



# FOCUS on Field Epidemiology

## Enfoque en Epidemiología de Campo

### Niveles de bioseguridad en el Laboratorio

#### CONTRIBUYENTES

##### Autores:

Amy Nelson, PhD, MPH  
FOCUS Workgroup\*

##### Críticos:

FOCUS Workgroup\*  
Dante D. Cáceres, DVM, MPH  
(Versión en español)  
Wendy Camelo Castillo, MD, MSc  
(Versión en español)

##### Editoras de Producción:

Tara P. Rybka, MPH  
Lorraine Alexander, DrPH  
Rachel A. Wilfert, MD, MPH  
Wendy Camelo Castillo, MD, MSc  
(Versión en español)

##### Jefe de Edición:

Pia D.M. MacDonald, PhD, MPH

##### Traducción al Español por:

Pelusa Orellana, PhD

\* Todos los miembros del Grupo de Trabajo FOCUS están nombrados en la última página de la publicación.\*

#### Introducción

Algunas personas están tan involucradas en su trabajo que se lo llevan a sus casas. Los maestros llevan sus exámenes, los ejecutivos hacen llamadas telefónicas, y organizan propuestas, los epidemiólogos leen los últimos informes sobre brotes...

Pero ¿qué llevan los laboratoristas a sus casas? ¿Llevan enfermedades infecciosas inoportunas?

Los laboratoristas han reconocido por mucho tiempo los peligros asociados con el procesamiento y manejo de agentes infecciosos. Como respuesta a estos peligros, se han desarrollado pautas (manuales de procedimiento) para proteger a los trabajadores de laboratorios microbiológicos y médicos mediante una combinación de precauciones que incluyen controles de ingeniería, políticas de la administración, y prácticas laborales. (1)

#### Niveles de Bioseguridad

En cualquier laboratorio, se deben tomar precauciones para que las personas que realizan investigación o tratan de identificar organismos no se infecten. Según el Centro de Control y Prevención de Enfermedades

(CDC), los científicos y técnicos de laboratorio deben estar muy conscientes de la presencia de microorganismos; mientras trabajan o evalúan muestras clínicas, pueden infectarse o infectar a sus colegas accidentalmente. Debido a este peligro, los laboratorios deben adherirse a normas de seguridad muy específicas para trabajar con organismos que pueden constituir una amenaza para la salud humana. (1)

Las normas describen precauciones, prácticas especiales y procedimientos de descontaminación para los laboratorios que trabajan con agentes infecciosos. Basados en el grado de peligro que representen estos agentes, los laboratorios se dividen en 4 niveles de bioseguridad, y las prácticas obligatorias de protección aumentan con cada nivel. Los laboratorios de nivel de bioseguridad 1 trabajan con los agentes menos peligrosos y requieren de menos precauciones; los laboratorios de bioseguridad nivel 4 tienen los métodos más estrictos para manejar organismos porque trabajan con agentes que son extremadamente peligrosos para la salud humana.

En esta edición de *FOCUS* describimos algunas de las diferencias entre los niveles de bioseguridad, con ejem-



UNC  
GILLINGS SCHOOL OF  
GLOBAL PUBLIC HEALTH

## NORTH CAROLINA CENTER FOR PUBLIC HEALTH PREPAREDNESS

The North Carolina Center for Public Health Preparedness is funded by Grant/Cooperative Agreement Number U90/CCU424255 from the Centers for Disease Control and Prevention. The contents of this publication are solely the responsibility of the authors and do not necessarily represent the views of the CDC.

La información resumida aquí no debe ser usada como guía para establecer protocolos de seguridad en un laboratorio.

Las recomendaciones e información más completa se puede encontrar en *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories*, 5th Edition, disponible en Internet en <http://www.cdc.gov/od/ohs/biosfty/bmb14/bmb14s8.htm>.

plos de organismos estudiados y las precauciones que deben tomarse en los laboratorios para cada uno de los niveles. Esto te ayudará a comprender los procesos que laboratorios estatales, federales y privados deberían llevar a cabo para identificar un microorganismo involucrado en un brote, y por qué no todos los laboratorios pueden hacer pruebas para todos los organismos.

