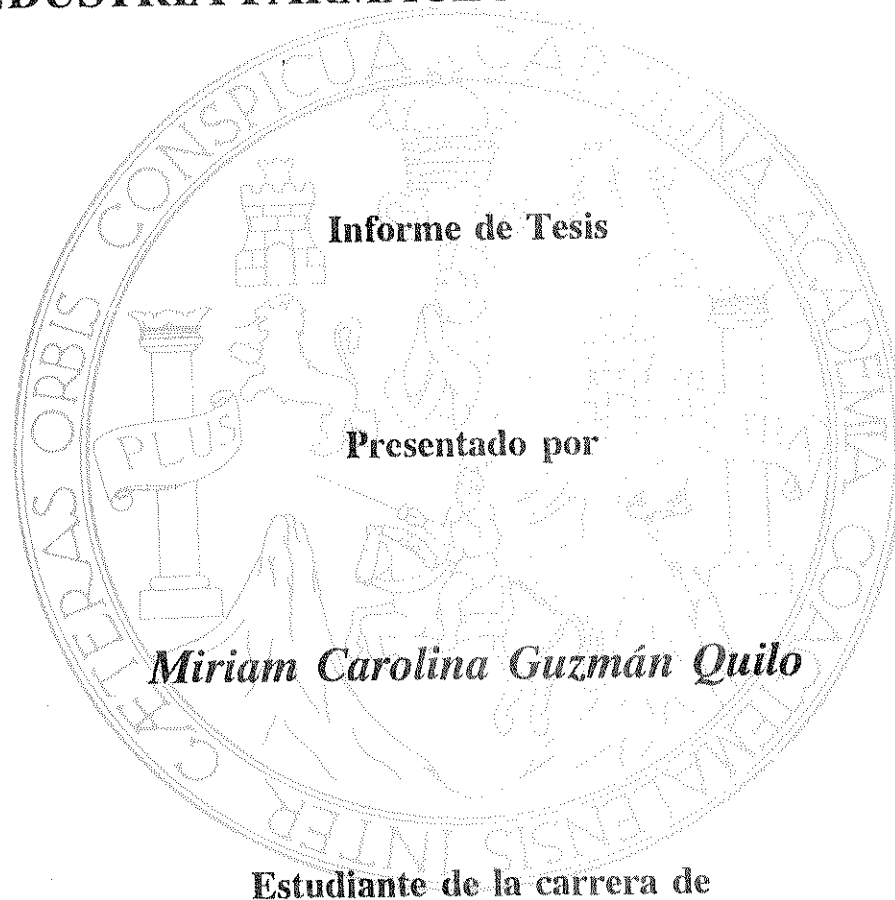


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE MEDIDAS DE  
SEGURIDAD Y TRATAMIENTO DE DESECHOS EN  
LA INDUSTRIA FARMACEUTICA DE GUATEMALA**



**Químico Farmacéutico**

**Guatemala, marzo de 1997**

**PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central**

U6  
T(1712)  
C.3

## **JUNTA DIRECTIVA**

### **FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

<b>Decano:</b>	<b>Lic. Jorge Rodolfo Pérez Folgar</b>
<b>Secretario:</b>	<b>Lic. Oscar Federico Nave Herrera</b>
<b>Vocal I:</b>	<b>Lic. Miguel Angel Herrera Gálvez</b>
<b>Vocal II:</b>	<b>Lic. Gerardo Leonel Arroyo Catalán</b>
<b>Vocal III:</b>	<b>Lic. Rodrigo Herrera San José</b>
<b>Vocal IV:</b>	<b>Br. Ana María Rodas Cardona</b>
<b>Vocal V:</b>	<b>Br. Hayro Oswaldo García García</b>

## DEDICATORIA

- A DIOS, por ser guía en mi camino y permitirme finalizar esta meta.  
A El sea la gloria!
- A MIS PADRES: Carlos Guzmán De los Santos y Myriam Quilo de Guzmán, por sus sabias enseñanzas, su trabajo arduo, sus cuidados, su ejemplo y su amor.
- A MIS HERMANOS: Carlos Ismael, Carlos Daniel y Karla Estela, porque siempre he podido contar con Ustedes.
- A MI ESPOSO: Enrique Meléndez Mendoza; quien vino a complementar mi vida con su amor, su amistad y su comprensión.
- A MI FAMILIA por su fé y confianza.
- A MIS AMIGAS: Julia Alvarado Egli, Ana Luisa Cottón Siekavizza, Evelyn Rubio Montes, Claudia Siguí Bran y Any Vettorazzi España, gracias por su amistad y apoyo.

## AGRADECIMIENTOS

- A Lic. Elfego Rolando López, por su asesoría en la elaboración de este trabajo.
- A Licda. Smirna Velásquez de Amézquita y Lic. Luis Fernando Girón,  
revisores de este trabajo.
- A Licda. Beatriz Batres de Jiménez, Directora de la Escuela de Química  
Farmacéutica.
- A Licda. Evelyn Rodas Pernillo y Licda. Myriam Ovalle de Monroy,  
por su apoyo y amistad.
- A Mi esposo Enrique, por la comprensión y ayuda que me brindó en todo  
momento.
- A la Familia Meléndez Mendoza por su aprecio y cariño.
- A Todas las personas que colaboraron en la realización del presente trabajo, así  
como en mi formación profesional y humana.

## INDICE

	Página
1. RESUMEN.....	01
2. INTRODUCCION.....	03
3. ANTECEDENTES.....	05
4. JUSTIFICACION.....	09
5. OBJETIVOS.....	10
6. HIPOTESIS.....	11
7. MATERIALES Y METODOS.....	12
8. RESULTADOS.....	17
9. DISCUSION DE RESULTADOS.....	36
10. CONCLUSIONES.....	40
11. RECOMENDACIONES.....	42
12. REFERENCIAS.....	44
13. ANEXOS.....	46

## 1. RESUMEN

Con el presente trabajo de investigación se evaluó las condiciones de seguridad y la existencia de procedimientos de tratamiento de desechos en los laboratorios farmacéuticos en Guatemala.

Mediante encuestas dirigidas a jefes de control de calidad, jefes de producción o regentes, pudo obtenerse la información necesaria. Se diseñó un instrumento que fué presentado en 44 laboratorios farmacéuticos elegidos al azar; de los cuales, 35 respondieron y 9 no lo hicieron.

Los encuestados se distribuyen así: diez regentes equivalentes a 29%, ocho jefes de producción equivalentes a 23%; once jefes de control de calidad, equivalentes a 31% y seis "otros" que incluye gerentes de producción y propietarios que equivalen a 17%.

Los datos obtenidos se presentan mediante estadística descriptiva; estos evidencian deficiencias a nivel de tratamiento de desechos, los que en un porcentaje elevado son descartados a través de desagües y en terrenos baldíos, desconociéndose los procedimientos para un tratamiento previo a los mismos, antes de su eliminación.

En cuanto al aspecto de condiciones generales de seguridad en los laboratorios, se pudo establecer que son considerados un 40% seguros, un 57% relativamente seguros y un 3% desprovisto de las mínimas medidas de seguridad.

Finalmente en el estudio se incluye una propuesta de lineamientos básicos que deben ser

considerados para la elaboración de un Manual de Procedimientos de Seguridad en la Industria Farmacéutica de Guatemala y Tratamiento en la Eliminación de desechos. Asimismo, se considera importante que la Dirección General de Servicios de Salud, a través del Departamento de Inspección y Supervisión de Establecimientos Farmacéuticos, u otras instituciones afines brinden oportunidades de capacitación referente a los temas de seguridad y manejo de desechos producidos por la industria farmacéutica, lo que beneficiaría a este importante sector del país.

## 2. INTRODUCCION

La industria farmacéutica de Guatemala proporciona empleo a muchas personas, profesionales y no profesionales, los que están sujetos a exigencias que naturalmente presenta el trabajo: descuidándose factores como la seguridad industrial (personal y ambiental), debido a diversos factores, tales como: irresponsabilidad y desconocimiento de riesgos, ausencia de normas de seguridad o incumplimiento de las mismas, así como falta de precauciones.

Pueden citarse casos particulares como manejo inadecuado de sustancias y materiales que requieren para su uso medidas de seguridad específicas, de acuerdo a sus características inherentes de inflamabilidad, corrosividad, oxidación, reducción o de otro tipo. Estos constituyen un peligro potencial para la integridad física de los trabajadores, para el deterioro del ambiente y la destrucción de bienes materiales de la empresa, con el consiguiente riesgo para la salud de los trabajadores, el ambiente y pérdidas económicas para la empresa (1-3).

En general, la industria genera la mayor cantidad de desechos a nivel mundial y, en el caso de las industrias tipo farmacéutico, se trata de desechos de tipo químico y microbiológico que requieren de un tratamiento y manejo especial previos a su eliminación (4).

La legislación en Guatemala considera vital para el desarrollo económico y social del país, el mejoramiento y protección del ambiente y los recursos naturales (5).

Existe además, la consigna de la importancia del mejoramiento del medio ambiente tras la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, realizada en Brasil en 1990 (6).



En países como Estados Unidos en años recientes, la ley es clara respecto a que la responsabilidad por cualquier desecho y la contaminación que éstos produzcan al ambiente, es atribuido directamente a la compañía u organización que los desecha de manera irresponsable; por lo cual debe someterse a sanciones impuestas por incumplimiento a las regulaciones establecidas (4.)

El propósito de este trabajo de investigación fué determinar por medio de una encuesta dirigida a regentes, jefes de producción y jefes de control de calidad, si la industria farmacéutica de Guatemala (nacional y transnacional) dispone de normas y reglamentos de seguridad adecuadas al trabajo que desarrollan, así como referente al tratamiento que realizan a los desechos químicos y biológicos antes de su eliminación.

## 2. ANTECEDENTES

La seguridad es un tema que desde todo nivel requiere de la cooperación y del conocimiento del personal de las empresas involucradas en un quehacer que implica algún tipo de riesgo a la integridad física y a los bienes materiales de la misma. Derivados de estos aspectos se desarrollan algunos trabajos de investigación referentes al tema en cuestión, entre los que pueden mencionarse :

Ramírez Zeceña A., realizó un trabajo de investigación en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, en el que recomienda la elaboración de un manual de procedimientos en materia de seguridad que sea aplicable de manera general a todas las áreas de los laboratorios fisicoquímicos; así como establecer un programa de capacitación y actualización continua sobre seguridad y primeros auxilios. Recomienda también la creación de un comité de seguridad (7).

Cabrera Pivaral J., realizó en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, un estudio, en el que propone la planificación y administración de un programa de Seguridad e Higiene, dirigido al personal administrativo, docente, trabajadores, trabajadores y estudiantes de dicha Facultad. En él expresa que a través de la inspección se descubren las causas potenciales de los accidentes, los que pueden corregirse y llevar a una norma mínima aceptada desde el punto de vista de seguridad e higiene (8).

Cordón M. y Ramírez A., en su trabajo de investigación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, expresan la necesidad del uso en los laboratorios de medidas de seguridad de manera técnica, con la certeza de que esto contribuirá al desarrollo de las mismas y será de beneficio en la salud ocupacional (9).

Solís G., en el trabajo de investigación realizado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, justifica la necesidad de programas de capacitación y de adiestramiento dirigidos por las instituciones, que orienten a la formación de profesionales competentes (10).

González Acevedo E., evaluó la protección contra incendios en las industrias de la ciudad, y expresa que la falta en el cumplimiento de leyes que regulan la aplicación de principios y elementos de la prevención en las actividades de los laboratorios, contribuye al subdesarrollo de la seguridad individual (11).

Fuentes Tinti T., en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizó un estudio sobre la Seguridad Industrial y Manejo de Materiales, donde la finalidad primordial fué descubrir causas potenciales de accidentes por deficiencias en los sistemas de seguridad (12).

Rodas Marzano E., en el estudio realizado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar, recomienda el establecimiento de programas de Seguridad e Higiene Industrial como elemento fundamental en la obtención de la calidad total en cualquier industria (13).

La Universidad del Valle de Guatemala cuenta con un Comité de Seguridad, el que se encarga de velar por la misma, a nivel de todas las facultades. Cuentan con un Manual de Seguridad en el uso de reactivos de laboratorio (1).

Asimismo Upjohn Laboratorios cuenta con un Manual de Seguridad que incluye además información sobre protección personal (14).

Ruano F., Alfaro H., a través del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social IGSS, elaboraron una Guía Curricular de Seguridad e Higiene, por medio de la Sección de Seguridad e Higiene y Prevención de Accidentes (15).

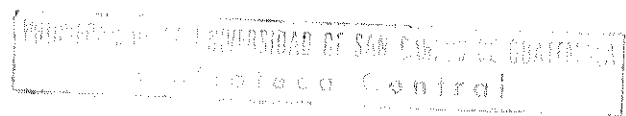
Asimismo se establece en el artículo 6 del acuerdo No. 1414 del Reglamento para Empresas de Mayor Riesgo y Explotaciones Agrícolas, la instauración de un botiquín básico con cantidad y tipo de materiales de curación, medicamentos e instrumental (8).

El factor de manejo y tratamiento de desechos, es un tema que tiene interés, debido a la importancia del medio ambiente para el sostenimiento de las condiciones ecológicas que garanticen el desarrollo de la flora y la fauna, así como las características climáticas.

