

300627

22
203



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA UNAM

" ELABORACION DE UN MANUAL DE NORMAS Y
PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD E HIGIENE
PARA EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
DE LA ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS
DE LA UNIVERSIDAD LA SALLE. "

T E S I S P R O F E S I O N A L
Que para obtener el título de :
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A :
CONCEPCION MUÑOZ DIEGO

Director de Tesis:
DRA. ARACELI SANCHEZ DE CORRAL

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1993



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 está 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.

INDICE.

INTRODUCCION 1

CAPITULO I.

FUNDAMENTOS BASICOS DE LA SEGURIDAD 4

1.1 Etapas de Aplicación de la Seguridad e
Higiene 6

1.1.1 Mantenimiento Preventivo 9

1.1.2 Mantenimiento Correctivo 11

CAPITULO II.

PERSONAL RESPONSABLE DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD E
HIGIENE EN EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA 12

CAPITULO III.

DISEÑO DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA 16

3.1 Recomendaciones Generales 18

CAPITULO IV.

PRINCIPALES RIESGOS PRESENTES EN EL LABORATORIO
DE MICROBIOLOGIA 29

4.1	Riesgos Biológicos	29
4.2	Riesgos Físicos y Químicos	30
4.3	Riesgos Químicos	31
4.3.1	Químicos Corrosivos	31
4.3.2	Químicos Tóxicos	31
4.3.3	Químicos Carcinogénicos	32
4.3.4	Químicos Inflamables-Explosivos ..	32

CAPITULO V.

SEGURIDAD BIOLÓGICA EN EL LABORATORIO DE		
	MICROBIOLOGIA	33
5.1	Rutas de Infección	33
5.2	Clasificación de los Laboratorios	37
5.3	Niveles de Seguridad Biológica	41
5.4	Manejo y Desecho de Material Infeccioso .	46
5.4.1	Esterilización	50
5.4.2	Incineración	53
5.5	Prevención de Accidentes en el Manejo de	
	Material Biológico	54

5.6 Equipo de Seguridad Utilizado en el Manejo de Material Infeccioso	60
--	----

CAPITULO VI.

SEGURIDAD QUIMICA	65
-------------------------	----

6.1 Manejo y Almacenamiento de Sustancias Químicas	66
---	----

CAPITULO VII.

SEGURIDAD FISICA Y MECANICA	70
-----------------------------------	----

7.1 Riesgos de Incendio	70
-------------------------------	----

7.1.1 Prevención, Protección y Control de Incendios	73
--	----

7.1.2 Alarmas contra Incendio	74
-------------------------------------	----

7.1.3 Aparatos de Extinción de Fuego ..	76
---	----

7.1.4 Instalaciones Fijas para el Control de Incendios	80
---	----

7.1.4.1 Instrucciones Básicas en caso de Incendio	82
--	----

7.2 Riesgos Eléctricos	84
------------------------------	----

7.2.1	Prevención de Accidentes en el Trabajo con Equipo Eléctrico	86
7.3	Riesgos por Sismos	88
7.3.1	Instrucciones básicas en caso de Sismo	89

CAPITULO VIII.

	DISPOSICIONES NORMATIVAS	92
8.1	Regulaciones Generales	92
8.2	Señalización	95
8.3	Higiene del Personal	104
8.3.1	Precauciones del Personal	106
8.3.1.1	Ropa Protectora	106
8.3.1.2	Guantes	108
8.3.1.3	Lavado de Manos	109
8.3.1.4	Especificaciones de la Bata de Laboratorio	110
8.4	Higiene de los Laboratorios	111
8.4.1	Desinfectantes	114

8.4.1.1	Reglas Generales para el Uso de Desinfectantes	117
8.4.1.2	Definiciones	122
8.5	Eliminación de Residuos	122
8.6	Higiene y Limpieza del Material de Vidrio.	125
8.6.1	Recomendaciones Generales	126
8.6.2	Métodos de Lavado	128
8.6.3	Esterilización del Material Limpio.	129
8.6.4	Validación del Proceso de Lavado del Material de Vidrio	132
8.7	Precauciones en la Operación del Labora- torio	134
8.7.1	Precauciones con los Especímenes ..	135
8.7.2	Precauciones con los Instrumentos .	136
8.7.3	Precauciones con los Animales de Experimentación	144
8.7.4	Precauciones en el Trabajo con Material y Equipo de Vidrio	146
8.7.5	Precauciones en la Producción de Aerosoles	147

CAPITULO IX.

METODO Y RESULTADOS	150
9.1 Metodología	150
9.2 Resultados	151

CAPITULO X.

PROGRAMA INTEGRAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE LA ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA UNIVERSIDAD LA SALLE ...	156
RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	183
BIBLIOGRAFIA	191

INDICE DE GRAFICOS.

ESQUEMA I.

Conducta Defensiva de Surry	5
-----------------------------------	---

TABLA I.

Técnicas de Seguridad	8
-----------------------------	---

TABLA II.

Infecciones más comunes en los laboratorios de investigación microbiológica	34
--	----

TABLA III.

Origen de las infecciones adquiridas	35
--	----

TABLA IV.

Principales accidentes que originan infecciones .	36
---	----

TABLA V.

Niveles de Seguridad	39
----------------------------	----

TABLA VI.

Métodos de contención	51
-----------------------------	----

TABLA VII.

Utilidad y limitaciones de los controles de este- rilización	51
---	----

FIGURA I.	
Cabina de seguridad del tipo I	63
FIGURA II.	
Cabina de seguridad del tipo II	63
FIGURA III.	
Cabina de seguridad del tipo III	64
TABLA VIII.	
Principales daños producidos por sustancias químicas	67
TABLA IX.	
Vías de entrada de sustancias químicas al organismo	67
FIGURA IV.	
Triángulo del fuego	72
TABLA X.	
Clases de incendio	75
FIGURA VI.	
Uso del extintor de soda ácido y espuma	78

FIGURA VII.

Componentes del extintor	79
--------------------------------	----

FIGURA VIII.

Señales mandatorias	99
---------------------------	----

FIGURA IX.

Signos de señalización	102
------------------------------	-----

TABLA XI.

Agentes que inactivan a los desinfectantes	115
--	-----

TABLA XII.

Principales desinfectantes químicos	118
---	-----

TABLA XIII.

Encuesta	155
----------------	-----

INTRODUCCION.

La operacionalidad del trabajo en cualquier campo del quehacer, deriva de la ecuación "Derechos-Deberes", que como premisa consecuente, determina la exigencia del Derecho a ser protegido de riesgos laborales y al Deber de conducción de medidas que proporcionen la protección necesaria.

De este modo, surge la SEGURIDAD, como medio que define el conjunto de medidas preventivas, destinadas a mantener la vigilancia para proteger la salud y la seguridad del personal que labora con agentes causales de riesgos procedentes de agentes biológicos, físicos o químicos. (3)

La Seguridad en los laboratorios por lo general esta limitada a las indicaciones incluidas en los manuales de prácticas; que solamente contemplan la técnica correcta en el uso del material, o simplemente a las precauciones específicas para el desarrollo de cada experimento.

Los laboratorios de investigación microbiológica, como Instituciones de trabajo y/o enseñanza, "ciertamente especializados", y algunos de ellos con riesgo potencial elevado, requieren del establecimiento y cumplimiento de un PROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE, como parte fundamental de su organización y política de funcionamiento; este debe involucrar

objetivos y normas definidos dentro de principios que correspondan a la efectividad de estos fines.

El propósito básico de estos objetivos y normas es lograr un ambiente de trabajo ordenado y seguro, que conduce simultáneamente a evitar accidentes por contaminación (físicos, químicos y biológicos), mejorar la calidad del trabajo, reducir los costos y alcanzar los óptimos niveles de funcionamiento confiable en esta áreas.

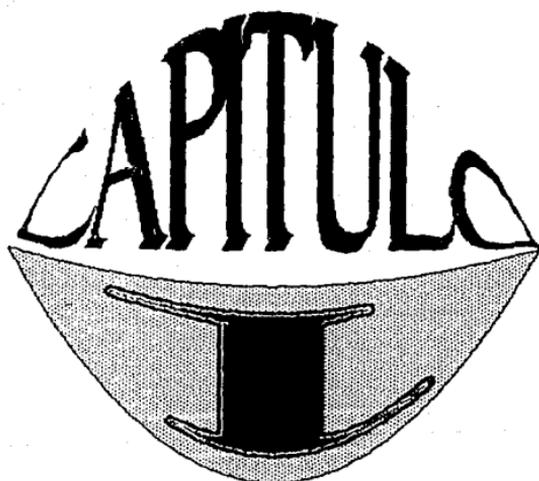
En México no se tiene conocimiento de que ninguna Institución Educativa cuente con un Manual de Normas y Procedimientos de Seguridad e Higiene que proteja a los alumnos, maestros, investigadores y otras personas que tengan contacto con el laboratorio, de posibles accidentes causados por falta de precaución.

Sin embargo, aunque muy pocas Instituciones en México cuentan con un Programa de Seguridad e Higiene Integral, el Gobierno de México a través de la Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología inicia el control de esta medidas mediante normas dictadas por dicha Institución en lo relativo a contaminantes, específicamente el manejo de desechos. Así mismo, el Instituto Mexicano del Seguro Social cuenta con una reglamentación sobre riesgos laborales, así como programas continuos de prevención de estos.

Atender a la Seguridad en centros de investigación y docencia tiene un objetivo importante :

* Lograr que las condiciones reales de trabajo para los estudiantes, maestros, investigadores y otros sean seguras; concientizándolos sobre la importancia del conocimiento y respeto a los principios de seguridad e higiene, imprescindibles en el desarrollo de sus actividades.

De este modo, se concluye que la Seguridad no es básicamente un problema de recursos económicos, es decisión de responsabilidad y de prevención de riesgos. En consecuencia, la seguridad y salud del personal dependerá significativamente del cumplimiento de medidas y actividades establecidas en un PROGRAMA para estos fines.



CAPITULO I. FUNDAMENTOS BASICOS DE LA SEGURIDAD.

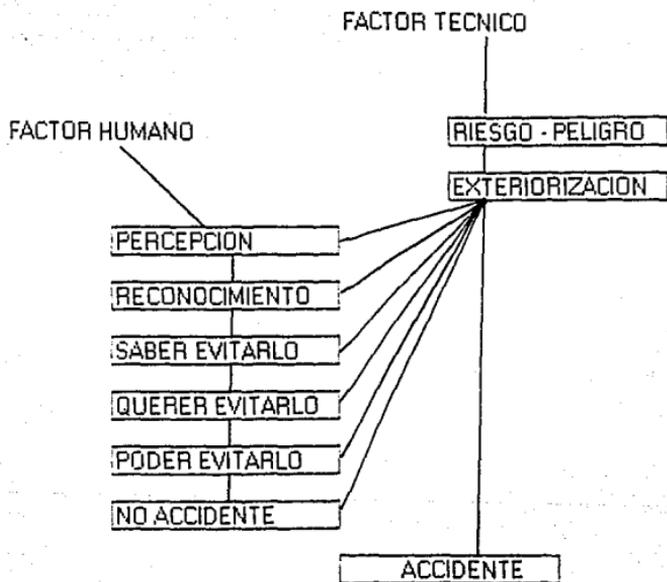
SEGURIDAD es la prevención de daño a través del control del medio ambiente y del adecuado empleo de métodos de trabajo por individuos maduros.

Básicamente la seguridad comprende los siguientes aspectos :

- El éxito de un Programa de seguridad, dependerá de que los participantes tengan los conocimientos necesarios para llevarlo a cabo. Todo aquel que trabaje en un laboratorio microbiológico, en cualquiera de sus ramas, deberá haber sido entrenado previamente en procedimientos y técnicas seguras, y saber conducirse ante una emergencia, ya sea la exposición de un agente dañino (físico o químico) o la contaminación (debida a agentes biológicos).

- Demanda la participación de todo el personal de la Institución y debe producir la estimulación y confianza para conseguir el cumplimiento del mismo.

- La participación del factor técnico y el humano en la génesis de los accidentes, constituye una interrelación de sustancial importancia, que puede ser comprendida mediante la representación del esquema de la "Conducta Defensiva de SURRY".
(ESQUEMA I)



ESQUEMA I.

ESQUEMA DEFENSIVO HUMANO DE SURRY

- La adecuación de instrumentos y máquinas a las capacidades fisiológicas, anatómica y psicológicas del ser humano, como medio de protección al investigador, maestro, alumno o trabajador, para contribuir a la humanización del trabajo en su medio ambiente laboral, representa un objetivo de definición en la salud ocupacional.

- Los recursos humanos involucrados en el trabajo del laboratorio de microbiología, deben cumplir las relaciones establecidas en el Programa de Seguridad e Higiene, como parte integrada al conjunto operacional cotidiano.

- La destreza y habilidades para aplicar las medidas de seguridad e higiene, requieren además conciencia en los criterios fundamentales de este proceso.

- El Programa de seguridad e higiene formulado y ejecutado debidamente, contribuye a mejorar la calidad del trabajo y aumentar el rendimiento, en función de capacitación y tiempo.
(3,25)

1.1 Etapas de Aplicación de la Seguridad e Higiene en el Laboratorio de Microbiología.

En cualquier actividad laboral, donde existen riesgos de

accidentes, se requiere sistematizar la instrumentación y la ejecución de medidas de prevención y protección que corresponden a todos los trabajadores en sus respectivos campos laborales.

Hasta hace poco tiempo, se prestaba poca atención a los riesgos de accidentes laborales y las enfermedades ocupacionales, que pueden afectar al personal que trabaja en los laboratorios de investigación y docencia microbiológica. Los procesos en estas ramas analíticas, han encaminado a revelar la existencia de numerosos riesgos, derivando al estudio de las características de los accidentes en sus tres etapas secuenciales y la correspondiente aplicación de las Técnicas de Seguridad e Higiene. (TABLA I) (25)

De esta Tabla se deducen las premisas resultantes :

- La modalidad de Técnicas de Identificación de Riesgos, se definen como : técnicas de seguridad analíticas, en razón de que utilizan medios de análisis, identificación y valoración para tratar de conocer los posibles factores causales.

- Las Técnicas de Prevención forman parte de las identificadas como técnicas de seguridad operativas, que intentan la prevención de los accidentes mediante la eliminación de los riesgos o produciendo condiciones para su

TECNICAS DE BIOSEGURIDAD

Etapas de aplicación	Identificación de riesgos	Prevención	Protección
Antes del Accidente Pre-contacto	Análisis del trabajo	Mantenimiento	Defensas y Resguardos
	Inspecciones de Seguridad	Señalizaciones	Protecciones Personales Alarma
	Accidentes Previos	Diseño y Desarrollo de Instalaciones Mejora de métodos de trabajo	

Accidente Contacto	Imposible	Imposible	Puesta en Marcha de las Protecciones Incorporadas
Post-Accidente	Investigación del Accidente		
Post-Contacto	Notificación Riesgo	Imposible	Tratamientos de Emergencia

TABLA I.
Técnicas de Seguridad.

Fuente: Podesta, M. J. (38)

disminución.

- Las Técnicas de Protección también forman parte de las técnicas de seguridad operativas, orientadas como actuaciones para evitar o disminuir los efectos.

Lo anterior se resume en los dos incisos que comprenden al mantenimiento : el mantenimiento preventivo o a priori, y el mantenimiento correctivo o a posteriori, los cuales evitan y corrigen los posibles riesgos. (25)

1.1.1 Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo, es la conservación planeada de las instalaciones y el equipo, producto de inspecciones periódicas, que revela condiciones defectuosas. Su objetivo es efectuar las operaciones de emergencia necesarias; practicar revisiones preventivas de los edificios e instalaciones, instrumentos, equipos, accesorios, material; hacer los reemplazos de elementos de plazo vencido o gastados prematuramente; diseñar construcciones, maquinaria y equipos que permitan un mantenimiento fácil y reduzcan las posibilidades de accidente; y llevar registros de las operaciones programadas y de las inspecciones. (9,28)

La finalidad de efectuar un mantenimiento preventivo ayuda a obtener :

- Menor pérdida de tiempo, como resultado de las disminuciones de interrupciones por fallas de los instrumentos o reactivos.

- Mejor conservación y duración de los utensilios.

- Inferior costo por horas extraordinarias de trabajo, por parte de los investigadores.

- Reducción de reparaciones en gran escala, al ser prevenidas mediante composturas oportunas y de rutina.

- Gasto atenuado por concepto de reparaciones.

- Menor incidencia de productos rechazados, desperdicios y repeticiones.

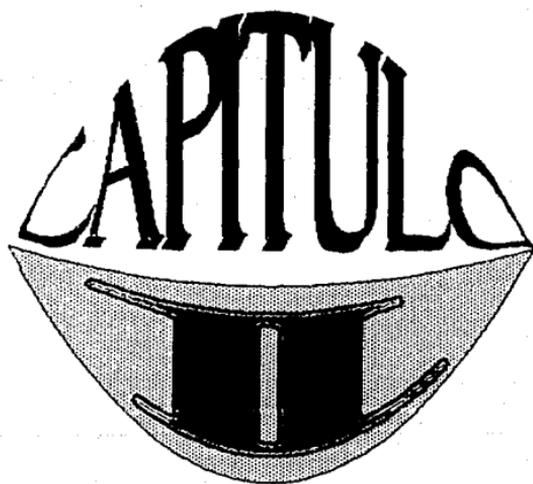
- Detección del equipo que origina gastos exagerados de mantenimiento.

- Mejores condiciones higiénicas y de seguridad.

- Evita los riesgos por infecciones o contaminaciones.

1.1.2 Mantenimiento Correctivo.

El mantenimiento correctivo consiste en la reparación del daño, una vez producido. Esto provocará un gasto mayor que si se hubiera tratado de evitar; ya que el hecho de que durante mucho tiempo no se haya tenido un accidente, no es garantía de que nunca sucederá. Se deberá llevar un registro de los accidentes ocurridos para poder prevenir otros con características semejantes o poder actuar con calma en caso de que otro igual ocurra. (28)



CAPITULO II. PERSONAL RESPONSABLE DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA.

Para que se lleve a cabo la adecuada conducción de este programa de seguridad e higiene es necesario establecer la dirección y responsabilidad del mismo; así como promover la participación consciente en todos los niveles de los recursos humanos involucrados en cada etapa del proceso.

En todo laboratorio de microbiología debe existir un director responsable del programa, el cual podrá delegar funciones a otros miembros del personal, pudiendo funcionar como un comité multidisciplinario.

Las responsabilidades del director de seguridad, y sus delegados, deben ser asignadas a miembros individuales del equipo humano del laboratorio, los cuales deben tener suficiente entrenamiento y experiencia en la microbiología para entender los riesgos e infecciones que pueden ocurrir y contraerse en el laboratorio y otros departamentos aledaños a este; además deberán dar aviso de las medidas necesarias que se tomarán en cuenta para la prevención de estos. (49)

Las responsabilidades personales del director de seguridad incluyen normalmente :

1.- La observación del adecuado manejo del laboratorio para evitar accidentes y la supervisión de los delegados que están a su cargo.

2.- Es necesario que el director de seguridad acuda a cursos y seminarios, visite otros laboratorios y tenga acceso a libros y revistas periódicas para mantenerse al día en las materia concerniente con la seguridad microbiológica.

3.- Debe realizar revistas periódicas (auditorías) con el fin de encontrar cuales han sido las desviaciones ocurridas en cuanto a la seguridad del laboratorio, así como de los métodos técnicos y aparatos.

4.- Debe dar aviso acerca de cualquier accidente o incidente que involucre posibles escapes de materiales potencialmente infecciosos. Si existe ruptura de material que contenga material infeccioso, el es responsable de los procedimiento de descontaminación.

5.- Debe llevar un récord escrito de todos los accidentes e incidentes para tomar las medidas necesarias en caso de que vuelvan a presentarse.

6.- Debe asumir la responsabilidad de la seguridad microbiológica cuando se lleven a cabo seminarios, lecturas,

demostraciones o clases en el laboratorio.

7.- Debe responsabilizarse de que todos los aparatos que requieran reparaciones o servicio, sean necesariamente desinfectadas antes de que se reparen por el personal que no labora normalmente en el laboratorio.

8.- Deberá ocuparse de que el personal técnico y profesional tenga acceso inmediato a una copia de las reglas de seguridad del laboratorio y del código de prácticas de seguridad.

9.- A pesar de que el personal de limpieza y mantenimiento no tiene normalmente contacto con material infectado, la naturaleza y el peligro del trabajo del laboratorio microbiológico y las precauciones para evitar infecciones en sus respectivas actividades deben ser explicadas a ellos por el supervisor de mantenimiento y el director de seguridad e higiene.

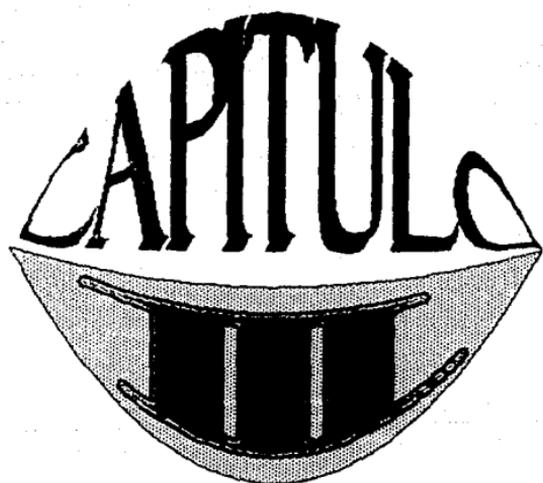
Además debe dar instrucciones precisas sobre las áreas que deben mantenerse limpias, y cuales no deben limpiarse (ejemplo: mesas de trabajo, refrigeradores, incubadoras y otros donde los organismos patógenos son manejados).

El personal de mantenimiento no deberá llevarse ningún

artículo del laboratorio, excepto bajo supervisión.

10.- Deberá encargarse de que un código de reglas fáciles de entender se coloque en los lugares apropiados y visibles.

Lo anterior estará bajo la supervisión del director del programa teniendo consciencia de la importancia que tiene su participación dentro del programa de seguridad e higiene del laboratorio de microbiología.



CAPITULO III. DISEÑO DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA.

La administración de la Institución debe cumplir con la responsabilidad de proveer dependencias compatibles con las actividades específicas de las diferentes áreas analíticas.

(38,44)

El laboratorio de microbiología idealmente debe ser un área aislada del resto de los laboratorios, algunas áreas deben reservarse exclusivamente para técnicas peligrosas, como el manejo de virus, micobacterias y hongos, debiendo de contarse con suficientes equipos de :

- a) Esterilización
- b) Lavado de Manos
- c) Areas adecuadas de trabajo

El adecuado mantenimiento de las áreas físicas que circundan a un laboratorio recae primordialmente sobre la efectividad del trabajo realizado y de esta manera evitar posibles daños tanto al personal que labora en este como al personal de limpieza y mantenimiento.

Dentro de las áreas físicas debemos contemplar :

- 1.- Local

- 2.- Pisos
- 3.- Paredes
- 4.- Salidas de emergencia
- 5.- Mesas
- 6.- Sillas de trabajo
- 7.- Campanas de extracción

El diseño del laboratorio requiere de la presencia de adecuadas facilidades que permitan un apropiado manejo de las operaciones y el trabajo. La adecuación de las facilidades, su localización, su diseño, y las condiciones ambientales tanto externas como internas pueden influir en la actitud y responsabilidades del personal, su operación y en el manejo delicado de los instrumentos, así como en la eficiencia y la eficacia de las operaciones.

