



# ASPECTOS MICRO- BIOLÓGICOS DE LA BIO- SEGURIDAD

ASPECTOS ///  
MICROBIOLÓGICOS DE  
LA BIOSEGURIDAD  
CONCEPTOS GENERALES

María Cristina Lurá  
(coordinadora)



## **Aspectos microbiológicos de la bioseguridad**



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DEL LITORAL**

Rector **Enrique Mammarella**

Director de Planeamiento y Gestión Académica **Daniel Comba**

Directora Ediciones UNL **Ivana Tosti**

.....

Aspectos microbiológicos de la bioseguridad :  
conceptos generales / María Fernanda  
Argaraña... [et al.] ; coordinación general  
de María Cristina Enriqueta Lura.- 1a ed.-  
Santa Fe : Ediciones UNL, 2020.  
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-987-749-196-8

1. Microbiología. 2. Bioseguridad. I. Argaraña,  
María Fernanda II. Lura, María Cristina  
Enriqueta, coord.  
CDD 660.6

.....

© María Fernanda Argaraña, Romina  
Andrea Joris, María Gabriela Latorre Rapela,  
María Cristina Lurá, Martín Luis Marchisio,  
Mónica Cristina Mattio, Marina Rico,  
Ludmila Noelia Turino, María Celia Vaccari,  
Silvia Mercedes Zacarías, 2020.



© ediciones**UNL**, 2020

Coordinación editorial  
**María Alejandra Sedrán**  
Coordinación diseño  
**Alina Hill**  
Producción general  
**Ediciones UNL**

—

editorial@unl.edu.ar  
www.unl.edu.ar/editorial

.....



hdl.handle.net/11185/5533

# Aspectos microbiológicos de la bioseguridad

## Conceptos generales

*María Cristina Lurá*

COORDINADORA

*María Fernanda Argaraña*

*Romina Andrea Joris*

*María Gabriela Latorre Rapela*

*Martín Luis Marchisio*

*Mónica Cristina Mattio*

*Marina Rico*

*Ludmila Noelia Turino*

*María Celia Vaccari*

*Silvia Mercedes Zacañas*



COLECCIÓN  
CÁTEDRA



# Índice

- 1. INTRODUCCIÓN / 7
- 2. CONCEPTOS GENERALES / 8
- 3. EPIDEMIOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD INFECCIOSA / 9
- 4. BARRERAS DE PROTECCIÓN / 20
- 5. LAVADO DE MANOS / 25
- 6. RIESGOS BIOLÓGICOS COMUNES DURANTE EL TRABAJO  
EN EL LABORATORIO / 26
- 7. NIVELES DE SEGURIDAD DE LOS LABORATORIOS / 28
- 8. PROCEDIMIENTOS A LLEVAR A CABO SEGÚN EL TIPO DE ACCIDENTE  
OCURRIDO EN EL LABORATORIO / 39
- 9. INMUNOPROFILAXIS / 40
- 10. LIMPIEZA, DESINFECCIÓN Y ANTISEPSIA EN EL LABORATORIO.  
ESTRATEGIAS Y APLICACIONES / 45
- 11. RESIDUOS / 56
- 12. ANEXO / 60
- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS / 63
- FUENTES / 65
- SOBRE LOS AUTORES / 66

# 1 Introducción

La Bioseguridad es una disciplina de suma importancia que va adquiriendo cada vez mayor interés en la sociedad.

Quienes ingresan a un laboratorio están expuestos a riesgos biológicos y no biológicos. Mediante las Normas de Bioseguridad se pretende reducir dichos riesgos a un nivel aceptable.

La buena predisposición de cada uno para ejercitar prácticas seguras determina no sólo su propia seguridad sino también la de los demás integrantes de su grupo o comunidad y el medio ambiente.

El propósito de esta disciplina es contribuir a la capacitación de los alumnos expuestos a diferentes agentes biológicos, a fin de minimizar los riesgos y prevenir los accidentes y/o enfermedades que pudieran suceder.

## **OBJETIVOS**

- disminuir el riesgo de infección en el laboratorio
- conocer la cadena epidemiológica
- identificar los factores de riesgo
- incorporar normas de bioseguridad en la conducta diaria

## 2 Conceptos generales

Se define como *riesgo* a la posibilidad de ocurrencia de un evento no deseado de características negativas (peligro) para las personas, bienes de alguna institución (laboratorio, consultorio, instituciones asistenciales y/o de investigación) o para el medio ambiente.

El riesgo se mide en términos de consecuencias y probabilidad de ocurrencia. Por ejemplo, cada vez que se conduce un vehículo se está expuesto al peligro de sufrir un accidente. El grado de riesgo dependerá de factores tales como la capacidad del conductor, las condiciones meteorológicas del día (lluvia, viento, etc.), la hora del día (al alba y durante el ocaso las posibilidades de encandilamiento son mayores), el tipo de pavimento, la velocidad del resto de los vehículos y la del que se está conduciendo. El peligro existe siempre, pero la probabilidad de que se presente es variable y es a lo que se denomina *factor de riesgo*.

Por lo tanto, *factor de riesgo* es todo elemento (físico, químico, ambiental) cuya presencia o modificación aumenta la probabilidad de producir un daño a quien está expuesto a él. Por ejemplo, el alcohol etílico (factor de riesgo), de uso habitual en un laboratorio de microbiología, es una sustancia inflamable, por lo que no debe utilizarse cerca de mecheros u otra fuente de ignición.

En el laboratorio y otras áreas laborales se pueden identificar diversos factores de riesgo, que pueden clasificarse atendiendo a su carácter u origen en:

- físicos
- químicos
- biológicos
- psicológicos

A continuación, se analizarán diferentes *factores de riesgo biológico* que son los más significativos por su frecuencia e importancia en el área de la Bioseguridad.



### 3 Epidemiología de la enfermedad infecciosa

En la mayoría de los casos la *enfermedad* es un proceso multifactorial y si bien en algunas patologías lo biológico tiene mayor preponderancia, en una gran cantidad de los casos, el medio social resulta determinante.

Una *infección* consiste en la entrada y posterior desarrollo o multiplicación de un agente infeccioso en el organismo de una persona o animal.

*Enfermedad transmisible* es cualquier enfermedad causada por un agente infeccioso específico o sus productos tóxicos, que puede ser transmitida de un individuo o animal a otra persona.

En toda enfermedad interviene la *triada ecológica*, constituida por tres factores relacionados con la salud y la enfermedad: *agente*, *hospedador* y *ambiente* (Fig. 1). Estos tres agentes están en interdependencia y se representan gráficamente por un triángulo equilátero, de manera de que cualquier modificación de sus ángulos y lados modifica los restantes.

En otras palabras, el proceso salud–enfermedad resulta de una serie de interacciones entre un agente, un hospedador y el medio ambiente en el que se encuentran ambos.

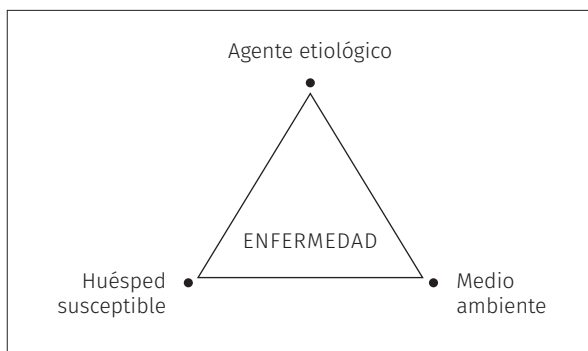


FIGURA 1. TRIADA ECOLÓGICA

El control y la prevención de las infecciones dependen del conocimiento del proceso de la enfermedad transmisible, mediante el estudio de la *cadena epidemiológica*, ya que de esa forma se puede identificar el problema y desarrollar las acciones más efectivas para interrumpir la transmisión.

La cadena epidemiológica se compone de diferentes eslabones que describen el proceso por el cual un agente etiológico abandona su reservorio para alcanzar un hospedador susceptible. Su interrupción resulta fundamental para prevenir la aparición de la enfermedad infecciosa.

Para que se produzca una enfermedad infecciosa un agente causal específico alojado en un *reservorio*, a través de una *puerta de salida*, logra *transmitirse* a una *puerta de entrada* en el hospedador susceptible, donde puede alojarse y multiplicarse produciendo la infección (Fig. 2).

El conocimiento de los posibles reservorios de un agente y las puertas de salida y entrada que habitualmente utiliza permiten el aislamiento del reservorio y facilitan el diagnóstico y la aplicación del tratamiento médico adecuado.

La utilización de técnicas de higiene, desinfección y esterilización evita la efectividad del modo de transmisión del agente e impide que pueda alcanzar la puerta de entrada al hospedador susceptible. Por último, incrementando la resistencia del hospedador mediante la inmunización activa (aplicando vacunas) o pasiva (por medio de la inoculación de anticuerpos específicos contra el agente) es posible interrumpir el proceso infeccioso (Fig. 2).

## AGENTE ETIOLÓGICO

Se considera agente etiológico a todo elemento, sustancia o fuerza, animada o inanimada, infecciosa o no infecciosa, proveniente del ambiente o del propio individuo, cuya presencia o ausencia se constituye en responsable de la aparición de la enfermedad.

Se llama *agente infeccioso* al agente etiológico que es capaz de producir una infección o una enfermedad infecciosa. Los agentes infecciosos son microorganismos (bacterias, hongos, virus, parásitos) que existen en gran número y tienen la capacidad de transmitirse.

La *patogenicidad* de un agente etiológico es la capacidad de causar daño produciendo enfermedad en un hospedador susceptible (aspecto cualitativo), mientras que la *virulencia* mide el grado de patogenicidad (aspecto cuantitativo); generalmente se expresa como  $DL_{50}$  o  $DL_{90}$  (dosis letal 50 o dosis letal 90, respectivamente).

Para causar enfermedad, el agente debe permanecer viable en el medio ambiente hasta su contacto con el hospedador.



**FIGURA 2.** COMPONENTES DE LA CADENA EPIDEMIOLÓGICA Y SUS MODOS DE INTERRUPCIÓN

## **HOSPEDADOR (TAMBIÉN DENOMINADO HOSPEDERO O HUÉSPED)**

Se conoce como hospedador a aquel organismo (persona o animal) que alberga a otro en su interior o que lo porta sobre sí y, si no posee resistencia contra un agente patógeno determinado, puede desarrollar la enfermedad.

La *susceptibilidad de un hospedador* depende de diferentes variables:

- **Edad:** los grupos etarios más susceptibles están constituidos por aquellos individuos cuyas edades se encuentran en los extremos de la vida: los niños (principalmente los neonatos) y los más ancianos.
- **Estado inmunológico:** está determinado por factores genéticos y/o inmunosupresión asociada con otras enfermedades o terapias (por ejemplo, el uso de corticoides o quimioterapias).
- **Estado de nutrición:** los individuos desnutridos presentan una mayor susceptibilidad. La desnutrición puede deberse a cuestiones socioeconómicas o a enfermedades de base (enfermedad celíaca).

- *Condiciones comórbidas*: enfermedades de base (diabetes), facilitan la adquisición de enfermedades infecciosas.
- *Tratamientos con antibióticos (АТВ)*: el suministro de antimicrobianos facilita la infección con microorganismos no sensibles. A su vez, puede causar la remoción de parte de la microbiota normal del organismo facilitando la colonización con dichos microorganismos resistentes.
- *Ocupación*: algunas profesiones o tipos de trabajo constituyen por sí mismos un factor de riesgo. Por ejemplo, las personas que trabajan en sanatorios u hospitales están mayormente expuestas a diversos agentes etiológicos.
- *Causas psíquicas*: el estrés por exceso de obligaciones, la falta de motivación o incentivo pueden ser algunas de las causas que posibiliten la adquisición de una enfermedad infecciosa. Se incluyen en este grupo los problemas interpersonales (conducta) que provocan el descuido o el incumplimiento de normas de seguridad.

## RESERVORIO

Es cualquier hábitat, animado o inanimado, donde un agente vive, se multiplica y desarrolla, pudiéndose transformar en una fuente de transmisión a un huésped susceptible.

- *Reservorio animado* es cualquier ser humano o animal (incluidos artrópodos como vinchucas, mosquitos). Los seres humanos o animales «reservorios» pueden ser casos agudos (personas con enfermedad aguda) o portadores.
- Se define como *portador* a toda persona o animal infectado que alberga un agente infeccioso sin presentar síntomas clínicos de enfermedad y constituye una fuente potencial de infección.
- *Reservorio inanimado* es cualquier objeto inanimado donde el agente etiológico sea capaz de mantenerse viable: suelo, paredes, techos, instrumental, soluciones (antisépticos), prendas de vestir, objetos.

*Fuente* es la persona, objeto o sustancia desde la cual el agente infeccioso pasa al huésped.

## **MECANISMOS DE TRANSMISIÓN MÁS FRECUENTES EN UN LABORATORIO**

La transmisión se puede llevar a cabo de manera directa o indirecta.

- *Transmisión directa*: implica la transferencia del agente infeccioso sin intermediarios, desde un reservorio ambiental o fuente hacia una puerta de entrada del hospedador. Puede ser:

*Endógena*: cuando los microorganismos provienen de la microbiota<sup>1</sup> o abscesos del propio hospedador.

*Exógena*: cuando provienen de otro hospedador.