La industria es la mayor productora de desechos en la mayoría de los países, y en el caso de la industria química y de productos afines, la que dá origen a las mayores cantidades de desechos industriales que constituyen un riesgo para la salud (2, 16).

Sin embargo, no hay mucha información sobre estudios realizados a este respecto.

Padilla Almaraz S.E., plantea en un estudio de investigación sobre eliminación de desechos realizado en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos, la necesidad de crear procedimientos para la eliminación de los mismos, así como la necesidad de capacitar y concientizar al personal involucrado (docente y de servicio) sobre las graves consecuencias de un mal manejo y eliminación inadecuada y las responsabilidades que esto conlleva.



A la vez insta al personal de la Facultad a buscar los mecanismos que aseguren una práctica correcta desde el punto de vista seguro y ecológico de clasificación, colecta, transporte y eliminación final de los desechos de los laboratorios (17).

López A., como representante de los productos químicos J.T. Baker, en exposición desarrollada en el II Congreso de Química Aplicada en Guatemala, enmarcó las ventajas de sus productos neutralizantes de solventes, mezclas o reactivos ácidos y básicos, con el objetivo de que al ser eliminados por desagües, sean ya sales neutralizadas. Esto como una solución al problema de los desechos en los laboratorios.

En el Manual del Comité de Seguridad de la Universidad del Valle de Guatemala, se incluye una sección pequeña específica para la eliminación de desechos (1).

#### 4. JUSTIFICACION

En Guatemala existen 95 laboratorios farmacéuticos que manufacturan medicamentos y producen una gran cantidad de desechos, la mayoría de los cuales requieren de un tratamiento antes de su eliminación.

Asimismo, estos laboratorios proporcionan oportunidades de empleo a gran número de personas, las que a diario se enfrentan a los riesgos que conlleva el uso de reactivos, equipos y maquinaria, por lo que se genera la necesidad de disponer de sistemas adecuados de seguridad para el personal, ambiente y bienes materiales de la empresa.

De acuerdo a los resultados obtenidos por medio de una encuesta dirigida a los Regentes, Jefes de Producción y Jefes de Control de Calidad de los laboratorios, se plantea una propuesta de un Manual que incluya medidas de seguridad y tratamiento de desechos en la industria farmacéutica, que sirva de guía o punto de partida para la elaboración e instauración de normas y regulación dentro de la industria, de este aspecto.

Se determinó, por tanto, el nivel de seguridad existente en las industrias farmacéuticas así como el conocimiento sobre el tratamiento de desechos en las mismas.

Con este estudio además, puede proporcionarse un cambio, con el fin de ayudar a subsanar un problema que cada día deteriora la flora y fauna, así como el ambiente.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 GENERAL:**

Contribuir en la mejora de las condiciones de seguridad personal y material, así como en los procedimientos empleados para el tratamiento de desechos, en la industria farmacéutica de Guatemala.

### **5.2 ESPECIFICOS:**

- 5.2.1           Evaluar por medio de encuestas las condiciones de seguridad física y material que prevalece en la industria farmacéutica de Guatemala.
  
- 5.2.2           Recopilar información por medio de encuestas sobre el tratamiento de desechos antes de su eliminación en la industria farmacéutica de Guatemala.
  
- 5.2.3           Elaborar una propuesta para la elaboración de un manual de seguridad y tratamiento de desechos, que pueda instaurarse en la industria farmacéutica de Guatemala.

## 6. HIPOTESIS

La industria farmacéutica de Guatemala cumple con medidas de seguridad y con procedimientos adecuados para el tratamiento de sus desechos.



## **7. MATERIALES Y METODOS**

### **7.1 UNIVERSO DE TRABAJO:**

La totalidad de laboratorios farmacéuticos que fabrican medicamentos en Guatemala.

#### **7.1.1 Muestra:**

Se consideró para desarrollar este trabajo, la totalidad de laboratorios farmacéuticos que fabrican medicamentos en Guatemala.

Por no obtenerse respuesta de los mismos, se procedió a trabajar únicamente con 44 laboratorios farmacéuticos elegidos al azar y distribuidos así: 39 nacionales y 5 transnacionales.

### **7.2 MEDIOS:**

#### **7.2.1 Recursos Humanos:**

- Autora: Br. Miriam Carolina Guzmán Quilo
- Asesor: Lic. Elfego Rolando López
- Asesor de la Unidad de Informática Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Regentes, Jefes de Producción y Jefes de Control de Calidad de los laboratorios seleccionados.

#### **7.2.2 Recursos Materiales:**

##### **7.2.2.1 Bibliográficos:**

Libros referentes al tema, folletos y tesis.

#### 7.2.2.2 Encuesta.

#### 7.2.2.3 Institucionales:

- Bibliotecas: + Universidad de San Carlos de Guatemala.
  - + Universidad del Valle de Guatemala.
  - + Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, INCAP
  - + Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial, ICAITI.
- Departamento de Inspección y Supervisión de Establecimientos Farmacéuticos, Dirección General de Servicios de Salud.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA.

#### 7.2.2.4 Equipo y material de informática:

- Computadora, diskettes, impresora.

#### 7.2.2.5 Útiles de escritorio:

- Hojas de papel, folders, fasteners y ganchos.

### **7.3 PROCEDIMIENTO:**

- 7.3.1 Revisión bibliográfica y recopilación de la información de interés para el desarrollo de la investigación.
- 7.3.2 Elaboración de modelo de encuesta, con base a la bibliografía consultada.
- 7.3.3 Realización de la encuesta a Regentes, Jefes de Control de Calidad y Jefes de Producción de los Laboratorios Farmacéuticos. Esta encuesta fue enviada por correo a todos los laboratorios. Al no obtenerse una respuesta de los mismos, se trabajó con 39 industrias nacionales y 5 industrias transnacionales escogidas al azar y que desearon cooperar con el estudio, las que fueron visitadas personalmente, para obtener la información.
- 7.3.4 Tabulación de los datos obtenidos en la encuesta.
- 7.3.5 Interpretación de resultados.
- 7.3.6 Elaboración del informe.
- 7.3.7 Elaboración de propuesta.

## 7.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACION:

### 7.4.1 Diseño del muestreo:

Inicialmente se determinó que se trabajaría con el total de los laboratorios farmacéuticos. De no obtenerse respuesta de esta manera, se procedería de acuerdo con la fórmula dada para una población finita (N=82):

$$n = \frac{N \sigma^2}{\frac{(N-1) \Delta^2}{N C^2} + \sigma^2}$$

donde:

N = 82 laboratorios

$$\sigma^2 = p + q$$

donde:

p = frecuencia o proporción esperada: 0.51

$$q = 1 - p = 0.49$$

$\Delta$  = Limite de error en estimación: 0.10 (10%)

$$NC = 1.96 = Z$$

entonces:

n = 44; donde un 12.195%, o sea 5, son laboratorios transnacionales y 39

nacionales, equivalentes a un 87.805%.

**7.4.2 Análisis de resultados:****Obtención de porcentajes por medio de Estadística****Descriptiva; mediante la siguiente fórmula:**

$$\% Y_i = \frac{Y_i}{n} \times 100$$

**donde:** **$Y_i$  = Respuestas obtenidas** **$n$  = # de encuestas**

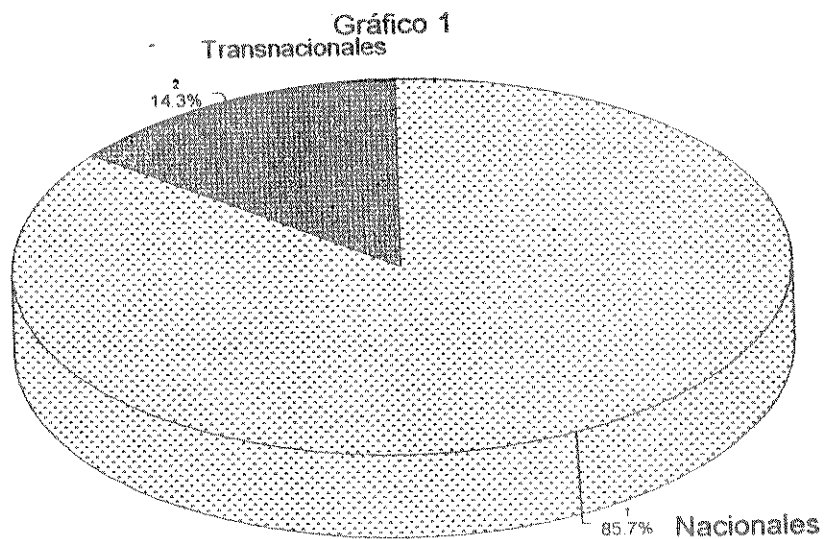
## 8. RESULTADOS

Los resultados obtenidos son los siguientes:

**CUADRO No. 1**  
**"TIPO DE INDUSTRIAS ENCUESTADAS"**

TIPO	%
1. Nacionales	85.7
2. Transnacionales	14.3

**Gráfica No.1**  
**"TIPO DE INDUSTRIAS ENCUESTADAS"**

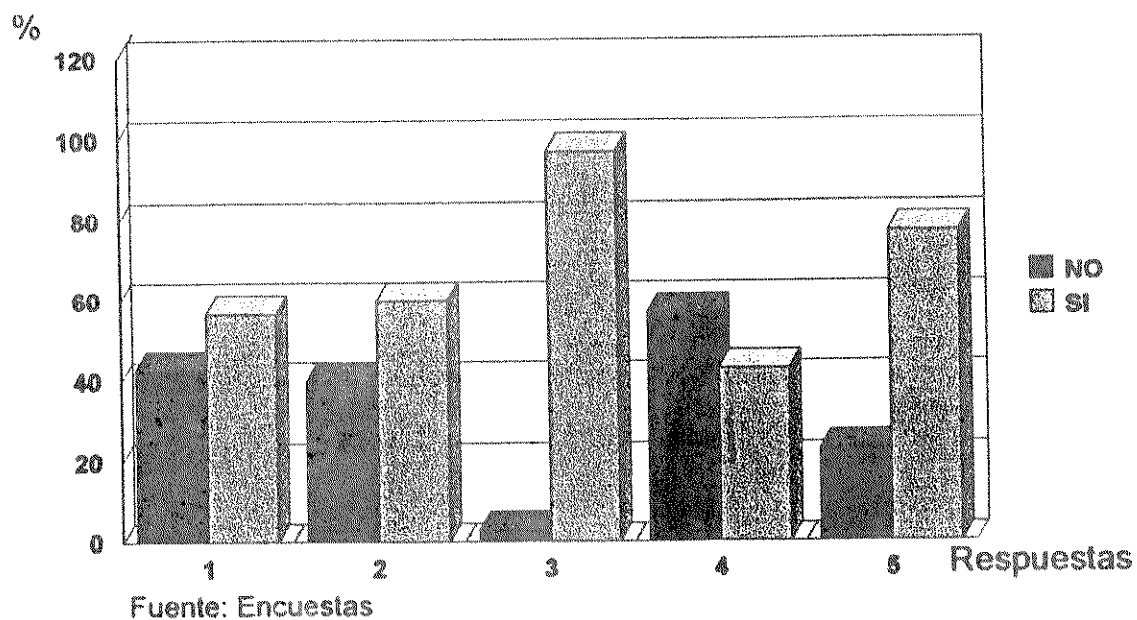


Fuente: Encuestas

CUADRO No. 2

"¿EL LABORATORIO CUENTA CON...?"

	SI %	NO %
1. Salidas de emergencia	57	43
2. Sistemas de alarma	60	40
3. Botiquines de primeros auxilios	97	3
4. Ducha para ojos	43	57
5. Campanas de extracción funcionando adecuadamente	77	23

Gráfica No. 2  
"¿EL LABORATORIO CUENTA CON...?"