El diseño de un laboratorio microbiológico o la remodelación de uno ya existente no es trabajo de amateurs. Esto requiere de la experiencia de arquitectos, ingenieros mecánicos, eléctricos y expertos que trabajen en este campo tan especializado. Sin embargo, los expertos no deben trabajar solos, ellos deben recibir la asistencia del personal del laboratorio en muchos aspectos importantes que solo se consideran si se ha trabajado en laboratorios de este tipo, ya que las facilidades dependen del número de personas que laboren en este, del espacio que ocupa cada investigador,

maestro o alumno, del número y la calidad de aparatos que se emplearán, de la cantidad de trabajo o investigaciones que se realicen a la vez, del diseño de áreas especiales para algunos instrumentos, las condiciones de temperatura y humedad, etc.

3.1 Recomendaciones Generales Para el Diseño del Laboratorio de Microbiología.

Las siguientes son algunas de las consideraciones o sugerencias para el diseño de un laboratorio de microbiología :

a) Propósito.- El propósito y la clase de productos que serán examinados tiene gran influencia en el diseño. El espacio que se necesita adecuar para cada tipo de especialidad varía dependiendo del trabajo que se realice en este. (44)

b) Personas.- Obviamente, el tamaño de las áreas depende del número de personas que laboraran en este, y de cuanto espacio necesiten estas para realizar su trabajo; así como del número de alumnos, maestros e investigadores que realizarán sus prácticas en estos laboratorios. (44)

c) Localización.- Si su localización se encuentra en los interiores de la ciudad es recomendable que cumpla con códigos

de construcción estrictos, códigos de SEDUE, normas sobre emisión de contaminantes, etc. Además de que estos serán menos estrictos, si se encuentra con la facilidad de localizarse dentro de un área industrial o suburbana. (44)

Se debe evitar el utilizar áreas improvisadas para instalaciones del laboratorio de microbiología.

d) Carga de Trabajo.- La diferencia en la cantidad de trabajo diario influye en los servicios requeridos (eléctricos, mecánicos, etc.). (44)

e) Expansión.- Si es posible, sería deseable que se construya en un espacio que pueda expandirse posteriormente; es decir que puedan construirse secciones aledañas si son necesarias.

f) Distribución del tráfico.- Esta es una de las principales consideraciones que debe supervisarse, ya que afecta la eficiencia de las operaciones. El laboratorio deberá de ser diseñado para prevenir la acumulación del personal en un área específica. (44)

g) Localización del equipo.- La localización del equipo influye en la eficiencia y afecta a la carga de energía eléctrica y mecánica, así como a las condiciones atmosféricas

(temperatura, presión y humedad); por lo que separar las áreas de instrumentos puede proporcionar ciertas ventajas ya que algunas de estas requieren de ventilación especial para recircular el calor, y otros requieren de una humedad mínima, por lo que la ventilación tendrá que ser escasa; de esta manera tendrán que adecuarse estas variables dependiendo del tipo de equipo que vaya a instalarse. (44)

h) Vibraciones y Ruido.- Estas dos variables pueden crear ciertos problemas para algunos instrumentos. Por lo que una construcción especial y un reforzamiento del piso pueden ser necesarios. (44)

i) Área de Recepción de Materia y Reactivos.- Esta área debe estar alejada de las oficinas y es aconsejable que se encuentre también separada del área de Laboratorios; con el fin de evitar accidentes en cadena. (44)

j) Áreas de Almacenamiento.- La provisión de un amplio espacio de almacenamiento para : equipo, materiales y muestras, debe encontrarse disponible. El espacio de almacenamiento en el laboratorio de microbiología debe ser suficiente para que en él puedan guardarse tanto medios de cultivo, como reactivos, material de vidrio y plástico, garrafas, etc. Preferentemente estos materiales deben ser almacenados en repisas de madera con puertas de cristal corredizas o bien en cabinas de seguridad,

cajones o en refrigeradores y congeladores si es necesario. El uso de esta repisas y cajones minimiza la desinfección del laboratorio. (44)

Las muestras examinadas deben ser guardadas bajo las condiciones determinadas en cada proceso analítico y con los avisos que sean necesarios, para evitar que personas ajenas al proceso tomen las muestras y contaminen otras áreas o a otras personas. Las muestras almacenadas a temperatura ambiente deben estar selladas perfectamente para prevenir la proliferación de peste u otras infecciones.

k) Espacio del Laboratorio y Repisas : La utilización del espacio del laboratorio debe maximizarse; ya que el trabajo que se lleva a cabo en este suele ser muy complejo y requiere de la existencia de un amplio espacio por investigador o alumno. Cuando es posible, la preparación de medios y el área de lavado de material de vidrio, esterilización, incineración, etc., deben estar separadas de las áreas analíticas. El equipo y material deben estar colocados de manera que el espacio de anaqueles se utilice al máximo.

Para trabajos de rutina, 6 pies lineales es la recomendación mínima para el área de trabajo de cada analista.

La altura ideal de las tarimas es de 36 a 38 pulgadas con una profundidad de 28-30 pulgadas. Las paredes y los techos del

Laboratorio deben estar cubiertos con una pintura epóxica de buen grado, u otro material que proporcione una superficie plana y fácil de desinfectar. Los pisos deben estar cubiertos con azulejo de alta calidad u otro material impermeable. Las rajadas y roturas de los materiales deben ser mínimas, para evitar de esta manera contaminaciones por depósito de materiales en estas. (44)

l) Cabinas de Seguridad o Campanas.- Esta variable es de suma importancia para el mantenimiento de la seguridad dentro de las áreas de trabajo; ya que sin la ayuda y correcta instalación de las mismas pueden originarse problemas muy complejos para la ventilación de las áreas que requieren altas o bajas temperaturas. (44)

m) Sistemas Mecánico y Eléctrico.- El tamaño, número de válvulas y una conveniente localización de estos instrumentos es extremadamente importante. De un adecuado control de estas variables depende la seguridad de los trabajadores, investigadores y alumnos. Los enchufes eléctricos deberán tener una resistencia de 220 V y estar identificados de color rojo. (44)

n) Ventilación e Iluminación.- Los laboratorios de microbiología deben contar con una adecuada ventilación, para lo cual se recomienda el uso de aire acondicionado central.

Esto reduce la acumulación de partículas en el aire y minimiza la variación de temperaturas en el laboratorio. La temperatura y humedad relativa deben ser confortables para los trabajadores y apropiadas para los requerimientos del equipo y material de uso en el laboratorio. Normalmente, una temperatura ambiente de 21 grados centígrados y una humedad relativa de 45% a 50% son recomendables. (44)

Es recomendable también, que la iluminación del laboratorio sea mantenida en un rango promedio de intensidad, debido a que a elevadas intensidades los medios de cultivo se descomponen y a bajas intensidades no se tiene la luz suficiente para trabajar.

La dependencia en la luz natural del sol durante el día, debe ser discutida, porque su potencia varía de intensidad. Además de que se sabe que la exposición directa a la luz del sol puede deteriorar los efectos del medio, reactivos y especímenes. La preparación o almacenamiento de estos a la luz del sol debe evitarse. Las luces de neón se recomiendan ampliamente, en lugar de las lámparas con focos pequeños.

o) Fuego y Explosiones.- Detectores, alarmas, lámparas de emergencia, extintores, diseños especiales de contenedores de fuego, puertas de emergencia, extintores automáticos con rociado, etc., deben ser considerados en el diseño del

laboratorio. Deben existir dos vías de salida de cada laboratorio en el caso de una emergencia. Deben incluirse materiales a prueba de fuego en la construcción de algunas áreas esenciales o de mayor peligro. (44)

p) Paredes, Pisos y Techos.- Deben utilizarse en su elaboración materiales no porosos, de superficie suave no absorbente y fáciles de limpiar, que sean impermeables a líquidos y resistentes a productos químicos y desinfectantes. Deberán utilizarse colores claros en su terminado para poder identificar rápidamente la suciedad. (44)

q) Muebles de Laboratorio.- Deben existir de preferencia muebles de acero inoxidable con superficies de contacto resistentes a los solventes, los cuales deberán ser de colores claros o bien colores como el verde olivo pardo, que permitan estar seguros de la adecuada limpieza de las áreas de trabajo, es decir colores que no oculten la suciedad. (44)

r) Códigos y Estándares.- A pesar de que estos no son problemas de los diseñadores e ingenieros, es aconsejable la ayuda del comité de construcción del laboratorio para que den cierta asesoría acerca de los códigos requeridos, y de las regularizaciones que deben tomarse en cuenta. (44)

s) Sistema Telefónico.- La compañía telefónica debe ser

consultada para desarrollar un sistema eficiente y de mínimo costo. Se sugiere un intercomunicador entre el laboratorio y las oficinas con el fin de poder avisar oportunamente sobre alguna emergencia. (44)

t) Diseño de Oficinas.- El tamaño y diseño de las áreas de oficina es importante para la operación de los laboratorios.

u) Cuartos Especiales.- Deben incluirse todos aquellos que sean necesarios para el adecuado funcionamiento del laboratorio, como son : comedor, habitaciones de conferencias, biblioteca, cuartos de muestreo, almacén, cuarto frío, etc. El comer, o tomar líquidos dentro de las áreas de trabajo no estará permitido, ya que pueden contaminarse las investigaciones y provocar accidentes lamentables. La comida y las bebidas que se consuman fuera del laboratorio no deberán guardarse en los refrigeradores.

v) Otras Utilidades.- Todo laboratorio de microbiología debe estar generosamente equipado con conexiones de electricidad, llaves de gas natural para los mecheros y áreas estériles, un sistema adecuado y permanente de tratamiento de desechos, y un adecuado suministro de agua con grado de laboratorio.

Los contactos eléctricos deben acomodarse entre 110 y 220 V

para el equipo y en cada uno de estos deberá estar marcado el voltaje al que pertenecen. El laboratorio también deberá estar equipado con un adecuado número de fregaderos con grifos de agua fría y caliente, preferentemente desionizada o destilada. Los fregaderos y lavabos que se operan por la acción del pie, son los más recomendados por el ahorro de agua que se hace. (44)

w) Agua Grado de Laboratorio.- Esta es definida como "el agua que ha sido tratada para estar libre de materiales nutritivos y tóxicos". Generalmente, esta es tratada mediante una destilación, osmosis inversa, cambio de iones, filtración o una combinación de estos. (44)

Los siguientes parámetros deben ser examinados y documentados periódicamente :

a) Trazas de metales : un metal no debe encontrarse en una cantidad mayor a 0.05 mg/lt.

b) Metales totales : deben estar presentes en una cantidad igual o menor a 1.0 mg/lt.

c) Conductancia Especifica : esta debe ser de máximo 0.2 megohms de resistencia y menos de 5.0 microohms por centímetro.

d) pH = 5.5 - 7.5

e) Residuos clorados : deben encontrarse en una cantidad menor a 0.1 mg/lt.

La calidad del agua es de gran importancia en el trabajo del laboratorio de microbiología, ya que si esta no cumple con las especificaciones adecuadas puede provocar lecturas equivocadas en los ensayos analíticos de las pruebas realizadas.

x) Seguridad del Personal.- Todas las facilidades deben ser diseñadas de acuerdo a los establecimiento federales, estatales y códigos locales. El laboratorio de microbiología debe estar equipado con extintores de fuego y alarmas, sistemas de rociado, estaciones lavajos, regaderas y mantas de seguridad, botiquines, etc. Los lentes de seguridad deben estar aprobados y ser facilitados por el laboratorio a los trabajadores y visitantes. Un Programa de seguridad comprensivo debe ser una parte vital de los procedimientos del laboratorio. (44)

y) Facilidades con los Animales.- Muchos de los procedimientos microbiológicos, tales como la secreción de la toxina del botulismo, requieren del uso de animales de laboratorio. Estos animales deben mantenerse en áreas

separadas, y diferentes a las áreas en que se realicen las pruebas analíticas de rutina. Los cuartos donde se localicen los animales de experimentación deberán tener una adecuada ventilación, para evitar la acumulación de olores; un adecuado manejo de los desechos para evitar contaminaciones e infecciones y una adecuada iluminación, para que los animales realicen sus funciones biológicas adecuadamente. Se recomienda que los cuartos tengan una gran descarga de aire con una total recirculación; así como que existan mínimo 14 cambio de aire por hora. (44)

A estas recomendaciones principales, se agrega la existencia de habitaciones separadas para :

- El manejo, procesamiento y sembrado de material potencialmente infeccioso, como tuberculosis y para el manejo de micobacterias, hongos productores de esporas, etc.

- Un área de prueba para la presencia del antígeno de la hepatitis B.

- Para el trabajo con organismos patógenos.

Es también importante que las puertas se cierren con llave cuando el cuarto no se este utilizando. Las puertas deben tener cristal para que los ocupantes puedan ver hacia afuera.



CAPITULO IV. PRINCIPALES RIESGOS PRESENTES EN EL
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA.

El conocimiento de la procedencia y características de los agentes potenciales causales de accidentes, es un factor de gran importancia en las medidas y actuaciones para la SEGURIDAD en el laboratorio microbiológico. (25,34)

Los riesgos que se tienen en un laboratorio de este tipo, se pueden dividir en cuatro principalmente:

- 1).- BIOLÓGICOS
- 2).- FÍSICOS Y MECÁNICOS
- 3).- QUÍMICOS
- 4).- RADIOACTIVOS

Los últimos no se tomarán en cuenta ya que en los laboratorios de investigación y docencia no se trabaja con ningún material de este tipo.

4.1 Riesgos Biológicos.

Entre estos encontramos dos principalmente :

- Agentes microbiológicos que pueden penetrar en las membranas mucosas por inhalación, ingestión o inoculación directa.

- Pelos o partículas contaminadas procedentes de animales de experimentación.

4.2 Riesgos Físicos y Mecánicos.

Dentro de estos podemos considerar :

- Temperaturas extremas producidas por agentes químicos en aparatos e instrumentos.

- Shocks eléctricos originados en equipos o conexiones defectuosas.

- Radiaciones procedentes de fuentes de luz ultravioleta.

- Ruidos excesivos producidos por instrumentos sin graduaciones o defectuosos.

- Vidrios resquebrajados de recipientes dañados.

- Presencia de sismos.

- Incendios producidos por falta de precaución en el manejo de fuego o sustancias químicas.

4.3 Riesgos Químicos.

En este grupo es muy importante considerar las propiedades diversas de los diferentes agentes químicos, ya que estas constituyen riesgos con efectos relacionados con las características particulares; existen básicamente cuatro grupos en que se agrupan las sustancias químicas que son :

4.3.1 Químicos Corrosivos.

Estas sustancias químicas, principalmente utilizadas en microbiología, pueden destruir tejidos o reaccionar con metales, madera u otros materiales usados en los laboratorios microbiológicos. Actúan como potenciales agentes de riesgos de quemaduras , laceraciones y daños en los ojos, boca, piel o cabellos.

4.3.2 Químicos Tóxicos.

La acción y efectos se manifiestan según la vía de exposición, entre estas se presentan la inhalación, ingestión o

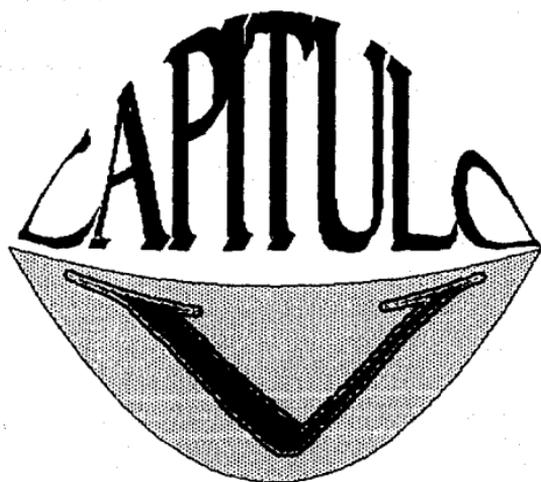
el contacto directo con mucosas o piel.

4.3.3 Químicos Carcinogénicos.

Son aquellas sustancias químicas altamente peligrosas ya que pueden producir cáncer, después de exposiciones muy prolongadas a las sustancias.

4.3.4 Químicos Inflamables-Explosivos.

La naturaleza de estas sustancias debe considerarse desde su punto de inflamación hasta su grado de inestabilidad o capacidad de explosión. Entre estos encontramos : Inflamables, Inestables y Gases Comprimidos. (7,22)



CAPITULO V. SEGURIDAD BIOLÓGICA EN EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA.

El laboratorio de microbiología puede constituirse en un foco de infecciones, dado en él, el manejo y procesamiento de materiales potencialmente patógenos en las áreas de microbiología. El riesgo es mayor para el personal mismo, pero los visitantes del área pueden quedar expuestos a microorganismos infecciosos.

La incidencia real de las infecciones adquiridas en el laboratorio se desconoce, ya que muchas pasan desapercibidas, y la mayor parte nunca se reporta. En la TABLA II, se presentan las 10 infecciones más comunes en los laboratorios de investigación y docencia microbiológica; así como en las TABLAS III y IV, se presenta el origen y accidentes que las provocan. (3,25)

5.1 Rutas de Infección.

Se ha demostrado que las rutas de infección más comunes en el laboratorio son principalmente cinco y se presentan a continuación :

A.	Brucelosis
B.	Fiebre Q
C.	Hepatitis Viral
D.	Fiebre Tifoidea
E.	Tularemia
F.	Tuberculosis
G.	Dermatomicosis
H.	Encefalitis Equina
I.	Psitacosis
J.	Coccidioidomicosis

TABLA II.

Infecciones más comunes en los laboratorios de investigación microbiológica.

Fuente : Barriga. (7)

- | | |
|----|-------------------------------|
| a. | Trabajar con el agente causal |
| b. | Accidente |
| c. | Desconocido |
| d. | Aerosoles |
| e. | Manipulación de animales |
| f. | Manipulación de muestras |
| g. | Autopsias |
| h. | Vidrios rotos |
| i. | Intencional |
| j. | Diversos |

TABLA III.

Origen de las Infecciones Adquiridas.

Fuente : Barriga. (7)

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1 | Jeringas, Agujas |
| 2 | Aerosoles, Salpicaduras, Derrames |
| 3 | Vidrios rotos, Objetos punzantes |
| 4 | Arañazos, Mordedura de animales |
| 5 | Aspiración a través de pipetas |
| 6 | No especificado |
| 7 | Centrifugación |

TABLA IV.
Principales Accidentes que originan infecciones.

Fuente : Barriga. (7)

1. Contacto con animales : Mordeduras, Arañazos, Pulgas, Garrapatas, Aerosoles, Polvos, Excretas y Secreciones.
2. Inhalación : Jeringas, Centrifugación, Trituración, Polvos.
3. Ingestión : Alimentos y Bebidas.
4. Mucosas Intactas : Pipetas, Jeringas, Centrifugación, Dedos.
5. Piel : Cortaduras, Abrasiones, Heridas, Picaduras, Piquetes, Mordeduras, Espiroquetas, Dermatofitos. (38)

5.2 Clasificación de los Laboratorios.

Los laboratorios microbiológicos de acuerdo a sus actividades pueden ser clasificados en cuatro tipos, que como veremos son de suma importancia para las medidas de seguridad requeridas; además de que estos dan origen a los Cuatro Niveles de Seguridad Biológica que veremos más adelante.

Esta clasificación está relacionada con cada unidad analítica, conforme a descripción Internacional.

1. Laboratorio Básico. Dentro de la cual se considera a los laboratorios donde se trabaja con agentes infecciosos de mínimo o nulo riesgo para el personal y el ambiente; tratándose generalmente de laboratorios de entrenamiento básico.

2. Laboratorio de Diagnóstico. Dentro de esta clasificación se considera a aquellos laboratorios que trabajan con agentes infecciosos de riesgo moderado; como los que se localizan en hospitales, Instituciones de Salud Pública y Universidades.

3. Laboratorios de Contención. Es para aquellos laboratorios que trabajen con agentes infecciosos capaces de causar enfermedades letales o severas, sobre todo por inhalación. Estos laboratorios también se conocen como laboratorios de contención primaria.

4. Laboratorios de Contención Máxima. Es para aquellos laboratorios que trabajan con agentes exóticos y peligrosos, con un elevado riesgo para la vida. También se les conoce como laboratorios de contención secundaria. (TABLA V)

La mayoría de los laboratorios microbiológicos en nuestro medio se encuentran en los niveles 2 y 3.

NIVELES DE SEGURIDAD	GRUPO DE RIESGO	CLASIFICACION DE LABORATORIO	EJEMPLO DE M.O. TRABAJADOS	PRACTICAS Y TECNICAS	EQUIPO DE SEGURIDAD
1	I	Básico Laboratorios de Entrenamiento	B. subtilis E. coli	Prácticas corrientes de Microbiología	Ninguno, en especial. Protección Primaria
2	II	Básico Laboratorios de Hospitales, de Diagnóstico, de Salud Pública y Universitarios	Nivel 1 + : Salmonella typhi Hepatitis B	Nivel 1 + : Acceso limitado, uso de delantal. Descontaminación del material desechado. Señales de Riesgo Biológico	Equipos de protección parcial. Gabinetes de Seguridad I y 2
3	III	De contención máxima Laboratorio especializado	Histoplasma Capsulatum Virus de Encefalitis St. Louis	Nivel 2 + : Acceso controlado Ropa especial de ingreso. Sistema de ventilación especial.	Equipos de protección parcial para la manipulación de todo el material contaminado
4	IV	De contención máxima Laboratorios que trabajan con patógenos de alto riesgo	Virus Lassa Virus Marburg	Nivel 3 + : Entrada a través de un recinto de cambio de ropa Ducha a la entrada Descontaminación del aire eliminado	Equipos de contención máxima Gabinetes III y II con trajes especiales a presión positiva de cuerpo completo.

TABLA V
NIVELES DE SEGURIDAD
 Fuente: U.S.S.D. (48)

El riesgo de infección accidental esta en relación directa al tipo de laboratorio de que se trate, como se señala a continuación :

TIPO	RIESGO INDIVIDUAL	RIESGO COMUNITARIO
1	Escaso	Escaso
2	Moderado	Limitado
3	Elevado	Escaso
4	Elevado	Elevado

El término "CONTENCION" se emplea para describir métodos seguros para el manejo de agentes infecciosos en el ambiente del laboratorio. La "CONTENCION PRIMARIA", o sea la protección del personal y el medio ambiente del laboratorio a un agente infeccioso, es proporcionada por una buena técnica microbiológica y el uso del equipo de seguridad apropiado. La "CONTENCION SECUNDARIA", o sea la protección del ambiente externo del laboratorio de la exposición a materiales infecciosos, es dada por una combinación entre un diseño y prácticas de operación adecuados. (TABLA VII)

El objeto de la "CONTENCION" es el de reducir la exposición de los trabajadores de un laboratorio a los agentes infecciosos y la de evitar la salida al ambiente exterior de agentes potencialmente peligrosos.

El elemento más importante de "CONTENCION" es el de respetar los procedimientos y técnicas microbiológicas standard. Las personas que trabajen con agentes infecciosos o materiales infectantes deberán conocer los riesgos potenciales y estar adiestrados en las prácticas y técnicas requeridas para el manejo seguro de tales materiales. (44)

5.3 Niveles de Seguridad Biológica.

En relación al grado de riesgo de los agentes biológicos infecciosos en el material que se maneja en el trabajo analítico, se han establecido Cuatro Niveles de Seguridad Biológica, que por ser considerados de orden general, corresponde su descripción :

Nivel de Seguridad 1.