### Barreras

Cada nivel de bioseguridad tiene barreras establecidas para ofrecer protección contra los microorganismos. Las barreras primarias son barreras físicas o equipos de protección personal entre el trabajador del laboratorio y el patógeno, como por ejemplo guantes, máscaras o aparatos respiratorios especiales. Los laboratoristas usan estos tipos de equipos de seguridad para protegerse directamente al trabajar con organismos.

Las barreras secundarias son aspectos estructurales del laboratorio que hacen que el ambiente de trabajo sea más seguro frente al riesgo de infección. Estas incluyen lavamanos, áreas de contención especiales para trabajar directamente con los organismos, y patrones especiales de ventilación diseñados para prevenir la contaminación de otras salas y otros trabajadores en el edificio.

### Otras Precauciones

Las precauciones de bioseguridad también son importantes fuera del laboratorio. Se han desarrollado protocolos de procedimiento de precauciones universales para proteger a los profesionales de la salud. Pese a que estos protocolos por lo general se aplican a un entorno clínico como por ejemplo un hospital o despacho médico, también pueden ser importantes para prácticas de epidemiología de campo durante una investigación de brotes, especialmente al recolectar muestras de laboratorio.

Dentro de las prácticas universales se incluyen la higiene de manos, uso de guantes, capas, máscaras, protección de ojos y cobertores para la cara, y prácticas de seguridad con inyecciones. Estos protocolos también requieren que todo el equipo o materiales que podrían haberse contaminado sean manejados de manera tal que se evite la transmisión de cualquier agente infeccioso.

Circunstancias especiales tales como la descontaminación de laboratorios de metanfetaminas pueden requerir precauciones adicionales tales como ropa especial y técnicas especiales para la descontaminación del lugar.

### Nivel de Bioseguridad 1 (BSL-1)

Los agentes del nivel de Bioseguridad 1 no representan una amenaza para la salud humana; esto quiere decir que aparentemente no causan enfermedad en adultos saludables. Algunos de estos organismos pueden causar enfermedad en personas inmunocomprometidas.

Dentro de los agentes estudiados en laboratorios BSL-1 se incluyen *Bacillus subtilis*, *Naegeria gruberi*, virus de hepatitis canina infecciosa, y especies de *E.coli* no patogénicas (ver figura 1). (2)



**Figura 1. Micrografía de transmisión electrónica de *E. coli*; la mayoría de las variantes de *E. coli* son agentes BSL-1**

Photo courtesy CDC image library

Para este nivel sólo se requieren prácticas estandarizadas de trabajo en laboratorio. Estas prácticas estandarizadas incluyen:

- Lavado frecuente de manos, especialmente después de quitarse los guantes y antes de salir del laboratorio,
- Una puerta que pueda mantenerse cerrada mientras se trabaja;
- Límites en el acceso al espacio del laboratorio al trabajar;
- No fumar, comer, beber, o almacenar alimentos en el laboratorio;
- Cuidado para minimizar salpicaduras y acciones que pudieran crear aerosoles (gotas minúsculas);
- Descontaminación de superficies de trabajo después de cada uso y después de cualquier derrame;
- Descontaminación de desechos del laboratorio;
- Uso de pipetas mecánicas (no usar la pipeta por medio de succión oral);
- Tener precauciones al usar objetos punzantes, lo que incluye el uso de contenedores especiales para desecho de agujas y otros objetos punzantes;
- Mantenimiento de un programa de control de insectos y roedores y
- Uso de equipo de protección personal (tales como batas de laboratorio, guantes de látex, y protección para los ojos o máscaras para el rostro, según sea necesario dependiendo del tipo de trabajo que se realice).

