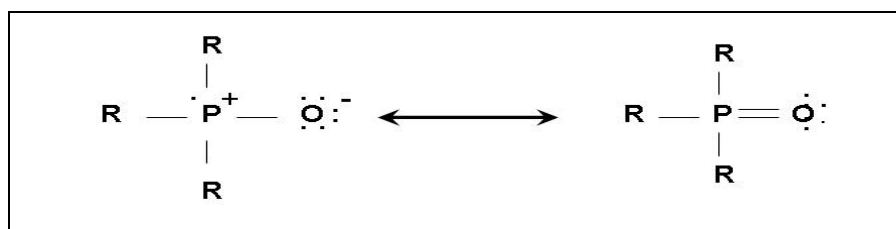


Figura. 1.1 Estructura de un óxido de fosfina

El fósforo, juega un importante papel en todas las cosas vivientes, éste provee la estabilidad polimérica de la columna vertebral del DNA y RNA, también como interactuar en casi todas las vías bioquímicas a través de la fosforilación, etc. Sin embargo, es este su uso en

síntesis químicas en los últimos siglos. Ya que ha revolucionado su uso disponible para los químicos orgánicos. El fósforo forma polímeros que también juegan un importante papel como los retardantes de fuego y humo en dispositivos eléctricos.

El fósforo forma un vasto número de ácidos y ésteres con una química bastante complicada. Los ácidos primarios son el ácido fosfórico, $O=P(OH)_3$ (también conocido como ácido ortofosfórico); ácido fosforoso, $O=P(H)(OH)_2$ y ácido hipofosforoso $OP(H)_2(OH)$. El ácido fosfórico da dos ésteres fosfatados $O=P(H)(OH)(OR)$ y $O=P(H)(OR)_2$. Esos son los más comúnmente llamados o conocidos como “fosfitos” que forman $P(OH)_2(OR)$ y $P(OH)(OR)_2$, donde éstas pueden ser consideradas como derivados del ácido fosforoso “hipotético”, $P(OH)_3$.

Una serie de compuestos muy comunes incluyen el triaril y triaril fosfitos pueden ser considerados como derivados del ácido fosforoso $P(OH)_3$.

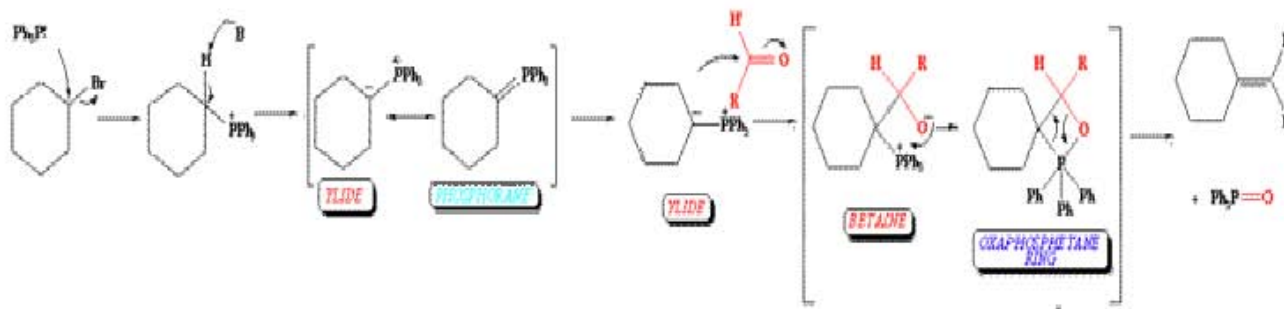
En la mayoría de los casos, la estabilidad de los compuestos tienen la estructura del fosfonato, es decir, con un enlace $P=O$; sin embargo, por razones históricas los compuestos son aún la mayoría de veces referidos como fosfitos y siendo su estructura $P(OR)_3$ que en lugar de ser referidos como fosfonatos que tienen la siguiente estructura $O=P(R)(OR)_2$.

Dentro de las reacciones principales que involucra los compuestos organofosforados tenemos las siguientes:

a) Reacciones del fósforo estabilizados por aniones^(5,6).

La reacción de Wittig (Reacción 1). Es la manera más común de formar alquenos en compuestos orgánicos. Es una simple reacción para llevarse a cabo y requiere también un aldehído o cetona como materia prima. La reacción de Wittig procede vía un proceso de un paso y por consiguiente la más comúnmente empleada. Los átomos de fósforo pueden servir para incrementar la acidez de los protones adyacentes a ellos sobre un átomo de carbono. Los átomos de fósforo cargados positivamente incrementan dicho efecto. Las sales de fósforo pueden ser

producidas rápidamente por el tratamiento de un haluro de alquilo con una fosfina (normalmente trifenilfosfina) y las sales de este modo formadas pueden ser fácilmente desprotonadas por una base fuerte (por ejemplo NaOH) para generar unas especies llamadas iluros. Los iluros llevan, ambas una carga negativa y positiva aunque pueden ser también representadas como sistemas fosforados de doble enlace neutros. Los iluros altamente reactivos entonces pueden participar en un ataque nucleofílico a un carbono central electrofílico o también a un aldehído o una cetona. Esto genera especies doblemente cargadas llamadas betaínas. Esta puede hacerse cíclica para dar un anillo de oxafosfetano. Los oxafosfetanos son muy inestables y pueden sufrir una eliminación rápida syn para obtener el correspondiente alqueno y un óxido de fosfina. El doble enlace P = O es extremadamente fuerte y la formación de este enlace es la que deriva esta reacción.

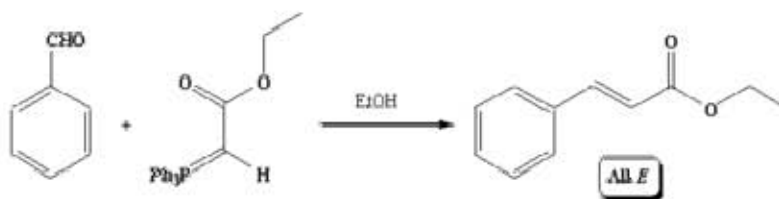


Reacción 1.

b) Estereoselectividad de la reacción de Wittig ^(5,6).

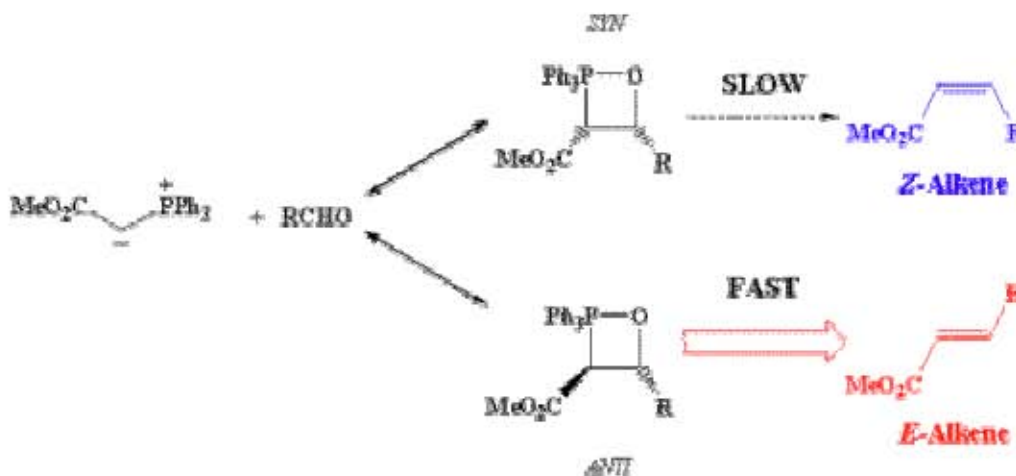
Reacción de Wittig con iluros estabilizados para generar E-alquenos (Reacción 2, 3).

Los iluros poseen grupos sustituyentes que pueden sufrir conjugaciones así como para estabilizar primeramente el anión para la formación de E-alquenos. Grupos funcionales semejantes como los grupos carbonilos (ésteres, amidas, etc.) están incluidos en esta clasificación.



Reacción 2.

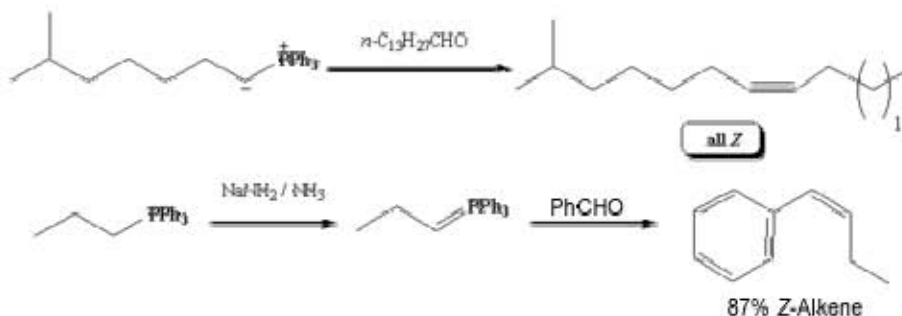
Ha sido propuesto que la extra-estabilidad del iluro vuelve al anillo de oxafosfetano de formación reversible y por consiguiente existe un mecanismo por el cual la estereoselectividad esta operando bajo condiciones termodinámicas. Suministrando la tasa de interconversión es más rápida que la tasa de eliminación para el alqueno entonces el paso de la estereoespecificidad no reflejará durante el radio cinético inicial de oxafosfetano diastereoisómero. Considerando la estructura del anillo de oxafosfetano (anti) revela que el isómero más estable termodinámicamente es el que posea la mayor cantidad de sustituyentes en el lado opuesto del 4-membrado del anillo y que la eliminación inflencie para el E-alqueno. Esta vía de eliminación debe ser más rápida que para el correspondiente alqueno como una consecuencia del amontonamiento en su arreglo espacial en los respectivos estados de transición. Por lo tanto el anti diastereoisómero da el E-alqueno y el syn diastereoisómero hasta el Z-alqueno. El constante equilibrio de los 2 anillos de oxafosfetano vía diastereoisómeros el material comenzado produce el anti diastereoisómero y por lo tanto es producido el E-alqueno predominantemente.



Reacción 3.

Reacción de Wittig con iluros inestables para generar Z-alquenos^(5, 6). (Reacción 4)

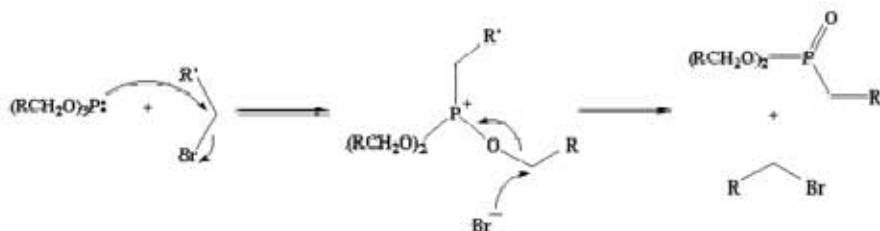
Los iluros inestables incluyendo los alquililuros y predominantemente estas producen Z-alquenos.



Reacción 4.

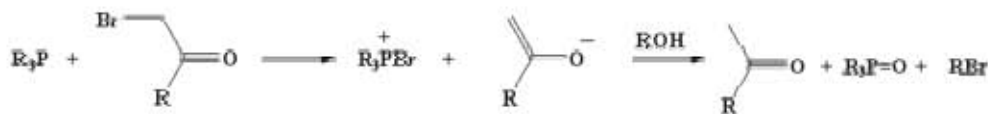
c) La reacción de Michaelis-Arbusov^(6, 7, 8). (Reacción 5, 6)

Ambos compuestos fosforados aniónico y neutro son excelentes nucleófilos con respecto a los electrofilos semejantes como los haluros de alquilo. La reacción de un éster fosfito con un haluro de alquilo es referida como la reacción de Michaelis-Arbusov. Un inestable intermediario trialcoxifosfonio es producido que es subsecuentemente atacado por un anión haluro y dando como resultado la formación de un enlace fosforilo.



Reacción 5.

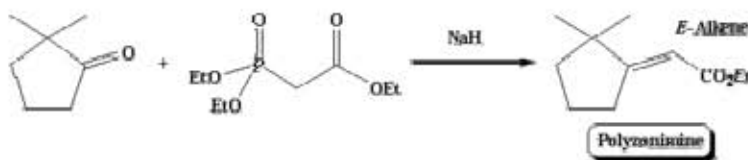
La reacción involucra α -bromocetonas con fosfinas y fosfitos pueden procesarse por una ruta alternativa en disolventes próticos donde un enolato intermediario es generado y protonado. Al final, esta ruta dirige a la deshalogenación de la cetona.



Reacción 6.

d) La reacción de Wadsworth-Horner-Emmons^(7,8). (Reacción 7)

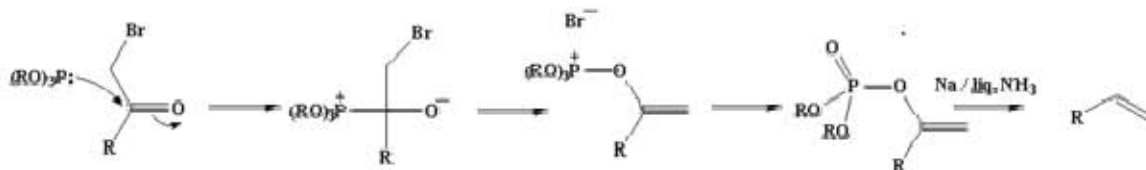
Los ésteres fosfatados pueden también ser desprotonados en una forma similar con hidruro de sodio o utilizando alcóxidos aniones para producir enolatos tipo aniones que pueden reaccionar más eficientemente con aldehídos o cetonas para generar E-alquenos. La formación de alquenos vía fosfonatos es referida como la reacción de Wadsworth-Horner-Emmons.



Reacción 7.

e) La reacción de Perkow^(7,8). (Reacción 8)

La reacción de trialquilfosfitos con un α -halogencetona para producir fosfatos de vinilo. Un ataque nucleofílico del fosfito al carbono del carbonilo para dar un *zwitterionic* intermediario que re-arreglandolo forma especies catiónicas que subsecuentemente se dialquila para formar el correspondiente fosfato. Esta ruta de síntesis ha sido usada para generar un extenso rango de derivados de fosfatos que incorporado a las bases naturales como una buena alternativa aproximada a la síntesis de alquenos.