- *Transmisión indirecta* (origen exógeno): implica la transferencia mediante:  
*Vehículos de transmisión*: a través de objetos o materiales contaminados (jeringas, agujas, instrumental quirúrgico).

*Vectores*: invertebrados, artrópodos u otros insectos que propagan la enfermedad de un hospedador a otro.

## **VÍAS DE TRANSMISIÓN**

Las vías de transmisión más frecuentes en un laboratorio o cuando se trabaja en una institución nosocomial son:

- *Vía aérea*: se produce por la diseminación de aerosoles microbianos, los que son transportados hacia una puerta de entrada apropiada, generalmente el tracto respiratorio del huésped. Pueden permanecer suspendidos en el aire durante largos períodos, manteniendo su capacidad infecciosa. Se forman durante la tos y el estornudo o durante procesos de laboratorio como la esterilización de ansas de cultivo o la centrifugación.

Especial interés tienen las conocidas *Gotitas de Plügge* que son pequeñas gotitas de saliva que se emiten al hablar, toser o estornudar y que sirven de transporte para los microorganismos que se encuentran en las vías respiratorias y actúan como vehículo de contagio de enfermedades infecciosas. También deben tenerse en cuenta las partículas de polvo, de dimensiones variables, que pueden proceder del suelo y que transportan agentes etiológicos.

---

1 Microbiota: conjunto de microorganismos que se localizan normalmente en distintos sitios del cuerpo humano.

- *Vía digestiva*: se produce por la ingesta accidental del agente al realizar malas prácticas de laboratorio (por ejemplo, pipetear con la boca) o el consumo de alimentos y bebidas dentro del mismo.
- *Vía dérmica*: el ingreso del agente se produce a través de la ruptura de la piel, ya sea por incisión o punción o mediante mucosas, como por ejemplo la ocular, cuando se producen salpicaduras.
- La *vía vertical* (madre-hijo), si bien es importante, no es una vía de transmisión a considerar para el caso de la Bioseguridad para el desempeño del trabajo en un laboratorio.

## **AGENTES ETIOLÓGICOS FRECUENTES**

### **Virus**

Los instrumentos contaminados con patógenos que están en sangre, incluidos hepatitis B, C y Virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), constituyen una fuente de infección importante en trabajadores de la salud.

Los virus de la hepatitis B y C constituyen el mayor riesgo de enfermedad profesional en el equipo de salud, siendo 2 a 10 veces más frecuentes que el VIH. En los trabajadores de la salud la principal vía de contagio es la dérmica.

El virus de la hepatitis A se caracteriza por encontrarse en alimentos crudos, por lo que su vía de ingreso al hospedador se produce por vía digestiva.

La vía dérmica y principalmente el contacto sexual con personas infectadas es la principal forma de transmisión del VIH.

Otro grupo de virus que pueden afectar a los trabajadores es el de los herpes virus (virus del herpes simple, virus de la varicela-Zoster, citomegalovirus, virus de Epstein-Barr).

### **Bacterias gram positivas**

#### **Cocos gram positivos**

*Staphylococcus aureus*

Se localizan en las fosas nasales anteriores. También se encuentran en piel desnuda y zonas del cuerpo donde hay cabellos.

Su vía de transmisión puede ser directa o indirecta, siendo el mecanismo más eficiente el contacto directo persona a persona y menos eficiente por vía aérea (transmisión a partir de fuentes exógenas).

En ciertas ocasiones, puede producirse la intoxicación causada por la ingesta de toxinas producidas en los alimentos por alguna cepa de *S. aureus*.

*Streptococcus*  $\beta$  hemolítico Grupo A (*Streptococcus pyogenes*)

Agente causal de faringitis, escarlatina, pioderma, erisipela, entre otras; es la vía aérea la más frecuente en su transmisión.

*Streptococcus pneumoniae*

Se encuentra en el tracto respiratorio superior en el hombre; siendo la vía aérea la más frecuente en su transmisión.

*Enterococcus faecalis*

Habita el intestino. Su presencia indica contaminación de origen fecal y, por ende, mala higiene. Se transmite por vía endógena o bien por vía exógena.

### **Bacilos gram positivos**

*Clostridium tetani*

Comúnmente se encuentra en suelos y se caracteriza, debido a los endosporos que forma, por la alta resistencia a los agentes adversos. Se transmite a partir de una fuente exógena, por el uso de instrumental no estéril.

En el organismo produce una toxina que bloquea las señales nerviosas de la médula espinal a los músculos, y causa espasmos musculares intensos.

*Clostridium perfringens* y otros *Clostridium* productores de gangrena gaseosa

De manera semejante a *C. tetani*, sus esporos son altamente resistentes a los agentes adversos, por lo que se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza. También se encuentran en el intestino.

Los mecanismos de transmisión pueden ser endógenos o exógenos.

*Clostridium botulinum*

Se caracteriza por producir exotoxinas. Sus endosporos son altamente resistentes a los agentes adversos.

La enfermedad se adquiere generalmente por la ingesta de la toxina. Los alimentos caseros envasados constituyen factores de riesgo muy importantes, pero también pueden serlo los alimentos elaborados industrialmente.

*Corynebacterium diphtheriae*

Agente causal de la difteria. Se transmite por vía aérea.

*Mycobacterium tuberculosis*

Agente causal de la tuberculosis. Se transmite por vía aérea.

### **Bacterias gram negativas**

*Pseudomonas aeruginosa*

Su distribución es cosmopolita. Se encuentra en numerosos y diversos reservorios inanimados: todos los ambientes húmedos, muchos fluidos y superficies.

También se puede aislar de enjuagues bucales, cremas para la piel, jabones líquidos, antisépticos y desinfectantes.

Posee gran capacidad de adquirir mecanismos de resistencia a diversas familias de antibióticos lo que dificultaría en muchas ocasiones su tratamiento.

*Acinetobacter* spp.

Presenta rápida diseminación y una alta persistencia en el ambiente. También representa un grave problema en el área de salud ya que se han aislado cepas con multirresistencia, lo que genera muchas complicaciones a la hora de seleccionar el tratamiento.



## Enterobacterias

Amplio grupo de bacilos gram negativos anaerobios facultativos.

Se encuentran en reservorios muy variados tales como agua, suelo, tracto gastrointestinal del hombre y los animales.

Los géneros *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Serratia* (grupo KES) se consideran indicadores de mala higiene institucional. Se caracterizan por producir infecciones intrahospitalarias y en algunos casos se recuperan aislamientos con resistencia a diferentes familias de antibióticos.

La presencia de *Escherichia coli* indica contaminación con materia fecal.

## *Salmonella* spp.

También pertenece a las enterobacterias y constituye un importante problema en Salud Pública.

Se transmiten fundamentalmente por vía digestiva, a partir de la cadena alimenticia. Puede ser por contacto con manos contaminadas, alimentos mal cocidos, agua contaminada.

## Hongos

### *Candida* spp.

Existen diferentes especies.

*C. albicans* se encuentra en humanos y animales. En el hombre forma parte de la microbiota normal del tracto gastrointestinal y piel. También está en tracto genital femenino. En algunos casos es capaz de colonizar nichos no habituales generando infección en el humano, por lo que la mayoría de las infecciones son de origen endógeno.

Las personas que están bajo tratamiento con antibacterianos sistémicos son más propensas a adquirir candidiasis.

Hongos ambientales: *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., dematiaceos (*Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Curvularia* spp.)

Se los considera patógenos oportunistas. Todas las especies de estos géneros fúngicos se caracterizan por estar ampliamente diseminadas en el medio ambiente, techos, paredes, suelo.

Se transmiten fundamentalmente por vía aérea y se debe prestar atención especial al estado inmunológico de los individuos.

Hongos patógenos: *Coccidioides*, *Paracoccidioides*, *Histoplasma* y *Cryptococcus*.

Son hongos patógenos primarios. Siempre deben trabajarse en cabinas de seguridad.

## **Parásitos**

*Sarcoptes scabiei* var. *humanus*

Produce escabiosis, vulgarmente conocida como sarna. Es indicador de mala higiene, hacinamiento y malnutrición.

*Pediculus humanus*

*P. humanus* var. *capitis*, comúnmente conocido como piojo, se transmite por contacto directo (cabeza a cabeza) o indirecto, a través de peines, cepillos u otros elementos para pelo.

Enteroparásitos

Es un amplio grupo de parásitos. La mayoría se transmite a partir de una fuente exógena. Puede ser por vía digestiva, dérmica o por contacto persona-persona. Algunas parasitosis se adquieren por inhalación de huevos.

Para prevenir su contagio resulta fundamental el uso de agua «segura», la correcta higiene de alimentos de consumo crudo y asegurar la cocción de los alimentos.

## **Clasificación de microorganismos por grupo de riesgo**

Los microorganismos se clasifican sobre la base de sus características infectantes por grupo de riesgo en:

- *Nivel de riesgo 1*: microorganismos que tienen poca posibilidad de provocar enfermedad en humanos o animales. Ej.: *Lactobacillus acidophilus*.
- *Nivel de riesgo 2*: microorganismos que pueden provocar enfermedad en humanos o en animales. Poseen pocas probabilidades de ocasionar un riesgo grave para el personal de laboratorio, la comunidad, los animales

o el ambiente. Para este grupo existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces. Ej.: *Staphylococcus* spp., virus de las hepatitis A y B.

- *Nivel de riesgo 3*: microorganismos que pueden provocar enfermedades graves en humanos o en animales pero que habitualmente no se propagan de un individuo a otro. Debido al riesgo de exposición a aerosoles, son importantes sobre todo en laboratorios de diagnóstico, investigación y producción. Para este grupo existen medidas eficaces de tratamiento y prevención. Ej.: *Mycobacterium tuberculosis*.
- *Nivel de riesgo 4*: microorganismos que suelen provocar enfermedades graves en humanos o animales, y que se transmiten fácilmente de un individuo a otro, directa o indirectamente. No se dispone de medidas eficaces de tratamiento y prevención. Ej.: virus del Ebola, virus de Lassa y virus Junín.

## 4 Barreras de protección

Las barreras de protección reducen el riesgo de exposición de la piel o mucosas a los materiales infectados, tales como sangre y otros fluidos corporales.

Algunas de las barreras con las que se cuenta son:

### Guantes

Se deben utilizar cuando se prevea que la piel va a estar en contacto con fluidos corporales, membranas mucosas, superficies o elementos que han sido contaminados con estos fluidos. Hay diferentes tipos de guantes (Fig. 3):

- Guantes quirúrgicos estériles.
- Guantes no estériles (látex o vinil).
- Guantes industriales de polinitrilo o neopreno. Son resistentes a los pinchazos; útiles durante la limpieza del instrumental, desinfección del laboratorio y el manejo de químicos.



FIGURA 3. DIFERENTES TIPOS DE GUANTES

Recomendaciones para el uso de guantes:

- Antes de emplear los guantes se debe verificar que las uñas estén cortadas y, en caso de tener uñas artificiales, se procederá a retirarlas.
- También deben retirarse joyas tales como anillos, pulseras y relojes.
- Previo a la colocación y posteriormente al retiro de los guantes deben lavarse y secarse correctamente las manos.
- Previo a su colocación se debe verificar que los guantes no estén dañados.
- No deben aplicarse lociones o cremas en las manos antes de colocarse los guantes, ya que el aceite puede degradar el látex.

Es importante remarcar que *si se van a utilizar guantes se lo debe hacer de forma apropiada*, es decir, los guantes sólo se colocarán en el momento de comenzar el trabajo con la muestra, el paciente o el objeto potencialmente contaminado y se retirarán ni bien el trabajo culmine, evitando tocar con dichos guantes otros objetos «no contaminados» como por ejemplo el picaporte de la puerta, teléfonos celulares, lapiceras, cuadernos de notas, etc. Una vez retirados, deben descartarse como material contaminado (ver residuos patológicos).

---

«El uso de guantes no elimina el lavado de manos»

---

## Barbijos

Constituyen una medida de protección de las mucosas de la nariz y la boca (Fig. 4). Impiden la inhalación de partículas infecciosas.

La trama del material con el que están confeccionados debe ser la adecuada para que retengan a los agentes etiológicos y eviten su inhalación.

Deben emplearse siempre que se produzcan aerosoles y salpicaduras y colocarse correctamente para evitar que puedan llegar a las mucosas (Fig. 4).



FIGURA 4. TIPOS DE BARBIJOS Y MODO DE COLOCARLOS

## Ropa protectora (Bata o guardapolvo, cubrecalzados, cofia)

Impiden que la ropa se salpique y ensucie con material infeccioso o sangre.

- *Guardapolvos o batas*: pueden ser de tela o de material descartable. En lo posible deben ser cerrados hasta arriba y manga larga (Fig. 5).

Los de tela deben ser higienizados periódicamente y, en lo posible, permanecer dentro del laboratorio. En caso de necesitar sacarlo de las instalaciones para su lavado deben transportarse en una bolsa bien cerrada. Los descartables son empleados una única vez y luego deben ser desechados correctamente.



FIGURA 5. GUARDAPOLVOS Y BATAS

- *Cubrecalzados y cofias* (Fig. 6): comúnmente son descartables; se utilizan sólo dentro del área de riesgo y luego son desechados correctamente.