Práctica analítica para enseñanza a un nivel primario, equipos de seguridad y reglamentaciones de carácter general, con los elementos fundamentales siguientes :

- Ubicación en zonas de tráfico general para el personal de laboratorio y otros relacionado en este trabajo.
- Ventanas protegidas por rejillas.

- Mesas sin protección de campanas de Seguridad.
- No requiere equipos de contención especializados.
- Acceso condicionado sin grandes limitaciones.
- Agentes microbiológicos no patógenos o de un potencia de mínimo riesgo.

Nivel de Seguridad 2.

Práctica analítica para diagnóstico, enseñanza a un nivel profesional, algunas actividades investigadoras, requiere las consideraciones del anterior, más los elementos fundamentales siguientes :

- Práctica cuidadosa para disminuir la producción de aerosoles infecciosos.
- Acceso reglamentado con disposiciones correspondientes.
- Puertas cerradas permanentemente, con señalización adecuada, proponiendo el Signo Internacional de "Riesgo Biológico" cuando sea necesario.

- Algunos materiales pueden requerir campanas de seguridad para su manejo.
- Cualquier accidente por mínimo que sea debe ser notificado.
- El personal debe ser periódicamente evaluado en sus condiciones de salud.
- Agentes de riesgo microbiológico : Salmonella, Virus Hepatitis B, Micobacterium tuberculosis, etc., deben ser manejados con sumo cuidado.

Nivel de Seguridad 3.

Práctica analítica para diagnóstico e investigaciones que involucran agentes con potencial riesgo de infecciones por producción de aerosoles u otros riesgos accidentales que pueden causar enfermedad seria o de consecuencias mortales.

Requiere además de los anteriores, los elementos fundamentales siguientes :

- El personal del laboratorio debe tener un entrenamiento específico en el manejo de estos agentes patógenos y el director del laboratorio debe tener experiencia en estas

tareas.

- El acceso es controlado o restringido al personal del laboratorio que sea necesario en cada etapa del proceso. Estas medidas deben ser aplicadas con el mayor rigor.
- Las ventanas y puertas deberán permanecer cerradas. Estas últimas con cierre automático.
- El laboratorio debe estar separado de las áreas de tráfico habitual del edificio, con una doble puerta, duchas y salas de cambio de ropa en el pasillo de comunicación.
- Sistema de ventilación independiente.
- El lavamanos debe tener llaves accionadas por el pie.
- Las líneas de vacío se protegen con filtros HEPA de alta eficiencia.
- El uso de Campanas de Seguridad es obligatorio en todos los casos necesarios, acompañados de guantes, mascarilla, etc.
- Las mesas requieren de un despachador de toallas

desechables, para eliminarlas al término del trabajo.

- Se manejan agentes de riesgo microbiológico como : Virus de la encefalitis de St. Louis, Histoplasma capsulatum, Coxiella burnetti, etc.

Nivel de Seguridad 4.

Práctica analítica para investigaciones de alto riesgo, para trabajar con agentes infecciosos peligrosos o exóticos que involucran un alto riesgo individual y para la comunidad. Es obligatorio cumplir con todas las determinaciones anteriores y otros elementos fundamentales, entre estos :

- El personal y jefe del laboratorio, además de estar especializados técnicamente, deben estar compenetrados psicológica y emocionalmente con las características de este trabajo.
- El acceso esta bajo la supervisión directa el Director-Responsable.
- Todas las actividades que se realicen en este laboratorio requieren de un edificio independiente, con todos los servicios de apoyo separados y exclusivos.

- Deben existir ventanas de vidrio irrompible, y puertas a prueba de aire.
- El agua de las duchas y desechos debe ser tratada previamente a su eliminación.
- Requiere una metodología especial en caso de accidentes, con controles médicos y una investigación continua y seguida estrictamente por la Institución.
- Agentes de riesgo microbiológico : Virus Lassa y otras investigaciones. (TABLA VI) (18,25)

5.4 Manejo y Desecho del Material Infeccioso.

Se considerara como material infeccioso, a todo aquel material que haya estado en contacto con agentes potencialmente patógenos y que sea capaz de producir una infección en las personas que lo manejan en el momento del desecho.

Las muestras infecciosas deberán manejarse por separado, ya sea una por una o en paquetes separados de las otras muestras. Para el desecho de estas muestras deben utilizarse siempre guantes y lentes de protección, los cuales serán proporcionados por el laboratorio y se deberá obligar al personal a

utilizarlos.

Para un mejor manejo del material infeccioso, será necesario que todo el material que haya tenido contacto con estas muestras sea marcado con un color distintivo, que signifique que contuvo material infeccioso y que deberá manejarse con sumo cuidado; el código de colores que se utilizará para distinguir a los diferentes contenedores será :

- a) ROJO : Material infectado que deba ser esterilizado.
- b) AZUL : Desechos infectados para ser incinerados.
- c) AMARILLO : Materiales y Desechos los cuales deban ser esterilizados y además incinerados.
- d) VERDE : Desechos no infectados.

Todo laboratorio microbiológico deberá contar con señalización adecuada y visible, acerca de las precauciones necesarias que deben tomarse en cuenta para el manejo del material infeccioso, incluyendo el código de colores.

A continuación se presentan 7 puntos básicos que deben seguirse en el desecho del material contaminado biológicamente:

1. Los hisopos y otros materiales combustibles deben incinerarse.

2. Antes de entrar en contacto con equipo contaminado y proceder a su desecho, los trabajadores encargados de su procesamiento deben usar bata, cubrebocas, lentes y guantes de hule, particularmente si se van a manipular instrumentos punzocortantes.

3. Antes de lavarse, el material no desechable debe sumergirse en hipoclorito de sodio, etanol o glutaraldehido, por 24 horas a las siguientes concentraciones :

GERMICIDA	%
Agua Oxigenada	0.3
Etanol	50
Alcohol Isopropilico	35
Paraformaldehido	0.5
Blanqueador de Uso Doméstico	0.1

4. Hecho lo anterior, utilizar agua fría y detergente para remover la sangre, suero y otros materiales que contengan proteínas. NO UTILIZAR AGUA CALIENTE POR LA POSIBILIDAD DE COAGULACION DEL MATERIAL ORGANICO, CON ADHERENCIA AL INSTRUMENTAL.

5. Proceder a la esterilización del equipo, por los procedimientos físicos y químicos establecidos

dependiendo del instrumento y del material de que esta hecho.

6. Los derrames de sangre y líquidos corporales contaminados con esta última sobre superficies horizontales o muros se limpiarán con jergas saturadas de blanqueador de uso doméstico en una proporción de 250 cc por cubeta de 25 litros.

Para desinfección de rutina, utilizar blanqueador de uso doméstico en una proporción de 50 cc por cubeta de 25 litros.

7. La ropa debe guardarse de inmediato en bolsas en el lugar donde se usó, marcando y sellando las mismas antes de enviarlas a esterilizar.

Además de lo antes mencionado, todo el material que vaya a desecharse, así como el que vuelva a ser utilizado deberá ser esterilizado; y el material que se elimine por completo dependiendo de sus características deberá ser incinerado, si es que representa un alto riesgo de contaminación por inhalación o contacto con la piel. (45,48,51)

5.4.1 Esterilización del Material Infectado.

La esterilización tiene como finalidad destruir los gérmenes patógenos que hay o puede haber en los instrumentos, material de vidrio, objetos de curación, etc. que hayan tenido contacto con el material infectado.

La esterilización se consigue mediante tratamiento físico o bien por la acción de agentes químicos. Entre los medios físicos el de uso más extendido es el calor, que a su vez puede ser seco (acción directa de la llama) o bien húmedo (en autoclave), siendo este último más eficaz.

Los métodos más empleados en el laboratorio de microbiología con el objetivo de desechar materiales infecciosos son : el calor seco, calor húmedo y la filtración.

Todos los procedimientos de esterilización deberán ser verificados a través de controles biológicos, térmicos y mecánicos, de acuerdo a su utilidad. (TABLA VII)

Para la esterilización del material infectado se deberá tomar en cuenta lo siguiente :

- a) Todos los medios y el material infectado deberán ser esterilizados a menos que vayan a ser incinerados.

Procedimientos Técnicos Adecuados

Equipo de Seguridad

Diseño Adecuado del Area Física

TABLA VI. Métodos de Contención

TIPO	UTILIDAD	LIMITACIONES
Biológico	Adecuado Proceso de Esterilización	Ninguna
Térmico	Detección de : Bolsas de aire frío dentro de la cámara Errores del operador Mal funcionamiento	No indican esterilización
Mecánico	Identificación y Prevención de mal funcionamiento	No detectan bolsas de aire frío dentro de la cámara

TABLA VII.

Utilidad y limitaciones de los controles de esterilización.

Fuente : Shapton. (45)

- b) El material que vaya a ser esterilizado deberá ser puesto en contenedores especiales, preferentemente de aluminio. Estos contenedores no deberán ser utilizados cuando tengan agujeros o rajaduras, porque el material infectado puede escurrirse o gotear mientras se pasa de la esterilización al desecho.
- c) El tiempo y temperatura que vayan a ser utilizados deben ser aceptables. Se recomienda generalmente una temperatura de 121 grados centígrados por un mínimo de tiempo igual a 15 minutos. Debe saberse que esta temperatura tiene que ser alcanzada por toda la carga, es decir, en todos los puntos de la autoclave. Generalmente la elección del tiempo comienza cuando toda la carga alcanza la temperatura requerida.
- d) Deberá colocarse un termosensor en la autoclave para decidir cual será el tiempo de penetración, el cual será el que se tome en cuenta como el tiempo que le toma a la carga máxima alcanzar la temperatura requerida. Estos termosensores se colocan generalmente en la tapa de la autoclave y en el centro de la carga.
- e) Cuando el tiempo de penetración haya sido determinado para una carga máxima este debe ser sumado al tiempo de exposición requerido, lo cual nos dará el tiempo

necesario para la esterilización del material. Este total es el tiempo para un ciclo satisfactorio (excluyendo el período de enfriamiento) después de que el termómetro en la autoclave marque la temperatura requerida.

- f) La verificación de los termosensores debe realizarse frecuentemente, de ser posible mensualmente.

- g) Es recomendable colocar cinta testigo o testigos biológicos (Bacillus Sterotermophilus) en la carga que se está esterilizando. Esta cinta o la cápsula biológica, indica por el cambio de color si el contenedor con la carga está o no esterilizado adecuadamente.

Es recomendable llevar un correcto manejo de estas variables, ya que de ello depende que la esterilización sea adecuada y de este modo se evite todo tipo de contaminaciones posteriores por falta de cuidado y precaución. (45)

5.4.2 Incineración del Material Infectado.

La incineración tiene como objeto principal reducir a cenizas una sustancia, es decir, la combustión completa de las

materias orgánicas con el fin de obtener cenizas, que facilitarán el manejo de los desechos con la seguridad de que todo organismo viable estará muerto y se evitara de esta manera una contaminación posterior al desecho de las cenizas, las cuales generalmente son enterradas o tiradas a los basureros en bolsas cerradas y selladas.

Los incineradores son utilizados para el desecho de material de laboratorio infectado, lo cual implica una gran ventaja en el desecho de estos materiales, ya que con las partículas que se obtienen después de la incineración se previene en gran medida la dispersión de partículas infectadas en la atmósfera; sin embargo, es importante que los incineradores sean contenedores totalmente cerrados para evitar el desplazamiento de partículas por el aire o por la salida del humo.

La incineración en los centros de experimentación suele practicarse generalmente en hornos crematorios o muflas. Este tipo de desecho de materiales contaminados debe ser supervisado adecuadamente. (45)

5.5 Prevención de Accidentes en el Manejo de Material Biológico.

Las reglas que se mencionan a continuación son esenciales

para evitar accidentes cuando se maneja material biológico infeccioso o de riesgo para la salud :

1. Antes de realizar algún trabajo con materiales biológicos y microbiológicos, como ratones, conejos, peces o cultivos de microorganismos; se deberá consultar cuidadosamente con los manuales y seguir las indicaciones correspondientes.
2. Para el manejo de estos materiales biológicos se deberá contar con todo el equipo de seguridad necesario, como guantes, soportes, inmovilizadores, charolas de disección, cubrebocas, batas, mesas de operación, etc.
3. Al utilizar las autoclaves para esterilizar los materiales o equipo necesario en estos trabajos, se deberá consultar el instructivo correspondiente y seguir todos los pasos cuidadosamente. Para esto sería adecuado que las instrucciones en el uso de los aparatos se encontraran en un lugar visible o pegadas cerca de ellos.
4. Para la realización de procesos de esterilización e incineración, la persona responsable deberá vigilar cuidadosamente el desarrollo del proceso y no estar haciendo varias cosas a la vez.

5. El material microbiológico, así como el equipo utilizado en su manejo deberán ser esterilizados antes de desecharlos y dejar de utilizarlos.
6. El material biológico utilizado en algún experimento deberá ser depositado en bolsas de plástico o en recipientes adecuados para ser posteriormente incinerados.
7. Los equipos punzocortantes que se utilicen durante el trabajo con materiales biológicos tales como agujas, bisturí, cuchillas, microtomos, etc., deberán manejarse con cuidado bajo la dirección del investigador encargado y con guantes.
8. En caso de cortaduras o heridas que se produzcan durante el desarrollo de una práctica o investigación, estas deberán ser atendidas inmediatamente lavando la herida, desinfectándola y, posteriormente, asistiendo al servicio médico.
9. Todo el material biológico que se guarde en los refrigeradores deberá estar etiquetado, indicando los riesgos y cuidados que se deberán tener con el mismo. En caso de no estar etiquetado se buscará el mecanismo adecuado de desecho.

10. La sangre y los líquidos corporales que lleguen como muestras deben ser consideradas potencialmente infectantes.
11. Al tomar las muestras, el personal de laboratorio deberá utilizar guantes, cubrebocas, lentes de seguridad; además de extremar las precauciones para evitar accidentes.
12. Durante el procesamiento de las muestras deben utilizarse exclusivamente pipetas mecánicas o propipetas y JAMAS pipetearse con la boca.
13. Todas las muestras deben transportarse en recipientes que no presenten rajaduras o defectos que permitan el escurrimiento del material en cuestión; estos recipientes podrán ser metálicos o de poliestireno, que son materiales que garantizan la integridad de lo que contengan.
14. Al término de las actividades, todo el equipo de trabajo y las superficies contaminadas deben lavarse y someterse a germicidas químicos.
15. Los materiales contaminados deben desinfectarse con germicidas químicos y después lavarse profundamente con

agua fría y jabón para su posterior esterilización, o su colocación en bolsas de desecho.

16. Todo el personal debe lavar exhaustivamente sus manos y los lentes de seguridad, sean propios o proporcionados por el laboratorio, al término de sus actividades y quitarse el resto del equipo protector antes de salir del laboratorio.
17. Siempre deberá utilizarse la bata de protección, observando que esta quede lo suficientemente ajustada. Esta deberá guardarse en un lugar especial, separada de la ropa de calle, no en el locker. No deberán existir percheros para colgar la ropa en las paredes del laboratorio y no deben llevarse las batas a lavar a casa si estas no han sido esterilizadas.
18. No debe utilizarse la bata en las áreas de recreo u otras que no sea el laboratorio. Esta deberá quitarse siempre que se salga del laboratorio para visitar otros lugares.
19. Queda prohibido comer, fumar, beber o aplicarse cosméticos en el área del laboratorio.
20. Si se rompe alguna botella, contenedor, tubos, etc., los

vidrios no deben recogerse con las manos, deben utilizarse escobas y recogedores. Si el material contenido en estos estaba contaminado debe tenerse sumo cuidado al recogerlo, además de limpiar el área con algún desinfectante y utilizar guantes.

21. No debe entrarse a ningún cuarto que tenga la señal roja y amarilla de Material Infeccioso en la puerta, hasta que el ocupante diga que se está seguro ahí.
22. No deben colocarse los restos de vidrio rotos en las bolsas de plástico para basura, estos deberán ser depositados en contenedores especiales.
23. Se recomienda separar la basura en dos clases : ORGANICA e INORGANICA, con el fin de destruir toda la materia orgánica mediante la incineración, así como la materia inorgánica biodegradable, para reducirla a cenizas y manejarla de una manera más sencilla.

Todas estas consideraciones son importantes para preservar la salud del personal que trabaja en el laboratorio microbiológico o que tiene un contacto continuo con el mismo. Especialmente cuando se trabaja con agentes biológicos que representan algún riesgo para la salud personal y del público en general. Dichas consideraciones deberán incluirse como

parte del texto del programa de seguridad e higiene para el laboratorio de microbiología, como un capítulo de importancia relevante. (3,5,38,45,51)

5.6 Equipo de Seguridad Utilizado en el Manejo de Material Infeccioso.

La administración de la institución debe cumplir con la responsabilidad de proveer al personal con el equipo necesario para su seguridad al trabajar en el laboratorio de investigación y/o docencia microbiológico. Dentro del equipo de seguridad se incluyen desde elementos simples de protección (delantales, batas, guantes, gorros, botas, lentes, etc.) hasta elementos de alta tecnología (cabinas de seguridad, conocidas también como campanas de extracción).

Las cabinas de seguridad biológica son el diseño principal utilizado para evitar aerosoles infecciosos generados en diversos procedimientos como :

- a) Pipetear
- b) Mezclar
- c) Aspirar

En general, para llevar una adecuada seguridad biológica se

requiere de los siguientes elementos de seguridad :

- 1.- Cabinas de Seguridad. Dentro de las cuales existen tres tipos principales, que se agrupan en clases : Cabinas I, II y III; las de los tipos I y II están abiertas al frente y son de contención parcial, además de que ofrecen niveles significativos de protección al personal y al ambiente. La cabina de clase III, ofrece el nivel máximo de protección, por encontrarse sellada herméticamente y así evitar la dispersión del material contaminante. (FIG. I, II y III)

- 2.- Envases Contenedores. Se emplean principalmente para contener el material contaminado que va a ser esterilizado, debiendo estar herméticamente cerrados, pudiendo ser tubos de centrifuga con tapón esmerilado, para impedir la diseminación de aerosoles durante la centrifugación.

- 3.- Guantes, Lentes de Seguridad. Estos se emplean como protección del personal que maneja las muestras contaminadas, con el fin de evitar que si se tienen heridas, un derrame de las muestras provoque una infección o bien que la diseminación de los aerosoles al pipetear o mezclar entre a los ojos.

4.- Escudos Faciales (Cubre bocas y Mascarillas). Los cuales generalmente cubren la boca y las fosas nasales con el fin de evitar contaminaciones persona/muestra y muestra/persona.

5.- Respiradores. Los cuales se utilizan en combinación con las cabinas de seguridad y otros métodos protectores, cuando la peligrosidad por contaminación aérea es muy alta.

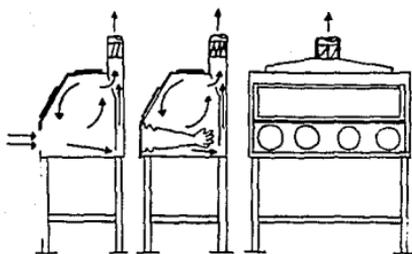


FIGURA I.
CABINA DE SEGURIDAD DEL TIPO I.

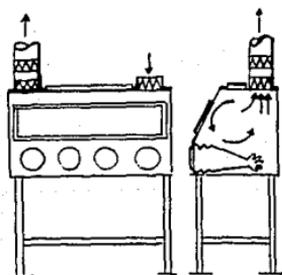


FIGURA II.
CABINA DE SEGURIDAD DEL TIPO III.

FUENTE : Barriga (7)

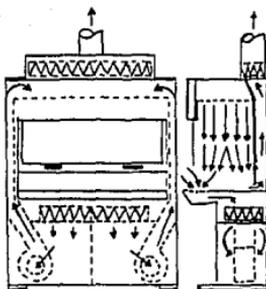


FIGURA II.

CABINA DE SEGURIDAD DEL TIPO II. CLASE A.

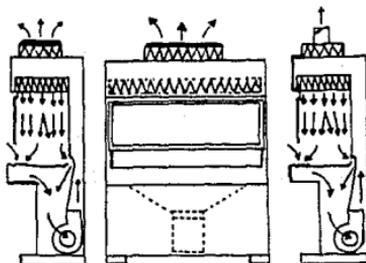


FIGURA II.

CABINA DE SEGURIDAD DEL TIPO II. CLASE B.

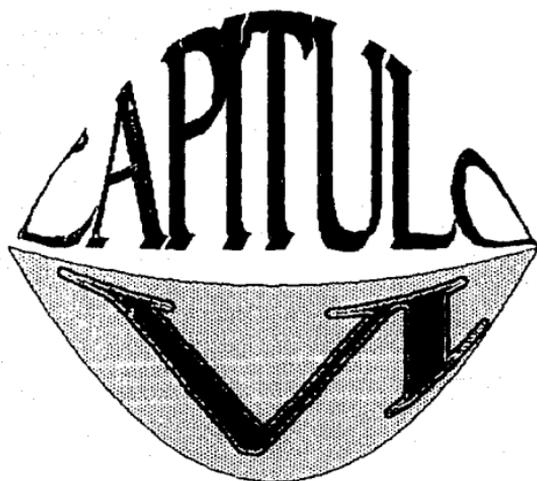
FUENTE : Barriga (7)

CAPITULO VI. SEGURIDAD QUIMICA.

Los riesgos con sustancias químicas en el laboratorio de microbiología incluyen : fuego, alteraciones de la conducta, efectos corrosivos e irritantes, sensibilizantes, tóxicos y efectos a largo plazo o retardados como : carcinogénesis, mutagénesis y teratogénesis. (TABLA VIII) (20,41)

De las diferentes maneras de exposición corporal a agentes tóxicos la piel es la vía mas importante, seguida de la inhalación y la vía oral. Cuando una sustancias química entra en contacto con la piel, puede : a) No penetrar ni causar daño al actuar la piel por el sudor y los lípidos que actúan como una barrera; b) reaccionar con su capa mas superficial y causar irritación y; c) penetrar a través de los folículos pilosebáceos y llegar al torrente circulatorio. (TABLA IX)

El tracto respiratorio es una de las vías más importantes a través de la cual pueden penetrar sustancias químicas al organismo. Las sustancias dañinas pueden estar suspendidas en el aire en forma de polvos, humos, nebulizaciones, vapores o mezclarse con el aire respirado en caso de gases verdaderos. Un individuo en actividad moderada puede respirar 10 metros cúbicos de aire en el curso de ocho horas y el área de la superficie pulmonar de un adulto es de 90 metros cuadrados de superficie total (70 metros cuadrados de superficie alveolar),



con una red capilar superficial de 140 metros cuadrados y un flujo sanguíneo continuo, por lo cual se entiende fácilmente su enorme capacidad de absorción.

La conjuntiva ocular es muy importante ya que al ser el ojo un órgano muy vascularizado puede absorber compuestos químicos en cantidades suficientes para tener efectos sistémicos, además las membranas oculares son muy sensibles y capaces de reaccionar a pequeñas cantidades de sustancias corrosivas e irritantes.