Reacción 8.

Los alquenos son producidos siguiendo la reducción de la dialquilenol fosfato usando también sodio o litio en amoniaco líquido.

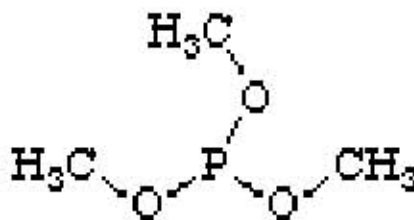
1.2 Propiedades de los fosfitos

Los fosfitos son uno de los grupos de compuestos organofosforados, los cuales son de gran importancia económica debido a su diversidad estructural. Se piensa que esos compuestos son ésteres orgánicos del ácido fosforoso en el cual los tres grupos hidróxilos están esterificados dando una especie tri-coordinada. Los fosfitos son compuestos neutros y normalmente encontrados como líquidos o sólidos incoloros. Los fosfitos son poderosos agentes reductores. La facilidad con la cual son hidrolizados y oxidados hace de ellos apropiados para usarlos como estabilizadotes en la manufactura de plásticos.

1.2.1 Propiedades del fosfito de trimetilo ^(10,11)

3B-8 Fosfito de trimetilo C₃H₉O₃P

Fórmula estructural:



CAS # 121-45-9

Fracción arancelaria 29.20.90.90

Sinónimos: fosfito de metilo, ácido fosforoso trimetil éster, trimetoxilfosfina

Propiedades físicas:

Descripción: líquido incoloro con distinguible olor picante

Peso Molecular: 124.076

Punto de ebullición: 111-112°C

Bp₂₃= 22°C

Punto de fusión: -78°C

Densidad₄ (20°C): 1.052

Índice de refracción: 1.4080

Solubilidad: Insoluble en agua, soluble en hexano, benceno, acetona, alcohol, éteres, tetracloruro de carbono y la mayoría de disolventes orgánicos.

Otros: Inflamable, irritante de piel y ojos, poderoso olor irritante, en descomposición libera vapores tóxicos PO_x, y provoca a dolores de cabeza.

Propiedades químicas: el fosfito de trimetilo es un líquido sensible al aire usado como un agente en deshidrohalogenación, desbromación y desoxigenante en la síntesis de Corey-Winter (transformación de dioles dentro del doble enlace). Otra reacción del fosfito de trimetilo, es una de las más típicas para los fosfitos trialquilados, la reacción con ácido carboxílico para formar ésteres a alta temperatura.

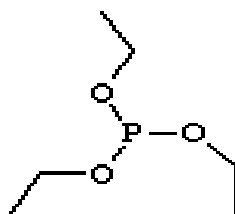
Tabla 1.2.1 Clasificación de riesgo (NFPA):

Fuego	Salud	Reactividad	Especial
3	3	2	0

1.2.2 Propiedades del fosfito de trietilo ^(10,11)

3B-9 Fosfito de trietilo C₆H₁₅O₃P

Fórmula estructural:



CAS # 122-52-1

Fracción arancelaria 29.20.90.90

Sinónimos: fosfito de etilo, ácido fosforoso trietil éster; trietoxilfosfina

Propiedades físicas:

Descripción: líquido incoloro claro de baja viscosidad con olor.

Peso Molecular: 166.18

Punto de ebullición: 156 - 158 °C

Densidad₄ (20°C): 0.969

Índice de refracción: 1.4130

Solubilidad: Soluble en disolventes orgánicos inertes tales como hidrocarburos alifáticos y aromáticos y éteres. En agua, la baja solubilidad del fosfito es hidrolizada en derivados de productos solubles en agua.

Otros: Inflamable, irritante de piel y ojos.

Propiedades químicas: el fosfito de trietilo es un producto intermediario altamente versátil con la fosforilación, reducción, desoxigenizante y desulfurizante potencial.

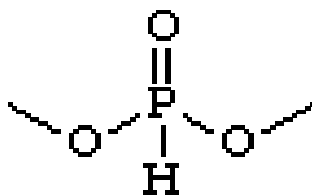
Tabla 1.2.2 Clasificación de riesgo (NFPA):

Fuego	Salud	Reactividad	Especial
2	2	2	0

1.2.3 Propiedades del fosfito de dimetilo ^(10,11)

3B-10 Fosfito de dimetilo C₂H₇O₃P

Fórmula estructural: (MeO)₂P(O)H = (MeO)₂POH



CAS # 868-85-9

Fracción arancelaria 29.20.90.90

Sinónimos: fosfonato de dimetilo; ácido fosfónico dimetil éster; dimetil hidrogenfosfito

Propiedades físicas:

Descripción: líquido incoloro.

Peso Molecular: 110.049

Punto de ebullición: 170-171 °C

Bp₂₃= 56.4 °C

Densidad₄ (20°C): 1.2

Densidad₀ (25°C): 1.191

Índice de refracción: 1.4030

Otros: Moderada toxicidad sobre contacto con la piel o si es ingerido, en descomposición libera vapores tóxicos PO_x.

Propiedades químicas: Es agente tautomérico metilante para los compuestos N-heterocíclicos, tioamidas y S-metilantes.

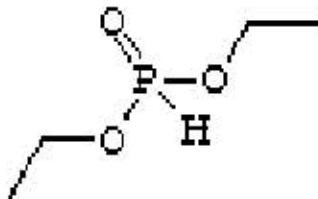
Tabla 1.2.3 Clasificación de riesgo (NFPA):

Fuego	Salud	Reactividad	Especial
0	0	0	0

1.2.4 Propiedades del fosfito de dietilo ^(10,11)

3B-11 Fosfito de dietilo C₄H₁₁O₃P

Fórmula estructural: (C₂H₅O)₂P(O)H



CAS # 762-04-9

Fracción arancelaria 29.20.90.90

Sinónimos: Fosfito hidrogendietilo; ácido fosforoso dietil éster; ácido fosfónico dietil éster.

Propiedades físicas:

Descripción: líquido incoloro con distinguible olor y de baja viscosidad

Peso Molecular: 138.12

Punto de ebullición: 187-188 °C

Punto de fusión: -70 - -51°C

Densidad₄ (20°C): 1.074

Índice de refracción: 1.4076

Solubilidad: Soluble en disolventes inertes orgánicos como hidrocarburos alifáticos y aromáticos y éteres. En agua, el fosfito de dietilo se descompone para formar compuestos solubles en agua.

Otros: Tóxico en contacto con la piel o siendo ingerido, en descomposición libera vapores tóxicos PO_x.

Propiedades Químicas: Es incompatible con agentes oxidantes fuertes, ácidos, ácido clorhídrico y bases. Se descompone al contacto con la humedad.

Tabla 1.2.4 Clasificación de riesgo (NFPA):

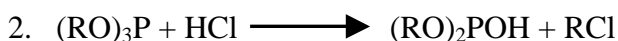
Fuego	Salud	Reactividad	Especial
0	0	0	0

CAPÍTULO 2.
PRINCIPALES MÉTODOS DE PRODUCCIÓN Y SÍNTESIS.

Los fosfitos son usualmente preparados por la reacción de hidrólisis de tricloruro de fósforo con alcoholes o fenoles; las reacciones generales son las siguientes:



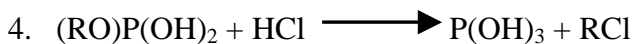
Tricloruro de fósforo + alcohol \longrightarrow fosfito de trialquilo + ác. clorhídrico



Fosfito de trialquilo + ácido clorhídrico \longrightarrow fosfito de dialquilo + cloruro de alquilo



fosfito de dialquilo + ácido clorhídrico \longrightarrow fosfito de alquilo + cloruro de alquilo



fosfito de alquilo + ácido clorhídrico \longrightarrow ácido fosforoso + cloruro de alquilo

Los fosfitos dialquilados pueden ser preparados desde el ácido fosforoso y fosfitos trialquilados:



fosfito trialquilado + ácido fosforoso \longrightarrow fosfito dialquilado + fosfato de alquilo

La producción de ésteres de trialquilo requiere la adición de una sustancia para neutralizar el ácido, el amoníaco o una amina volátil en una solución inerte es lo más común usado, y el cloruro de amonio formado puede ser removido por filtración:



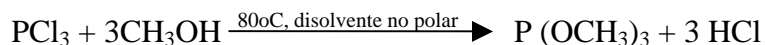
Tricloruro de fósforo + alcohol + amina \longrightarrow fosfito de trialquilo + cloruro de amonio

Los fosfitos de trialquilos (cadenas pequeñas) son la mayoría de veces usados como materias primas en la producción de esteres dialquilados del ácido fosfónico (Reacción de Michaelis-Arbusov, capítulo 1.1).

Otras importantes aplicaciones de los compuestos de cadenas cortas es en la conversión a insecticidas de esteres vinílicos del ácido fosfórico. Los compuestos de cadenas largas son usados como antioxidantes para plásticos.

2.1 Síntesis del fosfito de trimetilo ^(12,13, 14).

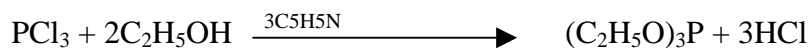
El tricloruro de fósforo y el metanol son reaccionados en presencia de un solvente y un ácido sucio (o recirculado) como trietilamina para obtener el fosfito de trimetilo y ácido clorhídrico.



Tricloruro de fósforo + metanol $\xrightarrow{80^\circ\text{C, disolvente no polar}}$ fosfito de trimetilo + ác. clorhídrido

2.2 Síntesis de fosfito de trietilo ^(12, 13, 14)

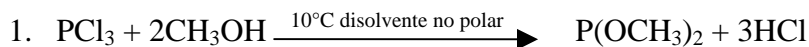
La reacción del tricloruro de fósforo con etanol a baja temperatura en presencia de una t-amina básica o con etóxido de sodio en alcohol:



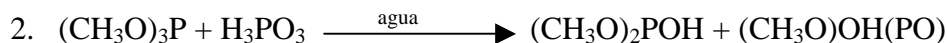
Tricloruro de fósforo + metanol $\xrightarrow{3\text{C}_5\text{H}_5\text{N}}$ fosfito de trietilo + ác. Clorhídrico

2.3 Síntesis de fosfito de dimetilo ^(12, 13, 14)

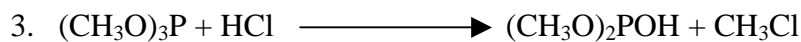
El fosfito de dimetilo es producido por la reacción de metanol y benceno seco con la adición en forma de goteo de tricloruro de fósforo a temperatura debajo de 10°C para dar un producto de 87% de pureza. También puede ser preparado desde la reacción del fosfito de trimetilo con ácido fosforoso.



Tricloruro de fósforo + etanol $\xrightarrow{10^\circ\text{C disolvente no polar}}$ fosfito de dimetilo + ácido clorhídrico



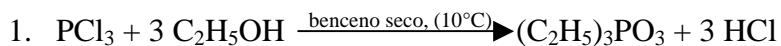
Fosfito de trimetilo + ác. Fosforoso $\xrightarrow{\text{agua}}$ fosfito de dimetilo + fosfato de metilo



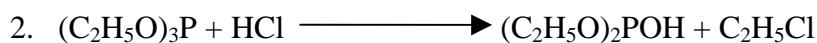
Fosfito de trimetilo + ác. Clorhídrico \longrightarrow fosfito de dimetilo + cloruro de metilo

2.4 Síntesis de fosfito de dietilo ^(12, 13, 14).

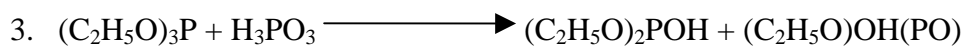
La reacción del tricloruro de fósforo con etanol en benceno seco a temperatura debajo de los 10°C, dando como producto el 83% de pureza. El fosfito de dietilo también puede ser producido desde el fosfito de trietilo.



Tricloruro de fósforo + etanol $\xrightarrow{\text{benceno seco, (10}^\circ\text{C)}}$ fosfito de trietilo + ác. Clorhídrico



Fosfito de trietilo + ác. Clorhídrico \longrightarrow fosfito de dietilo + cloruro de etilo



Fosfito de trietilo + ác. Fosforoso \longrightarrow fosfito de dietilo + fosfato de etilo

A continuación se presenta de forma esquemática la ruta sintética de los compuestos de fósforo, así como de los principales agentes de guerra (Figura. 2.1 y Figura. 2.2)