Los cubrecalzados evitan el traslado de material infeccioso en las suelas de los zapatos de un lugar a otro y la cofia evita que el material infeccioso sea depositado accidentalmente en los cabellos. En caso de que las cofias sean de tela, deben higienizarse periódicamente de igual modo que los guardapolvos.



FIGURA 6. CUBRECALZADOS Y COFIAS

- *Protección ocular* (gafas o caretas): las gafas evitan que las salpicaduras con material infeccioso lleguen a los ojos y los protegen de los rayos uv. Pueden utilizarse sobre los lentes del operador, en caso de que éste los necesite para ver mejor (Fig. 7). Deben ser de material fácilmente descontaminable.



FIGURA 7. GAFAS

### **Barreras protectoras adecuadas según la vía de transmisión**

- *Protección de la vía aérea*: las principales barreras a utilizar son los barbijos, los guantes que evitan el contacto directo de las manos con los agentes y la ropa protectora (guardapolvos, batas, etc.) que protege la ropa del trabajador evitando que los agentes sean trasladados fuera del laboratorio. A su vez, es importante evitar o disminuir la producción de aerosoles, por lo que la esterilización de las ansas de cultivo debe realizarse correctamente, las centrífugas utilizadas deben poseer tapa y no se debe barrer el laboratorio.
- *Protección de la vía digestiva*: la contaminación a través de esta vía ocurre por ingestión accidental del agente. La acción principal para prevenir la ingesta de los agentes radica en el correcto lavado de manos, antes y después del trabajo en el laboratorio. A su vez se recomienda la utilización de guantes lo que bajo ningún caso, como ya se comentó, reemplaza o elimina el lavado de manos.
- *Protección de la vía dérmica* (piel y mucosas): se recomienda el lavado de manos periódico, la utilización de guantes y ropa protectora. En este punto se agrega la utilización de gafas para proteger la mucosa ocular ya que evitan que las salpicaduras con material infeccioso lleguen a los ojos y los protegen de los rayos uv. Como ya se comentó, pueden utilizarse sobre los lentes que utiliza el operador y deben ser de material fácilmente descontaminable. Por otro lado, resulta fundamental la utilización responsable de agujas y otros objetos punzantes o cortantes para evitar daños propios en la piel y en terceros.

Resulta crucial cumplir con la regla de los 4 «NO»: **NO COMER, NO BEBER, NO MAQUILLARSE Y NO FUMAR** dentro del laboratorio (Fig. 8).



FIGURA 8. PAUTAS DE PREVENCIÓN



## 5 Lavado de manos

El objetivo del lavado de manos es remover la suciedad, el material orgánico y disminuir la concentración de bacterias o flora transitoria adquiridas por contacto reciente con pacientes o fomites.

Una de las premisas del lavado es «individualizarlo», esto es que cada persona que proceda a lavar sus manos no comparta ni el jabón ni la toalla.

Para un correcto lavado de manos es necesario seguir ciertos pasos (Fig. 9), como se detalla a continuación:

- 1) Quitar anillos, reloj, pulseras.
- 2) Abrir la canilla.
- 3) Mojar las manos con agua y aplicar jabón líquido. Es importante evitar los jabones sólidos ya que los mismos suelen contaminarse con microorganismos de cada una de las personas que se lavaron las manos con anterioridad.
- 4) Fregar enérgicamente por 10 a 15 segundos. Cubrir todas las superficies de manos, dedos y uñas, llegando hasta 10 cm por debajo del pliegue de las muñecas.
- 5) Enjuagar con abundante agua.
- 6) Tomar una toalla de papel absorbente y secar las manos.
- 7) Utilizar la misma toalla para el cierre de la llave para evitar la recontaminación.
- 8) Desechar la toalla.



FIGURA 9. LAVADO DE MANOS

## 6 Riesgos biológicos comunes durante el trabajo en el laboratorio

A continuación se presenta una serie de operaciones realizadas en el laboratorio que, por una mala conducta de trabajo, pueden poner en riesgo la salud de un individuo o un grupo de personas.

- *Operaciones de rutina:* son las causas más frecuentes de infección. Ej.: el ansa debe ser esterilizada de manera correcta (llevarla a rojo incipiente) inmediatamente después de ser utilizada. Debe quemarse en forma lenta para evitar la formación de partículas de aerosol que puedan ser inhaladas accidentalmente si se está trabajando sin barbijo. También se debe tener cuidado de utilizar propipetas y no pipetear con la boca.
- *Recepción de muestras:* el envío de muestras en envases inadecuados, frascos rotos, mal tapados, envoltorios mojados, es uno de los factores de riesgo a los que más comúnmente está sometido un trabajador. En caso de que esto ocurriera no debería recibirse la muestra.
- *Manipulación de muestras:* una incorrecta manipulación de las muestras ya sea por el mal uso o el no uso de las correctas barreras de protección, como por ejemplo «reencapuchar» agujas, expone al operador a un alto riesgo biológico; éste es un ejemplo clásico de incorrecta manipulación.
- *Transporte de muestras:* existen normas nacionales e internacionales que regulan cómo deben transportarse las muestras. Por ejemplo, bajo ninguna circunstancia se deben transportar en carteras, mochilas, bolsos de mano.
- *Centrifugación:* durante este procedimiento se debe evitar la formación de aerosoles, por lo que no se debe detener o frenar la centrífuga manualmente.
- *Liofilizados:* la apertura de microorganismos liofilizados siempre debe realizarse en cabinas de seguridad biológica para evitar la generación de aerosoles al abrirlos.

- *Desechos*: en el caso de los residuos patológicos, los mismos deben ser manipulados y transportados correctamente. Se debe descontaminar o esterilizar, según el caso, todo material biológico que así lo requiera (cultivos, etc.), previo a su descarte en bolsa roja, debidamente rotulada. Más adelante se explicita con mayor detalle cómo proceder con los residuos (ver Cap. 11).
- *Material reutilizable* (Ej.: pipetas, cajas de Petri de vidrio): se debe esterilizar previo a su lavado y acondicionamiento para ser usado nuevamente. Este material así tratado se considera «seguro» y no representará riesgo para su manipulación por el encargado de la limpieza del mismo.
- *Animales de laboratorio*: durante el trabajo en bioterios se deben cumplir las normas establecidas por el laboratorio ya que según con qué animales y experimentos se esté trabajando pueden generarse infecciones por vía aérea, dérmica, etc., que pueden ser graves. Por lo tanto, siempre es crucial respetar las indicaciones del responsable del bioterio.

En todos los casos el respeto y cumplimiento de las normas de cada institución o laboratorio minimiza la exposición a un riesgo biológico y disminuye la aparición de accidentes en las instalaciones.

## 7 Niveles de seguridad de los laboratorios

Sobre la base de los grupos de riesgo de los microorganismos ya descritos, los laboratorios se clasifican en distintos niveles de seguridad.

### **NIVEL DE BIOSEGURIDAD I (NB I: LABORATORIO BÁSICO)**

Es adecuado para trabajos que involucran agentes bien caracterizados que no producen enfermedad en humanos adultos sanos, por lo que constituyen un riesgo potencial mínimo para el personal del laboratorio y el ambiente.

La tarea se realiza sobre mesadas de trabajo utilizando prácticas microbiológicas estándares. El personal del laboratorio cuenta con una capacitación específica y es supervisado por un profesional idóneo en microbiología o ciencias relacionadas.

Trabajar en este tipo de laboratorio requiere el uso de:

#### **Prácticas microbiológicas estándares**

- El acceso al laboratorio es limitado o restringido cuando se estén llevando a cabo experimentos o trabajos con cultivo y especímenes.
- Tiene acceso permitido personal autorizado.
- Las puertas de acceso deberán estar cerradas.
- Las áreas de fumar, beber y comer estarán delimitadas en áreas no contaminadas, externas al laboratorio. Siempre se debe respetar la Regla de los 4 NO (Fig. 8).
- Las personas que usan lentes de contacto deben usar antiparras o protector facial.
- Está prohibido pipetear con la boca. Usar dispositivos mecánicos.
- Se debe disminuir la posibilidad de generar salpicaduras o aerosoles.
- Se implementará y respetará la política de manejo de objetos cortantes o punzantes.

- Las superficies de trabajo se deben descontaminar antes y después de finalizar la tarea y luego de todo derrame de material viable.
- Se debe descontaminar (autoclavado) cultivos y desechos.
- Se debe realizar el lavado de manos luego de manipular materiales viables, al quitarse los guantes y antes de retirarse del laboratorio.
- Se debe contar con programa de control de roedores e insectos.
- Se debe colocar una señal de advertencia de «Riesgo Biológico» en la entrada del laboratorio cuando se encuentren presentes agentes infecciosos.

### **Prácticas especiales**

No requieren.

### **Equipos de seguridad (barreras primarias)**

- Guardapolvos, guantes y protección ocular (Fig. 3 a 7).
- No requieren dispositivos, equipos de contención o equipamientos especiales.

### **Instalaciones del laboratorio (barreras secundarias)** (Fig. 10)

- Los laboratorios deben tener puertas para el control de acceso y señal de advertencia de peligro biológico.
- Al menos una pileta «limpia» destinada para lavado de manos.
- El laboratorio debe ser de limpieza sencilla (no deben existir alfombras ni felpudos).
- Las superficies de las mesadas deben ser impermeables al agua y resistentes al calor moderado y a solventes orgánicos, como también a ácidos, álcalis y todo producto químico utilizado para descontaminar las mismas y los equipos.
- Las ventanas que abran al exterior deben tener mosquiteros.
- Los espacios entre las mesadas de trabajo, gabinetes y equipos deben ser accesibles para su limpieza.

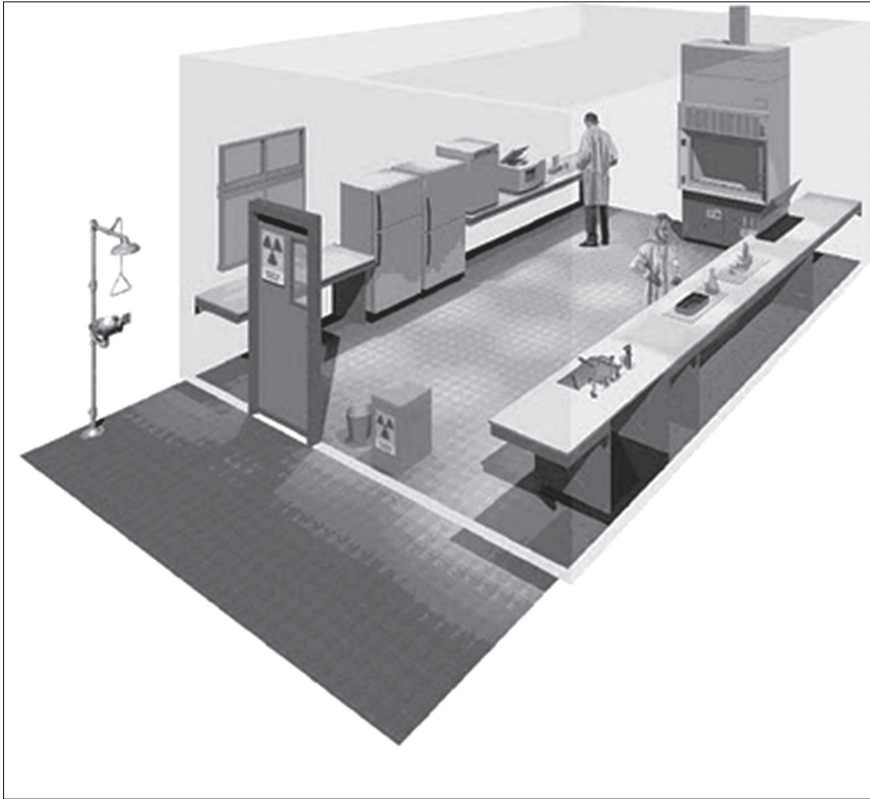


FIGURA 10. LABORATORIO NIVEL DE BIOSEGURIDAD I

## **NIVEL DE BIOSEGURIDAD II (NB II: LABORATORIO BÁSICO)**

Este nivel es adecuado para trabajos que involucran agentes de riesgo potencial moderado para el personal y el ambiente.

A las prácticas microbiológicas estándares del NB I se les agregan:

### **Prácticas especiales**

- Acceso limitado o restringido cuando se estén realizando trabajos con agentes infecciosos. No se permite la presencia de personas con riesgo de adquirir la infección.
- Para ingresar al laboratorio se deben respetar las normas establecidas.
- Señal de advertencia de «Riesgo Biológico» en la entrada del laboratorio.
- Inmunización del personal.

- Capacitación del personal.
- Alto grado de precaución con materiales punzantes y/o cortantes contaminados (agujas, jeringas, cubre y portaobjetos, etc.).
- Uso excepcional de agujas, jeringas y otros elementos punzantes y/o cortantes.
- Sustitución del material de vidrio por insumos de plástico.
- Confección de un Manual de Bioseguridad adaptado a la infraestructura disponible.

### **Equipos de seguridad**

- Cabinas de seguridad biológicas (CSB) Clase II o similares (ver Anexo), autoclave (Fig. 11) próximo al laboratorio, centrífuga con tapa de seguridad (Fig. 12).
- Guantes, protección ocular o facial (en caso de salpicaduras o generación de aerosoles).
- Guardapolvos o ambos con mangas largas siempre cerrados durante la permanencia en el laboratorio.



