

# Bioseguridad y biocontención: reflexiones

Xavier Abad

Centre de Recerca en Sanitat Animal (CRESA). UAB-IRTA. Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona. 08193, Bellaterra. España

[xavier.abad@cresa.uab.es](mailto:xavier.abad@cresa.uab.es)

Tel.: 34-93-581.45.64 • Fax: 34-93-581.44.90

En las dos últimas décadas, el incremento de interés, y la preocupación que viaja de su mano, por las enfermedades emergentes y reemergentes, muchas de ellas zoonóticas, causadas tanto por bacterias como por virus (coronavirus del SARS, influenza aviar altamente patógena, virus de la gripe A (H1N1)) ha alimentado el diseño, construcción y puesta en marcha de una plétora de nuevas instalaciones y laboratorios de bioseguridad y biocontención (Manuel, 2008) en Europa, EEUU, pero también en África y Asia.

Los conceptos de bioseguridad, biocontención y bioprotección no están todavía claros para ciertos segmentos de la comunidad científica, algunos incluso directamente implicados en instalaciones en las que se manipulan patógenos peligrosos, y menos aún para el público en general. Por otro lado ofrece oportunidades profesionales para los microbiólogos pues los centros o laboratorios que pongan en marcha instalaciones de biocontención, con nivel de bioseguridad 3 o superior, necesitarán personal con una profunda base microbiológica e interés tecnológico para aplicar estos conceptos de una manera coherente (estricta pero no maximalista).

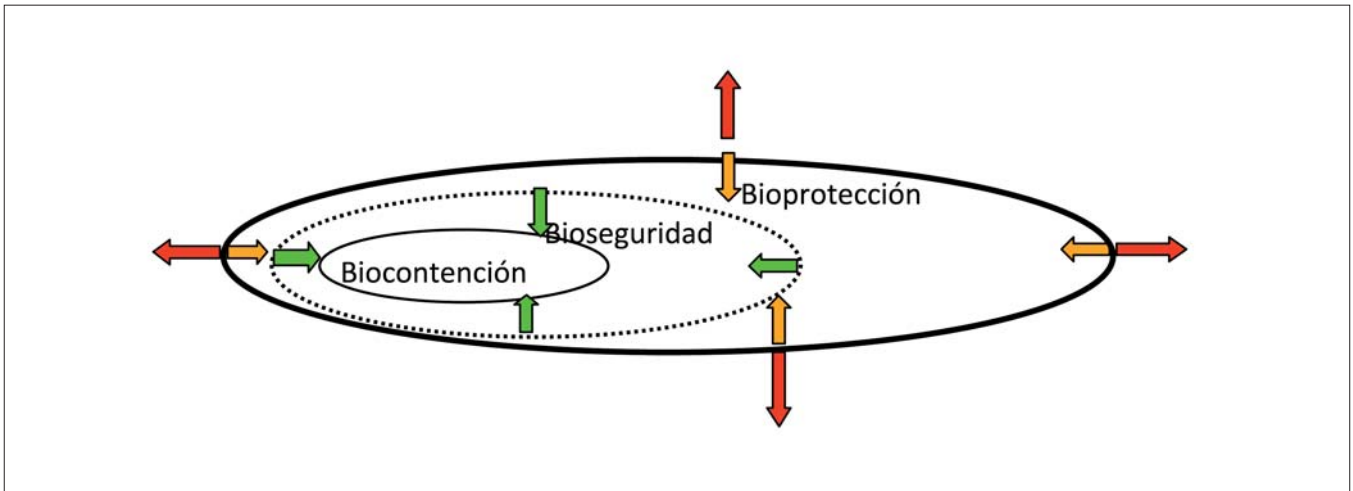
Vamos a empezar por una definición de los conceptos a discutir a partir de la información aportada por los diccionarios. Así, por **Safety** entendemos: *the state of being safe; freedom from occurrence or risk of injury, danger, or loss* o sea, Calidad de seguro; libre y exento de todo peligro, daño o riesgo (Diccionario RAE, 20ª edición).