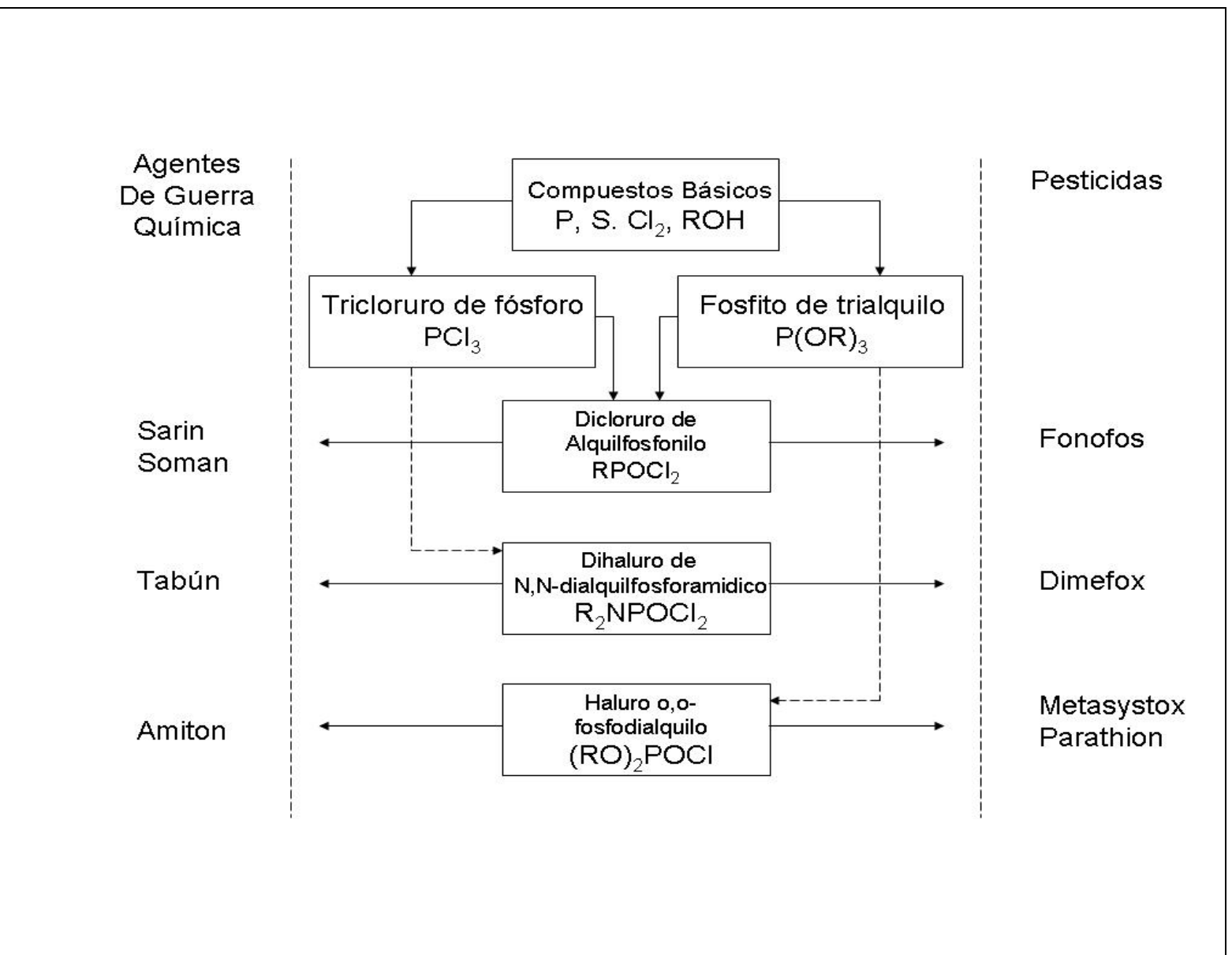


Figura 2.2

Producción de pesticidas y agentes de guerra a partir de compuestos básicos.

CAPÍTULO 3. USOS DE LOS FOSFITOS (LISTADO 3B 8 -11).

Los cuatro compuestos estudiados tienen numerosas aplicaciones tanto comerciales e industriales, desafortunadamente también pueden ser usados como precursores de armas químicas, de aquí el término de “químicos de doble uso”.

3.1 Usos para fines No prohibidos.

De acuerdo con la CAQ por definición de "fines no prohibidos por la presente Convención" se entiende ⁽¹⁾:

- a) Actividades industriales, agrícolas, de investigación, médicas, farmacéuticas o realizadas con otros fines pacíficos;
- b) Fines de protección, es decir, los relacionados directamente con la protección contra sustancias químicas tóxicas y contra armas químicas;
- c) Fines militares no relacionados con el empleo de armas químicas y que no dependen de las propiedades tóxicas de las sustancias químicas como método de guerra;
- d) Mantenimiento del orden, incluida la represión interna de disturbios.

3.1.1 Fosfito de trimetilo.

El fosfito de trimetilo es un intermediario en la manufactura de pesticidas fosfatados como el monocrotofos, Diclorvos (DDVP), etc. También es usado como estabilizador para el policloruro de vinilo (PVC) y el neopreno, como materia prima en la producción de materiales resistentes y retardadores al fuego. Es usado como plastificante en nylons, polyoxy phenilenean como un catalizador en la reacción de polimerización.

Síntesis orgánicas. El fosfito de trimetilo es un reactivo que tiene usos aplicados en producción de colorantes, aclaradores ópticos y lubricantes.

3.1.2 Fosfito de trietilo.

El fosfito de trietilo es extensamente usado como un reactivo organofosforado. Desoxigena epóxidos a alquenos, peróxidos a éteres, hidroperóxidos a alcoholes y desulfuriza compuestos análogos de azufre. El fosfito de trietilo es usado en la producción de retardantes de flama para espumas rígidas de poliuretano, agentes blanqueadores fluorescentes, insecticidas e ingredientes activos para farmacéuticos (penicilina, cephalosporinas). Su reactividad es similar a la del fosfito de trimetilo, sin embargo ofrece un número de ventajas sobre éste como reacciones con fosfito de trietilo y el ácido fosfórico dialquil éster da mayor rendimiento que cuando es usado el fosfito de trimetilo debido a que el p-etil éster tiene un efecto alquilante mayor que el p-metil éster.

Síntesis orgánicas: Aditivos lubricantes, plastificante.

3.1.3 Fosfito de dimetilo.

Las muchas aplicaciones del fosfito de dimetilo son la producción de agentes de protección de cosechas y retardadores de flama. También es requerido en la producción de fosfonatos.

Síntesis Orgánica: Aditivo lubricante.

3.1.4 Fosfito de dietilo

Es usado para la producción de fosfonatos por reacción con halogenuros de alquilo a través de la adición de un oxo – compuesto o alquenos, para la producción de clorofosfato de dietilo y mezclado derivados del ácido fosfórico éster de él.

En adición, el fosfito de dietilo es usado para formar doble enlace entre carbonos $C = C$ (reacción con compuestos carbonílicos según Horner – Emmons, capítulo 1.1 d). Adicionales aplicaciones del fosfito de dietilo incluyen la producción de agentes de protección de cosechas, retardadores de flama, ejemplo: espumas rígidas de poliuretano, aditivo lubricante y solventes de pinturas.

Síntesis orgánica: El fosfito de dietilo es un reactivo intermediario para uso en síntesis químicas. Reacciona lentamente comparándolo con el fosfito de dimetilo por eso es más apropiado para reacciones donde el fosfito de dimetilo causa problemas de seguridad (calor de producción descontrolado). El enlace $P - H$ prontamente se adiciona a las olefinas y carbonilos para formar fosfonatos. El sodio metálico reemplaza al hidrógeno activo para formar un reactivo intermediario. Este hidrógeno puede ser sustituido por cloro, azufre o nitrógeno para dar fósforo-clohidratos, tionatos y amidatos, respectivamente y ácido para retardar la catálisis.

3.2 Usos para fines Prohibidos.

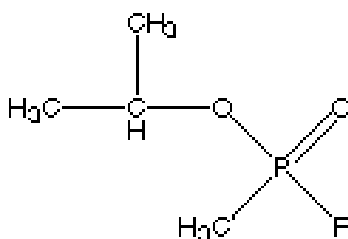
Por fines prohibidos por la presente convención es referida a la producción de agentes químicos con capacidades altamente tóxicas, que puedan ser usados con fines bélicos, como se verá en este capítulo.

Los químicos bajo estudio 3B 8 – 11 son todos compuestos precursores para la producción de agentes nerviosos.

Tabla 3.2 Usos prohibidos de los fosfitos orgánicos (listado 3B 8 – 11)

Compuesto	Uso prohibido
Fosfito de trimetilo	Usado para hacer fosfonato de dimetilmetilo (DMMP) por medio de un reacomodo molecular; el DMMP es un agente químico de guerra para producir Sarín (GB), Somán (GD) y GF.
Fosfito de trietilo	Agente químico de guerra para la producción de VX.
Fosfito de dimetilo	Agente químico de guerra para la producción de GB, GD y GF.
Fosfito de dietilo	Agente químico de guerra para la producción de VX, GB, GD, GF.

3.2.1 SARIN ^(2, 12, 15): En la nomenclatura Americana “GB”. Su fórmula química es: $\text{CH}_3\text{-P(=O)(-F)(-OCH(CH}_3)_2)$ Se trata de una sustancia volátil, y cuya intoxicación se produce por inhalación mayoritariamente. Se trata del más tóxico de los Trilones (familia de los organofosforados).



Nombre químico: Metilfluorofosfonato de isopropilo.

CAS: 107-44-8

Tabla 3.2.1 Propiedades físicas del sarin

Fórmula molecular	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{FO}_2\text{P}$
Peso Molecular	140.10
Punto de ebullición	151 – 158 °C
Punto de fusión	- 56 °C

Tabla 3.2.1 Continuación

Densidad de vapor	4.86
Densidad líquido	1.102
Presión de vapor	2.10 mmHg a 20 °C 0.52 mmHg a 0 °C
Volatilidad	29,800 mg/m ³ a 30 °C 16,091 mg/m ³ a 20 °C 4,100 mg/m ³ a 0 °C

Tabla 3.2.1.1 Clasificación de riesgo (USFA)

Fuego	Salud	Reactividad	Especial
1	4	0	0

3.2.1.2 Datos de toxicidad.

LD ₅₀	Ruta de administración	Tipo	LC _{t50}	Ruta de administración	Tipo
28 mg/Kg	Percutánea	Humanos	70 – 100 mg*min/m ³	Inhalación	Humanos
103 µg/Kg	Subcutánea	Ratas	12,000 mg*min/m ³	Percutáneo	Humanos (Desnudos, sin máscara)
108 µg/Kg	Intramuscular	Ratas	15,000 mg*min/m ³	Percutáneo	Humanos (Vestidos, con máscara)
39 µg/Kg	Intravenosa	Ratas	150 mg*m ³ /10 min	Inhalación	Ratas
550 µg/Kg	Oral	Ratas	100 mg*m ³ /10 min	Inhalación	Perros

Tabla 3.2.1.3 Medicamentos para uso en caso de contaminación por el agente nervioso.

Sulfato de atropina.	Sales de pralidoxima.	Diazepam.
----------------------	-----------------------	-----------

Tabla 3.2.1.4 Aislamiento inicial y distancias de acción de protección.

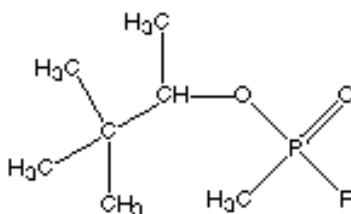
a) Derrame Pequeño.

Paquete pequeño / recipiente goteando		
Aislamiento inicial En todas direcciones	Entonces Protección de las personas Involucradas en el derrame	
	Día	Noche
150 m (500 ft)	1.7 Km (1 mi)	3.4 Km (2.1 mi)

b) Derrame grande.

Paquete grande / múltiples paquetes pequeños		
Aislamiento inicial En todas direcciones	Entonces Protección de las personas Involucradas en el derrame	
	Día	Noche
1000 m (3000 ft)	11 Km (7 mi)	11 Km (7 mi)

3.2.2 SOMAN^(2, 12, 16): En la nomenclatura americana GD. Pertenece al igual que el Sarin a los Trilonos. Sustancia semivolatil, cuya intoxicación se produce mediante la inhalación y contacto con la piel. Su fórmula química es: $\text{CH}_3\text{-P(=O)(-F)(-CH(CH}_3\text{)C(CH}_3\text{)}_3$.



Nombre químico: Metilfluorofosfonato de pinacolina.

CAS: 96 – 64 – 0

Tabla 3.2.2 Propiedades físicas del soman.

Fórmula molecular	C ₇ H ₁₆ FO ₂ P
Peso Molecular	182.178
Punto de ebullición	167 – 200 °C (la ebullición esta acompañada por descomposición y comienza a los 130 °C)
Punto de fusión	- 42 °C
Densidad de vapor	6.3
Densidad líquido	1.025
Presión de vapor	0.40 mmHg a 20 °C 0.044 mmHg a 0 °C
Volatilidad	5570 mg/m ³ a 30 °C 3900 mg/m ³ a 25 °C 2650 mg/m ³ a 20 °C 531 mg/m ³ a 0 °C

Tabla 3.2.2.1 Clasificación de riesgo (USFA)

Fuego	Salud	Reactividad	Especial
1	4	1	0

Tabla 3.2.2.2 Datos de Toxicidad.

LD ₅₀	Ruta de administración	Tipo	LC _{t50}	Ruta de administración	Tipo
75 µg/Kg	Subcutánea	Ratas	70 – 100 mg*min/m ³	Inhalación	Humanos
62 µg/Kg	Intramuscular	Ratas			
108 µg/Kg	Intravenosa	Ratas			

Tabla 3.2.2.2 Continuación

LDL₀	Ruta de administración	Tipo
70 mg/m ³	Inhalación	Humanos
18 mg/kg	Percutánea	Humanos

Tabla 3.2.2.3 Medicamentos para uso en caso de contaminación por el agente nervioso

Sulfato de atropina.	Oximas.	Diazepam.
----------------------	---------	-----------

Tabla 3.2.2.4 Aislamiento inicial y distancias de acción de protección.

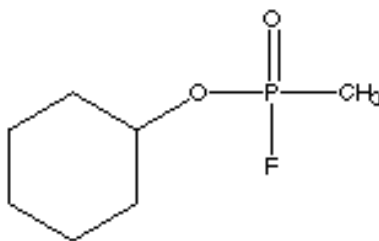
a) Derrame Pequeño.

Paquete pequeño / recipiente goteando		
Aislamiento inicial En todas direcciones	Entonces	
	Protección de las personas Involucradas en el derrame	
	Día	Noche
90 m (300 ft)	0.9 Km (0.5 mi)	1.8 Km (1.1 mi)

b) Derrame grande.

Paquete grande / múltiples paquetes pequeños		
Aislamiento inicial En todas direcciones	Entonces	
	Protección de las personas Involucradas en el derrame	
	Día	Noche
800 m (2500 ft)	6.8 Km (4.2 mi)	10.5 Km (6.5 mi)

3.2.3 GF^(2, 17). Nombrado así en la denominación americana, una sustancia con baja volatilidad la cual puede ser recogida a través de contacto con la piel e inhalación de esta sustancia ambos como un gas o aerosol.



Nombre químico: Metilfosfonofluoridato de ciclohexilo

CAS: 329 – 99 – 7

Tabla 3.2.3 Propiedades físicas del GF

Fórmula molecular	C ₇ H ₁₄ FO ₂ P
Peso Molecular	180.14
Punto de ebullición	239 °C
Punto de fusión	- 30 °C (depende de la pureza llega a estar en 12°C)
Densidad de vapor	6.2
Densidad líquido	1.133 (20 °C)
Presión de vapor	0.068 mmHg a 25 °C 0.044 mmHg a 20 °C 0.006 mmHg a 0 °C
Volatilidad	581 mg/m ³ a 25 °C 438 mg/m ³ a 20 °C 63 mg/m ³ a 0 °C

Tabla 3.2.3.1 Datos de Toxicidad.