FIGURA 11. AUTOCLAVE



FIGURA 12. CENTRÍFUGA CON TAPA DE SEGURIDAD

### ***Instalaciones del laboratorio*** (Fig. 13)

- Puertas cerradas con llave y señalizadas.
- Laboratorios alejados de las áreas públicas.
- Laboratorio con al menos un lavatorio para el lavado de manos.
- Laboratorio diseñado correctamente, piso y mesadas lavables resistentes a solventes orgánicos y productos químicos.
- CSB ubicadas lejos de las puertas, de ventanas que se puedan abrir y de áreas del laboratorio de mucho tránsito.
- Una estación para el lavado de ojos.
- Iluminación adecuada para todas las actividades.
- Ventanas que se abran al exterior con mosquiteros.
- Sistema de ventilación mecánica con flujo de aire hacia el interior sin la recirculación a espacios fuera del laboratorio.
- Residuos contaminados separados del circuito general de residuos.



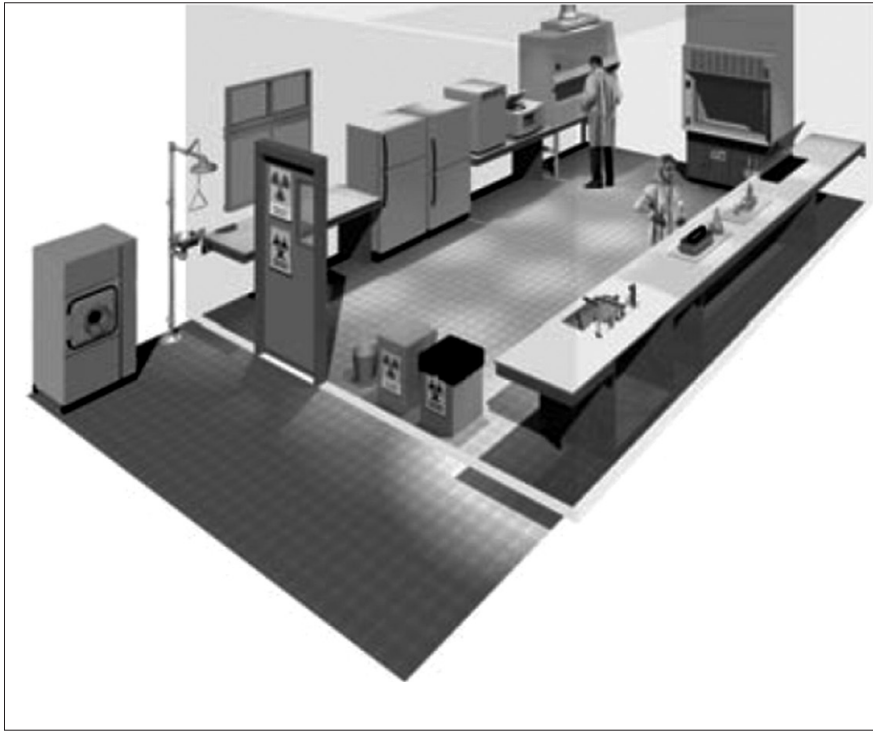


FIGURA 13. LABORATORIO NIVEL DE BIOSEGURIDAD II.

### **NIVEL DE BIOSEGURIDAD III (NB III: LABORATORIO DE CONTENCIÓN)**

Está indicado para el trabajo con microorganismos que pueden producir una enfermedad grave o potencialmente letal como resultado de la exposición por vía inhalatoria y para el manipuleo de agentes exóticos.

Todas las tareas deben ser efectuadas en las CSB Clase II (Ver Anexo).

El acceso al laboratorio debe estar limitado o restringido durante el horario de trabajo. Estará terminantemente prohibido el ingreso de personas ajenas a él.

#### **Prácticas microbiológicas**

Son las llevadas a cabo en el NB II, con el agregado de algunas recomendaciones:

- Manual de Bioseguridad para el laboratorio y precauciones necesarias para sus tareas.

- Símbolo de riesgo biológico, nivel de bioseguridad y nombre del supervisor, expuestos en puerta de acceso.
- Acceso y salidas controlados por el director del laboratorio.
- Personal instruido correctamente y supervisado.
- Todos los elementos corto-punzantes manejados con protección.
- Ropa de trabajo usada, embolsada y descontaminada por el método de calor húmedo.
- Descontaminación de los elementos para desechar.
- Descontaminación de los equipos de laboratorio con desinfectantes efectivos y no corrosivos.

### **Equipos de seguridad (barreras primarias)**

- CSB Clase II o III (ver Anexo).
- Ropa del personal de uso exclusivo.
- Uso de protección respiratoria, protección de mucosas oculares y guantes.
- Cambio frecuente de guantes acompañado de lavado de manos.

### **Instalaciones de contención (barreras secundarias) (Fig. 14)**

- Laboratorio separado del resto del edificio; se accede por vestíbulo.
- Acceso restringido.
- Dobles puertas de acceso con cierre automático.
- Pisos antideslizantes.
- Pisos, paredes y cielorrasos sin grietas.
- Espacios entre puertas y marcos sellados.
- Aberturas existentes en superficies obturadas.
- Ventanas cerradas herméticamente con cristales resistentes.
- Lavabos en las inmediaciones de las puertas con grifos que no se accionan con la mano.
- En el laboratorio debe haber equipo para el lavado de ojos y duchas para el personal.
- Sistema de ventilación con filtro HEPA.
- Corriente de aire que circule hacia el interior.
- Equipo de doble puerta que permita la descontaminación, previo a su desecho, de todo el material infeccioso a ser descartado.

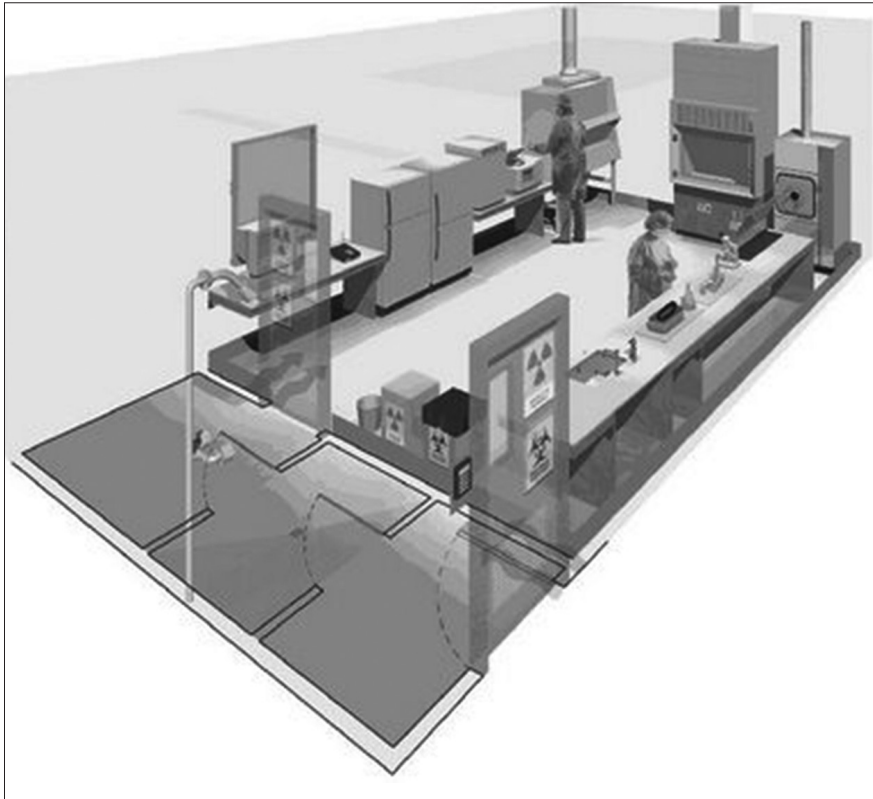


FIGURA 14. LABORATORIO NIVEL DE BIOSEGURIDAD III.

### **NIVEL DE BIOSEGURIDAD IV (NB IV: LABORATORIO DE MÁXIMA CONTENCIÓN)**

Se aplica para trabajos que involucren agentes altamente infectocontagiosos, con alto grado de mortalidad y para los que no existen tratamientos o no son seguros.

Debe contarse con un Manual de Procedimiento con Normas de Bioseguridad para todas las tareas a realizar.

El personal debe estar supervisado. Todo el trabajo debe ser llevado a cabo por dos personas.

El acceso al laboratorio sólo estará permitido a los profesionales que trabajan en esa área.

## Prácticas microbiológicas

- Sólo de Nivel III.
- Ingreso a través de vestíbulos aislantes para cambiar ropa y colocarse los trajes especiales que se deben utilizar (Fig. 15). El personal debe ducharse (descontaminación química) al salir del laboratorio.
- Personal de laboratorio y mantenimiento, capacitado.
- Todos los materiales necesarios para trabajar son introducidos al laboratorio a través de autoclave de doble puerta, ubicado en la pared.
- Los materiales biológicos viables de la CSB clase III o laboratorio son retirados en recipientes sellados e irrompibles (recipiente primario) que a su vez se colocan dentro de otro recipiente (recipiente secundario). Finalmente son retirados por medio de una cámara especial.
- Limpieza de derrames y posibles contingencias por personal autorizado, capacitado y equipado.



FIGURA 15. TRAJE PROTECTOR ESPECIAL CON AIRE PRESURIZADO.

## Equipos de seguridad

Equipos: CSB clase III o II, combinadas con protección total del operador (con aire presurizado) y del medio ambiente (ver Anexo).

## Instalaciones

Las mismas deben ser de máxima contención.<sup>1</sup>

- Acceso controlado: laboratorio situado en edificio independiente o zona claramente delimitada.
- Entrada y salida de personas y suministros a través de cámaras de cierre hermético o sistema de cajas de paso.
- Sistemas de ventilación controlada: presión negativa dentro de las instalaciones; el aire de entrada y salida pasa por filtros HEPA.
- Descontaminación de efluentes por tratamiento térmico antes de su eliminación definitiva.
- Esterilización de desechos y materiales (autoclave de doble puerta u otro método de descontaminación).
- Centrífugas o equipos que generen aerosoles deben ser contenidos en dispositivos que liberen el aire filtrado.
- El laboratorio dispondrá de un sistema de ventilación propio que lo mantendrá en depresión, mediante un equipo de entrada.<sup>2</sup> La expulsión de aire se llevará a cabo a través de filtros de alta eficacia, provistos de sistema de alarma para que se accione en caso de mal funcionamiento. La salida al exterior estará apartada de tomas de aire y de lugares habitados.
- El aire procedente de las cabinas de seguridad debe ser evacuado hacia el exterior por el propio sistema de ventilación del laboratorio. Las ramificaciones del sistema de salida no deben interferir con el sistema de depresión del laboratorio.

## Señalizaciones

Las señales de seguridad son útiles cuando existen riesgos significativos y deben colocarse de manera que sean claramente visibles. Sin embargo, cuando existan riesgos graves en un puesto o lugar de trabajo, no se debe confiar su prevención solamente a una señal; se deben tomar otras medidas preventivas.

---

1 Instalaciones de contención: se refiere a que el laboratorio debe ser construido separado de otras áreas.

2 Nota aclaratoria:

- Una sala con *presión negativa* tiene una presión inferior a la de las áreas aledañas, lo que evita que el aire fluya fuera de la sala y en dirección a las salas o áreas aledañas, y así previene la transmisión a través del aire. Ej.: paperas, sarampión, varicela, gripe y tuberculosis pulmonar o laríngea Tipo M cuya existencia se sabe o se sospecha.

- *Salas de Aislamiento con presión positiva*: hay mayor presión de aire en la sala de aislamiento que en los pasillos o antesalas aledañas. Se utiliza para evitar la transmisión de enfermedades desde el exterior hacia el interior a las personas o pacientes altamente inmunodeprimidos.

No conviene colocar en exceso señales de seguridad ya que usar demasiadas no garantiza que alguien las lea y las tenga en cuenta.

Es importante respetar las señales que se encuentren a la vista, siempre que se ingrese a un laboratorio.

## 8 Procedimientos a llevar a cabo según el tipo de accidente ocurrido en el laboratorio

### EN CASO DE UNA EXPOSICIÓN ACCIDENTAL A SANGRE U OTRO MATERIAL BIOLÓGICO

Ni bien ocurre el accidente se debe:

- 1) Lavar bien la zona con agua y jabón antiséptico.
- 2) Aplicar antiséptico nuevamente y dejar actuar de 2 a 3 minutos.
- 3) Si se produjo una herida, previo al lavado deberá favorecerse el sangrado.
- 4) Efectuar serología para: Hepatitis B, C y VIH para descartar infecciones previas.
- 5) Si era conocido que la muestra provenía de un paciente VIH(+), consultar de inmediato con un infectólogo a fin de definir si se va a hacer profilaxis.
- 6) Efectuar la denuncia ante las autoridades correspondientes.

Siempre es importante efectuar la consulta médica una vez que se realizaron los pasos anteriormente detallados.

### EN CASO DE DERRAME O ROTURA DE RECIPIENTES CON MATERIAL BIOLÓGICO

En primer lugar se deben UTILIZAR BARRERAS de protección.