Por **Security** entendemos: *freedom from danger, risk, etc; safety. / something that secures or makes safe; protection; defense. / precautions taken to guard against theft, sabotage, the stealing of (military) secrets...*, es decir, resguardar a una persona animal o cosa de un perjuicio o peligro, poniéndole algo encima, rodeándole, etc. (Diccionario RAE, 20ª edición).

Por **Contain** entendemos: *to hold or include within its volume or area; / to keep under proper control; restrain* o Llevar o encerrar dentro de sí una cosa a otra (Diccionario RAE, 20ª edición).

Y aquí un primer apunte. Incluso en EEUU, donde surgieron los términos, **biosafety** hace ya más de 20 años (en la 1ª edición de la guía *BMBL-Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories*, de 1984) y **biosecurity** a principios del siglo XXI (adquiere carta de naturaleza en la 5ª edición de BMBL, en 2007, que le dedica toda una sección) hay dudas sobre cómo aplicarlos y cuáles son sus esferas de atención, pero esto se hace más proceloso al traducir dichos términos: en español y en francés traducen ambos como bioseguridad o *biosécurité* (por mucho que bioprotección también se traduce al francés como *biosûreté*), respectivamente. A efectos de clarificación y desde este momento traduciremos **biosafety** como **bioseguridad** y **biosecurity** como **bioprotección**, sin intención de sentar ninguna cátedra.

Hagamos un somero repaso a estos tres conceptos a menudo confundidos o con zonas de sombra. La **Bioseguridad** (Figura 1) está íntimamente relacionada con el establecimiento y ejecución de procedimientos para minimizar el riesgo (ya que el riesgo cero es inalcanzable) en el uso, manipulación y propagación de microorganismos patógenos (de animales, plantas o seres humanos), y está definitivamente asociado a las actividades internas de un centro de investigación o instalación concreta. Los procedimientos y prácticas de bioseguridad dependerán del agente (su patogenicidad, rango de huéspedes, estabilidad y ruta de transmisión, etc.) y de la actividad a acometer (volumen del material infeccioso, concentración del mismo, si hay experimentación animal asociada, etc.). La bioseguridad se centra en reducir la exposición y/o la liberación de materiales biológicos infecciosos, y es objeto de la preocupación y de trabajo de personal científico en tareas de gestión, con la asistencia de personal investigador y técnico. La **Biocontención** (Figura 1) está mucho más relacionada con los factores físicos y constructivos asociados al diseño y al proceso constructivo (*comissioning*) del edificio que albergará estas actividades (y por tanto, recae en el terreno de los arquitectos, ingenieros y equipos constructivos-



**Figura 1.** Ámbitos de acción de la biocontención, bioseguridad y bioprotección.

UTES) y a los equipos que en él se instalen (Cabinas de Seguridad Biológica (CSB) o jaulas de animales)(Clough et al., 1994; Gilman y Fink, 2006; Keller et al., 1983). Finalmente, la **bioprotección** (*biosecurity* en inglés) (Figura 1), muchas veces utilizada erróneamente como sinónimo de bioseguridad, está intensamente relacionada con la toma de medidas para prevenir las actividades externas (pero también internas) de algunas personas, a través del robo o uso ilícito, que puedan comprometer la contención de los patógenos. La bioprotección atañe a los medios físicos y administrativos (protocolizados) para asegurar el control del material biológico y de la información (datos y personas) que podrían poner en peligro la salud pública o provocar pérdidas económicas cuantiosas como resultado de una liberación maliciosa, pérdida intencionada, robo, etc. Y es mucho más de lo que imaginamos (puertas, cámaras y guardas). La bioprotección trata de prevenir la potencial proliferación de armas biológicas (*bio-weapons*) mientras que la bioseguridad trata de mitigar el biopelegrino (*biohazard*) (Cook-Degan et al., 2005). De lo definido se deduce que esta tarea no compete a los científicos, si no que más bien es responsabilidad de los equipos gestores o directivos de las instalaciones o los poderes públicos. Sin embargo, no pensemos que la bioprotección es un problema puramente tecnológico, es más bien un problema que radica en las personas.