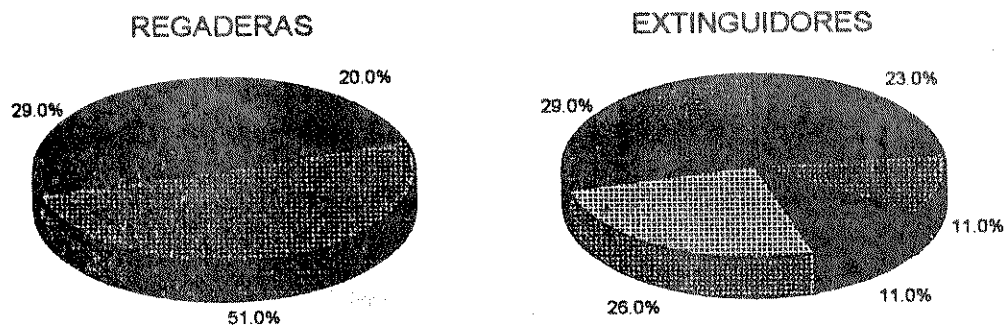
## CUADRO No. 3

## "¿EL LABORATORIO CUENTA CON...?"

	%
6. Regaderas de seguridad	
Tipo industrial	20
Tipo manual	51
No tienen	29
7. Extinguidores	
Tipo A	23
Tipo B	11
Tipo C	11
Los tres tipos	26
No conoce el tipo	29

## Gráfica No. 3

## "¿EL LABORATORIO CUENTA CON...?"



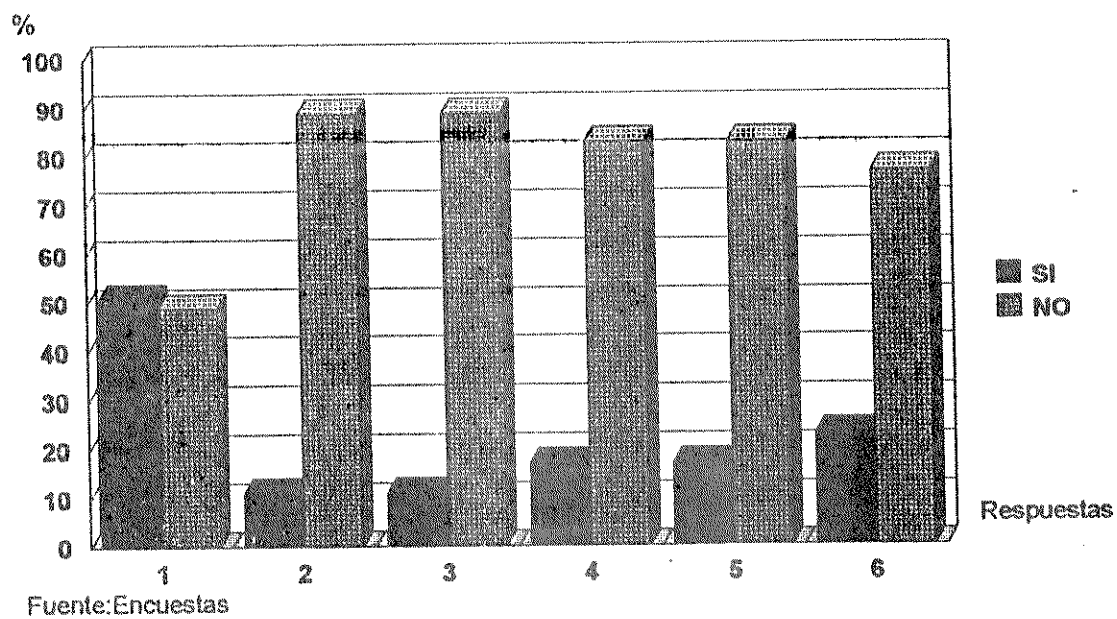
Fuente: Encuestas



**CUADRO No. 4**  
**"¿ EL LABORATORIO POSEE ?"**

BODEGAS ESPECIFICAS PARA:	SI %	NO %
1. Material inflamable	51	49
2. Agentes oxidantes	11	89
3. Agentes reductores	11	89
4. Sustancias corrosivas	17	83
5. Sustancias tóxicas	17	83
6. Químicos incompatibles	23	77

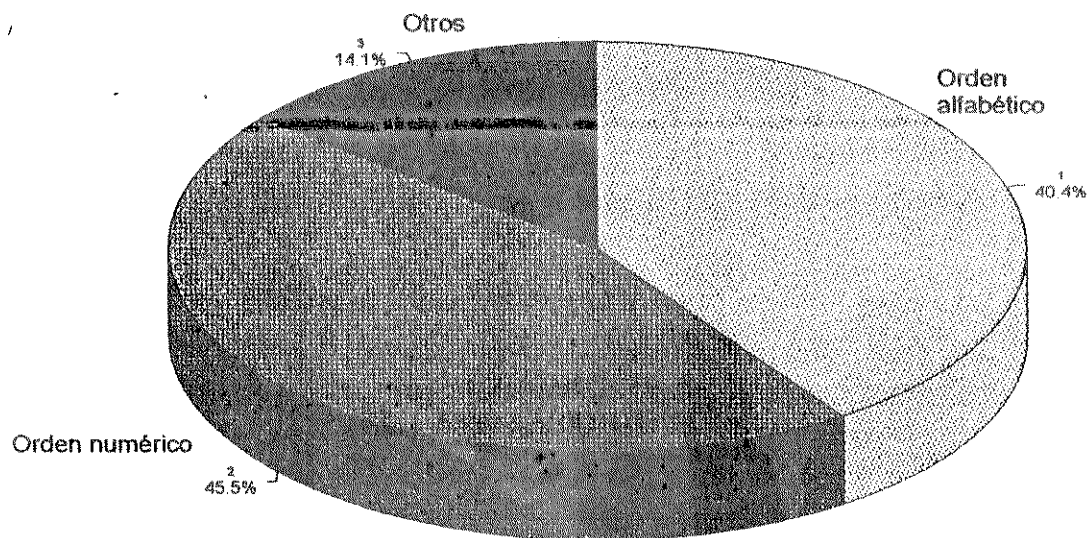
**Gráfica No.4**  
**"¿EL LABORATORIO POSEE..?"**



**CUADRO No. 5**  
**"¿EL LABORATORIO POSEE...?"**

CLASIFICACION DE REACTIVOS	%
1. Por orden alfabético	40
2. Por orden numérico	46
3. Otros	14
- Prioridad de uso	
- Código y genéricos	

**Gráfica No.5**  
**"¿EL LABORATORIO POSEE...?"**

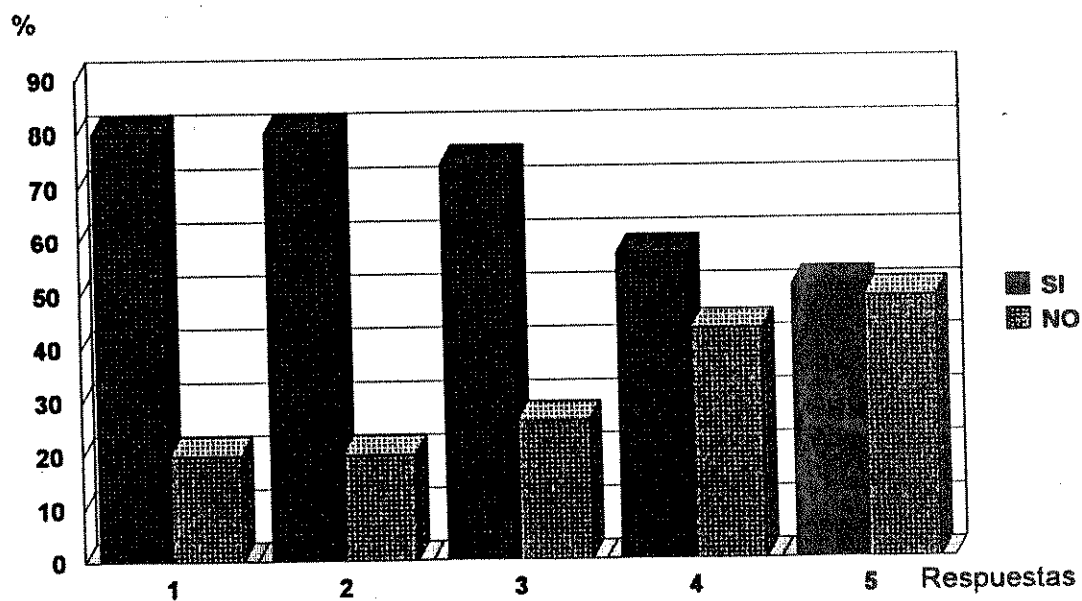


Fuente: Encuestas

**CUADRO No. 6**  
**"CONTROLES EN EL LABORATORIO"**

CONTROLES	SI %	NO %
1. Fecha de ingresos	80	20
2. Existencias	80	20
3. Etiquetas de información	74	26
4. Señalización de peligros	57	43
5. Hojas de información de seguridad de proveedores	51	49

**Gráfica No.6**  
**"CONTROLES EN EL LABORATORIO"**

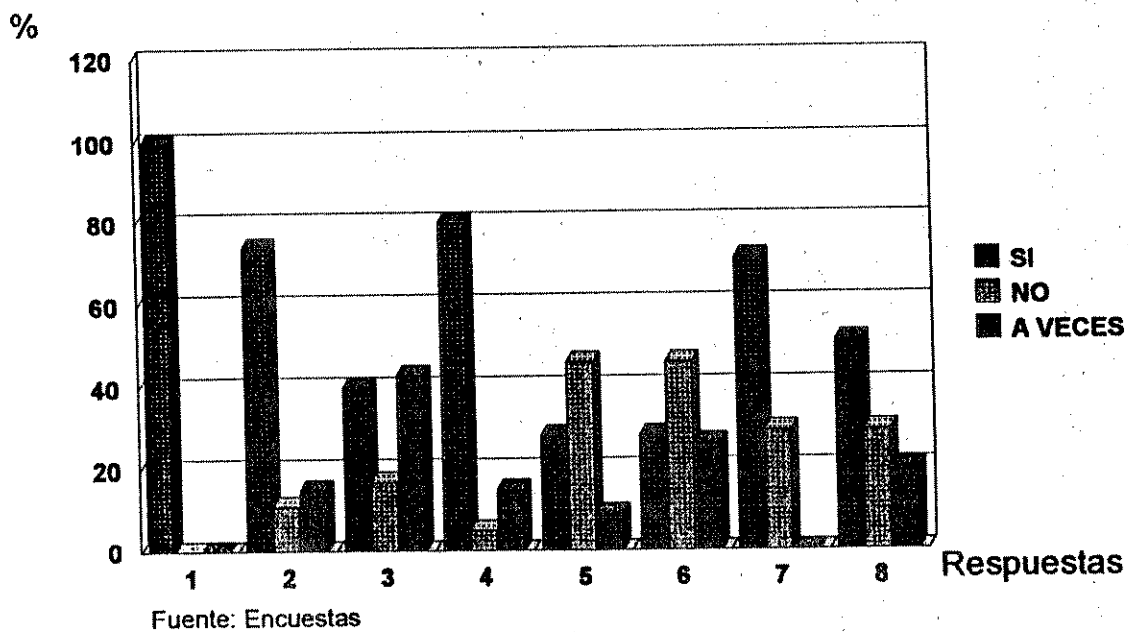


Fuente: Encuestas

**CUADRO No. 7**  
**"USO DE EQUIPO PROTECTOR EN EL LABORATORIO"**

IMPLEMENTOS	SI	NO	A VECES
	%	%	%
1. Bata de laboratorio	100	-	-
2. Guantes protectores	74	11	15
3. Lentes de seguridad	40	17	43
4. Mascarillas	80	5	15
5. Careta	28	46	9
6. Máscara con filtro	28	46	26
7. Calzado de seguridad	71	29	-
8. Dispositivos para llenar pipetas (perillas, etc.)	51	29	20

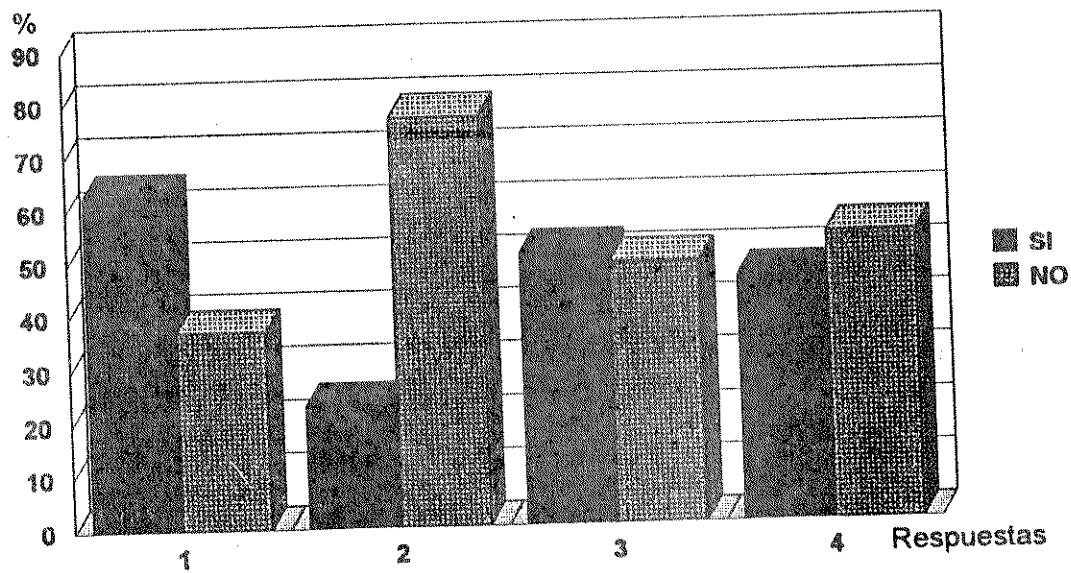
**Gráfica No. 7**  
**"USO DE EQUIPO PROTECTOR EN EL LABORATORIO"**



**CUADRO No.8**  
**"¿EN SU DEPARTAMENTO POSEEN...?"**

	SI %	NO %
1. Manual de seguridad general	63	37
2. Manual específico de seguridad	23	77
3. Señalización de seguridad	51	49
4. Manual de primeros auxilios	46	54

**Gráfica No. 8**  
**"¿EN SU DEPARTAMENTO POSEEN...?"**



Fuente: Encuestas

**CUADRO No. 9**  
**“SEÑALIZACION, SISTEMAS Y EQUIPOS DE SEGURIDAD”**

1. ¿Conoce Usted el sistema estándar de señalización basado en la combinación de colores y formas?

SI	11 %
NO	89 %

2. ¿ Ha recibido el personal algún tipo de entrenamiento específico en sistemas y procedimientos de seguridad ?