- *Si es líquido:* cubrir con papel absorbente, descontaminar con hipoclorito de sodio en la concentración (0,5 %) y tiempo adecuados (30'), lavar con agua y detergente y volver a desinfectar.
- *Si es sólido:* recoger el material de forma adecuada para su descontaminación y/o descarte usando guantes y, eventualmente, pala. Luego, descontaminar la zona, lavar y volver a desinfectar.

## 9 Inmunopprofilaxis

El objetivo de la inmunización es disminuir el riesgo de adquirir enfermedades infecciosas. Como ya se comentó, existen diferentes estrategias, tales como el lavado de manos, el uso de barreras adecuadas y el buen uso del equipamiento apropiado para cada tipo de muestra que se procesa.

Para las personas que se desempeñan en un laboratorio, se agrega:

- Cumplimiento de las normas del laboratorio.
- Manejo adecuado de muestras.
- Equipamiento apropiado para el procesamiento de muestras.

### INMUNIDAD

La *inmunidad* es la capacidad del organismo para hacer frente a la entrada de patógenos o sustancias extrañas, es decir, es un estado de protección. Se adquiere de distintas formas, denominadas en conjunto *inmunización*.

Según la *forma de adquirirla*, se distinguen estos tipos:

- *Inmunidad natural*: el organismo adquiere la inmunidad de forma natural, ej.: la superación de algunas enfermedades, en el caso de los bebés durante el embarazo o la lactancia.
- *Inmunidad artificial*: los anticuerpos se adquieren por métodos artificiales, tales como vacunas o sueros.
- *Inmunidad activa*: el organismo es el que forma las defensas (anticuerpos y células de memoria). Es duradera.
- *Inmunidad pasiva*: se administran los anticuerpos al organismo, pero él no los sintetiza. No induce memoria inmunológica, por lo que es temporal.
- La *inmunidad natural activa* aparece en el individuo tras la superación de una enfermedad, y se basa en la existencia de células de memoria. En primer lugar, el patógeno estimula la producción de anticuerpos y de dichas células quedando así inmunizado, en algunos casos de por vida. En posteriores infecciones, la respuesta inmune secundaria es mucho más intensa y más rápida; se evita así el desarrollo de la enfermedad.
- *Inmunidad natural pasiva*: el feto queda inmunizado durante el embarazo al recibir inmunoglobulinas a través de la placenta y durante la lactancia



- a través del calostro. Es una protección temporal, entre seis meses y un año, ya que al cabo de este plazo los anticuerpos recibidos desaparecen.
- *Inmunidad artificial activa*: el individuo queda inmunizado al suministrarle en una inyección un preparado llamado *vacuna* que contiene antígenos. Estos provocan una respuesta inmune primaria, formando anticuerpos y células con memoria. Esas últimas son las que se activarán si se producen posteriores infecciones de dicho patógeno. Se basa por tanto en la especificidad antígeno-anticuerpo y en la memoria del sistema inmunitario. Es una protección duradera, con efectos a largo plazo, por lo tanto es un método preventivo o profiláctico, y hay que administrarla antes de que se produzca la infección.
  - *Inmunidad artificial pasiva*: esta técnica consiste en inyectar a un individuo infectado un suero con anticuerpos (gammaglobulinas) fabricados por otro organismo. Es una medida curativa de urgencia y se utiliza cuando el individuo necesita los anticuerpos de forma inmediata. Su efecto es temporal, a corto plazo, ya que el receptor no forma células con memoria.

## VACUNACIÓN

Es la inducción y producción de una respuesta inmunitaria específica protectora por parte de un individuo sano susceptible como consecuencia de la administración de un producto inmunobiológico que es la vacuna.

El objetivo inmediato de la vacunación es la prevención de la enfermedad en individuos o grupos de individuos, pero su objetivo final es la erradicación de la enfermedad.

Las *vacunas* son un recurso sanitario muy diferente del resto. Cualquier persona acepta, sin dudar, el tratamiento de una enfermedad por molesto o doloroso que este sea con el objetivo de la curación. En cambio, el uso de las vacunas implica inyectar una sustancia a un individuo sano. Para aceptar esto es necesario tener muy en claro las indudables ventajas de la vacunación y comprender los riesgos de rechazarla.

Las vacunas no sólo proporcionan una protección individual frente a enfermedades infecciosas con reservorio humano, sino también una protección colectiva o comunitaria (inmunidad de grupo) que contribuye a romper la cadena de transmisión de la enfermedad y obtiene resultados superiores a la suma de inmunidades individuales. Esta inmunidad colectiva protege a la comunidad del riesgo de una epidemia, confiere una protección indirecta a los sujetos no vacunados, y hace posible la erradicación de la enfermedad cuando la tasa de inmunidad colectiva es suficiente para interrumpir la transmisión.

Una vacuna puede estar constituida por:

- Un microorganismo vivo atenuado. La virulencia del mismo ha sido disminuida y son muy inmunogénicas. Ej.: Sarampión, Rubéola, Paperas, Fiebre amarilla, Tuberculosis.
- Un microorganismo muerto o inactivado que conserva su capacidad inmunogénica. Necesitan dosis de refuerzo. Ej.: Rabia, Poliomielitis (Salk).
- Una parte del microorganismo, antígenos puros sintéticos. Ej.: Hepatitis B.
- Un producto derivado del microorganismo: toxinas modificadas o toxoides. Ej.: Tétanos, Difteria.

### ¿CÓMO SE MIDE LA RESPUESTA A UNA VACUNA?

La respuesta de un individuo a la aplicación de una vacuna se denomina *seroconversión* y es la comparación del título (nivel en sangre) de los anticuerpos protectores antes y después de la vacunación.

Frente al primer estímulo con el antígeno se produce una respuesta fundamentalmente de anticuerpos tipo IgM. Luego de un período cuando se reestimula con el antígeno (ya sea que se encuentre con el microorganismo salvaje o se aplique una nueva dosis de vacuna) se obtiene una respuesta mucho mayor con producción de anticuerpos fundamentalmente tipo IgG, que se mantiene en niveles altos. Estos son anticuerpos protectores (Fig. 16).

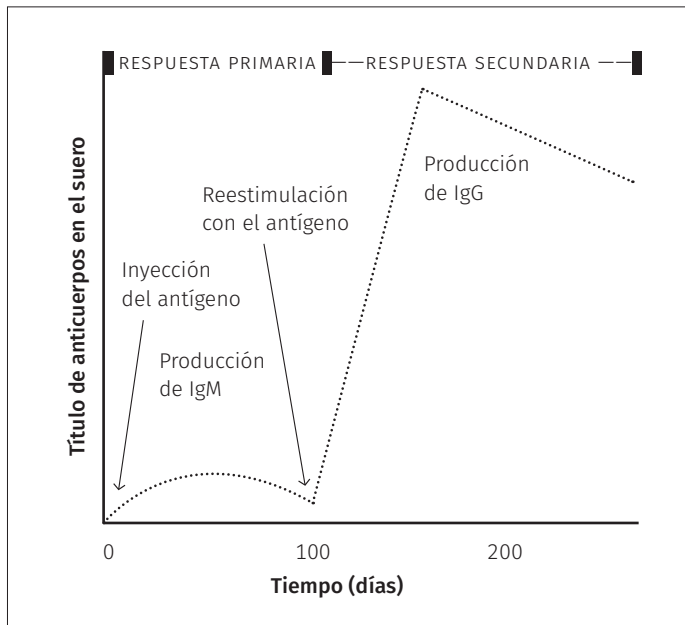


FIGURA 16. RESPUESTA INMUNOLÓGICA

Cuando se desea obtener una buena respuesta inmunológica, es importante conseguir la inmunidad frente a una determinada enfermedad infecciosa:

- Espaciar los sucesivos estímulos, respetando los intervalos entre dosis.
- Recomponer los esquemas incompletos.

## VACUNAS RECOMENDADAS PARA EL ADULTO

Según las Normas Nacionales de Vacunación la población adulta debe estar protegida contra las siguientes enfermedades:

- Sarampión, Rubéola, Paperas
- Varicela
- Hepatitis B
- Tuberculosis
- Difteria, Tétanos, Coqueluche

Para los alumnos que asisten a Centros de Salud se recomienda, además, estar protegidos contra la Gripe o Influenza.

La aplicación de una vacuna va acompañada de una serie de reacciones. Estas Reacciones Vacunales son menores y comunes, benignas, previsibles y no revisten gravedad (Tabla 1). No inhabilitan la aplicación de la vacuna. Se deben al inmunógeno o a otro componente de la vacuna.

**TABLA 1.** TASAS BASALES DE LAS REACCIONES VACUNALES MENORES Y COMUNES. ALGUNOS EJEMPLOS

Vacuna	Reacción local (dolor, tumefacción, enrojecimiento)	Fiebre	Irritabilidad, malestar y síntomas no específicos
BCG	Común	--	--
Hepatitis B	Adultos: hasta 30 % Niños: hasta 5 %	1-6 %	--
Antisarampionosa	Hasta 10 %	Hasta 5 %	Hasta 5 %

Existen otros signos y síntomas que son las complicaciones y que se deben diferenciar de las reacciones vacunales ya que constituyen verdaderos síndromes patológicos. Generalmente son debidas al sujeto receptor.

En la Tabla 2, se listan algunas reacciones que pueden ser graves pero ocurren con muy baja frecuencia.

**TABLA 2. TASAS BASALES DE REACCIONES VACUNALES RARAS Y GRAVES. ALGUNOS EJEMPLOS**

Vacuna	Reacción	Tiempo que tarda en aparecer	Tasas por 1 000 000 de dosis
Antisarampionosa	Convulsiones febriles	5-12 días	333
	Trombocitopenia	15-35 días	33
Tétanos	Neuritis del plexo braquial	2-28 días	5-10
	Anafilaxia	0-1 hora	1-6
	Absceso estéril	1-6 semanas	6-10

## CONTRAINDICACIONES GENERALES DE LAS VACUNAS

Las contraindicaciones generales de las vacunas quedan limitadas a unas pocas situaciones:

- Enfermedad aguda que compromete el estado general.
- Presencia de fiebre.
- Reacción anafiláctica a la vacuna o a los constituyentes de la vacuna.

Las dos primeras contraindicaciones son de carácter transitorio; luego de solucionadas se debe vacunar.

Existen estados fisiológicos y patológicos que requieren evaluación antes de administrar una vacuna. Por ejemplo: embarazo e inmunosupresión.

Se sugiere no vacunar en los primeros meses de embarazo.<sup>1</sup> Lo conveniente es que la mujer, antes del embarazo, cuente con los esquemas de vacunación completos.

En la inmunosupresión están contraindicadas las vacunas a virus vivos.

En cada caso se deben evaluar los riesgos de contraer la enfermedad versus las ventajas de la vacunación.

1 Durante el embarazo algunas vacunas están especialmente indicadas, como por ejemplo la antigripal y la Triple TDP (Tétano, Difteria, Pertussis); circunstancialmente pueden ser recomendadas otras vacunas inactivas para prevenir neumonías, Hepatitis A. Por último, otro grupo de vacunas contraindicadas son las conocidas como vacunas vivas atenuadas.

# 10 Limpieza, desinfección y antisepsia en el laboratorio.

## Estrategias y aplicaciones

El bienestar del hombre depende en gran medida del control que ejerce sobre el desarrollo de las poblaciones microbianas que habitan sobre objetos animados e inanimados.

Las principales razones para efectuar dicho control son: evitar la contaminación, la descomposición de los alimentos y prevenir la transmisión de enfermedades infecciosas.

Esta tarea se lleva a cabo utilizando *agentes antimicrobianos*, que pueden ser de naturaleza física (como el calor) o química.

Los antimicrobianos pueden actuar inhibiendo o destruyendo a los microorganismos. La utilización de prefijos y sufijos orienta acerca del tipo de microorganismo sobre el que actúan y el tipo de acción que ejercen sobre ellos.

Así, agentes antimicrobianos del tipo bacteriostáticos, fungistáticos y virus-táticos actuarán inhibiendo (–stático) el desarrollo de bacterias, hongos y virus, respectivamente.

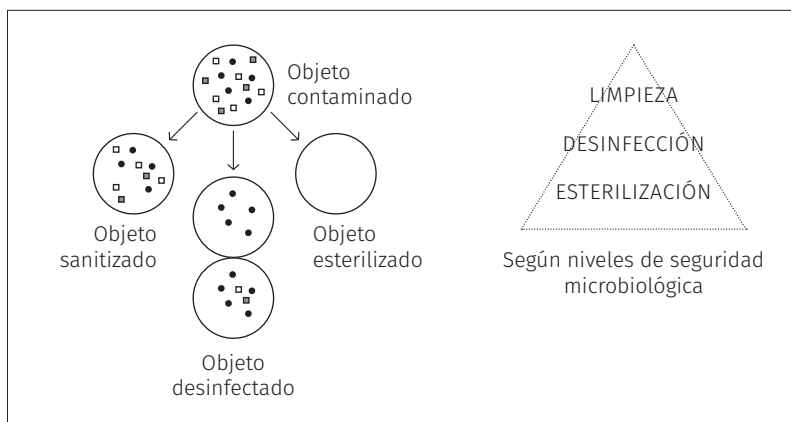
Por otro lado, agentes bactericidas, fungicidas, virucidas y esporicidas tendrán un efecto destructivo (–cida) sobre bacterias, hongos, virus y esporos (estructuras de resistencia bacteriana), respectivamente.