La ingestión de sustancias tóxicas es un fenómeno menos frecuente que la penetración a través de la piel y el tracto respiratorio. Además la absorción de sustancias tóxicas generalmente es incompleta cuando esto sucede, debido a numerosos factores como la acidez, alcalinidad y la presencia de agua y alimentos. (20,44)

6.1 Manejo y Almacenamiento de Sustancias Químicas.

- El personal debe tener conocimiento de las características y de las propiedades químicas de las sustancias con las cuales trabaja, así como los riesgos involucrados y los límites de seguridad de los mismos.

- Los reactivos que producen aerosoles de mínimo riesgo

Exantema
Muerte
Quemadura
Daño Hepático
Alergia Respiratoria
Paro Cardiaco
Mareo
Cáncer
Anemia

TABLA VIII.
Principales Daños Producidos por Sustancias Químicas.

Piel
Conjuntiva Ocular
Inhalación
Ingestión

TABLA IX.
Vías de entrada de sustancias químicas al organismo.

Fuente: Barriga. (7)

pueden ser trabajados rutinariamente sin campana de protección, pero el laboratorio debe tener una ventilación adecuada y las instalaciones (duchas, mantas, etc) necesarias en caso de accidentes.

- Nunca deben olerse, ni probarse los productos químicos.

- Mientras los reactivos estén en uso, se deben mantener los frascos tapados y solamente abrirlos mientras se esta disponiendo de las cantidades necesarias; al abrirlos, siempre debe tenerse cuidado de colocar la tapa con la parte externa descansando en la mesa.

- Es recomendable colocar pequeñas cantidades de reactivos en frascos de menor capacidad, que los presentados por el vendedor, para el uso cotidiano y al transportarlos se deben mantener los frascos alejados de la cara.

- Es de fundamental importancia considerar siempre las propiedades tóxicas, corrosivas, etc., de cada reactivo; ya que estos no deben ser manejados con descuido o falta de precaución ya que se pueden provocar accidentes desastrosos.

- Siempre que se calienten soluciones con sustancias químicas es necesario utilizar guantes de asbesto y tenazas, con el fin de evitar derrames y quemaduras.

- Los compuestos inflamables no deben recibir calor directo, se debe emplear baño de agua, arena, nidos, etc.

- Cuando se calienta una sustancia química líquida, esta debe mantenerse alejada calentándose en forma inclinada, en sentido contrario al de la persona que la maneja, así como de personas que se encuentren cerca de ella.

- Los productos tóxicos deben manejarse bajo campanas de extracción de gases. Estas campanas requieren una velocidad de flujo de aire en la entrada, igual a 30 metros por minuto, con el fin de aspirar cualquier tóxico que se produzca durante el trabajo analítico.

- Las sustancias carcinogénicas, deben manejarse con sumo cuidado y cuando se terminen de utilizar deberá tomarse un baño completo en la ducha, en el menor tiempo posible.

- Si se produce un derrame, debe actuarse con los criterios y recomendaciones expuestos en las normas correspondientes.

- El almacenamiento debe ser organizado y realizado conforme a criterios científicos, en relación a las propiedades que puedan causar efectos derivados de las mismas, por sus incompatibilidades y propiedades particulares. (7)



CAPITULO VII. SEGURIDAD FISICA Y MECANICA.

Los riesgos mecánicos incluyen principalmente a las lesiones con maquinaria y equipo, debidas generalmente a la falta de comprensión de los riesgos que estas pueden presentar. En el laboratorio de microbiología estos incluyen principalmente a los instrumentos y aparatos analíticos, tales como : centrifugas, autoclaves, microscopios, objetos punzantes, etc.

Los riesgos físicos, que causan daños corporales, presentes en los laboratorios de microbiología son : riesgos de incendio, riesgos con la electricidad y riesgos por sismos.

7.1 Riesgos de Incendio.

Los riesgos de incendio en un laboratorio de microbiología, varían de una simple y relativamente lenta combustión de papel, a una veloz combustión de solventes orgánicos y ocasionalmente a la combustión explosiva de gases.

El fuego, es una transformación química en la cual se realiza una oxidación de un material combustible, lo que produce luz y calor.

En la mayoría de los fuegos, la reacción de combustión se

basa principalmente en el oxígeno del aire que reacciona con un material inflamable. (FIGURA IV)

Existen tres niveles de riesgo de incendio en las zonas a proteger:

RIESGO LIGERO O BAJO. En este nivel se incluye a las áreas que contienen líquidos o materiales inflamables en pequeñas cantidades por lo que puede considerarse a los posibles incendios como de pequeña magnitud al iniciarse. En este nivel se agrupa a las oficinas, salones y otros lugares semejantes.

RIESGO ORDINARIO O MEDIO. En este nivel las cantidades de materiales combustibles y líquidos son más altas, por lo que los incendios en sus inicios serán de magnitud moderada. A este nivel pertenecen los almacenes y laboratorios de investigación y docencia.

RIESGO ALTO. El riesgo se clasifica como alto cuando la cantidad de materiales presentes provoquen incendios de gran magnitud durante su inicio. Aquí se clasifica a las zonas de manejo o almacenamiento de líquidos inflamables. (24,34,43)



FIGURA IV.
TRIANGULO DEL FUEGO.

FUENTE : Kober, G.M. (23)

7.1.1 Prevención, Protección y Control de Incendios.

Para la prevención de incendios, existen una serie de actividades que pueden ser agrupadas de la siguiente forma :

- Evitar que se inicie un incendio. Contempla a las etapas de diseño, construcción, control de operación y mantenimiento, así como la eliminación sistemática de las prácticas riesgosas. Desarrollando un máximo de seguridad y comportamiento adecuados.

1. Antes de iniciar un experimento que pueda originar un incendio, los ejecutantes del mismo deberán conocer la ubicación precisa de los extintores y regaderas de seguridad próximos a su lugar de trabajo. También deberá conocerse la localización de hidrantes y mantas de asbesto en las proximidades del laboratorio.
2. Los líquidos inflamables que tengan que almacenarse en el laboratorio deberán envasarse en recipientes de tamaño pequeño, de un litro o menos.
3. Los envases con líquidos inflamables deberán protegerse del calentamiento excesivo. Deben mantenerse a la sombra y lejos de la flama o parrillas eléctricas. Siempre que sea necesario calentar tales sustancias

deberán usarse mallas de calentamiento de tamaño apropiado o de preferencia usar baños de agua o vapor.

4. Los incendios originados por oxidación de sodio o de algún otro metal deberán extinguirse con arena o con carbono de sodio; los originados por disolventes flamables u otros materiales combustibles, se combatirán con extintores de bióxido de carbono o de polvo químico.

5. Cuando el fuego se inicie en equipo eléctrico deberá usarse solamente bióxido de carbono. El chorro de los extintores deberá dirigirse siempre hacia la base del fuego. (5,27,29)

7.1.2 Alarmas Contra Incendio.

Un paso muy importante para combatir los incendios se lleva a cabo al hacer sonar una alarma tan pronto como se detecte el fuego. Por lo que todo el personal, investigadores y alumnos deberán conocer donde están instaladas las alarmas y como hacerlas funcionar.

Entre las alarmas que existen se tienen :

- La vigilancia y alarma.

COMBUSTIBLES



Los extintores para incendios de la clase A deben identificarse con un triángulo que contenga la letra A. Color verde.

LIQ. INFLAMABLES



Los extintores para incendios de la clase B deben identificarse con un cuadro que contenga la letra B. Color rojo

EQ. ELECTRICO



Los extintores para incendios de la clase C deben identificarse con un círculo que contenga la letra C. Color azul

METALES



Los extintores para incendios de la clase D deben identificarse con una estrella de cinco puntos con la letra D. Color amarillo

TABLA X.

CLASES DE INCENDIO.

FUENTE : Kober, G.M. (23)

- La alarma automática que funciona cuando el fuego surge en las cercanías de los medidores.
- Los detectores de humo.

Este sistema de detección de fuegos, se considera como sistema fijo de extinción.

El empleo de un equipo para combatir el fuego es el siguiente paso en el control del fuego en sus primeras fases. Para que el equipo con que se cuenta sea el apropiado, es necesaria una comprensión de las clases de incendio que se pueden presentar en cada zona. (29)

7.1.3 Aparatos de Extinción de Fuego.

Se aplican como la primera línea de defensa considerando su tamaño y los materiales de extinción que contienen. La organización de esta primera línea de defensa es de primordial importancia porque puede detener cualquier tipo de fuego.

Para proyectar un sistema de extintores portátiles, sean manuales o portados sobre ruedas, hay que considerar las condiciones siguientes :

1.- Que cualquier persona pueda aprender fácilmente a usarlos.

Cuando se ataque un fuego con extintor, no debe empezarse la descarga desde lejos sino cerca del fuego, apuntando a la base de éste y repartiendo el contenido del aparato con movimiento de zig-zag, de manera que se barran las llamas hasta sacarlas del combustible.

2.- Que la colocación de ellos haga fácil su pronta aplicación. La altura para colocar un extintor debe permitir a cualquier persona poder sacarlo de su soporte con facilidad, dicha altura debe ser de 1.60 m a partir del piso y hasta la tapa.

3.- Que su tipo corresponda al tipo de fuego a extinguir. Cada extintor indica la clase de fuego a que se puede aplicar por medio de una letra.

4.- Que su capacidad de extinción sea suficiente para la magnitud del fuego. En cada aparato de extinción se representa la capacidad mediante un número.

5.- Que su mantenimiento no sea complicado. La carga tiene que ser renovada periódicamente y a la vez el aparato debe inspeccionarse regularmente y limpiarse. (FIG. V y VI)

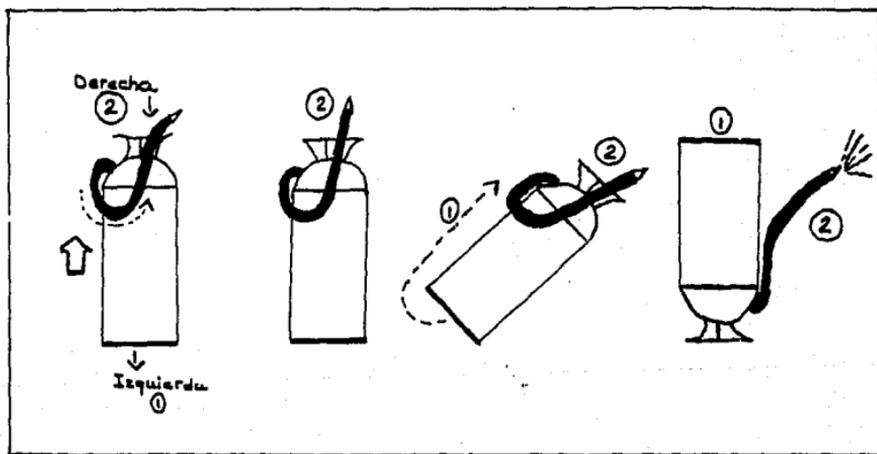


FIGURA VI.

USO DEL EXTINTOR DE SODA ACIDO Y ESPUMA.

FUENTE : Kober, G.M. (23)

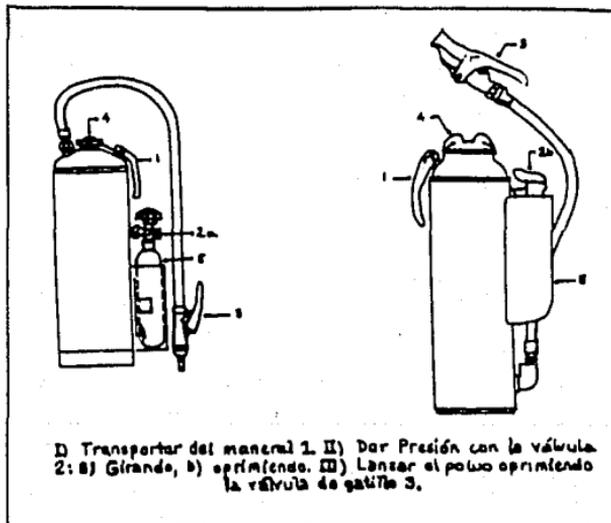


FIGURA VII.

COMPONENTES DEL EXTINTOR.

FUENTE : Kober, G.M. (23)

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Cada tipo de extintor presenta ventajas particulares pero para juzgar con acierto su aplicación se deben tomar en cuenta las características de los materiales, equipo o enseres sobre los que se va a esparcir su contenido para apagar un fuego o para enfriarlos o protegerlos, con el fin de no causarles deterioros inútiles además de los que el fuego llegue a causarles.

El uso de extintores encierra un principio que se tiene que entender claramente : "Apagar un fuego cuando apenas se inicia".

Para ello es indispensable cumplir con las cinco condiciones que ya se han señalado antes.

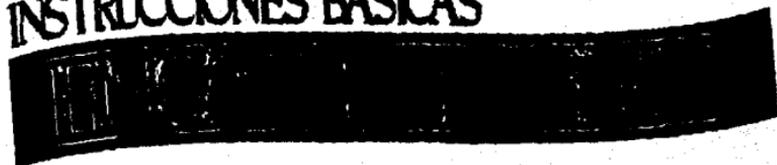
7.1.4 Instalaciones Fijas Para el Control de Incendios.

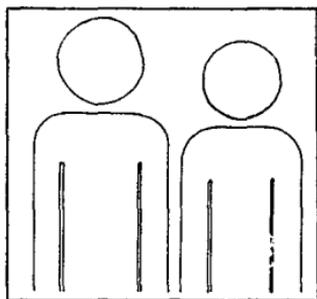
Después de los extintores vienen como segunda línea de combate contra el fuego las instalaciones fijas. Las sustancias que emplean son las mismas que se usan en los extintores, pero su manejo y dosificación se hace en forma automática, en los lugares en que el fuego llega a iniciarse. Estas sustancias son : agua, bióxido de carbono, polvos químicos a base de bicarbonato de sodio y espumas diversas. Estas espumas son importantes y también se aplican al combatir el fuego con mangueras, los principales sistemas fijos para combatir

incendios son :

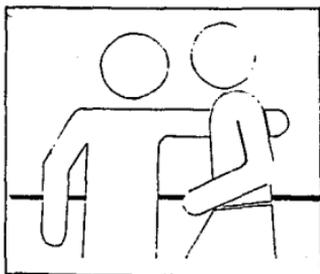
- 1.- Espuma química.
- 2.- Espuma mecánica.
- 3.- Rociadores.
- 4.- Sistema de instalación de bióxido de carbono.
- 5.- Sistema automático de polvo químico.
- 6.- Sistemas detectores del fuego. (47)

INSTRUCCIONES BASICAS

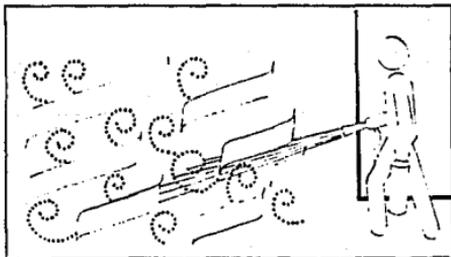




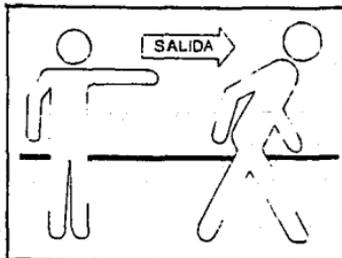
1) Conserve la calma



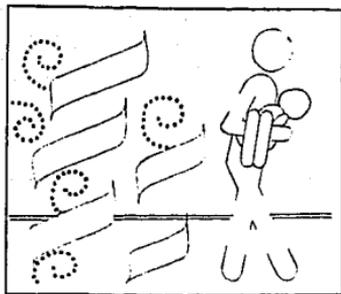
2) Informe de inmediato
al personal, sin
causar alarma.



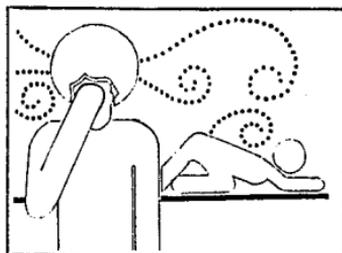
3) Si conoce su manejo
busque el extintor
más cercano y trate
de combatir el
conato



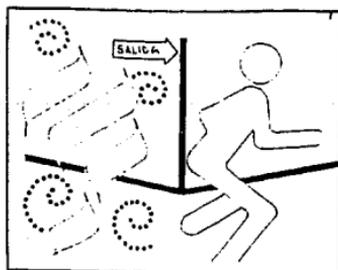
4) Obedezca las señales
del personal y ayude
si se le solicita



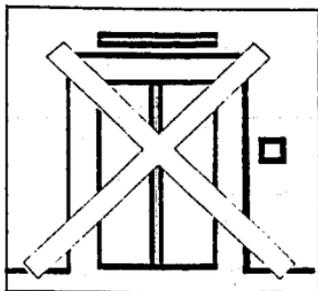
5) Aleiese serenamente del lugar. Avude a los minusválidos.



6) Moje un trapo y colóquelo sobre la nariz y la boca. Si el humo es denso arrastrese por el suelo



7) Desaloje siguiendo las instrucciones



8) No use los elevadores

7.2 Riesgos Eléctricos.

El mal funcionamiento de equipo e instrumental eléctrico en el laboratorio de microbiología puede ser motivo de incendio o de accidentes mortales.

Por lo anterior, todo el equipo eléctrico, deberá de inspeccionarse periódicamente, evaluando que este bien conectado, sin sobrecarga de líneas, enchufes de tres vías y tierras adecuadas.

Los riesgos eléctricos pueden clasificarse en dos grupos principalmente :

- 1.- Riesgos a las personas, como son las descargas, quemaduras o lesiones secundarias; y
- 2.- Riesgos a las propiedades, tales como el fuego o la explosión.

El equipo y los aparatos eléctricos deben escogerse, ser instalados y tener mantenimiento de forma adecuada. Estos requisitos no sólo son importantes en relación con los riesgos eléctricos, sino también en referencia con otros riesgos que se encuentran en los laboratorios. Junto a las descargas y las fallas del equipo, existe la posibilidad de fuego y explosión,

cuando intervienen líquidos inflamables, gases o polvos.

(6,9,12,18)

Existen dos tipos de lesiones ocasionadas por accidentes eléctricos :

a) Las lesiones indirectas, las cuales son causadas por choques eléctricos no mortales, que pueden dar lugar a lesiones como quemaduras, caídas, etc.

b) Las lesiones directas o que pueden ser mortales, este tipo de lesiones se aproximan a los voltajes de 40 V que son parcialmente peligrosos y a las corrientes de aproximadamente 100 mA en las cuales una exposición de tan solo 1-2 segundos puede resultar mortal. Los mecanismos de electrocución son el paro respiratorio, la fibrilación ventricular, la asfixia.

Todo equipo deberá siempre estar apagado y desconectado de la red cuando no este en operación; antes de ser inspeccionado; o bien durante su mantenimiento o traslado.

Cuando el mantenimiento se efectúa, no debe existir la posibilidad de que se aplique energía mientras el personal de mantenimiento trabaja en el equipo. Para lo anterior es necesario quitar los fusibles, además de desconectar el interruptor. Se deberá colocar un aviso junto al aparato y el interruptor explicando la situación. (6,12)

7.2.1 Prevención de Accidentes en el Trabajo con Equipo Eléctrico.

- 1.- Antes de usar equipo eléctrico de laboratorio es necesario inspeccionarlo cuidadosamente. El material aislante de los conductores debe estar en buen estado y el fusible del instrumento debe ser de la capacidad de corriente especificada por los fabricantes. Se deberán observar rigurosamente todas las medidas de seguridad recomendadas en los instructivos, en especial con el equipo de alto voltaje.

- 2.- Los cables de instrumentos para calentamiento : parrillas, mallas, calentadores de inmersión, estufas, etc., y los de extensiones que pudieran llegar a usarse con dichos equipos deberán ser del calibre adecuado. Cuando el cable de una extensión se caliente, esta deberá sustituirse por otra con conductores más gruesos. Habrá inspecciones periódicas tanto de los cordones como de los enchufes con el fin de asegurar la integridad y buen aislamiento de los mismos.

- 3.- Los líquidos inflamables que se conserven en el laboratorio deberán almacenarse lejos de los equipos eléctricos.

- 4.- Para eliminar los riesgos de descargas eléctricas, en la instalación de los laboratorios de microbiología, los cordones de los equipos eléctricos deberán ser de tres cables : "vivo", "neutral" y "tierra". Todas las salidas de la red alimentadora deberán estar conectadas de manera uniforme, respetando la polaridad.

- 5.- Los equipos eléctricos que emitan descargas eléctricas (toques) deberán ponerse fuera de servicio y repararse de inmediato. No deberán manejarse los equipos eléctricos con las manos mojadas o cuando se está cerca del agua.

- 6.- Las rejillas de ventilación de los equipos eléctricos deberán estar despejadas para permitir la circulación del aire y evitar el sobrecalentamiento de los mismos.

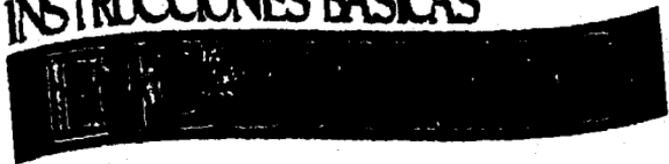
- 7.- Al terminar la jornada de trabajo deberán desconectarse de la red todos los equipos y deberá interrumpirse el suministro de energía a los circuitos del laboratorio, a excepción de las áreas autorizadas para el funcionamiento adecuado de refrigeradores, estufas, incubadoras, congeladores, etc.

7.3 Riesgos por Sismos.

Aunque son poco frecuentes pueden llegar a ocasionar caída de frascos, reactivos, equipos e inclusive derrumbes; además de traer como consecuencia acciones mucho más violentas y desastrosas.

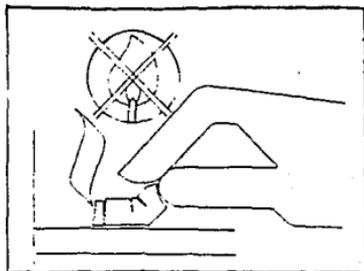
Es por esto que las instrucciones básicas que se recomiendan en caso de presentarse un fenómeno de este tipo, se presentan en la siguiente página. (6,12)

INSTRUCCIONES BASICAS

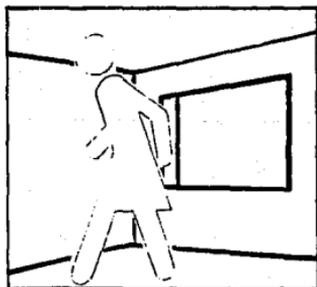




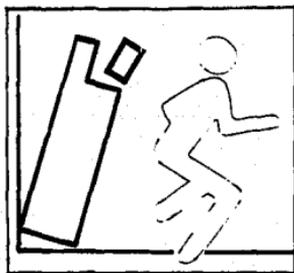
1) Conserve la calma



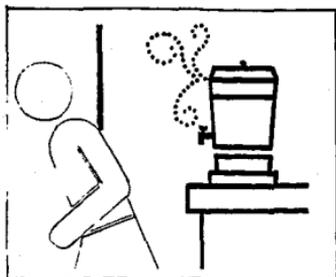
**2) Apague
inmediatamente
cigarros o cualquier
fuelle de incendio**



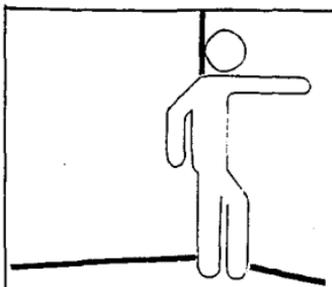
3) Alejese de ventanas



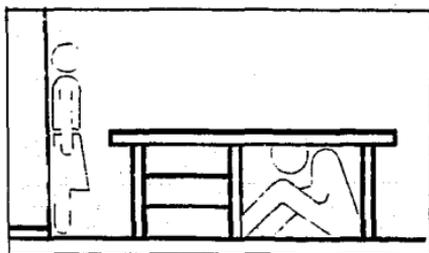
**4) Retirese de objetos que
puedan caer**



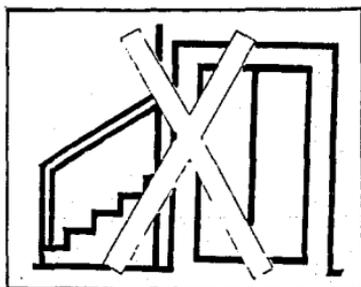
5) Aleiese de cosas calientes



6) No se recarge en las puertas



7) Coloquese junto a una columna o debajo de un escritorio, mesa, trabe



8) No usar escaleras o elevadores



CAPITULO VIII. DISPOSICIONES NORMATIVAS.