SI	68 %
NO	32 %

3. ¿ Revisan periódicamente los equipos de seguridad ?

SI	80 %
NO	20 %

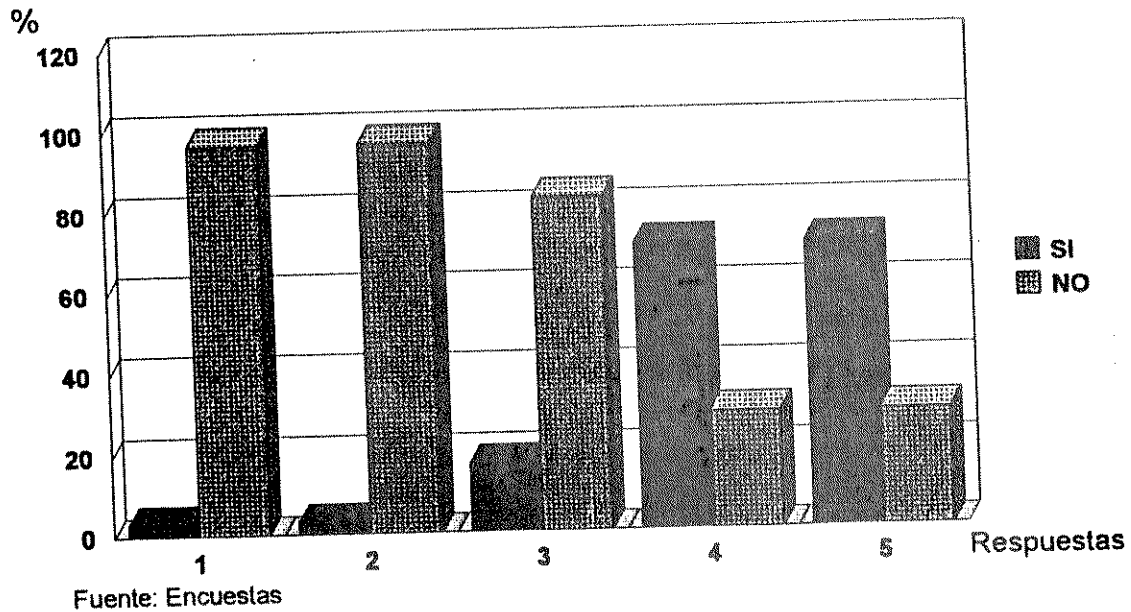
4. ¿ Están los equipos de seguridad localizados en forma accesible ?

SI	80 %
NO	20 %

**CUADRO No. 10**  
**"¿POSEE EL PERSONAL DE SU DEPARTAMENTO EXPERIENCIA**  
**EN PRIMEROS AUXILIOS POR..?"**

	SI %	NO %
1. Explosiones químicas	3	97
2. Electroshock	3	97
3. Inhalación de químicos tóxicos	17	83
4. Incendios	71	29
5. Derrames de reactivos	71	29

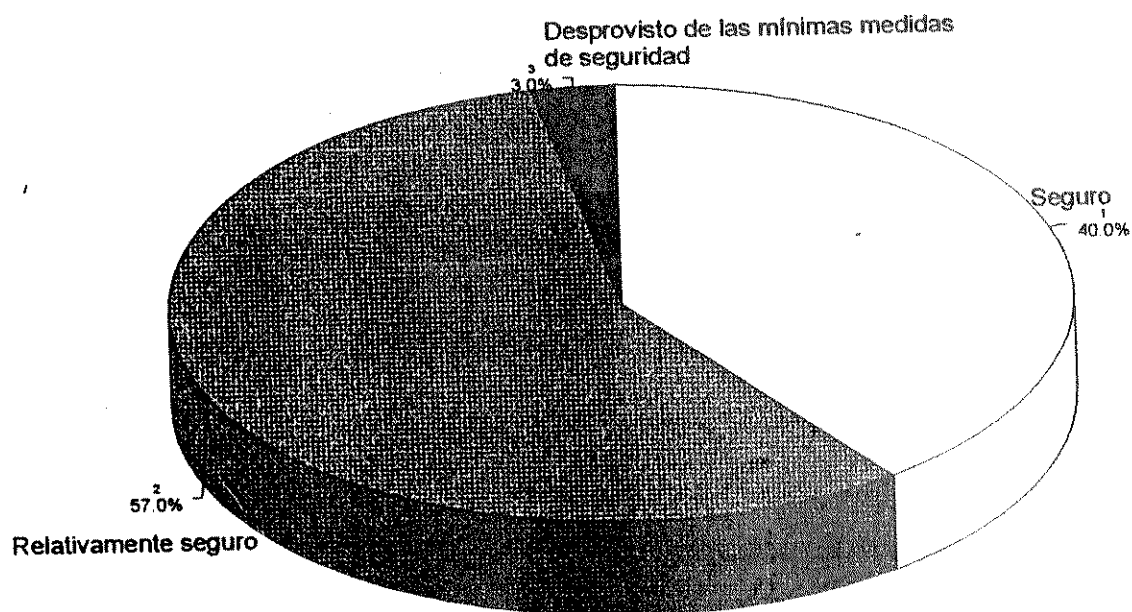
**Gráfica No. 9**  
**"¿ POSEE EL PERSONAL DE SU DEPARTAMENTO**  
**EXPERIENCIA EN PRIMEROS AUXILIOS POR...?"**



**CUADRO No. 11**  
**"¿ USTED CONSIDERA EL LABORATORIO...?"**

	%
1. Seguro	40
2. Relativamente seguro	57
3. Desprovisto de las mínimas medidas de seguridad	3

**Gráfica No. 10**  
**"¿ USTED CONSIDERA EL LABORATORIO...?"**



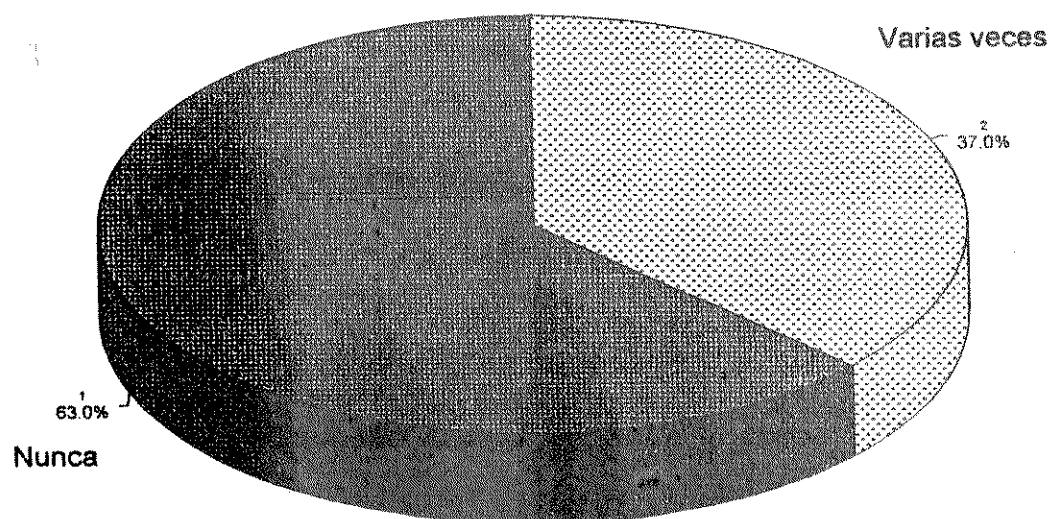
Fuente: Encuestas



**CUADRO No. 12**  
**"¿ HA SUCEDIDO ALGUN ACCIDENTE EN EL LABORATORIO ?"**

Respuesta	%
1. Nunca	63
2. Varias veces	37

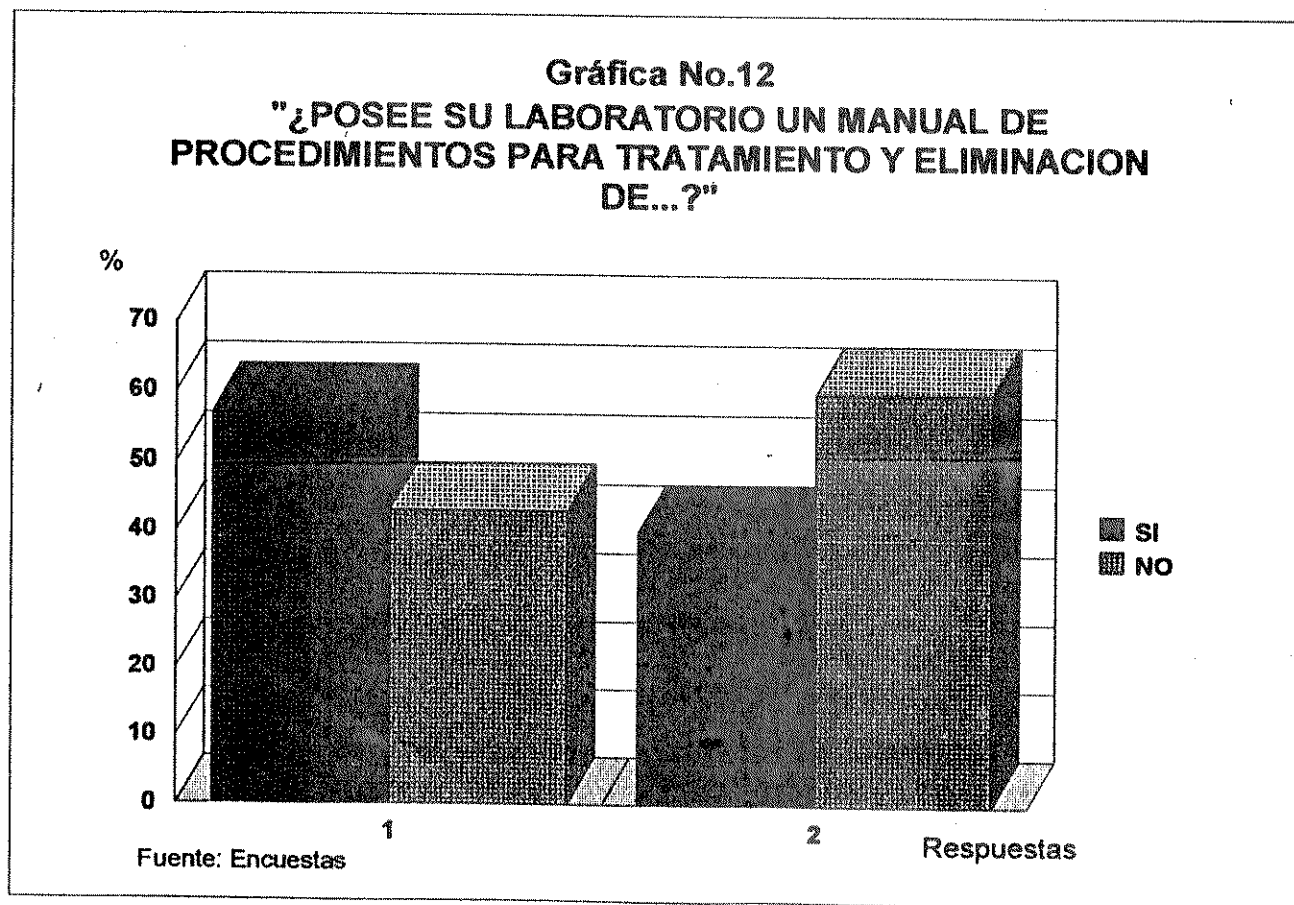
**Gráfica No. 11**  
**"¿HA SUCEDIDO ALGUN ACCIDENTE EN EL LABORATORIO...?"**



Fuente: Encuestas

**CUADRO No. 13**  
**"¿POSEE SU LABORATORIO UN MANUAL DE**  
**PROCEDIMIENTOS PARA TRATAMIENTO Y ELIMINACION**  
**DE...?"**

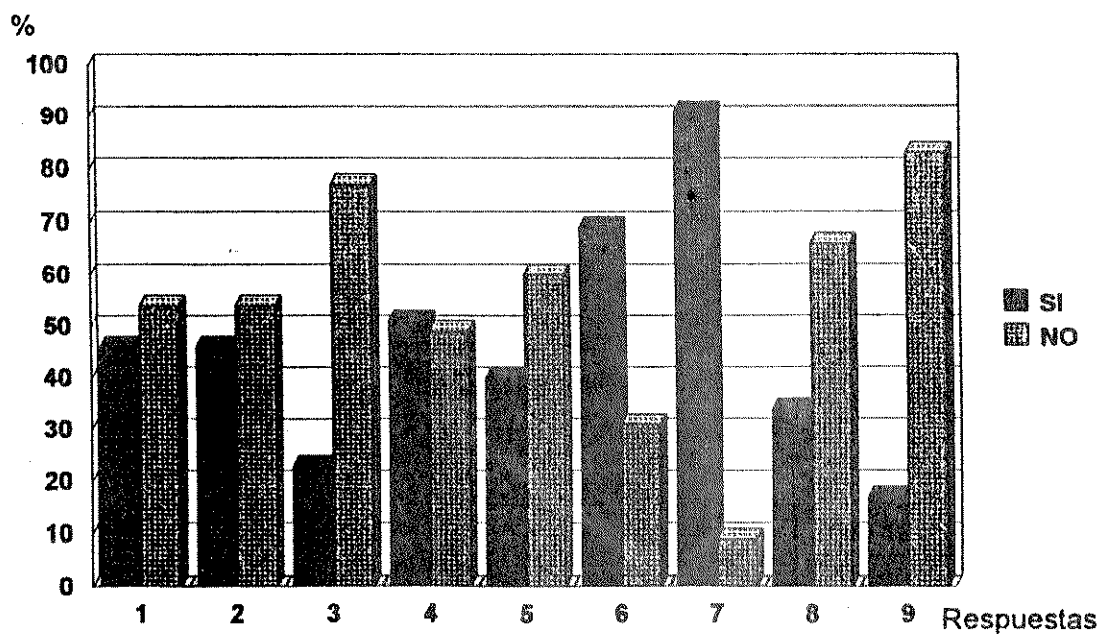
	SI	NO
	%	%
1. Desechos químicos	57	43
2. Desechos biológicos	40	60