Los términos germistático o germicida resumen el efecto del/los agente/s microbiano/s, haciendo referencia a que actúa sobre los gérmenes, sin diferenciar el tipo.

Limpieza, desinfección, antisepsia y esterilización son términos que se definirán durante el desarrollo de este capítulo. La aplicación de cada uno de ellos sobre un objeto contaminado dará como resultado diferentes grados de seguridad microbiológica, que también dependerá del tipo de agente antimicrobiano utilizado (su naturaleza, concentración, tiempo de contacto, etc.).

### DESCONTAMINACIÓN

Se llama *descontaminación* a todo «procedimiento físico o químico que transforma un objeto potencialmente contaminado en *SEGURO*». Se basa en la eliminación de microorganismos patógenos de los objetos, a los efectos de facilitar su manipulación (Fig. 17).



**FIGURA 17.** GRADO DE SEGURIDAD MICROBIOLÓGICA DE UN OBJETO LUEGO DE APLICAR DIFERENTES PROCEDIMIENTOS

La selección de un procedimiento de limpieza, desinfección y/o esterilización dependerá del tipo de elemento a procesar, del riesgo biológico que involucren los microorganismos contaminantes y del nivel de seguridad que se desee obtener. Una clasificación muy útil se basa en la estratificación en pirámide, donde el nivel de seguridad más alto (eliminación de todos los microorganismos y sus estructuras de resistencia) es la esterilización, y el más bajo es la limpieza (Fig. 17).

## LIMPIEZA

Limpieza es la ausencia de suciedad. Los principales propósitos de la limpieza son extraer y/o eliminar restos de materia orgánica e inorgánica, reducir el número de microorganismos presentes en los objetos y favorecer procesos posteriores de mayor seguridad microbiológica.

El lavado, usualmente llevado a cabo con *agua más algún detergente o solución enzimática*, es una de las formas de conseguir la limpieza.

La limpieza puede realizarse de dos modos: manual (se aplica con recipientes que permiten la inmersión, utilizando cepillos y escurridores) y mecánica (se utilizan máquinas lavadoras que poseen distintos programas de lavado y donde el material ingresa abierto).

Los agentes de limpieza deberán reunir algunas características (o todas, para el caso de un agente ideal), tales como tener pH neutro, ser biodegradables, ser fácilmente enjuagables, no ser tóxicos, ser líquidos, y proporcionar rápido desprendimiento de la materia orgánica.

Dentro de los agentes de limpieza más comunes se encuentran los agentes tensoactivos (detergentes de amonio cuaternario, detergentes aniónicos, detergentes anfóteros) y las soluciones enzimáticas (enzimas proteolíticas, enzimas lipolíticas, enzimas amilolíticas).

## **DESINFECCIÓN**

Se define como desinfección a la «destrucción de los microorganismos patógenos y no patógenos, pero no de sus formas resistentes, que se encuentren en objetos o superficies inanimadas».

Es importante considerar cuando se va a seleccionar el desinfectante el tipo de reservorio inanimado (tipo de material, procedimientos que resiste), el o los microorganismos que pudieran estar presentes en dicho reservorio, cómo responden a un determinado desinfectante y qué nivel de desinfección se quiere lograr sobre dicho objeto.

### **Resistencia de los microorganismos a los desinfectantes**

Los compuestos difieren en su espectro de actividad contra los microorganismos. Esta variación se relaciona con la composición química y la estructura de las capas externas de las células de cada uno. Los priones son las estructuras más resistentes a cualquier agente desinfectante, en orden decreciente le siguen los esporos bacterianos, micobacterias, quistes, virus pequeños no envueltos, trofozoitos de parásitos, bacterias Gram negativas, hongos, virus grandes no envueltos, bacterias Gram positivas y los virus con envoltura lipídica, siendo estos últimos las estructuras más sensibles a los desinfectantes.

### **Niveles de desinfección**

Sobre la base del efecto que tiene cada desinfectante sobre los diferentes grupos de agentes infecciosos, el proceso de desinfección puede clasificarse en tres niveles: *bajo*, *intermedio* y *alto*.

Una *desinfección de bajo nivel (DBN)* puede provocar la pérdida de viabilidad de bacterias no esporuladas, hongos y virus con envoltura.

Un proceso de *desinfección de nivel intermedio (DNI)* provoca la pérdida de la viabilidad de los microorganismos mencionados anteriormente y, además, de *Mycobacterium tuberculosis*, algunas esporas y virus sin envoltura.

Una *desinfección de alto nivel (DAN)* elimina todos los microorganismos mencionados excepto una alta concentración de esporos bacterianos.

## Desinfectantes

A continuación, se detallan algunos de los desinfectantes más usados y sus principales características.

### Glutaraldehído (DAN)

Fundamentalmente se emplea en hospitales para tratar instrumental clínico, ya que no corroe metales ni afecta plásticos. Tiene un alto costo.

- *Mecanismo de acción:* destruye a los microorganismos por medio de alquilación y desnaturalización de proteínas.
- *Modo de uso:* se utiliza a una concentración del 2 %. Tiene un pH que oscila entre 7,5–8,5.

El tiempo de contacto necesario para obtener una DAN oscila entre 20–90 minutos. Con tiempos de contacto más prolongados, de 6 a 10 horas, también es esterilizante.

- *Toxicidad. Acción deletérea:* es tóxico para piel, mucosas y ojos, y desprende vapores nocivos.

### Formaldehído (DNI o DAN)

Tiene aplicación hospitalaria.

- *Mecanismo de acción:* inactiva microorganismos por destrucción de la pared celular, inactivación de enzimas esenciales y precipitación de proteínas.
- *Modo de uso:* utilizado a una concentración del 8 %, combinado con alcohol 70 %, es un DAN.

Cuando se usa al 4 – 8 % disuelto en agua, es un DNI.

- *Toxicidad. Acción deletérea:* produce vapores altamente irritantes, tóxicos y carcinogénicos.

### Ácido peracético (DAN)

Es un germicida rápido de amplio espectro.

- *Mecanismo de acción:* oxidante fuerte.
- *Modo de uso:* tiempo de contacto 25 minutos.

Resulta eficaz aun en presencia de materia orgánica y a bajas temperaturas. Varias formulaciones disponibles en el mercado son combinaciones de ácido peracético en baja concentración (< 1 %) y peróxido de hidrógeno al 1 %.

- *Toxicidad. Acción deletérea:* sus subproductos de descomposición no son nocivos.



### Peróxido de hidrógeno (DAN)

Se utiliza en superficies, equipamiento médico y lentes de contacto blandas. El efecto del peróxido de hidrógeno en solución es bastante corto porque se descompone espontáneamente muy rápido. Su poder oxidante podría dañar los aparatos ya que deteriora, por ejemplo, gomas y plásticos de tubos de inserción.

- **Mecanismo de acción:** oxidante fuerte de lípidos, proteínas y ADN.
- **Modo de uso:** al 3 % es bacteriostático y al 6 % bactericida a temperatura ambiente. Se recomienda la inmersión durante 30 minutos. En soluciones estabilizadas al 10 % actúa como desinfectante de alto nivel.
- **Toxicidad. Acción deletérea:** es necesario enjuagar bien el equipamiento luego de emplearlo puro, y antes de utilizar dicho equipamiento en pacientes. Las soluciones con concentraciones mayores al 10 % pueden causar quemaduras.

### Alcoholes (*etanol, isopropanol*) (DNI)

Se utiliza fundamentalmente para desinfectar materiales semicríticos y no críticos (termómetros, pinzas, mesadas). También se utiliza como antiséptico.

- **Mecanismo de acción:** actúa por precipitación y desnaturalización de proteínas. Son de acción rápida.
- **Modo de uso:** se debe emplear en solución acuosa al 70 %. A concentraciones del 95 % deshidrata los microorganismos e impide su penetración y acción en los mismos. Es inactivo por debajo del 50 %.
- **Toxicidad. Acción deletérea:** reseca la piel. Daña algunos materiales como lentes ópticas y gomas.

### Derivados fenólicos (DBN)

Se utilizan principalmente como detergentes y desinfectantes ambientales y de laboratorios y para desinfección de superficies ambientales y dispositivos NO críticos. Se mantienen activos en presencia de materia orgánica.

- **Mecanismo de acción:** producen la destrucción de pared celular, inactivan enzimas esenciales y precipitan proteínas.
- **Modo de uso:** la concentración utilizada oscila entre 2 y 5 %.
- **Toxicidad. Acción deletérea:** el fenol como tal es tóxico, cancerígeno y corrosivo. Sus derivados (alquilo fenoles y compuestos difenólicos) poseen menos efectos adversos.

Detergentes catiónicos en alcohol (derivados de amonio cuaternario) (DBN)

Se utilizan para la limpieza de superficies no críticas (suelos, paredes, muebles) y para la desinfección ambiental doméstica. Son inactivados por materia orgánica, jabón y aguas duras.

- *Mecanismo de acción:* su modo de acción implica la lesión de la membrana celular, desnaturalización de proteínas celulares esenciales y la inactivación enzimática.
- *Modo de uso:* su actividad se refuerza en presencia de alcoholes. Se emplean como soluciones acuosas del 0,1 al 1 %; también en solución alcohólica al 0,025 %.
- *Toxicidad. Acción deletérea:* son compuestos con baja toxicidad. Su uso prolongado puede producir dermatitis e hipersensibilidad.

Compuestos clorados (hipoclorito de sodio, dicloroisocianurato sódico, cloramidas) (DNI)

Las ventajas de su empleo es que son de amplio espectro y acción rápida y tienen bajo costo. Su principal desventaja es que se inactivan en presencia de materia orgánica.

- *Mecanismo de acción:* son agentes oxidantes poderosos.
- *Modo de uso:* la potencia microbida de los compuestos de cloro se expresa como el cloro libre disponible y se mide en g/L o en % p/v. Las diluciones acuosas de hipoclorito más utilizadas van de 0,1 a 1 % (de 1 a 10 g/L), dependiendo de la superficie a desinfectar y del grado de contaminación.
- *Toxicidad. Acción deletérea:* son altamente corrosivos e inestables químicamente.

### El caso particular del agua lavandina

Los desinfectantes a base de hipoclorito de sodio son los más utilizados en hospitales y laboratorios. El componente biocida es el ácido hipocloroso (HClO), que es activo a pH ácido. El hipoclorito sódico se comercializa a pH alcalino. Para llevar el desinfectante a un pH ácido óptimo de acción debe diluirse. Las diluciones deben realizarse con agua de red a temperatura ambiente y en recipientes de plástico opaco que deben mantenerse bien cerrados.

Para preparar las soluciones de trabajo se tienen en cuenta dos fórmulas:

$$V_c \times C_c = V_d \times C_d$$

donde Vc es el volumen de la solución concentrada, Cc es la concentración de la solución concentrada (figura en el envase comercial), Vd y Cd son, respectivamente, el volumen y la concentración de la solución diluida a preparar. Para calcular los volúmenes de agua de red que se deben agregar a un volumen de hipoclorito de sodio, se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Partes de Agua} = \frac{\text{Conc. lavandina comercial}}{\text{Conc. a preparar}} - 1$$

La concentración habitual del hipoclorito de sodio comercializado es de 55 g de cloro activo por litro (o lo que es lo mismo, 5,5 %).

Las diluciones de trabajo utilizadas para la desinfección varían entre 0,1 % y 1 %. Las concentraciones al 1 % (10 g/L) de cloro activo se utilizan cuando hay sangre o productos orgánicos en la superficie a desinfectar, ya que se inactiva en presencia de materia orgánica.

Las concentraciones al 0,1 % (1 g/L) se utilizan en condiciones de limpio para grandes superficies como paredes o pisos. Una dilución del 0,5 % (5 g/L) se utiliza en mesadas de laboratorios luego de remover la materia orgánica.

Un aspecto importante a tener en cuenta en el momento de adquirir una solución de hipoclorito de sodio es que sea de marca reconocida, que en su rótulo figure la concentración y que la fecha de envasado sea menor a tres meses.

### **Propiedades de un desinfectante ideal**

Existen diferentes características que un desinfectante debería cumplir para constituirse en el ideal. Entre las más relevantes, se deben considerar:

- *Amplio espectro*: se refiere a la capacidad del antimicrobiano de actuar sobre una amplia variedad de microorganismos, ya sean bacterias (Gram positivas, Gram negativas, anaerobias, etc.), hongos (levaduras, hongos filamentosos), virus.
- *Germicida*: lo ideal es que el desinfectante destruya a los microorganismos.
- *Acción rápida*.
- *Penetrante*: es decir, que posea una baja tensión superficial sobre la superficie a desinfectar.
- *Estable*: es deseable que la solución preparada permanezca inalterable en su concentración y composición química por un período prolongado de tiempo.
- *Activo a temperatura ambiente*: no será muy práctico en su uso diario si al desinfectante hay que calentarlo o enfriarlo para su utilización.

- *Soluble en agua*: los desinfectantes suelen penetrar más fácilmente las estructuras celulares de los microorganismos cuando se encuentran en un medio acuoso.
- *Eficaz en presencia de materia orgánica*.
- *Inodoro o desodorante*.
- *Inocuo*: que no sea tóxico/nocivo para el personal que aplica la desinfección.
- *No corrosivo*: para preservar el material a desinfectar y prolongar su vida útil.
- *Económico*.

La realidad indica que no existen desinfectantes que reúnan todas estas condiciones, por lo que la elección final del agente antimicrobiano suele realizarse según cada caso en particular.