8.1 Regulaciones Generales.

El estricto cumplimiento de las normas, que representan la buena práctica en el laboratorio de microbiología, es la mayor garantía del programa de seguridad e higiene y no puede ser reemplazada por el equipo sofisticado o por cualquier otra medida de orden colateral.

En esta concepción se deben considerar las siguientes :

* Las disposiciones normativas establecidas como normas de seguridad e higiene deben estar colocadas a disposición de consulta y revisión de cada uno de los que integran al equipo de un laboratorio de microbiología.

* El botiquín de emergencia, debe ser frecuentemente revisado para renovar su contenido.

* Los extintores de fuego deberán ser colocados en lugares de fácil acceso y el conocimiento y entrenamiento de todo el personal facilitará las medidas de emergencia.

* La inmunización debe ser cumplida y renovada conforme a los riesgos potenciales que puedan afectar a cada miembro del

personal.

* Siempre debe caminar y moverse con el cuidado debido, nunca se debe correr o realizar acciones desajustadas a la operabilidad de las áreas analíticas.

* El laboratorio de microbiología debe ser mantenido limpio y organizado permanentemente, libre de materiales que no pertenecen a la práctica del mismo.

* Todos los procedimientos y técnicas deben ser ejecutados con el mayor cuidado, para minimizar la producción de aerosoles.

* Las superficies de las mesas y gabinetes requieren ser descontaminadas, antes de cada jornada de trabajo y al final de cada día.

* Los miembros del personal profesional o auxiliar deben lavarse las manos cuantas veces sea necesario, escrupulosamente con jabón o detergente, así como también al concluir las jornadas de trabajo.

* El uso de bata, delantal u overol, cuando sean necesarios, es obligatorio y deben ser lavados en áreas destinadas para estos fines, nunca deben introducirse en la rutina doméstica

familiar.

* En los casos necesarios, utilizar guantes, mascarillas, lentes de seguridad u otros elementos de protección laboral.

* Está estrictamente prohibido comer, beber, fumar, usar cosméticos, materiales de lectura u otros objetos ajenos a los servicios analíticos en las mesas y áreas del laboratorio.

* Cualquier accidente que ocurra, aunque sea de mínima consideración deberá ser informado al Director del programa de seguridad e higiene inmediatamente.

* Antes de salir del laboratorio, al concluir la jornada de trabajo, es obligatorio revisar las llaves de agua, gas y equipos con conexiones eléctricas, así como recolocar los materiales que requieren refrigeración y almacenamiento adecuado.

* Se debe disponer de los medios y servicios necesarios para la prevención e inmediato y rápido tratamiento de todas las enfermedades y daños resultantes de exposiciones ocupacionales.
(25,48,51)

8.2 Señalización.

Esta disposición normativa corresponde a la adecuada identificación e información, referente a los niveles de estructuras y función de una Institución y sus unidades. En este caso nos referimos al laboratorio de microbiología y sus respectivas áreas.

- Conforme a los niveles de la organización se identificarán las dependencias con señalización general y particular.

- La identificación debe ser adecuadamente presentada, con rótulos visibles y claros, para señalar lugares y áreas de circulación y los locales que integran al laboratorio en conjunto.

- Se recomienda preferentemente el color azul para identificación de los lugares de libre acceso o tránsito reglamentado, y el color rojo para acceso y tránsito prohibido a personas que no pertenezcan al personal de investigación del laboratorio.

- Es muy importante identificar las "Áreas de Peligro", con las entradas y salidas bien definidas y sus respectivos rótulos en cada puerta.

- En la señalización de cada unidad, corresponde colocar las especificaciones que se consideren procedentes, como : nombre del laboratorio (Microbiología, Infectología, Patología, etc.) y disposiciones de acceso.

- Existen signos de identificación internacional, los cuales se recomienda utilizar como medio de señalamiento adecuado. (FIGURA VIII).

- Es importante colocar dentro de las unidades, informaciones particulares que contribuyan a la rápida acción en caso de accidentes, como son : direcciones generales, direcciones de Instituciones médicas, nombre de los funcionarios que deben ser notificados o llamados para auxilio inmediato y sus teléfonos correspondientes.

- Colocar avisos, de tal manera que las personas ajenas al laboratorio conozcan que en dichos ambientes : NO SE DEBE FUMAR, NO SE DEBE COMER, NO SE DEBEN TOMAR BEBIDAS. A este tipo de señalización se le conoce como Prohibitivas Generales. (FIGURA VIII)

- Deberán existir también señales Mandatorias Generales, dentro de las cuales se deben incluir : USO DE BATA, USO DE LENTES DE SEGURIDAD, USO DE CUBREBOCAS, etc. (FIGURA VIII)

- Existirán también señales que identifiquen al Equipo contra Incendio, Equipo de Emergencia, Botiquín, Regaderas, Mantas de Asbesto, Soluciones Lavaojos, etc., adecuadamente identificadas. (FIGURA VIII)

- Algunos Signos de Señalización que se utilizarán en gran medida, son los que se presentan en la FIGURA IX, cuyos significados son :

1. Riesgo Químico.- Identifica las áreas donde existen materias corrosivas, explosivos, flamables, etc.
2. Nocivo.- Se utiliza para identificar sustancias que deben mantenerse alejadas de bebidas, alimentos y evitar confusión con estos.
3. Sustancias Infecciosas.- Es el señalamiento para indicar la presencia de un posible riesgo de tipo bacteriológico y para identificar locales, equipo, material, recipientes y animales experimentales que puedan estar contaminados con agentes infecciosos que puedan afectar al hombre directamente o su medio ambiente.
4. Corrosivo.- Se utiliza para indicar que son sustancias que pueden producir acciones corrosivas al hombre o a otros materiales o instalaciones.

5. Peligro.- Advierte que se deben tomar precauciones para evitar roturas.

Además de estas señales es importante hacer uso del código de colores, con el fin de no confundir las salidas de agua, con las de gas, aire, etc., las unas con las otras y provocar accidentes. Así mismo para reconocer las áreas peligrosas, localización del material de primeros auxilios, etc. (5,45,51)

A continuación se presenta el uso principal del código de colores en el laboratorio de microbiología :

ROJO.

Se emplea para indicar peligros, para localizar y hacer resaltar el equipo de emergencia. Básicamente se emplea en :

- 1.- Lugares de salidas de emergencia en caso de fuego o sismo.
- 2.- Las bombas de agua en caso de incendio.
- 3.- Todo el equipo contra incendios.
- 4.- Señales de peligro de todo tipo.

GENERALES :



Use lentes



Use ropa de trabajo



Use cubrebocas



Use bata



Use guantes



Regaderas



Peligro de muerte



Alta tensión



Material explosivo



Material
flamable



Botiquin

PROHIBITIVAS GENERALES :



No tomar alimentos ni bebidas en esta área

PREVENCION DE INCENDIOS :



No fumar



No prenda
cerillos



No emplee agua



No prender
flamas

EQUIPO CONTRA INCENDIO :



Hidratante de pared



Extintor



Estación de alarma



Alarma de
campana

AREAS DE TRABAJO Y SERVICIO :



Oficinas



Sanitario
hombres



Sanitario mujeres



Escalera sube



Escalera baja



Laboratorio



Laboratorio



Material
infeccioso

FIGURA VIII. SEÑALES MANDATORIAS.

FUENTE : OMS (1985)



Riesgo Químico



Nocivo



Material Corrosivo



Peligro

FIGURA IX. SIGNOS DE SEÑALIZACION.

FUENTE : OMS (1984)

ANARANJADO.

Este color se emplea para designar partes peligrosas del equipo, que puedan lesionar. Se aplica en :

- 1.- Las partes móviles no protegidas y accesibles de las máquinas.
- 2.- Botones de arranque o manijas.

AMARILLO.

Por su alta visibilidad se emplea para indicar precaución con el fin de evitar golpes, tropezones, caídas y otros accidentes.

- 1.- Principalmente empleado en señales de precaución.

VERDE.

El verde será el color básico para significar "SEGURIDAD" y la colocación de los primeros auxilios (que no se relacionen con el equipo contra incendio). (7,38,48,51)

8.3 Higiene del Personal.

Las prácticas de higiene personal en el laboratorio microbiológico, muchas veces no son seguidas con la formalidad que corresponde, sin embargo están destinadas a prevenir lesiones o enfermedades directamente relacionadas con esta labor.

En menor grado, pueden mejorar la calidad del trabajo, al reducir la posibilidad de contaminación con los materiales de experimentación.

Las precauciones y prácticas recomendadas se basan en razones obvias, la historia de los accidentes de trabajo esta llena de ejemplos de peligros que sólo se detectaron cuando ya era demasiado tarde.

Por estas razones fundamentales, la observación de prácticas inocuas, aunque parezca innecesario, proporciona un margen de seguridad cuando existe un peligro inadvertido, entre estas, se establecen las siguientes :

- Obedecer los avisos que se instalan para su seguridad.

- Los alimentos, goma de mascar y bebidas se mantendrán y consumirán fuera del laboratorio, en el área destinada

específicamente para fines de consumo de alimentos y de descanso.

- El agua que se destine para uso del personal, para beber, deberá estar colocada en lugares fuera de peligro y ser accionados mecánicamente. Los garrafones de agua estarán localizados en el corredor o áreas destinadas para estas necesidades. Nunca se deberán usar los recipientes en que se analiza para beber agua u otros líquidos.

- Queda estrictamente prohibido fumar en el laboratorio.

- Es importante mantener la precaución de no llevarse las manos a la boca, nariz, ojos, cara y pelo, evitando la autoinoculación de aerosoles.

- El pelo largo y la barba no son recomendables para el trabajo y la práctica del laboratorio de microbiología, se recomienda recogerse el pelo con ligas o broches recortarse la barba y los bigotes.

- Al utilizar los desinfectantes es recomendable que si estos producen aspereza, sequedad excesiva o sensibilización de la piel, se tomen las medidas preventivas, usando cremas después de utilizarlos; pero siempre fuera del laboratorio.

- Debe cuidarse de secarse las manos antes de manejar enchufes eléctricos, o utensilios de cristal. (4,10)

Debe prevenirse que el personal enfermo asista a laborar, con el fin de evitar el contagio de los demás y de las muestras que se manejan.

Todos los empleados del laboratorio deberán someterse a un examen médico exhaustivo; además de que deberá existir un monitoreo médico constante de todos estos. (48)

Deberá llevarse a cabo un registro de todos los accidentes que sucedan, con el fin de llevar una historia clínica de cada empleado.

8.3.1 Precauciones del Personal.

Los miembros del laboratorio no podrán desviar o modificar los procedimientos técnicos sin el permiso del Director de Seguridad e Higiene. Además deberán ajustarse a las siguientes reglas con el objeto de evitar accidentes laborales :

8.3.1.1 Ropa Protectora.

- a) Todo el personal del laboratorio, tenga el puesto que tenga y en cualquier momento de su trabajo en el

laboratorio de microbiología, deberá usar su ropa de protección, batas, overoles, mandiles, etc.

- b) La ropa protectora deberá dar una adecuada protección y ser una parte importante de la seguridad del personal, si la ropa se encuentra en mal estado : rota, quemada, con agujero; deberá sustituirse inmediatamente.
- c) Además la ropa protectora deberá cambiarse con frecuencia, especialmente cuando haya sido o se crea que esta contaminada. Un mínimo de 6 batas, deben ser proporcionadas a cada miembro del personal.
- d) Las batas u otra ropa que sea usada en el laboratorio de microbiología deberán quitarse antes de salir del mismo y visitar los comedores, centros recreativos, librerías, bibliotecas, etc. Deberá incluirse un mensaje en cada puerta de los laboratorios que diga cual es la ropa que se requiere para trabajar en este.
- e) Cuando se quite la bata temporalmente debe colocarse en el laboratorio de microbiología o en el área de trabajo en las perchas colocadas para ese propósito. Nunca deben colocarse en los locker personales, ya que podrían contaminar la demás ropa y accesorios.

- f) Ropa protectora especial debe ser proporcionada al personal que visite las instalaciones, así como para las personas que tomen muestras de sangre de animales. Esta ropa debe mantenerse aparte de la ropa de protección de uso común en el laboratorio. (25,48,51)
- g) Se recomienda el uso de una bata que se abroche de manera cruzada, con botones de presión y cuyas mangas queden ajustadas a la muñeca. Para el manejo de agentes patógenos, virus u otros materiales contaminados y considerados como altamente infecciosos.

8.3.1.2 Guantes.

- a) Deberá existir una cantidad adecuada de guantes disponibles para su uso en cualquier momento y que deben ser empleados principalmente para el manejo de sangre, muestras y materiales de los cuales no se conozca el microorganismo que este presente y que sean considerados como "Material Infeccioso".
- b) Es recomendable el uso de guantes del tipo quirúrgico, por las características que presentan, además de que no son muy gruesos y no impiden el trabajo de rutina.
- c) Los guantes de asbesto serán utilizados cuando se

manejen muestras calientes, sean o no potencialmente infecciosas. (25,48,51)

8.3.1.3 Lavado de Manos.

- a) El personal debe ser concientizado para lavarse las manos varias veces al día : a) durante los períodos de trabajo, b) antes de dejar el área de trabajo, c) después de quitarse la ropa protectora. d) después de quitarse los guantes de seguridad y e) antes de iniciar el trabajo en las áreas estériles; con el fin de no contaminar otras áreas y a otras personas.

- b) Los lavamanos deben situarse de preferencia cerca de las salidas de cada área de trabajo, en las áreas de recepción y en cada oficina donde las muestras y las formas de requisición sean manejadas.

Se recomienda que si 10 o más personas trabajan normalmente en una habitación, existan 2 lavamanos para ser utilizados por estas; y cuando uno este en uso el otro este disponible.

- c) Los lavabos no deben ser usados para otros propósitos que no sean lavarse las manos y deberán tener llaves que dejen fluir el agua libremente al ser operados

automáticamente esto facilitará su operación, además de que se evitarán derrames de agua.

d) El uso de jabón de pastilla no es recomendable, ya que el jabón puede quedar contaminado y de esta manera contaminar a otras personas que lo utilicen después. Se recomienda el uso de jabón líquido que deberá encontrarse dispuesto en despachadores especiales colocados en la pared, al lado del lavabo.

e) No se recomienda el uso de toallas de tela, o rollos de toalla, ya que habría que lavarlos muy frecuentemente y no son seguros; para este fin se recomienda el uso de toallas de papel, las cuales deben desecharse en los recipientes apropiados revestidos interiormente con bolsas de plástico, que se desecharán al final del día, previamente cerradas. (25,48,51)

8.3.1.4 Especificaciones Para la Bata de Laboratorio.

El diseño de la bata que deberá utilizarse en los laboratorios de investigación y docencia microbiológicos, sea cual sea su rama de especialización, se basa en el que fue elaborado por Docusett y Heggie (1972).

Las especificaciones recomendadas son :

1. Deberá estar elaborada con tela blanca cuya composición sea de poliéster -algodón.
2. Debe tener doble frente.
3. De preferencia deberá tener botones de presión con el fin de poder abrocharla y desabrocharla con facilidad.
4. Tendrá cuello alto.
5. Deberá ser de manga larga.
6. Los puños deberán tener resorte en la muñeca, para que quede adecuadamente ajustada. (51)

8.4 Higiene de los Laboratorios.

Las áreas empleadas para el trabajo de bioanálisis y destinadas para el laboratorio de microbiología en general, requieren de hábitos de organización y limpieza conforme al nivel al cual están destinados.

Es por esto que la limpieza deberá programarse para que todas y cada una de las secciones que conforman el laboratorio se mantengan limpias, efectuándolas a diario y preferiblemente

en horarios fuera del trabajo.

Para facilitar la limpieza de las paredes, techos y pisos del laboratorio, estos deben construirse con materiales lisos, continuos e impermeables, que permitan su correcto lavado y que impidan la acumulación de polvo y otros materiales.

La deficiencia en la limpieza de paredes, techos, vidrios y piso ocasiona :

- Disminución de la iluminación.
- Aumento de los accidentes.
- Cansancio de la vista de los alumnos, maestros e investigadores.
- Escasa precisión en el trabajo.
- Riesgo de Incendios.
- Riesgo de Infecciones.

Es evidente que corresponde al personal de mantenimiento la adecuada limpieza de los laboratorios y las condiciones de los mismos; sin embargo este personal deberá recibir instrucciones

precisas, ya sea del director de seguridad e higiene o del jefe de mantenimiento, para realizar sus funciones adecuadamente.

Las áreas de los laboratorios que no deban ser limpiadas por este personal, deben tener un letrero en la puerta, así como los lugares del laboratorio que requieran un manejo específico.

En la limpieza del laboratorio de microbiología se recomienda además de agua, que se utilice con algún desinfectante, con el objeto de eliminar cualquier residuo orgánico o microorganismo que pueda haber quedado al terminar las labores.

El propósito final de esta técnica es la destrucción de organismos potencialmente peligrosos, por lo que todos los materiales, equipos, pisos, mesas y otras superficies donde se hayan manipulado materiales biológicos peligrosos deberán :

- a) Desinfectarse regularmente, mediante los principales métodos de desinfección, que incluyen el calor, la limpieza con jabones y/o detergentes de las superficies de trabajo y soluciones químicas.

Los dos primeros métodos son los más efectivos y económicos, por lo que antes de aplicar un desinfectante químico, deberá retirarse el material orgánico ya que de no ser así se inactivará. (4,10,12) (TABLA XV)

8.4.1 Desinfectantes.

Antes de usar los desinfectantes en la limpieza diaria del laboratorio de microbiología, se deberán tener en cuenta sus "MITOS" y "REALIDADES", y de esta manera elegir a los más adecuados.

"MITOS"

ATRIBUCION DE
PROPIEDADES DE
LAS QUE CARECEN

DESODORANTES
ESTERILIZANTES
LIMPIADORES

"REALIDADES"

- * Actividad Reducida
- * Caros
- * No siempre se dispone de los mas adecuados
- * Se contaminan
- * No se utilizan adecuadamente
- * Se inactivan
- * Se les atribuyen propiedades de las que carecen

Jabones
Detergentes
Agua Dura
Corcho
Celulosa
Material y Equipo de Limpieza
Suciedad en la Superficie que se Aplique

TABLA XI.

Agentes que inactivan a los desinfectantes.

Fuente : Castro, F.Y. (12)

Los desinfectantes, requieren instrucciones de las casas productoras, ya que esta es la mejor guía de utilización. El personal a cargo del entrenamiento deberá de transmitir las disposiciones para estos fines.

Tendrá que existir una norma escrita acerca de los desinfectantes que se utilizarán para cada propósito y de la dilución que debe emplearse de acuerdo a exámenes elaborados en el laboratorio.

Se recomienda que los desinfectantes en sus diluciones más usuales se encuentren en cada estación de trabajo para ser usados en caso de accidentes; y estos deben cambiarse diariamente. Las diluciones más utilizadas serán elaboradas cada día (estarán frescas). Los desinfectantes diluidos no se guardan en el almacén por más de 24 horas. Además de que los frascos en que se almacenen los desinfectantes también deben lavarse adecuadamente, antes de volver a utilizarlos, recomendándose el uso de detergentes.

Cabe hacer la aclaración de que los desinfectantes no sólo serán utilizados para la limpieza del laboratorio en general, sino que también serán empleados para el lavado del material sucio: pipetas, cajas petri, matraces, etc. Es por esto que todo el material de vidrio que vuelve a emplearse y no se desecha después de haber trabajado con él, requerirá de un

tratamiento con desinfectantes antes de ser lavado con detergente y agua, con el fin de quitar toda la materia orgánica y evitar infecciones por mal lavado. Es importante que este material entre en contacto con la solución de desinfectantes por aproximadamente 24 horas, antes de ser lavado ; de esta manera el desinfectante estará en contacto tanto con la superficie externa de los artículos como con su interior. La TABLA XI presenta los principales desinfectantes químicos más empleados.

Cada laboratorio, deberá elegir los más adecuados de acuerdo a sus necesidades y definir las políticas para su empleo.

(4,10,12,45) (TABLA XII)

8.4.1.1 Reglas Generales Para el Uso de Desinfectantes.

Siempre que se maneje cualquier tipo de desinfectante, el uso de guantes será obligatorio.

Las características generales de los desinfectantes más empleados para la limpieza del laboratorio de microbiología son :

A) Alcohol Etilico.- Este compuesto se emplea principalmente para el aseo de las campanas de seguridad e

GRUPO	EJEMPLO
Alcoholes	Etilico
Aldehidos	Formaldehído
Compuestos de Amonio Cuaternario	Cianuro de Benzalconio
Diguanidas	Clorhexidina
Halógenos	Iodo
Fenólicos	Fenol
Mercuriales	Mercurio

TABLA XII.

Principales Desinfectantes Químicos.

Fuente: Castro, F.Y. (12)

instrumentos de laboratorio. Las soluciones con concentraciones de 70% a 90% se usan como antiséptico y son las más empleadas. No deja residuos, pero no es esporicida.

B) Alcohol Isopropílico.- Las soluciones al 50% de concentración, tienen el mismo uso que el anterior.

C) Aldehídos.- Como el formaldehído, glutaraldehído, etc. El formaldehído se vende en concentraciones del 37% del gas en solución de agua con el nombre de "formalina", o como compuesto sólido polimerizado con el nombre de "paraformaldehído". Es un desinfectante muy activo, pero su olor acre exige tener cuidado especial en el laboratorio, cuando se usa en soluciones, debido a que es tóxico y produce irritación cutánea, ocular y respiratoria. El formaldehído requiere de la presencia de una alta humedad para ser activado y es usado en los laboratorios principalmente para desinfectar por hervido en partes iguales de formalina y agua. El vapor de formaldehído que se desprende de una solución es un desinfectante eficaz para esterilizar salas y edificios. Generalmente se usa en casos de emergencia, es decir cuando se requiere de acción rápida.

El glutaraldehído no penetra realmente la materia orgánica por lo que es usado únicamente para limpiar las superficies. Es menos irritante que la formalina; se emplea principalmente

en virología y para la desinfección de centrifugas. Para su uso se hace una solución diluida del 2-3%, con 0.3% de un buffer de bicarbonato, siendo más eficiente a un pH = 7.0 -8.0. Esta solución deberá ser desechada después de 12 horas, ya que se deteriora haciéndose alcalino.