**CUADRO No. 14**  
**"¿ QUE TIPO DE DESECHOS SE PRODUCEN EN SU LABORATORIO ?"**

	SI %	NO %
1. Líquidos inflamables	46	54
2. Líquidos tóxicos	46	54
3. Sólidos tóxicos	23	77
4. Compuestos corrosivos	51	49
5. Restos microbiológicos	40	60
6. Vidrio	69	31
7. Papel	91	9
8. Metales	17	83
9. Otros: restos de preparados, hule	17	83

**Gráfica No. 13**  
**"¿QUE TIPO DE DESECHOS SE PRODUCEN EN SU LABORATORIO ?"**

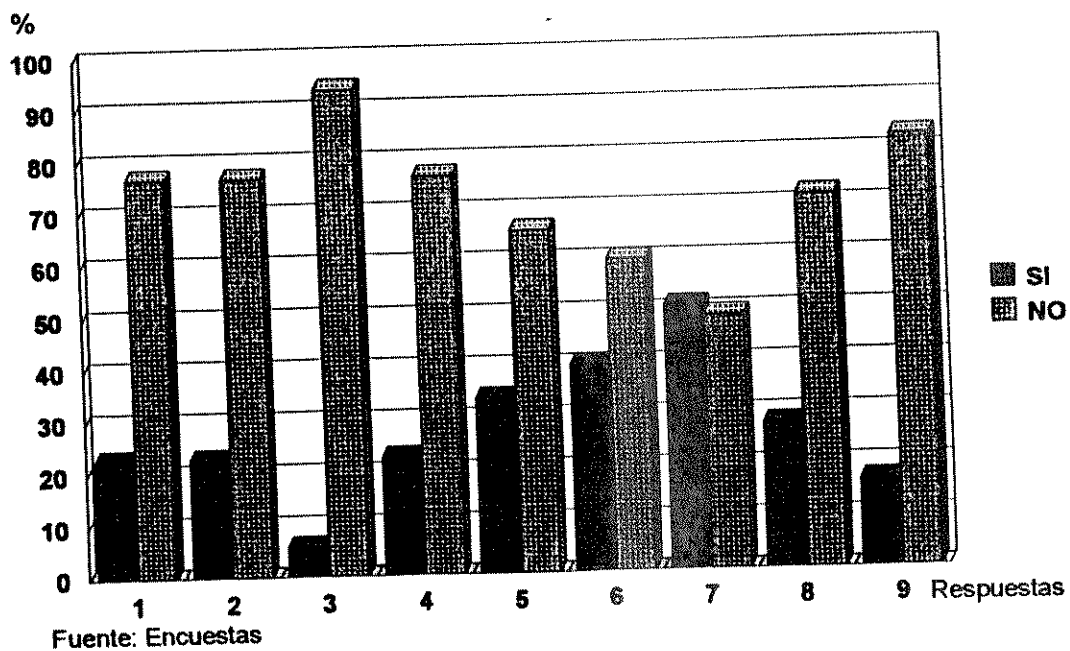


Fuente: Encuestas

**CUADRO No. 15**  
**"¿ LA EMPRESA CUENTA CON RECIPIENTES PARA**  
**DESECHOS DE...?"**

	SI %	NO %
1. Líquidos inflamables	23	77
2. Líquidos tóxicos	23	77
3. Sólidos tóxicos	6	94
4. Compuestos corrosivos	23	77
5. Restos microbiológicos	34	66
6. Vidrio	40	60
7. Papel	51	49
8. Otros: ácidos, bases y compuestos orgánicos	17	83

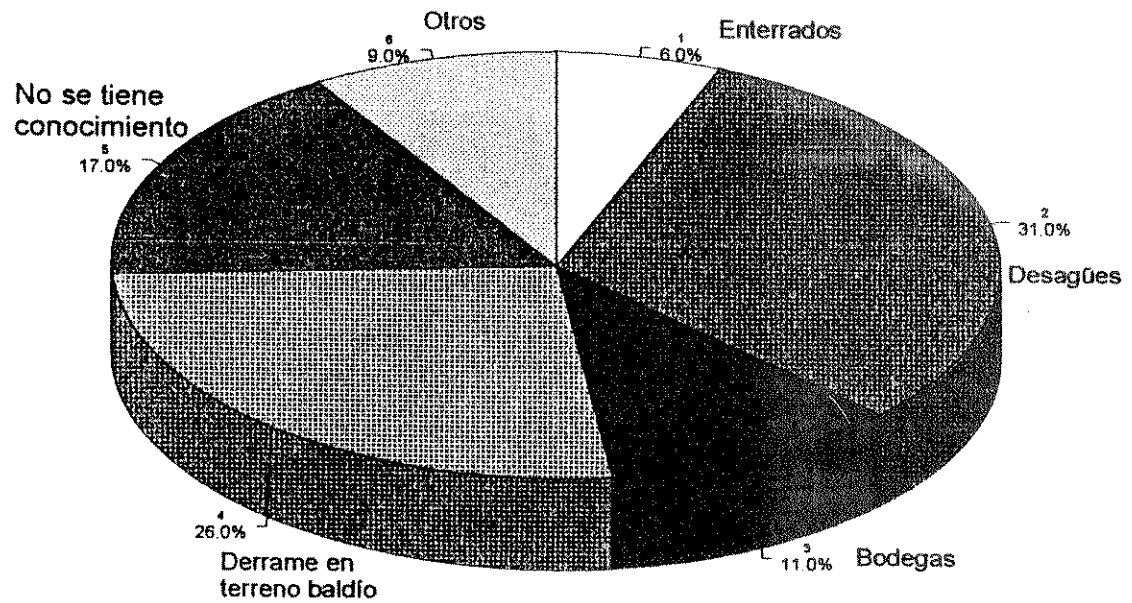
**Gráfica No. 14**  
**"¿LA EMPRESA CUENTA CON RECIPIENTES PARA**  
**DESECHOS DE...?"**



**CUADRO No. 16**  
**"¿CUAL ES EL DESTINO FINAL DEL CONTENIDO DE LOS**  
**RECIPIENTES DE DESECHOS?"**

	%
1. Enterrados	6
2. Desagües	31
3. Se almacena en bodega	11
4. Derrame en terreno baldío	26
5. No se tiene conocimiento	17
6. Otros: Fosa e incineración de volátiles	9

**Gráfica No.15**  
**"¿CUAL ES EL DESTINO FINAL DEL CONTENIDO DE LOS**  
**RECIPIENTES DE DESECHO ?"**

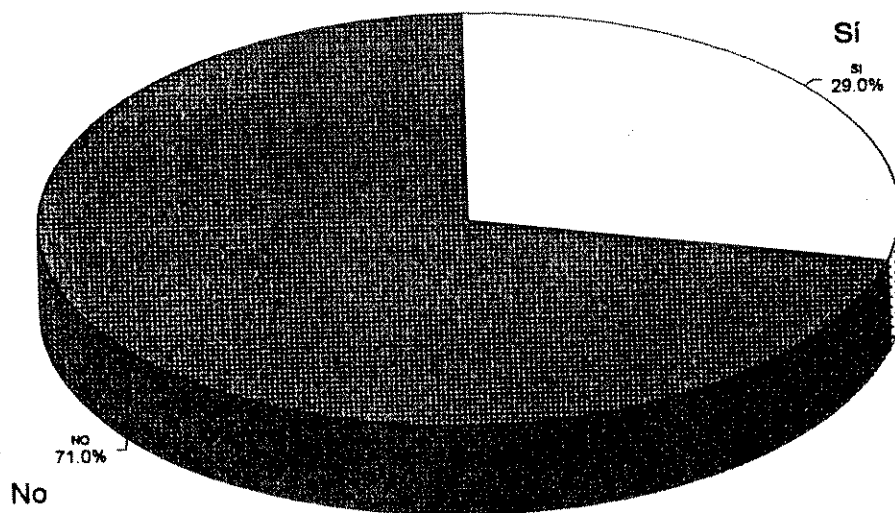


Fuente: Encuestas

**CUADRO No. 17**  
**"¿UTILIZA ALGUN METODO DE TRATAMIENTO PREVIO A LA ELIMINACION DE LOS DESECHOS DE SU LABORATORIO?"**

	%
Si	29
No	71

**Gráfica No.16**  
**"¿ UTILIZA ALGUN METODO DE TRATAMIENTO PREVIO A LA ELIMINACION DE LOS DESECHOS EN SU LABORATORIO? "**



Fuente: Encuestas

CUADRO No. 19

**“SUSTANCIAS QUE SE ELIMINAN COMO DESECHOS EN LA INDUSTRIA  
FARMACEUTICA DE GUATEMALA”**

COMPUESTOS ORGANICOS	Muy Frecuente	Frecuente	Poco Frecuente	No se elimina
Etanol	43 %	17 %	11 %	29 %
Metanol	26 %	17 %	17 %	40 %
Cloroformo	32 %	11 %	11 %	46 %
Eter	26 %	22 %	6 %	46 %
n-Hexano	9 %	17 %	11 %	63 %
Disulfuro de carbono	3 %	0 %	11 %	86 %
Formaldehido	0 %	0 %	43 %	57 %
Acetonitrilo	9 %	17 %	6 %	68 %
Acetato de etilo	9 %	0 %	11 %	80 %
Tolueno	3 %	0 %	17 %	80 %
Benceno	9 %	0 %	23 %	68 %
Fenol y sus derivados	0 %	0 %	37 %	63 %
Piridina	14 %	0 %	29 %	57 %
Compuestos halogenados	20 %	0 %	6 %	74 %
Difenilamina	0 %	0 %	14 %	86 %
Fenilhidracina	0 %	0 %	14 %	86 %
2-propanol	0 %	3 %	0 %	97 %
<b>PRINCIPIOS ACTIVOS</b>				
Penicilina	0 %	0 %	3 %	97 %
Hormonas	0 %	0 %	0 %	100 %

## 9. DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este estudio, basados en la encuesta presentada en los laboratorios farmacéuticos de Guatemala, revela, según los Cuadros No. 2 y 3, que éstos en su mayoría cuentan con el equipo necesario para la protección personal, lo que garantiza la seguridad de los trabajadores. Sin embargo, hay que hacer notar, que un 57% de los laboratorios encuestados no cuentan con duchas de ojos; un 29 % no posee regaderas de seguridad y un 43% carece de salidas de emergencia, lo que implica alto riesgo en casos en que lo anterior sea necesario.

De acuerdo a los Cuadros No. 4 y 5, la mayoría de los laboratorios encuestados manifestaron tener bodegas específicas para material inflamable, un porcentaje reducido de los mismos posee bodegas para químicos incompatibles y un menor porcentaje manifestó contar con bodegas específicas para agentes reductores, oxidantes y sustancias corrosivas.

En cuanto a la clasificación de reactivos en bodega coincidieron en porcentajes similares, en hacerlo por orden alfabético y numérico; un menor porcentaje manifestó el aspecto "otros" especificando que los clasificaban por prioridad de uso, por código o por nombre genérico.

En lo referente a control de reactivos en el laboratorio, (Cuadro No. 6), la mayoría lleva controles de fecha de ingresos, de existencias, etiquetas de información, señalización de peligros y hojas de información de los proveedores, lo que garantiza que hay conocimiento de los riesgos que existen al manipular los mismos, así como un mejor control de inventario.

En el Cuadro No. 7, puede confirmarse que el personal que labora en la industria farmacéutica de Guatemala utiliza equipo protector para realizar su trabajo.



Como puede observarse en el Cuadro No.8, correspondiente a los manuales con que se dispone, el mayor porcentaje de laboratorios cuenta con Manual de Seguridad General y con Señalización de seguridad, sin embargo se encuentra deficiente el aspecto referente a Manual Específico de Seguridad y Manual de Primeros Auxilios.

La mayoría de laboratorios encuestados no cuentan con una señalización basada en el sistema estándar que combina colores y formas, lo que puede observarse en el Cuadro No.9; al mismo tiempo muestra eficiencia en cuanto a que el personal ha recibido algún tipo de entrenamiento en sistemas y procedimientos de seguridad y los equipos de seguridad están localizados en forma accesible y son revisados periódicamente.

En el aspecto de conocimientos de primeros auxilios, el Cuadro No. 10 muestra una gran deficiencia en este tema, específicamente en primeros auxilios en caso de explosiones químicas y electroshock, lo que muestra que en casos de emergencia en que pueda darse este tipo de incidentes, no hay capacidad para enfrentarlos; manifestándose así mismo que en caso de incendios y de derrames de reactivos si existe conocimiento al respecto (ver Cuadro No.10).