LD₅₀	Ruta de administración	Tipo
35 µg/Kg	Inhalación	Humanos
0.35 mg/Kg	Percutánea	Humanos

Tabla 3.2.3.1 Continuación

LD₅₀	Ruta de administración	Tipo
1.0 – 1.4 mg/persona	Intravenosa	Humanos
56.6 – 110 µg/Kg	Subcutánea	Puercos
130 µg/Kg	Subcutánea	Hamsters
16 – 400 µg/Kg	Subcutánea	Ratones
100 µg/Kg	Subcutánea	Conejos
225 µg/Kg	Subcutánea	Ratas
224 µg/Kg	Intramuscular	Ratones
46.6 µg/Kg	Intramuscular	Monos

Tabla 3.2.3.2 Medicamentos para uso en caso de contaminación por el agente nervioso

Sulfato de atropina	Sales de pralidoximas	Diazepam
---------------------	-----------------------	----------

Tabla 3.2.3.3 Aislamiento inicial y distancias de acción de protección.

a) Derrame Pequeño.

Paquete pequeño / recipiente goteando		
Aislamiento inicial En todas direcciones	Entonces Protección de las personas Involucradas en el derrame	
	Día	Noche
30 m (100 ft)	0.4 Km (0.2 mi)	0.7 Km (0.4 mi)

b) Derrame grande.

Paquete grande / múltiples paquetes pequeños		
Aislamiento inicial En todas direcciones	Entonces Protección de las personas Involucradas en el derrame	
	Día	Noche
240 m (800 ft)	2.3 Km (1.4 mi)	5.2 Km (3.2 mi)

3.2.4 VX ^(2, 18). Sustancia persistente que se mantiene intacta en el terreno o equipo por un largo periodo de tiempo. Su intoxicación se produce mediante inhalación y mediante el contacto en la piel. Su formula es:



Nombre químico: metilfosfonotiolato S-diisopropilaminometil de O-etilo

CAS: 50782 – 69 - 9

Tabla 3.2.4 Propiedades físicas del VX.

Fórmula molecular	C ₁₁ H ₂₆ NO ₂ PS
Peso Molecular	267.38
Punto de ebullición	298 °C (descomposición)
Punto de fusión	- 39 °C (usualmente debajo de -51 °C debido por impurezas)
Densidad de vapor	9.2
Densidad líquido	1.008
Presión de vapor	0.0007 mmHg a 25 °C 0.00044 mmHg a 20 °C
Volatilidad	10.07 mg/m ³ a 25 °C 5.85 mg/m ³ a 20 °C

Tabla 3.2.4.1 Clasificación de riesgo (USFA):

Fuego	Salud	Reactividad	Especial
1	4	1	0

Tabla 3.2.4.2 Datos de Toxicidad.

LD ₅₀	Ruta de administración	Tipo	LC _{t50}	Ruta de administración	Tipo
0.142 mg/Kg	Percutánea	Humanos	30 – 50 mg*m ³ /min	Inhalación	Humanos
22 µg/Kg	Subcutánea	Ratones	LDL ₀	Ruta de administración	Tipo
7 µg/Kg	Intravenosa	Humanos	30 µg/Kg	Subcutáneo	Humanos
12 µg/Kg	Oral	Ratas			

Tabla 3.2.4.3 Medicamentos para uso en caso de contaminación por el agente nervioso

Sulfato de atropina.	Oximas.	Diazepam.
----------------------	---------	-----------

Tabla 3.2.4.4 Aislamiento inicial y distancias de acción de protección.

a) Derrame Pequeño.

Paquete pequeño / recipiente goteando		
Aislamiento inicial En todas direcciones	Entonces Protección de las personas Involucradas en el derrame	
	Día	Noche
30 m (100 ft)	0.2 Km (0.1 mi)	0.2 Km (0.1 mi)

b) Derrame grande.

Paquete grande / múltiples paquetes pequeños		
Aislamiento inicial En todas direcciones	Entonces Protección de las personas Involucradas en el derrame	
	Día	Noche
60 m (200 ft)	0.7 Km (0.4 mi)	1.0 Km (0.6 mi)

3.3 Comparativo de Armas de destrucción masiva (ADM) ⁽¹⁹⁾.

El potencial para causar destrucción física y mortal varía con cada tipo de Armas de Destrucción Masiva (ADM). Los explosivos convencionales pueden causar daños serios dentro de un área límite, pero raramente afectan más de una o dos cuadras. Las bombas nucleares pueden causar destrucción total de propiedades y muy altas tasas de muertos y lesiones en el área de la explosión. Las armas químicas, al menos en teoría, pueden matar igualmente más gente a causa de una pequeña cantidad del agente difundido sobre una terreno amplio semejante a un área metropolitana densamente poblada. La destrucción física de propiedades es mínima pero la contaminación ambiental puede ser prolongada y severa.

El rango de destrucción de las ADM de mezclas simples de químicos comunes para dar bombas de fisión nuclear altamente complejas. Cada una requiere una proximidad para adquirirse, desarrollarse y emplearse para ser efectiva. La tabla 3.3.1 describe el riesgo general o la probabilidad de uso y el potencial de su poder destructivo. Con mucho, los explosivos convencionales representan un mayor riesgo, y la historia confirma esto. Virtualmente todos los principales ataques terroristas a la fecha han implicado explosivos. Afortunadamente, los explosivos convencionales tienen un limitado poder para producir una destrucción masiva. Las armas químicas son relativamente fáciles y baratas de producir y pueden representar un mayor riesgo de una ADM.

Tabla 3.3.1

Probabilidad de riesgo y potencial total de poder destructivo de las ADM.

Arma	Probabilidad	Poder destructivo
Explosivos convencionales	Alta	Bajo
Agentes químicos	Moderado	Moderado
Agentes biológicos	Moderado	Moderado – alto
Armas nucleares	Bajo	Alto

Las armas biológicas, a causa de su incidiosa naturaleza y habilidad para difundirse a través del contagio, potencialmente pueden causar una vasta cantidad de muertes. La tabla 3.3.2 provee una perspectiva comparativa sobre la letalidad de las más molestos tipos de ADM.

Tabla 3.3.2

**Poder destructivo comparativo de 50 Kg de una ADM altamente efectiva,
Desplegada contra una ciudad de 500,000.**

Arma	Muertos	Daños a infraestructuras	Contaminación Ambiental
Nuclear	100,000	Alta	Alta
Química	150,000	Mínima	Alta
Biológica	200,000	Mínima	Mínima

Las bombas o explosivos convencionales y nucleares tienen, obviamente, efectos inmediatos (las armas nucleares también pueden tener efectos retardados). Los agentes químicos y biológicos pueden ser más incidiosos. Adicionalmente, el tiempo, el curso o duración de la variación de los efectos que van desde inmediato a días o semanas. La tabla 3.3.3 provee comparaciones ilustrativas de estos efectos.

Tabla 3.3.3
Comparación de principios (efectos) y duración de las ADM.

Arma	Principios (efectos)	Duración
Explosivo convencional	Inmediato	Momentáneo
Nuclear	Inmediato	Momentáneo (retención: días – semanas)
Químico	Minutos	Minutos – horas
Biológico	Horas – días	Días – semanas

Algunas características de los agentes son mostrados en la tabla 3.3.4 las armas químicas tienen un potencial tremendo para causar muertes extensas y relativamente es barato producirlas.

Tabla 3.3.4
Algunas características de agentes químicos (aerosol)

Agente	Persistencia Clima caluroso	Persistencia Clima frío	Tasa de acción	Vía de ingreso
Nerviosos				
GA, GB, GD,	10 minutos – 24 horas	2 horas – 3 días	Muy rápido	Pulmones, ojos
VX	2 días – 1 semana	2 días – semanas	Rápido	Pulmones, ojos
Pulmonar				
CG, DP	1 – 10 minutos	10 minutos – 1 hora	Inmediato	Pulmones, ojos
Vejiga				
HD, HN	3 días – 1 semana	Semanas	Lento	Ojos, piel
L, HL	1 – 3 días	Semanas	Rápido	Ojos, piel
CX	Días	Días	Muy rápido	Ojos, piel
Cianógeno				
AC, CK	1 -10 minutos	10 minutos – 1 hora	Inmediato	Pulmones

CAPÍTULO 4.
PRINCIPALES PRODUCTORES Y PROVEEDORES DE FOSFITOS.

4.1 Fosfito de trimetilo.

Los proveedores a nivel mundial del fosfito de trimetilo están acomodados de la siguiente manera:

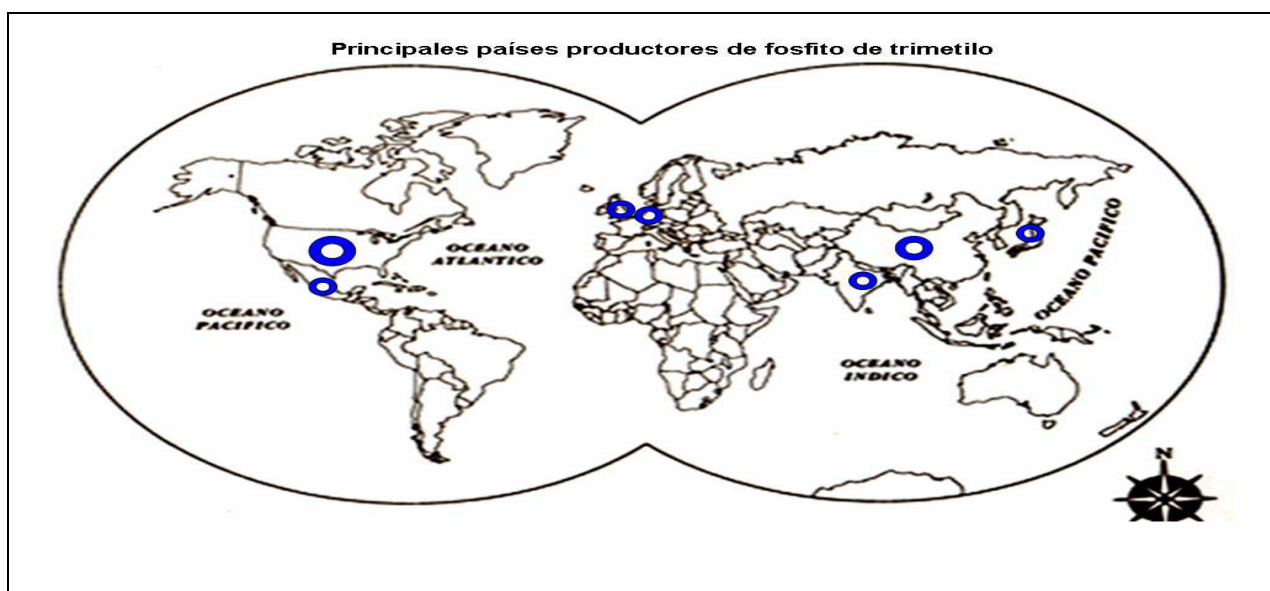


Tabla 4.1 Algunos proveedores de fosfito de trimetilo.

Ubicación	Compañía	Sitio web	Descripción de producto
Bélgica	Bayer S.A. N.V	http://www.bayer.be/	Compañía con competencia en el campo de la salud, nutrición y materiales de alta tecnología.
China	Jiangyan Global Chemical plant	http://www.huanqiuche.com http://www.chemnet.com/cn/dir/Organic_chemicals/index60.html	Especialistas en la producción de reactivos químicos, intermediarios farmacéuticos, pesticidas, <i>dyestuff</i> .

Tabla 4.1 Continuación

China	Guangzhou Goodchem Agrochemical Ltd.	http://www.goodchem.com/ http://chemnet.com/dir/Industry_sectors/	Productor de compuestos químicos y de pesticidas.
Estados Unidos	Monsanto Company	http://www.monsanto.com/monsanto/layout/default.asp	Proveedor de productos y soluciones agrícolas.
Gran Bretaña	Sigma-Aldrich	http://www.sigmaaldrich.com/Local/SA_Splash.html	Productor de compuestos químicos, bioquímicos, orgánicos e investigación de biotecnología, desarrollo farmacéutico, etc.
India	United Phosphorous Ltd.	http://www.indiainfoline.com/comp/unph/unph.html	Productor de agroquímicos, fósforo y compuestos químicos industriales aliados y compuestos químicos de especialidad
Japón	Nippon Chemical Industrial Co. Ltd.	http://www.nippon-chem.com	Compuestos químicos avanzados, tanto farmacéutico, salud, comida, construcción e industrias agrícolas.
México	Pim Mexico, SA de CV	http://www.cosmos.com.mx	Proveedor de compuestos químicos
	Rhodia de México SA de CV	http://www.cosmos.com.mx http://www.rhodia.com	Producción de ácido fosfórico, fosfatados y especialidades industriales, alimenticias, farmacéuticas y de cuidado personal.