Se requiere un lavamanos para lavarse las manos. No se requieren estructuras adicionales para laboratorios BSL-1

**Nivel de Bioseguridad 2 (BSL-2)**

Los agente asociados con enfermedades humanas se estudian en laboratorios BSL-2. Un laboratorio BSL-2 se requiere generalmente para trabajar con cualquier derivado de sangre humana, otros fluidos corporales (especialmente cuando estén visiblemente contaminados con sangre) o tejidos en los cuales la presencia de un agente infeccioso puede ser desconocida.

Al trabajar con agentes BSL-2, los principales peligros para el personal son pinchaduras accidentales con agujas, infección potencial mediante exposición a los ojos y nariz (membranas mucosas) e ingestión de materiales infecciosos.

Los laboratorios BSL-2 trabajan con organismos tales como el virus del sarampión, muchas especies de *salmonella*, especies patogénicas de *Toxoplasma*, *Clostridium botulinum*, virus hepatitis B (ver figura 2) y otros patógenos de la sangre.



**Figura 2. Microfotografía de transmisión electrónica del virus hepatitis B, un agente BSL-2**

Photo courtesy CDC image library

Los agentes BSL-2 no causan infecciones mortales y no son transmitidos por el aire. Esto significa que no causan infección si gotas minúsculas del material se transmiten por aire (e.g. se vuelven aerosol) y son inhaladas, lo que podría ocurrir si el material genera salpicaduras. Además, los agentes estudiados en un laboratorio BSL-2 son patógenos para los cuales hay inmunización o tratamiento antibiótico disponible. Sin embargo, se debe tener extremo cuidado con las agujas e instrumentos punzantes cuando éstos están contaminados con estos agentes.

Para reducir la infección accidental, en los laboratorios BSL-2 se incluyen las prácticas estandarizadas para laboratorios BSL-1, y adicionalmente:

- Políticas especiales y procedimientos para restringir el acceso al laboratorio mientras se desarrollan trabajos;
- Señales de advertencia de peligro biológico desplegadas fuera del laboratorio (ver Figura 3);
- Vigilancia del personal de laboratorio al cual se le ofrece inmunización adecuada;
- Manual de bioseguridad que incluye definiciones de cualquier política de descontaminación de desechos o

vigilancia médica específicos a las actividades y agentes del laboratorio, y

- Personal de supervisión con experiencia en el trabajo con agentes infecciosos y entrenamiento específico para personal que maneja estos agentes.

Algunas barreras primarias en laboratorios BSL-2 son gabinetes de bioseguridad u otros aparatos de almacenamiento aprobados. Estas áreas minimizan una contaminación potencial mientras se trabaja con un agente, especialmente si hay derramamiento o aerosolización de materiales infecciosos.

El equipo protector para el personal incluye batas de laboratorio, guantes y protección para la cara según se necesite al trabajar con agentes infecciosos. El personal debe despojarse de la ropa protectora cuando abandona el área del laboratorio.

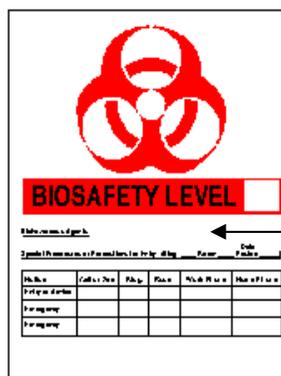
Los gabinetes deben descontaminarse cuidadosamente a diario y si se usan materiales radioactivos, se deben monitorear por la radioactividad, como forma de protección personal.

Las barreras secundarias incluyen todas las barreras BSL-1 además de un autoclave (máquinas de esterilización) para material de vidrio.

**Nivel de Bioseguridad 3 (BSL-3)**

Un laboratorio BSL-3 debe utilizarse cuando el trabajo de laboratorio se realiza con agentes nativos o exóticos que tienen potencial de ser transmitidos por vía respiratoria (aerosol) y que pueden causar infecciones serias y potencialmente letales. Los materiales potencialmente infectados con estos agentes pueden ser estudiados a nivel de BSL-2 sólo para efectos de diagnóstico, pero la manipulación y experimentación posteriores requieren de condiciones BSL-3.