El Cuadro No. 11 muestra que la mayoría de los encuestados consideran que existe seguridad en sus laboratorios, punto que puede reforzarse supliendo las necesidades que se han manifestado anteriormente.

A pesar de que los laboratorios son lugares donde existe riesgo potencial, el Cuadro No. 12 muestra que en la mayoría de los mismos no se han registrado accidentes, y en los que se han suscitado pueden citarse heridas, resbalones por piso húmedo, inflamación de

compuestos volátiles provocando pequeñas quemaduras, etc. razón por la cual no debe eliminarse la probabilidad de que estos vuelvan a ocurrir con similares consecuencias o más graves aún.

El tema de eliminación de desechos, según el Cuadro No. 13 muestra que la mayoría cuenta con un Manual de Procedimientos para la eliminación de desechos de tipo químico; sin embargo, como puede observarse en el Cuadro No. 15 la mayoría no cuenta con recipientes especiales para eliminarlos, lo que pone en duda en cuanto a la eficiencia con que estos manuales se manejan en la industria farmacéutica de Guatemala.

Asimismo, los resultados que se obtienen en el Cuadro No. 14 indican que la mayor cantidad de desechos que se producen y que se eliminan son de tipo inflamable, corrosivo y tóxico, así como vidrio y papel, los que son eliminados como se observa en el Cuadro No. 16 directamente al ambiente, mediante desagües cuyo desemboque generalmente son ríos, lagos y lagunas así como derrame de los mismos en terrenos baldíos. Un porcentaje expresó no tener conocimiento del lugar donde se eliminan sus desechos, lo que podría considerarse una evasión de respuesta; otro porcentaje dijo almacenarlos en una bodega, mientras deciden qué hacer con ellos, otros indicaron que los entierran y un mínimo porcentaje expresó que la eliminación la llevan a cabo en fosas con ese propósito, o por medio de incineración de los compuestos volátiles. Todo lo anterior no sería tan negativo, sin embargo, el Cuadro No. 17 muestra que un 71% de las empresas encuestadas, **NO DAN UN TRATAMIENTO PREVIO A SUS DESECHOS** antes de eliminarlos, lo que debe alertar a las autoridades sanitarias sobre las consecuencias que trae este tipo de desechos sobre el ambiente y los seres vivos, que tarde o temprano serán afectados por los cambios que se pueden generar por la presencia de este tipo de compuestos en sus hábitats naturales.

Algunos de los encuestados sugirieron la posibilidad de ubicar un sitio específico, por parte de la Dirección General de Servicios de Salud, donde los laboratorios farmacéuticos puedan eliminar sus desechos y así no perjudicar el medio ambiente.

## 10. CONCLUSIONES

- 10.1 Las condiciones de seguridad que prevalecen en la industria farmacéutica de Guatemala no llenan las especificaciones establecidas según las normas básicas que debieran existir en los laboratorios; a pesar de ello, existe una baja incidencia de accidentes leves.
- 10.2 El personal que labora en el 97 % de los laboratorios farmacéuticos de Guatemala no posee capacitación en primeros auxilios para explosiones químicas, electroshock e inhalación de químicos tóxicos.
- 10.3 El personal que labora en la industria farmacéutica de Guatemala no está capacitado en sistemas y procedimientos de seguridad.
- 10.4 La industria farmacéutica de Guatemala produce desechos tóxicos en diferentes proporciones, los que requieren de un tratamiento previo a su eliminación.
- 10.5 Los laboratorios farmacéuticos de Guatemala, no cuentan con información suficiente en lo referente al tema de tratamiento de desechos y forma de eliminación de los mismos.
- 10.6 No existe en la industria farmacéutica de Guatemala manuales para tratamiento y eliminación de desechos tóxicos químicos en un 43% y biológicos en un 60%.
- 10.7 El 71% de laboratorios farmacéuticos de Guatemala no aplican un tratamiento a sus desechos antes de eliminarlos.

10.8 El 63% de los desechos tóxicos generados por la industria farmacéutica de Guatemala son eliminados en terrenos baldíos, directamente en desagües o enterrados.

10.9 El 71% de industrias farmacéuticas de Guatemala contribuyen a la contaminación del ambiente, a causa de la eliminación de desechos sin tratamiento previo.

## 11. RECOMENDACIONES

- 11.1 Se recomienda al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, IGSS; a través del Departamento de Higiene y Seguridad, la elaboración de un manual de procedimientos de seguridad que pueda aplicarse específicamente a las industrias farmacéuticas de Guatemala.
- 11.2 Promover, a través del Instituto Técnico de Capacitación, INTECAP, y las autoridades de salud correspondientes, un programa de seguridad y entrenamiento práctico de primeros auxilios para el personal que labora en la industria farmacéutica de Guatemala.
- 11.3 A través de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA, diseñar un plan de acción con vistas a la creación de un manual referente al tratamiento de los desechos más comunes que se producen en la industria farmacéutica de Guatemala, con el fin de que se aplique en las mismas.
- 11.4 Se recomienda a las autoridades del Departamento de Control y Supervisión de Establecimientos Farmacéuticos de la Dirección General de Servicios de Salud, DGSS, adaptar el esquema propuesto para la creación de un Manual de Seguridad en la Industria Farmacéutica y Tratamiento de Desechos, con el propósito de concientizar al personal que labora en ésta sobre el efecto negativo que, sobre el medio ambiente provocan los desechos generados en ella, y la importancia de la seguridad en el laboratorio.

11.5 Promover a través de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA, la legislación de una Ley Específica que proteja el medio ambiente de los contaminantes producidos por la industria farmacéutica en Guatemala.

## 12. REFERENCIAS

- 12.1 Universidad del Valle de Guatemala. Seguridad en el Manejo de Reactivos. Guatemala: 1989. 26 p.
- 12.2 Young JA. Improving Safety in the Chemical Laboratory: A Practical Guide. USA: Wiley Interscience Publication, 1987. 350 p. (p. 79-89, 152-153, 225,240,265-267).
- 12.3 Hunter D. Enfermedades Laborales. España: Editorial Jims S.A., 1985. 970 p. (p.849-850, 871-883).
- 12.4 Pitt MJ, Pitt E. Handbook of Laboratory Waste Disposal. USA: Ellis Horwood Limited, 1985. 360 p. (74-78, 106-118).
- 12.5 Decreto-Ley No. 68-86; Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Guatemala: Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1986. 22 p. (p.3-6, 8 ).
- 12.6 Ecología Humana y Salud. México: Centro Panamericano de Ecología y Salud ECO Programa de Salud Ambiental, Doc. Tec. Vols. XI, Vol. XI No. 2, 1992. 10 p. (p. 1-2).
- 12.7 Ramírez Zeceña EA. Seguridad en los Laboratorios Físicoquímicos de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia (Diagnóstico y Propuesta de un Manual de Procedimientos). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (Tesis de Graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1993. 85 p.
- 12.8 Cabrera Pivaral J. Seguridad e Higiene elemental aplicada a la Facultad de Ingeniería. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (Tesis de Graduación Facultad de Ingeniería) 1991. 128 p.
- 12.9 Cordon M, Ramirez A. Guía para la Administración de un Programa de Seguridad e Higiene Industrial. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (Tesis de Graduación, Facultad de Ingeniería) 1983. 90 p.
- 12.10 Solis G. Elaboración de los Manuales de Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de Equipo. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (Tesis de Graduación, Facultad de Ingeniería) 1991. 142 p.
- 12.11 González Acevedo E. Evaluación de la Protección contra incendios en Industrias de la ciudad de Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (Tesis de Graduación Facultad de Ingeniería) 1987. 300 p.
- 12.12 Fuentes T. Seguridad Industrial y Manejo de Materiales. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (Tesis de Graduación, Facultad de Ingeniería) 1984. 110 p.



- 12.13 Rodas Marzano E. Seguridad e Higiene Industrial. Guatemala: Universidad Rafael Landivar, (Tesis de Graduación, Facultad de Ingeniería) 1981. 115 p.
- 12.14 Upjohn Laboratorios. Manual de Seguridad. Guatemala: 1973. 15 p. (p. 1-15).
- 12.15 Ruano F, Alfaro H. Guía Curricular de Seguridad e Higiene. Guatemala: Departamento de Medicina Preventiva, Sección de Seguridad e Higiene y Prevención de Accidentes. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. 1989. 68 p.
- 12.16 Albert LA. Curso Básico de Toxicología Ambiental. México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, 1988. 68 p. (p. 7-16).
- 12.17 Padilla Almaraz SE. Eliminación de Desechos Tóxicos en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (Tesis de Graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1993. 70 p.
- 12.18 Steere NV. Handbook of Laboratory Safety. 2a. de. USA: CRC Press, 1982. 854 p. (p. 3-22, 48-72).
- 12.19 Mahn WJ. Fundamentals of Laboratory Safety Physical Hazards in the Academy Laboratory. USA: Van Nostrand Reinhold, 1991. 190 p. (p.1-26, 46-51).
- 12.20 Lefevre MC. First Aids Manual for Chemical Accidents. USA: Van Nostrand Reinhold, 1989. 262 p.
- 12.21 National Research Council. Prudent Practices for Handling Chemical in Laboratories. USA: National Academy Press, 1981. 230 p. (p.21-29).
- 12.22 Cralley L. Industrial Hygiene Aspects of Plant Operation. New York: Mac Millan Publishing Co., 1984. 630 p. (p.1-4).
- 12.23 Almeida W, Reyes F. Ecotoxicología y Seguridad Química. México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, 1987. 110 p. (p. 33-45).
- 12.24 Quer S, Brossa. Toxicología Industrial. España: Salvat Editores, 1983. (p. 7-8, 15-17).

**13. ANEXOS****INDICE DE ANEXOS**

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAGINA</b>
13.1 MARCO TEORICO.....	47
13.2 ENCUESTA.....	59
13.3 PROPUESTA PARA LA REALIZACION DE UN MANUAL GENERAL DE PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD Y TRATAMIENTO DE DESECHOS.....	64.

## 13.1 ASPECTOS TEORICOS

### 13.1.1.1 CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE SEGURIDAD

La higiene industrial o seguridad en el laboratorio es considerada un arte y una ciencia, que involucra el reconocimiento, evaluación y control de todos los factores y riesgos potenciales que puedan causar accidentes durante las actividades que se desarrollan en ellos, ya sea laboratorios de investigación de producción o de enseñanza académica (18,19).

**Tipos de Riesgos en el laboratorio:**

Son diversos los orígenes de los peligros potenciales, entre ellos están los peligros comunes como: vidrio quebrado, instrumentos en mucho uso, la continua repetición de una técnica y especialmente la propia toxicidad de los reactivos.

- Equipo peligroso: Puede causar en el laboratorio quemaduras, electroshock, cortaduras, incendios y explosiones por mal funcionamiento a causa de su uso excesivo, mala utilización o falta de mantenimiento.
- Químicos tóxicos: exhiben toxicidad aguda como los compuestos de arsénico y de iodo, otros inducen toxicidad crónica como el mercurio y formaldehído entre otros.
- Reactivos inflamables: se incluyen muchos compuestos de alta peligrosidad, como los de tipo orgánico: acetona, por ejemplo, de uso común en los laboratorios.
- Material explosivo: En esta clase se ubican a muchos que son explosivos aún bajo condiciones adecuadas como el acetileno, etiléter e hidrógeno (20).

Todo producto químico puede clasificarse por sus características de:

- Radioactividad
- Inflamabilidad
- Inestabilidad
- Reactividad
- Corrosividad
- Toxicidad (21).

La Seguridad reconoce como causas de riesgo en los laboratorios las siguientes:

- El número de personas que trabajan en el área y tienen acceso a las sustancias.
- El tiempo de uso de las sustancias y en bodega.
- La disposición de las sustancias en el laboratorio.
- La cantidad de sustancias que se reciben y la forma de almacenarla.
- Las propiedades físicas, químicas y biológicas de todos los elementos que integran el laboratorio.
- El conocimiento y las buenas prácticas de seguridad de las personas que trabajan en el laboratorio (22).

#### 13.1.1.2 FUNCIONES DE LA SEGURIDAD

La función de un programa de seguridad en una institución, en este caso laboratorios, es reducir la posibilidad de accidentes para proteger al personal y las instalaciones.

#### 13.1.1.3 BENEFICIOS DE LA SEGURIDAD

Los beneficios de este programa son:

- Reducir el tiempo perdido en el trabajo por el resultado de accidentes;
- reducir el costo de seguros y crear una fuerza de trabajo motivada.

¿Quién es el responsable de la seguridad ? una respuesta sencilla: Todos (2).

Para desarrollar un plan de seguridad a nivel industrial , se requiere de:

- Preparación continua
- Instrucción al personal
- Creación de un manual de seguridad que incluya:
  - \* el uso de reactivos,
  - \* equipos de protección personal,
  - \* medidas de seguridad en el área de trabajo,
  - \* eliminación de desechos,
  - \* primeros auxilios para casos específicos que puedan suscitarse, así como la preparación del personal para que pueda proporcionarlos en una emergencias (3).