## GRUPOS DE RIESGO, NIVELES DE BIOSEGURIDAD Y EVALUACIÓN DE RIESGO

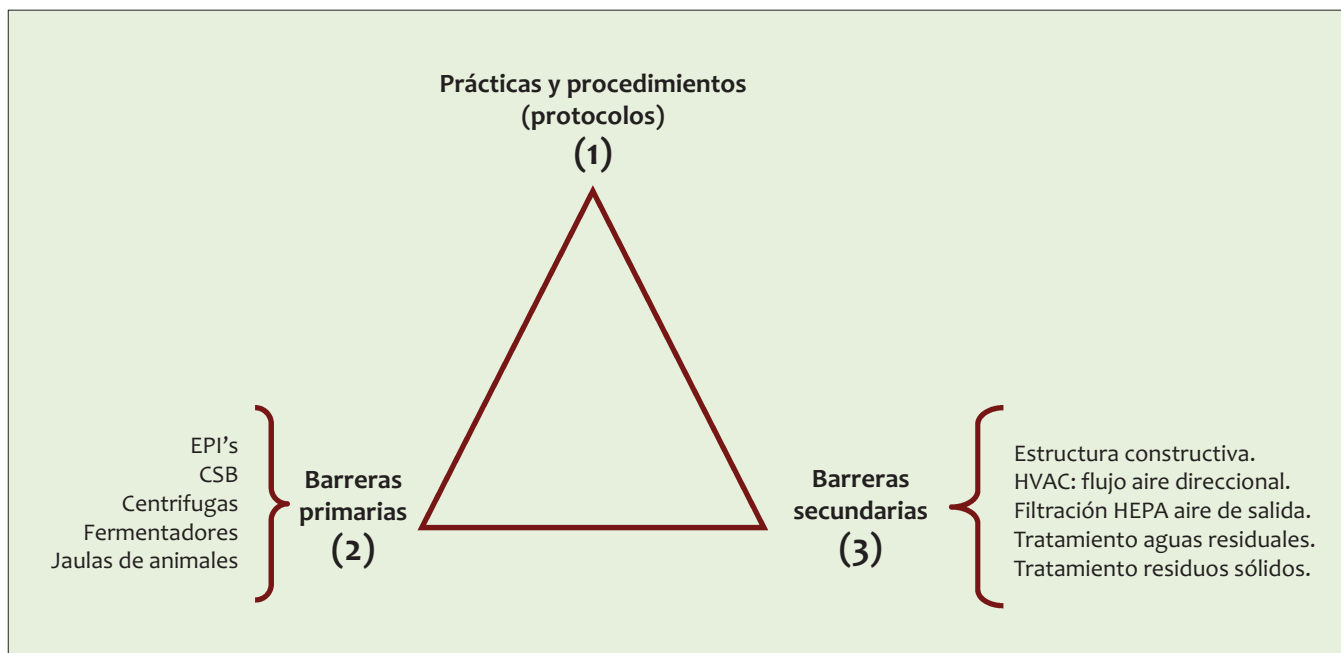
Los microorganismos han sido clasificados en 4 **grupos de riesgo** (WHO, 2004), sistematización que sólo es aplicable en los trabajos de laboratorio. No es nuestro objetivo detallar estos grupos; solo debemos remarcar que no hay una equivalencia exacta entre estos grupos de riesgo (GR1 a GR4) y los **niveles de bioseguridad** (NBS1 a NBS4) con sus equivalencias *Biosafety Level* (BSL) 1 a 4 en inglés. El grupo de riesgo

clasifica un patógeno dentro de una escala humana (el daño que puede infligir al ser humano o a sus intereses: ganadería, agricultura) mientras la bioseguridad hace referencia a las prácticas y procedimientos operativos pero también al diseño, construcción y equipamiento de la instalación (por tanto a los elementos de biocontención que disponemos para trabajar). La decisión de asignar una actividad experimental con un patógeno concreto a un nivel de bioseguridad (NBS) debe basarse en una **evaluación del riesgo** coherente (ver Figura 2). A un patógeno de nivel de riesgo 2 se le asigna comúnmente un nivel de bioseguridad 2, pero en circunstancias concretas (muy altas concentraciones, alta probabilidad de generación de aerosoles, etc.) puede demandarse un NBS3.