**Figura 3. Señal de bioseguridad que se ubicaría fuera de un laboratorio en el cual se trabaja con agentes infecciosos.**



La señal contiene la siguiente información:

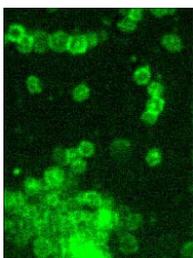
- El nivel de bioseguridad del laboratorio
- El agente infeccioso que se está estudiando
- Información de contacto para la persona responsable y dos contactos de emergencia.

El primer peligro para el personal que trabaja con estos agentes es el riesgo de infección por pinchaduras de agujas, ingestión, o exposición a aerosoles infecciosos.

- Por ejemplo, parte de la vigilancia pública para el virus del Nilo Occidental (WNV) es la evaluación de la presencia del virus en aves, ya que éstas muchas veces son el primer indicador del virus en una región geográfica o durante una estación. En agosto de 2002, un trabajador de un laboratorio estatal accidentalmente se cortó un dedo al diseccionar un pájaro para evaluar el WNV. Cuatro días más tarde, este trabajador tenía síntomas de fiebre, mialgia, transpiración recurrente, y bochornos de calor. El trabajador y el pájaro con el cual estaba trabajando fueron eventualmente diagnosticados con WNV. (3). En 2002 hubo 2 casos de WNV adquirido en laboratorio.

Los agentes estudiados en un laboratorio BSL-3 incluyen *Mycobacterium tuberculosis* (tuberculosis), virus de encefalitis de St. Louis, *Francisella tularensis* (tularemia) y *Coxiella burnetii*.

La Tularemia (ver Figura 4) es una fuente de infección adquirida en laboratorio relativamente común. La mayoría de las infecciones ocurren al manipular animales infectados con la bacteria (como por ejemplo conejos, un reservorio natural) o al experimentar con cultivos de tularemia. Las infecciones de tularemia adquiridas en un laboratorio no se informaban antes del 9/11/2001, pero era sabido que ocurrían. (1) La tularemia actualmente está clasificada como una potencial arma biológica y es una enfermedad de reporte obligatorio.



**Figura 4. Fotografía de *F. tularensis* bajo tinción directa con anticuerpos fluorescentes; esta bacteria es un agente BSL-3**

Photo courtesy CDC image library

Las prácticas de laboratorio establecidas que deben llevarse a cabo en laboratorios BSL-3 incluyen todas las prácticas BSL-2, más:

- Acceso al laboratorio estrictamente controlado.
- Entrenamiento específico para el personal de laboratorio, en el manejo de agentes potencialmente letales.
- Descontaminación de todos los desechos.
- Cambio de ropas de protección de laboratorio y descontaminación de toda la ropa de laboratorio antes de su lavado y

- Políticas institucionales relacionadas con la toma de muestras (suero) y almacenamiento de especímenes de los trabajadores del laboratorio para establecer su exposición a agentes infecciosos.

Las barreras protectoras primarias y secundarias en el laboratorio BSL-3 hacen énfasis en la protección del personal de laboratorio, así como también de personal en áreas cercanas, la comunidad y el medio ambiente, frente a aerosoles potencialmente infecciosos. Las barreras primarias son similares al equipamiento protector personal de BSL-2, pero pueden también incluir equipo respiratorio si existe riesgo de infección a través de inhalación.

Las barreras secundarias en laboratorios BSL-3 incluyen las barreras de BSL-2 además de algunas otras barreras un poco más sofisticadas. Los corredores deben estar separados del acceso directo al laboratorio. El acceso debe ser a través de puertas dobles que se cierran solas. Los sistemas de aire deben estar diseñados para asegurar que el flujo de aire negativo, para que el aire alrededor de puertas y ventanas fluya hacia el laboratorio en lugar de hacia fuera del laboratorio. El aire bombeado hacia el interior del laboratorio no recircula al interior del edificio. Esta medida evita que se lleven aerosoles infecciosos fuera del laboratorio a través del aire.