#### 13.1.1.4 EDUCACION EN LA TECNICA DE SEGURIDAD

Los trabajadores de laboratorio deberán considerar como parte esencial de su formación, el aprendizaje de la forma de realizar su trabajo de forma segura. El conocimiento de los factores responsables de los accidentes permite evitarlos.

Todos los trabajadores de laboratorios deben saber que múltiples materiales peligrosos son de uso habitual y que las situaciones de peligro pueden darse en los laboratorios.

Si se adoptan las debidas precauciones, podrán evitarse los accidentes. Compete a los directores de los laboratorios informar a sus asistentes en qué consiste el procedimiento eficaz y seguro y de informarles que los sigan a diario (3).

### 13.1.1.5 NORMAS DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS

A todos los empleados, en especial a los de reciente ingreso, se les capacitará referente al trabajo y normas, tanto para su propia seguridad y la de sus compañeros.

Pueden colocarse carteles con instrucciones que detallen las medidas de seguridad. Estas reglas no se expresarán de manera general, sino que deben ser totalmente específicas para el tipo de trabajo que se realice en el laboratorio en cuestión.

También existirá un cuarto o gabinete de urgencia. No se permitirá que los materiales de este cuarto se agoten.

En un lugar en que pueda verse fácilmente se colocará un letrero informativo sobre el tratamiento adecuado de accidentes e intoxicaciones.

Si es posible, se entrenará al personal en la práctica de primeros auxilios.

El nombre, dirección y teléfono de diversos medios y hospitales más próximos estará a fácil disposición, así como los servicios de ambulancia.

Es adecuado además la realización de simulacros en el laboratorio, con el fin de organizar al personal en casos de emergencias como incendios, etc. así como el tratamiento de derrames de sustancias corrosivas, inflamables, reactivas, explosivas, etc. (3).

### 13.1.1.6 EJEMPLOS DE PROCESOS EN QUE PUEDEN ENCONTRARSE

#### RIESGOS

Constituye una buena práctica para prever las posibles fuentes de accidentes o riesgos inherentes en los procesos o plantas. La lista siguiente ofrece una guía en cuanto a los procesos y las plantas en los que pueden encontrarse riesgos con sustancias corrosivas o tóxicas:

**- Gases:**

Plantas de absorción de gas; unidades compresoras; unidades para el llenado de cilindros de gas.

**- Vapores:**

Unidades de destilación; unidades para la extracción de solventes; sistemas de evaporación; transferencia manual de solventes volátiles.

**- Aerosoles:**

Apertura de botellas (a presión); espolvoreado de líquidos.

**- Líquidos:**

Especialmente como consecuencia del vertido o salpicado de líquido sobre la piel, o por conducto de las ropas durante las operaciones de transferencia o la de preparación de soluciones; salpicando de líquidos a presión, por ejemplo, fallas en la planta o en el equipo; empleo excesivo de solventes para limpiar la grasa de las manos y los brazos.

**- Polvos:**

Unidades para reducción de tamaño, tamizado o clasificación de tamaños; pesado (habitualmente en grandes cantidades); muestreo de sólidos cristalinos o granulares; equipo para manejo de materiales (23).

### **13.1.2 ELIMINACION DE DESECHOS:**

#### **13.1.2.1 Clasificación de sustancias químicas:**

En un laboratorio las sustancias químicas peligrosas pueden clasificarse:

- Sustancias químicas que poseen efectos biológicos indeseables, agudos o crónicos.
- Sustancias químicas de las que no se tiene información toxicológica, ya sea si se sospecha o no de su alta toxicidad debido a su similitud en la estructura química o su función con otros agentes tóxicos.
- Sustancias químicas que son explosivas, tóxicas, inflamables o corrosivas (4).

A continuación se presenta una lista de reactivos que corresponden a esta última:

GRUPO	EJEMPLOS
Explosivos:	Amonio, dicromato.
Tóxicos:	Acetonitrilo, Acido Pítrico, Fluoruro de Amonio, Anilina, Benceno, Sulfuro de Carbono, Tetracloruro de Carbono, Difenilamina, Dinitrobenceno, Fenilhidracina, Fenol, Formaldehido, compuestos de Mercurio, Nitrobenceno, Cianuro de Potasio, Yodo en solución.
Inflamables:	Acetaldehido, Acetona, Acetonitrilo, Nitrato de Amonio, Benceno, ter-Butanol, Sulfuro de Carbono, Ciclohexano, Zinc en polvo, Dimetilamina, Dioxano, Etanol, Eter dietílico, Acetato de Etilo, Hexano, Metanol, Piridina, Potasio en barras, Nitrato de Potasio, I-Propano, Sodio en barras, Tolueno, Yodo en solución.
Corrosivos:	Acido Acético glacial, Acido Bromhídrico, Acido Clorhídrico, Acido Nítrico, Acido Perclórico, Acido Sulfúrico, Cloruro de Aluminio, Anhídrido Acético, Cloruro de Zinc, Cloruro de Metil magnesio, Nitrato de Plata, Potasio en barras, Hidróxido de Potasio, Hidróxido de Sodio, Sodio en barras.



### 13.1.2.2 Métodos de eliminación de desechos:

En los países en desarrollo, como Guatemala, las disponibilidades de terreno, mano de obra, equipo y recursos económicos, suelen ser muy distintas de las que existen en los países desarrollados. Además, indica el informe de un grupo de científicos de la Organización Mundial de la Salud, OMS, que cada día es mayor la disparidad entre la producción de desechos industriales resultantes de la civilización que vienen a aumentar la contaminación de las aguas, y el ritmo de construcción de nuevas instalaciones destinadas a reducir esta contaminación (17).

Los productos químicos, particularmente persistentes y tóxicos no deben descargarse en el sistema público de aguas servidas. Por el contrario, se indica, hay que estudiar la posibilidad de establecer terrenos de "inhumación" regionales para esos desechos. Es preciso además, agrega el informe, que las industrias sometan sus desechos a un tratamiento previo a fin de que no causen daños en el sistema de evacuación ni deterioren las aguas receptoras (17).

Entre los métodos recomendados por la Agencia de Protección del Ambiente (EPA-Environmental Protection Agency-) están:

#### 13.1.2.2.1 Reducción de desechos:

La reducción de los desechos que se producen en un laboratorio pueden tener un papel importante en la estrategia de eliminación de desechos; de esta manera algunas formas de hacerlo son:

#### - SOLVENTES USADOS:

- Usar equipo de destilación y filtración en el sitio.
- Sustituir por solventes menos peligrosos o no peligrosos y

- limpiadores.
- Considerar la compra de pequeñas cantidades y lotes.

#### - REACTIVOS SIN USAR

- Comprar solo las cantidades necesarias.
- Sustituir por materiales menos peligrosos o no peligrosos.
- Almacenar las sustancias químicas en un lugar de ubicación adecuado o bien organizado.
- Usar primero las sustancias químicas más antiguas.
- Mantener una lista de las sustancias químicas sin usar para el intercambio de desechos.
- Usar solo las cantidades necesarias de sustancias químicas.
- Efectuar sustituciones químicas donde sea posible.
- Proveer de colectores separados para reactivos y productos de reacción que son adecuados para un reciclaje.

#### - DESECHOS DE MUESTRAS DE ENSAYO Y MATERIALES CONTAMINADOS

- Usar solo las cantidades necesarias de sustancias químicas.
- Efectuar sustituciones químicas donde sea posible.
- Reducir el tamaño de las muestras.
- Usar métodos y técnicas de laboratorio apropiadas.
- Chequear los procedimientos de limpieza del equipo (2).

#### 13.1.2.2.2 Reciclaje de desechos:

El reciclar implica procesamiento de sustancias químicas usadas antes de

volverlas a usar. (Si la sustancia química usada es reprocesada de manera continua, sin etapa de almacenamiento previa, no se clasifica como un desecho.

En cambio, si es almacenado antes del reprocesamiento, si se toma dentro de la cantidad total de desechos generados) (2).

#### 13.1.2.2.3 Tratamiento de desechos:

Este difiere del reciclaje, ya que no tiene como objetivo volver a usar los desechos. En el tratamiento, los materiales de desechos se convierten a materiales menos tóxicos o no tóxicos (2).

En el tratamiento de desechos, el personal a cargo debe ser cuidadoso, pues generalmente se implica algún tipo de reacción similar a las que se producen en las síntesis químicas (1, 24).

Se recomienda que todos los desechos químicos deben ser manejados solamente por personas calificadas, protegidas con el equipo de seguridad personal adecuado como guantes apropiados, mascarillas con filtro, traje adecuado, zapatos de seguridad, careta protectora, extinguidor y las instalaciones adecuadamente ventiladas (1).

Grandes cantidades de desechos deben ser eliminados en pequeñas porciones, con el objeto de no provocar una reacción de gran volumen (1).

Para asegurarse que la reacción ha finalizado, las mezclas realizadas deben permanecer de 4 a 8 horas luego de la misma (1).

A continuación se presentan algunos reactivos químicos de uso frecuente en los laboratorios y los métodos recomendados para su eliminación (23):

## REACTIVOS DE USO FRECUENTE

Nombre	Riesgos Asociados	Método para su eliminación
<b>Acidos:</b>		
Acido Clorhídrico	Produce quemaduras químicas. Los humos ácidos son irritantes para la piel, ojos, y sistema respiratorio.	.Evitar contacto. Evitar respirar el vapor. Diluir con grandes cantidades de agua. Neutralizar la solución diluida con carbonato sódico. Echar al alcantarillado con mucha agua.
Acido Nítrico	Produce quemaduras químicas. Los humos son ácidos. Agente oxidante muy fuerte. Durante las reacciones produce frecuentemente óxidos tóxicos de nitrógeno.	Evitar el respirar los humos. Evitar el contacto. Diluir con abundante agua y neutralizar previa su eliminación.
Acido Sulfúrico	Produce quemaduras químicas. Reacciona vigorosamente con el agua.	Evitar el contacto así como respirar los humos. Espolvorear carbonato sódico sobre cualquier derrame. Diluir con gran cantidad de agua y eliminar por el alcantarillado.
<b>Bases:</b>		
Hidróxido de Amonio	Ocasiona quemaduras químicas, es irritante a la piel, ojos y sistema respiratorio.	Evitar el contacto. Evitar respirar los vapores. Ventilar cuidadosamente la zona. Diluir con gran cantidad de agua y eliminar por el alcantarillado.

Nombre	Riesgos asociados	Método de eliminación
Hidróxido de Potasio	Sólido y en solución ocasiona graves quemaduras químicas.	Evitar el contacto. Sólido: recoger y transferir lentamente a un gran volumen de agua. Mezclar para disolverlo y eliminarlo por la alcantarilla con mucha agua. Solución: Diluir cuidadosamente y eliminar.
<b>Otros:</b>		
Fenol	Tóxico por inserción y por absorción por la piel. Ocasiona quemaduras químicas. Causa graves daños en los ojos.	Evitar el contacto. Mezclar con arena, recoger en un recipiente, y quemar en un lugar seguro.
Oxalatos por ej. de sodio	Tóxico.	Diluir con mucha agua y eliminar por el alcantarillado.

Para la eliminación de sustancias tóxicas del tipo de sólidos inorgánicos, se recomienda la mezcla de los mismos con cemento; el cual se trabaja en la formación de bloques de fácil manipulación, los que luego son descartados en fosas diseñadas para este propósito (1).

Las empresas comerciales que distribuyen reactivos en Guatemala como Merck y JT. Baker tienen disponible a través de catálogo, reactivos de neutralización para el caso de derrames de ácidos, bases y solventes.

#### 13.1.2.2.4 Almacenamiento de desechos:

Para que los desechos de laboratorio se puedan eliminar de una forma

adecuada, es necesario tener a disposición recipientes de tipo y tamaño adecuado para recogerlos. Los recipientes colectores deben tener tapa, no deben dejar filtrar el contenido, deben ser de material estable, y, en los casos en que el contenido requiera incineración, los recipientes deberán ser combustibles. Deben colocarse en un lugar que esté ventilado y estar siempre bien cerrados para descartar al máximo el daño a la salud, especialmente debido a los disolventes en proceso de evaporación. Los recipientes colectores deben rotularse claramente de acuerdo con su contenido, lo cual implica también el colocar símbolos de seguridad (17).

#### 13.1.2.3 Organización:

El jefe del área de trabajo, debe poseer una adecuada organización en el laboratorio; lo que garantizará que cada uno de los trabajadores a su cargo conozca y aplique los procesos necesarios para tratar y eliminar desechos; por medio de procedimientos y reglamentos específicos para minimizar los errores que pongan en riesgo su integridad.

## 13.2 ENCUESTA

Esta encuesta pretende obtener información acerca de las medidas y procedimientos de seguridad en su laboratorio así como del tratamiento de los desechos producidos en el mismo. Agradecemos su cooperación; sus opiniones son valiosas en este estudio.

INSTRUCCIONES: Marque con una "X" la (s) respuesta (s) que se adecúa según sea la opción.