### **Factores que condicionan la acción de los desinfectantes**

Existen diversas variables que estipulan la acción de los antimicrobianos, de las cuales se detallan a continuación las más relevantes:

- *Concentración del producto*: en general, cuanto mayor sea la concentración del antimicrobiano, más eficaz va a ser su efecto. Es decir, algunos antimicrobianos pueden generar una DAN a altas concentraciones o una DNI si la concentración se disminuye, como es el ejemplo del formaldehído.
- *Tiempo de contacto*: al igual que con la concentración, en general, cuanto mayor sea el tiempo de contacto del antimicrobiano con la superficie, más eficaz va a ser su efecto. Un ejemplo de esto es el glutaraldehído (ver desinfectantes), para el cual podemos obtener superficies estériles con elevados tiempos de contacto, mientras que si este tiempo se disminuye, se obtendrá una DAN.
- *Temperatura*: la velocidad de la desinfección normalmente se incrementa con la temperatura, aunque el efecto puede ser más marcado en algunos desinfectantes con respecto a otros.
- *pH del medio*: la actividad óptima de algunos antimicrobianos depende de su grado de ionización, y por lo tanto del pH. Por ello, si este último no es el adecuado, el agente antimicrobiano podría no actuar eficientemente.
- *Naturaleza del solvente*: es muy importante que el solvente sea el apropiado, debido a que la solubilidad del antimicrobiano tiene que ser la adecuada para poder actuar en forma eficiente.
- *Interferencia de otras sustancias*: algunos antimicrobianos se inactivan en presencia de otras sustancias, como por ejemplo la materia orgánica; por lo tanto, es importante conocer si la superficie a tratar está libre de materia orgánica, y sobre la base de esa información decidir si corresponde aplicar

- primero una limpieza y luego el agente antimicrobiano en las condiciones adecuadas para obtener el nivel de desinfección requerido.
- *Naturaleza y concentración de los microorganismos presentes*: es muy importante conocer qué tipos de microorganismos y en qué concentración están presentes en la superficie a tratar; esto es así debido a que son diferentes los criterios de desinfección según se tengan células vegetativas o esporuladas, células eucariotas o procariotas, concentraciones elevadas o bajas de dichos microorganismos, etc. Muchas veces esta información no está disponible, pero si se conoce resultará muy útil para decidir qué tipo de agente antimicrobiano utilizar, y en qué concentración y tiempo de aplicación.
  - *Localización de los microorganismos*: si las superficies a desinfectar no son lisas, tienen intersticios, hendiduras, donde los microorganismos puedan estar depositados, será importante tenerlo en cuenta, ya que el microorganismo en esas ubicaciones va a estar menos expuesto al antimicrobiano que los microorganismos que estén en superficies lisas, donde el contacto con el agente desinfectante va a ser óptimo.

## **Antisepsia**

Se define antisepsia como el «procedimiento que involucra la prevención de la sepsis,<sup>1</sup> generalmente por inhibición o destrucción de los microorganismos que la originan».

Un agente antiséptico es una sustancia química que inhibe o destruye las formas vegetativas de los microorganismos presentes sobre un tejido vivo (piel o mucosas).

Para la elección del antiséptico se debe considerar:

- que sea efectivo contra el microorganismo que se desea controlar,
- que sea seguro para el hospedero, es decir que a las concentraciones empleadas (suficientes como para eliminar los microorganismos de interés) no resulte tóxico ni cause efectos adversos sobre el ser vivo que recibe la antisepsia.

Al seleccionar un antiséptico para ser utilizado en un hospedero, se debe tener en cuenta la microbiota habitual del mismo, su estado inmunológico (ya que el antiséptico es más efectivo si el hospedero está sano) y el estado de deterioro del tejido a tratar (piel sana, piel herida, etc.).

---

1 Respuesta inflamatoria provocada por una infección grave.

## Antisépticos

A continuación se detallan algunos de los antisépticos más usados y sus principales características.

Biguanidas (gluconato de clorhexidina)

Se suele utilizar en enjuagues bucales y en limpieza de la piel.

No es inactivado por la materia orgánica y suele ser menos irritante para la piel que los yodóforos.

Velocidad de acción intermedia a rápida.

- *Mecanismo de acción:* disrumpe la pared celular y precipita las proteínas celulares.
- *Espectro de acción:* amplio, más efectivo contra las bacterias Gram positivas y hongos. Es un buen viricida.

Compuestos yodados (tintura de yodo, yodóforos: yodopovidona)

Normalmente se usan como antiséptico pre- y pos- operatorio, en una solución alcohólica (llamada tintura de yodo) o en la solución de Lugol. La tintura de yodo es muy irritante, se absorbe por la piel y se inactiva por materia orgánica. Su velocidad de acción va de intermedia a rápida, y es más duradera.

Los nuevos antisépticos con yodo contienen yodopovidona/PVP-I (un yodóforo, complejo de povidona, un polímero soluble en agua, con aniones de triyodado  $I_3^-$ , que contienen aproximadamente un 10 % de yodo activo). Son bastante mejor tolerados, no afectan negativamente el proceso de curación y dejan un depósito de yodo activo, creando el llamado efecto remanente o persistente.

- *Mecanismo de acción:* el yodo libre ( $I_2$ , forma activa) se combina con carbohidratos y con lípidos y los oxida; también precipita proteínas y ácidos nucleicos.
- *Espectro de acción:* amplio espectro de actividad antimicrobiana.

Compuestos fenólicos (P-clorometoxylenol, triclosán)

Se utilizan fundamentalmente para lavado de manos.

Producen poca irritación. Se absorben por la piel y tienen una velocidad de acción intermedia.

- *Mecanismo de acción:* provocan lesiones en la membrana citoplasmática.
- *Espectro de acción:* amplio.

Alcoholes (etanol, isopropílico)

Fundamentalmente utilizados para la antisepsia de piel y manos.

La concentración efectiva es al 70 %, poseen acción rápida y no dejan residuos en las superficies. Producen baja irritación y causan resecaamiento de la piel.

- *Mecanismo de acción*: desnaturalizan las proteínas.
- *Espectro de acción*: amplio.

## **Esterilización**

La esterilización<sup>2</sup> se define como la «destrucción o separación física de todos los microorganismos (incluidos esporos bacterianos) que se encuentren en objetos o superficies inanimadas».

Para llevar a cabo la esterilización, pueden emplearse agentes químicos en condiciones apropiadas (glutaraldehído, óxido de etileno) o agentes físicos (calor seco, calor húmedo, filtración).

---

2 La definición hace referencia a destrucción de los microorganismos cuando se utilizan métodos que los destruyen o los matan. El término separación hace referencia a metodologías que remueven el microorganismo de la superficie a esterilizar hacia otro medio o soporte.

# 11 Residuos

## CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS

La palabra *residuo* (con origen en el latín *residuum*) describe al *material* que pierde utilidad tras haber cumplido con su misión o haber sido utilizado para realizar un determinado trabajo. El concepto se emplea como sinónimo de *basura* por hacer referencia a los *desechos* originados por el hombre.

Los residuos se clasifican según se muestra en la figura 18.

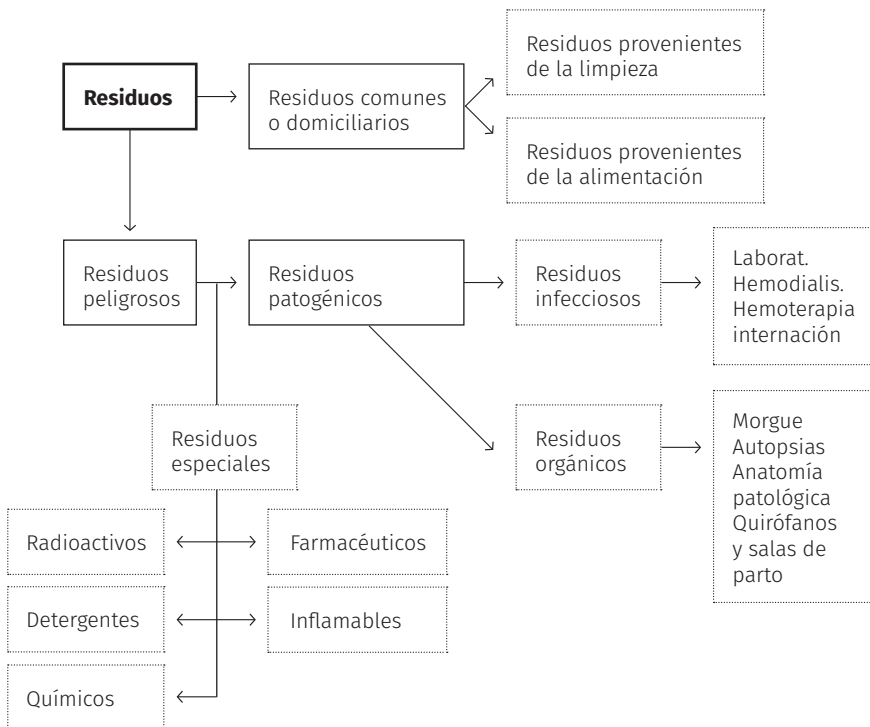


FIGURA 18. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS.



## Residuos peligrosos

Según la Ley Nacional de Residuos Peligrosos 24051 (1992) se considera peligroso todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general.

En el Anexo II de dicha ley se describen, entre otras, las características de los residuos considerados peligrosos:

- Líquidos y sólidos inflamables.
- Desechos susceptibles de combustión espontánea o que puedan favorecer la combustión.
- Tóxicos agudos (venenos).
- Sustancias infecciosas (microorganismos viables o sus toxinas).
- Sustancias ecotóxicas.
- Sustancias que al liberarse pueden dar origen a otra, la cual puede tener alguna de las características antes expuestas.

## Generador

Se considera *generador* a toda persona física o jurídica que, como resultado de sus actos o de cualquier proceso, operación o actividad, produzca residuos calificados como peligrosos.

La generación, manipulación, transporte y disposición final de los residuos quedarán sujetos a las disposiciones de la Ley 24051.

## Flujograma para la disposición de los residuos

Los residuos deben ser depositados transitoriamente en un lugar diseñado a tal fin, en horarios y días previamente establecidos, y en contenedores cuyas características son establecidas en la Ley (Fig. 19).

En el caso de los residuos patológicos, el lugar debe estar correctamente señalado como depósito de material infeccioso con el signo de bioseguridad.

Usualmente se utilizan contenedores plásticos cilíndricos y herméticos.

Un sistema de recolección público o privado los recoge mediante camiones especialmente adaptados para este fin y los traslada a un sitio de disposición intermedia o final.

El procesamiento de los residuos puede incluir algún tipo de separación, si ésta no se produjo en los centros de generación.



FIGURA 19. DEPÓSITO DE RESIDUOS

### Operaciones de eliminación

El Anexo III de la Ley 24051 describe las «Operaciones de eliminación» y las encuadra en dos categorías:

- A.** Operaciones que no pueden conducir a la recuperación de recursos, reciclado, regeneración.  
Comprende 15 destinos finales posibles, los más frecuentes son:
  - Depósito dentro o sobre la tierra (por ej. rellenos).
  - Vertido en una extensión de agua.
  - Vertido en mares y océanos.
  
- B.** Operaciones que pueden conducir a la recuperación de recursos, reciclado, regeneración, etcétera.  
Comprende 13 operaciones posibles, las más frecuentes son:
  - Utilización como combustible u otros medios de generar energía.
  - Recuperación o regeneración de disolventes.
  - Recuperación o regeneración de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes.
  - Recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación.
  - Regeneración de aceites usados.

## Residuos peligrosos–patogénicos

Se consideran residuos patogénicos a:

- Residuos provenientes de cultivos de laboratorios.
- Restos de sangre y sus derivados.
- Residuos orgánicos provenientes de quirófanos.
- Restos de animales producto de la investigación médica.
- Algodones, gasas, vendas, ampollas, jeringas, elementos cortantes o punzantes, materiales descartables.
- Agentes quimioterápicos.

El tratamiento final de los mismos según la Resolución 349/94 de la Secretaría de Salud de la Nación debe realizarse por:

- Esterilización por autoclave.
- Incineración.
- Enterramiento por relleno de seguridad.

## Eliminación de residuos en el laboratorio

La eliminación de los residuos generados en un laboratorio involucra la separación (Fig. 20) según se trate de:

- Desechos no contaminados: bolsas de color negro.
- Objetos cortantes y punzantes contaminados: recipientes rígidos resistentes a la perforación, llenos hasta sus  $\frac{3}{4}$  partes y eliminación en bolsa roja.
- Material contaminado que pueda reciclarse: tratamiento previo en autoclave antes de ser reciclado.
- Material contaminado descartable (o no reciclable): tratamiento en autoclave y eliminación en bolsa roja.
- Material contaminado descartable no reciclable: eliminación en bolsa roja.



FIGURA 20. DIFERENTES MODOS DE DESCARTE DE LOS RESIDUOS, SEGÚN SE TRATE DE RESIDUOS CONTAMINADOS O NO

# 12 Anexo

## CABINAS DE SEGURIDAD

Se trata de cámaras de circulación forzada que proporcionan distintos niveles de protección.