D) Compuestos de Amonio Cuaternario.- Se emplean desde hace más de 40 años como desinfectantes, aún así existe controversia sobre su efectividad, pero debido a que son muy activos en la superficie, son muy populares. Tienen la ventaja de ser inodoros, estables, baratos y relativamente atóxicos. Bajo estas condiciones se usan como detergentes en concentración de 1 a 20 g/litro.

E) Compuestos Fenólicos.- Estos no son muy inactivados por la materia orgánica y no atacan a los metales. Se utilizan como base de muchos desinfectantes, combinados con detergentes al 1 o 3%. En esta forma son aprovechables para combinación de limpieza y desinfección de superficies (10-50 g/litro). Presentan el inconveniente de producir irritación en la piel y en los ojos, pueden ser tóxicos y no son esporicidas.

F) Hipocloritos.- Estos compuestos son considerablemente inactivados por la materia orgánica y atacan a los metales en diversos grados. Estos son apropiados para su uso en sangre y virus, incluyendo hepatitis B y Virus del SIDA, pero no para

materiales tuberculosos, ni para centrifugas, partes móviles de la maquinaria, o superficies metálicas. Estos pueden ser empleados en virología, hematología y patología química, para desinfectar pipetas y la desinfección de superficies. Los productos comerciales usualmente contienen 10,000 ppm de cloro disponible y pueden usarse como sigue :

Uso General : Una solución al 1% que contenga 1,000 ppm de cloro disponible.

Para contenedores de pipetas : Una solución al 2.5% que contenga 2,500 ppm de cloro disponible.

Para materiales con sangre, etc. : Una solución al 10% que contenga 10,000 ppm de cloro disponible.

G) Cloro.- Es un activo agente desinfectante universal, actúa contra todos los microorganismos. Se expende en la forma de solución de hipoclorito de sodio; se emplea para el lavado de instrumentos, cubrir material derramado, etc. La concentración más recomendada es la de 1%, pero si se requiere destrucción de materia orgánica, se utiliza en una concentración del 5 al 10%.

H) Yodo.- Su acción es muy similar a la de los hipocloritos, siendo los yodoformos muy usados como

desinfectantes para superficies limpias, que pueden tratarse efectivamente con soluciones que contengan 0.075 g/litro. Las soluciones alcohólicas son recomendadas para el lavado de instrumentos, manos, etc., actuando como esporicidas de amplio espectro. El inconveniente que puede presentar es que tiñe las superficies y puede ser neutralizado por la presencia de materia orgánica. (4,10,47)

8.4.1.2 Definiciones.

Dilución-Usada.- Esta es la dilución, ejemplo en agua, a la cual un desinfectante particular debe ser usado bajo condiciones de laboratorio, para propósitos particulares. Este generalmente es sugerido por el productor.

Pruebas de Uso.- El desinfectante se somete a pruebas cuando a sido usado para determinar la presencia y el número de organismos vivos. (10)

8.5 Eliminación de Residuos.

En los laboratorios microbiológicos, se producen como consecuencia de los ensayos y determinaciones analíticas, una considerable cantidad de desechos biológicos y materiales

químicos, que requieren ser eliminados en condiciones de precaución y seguridad.

Corresponde a cada institución la responsabilidad de realizar esta eliminación en una forma que asegure la protección del personal involucrado en este trabajo y la comunidad externa.

Por consiguiente, se establecen reglas generales, independientemente de que cada desecho particular puede requerir de un tratamiento específico relacionado con su naturaleza.

Entre las reglas generales, están las siguientes :

- No verter materiales corrosivos por el fregadero, a menos que sea posible eliminar conjuntamente con una fuerte corriente de agua.

- Disponer de recipientes o depósitos adecuados.

- Entrenar al personal para establecer responsabilidades en sus respectivas actuaciones conforme a los tipos de residuos :

Generales : No implican riesgo potencial y pueden ser eliminados como desechos domésticos.

Biológicos : Material contaminado, animales, medios de cultivo. Requieren de tratamientos específicos antes de su eliminación como esterilización y/o incineración, como ya se vio anteriormente.

Químicos : Productos que producen por su naturaleza particular, riesgos de carácter inflamatorio, corrosivo, tóxico, etc. Requieren tratamientos con mucha agua en el drenaje y evitando la producción de aerosoles.

Radioactivos : El riesgo depende de la cantidad de material, tipo de emisión (alpha, beta, gama), la vida media y el entrenamiento especializado del personal.

Mixtos : Combinaciones de los anteriores.

- Se debe identificar cada recipiente o bolsa de desecho, conforme a su contenido y destino (esterilización, incineración, otros).
- Los productos químicos, corrosivos o tóxicos, deben ser diluidos antes de ser desechados.
- El destino final de los desechos, puede ser la incineración cuando no son inflamables y existan condiciones para este procedimiento. (5,18,22,25,32)

8.6 Higiene y Limpieza del Material de Vidrio.

El material de vidrio que comúnmente se usa en el laboratorio microbiológico, debe estar limpio, seco y libre de cualquier tipo de contaminantes, ya que la presencia de estos aún en pequeñas concentraciones puede afectar los resultados analíticos.

Es también necesario enfatizar la trascendencia que tiene la forma de efectuar el lavado del material, sobre todo la del volumétrico, ya que si este se lava bruscamente y se usan abrasivos, la superficie interna se rayará afectándose el volumen que deben contener, de modo que ya no cumple con las especificaciones de diseño.

Otro paso importante es el enjuague del material, este debe ser suficiente y adecuado usando para ello agua destilada con la finalidad de eliminar residuos de las soluciones detergentes, las cuales se ha demostrado que pueden inhibir el crecimiento de los microorganismos o bien alterar el pH de algunas reacciones.

El material de vidrio que se utilice en bioensayos debe enjuagarse con agua destilada y no con agua desionizada, ya que se ha encontrado que esta puede contener residuos de los materiales que se estén analizando.

El material de vidrio que se utiliza en los análisis microbiológicos debe ser exclusivo para este fin. (3,25,48)

8.6.1 Recomendaciones Generales.

- 1.- Utilizar materiales de vidrio de borosilicato de bajo coeficiente de expansión térmica, que tiene excelente resistencia a los ácidos excepto al fluorhídrico.
- 2.- Para el lavado ordinario (método A) usar soluciones detergentes alcalinas o neutras, recomendadas para este tipo de material.
- 3.- Para tratamiento severo (método B) utilizar mezcla crómica, ácido nítrico caliente, ácido sulfúrico, alcohol, hidróxido de potasio en alcohol, fosfato disódico en solución acuosa, etc.
- 4.- Clasificar y separar el material contaminado del no contaminado y colocarlo en los lugares asignados en cada caso, en áreas físicas bien separadas.
- 5.- El material contaminado debe colocarse en recipientes adecuados para su esterilización y lavado posterior.

- 6.- El agar proveniente de cajas, tubos, matraces, etc., una vez esterilizado debe recolectarse en bolsas de plástico de alto punto de fusión para su eliminación posterior; lo recomendable es incinerarlo, no debe eliminarse por el drenaje.
- 7.- El material desechable contaminado debe depositarse en recipientes especiales (ejemplo : bolsas de plástico de alto punto de fusión, y posteriormente esterilizarse, desecharse o incinerarse.
- 8.- Las pipetas contaminadas inmediatamente después de su uso deben colocarse en recipientes que contengan soluciones germicidas; se les quita el algodón de la boquilla y se procede a su esterilización evitando depositar sobre ella s material que pueda quebrarlas. Finalmente deben someterse al procedimiento de lavado en forma manual o con lavadores semiautomáticos para pipetas.
- 9.- Durante el lavado no usar fibras ni polvos, auxiliarse de escobillones en buen estado y de estropajos y/o esponjas.
- 10.- Colocar el material en escurridores y/o canastillas. Dejar secar al aire. (10,16,25)

8.6.2 Métodos de Lavado.

A) Limpieza general u ordinaria.

1. Colocar el material previamente esterilizado en recipientes que contengan soluciones detergentes apropiadas, cuidando que el material quede totalmente sumergido.

2. Lavar el material con la solución detergente, auxiliándose de escobillones en buen estado y de esponjas de celulosa o estropajos. No usar limpiadores abrasivos.

3. Enjuagar con agua destilada por lo menos tres veces.

4. Comprobar la eficiencia del lavado, aplicando el proceso de validación de lavado del material de vidrio, que se presentará más adelante.

B) Tratamiento Severo.

Si después del lavado ordinario, en el material permanecieran algunos contaminantes que se manifiestan por la presencia de residuos o porque la superficie del mismo no se humecta uniformemente, se recomienda sumergir el material en mezcla crómica o en ácido sulfúrico como a continuación se indica.

1. Observando las medidas de seguridad adecuadas, sumergir el material en mezcla crómica o en ácido sulfúrico durante 10 a 15 minutos.

2. Sacar el material y aplicarle el lavado ordinario como se indica en el punto A.

La frecuencia del tratamiento severo debe establecerla cada laboratorio. (48,51)

8.6.3 Esterilización del Material Limpio.

El objetivo de la esterilización es el de asegurar que todo el material de vidrio y/o plástico esterilizable utilizado en pruebas microbiológicas se encuentre libre de microorganismos vivos o de otras sustancias químicas que interfieran con las pruebas (vitaminas, aminoácidos, penicilinas, etc.).

Procedimiento :

1. Esterilización por calor húmedo :

Este proceso se aplica al material que no resiste temperaturas arriba de 135 grados centígrados.

- 1.1 Se recomienda usar ciclos de esterilización con

temperaturas de 122 grados centígrados, mas menos 1 grado centígrado, durante 20 minutos.

1.2 Todo el material a tratar en forma individual o conjunta debe cubrirse perfectamente con material permeable, resistente al calor (papel o plástico), no debe usarse papel aluminio o celofán.

1.3 Si el material a esterilizar es un recipiente con tapón de cerrado hermético, esterilizar en forma independiente el tapón y el frasco para permitir la penetración del vapor.

1.4 Operar el esterilizador (autoclave) de acuerdo a las instrucciones del equipo.

1.5 El material tratado debe identificarse perfectamente con la fecha de esterilización.

1.6 Todo el material tratado debe colocarse en el área destinada a su uso. (48,51)

2. Esterilización por calor seco :

Este proceso se aplica a todo material cuya resistencia térmica sea superior a los 150 grados centígrados o para

materiales en los que deban eliminarse contaminantes químicos o biológicos.

2.1 Los ciclos de esterilización-descontaminación deben usar temperaturas de 170 grados centígrados más menos 10 grados centígrados, durante una hora.

2.2 Todo material a tratar en forma individual o conjunta debe cubrirse perfectamente con papel aluminio o colocarse en recipientes de acero inoxidable. No usar fibras sintéticas o de algodón.

2.3 Operar el horno de acuerdo a las instrucciones del equipo.

2.4 Al término del proceso dejar enfriar el material dentro de la autoclave, o bien dentro del horno.

3. Documentación :

3.1 Cada ciclo de esterilización debe registrarse en una libreta con los siguientes datos :

A) Fecha del proceso.

B) Condiciones del Proceso (tiempo, temperatura y/o presión).

- C) Material Procesado.
- D) Nombre y firma del Operador
- E) Uso del material.

3.2 Cada ciclo de esterilización debe validarse aplicando el proceso de "Validación del Proceso de Esterilización por Calor Húmedo en el Laboratorio de Microbiología" y el de "Validación del Proceso de Esterilización por Calor Seco en el Laboratorio de Microbiología".

3.3 Los resultados de la validación deben registrarse en la libreta correspondiente. (48,51)

8.6.4 Validación del Proceso de Lavado de Material de Vidrio.

El objetivo de esta validación es el comprobar la efectividad del método de lavado del material de vidrio y se aplicara para todos los materiales que se utilicen en las determinaciones microbiológicas.

1.- Material y Reactivos :

1.1 Material de vidrio usado en el laboratorio.

- 1.2 Azul de bromotimol
- 1.3 Rojo de fenol
- 1.4 Rojo de metilo
- 1.5 Fenolftaleina

2.- Procedimientos :

2.1 Preparación de las soluciones indicadoras siguiendo las indicaciones de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos de 1988.

2.2 Elegir la solución indicadora de acuerdo al detergente o solución de limpieza empleada en el lavado del material en cuestión.

2.3 Seleccionar el número de unidades lavadas y escurridas, aplicando la siguiente fórmula :

$$N + 1$$

donde N = número de unidades lavadas.

2.4 Si el material seleccionado no se humecta de manera uniforme y/o presenta residuos, repetir el proceso de lavado.

2.5 Si el material seleccionado esta "limpio" de manera

aparente, agregar una gota de la solución indicadora apropiada para verificar que el pH se encuentra cercano a la neutralidad; lo cual comprueba la ausencia de residuos alcalinos o ácidos, según sea el caso.

3.- Criterio de aceptación :

3.1 Si no se observa vire del indicador, el material se considera aceptable para su uso.

3.2 Si se observa vire del indicador, hacia el lado ácido o alcalino, repetir el procedimiento de lavado en todo el material en cuestión y los pasos 2.3, 2.4 y 2.5 de este procedimiento. (48,51)

8.7 Precauciones en la Operación del Laboratorio.

En el laboratorio pueden presentarse una gran cantidad de accidentes, por lo que es necesario tomar las medidas necesarias para evitarlos y poder controlarlos en mayor medida. Algunos de estos accidentes son provocados por : especímenes; instrumentos; material de vidrio; o por la producción de aerosoles. (25,38,48,51)

8.7.1 Precauciones con los Especímenes.

Estas muestras (sangre, líquido cefalo-raquídeo, secreciones y excreciones, etc.) constituyen riesgos potenciales, mientras no sean conocidos los resultados de las investigaciones analíticas.

Para prevenir accidentes por el inadecuado manejo de estas, evitando el contacto de riesgo.

- 1).- Utilización de la técnica correcta al extraer o recibir una muestra, evitando el contacto de riesgo.
- 2).- Identificación de la muestra conforme a los riesgos potenciales (rótulos o discos de color).
- 3).- Cuidar de reducir al máximo la producción de aerosoles y evitar el derramamiento en las transferencias necesarias.
- 4).- El transporte de muestras requerirá de envases y condiciones que proporcionen la mayor seguridad, con el fin de evitar roturas y derramamiento de las mismas.
- 5).- El desecho de la parte de muestra no utilizada, requiere el cumplimiento de las regulaciones

establecidas en la higiene del laboratorio.

(25,38,48,51)

8.7.2 Precauciones con los Instrumentos.

Los riesgos de accidentes y/o infecciones, pueden ser disminuidos significativamente, con la buena práctica y las condiciones de los instrumentos, que son parte esencial del bioanálisis.

Entre los instrumentos, que pueden causar riesgos en trabajos rutinarios, se consideran los siguientes :

1.- Jeringuillas y Agujas.

Aparentemente la utilización de estas, no involucra riesgos de mayor alcance, pero siempre corresponde proceder con vigilancia para evitar punciones, aerosoles y derrames accidentales. Por estas razones, corresponde actuar con precauciones generales :

- a) Usar jeringuillas que respondan con buen ajuste entre la aguja y la jeringuilla.

- b) No remover la cubierta de la aguja para sacar el aire de la jeringuilla.
- c) No volver a utilizar jeringas desechables.
- d) Nunca desinfectar agujas estériles antes de usarlas.
- e) Llenar cuidadosamente la jeringa para minimizar las burbujas de aire.
- f) No colocar en los recipientes (tubos de ensaye, matraces) el material biológico con la aguja puesta.
- g) Tratar de evitar el uso de jeringas para mezclar líquidos.

En caso necesario, se debe asegurar que solamente el extremo de la aguja sea introducido en la superficie del líquido y controlar el impulso excesivo en la operación de mezclar.

h) Jeringas utilizadas con material de riesgo de contaminación, deben ser desechadas en un recipiente con desinfectante, previamente a su eliminación total.

- i) En caso de producirse la aspiración excesiva de líquidos o formación de burbujas, la eliminación del líquido

debe ser realizada en un recipiente que contenga algodón con suficiente desinfectante.

- j) Operaciones con material contaminante, deberán ser realizadas en las Campanas de Seguridad. (25,48)

2.- Pipetas.

La utilización de estas para medir y transferir líquidos genera implícitamente riesgos, frecuentemente inadvertidos dentro de la práctica analítica rutinaria.

La condición que representan los líquidos tóxicos, corrosivos o que contienen agentes infecciosos y en otros casos radioactivos, determina que una pipeta se pueda convertir en una pieza de considerable riesgo.

El sistema de succión y expulsión oral ocasiona la producción de aerosoles, que observados mediante la fotografía tomada a alta velocidad, permite conocer que cuando se sopla con fuerza de intensidad moderada la última gota de líquido contenido en una pipeta produce un aerosol de 15,000 gotitas, la mayoría de menos de 10 micrómetros.

Este riesgo se puede reducir, mediante el empleo de una

buena técnica, en caso necesario la utilización de Campanas de Seguridad y los accesorios mecánicos, de diversos tipos. Estos últimos son los más recomendables en el uso cotidiano.

Las prácticas de Seguridad, que rigen el uso de PIPETAS Y ACCESORIOS, se establecen para tratar de contener y disminuir la formación y actividad de los aerosoles. Entre estas son muy importantes, las siguientes :

- a) Se debe preferir el uso de accesorios (existen varios tipos para diversas operacionalidades) para sustituir el uso de pipetas de succión oral (frascos dispensadores).
- b) En mediciones de sustancias biológicas peligrosas, tóxicas o corrosivas, es imprescindible el uso de tapones de algodón, o preferentemente usar pipetas automáticas o frascos dispensadores.
- c) Debe cuidarse que el dedo que se esta usando para cerrar la pipeta, no sea contaminado con el material que representan riesgo, ya que es frecuente la alternabilidad de la boca y el dedo en la manipulación de una pipeta.
- d) Las mediciones de marca a marca, deben preferirse, de modo que no sea necesario la expulsión forzada de la

Última gota del líquido.

- e) La transferencia del líquido medido en la pipeta, debe ser dejado fluir espontáneamente por las paredes del recipiente lentamente y no desde una posición vertical directa.
- f) Una precaución de gran consideración es la de evitar el goteo accidental fuera de los recipientes o tubos de ensayo y en caso de que se produzca este accidente, corresponde proceder inmediatamente a limpiar o desinfectar el área afectada.
- g) Debe tratarse de disminuir al máximo la práctica de mezclar, alternando la succión y la expulsión.
- h) Las pipetas después de usadas deben colocarse horizontalmente en recipientes que contengan suficiente agua y desinfectantes, hasta producir la inmersión completa. No es una práctica adecuada colocarlas verticalmente para la limpieza inicial.
- h) En microvaloraciones con materiales peligrosos, deben preferirse dispositivos de microdiluciones que recogen el volumen calibrado, para mezclar con un volumen igual en una cavidad y trasladar a la cavidad siguiente.

3.- Centrifugas.

En el uso de este instrumento corresponde considerar dos riesgos: la falla mecánica y la dispersión de aerosoles. En el primer aspecto, puede producirse la ruptura del eje impulsor, un cojinete defectuoso, un rotor desintegrado u otra pieza del engranaje del centrifugador. En el segundo caso, se producirán aerosoles siempre que se proceda a centrifugar en recipientes o tubos abiertos, los cuales aumentarán si se produce una rotura, mientras se realiza la centrifugación.

Las disposiciones que se recomiendan en esta operación son bastante limitadas, en razón de que se trata de un instrumento de naturaleza mecánica.

- a) Inspeccionar bien el equipo antes de comenzar un procedimiento.
- b) Equilibrar los tubos o recipientes en extremos pareados, constituye la principal precaución para evitar roturas durante la centrifugación.
- c) Es aconsejable iniciar la velocidad con poca intensidad y continuar aumentándola progresivamente; de igual manera en forma inversa al detener el instrumento.

- d) Las fallas mecánicas se pueden disminuir, siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante.

- e) Antes de iniciar el proceso se deben revisar los dedales para comprobar que no existan tubos dejados inadvertidamente y para eliminar los restos de vidrios u otros materiales derramados.

- f) Informar inmediatamente cuando ocurra un accidente de falla mecánica, para requerir atención técnica especializada.

- g) Los casos de roturas de tubos o recipientes, deben ser atendidos por el bioanalista, tan pronto ocurran, para eliminar cualquier vidrio o material derramado. (25,48)

4.- Refrigerador.

El almacenamiento de materiales contaminados y volátiles, independientemente de la temperatura, constituye un fuerte riesgo, aunque estos sean inadvertidos o minimizados, dentro del contexto de la seguridad biológica. Sin embargo, estos riesgos, deben ser considerados como parte de la política general y proceder consecuentemente. Se recomienda por tanto :

- a) Utilizar para laboratorios microbiológicos, refrigeradores de descongelación automática.

 - b) Las señales de control de temperatura deben ser evaluadas para establecer las regulaciones de temperatura conforme al uso para el cual ha sido destinado. Esta información será colocada como un aviso, en un área cercana al mismo refrigerador.

 - c) La descongelación, limpieza y desecho de materiales deberán ser establecidas como parte del sistema general de seguridad.

 - d) Los materiales de alto riesgo contaminante deberán ser colocados en envases cerrados, rotulados adecuadamente y en un área específica dentro del mismo refrigerador.

 - e) Los refrigeradores destinados a usos rutinarios no deberán almacenar disolventes flamables.

 - f) Cada repisa del refrigerador se deberá destinar a un uso en particular, algunas se utilizarán para colocar material infeccioso, otros reactivos, otros medios de cultivo, etc. Pero nunca se mezclarán las muestras.
- (25,48,51)

8.7.3 Precauciones con los Animales de Experimentación.

La utilización de animales en la práctica de investigación analítica, obliga a cumplir con normas de seguridad de orden general y a mantenerlos con adecuadas condiciones de higiene y alimentación.

Las normas de seguridad de orden general que deben cumplirse con el fin de evitar accidentes en el manejo de estos son :

1. Deberán existir instalaciones en áreas separadas de los laboratorios y acomodación conforme a la naturaleza del trabajo.
2. Las puertas de comunicación con el exterior deben abrir hacia adentro, tener cierre automático y permanecer cerradas cuando existan animales en experimentación.
3. El personal que participe en las tareas de investigación con animales, deberá usar la ropa protectora adecuada, como guantes, bata, cubrebocas, etc., la cual deberá colocarse en un área específica antes de salir de esta instalación.
4. Deberá existir un acceso limitado o restringido según las tareas que se realicen. Los señalamiento

correspondientes deberán ser colocados en la puerta de entrada.

5. El personal asignado al trabajo con animales, deberá ser inmunizado contra el tétanos y cualquier otro agente de riesgo.
6. Queda estrictamente prohibido comer, beber, fumar o almacenar agua o alimentos para uso humano en estas áreas.
7. Heridas, rasguños o cualquier accidente trivial que se presente en el manejo de los animales deberá ser tratado inmediatamente.
8. Las manos deben lavarse cuantas veces sea necesario y siempre que se termine el trabajo, así como antes de salir de estas instalaciones.
9. Deberán seguirse precauciones especiales al utilizarse drogas para anestesia o eutanasia.
10. Los restos de animales deberán ser incinerados y para su transporte se utilizarán recipientes herméticos y metálicos.