## 1. SEGURIDAD:

1. Tipo de industria farmacéutica:

\* Nacional \_\_\_\_\_ \* Transnacional \_\_\_\_\_

2. Cargo que ocupa:

\* Regente \_\_\_\_\_ \* Jefe de Producción \_\_\_\_\_

\* Jefe de Control de Calidad \_\_\_\_\_

\* Otro: \_\_\_\_\_ Especifique: \_\_\_\_\_

3. El laboratorio cuenta con:

	SI	NO
3.1 Salidas de emergencia	___	___
3.2 Sistemas de alarma	___	___
3.3 Regaderas de seguridad		
Tipo: Industrial	___	___
Manual	___	___
3.4 Extinguidores Tipo		
A	___	___
B	___	___
C	___	___
Halón	___	___
No conoce tipo	___	___
3.5 Botiquines de primeros auxilios	___	___
3.6 Ducha para ojos	___	___
3.7 Campana de extracción funcionando en forma adecuada	___	___
3.8 Bodegas específicas para:		
Material inflamable	___	___
Agentes oxidantes	___	___
Agentes reductores	___	___
Sustancias corrosivas	___	___
Sustancias tóxicas	___	___
Químicos incompatibles	___	___
3.9 Estos están clasificados:		
Por orden alfabético	___	___
Por orden numérico	___	___
Otros	___	___
Especifique: _____		

3.10 Así mismo cuentan con:	SI	NO
Control de fecha de ingreso	___	___
Control de existencias	___	___
Etiquetas de información	___	___
Señalización de peligros	___	___
Hojas de información de seguridad de proveedores	___	___

3.11 Las personas en contacto con los reactivos conocen estos sistemas de control? \_\_\_

4. En el trabajo rutinario de laboratorio utilizan:	SI	NO	A VECES
Bata de laboratorio	___	___	___
Guantes protectores	___	___	___
Lentes de seguridad	___	___	___
Mascarillas	___	___	___
Caretas	___	___	___
Máscara con filtro	___	___	___
Calzado de seguridad	___	___	___
Dispositivos mecánicos para llenar pipetas (perillas, etc.)	___	___	___

5. Posee su Departamento:	SI	NO
Manual de Seguridad general	___	___
Manual específico de seguridad	___	___
Señalización de seguridad	___	___
Manual de primeros auxilios	___	___
Otro: Especifique: _____		

6. Conoce el sistema estándar de señalización basado en la combinación de colores y formas: \_\_\_

COLOR	SIGNIFICADO
Rojo	_____
Azul	_____
Amarillo	_____
Verde	_____
Círculo	_____
Triángulo	_____
Cuadrado	_____

7. El personal ha recibido algún tipo de entrenamiento específico en sistemas y procedimientos de seguridad? SI NO

\_\_\_



	SI	NO
8. Revisan periódicamente los equipos de seguridad?	___	___
9. Los equipos de seguridad se localizan en forma accesible?	___	___
10. Su personal tiene experiencia para aplicar procedimientos de primeros auxilios en:		
explosiones químicas	___	___
electroshock	___	___
inhalación de químicos tóxicos	___	___
incendios	___	___
derrames de reactivos	___	___
11. Considera el laboratorio:		
Seguro	___	
Relativamente seguro	___	
Desprovisto de las mínimas medidas de seguridad	___	
12. Ha sucedido algún tipo de accidente/riesgo en su laboratorio?		
Nunca	___	
Varias veces	___	
De qué tipo: _____		

## II. SEGURIDAD:

1. Existe en su laboratorio un Manual de Procedimientos para tratamiento y eliminación de:

	SI	NO
desechos químicos	___	___
desechos biológicos	___	___
especifique: _____		

2. Qué tipos de desechos se producen en su laboratorio?

Líquidos inflamables	___	___
Líquidos tóxicos	___	___
Sólidos tóxicos	___	___
Compuestos corrosivos	___	___
Restos microbiológicos	___	___
Vidrio	___	___
Papel	___	___
Metales	___	___
Otros	___	___
Especifique: _____		

3. Se cuenta en su laboratorio con recipientes para desechos de:

	SI	NO
Líquidos inflamables	_____	_____
Líquidos tóxicos	_____	_____
Sólidos tóxicos	_____	_____
Compuestos corrosivos	_____	_____
Restos microbiológicos	_____	_____
Vidrio	_____	_____
Papel	_____	_____
Metales	_____	_____
Otros	_____	_____
Especifique: _____		

4.Cuál es el destino final del contenido de los recipientes de desecho ?

Son enterrados	_____
Van a desagües	_____
Se almacenan en una bodega	_____
Derrame en un terreno baldío	_____
No se tiene conocimiento	_____

5. Utiliza algún método de tratamiento previo en la eliminación de desechos en su laboratorio?

SI                      NO

6. Si su respuesta es afirmativa, qué desechos son tratados previo a su eliminación y qué tratamiento recibe?

DESECHO

TRATAMIENTO

\_\_\_\_\_

7. Sustancias que se eliminan como desechos:

	Muy Frecuente	Frecuente	Poco Frecuente	No se elimina
7.1 Sales de:				
Plomo	_____	_____	_____	_____
Mercurio	_____	_____	_____	_____
Cobre	_____	_____	_____	_____
Arsénico	_____	_____	_____	_____
Hierro	_____	_____	_____	_____
Cobalto	_____	_____	_____	_____
Cromo	_____	_____	_____	_____
Bario	_____	_____	_____	_____
Manganeso	_____	_____	_____	_____
Zinc	_____	_____	_____	_____
Otro	_____	_____	_____	_____

	Muy Frecuente	Frecuente	Poco Frecuente	No se elimina
<b>7.2 Acidos:</b>				
Sulfúrico	—	—	—	—
Clorhídrico	—	—	—	—
Nítrico	—	—	—	—
Acético	—	—	—	—
Perclórico	—	—	—	—
Fosfórico	—	—	—	—
Pírico	—	—	—	—
Fluorhídrico	—	—	—	—
Otro	—	—	—	—
<b>7.3 Bases y sales alcalinas:</b>				
Hidróxido de sodio	—	—	—	—
Hidróxido de potasio	—	—	—	—
Amoniaco	—	—	—	—
Carbonato de sodio	—	—	—	—
Sulfuro de sodio	—	—	—	—
<b>7.4 Compuestos orgánicos:</b>				
Etanol	—	—	—	—
Metanol	—	—	—	—
Cloroformo	—	—	—	—
Eter	—	—	—	—
n-Hexano	—	—	—	—
Disulfuro de carbono	—	—	—	—
Formaldehido	—	—	—	—
Acetonitrilo	—	—	—	—
Acetato de etilo	—	—	—	—
Tolueno	—	—	—	—
Benceno	—	—	—	—
Fenol y derivados	—	—	—	—
Piridina	—	—	—	—
Comp. Halogenados	—	—	—	—
Difenilamina	—	—	—	—
Fenilhidracina	—	—	—	—
Otros:	—	—	—	—
_____	—	—	—	—
_____	—	—	—	—
<b>7.5 Principios activos:</b>				
Penicilina	—	—	—	—
Otras hormonas	—	—	—	—

Agradecemos sus comentarios y/o sugerencias: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### **13.3 PROPUESTA DE LOS ASPECTOS QUE DEBE INCLUIR UN MANUAL GENERAL DE PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD Y TRATAMIENTO DE DESECHOS**

#### **INTRODUCCION:**

Con base a los resultados obtenidos con este estudio, se evidencia la necesidad de orientar al personal que labora en la industria farmacéutica de Guatemala, en los aspectos de seguridad a nivel general y primeros auxilios y contribuir a mejorar las condiciones ambientales. Esto puede ser mediante una guía o normas específicas para eliminación de desechos, que asegure que no exista riesgo para el personal.

Por ello se plantea esta propuesta con el fin de que sirva de base para la elaboración de un manual de normas, que pueda ser utilizado por la industria farmacéutica de Guatemala.

De la elaboración y uso de dicho manual dependerá en gran parte el éxito para mejorar el aspecto de seguridad, y contribuir de esta forma al mejoramiento de las condiciones del medio ambiente en el que se desarrollan los seres vivos.

**SEGURIDAD:****CAPITULO 1: REGLAS GENERALES DE SEGURIDAD**

- 1.1 Normas de seguridad generales.
- 1.2 Normas de seguridad específicas: Control de Calidad, Producción, Empaque, Bodegas, etc.
- 1.3 Reglamento de trabajo.

**CAPITULO 2: EQUIPO DE SEGURIDAD**

- 2.1 Descripción y uso de equipo de seguridad general y personal.

**CAPITULO 3: SEÑALIZACION E INFORMACION DE MEDIDAS DE SEGURIDAD**

- 3.1 Simbología y su significado en areas de trabajo y equipos.
- 3.2 Simbología y su significado en reactivos.
  - 3.2.1 Hojas de seguridad de proveedores.
  - 3.2.2 Etiquetas.

**CAPITULO 4: ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS**

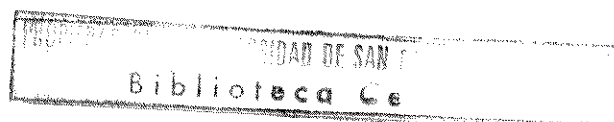
- 4.1 Reglamento y descripción del area de almacenamiento.
- 4.2 Descripción de familias de reactivos:
  - 4.2.1 Reactivos inflamables
  - 4.2.2 Agentes oxidantes y reductores
  - 4.2.3 Sustancias corrosivas
  - 4.2.4 Sales tóxicas y químicos incompatibles
  - 4.2.5 Sustancias reactivas
- 4.3 Distribución y organización de bodega de reactivos.

**CAPITULO 5: EMERGENCIAS Y PRIMEROS AUXILIOS**

- 5.1 Riesgos posibles y medidas generales de protección
  - 5.1.1 Riesgos eléctricos
  - 5.1.2 Riesgos mecánicos
  - 5.1.3 Riesgos químicos
  - 5.1.4 Riesgos tóxicos y radiactivos
  - 5.1.5 Riesgos por material biológico
  - 5.1.6 Derrames
- 5.2 Descripción de sistema de alarma y evacuación de emergencia
- 5.3 Control y reportes de accidentes
- 5.4 Botiquín de primeros auxilios
  - 5.4.1 Localización
  - 5.4.2 Contenido y mantenimiento
- 5.5 Procedimiento de primeros auxilios
  - 5.5.1 Casos posibles
  - 5.5.2 Instrucción y entrenamiento

**ELIMINACION DE DESECHOS:****CAPITULO 1: REGLAMENTO GENERAL DE ELIMINACION DE DESECHOS**

- 1.1 Clasificación de los desechos
- 1.2 Tratamiento previo de desechos
- 1.3 Control en la eliminación de desechos



## **CAPITULO 2: CLASIFICACION DE LOS DESECHOS**

- 2.1 Descripción de los reactivos y sus familias químicas
- 2.2 Precaución en el manejo de desechos
- 2.3 De los recipientes específicos según la familia química de los desechos
  - 2.3.1 Material inflamable
  - 2.3.2 Compuestos corrosivos
  - 2.3.3 Compuestos oxidantes y reductores
  - 2.3.4 Sólidos tóxicos
  - 2.3.5 Vidrio
  - 2.3.6 Papel
  - 2.3.7 Material biológico y microbiológico
  - 2.3.8 Otros

## **CAPITULO 3: TRATAMIENTO PREVIO DE DESECHOS**

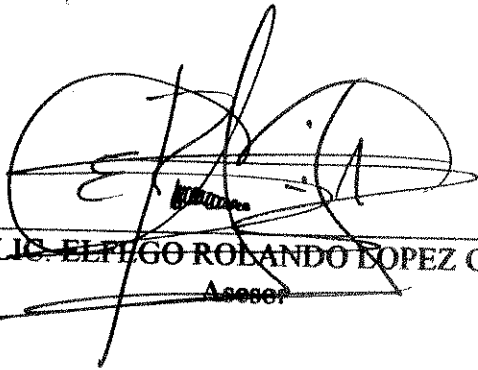
- 3.1 Descripción de métodos
  - 3.1.1 Neutralización
  - 3.1.2 Incineración
  - 3.1.3 Autoclave
  - 3.1.4 Solidificación
  - 3.1.5 Esterilización

## **CAPITULO 4: CONTROL EN LA ELIMINACION DE DESECHOS**

- 4.1 Delimitación de áreas de eliminación de desechos
- 4.2 Procedimiento para eliminación de desechos
- 4.3 Control y reporte de eliminación de desechos



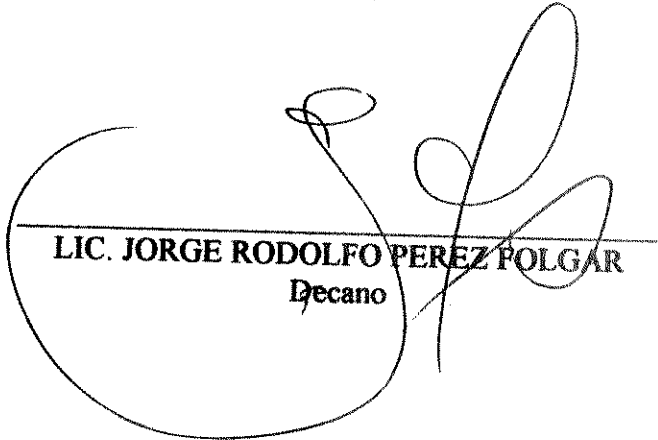
MIRIAM CAROLINA GUZMAN QUILO  
Autora



LIC. ELFIGO ROLANDO LOPEZ G.  
Asesor



LICDA. BEATRIZ BATRES DE JIMENEZ  
Directora



LIC. JORGE RODOLFO PEREZ POLGAR  
Decano