4.2 Fosfito de trietilo

Los proveedores a nivel mundial del fosfito de trietilo están acomodados de la siguiente manera:

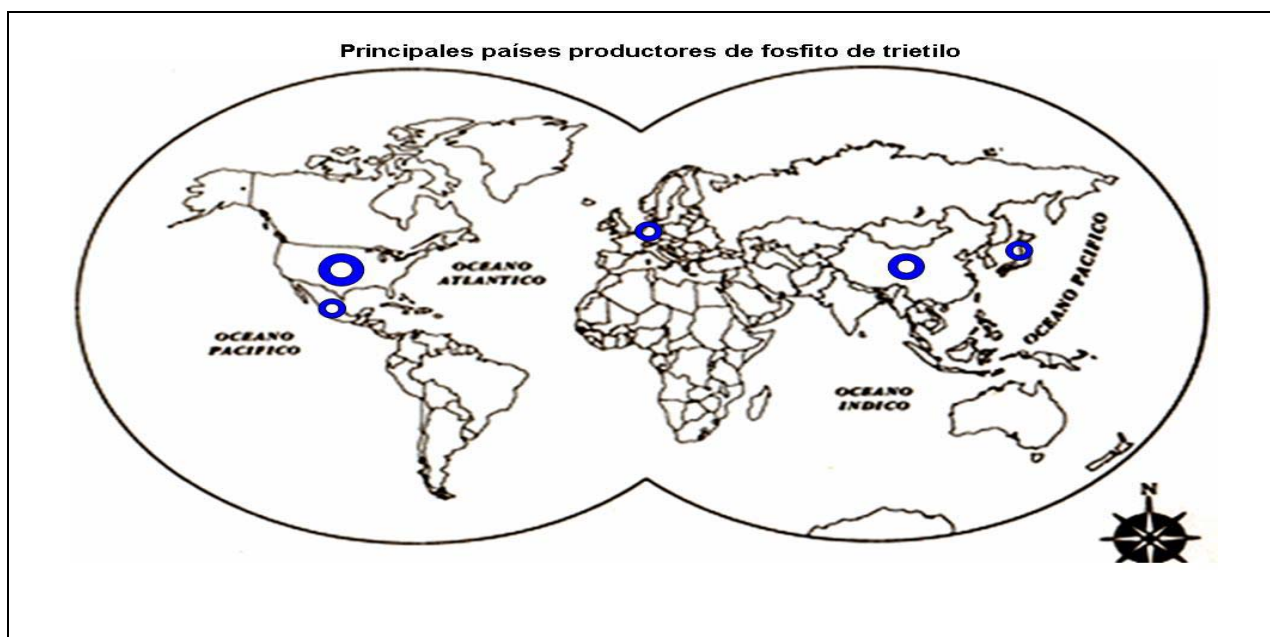


Tabla 4.2 Algunos proveedores de fosfito de trietilo.

Ubicación	Compañía	Sitio	Descripción de producto
Alemania	BASF Aktiengesellschaft- Engineering Division	http://www2.basf.de/basf2/html/e/produkte/gebiete/ku_nstst/fibres/	Productor de intermediarios de poliamidas y poliamidas.
Bélgica	Bayer S. A. N. V.	http://www.bayer.be/	Compañía con competencia en el campo de la salud, nutrición y materiales de alta tecnología.
China	Jiangyan Global Chemical Plant	http://www.huanqiuchem.com	Especialistas en la producción de reactivos químicos, intermediarios farmacéuticos, pesticidas, <i>dyestuff</i> .

Tabla 4.2 Continuación

Estados Unidos	Kowa American Corp	http://chemical.kowa.com	Proveedor de compuestos químicos como monómeros, acrilatos, metacrilatos, archilamidas, aminas, reactivos intermediarios, etc.
Gran Bretaña	Sigma-Aldrich	http://www.sigmaaldrich.com/Local/SA_Splash.html	Productor de compuestos químicos, bioquímicos, orgánicos e investigación de biotecnología, desarrollo farmacéutico, etc.
Japón	Johoku Chemical Co. Ltd	http://www.johoku-chemical.com	Productor de compuestos fosforados usados en la mejora de las propiedades de los plásticos, además en aplicaciones farmacéuticas, agrícolas y la industria médica.
México	PIM Mexico, SA de CV	http://www.cosmos.com.mx	Proveedor de compuestos químicos
	Rhodia de México SA de CV	http://www.rhodia.com	Producción de ácido fosfórico, fosfatados y especialidades industriales, alimenticias, farmacéuticas y de cuidado personal.

4.3 Fosfito de dimetilo.

Los proveedores a nivel mundial del fosfito de dimetilo están acomodados de la siguiente manera:

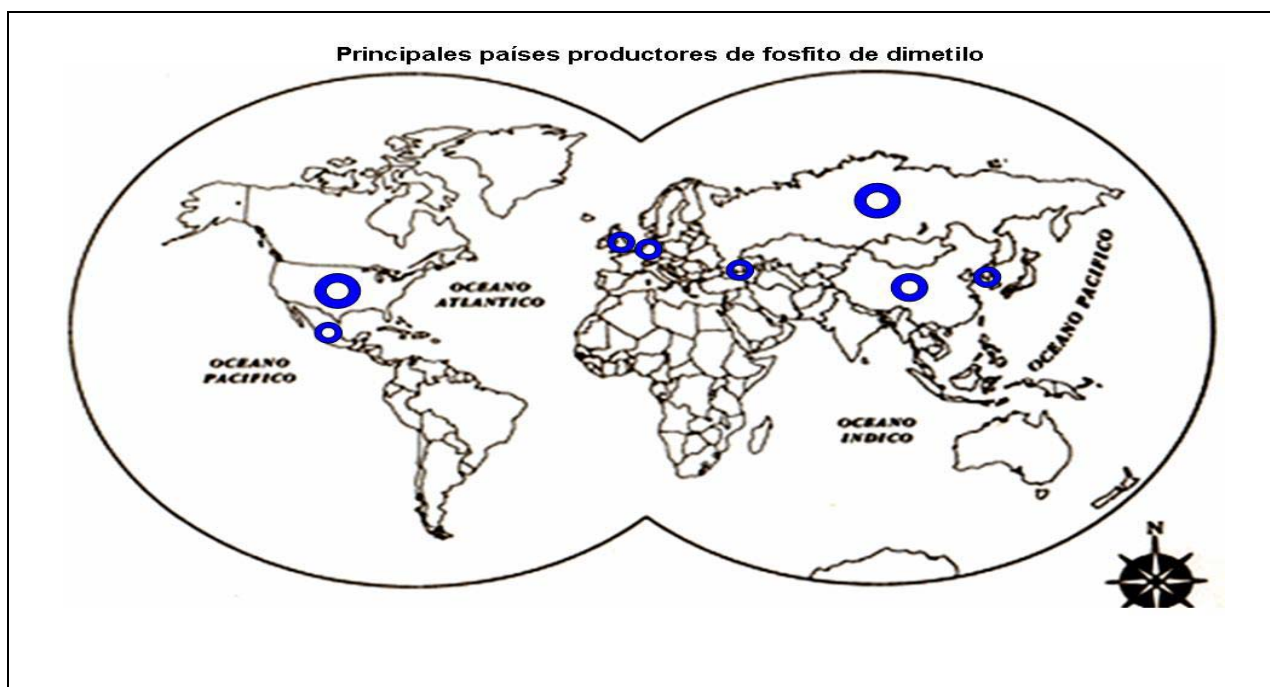


Tabla 4.3 Algunos proveedores de fosfito de dimetilo.

Ubicación	Compañía	Sitio web	Descripción de producto
Alemania	BASF	http://www2.basf.de/basf/2/html/e/produkte/gebiete/kunstst/fibres/	Productor de intermediarios de poliamidas y poliamidas.
China	Shanghai Orgchem Co. Ltd.	http://www.orgchem.cn	Compañía dedicada a la exportación de químicos orgánicos utilizados en las industrias farmacéuticas, agrícolas, alimentos, etc. Como reactivos o intermediarios.

Tabla 4.3 Continuación

China	Yixing Wuzhou Chemical Plant (3000 T/año)	http://www.chinachemnet.com/yxwuzhou/	Productores de fosfito de dimetilo, ácido fosforoso, fosfito de dietilo, ácido clorhídrico
	Lanxi Agriculture Chemical Plant	http://www.lxny.com/	Productor de insecticidas, fungicidas, reguladores de crecimiento de plantas y productos químicos refinados.
	Zhangjiagang Xinyi Chemical Co., Ltd.	http://www.xinyichem.com/	Productor de compuestos como tricloruro de fósforo, oxiclورو de fósforo, fosfito de dimetilo, benzaldehído, poliestireno, etc.
Corea	Dooyang Industrial Co. Ltd.	http://dooyang.en.ecplaza.net/	Productor de agroquímicos técnicos.
Estados Unidos	Monsanto Company	http://www.monsanto.com/monsanto/layout/default.asp	Proveedor de productos y soluciones agrícolas.
Gran Bretaña	Sigma-Aldrich	http://www.sigmaaldrich.com/Local/SA_Splash.html	Productor de compuestos químicos, bioquímicos, orgánicos e investigación de biotecnología, desarrollo farmacéutico, etc.
México	Industria Quimica Delgar S. A. de C.V	No disponible	
	PIM México S. A. de C. V.	http://www.cosmos.com.mx	Proveedor de compuestos químicos
Rumania	Chimcomplex S. A. Borzesti	http://www.chimcomplex.ro/	Productor de compuestos químicos
Rusia	Joint Stock Company Chimprom/VOCCO	http://www.midural.ru/ek.ru/economics/enterprises/uralhimplast/ent_en.htm	

4.4 Fosfito de dietilo

Los proveedores a nivel mundial del fosfito de dietilo están acomodados de la siguiente manera:

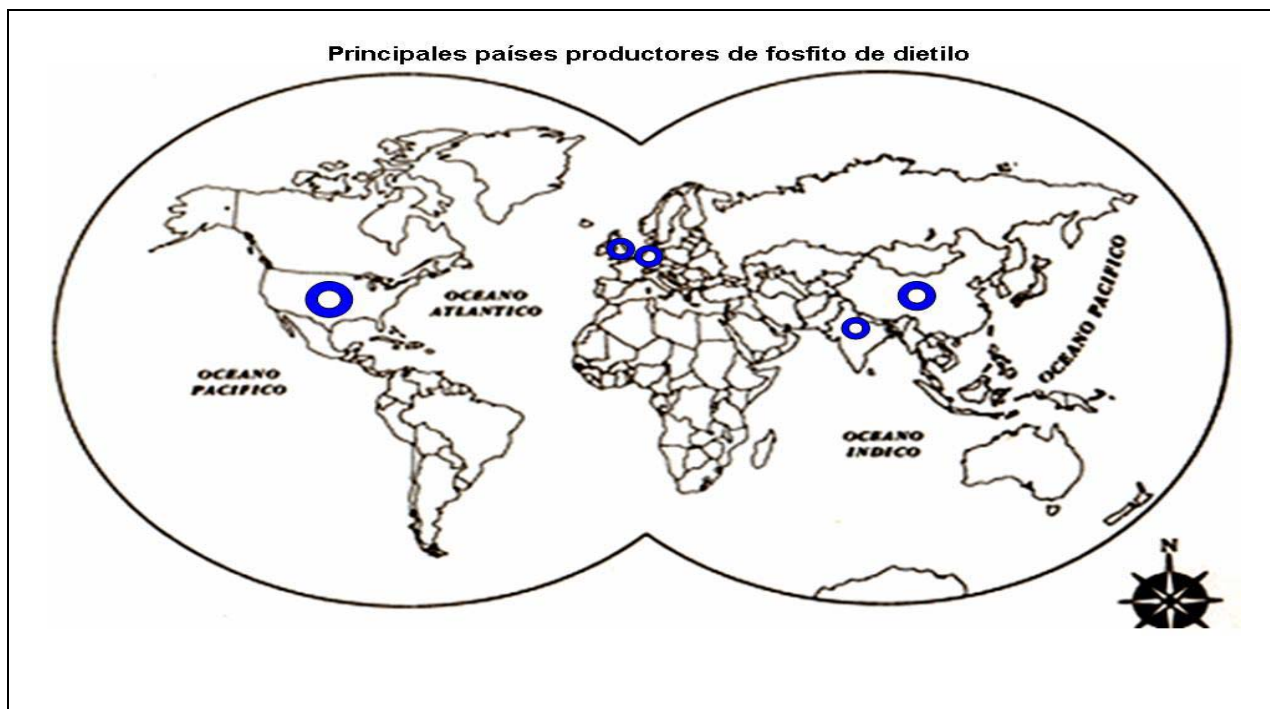


Tabla 4.4 Algunos proveedores de fosfito de dietilo.

Ubicación	Compañía	Sitio web	Descripción de producto
Alemania	BASF	http://www2.basf.de/basf2/html/e/produkte/gebiete/kunstst/fibres/	Productor de intermediarios de poliamidas y poliamidas.
	Bayer AG	http://www.bayerchemicals.com	
	ABCR GmbH & Co. KG	http://www.abcr.de/	Proveedor de compuestos químicos de especialidad para las compañías farmacéuticas y químicas.

Tabla 4.4 Continuación

China	Genchem (Changzhou) Co. Ltd.	http://www.chemnet.com/show/genchem/ecolumn/1384.html	Productor y desarrollo de reactivos intermediarios para las industrias farmacéuticas y agrícolas.
	Yixing Wuzhou Chemical Plant (1000T/año)	http://www.chinachemnet.com/yxwuzhou/	Productores de fosfito de dimetilo, ácido fosforoso, fosfito de dietilo, ácido clorhídrico
	Shanghai Orgchem Co. Ltd.	http://www.orgchem.cn	Compañía dedicada a la exportación de químicos orgánicos utilizados en las industrias farmacéuticas, agrícolas, alimentos, etc. Como reactivos o intermediarios.
Estados Unidos	Monsanto Company	http://www.monsanto.com/monsanto/layout/default.asp	Proveedor de productos y soluciones agrícolas.
Gran Bretaña	Sigma-Aldrich	http://www.sigmaaldrich.com/Local/SA_Splash.html	Productor de compuestos químicos, bioquímicos, orgánicos e investigación de biotecnología, desarrollo farmacéutico, etc.
India	Model Electromets	http://xiaowuanchuang.en.alibaba.com/archives/companies/8c1p2u/India.html	Productor de compuestos férricos, polvo férrico electrolítico y polvo férrico reducido.

CAPÍTULO 5.
TENDENCIAS DEL COMERCIO:
REVISIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO PATRÓN DEL LISTADO
3B 8 – 11.

5.1 Estados Unidos ⁽²⁰⁾.

Los aditivos derivados de tricloruro de fósforo, tales como fosfitos usados como antioxidantes y estabilizadores sinérgicos de calor y otros para retardantes de flama se consideran el 12 % del total del de PCl_3 y sus derivados (fosfitos), consumidos en USA en el 2001. En plásticos los fosfitos son usados junto con antioxidantes fenólicos para la estabilización en la producción de resinas y como un sinérgico para lograr propiedades antioxidantes a largo plazo de las resinas (por ejemplo el polietileno). Para la industrial del hule, la principal aplicación de los fosfitos son geles inhibidores durante la polimerización de la emulsión y para la estabilidad del polímero del producto terminado (por ejemplo, el nitrilo).