#### Nivel de Bioseguridad 4 (BSL-4)

Agentes peligrosos y exóticos que poseen un alto riesgo de infección y riesgosos para la vida, y agentes infecciosos de transmisión por vía aérea se encuentran en laboratorios BSL-4. También se estudian en estos laboratorios agentes relacionados con riesgo de transmisión desconocido. Estos agentes suponen un alto riesgo de enfermedad mortal, pueden ser transmitidas por vía aerosol (respiratoria) y no tienen vacuna o terapia disponible.

Todos los agentes BSL-4 son virus. Algunos ejemplos son el virus Marburg, el virus Ebola (ver Figura 5), y virus que causan fiebre hemorrágica Congo-Crimea y fiebre Lassa.

El trabajo de laboratorio con materiales potencialmente infectados con estos agentes, como por ejemplo, muestras de diagnóstico de animales infectados natural o experimentalmente, representan un alto riesgo de exposición e



**Figura 5. Microfotografía de transmisión electrónica del virus Ebola, agente BSL-4**

Photo courtesy CDC image library

infección para el personal de laboratorio y posiblemente incluso para la comunidad y el medio ambiente.

El personal que trabaja con agentes BSL-4 puede estar en riesgo de exposición a aerosoles infecciosos, exposición de membranas mucosas a gotas infecciosas, y pinchazos accidentales con agujas u otros objetos punzantes contaminados con material infeccioso.

Por ejemplo, a finales de la década de los 60 hubo 25 infecciones de Marburg adquiridas en laboratorios, incluidas 5 muertes. Estos trabajadores habían estado estudiando monos infectados de Uganda. El primer caso humano de ocurrencia natural que ha sido documentado data de 1975. (1)

Debido a estos riesgos, todo el personal del laboratorio debe recibir entrenamiento especializado para el manejo de agentes infecciosos extremadamente peligrosos y en el funcionamiento de los equipos de contención.

Además, el acceso al laboratorio está restringido. Las personas con compromiso inmunológico (incluyendo niños y mujeres embarazadas) jamás son admitidas al interior del laboratorio.

Las prácticas de laboratorio para el BSL-4 incluyen todas las prácticas de BSL-3, más:

- Acceso estrictamente controlado al laboratorio,
- Cambio de ropa antes de entrar y salir del laboratorio (se recomienda ducharse al salir del laboratorio) y
- Descontaminar todo el material al salir del lugar.

Las barreras primarias incluyen la realización de procedimientos en gabinetes de bioseguridad usados en los otros niveles de bioseguridad en combinación con un traje que cubre todo el cuerpo, con oxígeno y presión positiva.

Así, los trabajadores de laboratorios de BSL-4 no entran al laboratorio a menos que estén usando un “traje espacial.” (ver Figura 6)



**Figura 6. Traje para personal BSL-4, con aire a través del espiral proveniente de la parte superior del casco**

Photo courtesy CDC image library

Las barreras secundarias en los lugares BSL-4 incluyen todas las barreras físicas de los laboratorios BSL-3 más:

- Una zona aislada o un edificio separado.
- Sistemas de entrega y escape, vacío, sistemas de descontaminación y
- Ausencia de ventanas es recomendada, cualquier ventana debe ser sellada y debe ser resistente al rompimiento.

#### Ubicaciones de los laboratorios.

Los laboratorios BSL-1 están en todas partes. Muchos están ubicados en escuelas secundarias, universidades locales, y plantas de tratamiento de agua potable de municipalidades. (1)

Los BSL-2 se pueden encontrar en departamentos locales de salud, universidades, laboratorios estatales, laboratorios privados (e.g., hospitales o sistemas de salud) y laboratorios industriales (e.g. compañías de diagnóstico clínico).