11. Después de terminar cualquier trabajo de experimentación y desechar a los animales se deberá realizar una limpieza exhaustiva de la zona, con los detergentes y desinfectantes adecuados para este caso. (25,48)

8.7.4 Precauciones en el Trabajo con Material y Equipo de Vidrio.

Las precauciones que deberán tenerse en cuenta para evitar accidentes al trabajar con material de vidrio, serán :

1. Para cortar tubo o varilla de vidrio se recomienda medir la longitud deseada y hacer una marca con una lima triangular, luego envolviendo el tubo en una franela o protegiendo las manos con guantes de lona, quebrarla en el lugar marcado.

2. Antes de usar un segmento de tubo o varilla de vidrio recién cortado es necesario pulir sus extremos en la llama de un mechero o soplete.

3. Al insertar un termómetro o tubo de vidrio en la horadación de un tapón deberá usarse algún lubricante, como glicerina o jabón. Protegiendo las manos con una franela o con guantes de lona, el tubo se empuja poco a poco, aplicando la fuerza cerca del tapón.

4. Queda prohibido el uso de material de vidrio astillado o estrellado.

5. Los matraces de fondo plano no deberán usarse en experimentos a presión o al vacío, a menos que estén contruidos especialmente para ese propósito. De cualquier manera, aún usando el material adecuado, siempre que el equipo de vidrio se someta a presión o al vacío, deberán tomarse las precauciones necesarias : usar barricadas o caretas de plástico acrílico, ponerse anteojos protectores, envolver los matraces en malla de alambre o con cinta adhesiva, etc.

6. El transporte de garrafones de vidrio con reactivos o disolventes deberá hacerse en un carro de supermercado o un diablito. Los frascos de 5 litros o menos deberán transportarse en canastillas metálicas, no de plástico. (25,48)

8.7.5 Precauciones en la Producción de Aerosoles.

Los aerosoles se producen en toda actividad de laboratorio y su importancia radica en que no pueden ser detectados y se desplazan por el ambiente colocando en riesgo a todos los que laboran o transitan por las áreas, en las cuales se realizan estos trabajos.

Se producen dos tipos de aerosoles : los que se desprenden como partículas de mas de cinco micrometros, los cuales se depositan rápidamente y contaminan las superficies de trabajo y la piel de las personas. El otro tipo, se desprende como partículas de menos de cinco micrometros, que se secan instantáneamente en el aire, permaneciendo en suspensión indefinidamente, por lo que son fácilmente trasladadas por las corrientes de aire por todo el ambiente. Estudios realizados para conocer los riesgos de los aerosoles, indican que la inhalación de aerosoles no detectados puede haber contribuido a la enfermedad ocupacional afectando a las personas que trabajan en los laboratorio y que manejan materiales que desprenden aerosoles.

Las medidas que pueden contribuir a disminuir los riesgos de aerosoles, están estrechamente vinculadas a la practica del trabajo cuidadoso, las buenas técnicas y el equipo limpio.

Entre estas, se establecen las siguientes :

a) Controlar hasta donde sea posible el tiempo para estar en la proximidad de la fuente de aerosoles.

b) Evitar la producción de aerosoles con frascos o tubos destapados, porque la ventilación normal ayuda a mezclar el aerosol. Nos es un mecanismo efectivo para removerlos.

c) No soplar la última gota de una pipeta, esto evita la creación de aerosoles.

d) Debe cuidarse, con la mayor precaución, la decantación de líquidos después de la Centrifugación y la resuspensión de sedimentos por agitación.

e) No usar anillos, relojes y otras joyas que constituyen riesgos en la trasportación de aerosoles. (38,48,51)



CAPITULO IX. METODO Y RESULTADOS.

9.1 Metodología.

Se llevó a cabo mediante la observación de las condiciones de seguridad e higiene que prevalecen tanto en el laboratorio de microbiología de la Escuela de Ciencias Químicas de la Universidad La Salle; así como, en otros laboratorios semejantes de Instituciones de educación superior e Instituciones de salud.

La observación de dichas condiciones en los laboratorios de salud, nos dió la pauta a seguir, para establecer criterios en cuanto a las condiciones específicas con que debe contar cada laboratorio, dependiendo de las muestras que vayan a ser manejadas en estos y el grado de riesgo que representen.

La selección y establecimiento de variables a observar y cualificar, se determinaron conforme a normas dictadas por organismos nacionales (IMSS, Secretaría del Trabajo) e internacionales (Universidad Autónoma de Santo Domingo, OMS); las cuales se encargan de establecer las medidas de seguridad e higiene para este tipo de laboratorios.

Estas condiciones de seguridad e higiene fueron observadas en ocho laboratorios de microbiología de Instituciones de

educación superior y en dos laboratorios de Instituciones de salud (del sector público). Dichas Instituciones se encuentran identificadas por letras, con el fin de mantener en anónimo el nombre de la Institución de que se trata.

Únicamente se registrará el nombre de la Institución en estudio :

Letra código (D) pertenece a la Universidad La Salle.

La encuesta aplicada contuvo 39 variables a observar y calificar. (TABLA XIII)

9.2 Resultados.

Mediante las encuestas aplicadas a los laboratorios de microbiología existentes en las diferentes Instituciones de educación superior pudimos observar que :

1).- Sólo existen tres laboratorios de este tipo que cuentan con un Manual de seguridad e higiene integral y específico para ese laboratorio.

2).- Existe solamente un laboratorio que cumple con la mayor parte de los requisitos de seguridad e higiene, y este se

encuentra localizado fuera del área metropolitana.

3).- El laboratorio de microbiología de la Escuela de Ciencias Químicas de la Universidad La Salle, presenta ciertas desviaciones, en lo que a seguridad e higiene respecta. Sin embargo, dichas desviaciones pueden ser adecuadas a las necesidades inmediatas de dicho laboratorio, ya que se trata específicamente de mejorar técnicas e implementar algunas nuevas que beneficiarían a las personas que laboran en este laboratorio. Por tal motivo se desarrolló el presente trabajo.

4).- Es importante señalar, que de las dos Instituciones de salud observadas, sólo una presenta la mayor ponderación en cuanto a las variables calificadas; además de que cuenta con un Manual de seguridad e higiene, debido al alto riesgo que presentan las muestras que son manejadas en sus laboratorios de microbiología e infectología; ya que se manejan principalmente muestras de hepatitis B y el virus del SIDA.

5).- Si suponemos que en cada uno de los incisos analizados y observados se cumple con todas las características de seguridad e higiene mencionadas; podemos decir que ese laboratorio representa al 100% de seguridad y al 100% en prácticas de higiene.

Por lo anterior obtenemos que :

EQUIPO DE SEGURIDAD E HIGIENE

9 puntos representan al 100%

Universidad A	100%
Universidad B	88%
Universidad C	88%
Universidad D	77%
Universidad E	77%
Universidad F	66%
Universidad G	44%
Universidad H	33%

EQUIPO DE PROTECCION

21 puntos representan al 100%

Universidad A	95%
Universidad B	85%
Universidad C	71%
Universidad D	57%
Universidad E	57%
Universidad F	42%
Universidad G	33%
Universidad H	33%

EXISTENCIA DE INSTALACIONES DE SEGURIDAD

16 puntos representan al 100%

Universidad A	100%
Universidad B	93%
Universidad C	87%
Universidad D	81%
Universidad E	81%
Universidad F	68%
Universidad G	56%
Universidad H	56%

MANEJO DE INSTALACIONES DE SEGURIDAD ADECUADO

80 puntos representan al 100%

Universidad A	97%
Universidad B	90%
Universidad C	86%
Universidad D	85%
Universidad E	82%
Universidad F	77%
Universidad G	56%
Universidad H	47%

Los datos obtenidos se encuentran presentados en orden decreciente, encontrando a la Universidad La Salle en cuarto sitio.

ENCUESTA.

Calificar las variables como sigue :

Excelente	5	Regular	2
Muy Buena	4	Mala	1
Buena	3	Muy Mala	0

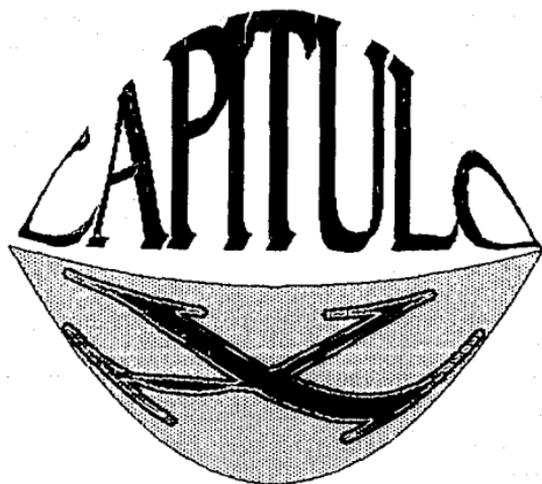
- 1).- Orden y Limpieza
- 2).- Manejo de Materiales
- 3).- Almacenaje de Reactivos
- 4).- Almacenaje Biológicos
- 5).- Almacenaje Material Vidrio
- 6).- Almacenaje Material Limpieza
- 7).- Almacenaje de Desinfectantes
- 8).- Instalación Eléctrica
- 9).- Sustancias Peligrosas
- 10).- Sustancias Inflamables
- 11).- Sustancias Nocivas
- 12).- Ventilación
- 13).- Iluminación
- 14).- Ruido
- 15).- Salidas Emergencia
- 16).- Equipo Primeros Auxilios
- 17).- Extinguidores
- 18).- Sustancias Lavaojos
- 19).- Regaderas

- 20).- Mantas de Asbesto
- 21).- Teléfonos o Intercomunicadores

Responder SI o NO a las siguientes variables :

- 1).- Utilizan el Código Internacional de Colores
- 2).- Existen formatos para registrar accidentes ya ocurridos y de este modo preveer otros
- 3).- Existen señalizaciones adecuadas y visibles, acerca de las precauciones que deben seguirse dentro de áreas contaminadas
- 4).- El material orgánico e inorgánico utilizado es destruido o procesado antes de desecharse
- 5).- El personal de mantenimiento es exclusivo para este laboratorio y ha recibido instrucciones precisas
- 6).- Existe un Manual de Normas y Procedimientos de Seguridad e Higiene para el Laboratorio de Microbiología
- 7).- Se utilizan distintos tipos de desinfectantes y bactericidas de acuerdo a las condiciones que prevalezcan en diferentes situaciones
- 8).- Existen alarmas contra incendios, temblores

- 9).- Existe una planeación adecuada del laboratorio
- 10).- El personal utiliza el equipo de protección adecuado para cada situación de trabajo
- 11).- Los muebles están hechos de material inflamable
- 12).- Las paredes y los pisos son de azulejo de color claro y material no poroso
- 13).- Se marca de alguna manera específica al material que contuvo muestras infecciosas
- 14).- Se esteriliza todo el material antes de lavarlo
- 15).- Se utilizan propipetas en lugar de pipetearse con la boca
- 16).- Existen las cabinas de seguridad
- 17).- Se desecha el material líquido en bolsad de plástico o se tira directamente al bote de basura
- 18).- Los refrigeradores, congeladores, estufas se encuentran divididos de acuerdo a los diferentes materiales que en estos se guardan



**PROGRAMA INTEGRAL DE SEGURIDAD E HIGIENE
PARA EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
DE LA ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS
DE LA UNIVERSIDAD LA SALLE**

PROLOGO.

Seguridad se define como : "el conjunto de medidas preventivas destinadas a mantener la vigilancia, para proteger la salud y seguridad de toda persona que labore en el laboratorio de microbiología, con factores causales de riesgos procedentes de agentes biológicos, físicos o químicos".

Para los efectos del presente manual, se entiende por "laboratorio" al espacio físico en donde se hacen los trabajos experimentales de índole técnica o científica, en apoyo a la formación docente; los laboratorios de microbiología son clasificados en cuatro tipos, de acuerdo al nivel de seguridad que ofrecen y al tipo de laboratorio de que se trate.

El laboratorio de microbiología de la Universidad La Salle pertenece al segundo nivel de seguridad, por ser un laboratorio donde se trabaja con agentes infecciosos de riesgo moderado y por presentar un riesgo comunitario limitado.

El presente manual comprende aspectos de seguridad e higiene tanto para el laboratorio de docencia, como para el laboratorio de investigación, por compartir ambos el mismo espacio físico.

El adecuado cumplimiento de las normas y procedimientos presentes en este, ayudará tanto a maestros, alumnos investigadores y otros, a evitar accidentes que más tarde se lamentarían.

CAPITULO I.

DE LAS RESPONSABILIDADES DEL DIRECTOR DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE.

- 1).- Deberá supervisar el adecuado manejo del laboratorio de microbiología con el fin de evitar accidentes.
- 2).- Efectuará auditorias periódicas con el fin de encontrar desviaciones en los servicios de seguridad e higiene del laboratorio de microbiología.
- 3).- Es responsable de la descontaminación de materiales y equipos cuando haya escape de material infeccioso y avisará a las autoridades correspondientes sobre dicha fuga.
- 4).- Llevará un registro y reportará por escrito todos los accidentes que hayan ocurrido en el laboratorio. (ANEXO I)
- 5).- Se responsabilizará de la adecuada desinfección de todos los equipos y aparatos que requieran reparaciones o servicio, antes de que estos sean reparados.
- 6).- Deberá encargarse de que un manual de seguridad e higiene se coloque en lugares apropiados y de fácil

acceso para todo el personal.

- 7).- Debe dar instrucciones precisas al personal de mantenimiento acerca de las áreas que deben limpiarse y cuales no; de las soluciones detergentes o desinfectantes que deben utilizarse en cada caso; además de prevenirlos a no tomar ningún material o artículo del laboratorio sin previa autorización; lavarse las manos antes de marcharse y no llevarse la ropa de trabajo a casa antes de ser esterilizada.

- 8).- Deberá informar al Director del programa sobre cualquier desviación detectada durante su supervisión diaria, auditorias periódicas y accidentes ocurridos; con copia al Director de la Escuela.

ANEXO I. HOJA DE REPORTE DE ACCIDENTES EN EL
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
DE LA ESCUELA DE QUIMICA
DE LA UNIVERSIDAD LA SALLE

PREPARADO POR _____

FECHA _____

NOMBRE DEL ACCIDENTADO _____

TIPO DE ACCIDENTE _____

SE LOGRO CONTROLARLO DE INMEDIATO SI _____ NO _____

FIRMA DEL RESPONSABLE

(SOLO PARA USO DEL JEFE DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD)

REPORTE No. _____

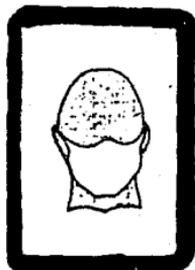
EXISTIO ANTERIORMENTE UN ACCIDENTE DE ESTE TIPO

SI _____ NO _____

CAPITULO II.

DEL MANEJO DE MATERIAL INFECCIOSO.

- 1).- Las muestras infecciosas deberán manejarse por separado de las demás muestras; las personas encargadas de su procesamiento deben usar siempre bata, cubrebocas, lentes de protección y guantes de hule.



- 2).- Todo el material que haya contenido muestras infecciosas debe ser marcado siempre con un color distintivo, dependiendo del manejo a posteriori que se le vaya a dar.

Se deberán utilizar colores específicos para :

- a) Desechos no infectados (color azul)
- b) Material y desechos que deban ser esterilizados (color rojo)

c) Material y desechos que deban ser esterilizados e incinerados (color rojo obscuro)

3).- Antes de lavar el material no desechable que contuvo agentes infecciosos, este deberá sumergirse en una solución de hipoclorito de sodio, etanol o glutaraldehido, por lo menos durante 18-24 horas; utilizándose las siguientes concentraciones:

GERMICIDA	%
Agua oxigenada	0.3
Etanol	50
Alcohol Isopropilico	35
Paraformaldehido	0.5
Blanqueador de Uso Doméstico	0.1

4).- Una vez hecho lo anterior, utilizar agua fría y detergente para remover el material biológico.

5).- Una vez lavado el material deberá ser esterilizado, si no ha de desecharse, para volver a utilizarlo. El material que se vaya a eliminar por completo, dependiendo de sus características, después de ser esterilizado, debe ser incinerado (depositándolo en

bolsas de plástico selladas) cuando represente un alto riesgo de contaminación.

- 6).- La ropa empleada en el laboratorio, no debe llevarse a lavar a casa; se guardará en bolsas debidamente marcadas y selladas, antes de esterilizarse.
- 7).- Los materiales punzocortantes (agujas, bisturíes, cuchillas, microtomos, etc.) que se empleen durante la práctica con agentes infecciosos, deben manejarse siempre con guantes.
- 8).- En caso de presentarse una herida con alguno de estos materiales punzocortantes, inmediatamente debe lavarse exhaustivamente con agua y jabón y desinfectarse la herida; después de esto asistir al servicio médico.
- 9).- Las muestras líquidas infectadas nunca deben pipetarse con la boca, se utilizarán pipetas mecánicas o pipeteadores automáticos.



- 10).- Al término del trabajo con este material, el personal debe lavarse exhaustivamente las manos y quitarse el equipo de protección antes de salir del laboratorio.
- 11).- Queda estrictamente prohibido : COMER, FUMAR, BEBER o MAQUILLARSE en el Área del laboratorio.



- 12).- Se recomienda separar los desechos en dos clases : orgánicos e inorgánicos, con el objeto de destruir toda la materia orgánica mediante la incineración; así como, la materia inorgánica biodegradable, para reducirla a cenizas.
- 13).- No debe entrarse en ninguna habitación que contenga la señal de material infeccioso, colocada en la puerta de la misma.



- 14).- Siempre que se requiera deben utilizarse las cabinas de seguridad; las cuales ofrecen un nivel máximo de protección al personal que trabaja con muestras altamente peligrosas.
- 15).- Todos los procedimientos y técnicas deben ser ejecutados con el mayor cuidado, para minimizar la producción de aerosoles.
- 16).- Cuando la peligrosidad por contaminación aérea sea muy alta, deberán utilizarse respiradores en unión con las cabinas de seguridad.
- 17).- Es importante mantener la precaución de no llevarse las manos a la boca, nariz, ojos, cara y pelo; para evitar la autoinoculación de aerosoles.



- 18).- Los medios de cultivo provenientes de cajas, tubos, matraces, etc., una vez que haya sido esterilizado debe recolectarse en bolsas de plástico de alto punto de fusión para su posterior eliminación; recomendándose la

incineración. Nunca deben ser eliminados por el drenaje.

- 19).- Los materiales de alto riesgo contaminante que sean guardados en refrigeradores, congeladores, estufas u otros deberán ser colocados en envases cerrados, rotulados adecuadamente y en un área específica dentro de los mismos, destinada para contener sólo a estos materiales y muestras.

CAPITULO III.

DEL MANEJO DE SUSTANCIAS QUIMICAS.

- 1).- Los reactivos que produzcan aerosoles de minimo riesgo pueden trabajarse sin campanas de protección, pero deberá existir una ventilación adecuada y las instalaciones necesarias en caso de accidente.
- 2).- Los productos químicos no deben olerse, ni probarse para su reconocimiento.



- 3).- Todos los frascos que contengan reactivos químicos deben permanecer cerrados cuando estos no sean utilizados. Al destaparlos deberá colocarse la tapa con la parte externa sobre la mesa.
- 4).- Al calentar soluciones con sustancias químicas, siempre deberán utilizarse guantes de asbesto y tenazas. Además las soluciones se calentarán en forma inclinada y en

sentido contrario al de la persona que la maneja, así como de personas que se encuentren cerca de ella.

- 5).- Los compuestos inflamables no deben ser expuestos a la flama; siempre se deberá utilizar baño maria, baño de arena o nidos.
- 6).- Los productos químicos tóxicos deben manejarse dentro de campana de extracción.
- 7).- El almacén de sustancias químicas debe encontrarse lo más lejos posible de las áreas de laboratorio y oficinas, con el fin de evitar accidentes en cadena.
- 8).- Cuando se produzcan derrames de sustancias químicas sobre el cuerpo, deberán utilizarse inmediatamente las regaderas de seguridad o sustancias lavaojos, dependiendo de la parte dañada.
- 9).- Si un producto químico entra en los ojos, hay que lavar de inmediato con suficiente agua, de lo contrario puede quedarse ciego.



- 10).- Cuando el derrame de un producto químico provoque el desprendimiento de vapores o gases tóxicos; contenga la respiración y salga a un lugar ventilado. Avise al director de seguridad e higiene, para que se controle y limpie el derrame y se ventile el área afectada.
- 11).- Todos los reactivos químicos que sean utilizados en el laboratorio de microbiología deben estar perfectamente identificados, es decir, los frascos que los contengan deberán estar perfectamente etiquetados.



- 12).- Si los gases o vapores de un producto químico hacen perder el conocimiento a alguna persona ... sáquele inmediatamente a un lugar ventilado, si no respira dele respiración artificial y llame inmediatamente a un médico.

CAPITULO IV.

DE LA SEGURIDAD FISICA Y MECANICA.

- 1).- Todos los líquidos inflamables almacenados en el laboratorio deben envasarse en recipientes pequeños, con el fin de evitar riesgos por incendio. Así mismo, queda prohibido calentar dichos líquidos a la flama y deben almacenarse lejos de equipos eléctricos.
- 2).- Tan pronto como se detecte el fuego en el laboratorio, deberá hacerse sonar la alarma. En caso de no existir esta, debe avisarse a las demás personas manteniendo la calma y sin causar alarma.
- 3).- Al atacar un fuego con un extintor, la descarga de este, debe apuntar a la base del fuego, repartiendo el contenido del aparato con un movimiento de zigzag.
- 4).- Incendios provocados por oxidación de algún metal, deben extinguirse con arena o con extintor de polvo.
- 5).- Incendios originados por disolventes inflamables u otros materiales combustibles se combatirán con extintores de dióxido de carbono o de polvo químico.
- 6).- El fuego originado en equipo eléctrico sólo deberá

extinguirse con bióxido de carbono.

- 7).- Si el cable de una extensión, de algún aparato eléctrico utilizado en el laboratorio, se calienta demasiado, este deberá sustituirse por otro con conductores más gruesos.
 - 8).- Todos los cordones de equipos eléctricos deberán ser de tres cables : "vivo", "neutral" y "tierra".
 - 9).- Todos los equipos eléctricos que emitan descargas, deberán ponerse fuera de servicio y repararse de inmediato.
- ψ
- 10).- Al terminar el trabajo con el equipo eléctrico, este debe desconectarse; con excepción del equipo autorizado, tal como refrigeradores, estufas, incubadoras y congeladores.
 - 11).- No deben manejarse equipos eléctricos con las manos mojadas o cuando se está cerca del agua.
 - 12).- Al presentarse algún sismo deben seguirse las instrucciones básicas, que deberán estar colocadas a la salida del laboratorio y todo el personal deberá conocerlas perfectamente.

13).- No se debe correr en el laboratorio, sino caminar y moverse con el cuidado debido.

CAPITULO V.

DE LA SEÑALIZACION.

- 1).- La identificación de los lugares, áreas de circulación y los locales que integran al laboratorio de microbiología, debe estar adecuadamente presentada, con rótulos visibles y claros.
- 2).- El código de colores debe ser utilizado con el fin de no confundir las salidas de agua, gas, aire, etc., para reconocer las áreas de peligro; localización de material de primeros auxilios y equipo de seguridad.
- 3).- El color azul significa LIBRE ACCESO. Todos los lugares que se encuentren identificados con este color permiten el paso a cualquier persona.
- 4).- El color rojo se utiliza para señalar los lugares de acceso prohibido a personas que no pertenezcan al personal del laboratorio.
- 5).- El color rojo también será empleado para indicar peligros, localizar el equipo de emergencia.
- 6).- El color amarillo será utilizado para señales de precaución.