Tabla 5.1: Consumo de aditivos organofosforados para plásticos y elastómeros en Estados Unidos
(Miles de toneladas)

Año	Plásticos	Elastómeros	Total
1994	21.3	5.6	26.9
1995	21.7	5.7	27.4
1996	22.1	5.9	28.0
1997	22.5	6.0	28.5
1998	23.0	6.1	29.1
1999	23.5	6.2	29.7
2000	24.0	6.3	30.3
2001	24.5	6.4	30.9
2006 (estimado)	27.2	6.9	34.1

Tabla 5.2: Consumo de tricloruro de fósforo y fosfitos como antioxidantes y estabilizadores en Estados Unidos.

(Miles de toneladas)

Año	Fosfitos Estabilizadores y antioxidantes	Retardantes de flama y Plastificantes	Total
1995	8.8	3.7	12.5
1996	9.0	3.7	12.6
1997	9.1	3.7	12.8
1998	9.3	3.7	13.0
1999	9.5	3.7	13.2
2000	9.7	3.7	13.4
2001	9.9	3.7	13.6
2006(estimado)	11.0	3.7	14.7

5.2 Canadá ⁽²⁰⁾.

El fósforo y compuestos no son muy producidos en Canadá. Anteriormente Rhodia (formalmente Albright & Wilson), producía aproximadamente 65 toneladas métricas por año de fósforo en una planta de Long Harbour Newfoundland y 2 toneladas métricas por año en Varennes, Québec. Estas plantas fueron cerradas en 1988 y 1991 respectivamente.

5.3 Europa Occidental ⁽²⁰⁾.

La capacidad total de Europa Occidental de cloruro de fósforo y sus derivados (fosfitos) esta estimada aproximadamente en 214 mil toneladas métricas anuales. Los principales productores de tricloruro de fósforo tienen un consumo cautivo significativo para una gama de derivados orgánicos, incluyendo fosfitos orgánicos.

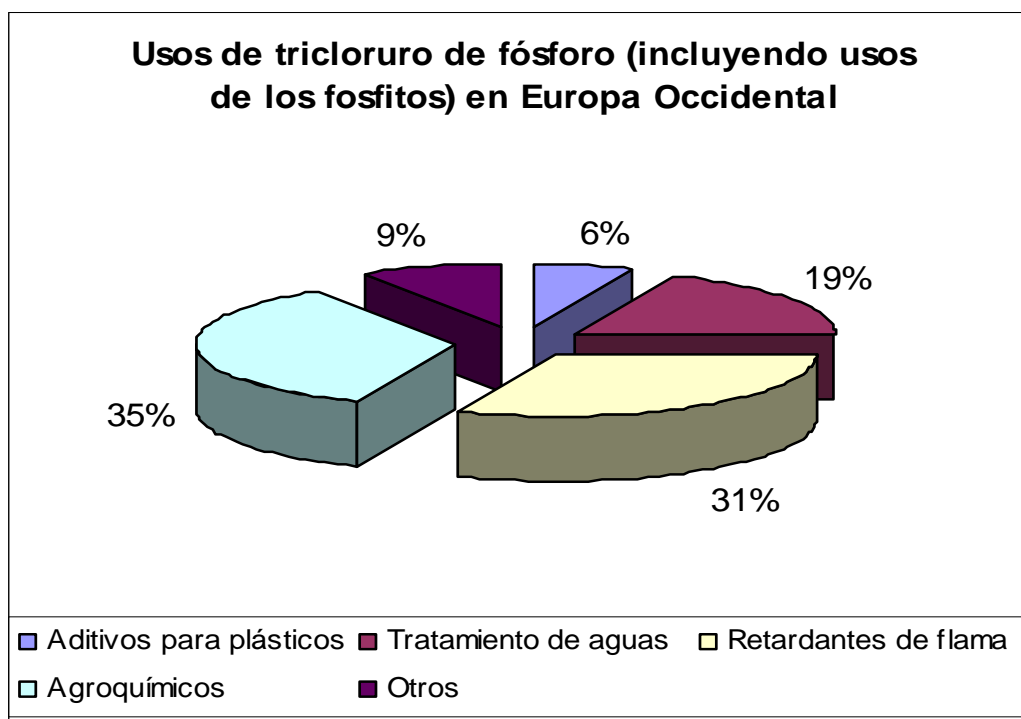


Figura. 5.3 Usos del tricloruro de fósforo y fosfitos en Europa Occidental.

5.4 Europa Oriental ⁽²⁰⁾.

Hasta finales de 1980 la antigua URSS fue el principal productor de químicos del fósforo, sin embargo la producción desde entonces ha sido reducida drásticamente. Hasta el 2001 no había ninguna señal de recuperación de la industria del fósforo y la demanda de la región se espera que permanezca por lo menos 2 ó 3 años más.

En la última información de la producción de la antigua URSS, compuestos fosforados no esta disponible ya que estos compuestos se usaron como precursores para agentes químicos como el tabun, sarin y soman. Las mayorías de estas instalaciones de producción han sido desmantelados y se cree que la capacidad de producción esta en los niveles más bajos (30 – 40 mil toneladas métricas por año en el 2001).

5.5 Japón ⁽²⁰⁾.

La producción de tricloruro de fósforo es usada principalmente para consumo cautivo en la producción de otros fosfitos para usarse en pesticidas, estabilizadores de PVC, colorantes y retardantes de flama.

Tabla 5.5: Consumo Japonés de fosfitos producidos a partir de la producción del tricloruro de fósforo.

(Miles de toneladas métricas)

Año	Pesticidas	Estabilizadores
1995	1.965	1.826
1996	1.946	1.761
1997	1.474	1.973
1998	1.383	2.110
1999	1.463	2.335
2000	1.207	2.231
2001	1.100	2.100
2006 (estimated)	1.09	2.07

5.6 China ⁽²⁰⁾.

La capacidad de China para fósforo y sus compuestos incluyendo fosfitos ha sido estimada alrededor de 7,000 toneladas métricas anuales.

La tendencia global observada en los principales bloques comerciales (Estados Unidos, Europa y Japón) indican que no ha habido un aumento significativo de la producción de estos cuatro compuestos listados: fosfito de trimetilo, fosfito de trietilo, fosfito de dimetilo y fosfito de dietilo durante los últimos 10 años.

5.7 México.

Con respecto a México, la información de la que se dispone es poca, y no es de consulta pública o libre de consultar. A continuación se analizará como está constituido el mercado mexicano de los cuatros compuestos químicos.

En México dichos compuestos mencionados han sido divididos en 2 fracciones arancelarias, a través de un publicado el 30 de noviembre de 2000 por medio del Diario Oficial de la Federación (DOF) de las cuales son ^(21, 22):

Compuesto	Fracción Arancelaria
Fosfito de trimetilo	2920.90.05
Fosfito de trietilo	2920.90.05
Fosfito de dimetilo	2920.90.05
Fosfito de dietilo	2920.90.99

**REGLAS DE PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE
AUTORIZACIONES DE IMPORTACIÓN DE MERCANCÍAS
SUJETAS A REGULACIÓN POR PARTE DE LAS
DEPENDENCIAS
QUE INTEGRAN LA COMISIÓN INTERSECRETARIAL PARA
EL
CONTROL DEL PROCESO Y USO DE PLAGUICIDAS,
FERTILIZANTES Y SUSTANCIAS TÓXICAS**
(Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22/01/1996)
Reglas de procedimiento para la obtención de autorizaciones de importación de
mercancías
sujetas a regulación por parte de las dependencias que integran la Comisión
Intersecretarial para
el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas.
Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

17-DICIEMBRE-2001
**ACUERDO QUE MODIFICA EL SIMILAR QUE ESTABLECE LA
CLASIFICACIÓN Y
CODIFICACIÓN DE MERCANCÍAS CUYA IMPORTACIÓN
ESTÁ SUJETA A
REGULACIÓN POR PARTE DE LAS DEPENDENCIAS QUE
INTEGRAN LA COMISIÓN
INTERSECRETARIAL PARA EL CONTROL DEL PROCESO Y
USO DE PLAGUICIDAS,
FERTILIZANTES Y SUSTANCIAS TÓXICAS.**

ARTICULO 2o.- Se reforma el artículo 3 del Acuerdo mencionado en el artículo 1o.
del
presente ordenamiento, únicamente por lo que respecta a las fracciones
arancelarias de
la Tarifa de la Ley del Impuesto General de Importación que a continuación se
indican:

FRACCION DESCRIPCION	
2920.90.99	Los demás. Únicamente: Fosfito de dietilo.

Figura. 5.7.1 DOF_Reglas.

Estas fracciones arancelarias funcionan regularmente, sin embargo el 3 de enero del presente año se informó por medio del Diario Oficial de la Federación (DOF) que, las fracciones arancelarias habían cambiado a las siguientes ⁽²³⁾:

Compuesto	Fracción Arancelaria
Fosfito de trimetilo	2920.90.05
Fosfito de trietilo	2920.90.05
Fosfito de dimetilo	2920.90.05
Fosfito de dietilo	2920.90.14

SECRETARIA DE ECONOMIA

DECRETO por el que se modifican diversos aranceles de la Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación, del Decreto por el que se establecen diversos Programas de Promoción Sectorial, de los diversos por los que se establece el esquema de importación a la Franja Fronteriza Norte y Región Fronteriza y se reforman y adicionan los diversos que establecen la Tasa Aplicable para el 2004 del Impuesto General de Importación para las mercancías originarias de algunos países con los que México ha celebrado Tratados y Acuerdos Comerciales.

VICENTE FOX QUESADA, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere el artículo 89, fracción I, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con fundamento en los artículos 131 de la propia Constitución; 31 y 34 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 2o., 4o., fracción I, 12, 13 y 14 de la Ley de Comercio Exterior, y

DECRETO

ARTÍCULO SEGUNDO.- Se crean y suprimen las siguientes fracciones arancelarias de la Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Unidad	AD-VALOREM	
			IMP.	EXP.
2920.90.14	Fosfito de dietilo.	Kg	10	Ex.

Figura. 5.7.2 DOF- Secretaría de Economía

Por medio del Banco Nacional de Comercio Exterior S. N. C. ^(24, 25), se consultaron los datos de las fracciones arancelarias en cuanto a importaciones y exportaciones, así como las empresas que importan y/o exportan dentro del país, encontrando las siguientes:

Tabla 5.7.1 Importaciones definitivas de la fracción 2920.90.05

IMPORTACIONES		DEFINITIVAS				Fecha			30-Abril-2005
Fracción Arancelaria		2920.90.05							
Producto		Fosfito de	Trimetilo,	Dimetilo o	Trietilo				
Año		2002		2003		2004		2005	
País		Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)
República Federal de Alemania		326,610	65,331	157,092	40,280	211,547	53,952	0	0
Estados Unidos de América		20,059	2,960	0	0	46	2	36	1
República de La India		0	0	17,200	10,000	18,500	10,000	0	0
PAISES	3	346,669	68,291	174,292	50,280	230,093	63,954	36	1

Tabla 5.7.2 Empresas importadoras de la fracción 2920.90.05.

Empresa	Sitio web	Productos
Productos Básicos SA de CV	No disponible	Triclorfón, diclorvos, mevinfós,
SINTEX S. A. de C. V.	No disponible	No encontrado

Tabla 5.7.3 Exportaciones definitivas de la fracción 2920.90.05

EXPORTACIONES DEFINITIVAS							Fecha	
Fracción Arancelaria							30-Abril-2005	
Producto	Fosfito de	Trimetilo,	Dimetilo o	Trietilo				
Año		2002	2003		2004		2005	
País	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)
República Federativa de Brasil	2,161	940	0	0	0	0	0	0
Estados Unidos de América	0	0	9500	5,000	0	0	0	0
PAISES	2	2,161	9,500	5,000	0	0	0	0

Tabla 5.7.4 Empresas exportadoras de la fracción 2920.90.05.

Empresa	Sitio web	Productos
AQUAQUIM S. A. de C. V.	http://www.aquaquim.com	Microbicidas, inhibidores de corrosión, polímeros, dispersantes, tensoactivos, antiespumantes, desenmulsificantes, floculantes.

Esta fracción arancelaria tiene por nombre 2920. “Ésteres de los demás ácidos inorgánicos de los no metales (excepto los ésteres de halogenuros de hidrógeno) y sus sales; sus derivados halogenados, sulfonados, nitrados o nitrosados.

90. Los demás. 99. Los demás.

Tabla 5.7.5 Importaciones definitivas de la fracción 2920.90.99

IMPORTACIONES		DEFINITIVAS				Fecha		30-Abril-2005	
Fracción Arancelaria		2920.90.99							
Producto		Fosfito de dietilo							
Año		2002		2003		2004		2005	
País		Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)
República Federal de Alemania		61,521	1,801	182,023	3,137	23,406	1,020	15,246	7,413
República de Argentina		0	0	6143	2,000	0	0	0	0
República de Austria		0	0	0	0	1	0	0	0
República Federativa de Brasil		0	0	819	60	10,981	80	0	0
República de Chile		401	5	0	0	0	0	0	0
República Popular de China		0	0	75,417	78,920	36,630	21,901	0	0
República de Colombia		49	1	0	0	0	0	0	0
Corea del Sur		0	0	7,994	760	79,019	19,840	31,621	3,322
Reino de España		77,647	780	137,511	1,365	84,954	780	44,519	390
Estados Unidos de América		1,072,806	325,021	1,069,574	274,185	807,917	151,242	360,526	59,412
Francia		16,225	3,093	16	0	20,058	184	141	27
República de La India		0	0	0	0	0	0	14,916	881
Italia		0	0	69,708	7,949	38,056	3,960	18,451	1,920
Japón		1,215	456	930	1	4,178	218	0	0
Reino de los Países Bajos		0	0	128,322	5,216	0	0	0	0
República Popular de Polonia		0	0	0	0	56	0	0	0
Reino Unido de la Gran Bretaña		50,023	4,871	155,069	12,081	258,777	20,100	78,996	6,066
Suiza		2,725	25	19,110	180	19,545	181	182	0
PAISES	18	1,282,612	336,053	1,852,636	385,854	1,383,578	219,506	564,598	79,431

Lo que significa que en ésta fracción se encuentra incluido el fosfito de dietilo junto con otros compuestos, por lo que no se sabe que porcentaje de importaciones corresponde al fosfito de dietilo, por lo que las empresas que importan con esta fracción arancelaria, no necesariamente utilizan en fosfito de dietilo en sus procesos, por esta razón el 3 de enero se aprobó el cambio a la fracción 2920.99.14, la cual se analizará más adelante en el presente trabajo:

Tabla 5.7.6 Empresas importadoras de la fracción 2920.90.99.