La mayoría de las entidades que realizan investigación de enfermedades infecciosas tienen laboratorios BSL-3. Pueden estar ubicados en departamentos de salud local, universidades, compañías privadas, industria, y el gobierno federal (e.g., los Institutos Nacionales de Salud [NIH] y los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades [CDC]).

En 2007 hubo solo 15 entidades BSL-4 en los Estados Unidos, 9 entidades federales (incluyendo el CDC en Atlanta, GA, y los Institutos Nacionales de Salud en Bethesda, MD) 4 entidades universitarias (incluyendo Georgia State University en Atlanta, GA y la Universidad de Texas, rama médica en Galveston, TX), una entidad estatal, y una privada. Se están realizando modificaciones en varios de estos laboratorios y se están proponiendo nuevas entidades BSL-4 en sitios adicionales. (4)

#### Glosario

**Laboratorio de Microbiología:** un laboratorio que estudia microorganismos tales como bacterias y virus de personas, animales, plantas y el entorno.

**Micrografía de transmisión electrónica:** una foto tomada con un microscopio de transmisión electrónica (TEM). El microscopio dispara un rayo de electrones en lugar de luz para crear una foto del objeto que ese está estudiando.

## ÉNTRENOS EN CONTACTO CON:

The North Carolina Center for Public Health Preparedness

The University of North Carolina at Chapel Hill  
Campus Box 8165  
Chapel Hill, NC 27599-8165

Phone: 919-843-5561

Fax: 919-843-5563

Email: nccphp@unc.edu

### Equipo de trabajo FOCUS:

- Lorraine Alexander, DrPH
- Meredith Anderson, MPH
- Lauren N. Bradley, MHS
- Anjum Hajat, MPH
- Pia D.M. MacDonald, PhD, MPH
- Gloria C. Mejia, DDS, MPH
- Amy Nelson, PhD, MPH
- Tara P. Rybka, MPH
- Rachel A. Wilfert, MD, MPH

## REFERENCES:

1. US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention and National Institutes of Health. *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories*. 5<sup>th</sup> ed. Washington, DC: US Government Printing Office; 2007. <http://www.cdc.gov/od/ohs/biosfty/bmb15/bmb15toc.htm>. Accessed February 6, 2008.
2. Clemson University Environmental Health and Safety. Biological Safety [online training]. <http://ehs.clemson.edu/training/biosafety/index.html>. Accessed February 6, 2008.
3. Centers for Disease Control and Prevention. Laboratory-Acquired West Nile Virus Infections – United States, 2002. *MMWR Morb Mort Wkly Rep*. 2002; 51:1133-1135. <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5150a2.htm>. Accessed February 6, 2008.
4. United States Government Accountability Office. *High-Containment Biosafety Laboratories: Preliminary Observations on the Oversight of the Proliferation of BSL-3 and BSL-4 Laboratories in the United States*. Publication GAO-08-108T. <http://www.gao.gov/docsearch/abstract.php?rptno=GAO-08-108T>. Published October 4, 2007.

Si le gustaría recibir copias electrónicas del periódico *FOCUS on Field Epidemiology* por favor llene la siguiente forma:

- NOMBRE: \_\_\_\_\_
- TÍTULO (S): \_\_\_\_\_
- AFILIACIÓN: \_\_\_\_\_
- CORREO ELECTRÓNICO: \_\_\_\_\_
- ¿Podemos contactar por correo electrónico a sus colegas?: Si es así, por favor incluya su correo electrónico a continuación

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Por favor enviar por fax a: (919) 919-843-5563

O por correo a: North Carolina Center for Public Health Preparedness  
The University of North Carolina at Chapel Hill  
Campus Box 8165  
Chapel Hill, NC 27599-8165

O en línea en: <http://nccphp.sph.unc.edu/focus/>

## PRÓXIMOS TEMAS

- Mapeo para la Vigilancia e Investigación de Brotes
- Evaluación de Necesidades Inmediatas y GIS
- Investigaciones de Cluster de Eventos de Salud No Infecciosos.

¡Estamos en Internet!  
<http://nccphp.sph.unc.edu/>