¿Y qué papel juega aquí la bioprotección? Puesto que se interesa sólo por aquellos microorganismos patógenos que pueden tener un doble uso, es decir, que pueden ser utilizados con fines terroristas, su campo de preocupación-actuación es menor. Hay muchos microorganismos de los GR2 y GR3 que no están en la lista de Agentes Seleccionados. Y... seamos flexibles. En el inicio del brote de la nueva gripe A (H1N1) en México las primeras muestras para analizar fuera del propio México se vehicularon a Canadá, y no al CDC de EEUU, vecinos como son, como consecuencia de una aplicación estricta de la reglamentación de Agentes Seleccionados que impidió su entrada rápida en suelo estadounidense (SEMP, 2009).

## INSTALACIONES

El trabajo con microorganismos de los niveles GR2 a GR4 se hace en instalaciones diseñadas a tal efecto, ya sean de laboratorios de investigación universitarios, de otros centros de investigación, hospitalarios, o de empresas. Es en estos centros donde aplicaremos las medidas de bioseguridad apoyándonos en los elementos de biocontención,



**Figura 2.** Aspectos a evaluar en bioseguridad.

- (1) El vértice de mayor impacto en la evaluación del riesgo.
- (2) Con diferencia, la más importante es aquella proporcionada por las CSB.
- (3) Fundamentales en la protección del medio ambiente y la comunidad (bioprotección) también contribuyen a la bioseguridad.

y donde, si procede, someteremos a regulaciones de bioprotección a una parte (o a la totalidad) de nuestro trabajo y personal. Durante el diseño y construcción de instalaciones de niveles de bioseguridad 3 y 4 (NBS3 y NBS4, respectivamente), las futuras necesidades de biocontención y bioprotección deben jugar los papeles principales. Todos los requerimientos operacionales y de trabajo deberían estar listados en un documento que incluya las futuras actividades y procesos a ejecutar, y una evaluación del posible incremento de necesidades y cómo se podrían satisfacer las mismas (lo que después discutiremos como **flexibilidad**). Es evidente que no podemos esperar que los investigadores (microbiólogos en nuestro caso) lideren estas actividades, pero deben ser ellos quienes delimiten el terreno de juego, ya que los requerimientos de bioseguridad (que serán la suma de procedimientos normalizados de trabajo más las capacidades de biocontención de la instalación) sí son responsabilidad del personal de apoyo técnico y científico que quedará al cargo de la instalación una vez esta se ponga en marcha. Este es el momento de arquitectos, ingenieros y equipos constructivos (muchas veces UTEs: Uniones Temporales de Empresas). Serán ellos los que decidirán, por ejemplo, que en instalaciones NBS3 o NBS4 deben utilizarse unos materiales constructivos y no otros (por ejemplo hormigón y no ladrillo), y que los sellados de las conducciones se harán con uno u otro sellador, o dónde colocar las válvulas anti-retorno en los circuitos, etc. (Frasier y Talka, 2005).

También es el momento de decidir qué tipo y extensión de bioprotección deseamos instalar en nuestro edificio: circuito cerrado de cámaras que vigilen el perímetro del edificio, circuito cerrado de cámaras para los boxes de experimentación animal para la vigilancia de los mismos, zonas de acceso paulatinamente más restringido (como las pieles de una cebolla) mediante lectores de tarjetas o lectores biométricos o incluso chequeos personales (Frasier y Talka, 2005; Gronvall y Bouri, 2008) que de hecho no están restringidos a las instalaciones NBS3 y NBS4 y también pueden ser implantados en instalaciones NBS2 (Gronvall y Bouri, 2008).