Empresa	Sitio web	Descripción de producto
Avón Cosmetics SA CV	http://www.avon.com/	Perfumes, perfumes para cosméticos y productos de tocador, productos para el cuidado personal.
Akso Novel Chemicals SA de CV	No disponible	No encontrado
Augen Ópticos SA de CV	http://www.augenopticos.com/	Empresa dedicada a todas las fases del ramo de la óptica, desde la investigación y el desarrollo hasta la manufactura y la comercialización de productos ópticos propios.
A Schulman de México SA de CV	http://www.aschulman.com.mx/	Productora de Productos Plásticos y Master Batches y Distribución de Resinas Plásticas.
Chemicals Additives de México SA de CV	http://www.chemicaladditives.com.mx/	Abrillantadores ópticos, absorbedores de rayos UV, activadores para esponjantes, agentes espumantes, antioxidantes fenólicos, co-estabilizadores para PVC, estabilizadores térmicos para PVC, fungicidas para plásticos, lubricantes para PVC y poliolefinas, paquetes de lubricación para PVC rígido.
CIBA Especialidades Químicas México SA de CV	http://www.cibasc.com/	Industria: Automotriz, Textil, Empaque, Cuidado Personal y del Hogar, Papel y Minería, Construcción, Electrónica, Tratamiento de Aguas y Agricultura.

Tabla 5.7.6 Continuación

Empresa	Sitio web	Descripción de producto
Crompton Corporation SA de CV	http://www.cromptoncorp.com/	Aditivos olefinicos y estirénicos, oleoquímicos, aditivos para petróleo, aditivos para caucho, aditivos vinílicos.
Cognis Mexicana SA de CV	http://www.cognis.com/cognis.html	Aceite de soya epoxidada, aceites para procesos textiles, resinas poliamidicas
Especialidades Químicas para el poliéster SA de CV	No disponible	No encontrado
Ferro Mexicana SA de CV	No disponible	No encontrado
Firmenich de México SA de CV	http://www.firmenich.com/portal	Fabricantes, Creadores y Vendedores de Fragancias.
Great Lakes Chemical Corporation de México SA de CV	http://www.greatlakesfine.com	Productor principal de intermediarios farmacéuticos y aplicaciones industriales selectas
Gráficos Mundial SA de CV	No disponible	No encontrado
GE Plastics SA de CV	http://www.cosmos.com.mx/t/bclx.htm	ABS (acrilonitrilo butadieno estireno), compuestos para moldeo (compuestos de cloruro de polivinilo, compuestos de fenol moldeable, resinas), laminas de policarbonato, policarbonatos, resinas de poliéster y resinas termoplásticas.

Tabla 5.7.6 Continuación

Empresa	Sitio web	Descripción de producto
Hycel de México SA de CV	http://www.hycel.com.mx/	Manufactura y comercialización de productos químicos (buffers, colorantes, detergentes, estándares en general, líquidos oleosos, reactivos y formularios porcentuales, etc); reactivos para diagnóstico (drogas, enfermedades infecciosas, pruebas de embarazo)
International Flavors Fragrances México SA de CV	http://www.iff.com/internet.nsf/HomePage	Creación y Manufactura de Sabores y Fragancias.
Janssen Cilag SA de CV	http://www.janssen-cilag.com.mx/	Industria farmacéutica (medicamentos, medicamentos hospitalarios, productos químicos ACS, productos químicos antibacteriales, productos químicos para la industria farmacéutica)
Jugomex SA de CV	No disponible	No encontrado
Lucta Mexicana SA de CV	http://www.lucta.com/home.html	Fabricación y comercialización de Saborizantes, Fragancias y Aditivos para productos agropecuarios.
Magnekon SA de CV	No disponible	No encontrado
Quimiproducos SA de CV	http://www.quimiproducos.com/ http://www.quimiproducos.com.mx/	Fabrica y distribuye productos químicos y materias primas para la industria de bebidas, así como para las industrias alimenticias, de papel, cartón y de tratamiento de aguas
Resinas y Materiales SA de CV	http://www.rymsa.com.mx/	Aceites epoxidados, plastificantes primarios, plastificantes poliméricos, polioles poliéster,

		refrigerantes.
--	--	----------------

Tabla 5.7.6 Continuación

Empresa	Sitio web	Descripción de producto
Sunchemicals SA de CV	http://www.sunchemical.com/	Fabricantes de colorantes y tintas para papel, empaquetados, metales, etc.
Wegochem Mexicana SA de CV	http://www.chembuyersguide.com/partners/wegochem.html http://www.wegochem.com	Comerciante y distribuidor mundial de productos usados para agricultura, cosméticos y cuidado personal, detergentes, alimentos y bebidas, compuestos orgánicos intermediarios, halogenados aromáticos , farmacéuticos, tratamiento de aguas, etc.

Tabla 5.7.7 Exportaciones definitivas de la fracción 2920.90.99.

EXPORTACIONES DEFINITIVAS								Fecha	
Fracción Arancelaria								30-Abril-2005	
Producto									
los demás									
Año		2002		2003		2004		2005	
País	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	
República de Argentina	0	0	0	0	0	0	1,629	800	
República de Colombia	0	0	1	10	9,296	4,089	4,017	1,740	
República de Costa Rica	0	0	380	400	2,674	2,750	0	0	
República de El Salvador	0	0	0	0	60,091	20,904	18,270	5,800	
Estados Unidos de América	0	0	0	0	6,109	5,341	155	1,032	
República de Filipinas	0	0	0	0	206	3	0	0	
Francia	0	0	10	5	0	0	0	0	
República de Guatemala	5,993	1,906	9,902	7,075	14,257	9,342	1,955	408	
República de Panamá	0	0	0	0	15,940	23,400	0	0	
República Dominicana	1,616	540	0	0	0	0	0	0	
República de Venezuela	10,811	4,010	5,725	2,500	6,215	2,750	0	0	
PAISES	11	18,420	6,456	16,018	9,990	114,788	68,579	26,026	9,780

Tabla 5.7.8 Empresas exportadoras de la fracción 2920.90.99.

Empresa	Sitio web	Productos
Buckman Laboratorios SA de CV	http://www.buckman.com/	Producción de materiales usados en la industria tales como pulpas y papel, tratamiento de aguas, plásticos, madera, agricultura.

Tabla 5.7.8 Continuación

Empresa	Sitio web	Productos
Cognis Mexicana SA de CV	http://www.cognis.com/cognis.html	Aceite de soya epoxidada, aceites para procesos textiles, resinas poliamidicas

Ahora veremos el caso del cambio de fracción arancelaria, el cual solo presenta importaciones definitivas, el inconveniente con la fracción es que no es el compuesto mencionado en el Diario Oficial de la Federación sino que es otro (Didecilfenil fosfito o dialquenil hidrógeno fosfito con radicales alquenos de 12 a 20 átomos de carbono):

Tabla 5.7.9 Importaciones definitivas de la fracción 2920.90.14.

IMPORTACIONES DEFINITIVAS								Fecha	30-Abril-2005
Fracción Arancelaria	2920.90.14								
Producto	Didecilfenil Fosfito								
Año		2002	2003		2004		2005		
País	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	Valor (US Dls)	Volumen (Kg)	
Estados Unidos de América	11,633	6,082	0	0	0	0	0	0	
PAISES	1	11,633	0	0	0	0	0	0	

A continuación se mostrarán las compañías que consumen algunos de los fosfitos y en que los transforman:

Tabla 5.7.10 Empresas que utilizan fosfitos como materia prima en México ^(26, 27)

Fabricante	Nombre comercial	Tipo	Fórmula	Compuesto	Precursor
Syngenta Agro SA de CV	Apamidón, Dimecrición, Dixón, Dovip, Famfós, Fosfamidón, Phosphamidon, Pitic	Insecticidas	2-cloro-3-(diatilamino)-1-metil-3-oxo-1-propenil dimetilfosfato	Fosfamidón	Fosfito de trimetilo
Agricultura Nacional de Jalisco SA de CV, Bayer de México SA de CV, Dinámica Agrícola y Ambiental SA de CV, Insecticidas Nacionales Corey SA de CV, Productos Básicos SA de CV, Proveedora Agrícola de Tampico SA de CV, Química Lucava SA de CV	Ceavex, Chruch, Clorhuil, Dicen, Dipterex, Lucavex, Paterex, Tricoral	Insecticidas	Dimetil-2,2,2-tricloro-1-hidroxietyl fosfonato	Triclorfón	Fosfito de dimetilo
Agricultura Nacional de Jalisco SA de CV, Agro Farm Industrial del Pacífico SA de CV, Agroformuladora Delta SA de CV, Agroquímica Tridente SA de CV, Agroquímicos Versa SA de CV, Dinámica Agrícola y Ambiental SA de CV, Mezclas y Fertilizantes SA de CV, Pro-Agro del Noreste SA de CV, Productos Básicos SA de CV, Productos Químicos y Minerales SA de CV, Química Agri del Valle de Culiacán SA de CV, Química Lucava SA de CV, Tekchem SA de CV, United Phosphorus de México SA de CV	Anaphos, Cazador Agro, Cerphos, D.D.V.P., Doom, Dvip, Lucaphos, Nahuil, Oko, Oleosec, Phos-Vac, Phosagro, Phovite, Task, Vapona, Vaponit, Vaponite, Zunco	Insecticidas	2,2-dicloroetenil dimetil fosfato	Diclorvos	Fosfito de trimetilo

Tabla 5.7.10 Continuación

Fabricante	Nombre comercial	Tipo	Fórmula	Compuesto	Precursor
	Apachlor, Birlane, Chlorfenviniphos, Compound 4072, Esteladón, Haptarax, Hapasol, Sapecrón, Supocade, Supona, Unitos, Ventazul, Vynilphate	Insecticidas	2-cloro-1-(2,4-diclorofenil)-etil-dietilfosfato	Clorfenvinfós	Fosfato de trietilo
Cyanamid Agrícola de México S de RL de CV, Productos Básicos SA de CV	Apavinphos, Ariefós, Ariefox, Duraphos, Finiphos, Fosdrin, Fosfene, Fosforhuil, Fsotión, Gesfit, Gestir, Menite, Mevinfós, Mevinphos, Phosdrin, Phosfene	Insecticidas	Metil-3-(dimetoxifosfinil)oxi-2-butenato	Mevinfós	Fosfito de trimetilo

Tabla 5.7.10 Continuación

Fabricante	Nombre comercial	Tipo	Fórmula	Compuesto	Precursor
Agricultura Nacional de Jalisco SA de CV, Agromundo SA de CV, Agroquímicos Versa SA de CV, Cyanamid Agrícola de México S de RL de CV, Empresas Longoria SA de CV, Insecticidas de Pacífico SA de CV, Internacional Química de Cobre SA de CV, Koor Intercomercial SA, Makhteshim-Agan de México SA de CV, Novartis Agro SA de CV, Palse Industrial SA de CV, Química Lucava SA de CV, Syngenta Agro SA de CV, United Phosphorus de México SA de CV, Velsimex SA de CV	Azodrin, Intercrotofós, Lucadrin, Monocrophos, Monoupel, Monosano, Nasacrón, Nuvacrón, Velcrón	Insecticidas	Dimetil-1-metil- 3-(metilamino)- 3-oxo-1-propenil fosfato	Monocrotofós	Fosfito de dimetilo

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Después de revisar los datos disponibles sobre las importaciones y exportaciones de los fosfitos de este estudio, nos resulto muy interesante analizar los importes que estas transacciones han reportado para las empresas que usan estos compuestos en México. El análisis se realizará por cada fracción arancelaria.

Lo que podemos observar en la tabla 6.1 es que es mucho más económico importar de Alemania que de EUA, a pesar de ser nuestro vecino, y de manera general que el precio por cada kilogramo del compuesto químico hubo un decremento en el precio a partir del 2003, sin tomar en cuenta el año 2005.

Cuando se exportaban los productos que entran en esta fracción arancelaria (tabla 6.2) observamos que el precio promedio anual es aproximadamente 2 veces mayor el precio de importación que el de exportación, y cuando se exporto a EUA su precio en el mercado fue al menos 3 veces menor que lo que se paga por kilogramo de producto.

Tabla 6.1 Precio en dólar por kilogramo de producto de la fracción 2920.90.05

Importaciones				
2920.90.05				
Año	2002	2003	2004	2005
País	US \$/Kg	US \$/Kg	US \$/Kg	US \$/Kg
República Federal de Alemania	5.00	3.90	3.92	0
Estados Unidos de América	6.78	0	23.00	36.00
República de La India	0	1.72	1.85	0
PAISES	3	3.47	3.60	36.00

Tabla 6.2 Precio en dólar por kilogramo de producto de la fracción 2920.90.05

Exportaciones				
2920.90.05				
Año	2002	2003	2004	2005
País	US \$/Kg	US \$/Kg	US \$/Kg	US \$/Kg
República Federativa de Brasil	2.30	0	0	0
Estados Unidos de América	0	1.90	0	0
PAISES	2	1.90	0	0

En la tabla 6.3, fracción arancelaria 2920.90.99, se observan muchas inconsistencias de precios, ya que el precio varía desde un dólar hasta casi los 1000 dólares por kilogramo, concluyendo que las inconsistencias en la información obtenida, es debido a que la información en la base de datos de BANCOMEXT S. N. C. este mal transcrita. Aunque de manera general (el promedio) observamos que se mantiene un incremento en el precio de los productos involucrados con esta fracción arancelaria.