11).- De esta manera todas las áreas del laboratorio de microbiología deben estar perfectamente señaladas y con los signos correspondientes de acuerdo a las precauciones que deban tomarse.

12).- Las áreas de colocación de materiales y muestras infecciosas, deben tener colocado en las puertas el símbolo internacional que significa "Area de Peligro" o "Manejo de Material Infeccioso".

CAPITULO VI.

DE LA SEGURIDAD E HIGIENE DEL PERSONAL.

- 1).- Toda persona que labore en el laboratorio de microbiología debe obedecer los avisos que se instalan en este para su seguridad.
- 2).- Se recomienda que las mujeres que laboran en el laboratorio, se recojan el pelo con ligas ó broches y que los hombres se recorten la barba y el bigote; con el fin de evitar autoinoculaciones de aerosoles en los mismos.
- 3).- El personal no debe manejar material de cristal con las manos mojadas.
- 4).- Todo el personal del laboratorio, deberá usar en todo momento su ropa de protección como parte importante de la seguridad del personal. Esta ropa debe ser cambiada y lavada por lo menos dos veces por semana.
- 5).- Nunca debe salirse del laboratorio con la bata puesta.
- 6).- Las batas empleadas en el manejo de agentes patógenos deben abrocharse de manera cruzada, con botones de presión y cuyas mangas se ajusten a la muñeca mediante

un resorte.

- 7).- El personal deberá usar guantes principalmente para el manejo de sangre, muestras y materiales de los cuales no se conozca el microorganismo que este presente ó sean considerados como material infeccioso; así como, cuando se usa la centrifuga.
- 8).- Los guantes que deben ser empleados son los del tipo quirurgico, por ser gruesos y no impedir el trabajo de rutina.
- 9).- El personal debe lavarse las manos varias veces al día :
 - a) Durante los periodos de trabajo.
 - b) Antes de abandonar el área de trabajo.
 - c) Al quitarse la ropa protectora y guantes de seguridad.
 - d) Siempre que se deje el área de laboratorio.
 - e) Antes de trabajar en áreas estériles.
- 10).- El jabón empleado en el lavado de las manos, nunca debe ser de pastilla, sino líquido. Además las toallas para secarse las manos deben ser desechables y de papel.
- 11).- El diseño de la bata que deberá utilizarse, se basa en el que fue elaborado por Docusett y Heggie en 1972 :

- a) Deberá estar elaborada con tela blanca cuya composición sea de poliéster-algodón.
- b) Debe tener doble frente.
- c) De preferencia deberá tener botones de presión, con el fin de poder abrocharla y desabrocharla con facilidad.
- d) Tendrá cuello alto.
- e) Deberá ser de manga larga.
- f) Los puños deben tener resorte en la muñeca, para que quede adecuadamente ajustada.

CAPITULO VII.

DE LA HIGIENE DE LOS LABORATORIOS.

- 1).- En la limpieza del laboratorio de microbiología se recomienda además de agua, el uso de algún desinfectante.
- 2).- Deberá existir una norma escrita acerca de los desinfectantes que se utilizarán para cada propósito y de la dilución a que deben emplearse.
- 3).- Se recomienda que los desinfectantes en sus diluciones más usuales se localicen en cada lugar de trabajo, para ser empleados en caso de accidentes; los cuales deben sustituirse aproximadamente dos veces a la semana.
- 4).- Todo el laboratorio deberá desinfectarse antes de ser lavado con detergente y agua.
- 5).- Siempre que se utilicen desinfectantes el uso de guantes será obligatorio.
- 6).- Aquellas zonas donde se haya trabajado con materia orgánica, material tuberculoso y bacteriológico deberán desinfectarse con desinfectantes de grupos fenólicos.

- 7).- En caso de trabajar con un mínimo de materia orgánica, pequeñas cantidades de sangre y virus, se emplearán hipocloritos.
- 8).- Los aldehidos serán utilizados sólo para propósitos especiales, algunas veces en el uso de material tuberculoso y metales.
- 9).- Todo el laboratorio de microbiología, debe quedar ausente de residuos al terminar la jornada de trabajo diaria.
- 10).- No se deben verter desechos de materiales corrosivos por el fregadero.
- 11).- Deben existir recipientes o depósitos adecuados para el desecho de residuos.
- 12).- Los desechos deberán ser clasificados en cinco tipos :
 - a) Generales : no implican riesgo potencial.
 - b) Biológicos : requieren tratamientos específicos antes de su eliminación, como esterilización, y se eliminan para su incineración.
 - c) Químicos : requieren ser tratados con una gran cantidad de agua al ser eliminados por el drenaje.
 - d) Radioactivos.

e) Mixtos : combinaciones de los anteriores.

13).- Todos los recipientes o bolsas de desecho, deben estar perfectamente identificados conforme a su contenido y tratamiento.

14).- Todos los productos químicos, corrosivos ó tóxicos, tendrán que ser diluidos antes de ser desechados.

15).- Cada vez que sea posible el destino final de los desechos deberá ser la incineración, siempre y cuando estos no sean inflamables.

CAPITULO VIII.

DE LA LIMPIEZA DEL MATERIAL DE VIDRIO.

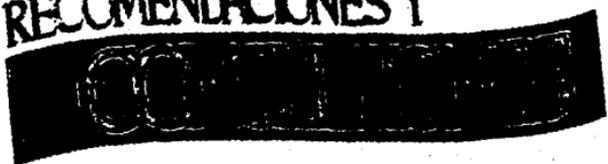
- 1).- Antes de lavar el material debe separarse el contaminado del que no lo está. El material contaminado se colocará en recipientes adecuados para su esterilización y lavado posterior.
- 2).- Durante el lavado no deben ser usadas fibras, ni polvos, únicamente se emplearán escobillones ó esponjas.
- 3).- El material de vidrio volumétrico, nunca deberá lavarse bruscamente, evitando el uso de abrasivos.
- 4).- Después de lavado el material deberá enjuagarse con agua destilada.
- 5).- El material debe dejarse secar al aire libre.
- 6).- Siempre que el lavado sea ordinario y el material no requiera de un tratamiento severo, se deberán utilizar soluciones detergentes alcalinas o neutras.
- 7).- En caso de requerir un tratamiento severo, se deberá emplear mezcla crómica, ácido nítrico caliente, ácido sulfúrico, alcohol, hidróxido de potasio -alcohol, etc.

CAPITULO IX.

DEL TRABAJO CON INSTRUMENTOS.

- 1).- Siempre que se requiera el uso de jeringas, estas deberán ser desechables y con un buen ajuste entre la aguja y la jeringa.
- 2).- Nunca se volverán a utilizar jeringas ya empleadas, ni se desinfectarán antes de usarlas.
- 3).- Las jeringas con las cuales se haya manejado material potencialmente peligroso, deben ser desechadas en un recipiente con desinfectante, antes de su eliminación total.
- 4).- En el empleo de pipetas se debe preferir el uso de tapones de algodón, ó preferentemente usar pipetas automáticas.
- 5).- Al transferir un líquido de la pipeta a un recipiente, este debe dejarse fluir espontáneamente por las paredes del recipiente lentamente y no desde una posición vertical directa.
- 6).- Debe evitarse el goteo accidental de muestra, fuera de los recipientes.

RECOMENDACIONES Y



RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.

El estudio y observación de las condiciones de Seguridad e Higiene que prevalecen en el laboratorio de microbiología de la Escuela de Ciencias Químicas de la Universidad La Salle, tuvo como objetivo fundamental el de poder desarrollar un Manual Integral de Seguridad e Higiene, específico para las necesidades de dicho laboratorio.

Este programa representa los pasos iniciales para la protección e higiene de alumnos, maestros, investigadores y otros; así como, de las instalaciones del laboratorio.

Es de gran importancia, tener en cuenta que todo programa de seguridad e higiene debe estar representando por 16 fases primordiales para su desarrollo, que son :

- 1).- Interés por parte de todo el personal en la política de seguridad e higiene.
- 2).- Corrección de las instalaciones.
- 3).- Inspecciones continuas.
- 4).- Aviso de accidentes y desarrollo de reportes de estos en el laboratorio de microbiología.
- 5).- Campañas de seguridad e higiene.

- 6).- Desarrollo de un comité o comisión mixto de seguridad.
- 7).- Mantenimiento programado de equipos e instalaciones.
- 8).- Listas de verificación para los equipos.
- 9).- Realización de cursos y prácticas de seguridad e higiene.
- 10).- Equipo de protección personal.
- 11).- Equipo de protección para el laboratorio.
- 12).- Formato de datos de los reactivos, materiales y muestras que se manejan principalmente en el laboratorio de microbiología, así como de sus posibles efectos en caso de accidentes.
- 13).- Rutas de evacuación en caso de incendio y/o sismo.
- 14).- Señalización conforme al código internacional.
- 15).- Manejo de desechos infecciosos.
- 16).- Manejo de desechos orgánicos e inorgánicos no infecciosos.

La política de seguridad e higiene, que se planea implementar en el laboratorio de microbiología, tiene como objetivo la concientización e introducción a la seguridad e higiene de la comunidad universitaria.

Para cumplir con dicho objetivo se propone la realización de un audiovisual que sirva como presentación y comunicación al personal (maestros, alumnos e investigadores) de las normas que deben tomarse en cuenta en el uso de los laboratorios de microbiología.

En cuanto a la observación que se hizo del laboratorio de microbiología podemos decir lo siguiente :

A) DISEÑO DEL LABORATORIO.

a).- El laboratorio de microbiología no cuenta con la existencia de un manual de normas y procedimientos de seguridad e higiene, a pesar de que en algunas ocasiones se manejan muestras que pueden resultar peligrosas para la salud del personal y otros.

b).- En cuanto al material que se utilizó en la construcción de paredes, techos, mesas, etc., podemos decir que es estructural y funcionalmente correcto, sin embargo hay que reconocer que la construcción no se desarrolló primordialmente con un fin de seguridad.

c).- En lo que ha dimensiones del laboratorio de microbiología se refiere, observamos que el área estéril no es lo suficientemente amplia para el número de personas que normalmente laboran en esta.

Así mismo, el espacio existente en el área de laboratorio presenta insuficiencias cuando trabajan al mismo tiempo más de 30 personas.

Otro problema en cuanto a espacio, es que el área destinada para docencia, ahora es utilizada por el departamento de investigación, por lo que el espacio en gabinetes, refrigeradores, incubadoras, etc., se hace insuficiente; para evitar esto se recomienda la construcción de un lugar especial y específico para el área de investigación microbiológica.

d).- En cuanto a la iluminación, la distribución del equipo es correcta, ya que los colores que se emplean tienen como predominación a los tonos claros. La iluminación tanto natural como artificial utilizada, es adecuada para lograr un buen estado para laborar.

e).- En cuanto a la ventilación, el problema principal se presenta en el área estéril, ya que esta zona cuenta con una ventana en lugar de un sistema mecánico de ventilación, como podría ser aire acondicionado y/o un extractor. La instalación de estos es importante ya que las ventanas no se abren y se tiene que soportar el calor producido por mecheros y otros aparatos.

f).- Almacén. La colocación de estas instalaciones es

adecuada, ya que este se localiza en el edificio adjunto a los laboratorios y no dentro de los mismos. Sin embargo se encontró que los reactivos que se guardan en el almacén, están distribuidos en 3 grupos: orgánicos, inorgánicos y los ácido-base; y organizados por orden alfabético, lo cual es incorrecto; ya que estos deberían encontrarse acomodados en cuanto a su grupo funcional, ya que de la otra manera puede presentarse la incompatibilidad de productos. Además la ventilación presenta un riesgo para la comunidad, ya que los vapores salen a través de una campana de extracción hacia el patio de la Escuela de Química.

B) HIGIENE DEL LABORATORIO.

La limpieza del laboratorio es adecuada, pero no del todo correcta, ya que podrían mejorarse algunos aspectos. Se recomienda que los desinfectantes que hayan de ser utilizados en la limpieza del laboratorio se encuentren en sus diluciones más utilizadas, para ser empleados en la limpieza diaria. Se recomienda también el uso de basureros clasificados de acuerdo a los diferentes tipos de desechos. Así como, la esterilización del material antes y después de lavado; como la incineración del material orgánico potencialmente peligroso.

El orden de los equipos, accesorios, materiales y muestras es correcto, ya que existen gabetas específicas para cada tipo

de material. Sin embargo debe hacerse hincapié en el orden en los refrigeradores. Separando los diferentes tipos de muestras que se utilizan, empleando cada estante de este para un tipo de material específico; evitando de esta manera la superposición de material, cajas o reactivos ya que esto perjudica al flujo de aire del refrigerador y se utiliza una mayor cantidad de energía eléctrica.

C) EQUIPO DE SEGURIDAD.

Podemos decir que el equipo de seguridad que incluye al equipo de primeros auxilios, las sustancias lavaojos y las regaderas; se encuentra adecuadamente localizado, así como existen un número adecuado de estos servicios.

Así mismo, se tienen mantas de asbesto contra incendio, pero esta se encuentran localizadas de manera inadecuada ya que están colocadas dentro de las regaderas de emergencia y no a fuera de estas y a un lado.

En cuanto al número de extintores, se cuenta con varias unidades de diversos compuestos de acuerdo a los tipos de fuego que se pueden presentar. La distribución de los mismos es correcta, pero la localización no lo es, debido a que se encuentran colocados a una altura mayor al límite de 1.50 m. Así mismo, se observó la inexistencia de alarmas contra incendios que serían de gran ayuda, en la detección de fuego.

Existe una adecuada utilización de los signos internacionales y del código de colores, aún cuando todavía hace falta el uso de algunas otras señales de importancia.

En cuanto al equipo de protección personal, el uso de bata es obligatorio, pero no se exige al personal que utilice la bata recomendada para este tipo de laboratorios. El uso de guantes, cubrebocas, lentes de seguridad, propipetas y cabinas de seguridad, es muy ocasional, ya que al personal le parece estorbo su uso y no se exige que siempre utilice su equipo de protección, haciendo conciencia de la importancia que tiene para su seguridad.

Por lo anterior se recomienda la adecuación de las desviaciones encontradas en el laboratorio de microbiología, de acuerdo a las necesidades inmediatas del mismo; de manera que esta adecuación no represente un gasto exagerado para la Escuela.

Es importante que para el buen funcionamiento de cualquier Programa de seguridad e higiene, haya una intensa comunicación de los mensajes, motivos y resultados de la seguridad e higiene. Logrando así desarrollar una conciencia en toda la comunidad; para lo cual se requerirá de una CAMPAÑA PERMANENTE informativa de seguridad, orden, limpieza y procedimientos de operación.

Mediante todo lo anteriormente expuesto, se ha desarrollado un Manual Integral de Normas y Procedimientos de Seguridad e Higiene para lograr tener un laboratorio de microbiología : SEGURO Y FUNCIONAL; así como, inculcar en todo el personal la importancia de dicho programa.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA.

- 1).- Aaron, E. (1973) FUNDAMENTALS OF SAFETY EDUCATION. Eagle Company. 2da. Edición. New York, N.Y.
- 2).- American Public Health Association. (1978) QUALITY ASSURANCE PRACTICES FOR HEALTH LABORATORIES. Am. Pub. Health Assoc. Washington, D.C.
- 3).- Andujar, G., Cabral, N., et.al. (1985) MONOGRAFIA. INTRODUCCION A LA EDUCACION DEL BIONALISIS. Santo Domingo. U.A.S.D.
- 4).- Autores varios. OPERACION ... ORDEN Y LIMPIEZA. (1984) Boletín de la Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad, A.C. Vol. XXII, No. 12
- 5).- Autores varios. SEGURIDAD EN LOS LABORATORIOS DE ENSEÑANZA. Boletín de la Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad, A.C. Vol. XXIX, No. 2
- 6).- Autores varios. ALGUNOS CONSEJOS PARA LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO. (1984) Boletín de la Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad, A.C. Vol. XXIV, No. 12

- 7).- Autores varios. LO QUE DEBE SABER SOBRE LOS PRODUCTOS QUIMICOS Y SUS RIESGOS. Boletín de la Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad, A.C. Vol. XXIX, No. 9
- 8).- Becan, K.M. CLINICAL LABORATORY SUPERVISION. (1982) Appleton-Century-Crafts. New York, N.Y.
- 9).- Blake, F.P. THE INDUSTRIAL SAFETY. (1963) 3ra. edición. Prentice Hall, Inc. U.S.A.
- 10).- Bloomfield, E. INTRODUCCION A LA HIGIENE INDUSTRIAL. (1959) Ed. Reverté, S.A. México.
- 11).- Bugada, D. SEGURIDAD INDUSTRIAL. GUIA DEL INSTRUCTOR. (1962) Centro Regional de Ayuda Técnica. Manual No. 80 Ed. Hnos. Herrera, S.A. México
- 12).- Castro, F.Y. TECNICA BASICA DE LA SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. (1975) 1era. edición. Ed. Labor. España
- 13).- Centro Regional de Ayuda Técnica. SEGURIDAD INDUSTRIAL. MANUAL DE ADIESTRAMIENTO. (1961) 1era. edición. Ed. Herrero Hnos., S.A. Argentina

- 14).- CIS. MANUAL PARA CONTROLAR ACCIDENTES OCUPACIONALES.
(1981) Consejo Interamericano de Seguridad. Venezuela
- 15).- Collins, E. L. (1924) THE HEALTH OF THE LABORATORY
WORKER. P. Blakiston & Sons Company. Filadelfia
- 16).- Earnes, G. (1967) TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS Y
DESECHOS. 1era. edición. México
- 17).- Forney, J. E. (1981) SAFETY MANAGEMENT IN THE
LABORATORY. U.S. Department of Health Education and
Welfare. U.S.A.
- 18).- Fuscaldo, A.A. (1960) LABORATORY SAFETY. Theory &
Practice Academic Press. New York, N.Y.
- 19).- García Moreno, J. (1986) SEGURIDAD OPERATIVA: UNA
NECESIDAD EN LOS LABORATORIOS DE SALUD. Revista
Colombiana de Laboratorio Clínico. 14(No. 43) (5)
- 20).- Goldberg, L. (1972) SAFETY OF ENVIRONMENTAL CHEMICALS.
THE NEED & THE CHALLENGE. Food Cosmet. Toxicol.
10/523-529
- 21).- Handley, W. (1981) MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.
2da. edición. Mc. Graw Hill. Colombia

- 22).- Klip. (1987) ELIMINACION DE PELIGROS POTENCIALES EN PROCESOS QUIMICOS. Series Técnicas. México
- 23).- Kober, G.M. (1924) INDUSTRIAL HEALTH. P. Blakiston & Sons Company. Filadelfia, U.S.A.
- 24).- LABORATORY SAFETY AT THE CENTER FOR DISEASE CONTROL. U.S. Health Department. Georgia, 30/333 (1981)
- 25).- Lynch, B.N. (1984) BIOSEGURIDAD EN EL LABORATORIO. Instituto de Salud Pública de Chile. Santiago de Chile
- 26).- MANUFACTURING CHEMISTS ASSOCIATION ACCIDENT CASE HISTORY. (1975) No. 603 U.S.A.
- 27).- Miller, B.M. LABORATORY SAFETY : PRINCIPLES & PRACTICES. American Society for Microbiology. Washington, D.C.
- 28).- Ministerio del Trabajo. MANTENIMIENTO PREVENTIVO. Sistema modular de enseñanza. 1era. edición. España
- 29).- National Fire Protection Association. (1975) FIRE PROTECTION STANDARD FOR LABORATORIES IN HEALTH-RELATED INSTITUTIONS. Boston, Mass.

- 30).- National Response Team. HAZARDOUS MATERIAL EMERGENCY. Planning Guide. NTR-1 U.S.A. : National Oil & Hazardous Substance Contig. Plan.
- 31).- N.C.C.L.S. (1989) PROTECTION OF LABORATORY WORKERS FROM INFECTIONS DISEASE TRANSMITTED BY BLOOD, BODY FLUIDS & TISSUE. Tentative guideline. Document MZA-T Villanova
- 32).- OIT. (1974) ENCICLOPEDIA DE MEDICINA, HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO. 1era. edición. Suiza
- 33).- Patty, F.A. (1979) INDUSTRIAL HIGIENE & TOXICOLOGY. 1era. edición. U.S.A.
- 34).- Perrow, Ch. (1984) NORMAL ACCIDENTS. LIVING WITH HIGH RISK. 1era. edición. Basic Books Inc. U.S.A.
- 35).- Pike, R.M. (1965) CONTINUING IMPORTANCE OF LABORATORY ACQUIRED INFECTIONS. Am. J. Public Health. 55: 190-9
- 36).- Pike, R.M. (1976) LABORATORY-ASSOCIATED INFECTIONS : SUMMARY & ANALYSIS OF ... 3,921 CASES. Health Lab. Sci., 13: 105-14
- 37).- Pnuma. (1983) MANEJO DE RESIDUOS INDUSTRIALES

PELIGROSOS. Colección Industria y Ambiente. Suiza

- 38).- Podesta, M.J. (1983) EL PROGRAMA DE BIOSEGURIDAD.
Instituto Nacional de Microbiología. Buenos Aires
- 39).- Prier, J.E. (1975) QUALITY CONTROL IN MICROBIOLOGY.
Univ. Park Press. Baltimore
- 40).- PRUDENT PRACTICES FOR HANDLING HAZARDOUS CHEMICALS IN
LABORATORIES. (1981) National Academy Press.
Washington, D.C.
- 41).- PRUDENT PRACTICES FOR DISPOSAL OF CHEMICALS FROM
LABORATORIES. National Academy Press. Washington, D.C.
- 42).- Research Safety. U.S.D.M. (1981) EDUCATION & WELFARE :
MONOGRAFIA SOBRE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO. Santo
Domingo
- 43).- SAFETY IN ACADEMIC CHEMISTRY LABORATORIES. (1979)
3rd. Ed. Committee on Chemical Safety. American
Chemical Society. Washington.
- 44).- Scuram, W. (1973) LABORATORIOS QUIMICOS Y BIOLÓGICOS.
PROYECTO Y CONSTRUCCION. 1era. edición. España

- 45).- Shapton, P.A. (1975) SAFETY IN MICROBIOLOGY. Society for Applied Bacteriology. Technical Series. Academic Press. New York, N.Y.
- 46).- Sulkin, S.E. (1972) LABORATORY ASSOCIATED INFECTIONS. Department of Microbiology. Southwestern Medical School. Dallas, Tx.
- 47).- Tavera, B.J. (1983) SEGURIDAD INDUSTRIAL. Editorial Woolfolk. México, D.F.
- 48).- UASD. (1989) PRINCIPIOS DE BIOSEGURIDAD. Universidad Autónoma de Santo Domingo. Colección : Normatización y Salud. No. 2 Editora Europa, S.A.
- 49).- Wallach, B.M. (1971) ADIESTRAMIENTO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA SUPERVISORES. Centro Regional de Ayuda Técnica. Editorial Herrero Hnos., S.A. Manual No. 2 México
- 50).- Wilcox, K.R. et. al. (1978) LABORATORY MANAGEMENT. Quality Assurance Practices for Health Laboratories. American Public Health Association. Washington, D.C.
- 51).- World Health Organization (OMS) (1983) LABORATORY BIOSAFETY MANUAL. Génova