Existen distintos tipos de cámaras o cabinas, que se describen a continuación:

- *Cámara de gases o vitrina extractora de gases*: sólo ayudan a eliminar los vapores generados en el manejo de solventes orgánicos.
- *Cabinas de flujo laminar*: ventilador que fuerza aire a través de filtros HEPA<sup>1</sup>; protegen sólo el material, no al operador.
- *Cabinas de Seguridad Biológica (CSB)*: son equipos destinados a mejorar ciertas actividades efectuadas en los laboratorios de diagnóstico y/o investigación microbiológica. Su objetivo principal es ofrecer protección contra los riesgos relacionados a la exposición de agentes biológicos que se transmiten a través de la generación de aerosoles.

Existen distintos tipos de cabinas de seguridad (Fig. 21) que presentan características diferentes en la construcción de sus gabinetes, las cuales se resumen en la Tabla 3.

---

1 HEPA (*High Efficiency Particle Arrestance*), filtro de aire de alta eficiencia.



**FIGURA 21.** DIFERENTES TIPOS DE CABINAS DE SEGURIDAD BIOLÓGICA

**TABLA 3.** CARACTERÍSTICAS DE DIFERENTES CABINAS DE SEGURIDAD BIOLÓGICA

Tipo	Corriente de aire	Niveles de seguridad	Protección del producto
Clase I abierta	Ingresa en la parte ant./ post. a través de filtros HEPA	2/3	NO
Clase II A	70 % recirculado por filtros HEPA y escape por filtros HEPA	2/3	SÍ
Clase II B1	30 % recirculado por filtro HEPA, escape por filtro HEPA y conductos	2/3	SÍ
Clase II B2	No recirculación. Escape total por filtro HEPA y conductos	2/3	SÍ
Clase II B3	Igual que II A –presión negativa– escape por conductos	2/3	SÍ
Clase III	Ingreso/escape por filtros HEPA	3/4	SÍ



## Referencias bibliográficas

- ALADOS ARBOLEDAS, J.C.; GÓMEZ GARCÍA DE LA PEDROSA, E.; LEIVA LEON, J.; PÉREZ SÁENZ, J.L.; ROJO MOLINERO, E. (2014).** *Seguridad en el laboratorio de Microbiología Clínica*. 10a. Pérez Sáenz, J.L. (coordinador). Procedimientos en Microbiología Clínica. Cercenado Mansilla, E.; Cantón Moreno, R. (editores). Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (SEIMC). Recuperado de <https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientos-microbiologia/seimc-procedimientomicrobiologia10a.pdf>
- ASOCIACIÓN ARGENTINA DE MICROBIOLOGÍA. SUBCOMISIÓN DE BIOSEGURIDAD (2005).** *Niveles de Riesgo y condiciones de Bioseguridad en el laboratorio clínico*. Buenos Aires: AAM.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE PEDIATRÍA (2017).** *Manual de vacunas en línea de la AEP*. Recuperado de <http://vacunasaep.org/documentos/manual/manual-de-vacunas>.
- BASUALDO, J.A.; COTO, C.E.; DE TORRES, R.A. (2006).** *Microbiología Biomédica*. 2º edición. Buenos Aires: Atlante SRL.
- BARTELLINI, M.A.; MIGLIORINI, M.; MORILLO, E.; CANO, R. (1992).** *Manual de residuos peligrosos*. Cámara de Instituciones de Diagnóstico Médico (CADIME). Recuperado de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/manuresi.pdf>
- FACULTAD DE BIOQUÍMICA Y CIENCIAS BIOLÓGICAS UNL.** *Seguridad e Higiene Institucional*. Recuperado de <http://www.fbcb.unl.edu.ar/pages/institucional/seguridad-e-higiene-institucional.php>
- GONZÁLEZ, A.M.; LURÁ, M.C.; BENZZO, M.T.; LATORRE RAPELA, M.G.; RICO, M.; CONTINI, L.; RUOCCO, R. (2009).** *La Bioseguridad en tus manos. Actitudes y conductas en el trabajo para proteger la salud*. Santa Fe: Ediciones UNL.
- KÖHLER, C.A. (2017).** *Guía práctica de Enfermedades y vacunas*. Recuperado de <http://www.vacunacion.com.ar>
- LEY Nº 24051 (1992).** *Residuos Peligrosos. Generación, manipulación, transporte y tratamiento. Normas*. Recuperad de [http://www.minagri.gob.ar/site/agregado\\_de\\_valor/gestion\\_ambiental/05-Legislacion/01-Nacional/\\_archivos/024051-LEY%2024051%20\(Residuos%20peligrosos\)/000001-LEY%2024051.pdf](http://www.minagri.gob.ar/site/agregado_de_valor/gestion_ambiental/05-Legislacion/01-Nacional/_archivos/024051-LEY%2024051%20(Residuos%20peligrosos)/000001-LEY%2024051.pdf)
- MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M.; PARCKER, J. (2004).** *Brock. Biología de los Microorganismos*. Madrid: Pearson Educación.
- MANDELL, G.L.; BENNET, J.E.; DOLIN, R. (2002).** *Enfermedades infecciosas*. Madrid: Panamericana.

- MINISTERIO DE SALUD DE LA NACIÓN** (2012). *Normas Nacionales de Vacunación*. Recuperado de [http://www.msal.gob.ar/images/stories/bes/graficos/0000000451cnt-2013-06\\_recomendaciones-vacunacion-argentina-2012.pdf](http://www.msal.gob.ar/images/stories/bes/graficos/0000000451cnt-2013-06_recomendaciones-vacunacion-argentina-2012.pdf)
- MOSEL, D.A.; GARCÍA MORENO, A.B.** (2003). *Microbiología de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD** (2005). *Manual de Bioseguridad en el Laboratorio*. Recuperado de [http://www.who.int/topics/medical\\_waste/manual\\_bioseguridad\\_laboratorio.pdf](http://www.who.int/topics/medical_waste/manual_bioseguridad_laboratorio.pdf)
- RUSSELL, A.D.; HUGO, W.B.; AYLIFFE G.A.J.** (1992). *Principles and Practice of Disinfection, Preservation and Sterilization*. Oxford UK: Blackwell Scientific Publications.
- ROJO-MOLINERO, E.; ALADOS, J.C.; GÓMEZ G DE LA PEDROSA, E.; LEIVA, J.; PÉREZ, J.L.** (2015). *Seguridad en el laboratorio de Microbiología Clínica. Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 33(6):404-410. Recuperado de [http://apps.elsevier.es/watermark/ctl\\_servlet?\\_f=10&pident\\_articulo=90433993&pident\\_usuario=0&pcontactid=&pident\\_revista=28&ty=130&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=28v33n06a90433993pdf001.pdf](http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=90433993&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=28&ty=130&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=28v33n06a90433993pdf001.pdf)
- TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L.** (2007). *Introducción a la Microbiología*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- VACUNACIÓN SEGURA: VIGILANCIA DE EVENTOS SUPUESTAMENTE ATRIBUIBLES A LA VACUNACIÓN O INMUNIZACIÓN (ESAVI)** (2012). Recuperado de <http://www.msal.gob.ar/images/stories/epidemiologia/inmunizaciones/manual-vacunacion-segura-esavi.pdf>
- VIGNOLI, R.** (2002). Esterilización y Desinfección. En *Temas de Bacteriología y Virología para CEFA*. Montevideo: Departamento de Bacteriología y Virología. Facultad de Medicina. Instituto de Higiene. Universidad de la República.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO/V&B/00.36.** (2000). *Supplementary information on vaccine safety*. Part 2: Background rates of adverse events following immunization. Recuperado de [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/66675/1/WHO\\_V-B\\_00.36\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/66675/1/WHO_V-B_00.36_eng.pdf)



## Fuentes

- FIGURA 3.** Modificado de <http://bogotanadeguantes.com/productos.html>;  
<http://www.medicaltrain.es>; <http://cessacomercializadora.com>
- FIGURA 4.** Modificado de <http://www.fabinco.com.ar>; <http://www.barbijo-descartable1.com.ar>; <https://tiendaplusdental.com>
- FIGURA 5.** Modificado de <http://www.anuncol.com>; <https://www.nerispa.com>
- FIGURA 6.** Modificado de <http://www.felicesyprotegidos.cl>; <https://medical-suppliesmexico.com>; <http://comercializadorafuenzalida.com>
- FIGURA 7.** Modificado de <http://www.directindustry.es>; <http://variadoquirurgica.blogspot.com.ar/>
- FIGURA 8.** Modificado de <http://retolsdaunis.es>
- FIGURA 9.** Fuente: Laboratorio de Microbiología – FBCB – UNL. Observación personal.
- FIGURA 10.** Fuente: Organización Mundial de la Salud. Manual de Bioseguridad en el Laboratorio. Recuperado de <http://www.who.int>
- FIGURA 11.** Modificado de <http://www.autoclavesale.com>
- FIGURA 12.** Modificado de <https://thermolab.mx>
- FIGURA 13.** Fuente: Organización Mundial de la Salud. Manual de Bioseguridad en el Laboratorio. Recuperado de <http://www.who.int>
- FIGURA 14.** Fuente: Organización Mundial de la Salud. Manual de Bioseguridad en el Laboratorio. Recuperado de <http://www.who.int>
- FIGURA 15.** Modificado de <https://www.utmb.edu/gnl/safety/>
- FIGURA 19.** Modificado de <http://imacapacitacion.com/>
- FIGURA 20.** Modificado de <https://www.plasticosramiro.mx>; <http://cienciauanl.uanl.mx>; <http://gruposancoys.com>
- FIGURA 21.** Modificado de <http://www.myminstrumentostecnicos.com>;  
<http://www.nirco.com>; <http://www.telstar-lifesciences.com>

## Sobre los autores

**MARÍA FERNANDA ARGARAÑÁ.** Bioquímica (UNL). Alumna de la carrera de Maestría en Salud Ambiental (FBCB, UNL). Jefe de Trabajos Prácticos, cátedra de Microbiología General (FBCB, UNL). Docente en diferentes cursos de extensión y posgrado. Cuenta con publicaciones a nivel nacional e internacional. Acredita dos patentes de invención en coautoría.

**ROMINA ANDREA JORIS.** Licenciada en Biotecnología (UNL). Alumna de la carrera de Especialización en Gestión y Vinculación Tecnológica (FBCB, UNL). Jefe de Trabajos Prácticos, cátedra de Microbiología General (FBCB, UNL). Docente en numerosos cursos de posgrado. Autora de artículos en publicaciones periódicas.

**MARÍA GABRIELA LATORRE RAPELA.** Bioquímica (UNL). Doctora en Ciencias Biológicas (UNL). Especialista en Docencia Universitaria (UNL). Profesora Adjunta, cátedras de Micología y de Microbiología General (FBCB, UNL). Docente en numerosos cursos de posgrado. Acredita publicaciones a nivel nacional e internacional. Se destacan capítulos de libros sobre temas relacionados con la Bioseguridad.

**MARIA CRISTINA LURÁ.** Bioquímica (UNL). Dra. en Bioquímica (UNR). Profesora Titular, cátedra de Microbiología General. Acredita publicaciones a nivel nacional e internacional. Autora de diversos libros. Ha dictado numerosos cursos de posgrado, entre los que se destaca Bioseguridad para la carrera de Especialización en Bacteriología Clínica. Registra dos patentes en coautoría. Es Integrante de la Comisión de Higiene y Seguridad (FBCB, UNL).

**MARTÍN LUIS MARCHISIO.** Licenciado en Biotecnología. Alumno de la carrera de Doctorado en Ciencias Biológicas (FBCB, UNL). Jefe de Trabajos Prácticos, cátedra de Microbiología General (FBCB, UNL). Docente en numerosos cursos de posgrado. Autor de numerosas publicaciones a nivel nacional e internacional.

**MÓNICA CRISTINA MATTIO.** Licenciada en Biotecnología (UNL). Doctora en Ciencias Biológicas (UNL). Jefe de Trabajos Prácticos, cátedra de Microbiología General (FBCB, UNL). Docente en numerosos cursos de posgrado. Autora de publicaciones a nivel nacional e internacional.

**MARINA RICO.** Bioquímica (UNL). Especialista en Bacteriología Clínica (UNL). Especialista en Docencia Universitaria (UNL). Jefe de Trabajos Prácticos, cátedra de Microbiología General (FBCB, UNL). Autora de publicaciones a nivel nacional e internacional, y de capítulo de libro sobre temas relacionados con la Bioseguridad.

**LUDMILA NOELIA TURINO.** Licenciada en Biotecnología (UNL). Doctora en Ciencias Biológicas (UNL). Jefe de Trabajos Prácticos, cátedra de Microbiología General (FBCB, UNL). Autora de publicaciones a nivel nacional e internacional, y de capítulos en libros sobre temas relacionados con la Bioseguridad.

**MARÍA CELIA VACCARI.** Bioquímica (UNL). Especialista en Docencia Universitaria (UNL). Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Profesora Adjunta, cátedra de Microbiología General. Docente invitada del curso de la asignatura Seguridad en Laboratorios para alumnos de 1º año de la FBCB. Autora de publicaciones a nivel nacional e internacional.

**SILVIA MERCEDES ZACARÍAS.** Licenciada en Biotecnología (UNL). Doctora en Tecnología Química (UNL). Jefe de Trabajos Prácticos. Cátedra de Microbiología General. FBCB-UNL. Acredita publicaciones a nivel nacional e internacional.