En la siguiente tabla 6.4 observamos que al menos el precio por el producto no tiene tanta variación como el precio de las importaciones es decir, su variación esta dentro de una tasa razonable de 5 unidades a excepción del precio de que se le dio a la República de Filipinas, y en promedio se ve un decremento en el precio a partir del 2002 y como observamos en la fracción arancelaria 2920.90.05 el precio de nuestros productos en el extranjero es en promedio al menos 2 veces más bajo que con el que compramos.

Tabla 6.3 Precio en dólar por kilogramo de producto de la fracción 2920.90.99

Importaciones Año País	2920.90.99			
	2002 \$/Kg	2003 \$/Kg	2004 \$/Kg	2005 \$/Kg
República Federal de Alemania	34.16	58.02	22.95	2.06
República de Argentina	0	3.07	0	0
República de Austria	0	0	0	0
República Federativa de Brasil	0	13.65	137.26	0
República de Chile	80.20	0	0	0
República Popular de China	0	0.96	1.67	0
República de Colombia	49.00	0.00	0	0
Corea del Sur	0	10.52	3.98	9.52
Reino de España	99.55	100.74	108.92	114.15
Estados Unidos de América	3.30	3.90	5.34	6.07
Francia	5.25	0	109.01	5.22
República de La India	0	0	0	16.93
Italia	0	8.77	9.61	9.61
Japón	2.66	930.00	19.17	0
Reino de los Países Bajos	0	24.60	0	0
República Popular de Polonia	0	0.0	0	0
Reino Unido de la Gran Bretaña	10.27	12.84	12.87	13.02
Suiza	109.00	106.17	107.98	0
PAISES	18	3.82	4.80	6.30
				7.11

Tabla 6.4 Precio en dólar por kilogramo de producto de la fracción 2920.90.99

Exportaciones		2920.90.99			
Año		2002	2003	2004	2005
País	\$/Kg	\$/Kg	\$/Kg	\$/Kg	\$/Kg
República de Argentina		0	0	0	2.04
República de Colombia		0	0.10	2.27	2.31
República de Costa Rica		0	0.95	0.97	0
República de El Salvador		0	0	2.87	3.15
Estados Unidos de America		0	0	1.14	0.15
República de Filipinas		0	0	68.67	0
Francia		0	2.00	0	0
República de Guatemala		3.14	1.40	1.53	4.79
República de Panamá		0.0	0	0.68	0
República Dominicana		2.99	0	0	0
República de Venezuela		2.70	2.29	2.26	0
PAISES	11	2.85	1.60	1.67	2.66

Esta fracción, solo hay un dato estadístico, con el cual no se puede comparar, aunque el precio no se ve tan elevado como en otras fracciones.

Tabla 6.5 Precio en dólar por kilogramo de producto de la fracción 2920.90.14

Importaciones		2920.90.14			
Año		2002	2003	2004	2005
País	\$/Kg	\$/Kg	\$/Kg	\$/Kg	\$/Kg
Estados Unidos de América		1.91	0	0	0
PAISES	1	1.91	0	0	0

Después de hacer el análisis de los costos podemos ver que como nicho de oportunidad del sector industrial esta en la producción y desarrollo de la fracción arancelaria 2920.90.99.

CONCLUSIONES.

La importancia de los métodos de producción de los compuestos del listado 3B 8 – 11 se enfoca principalmente al cumplimiento de la Convención sobre la prohibición del desarrollo, la producción, el almacenamiento y el empleo de armas químicas y sobre su destrucción.

Por otro lado dicha Convención no pretende limitar el desarrollo tecnológico, ni mucho menos la producción de nuevos compuestos químicos de aplicación amplia, como el caso de los fosfito de trimetilo, fosfito de trietilo, fosfito de dimetilo y fosfito de dietilo.

Por el contrario el instrumento jurídico que vigila la OPAQ, pretende enfocarse básicamente a obtener actualizados los inventarios de producción de los compuestos listados como precursores de armas químicas, de su uso y aplicación denominados para fines no prohibidos.

La importancia en el mercado comercial mundial de los compuestos del listado 3B 8 – 11 (fosfito de trimetilo, fosfito de trietilo, fosfito de dimetilo y fosfito de dietilo) es diversa, ya que los usos que se les puede dar son de gran aplicación como pesticidas fosfatados, plastificantes, retardantes de flama, etc.

Mundialmente el mercado comercial se encuentra dominado por los Estados Unidos de acuerdo a las estadísticas disponibles, sin embargo es importante destacar que China aunque no tiene datos estadísticos precisos cuenta con varias plantas de producción de cada uno de los cuatro compuestos distribuidos en todo el país. Europa Occidental tiene también una destacada participación en el mercado.

En México la producción de los compuestos del listado 3B 8 – 11 no se lleva a cabo, sin embargo, si son utilizados en la producción de otros compuestos para lo cual la importación de éstos es la vía de la adquisición. Las cifras precisas de importación de cada uno de estos compuestos es muy difícil de adquirir dados los sistemas arancelarios que se manejan en la

Secretaría de Economía, llegando al grado de encontrar errores de actualización como es el caso del fosfito de dietilo que de acuerdo a su fracción (2920.90.14) no corresponde a lo encontrado en la base de datos de BANCOMEXT S. N. C. con lo publicado en el DOF.

A demás de encontrar en este estudio que los precios que se han manejado para estos compuestos, es mayor el importe que se paga para adquirirlos (importación) que el importe de salida de estos (exportación), por lo tanto, de manera general, es mayor al menos 2 veces su precio de importación con respecto al de exportación.

Un caso interesante es el de Rhodia de México S. A. de C. V. que dentro de su lista de productos se encuentran el fosfito de trimetilo y el fosfito de trietilo y no se encuentra información del mercado al que se distribuyen estos materiales, suponemos que se abastece del mercado nacional.

Esto tiene consecuencias directamente con la CAQ, con relación a las declaraciones que este tipo de empresas deben hacer ya que es un productor de los compuestos listados, es decir, la OPAQ debe obtener declaraciones de cuanto producen, que hacen con los productos, etc., y si México le da seguimiento al cumplimiento de la declaración, identificando cada productor, sin embargo nos queda la duda de cómo se verifica y se valida el caso de Rhodia..

La falta de acceso a la información y muchas veces el largo periodo que hay que esperar para obtenerla, hace que cuando sale a la luz se vea claramente que hay problemas de legislación e incumplimiento de los sectores involucrados y también la falta de actualización y transparencia entre Secretarías, lo que impide cruzar información, lo que conlleva a no aprovechar los sectores de oportunidad, basta con ver los datos de importaciones contra exportaciones, en los cuales observamos que los compuestos en su mayoría son únicamente producidos en el extranjero e importados al país lo que nos ha llevado a seguir dependiendo de multinacionales con respecto a su producción, en lugar de promover la producción nacional.

GLOSARIO.

DL₅₀ Valor para la toxicidad aguda por ingestión: Es la dosis de materia administrada que tenga las mayores probabilidades de causar la muerte, en un plazo de 14 días, a la mitad de un grupo de ratas jóvenes albinas adultas, machos y hembras.

El resultado se expresa en mg/kg. de peso del cuerpo.

DL₅₀ Valor para la toxicidad aguda por absorción cutánea: Es la dosis de materia administrada por contacto continuo, a lo largo de 24 horas, con la piel desnuda de conejos albinos que tenga las mayores posibilidades de causar la muerte, en un plazo de 14 días a la mitad de los animales del grupo.

El resultado se expresa en mg/kg. de peso del cuerpo.

CL₅₀ Valor para la toxicidad aguda por inhalación: Es la concentración de vapor, niebla o polvo administrada por inhalación continua durante una hora a un grupo de ratas jóvenes albinas adultas, machos y hembras, que tenga las mayores posibilidades de causar la muerte, en un plazo de 14 días, a la mitad de los animales del grupo.

El resultado se expresa en mg/litro de aire (ppm), tratándose de polvos y nieblas, y en ml/m³ de aire, tratándose de vapores.

Estos criterios se basan en los datos relativos a CL₅₀ correspondientes a una exposición de 1 H. y tales informaciones deberán utilizarse cuando estén disponibles. No obstante, cuando solamente estén disponibles los datos relativos a la CL₅₀, que correspondan a una exposición de 4 horas, los valores correspondientes podrán multiplicarse por cuatro, y el resultado sustituirse al criterio anterior, es decir, que el valor cuadruplicado de la CL₅₀ (4 horas) se considera equivalente al valor de la CL₅₀ (1 hora).

CL_{t50} Una medida de toxicidad de la inhalación que define una dosis individual que mataría un organismo en el 50% del tiempo de exposición. La C simboliza la concentración en el

aire y la t el tiempo de exposición. Aumentando la concentración en el aire 10 bajaría el tiempo de exposición para conseguir el efecto tóxico por un factor de 10.

LDL₀ Dosis Letal Bajo: Cantidad más baja de un sólido o el material líquido reportado por haber causado la muerte de animales o humanos. La exposición puede ser aguda o crónica. Esto también se llama la dosificación más baja que causa muerte, dosis letal descubierta más baja.

REFERENCIAS.

⁽¹⁾ Convención sobre la prohibición del desarrollo, la producción, almacenamiento y el empleo de armas químicas y sobre su destrucción.

⁽²⁾ R. Everett Lang, 2004. *Introduction to weapons of mass destruction: Radiological, chemical and biological*. Edit.

⁽³⁾ Clayden, Greeves, Warren and Wothers, 2001. *Organic Chemistry*, Edit. Oxford.

⁽⁴⁾ Kemp, 1986. *Química Orgánica*, Edit. Omega.

⁽⁵⁾ Weininger, 1988. *Química Orgánica*, Edit. Reverté S. A.

⁽⁶⁾ Solomons, 1988. *Fundamentos de Química Orgánica*, Edit. Limusa.

⁽⁷⁾ Carey and Sundberg, 3rd Ed. *Advanced Organic Chemistry, part B: Reaction and Synthesis*, Edit. Plenum.

⁽⁸⁾ Cadogan, 1980. *Organophosphorus Reagents in organic synthesis*, Edit. Academia Press

⁽⁹⁾ Worms, K. H.; Schmidt-Dunker, M. 1976. *Organic Phosphorus Compounds*. Ed.; Wiley: New York.

⁽¹⁰⁾ 13th Edición, 2001. *MERCK INDEX: an encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals*. Edit. Merck and Co., Inc.

⁽¹¹⁾ The CBWInfo, 2005. Nerve Agent Precursors: alkyl phosphites, 06/04 11:30 hrs. <http://cbwinfo.com/Chemical/Precursors/Phosphites.html>

(12) Saunders and Todd, 1957. *Some aspects of the Chemistry and toxic action of organic compounds containing phosphorus and fluorine*. Edit. Cambridge at the University Press..

(13) Quin, Louis D., 2000. *A guide to organophosphorus chemistry*. Edit. John Wiley and Sons.

(14) Barbara Elvers, Stephen Hawkins, Schulz Gail, 1991. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry volumen A 19*, Fifth Completely Revised Edition, Edit. VCH.

(15) The CBWInfo, 2005. Nerve Agent: GB (Sarin), 14/06 10:55 hrs.
<http://cbwinfo.com/Chemical/Nerve/GB.shtml>

(16) The CBWInfo, 2005. Nerve Agent: GD (Soman), 14/06 11:00 hrs.
<http://cbwinfo.com/Chemical/Nerve/GD.shtml>

(17) The CBWInfo, 2005. Nerve Agent: GF, 14/06 11:05 hrs.
<http://cbwinfo.com/Chemical/Nerve/GF.shtml>

(18) The CBWInfo, 2005. Nerve Agent: VX, 14/06 11:10 hrs.
<http://cbwinfo.com/Chemical/Nerve/VX.shtml>

(19) De Lorenzo, Robert A., Porter, Robert S., 1999. *Weapons of mass destruction Emergency Care*. Edit. Prentice Hall Health.

(20) SRI International, 2002. *Chemical Economics Handbook*,

(21) PORTAL BANCOMEXT, 2005: *Centro de información, informe de Comercio Exterior y Estadísticas*, 15/03, 13:45. <http://www.bancomext.com/Bancomext/index.jsp>

⁽²²⁾ Secretaría de Economía, 2005: *Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI)*, 16/10 15:30 hrs. <http://www.economia-snci.gob.mx/>

⁽²³⁾ 2005. Diario Oficial de la Federación (DOF). Ejemplar 03 de Enero.

⁽²⁴⁾ 2005. Banco Nacional de Comercio Exterior, S. N. C., *Sistema de Información Comercial de México (SIC-M)*. 20/07.

⁽²⁵⁾ 2005. Banco Nacional de Comercio Exterior, S. N. C., *Catalogo de Empresas Exportadoras e Importadoras (CATEMP)*. 20/07

⁽²⁶⁾ Anuario ANIQ 2003.

⁽²⁷⁾ Reyes Gladín, 2003. *El impacto de la convención sobre la prohibición del desarrollo, la producción, almacenamiento y el empleo de armas químicas y sobre su destrucción en la industria química Nacional, al caso de las sustancias fosforadas*. Edit. UNAM Facultad de Química.

BIBLIOGRAFÍA.

Yannis Charles (Saint Lucia) and Parvin Nabati (Islamic Republic of Iran), 2003. *Survey of Production Methods, Possible Producers, Uses (prohibited and not prohibited by the Convention) and trends in trade (if any) of the Schedule 3B (8) through 3B (11) Chemicals*.

Centro de Información Química para Emergencias, 2005. *Química de los materiales peligrosos: Productos tóxicos y corrosivos*. 09/29 17 hrs. <http://www.ciquime.org.ar/CIQUIME/index.html>

Cosmos Online, 2005. *Productos químicos y proveedores*. 25/05, 15:00 hrs. <http://www.cosmos.com.mx/>

El portal de la industria latinoamericana, 2005. *Productos químicos y Proveedores*. 27/05 17:00 hrs. <http://www.quiminet.com/>

Chemical Industry and the Convention, 2005. *Schedule 3*. 17/03, 16 hrs. <http://www.opcw.nl/html/global/search.html>

CBWInfo.com, 2005. *Eclectic glossary of acronyms, biological, medical, military and technical terms to chemical and biological weapons*. 20/10, 18:00 hrs. <http://cbwinfo.com/General/Acronyms/GlossFrame.html>