La construcción de instalaciones NBS3 o NBS4 es técnica y tecnológicamente muy complicada, y hay pocos estándares universalmente aceptados (IVBWG, 2006). De hecho, muchas tecnologías o aplicaciones en bioseguridad, biocontención y bioprotección están en continuo desarrollo y con mejoras anuales continuas (tratamientos de residuos, sistemas de extinción de incendios, sistemas de estanqueidad o hermeticidad, etc.). Muchos sistemas complejos deben aunar su actividad de modo cooperativo: sistemas HVAC (**H**eating, **V**entilating and **A**ir **C**onditioning), sistemas de filtración de aire (HEPA o ULPA), su ubicación y su control, tratamientos de aguas y efluentes contaminados (ya bien sean térmicos, por lotes o en flujo continuo o químicos, por hidróxido sódico o hipoclorito), sistemas de descontaminación (de personal por duchas de aire o agua; o

duchas químicas en caso de ir en traje integral; de salas o aparatos por fumigación con peróxido de hidrogeno vaporizado o formaldehído), sistemas de extinción de incendios, sistemas de acceso de seguridad, pero también componentes arquitectónicos o estructurales (hermeticidad de puertas y ventanas, paredes y pinturas resistentes a golpes y reacciones químicas promovidas por los desinfectantes utilizados, etc.). Cualquier decisión errónea, o simplemente no acertada, puede tener importantes repercusiones en el coste final. De hecho, una de las más usuales malas decisiones en una instalación de biocontención es el ahorro de dinero en la etapa constructiva eliminando redundancias y sistemas flexibles. No es redundante, sino fundamental, disponer de alternativas a un corte de suministro eléctrico (mediante generador propio *bien dimensionado* o conexión a otra línea), de agua (mediante tanques de almacenamiento que permitan suplir temporalmente la falta de suministro), o averías en aparatos o sistemas clave: los ventiladores de impulsión y extracción (estos ventiladores determinan las depresiones en gradiente que son la base de toda biocontención; deben estar duplicados, como mínimo, dos ventiladores de extracción y otros dos de impulsión y además una unidad de cada deben estar asociadas y ser independientes del otro par, para llegado el caso, proceder a una desconexión puntual de una pareja sin afectar la biocontención, y por ende la bioseguridad, que no la bioprotección; aquí ésta no juega ningún papel), el incinerador (mediante un método alternativo de procesamiento de las carcasas animales como puede ser la hidrólisis alcalina; Frasier y Talka, 2005) o el sistema de descontaminación de líquidos (alternando un sistema químico, por hidróxido sódico, por ejemplo, y otro térmico, ya sea en batería o en flujo continuo, con la posible alternativa de ozonización de los efluentes finales). Si es económica y espacialmente posible, todas las redundancias y alternativas posibles deben ser incluidas, trabajando como sistemas conmutables. Estos criterios de redundancia son casi imperativos en una instalación NBS3 o NBS4, porque ¿Qué haríamos con una instalación de biocontención en marcha si de repente perdiéramos la presión negativa o si en una instalación NBS3 para grandes animales, como es CReSA, fuésemos incapaces de procesar el residuo líquido y sólido que generan los animales y las personas cada día? Recordemos que los costes constructivos de una instalación NBS3 típicamente son entre un 200 y un 400% superiores a una instalación NBS2 equivalente y esta diferencia de costes se hace aún mayor (entre un 200 y un 800%) cuando en ambas instalaciones incluimos los costes operativos. Aviso para navegantes: puesto que los costes de mantenimiento operativo de las instalaciones de alta biocontención son extremadamente altos (consumo energético, mantenimiento, personal técnico altamente cualificado) estos exceden rápidamente los costes constructivos. Sólo si antes de iniciar el diseño y la construcción se ha garantizado un programa de financiación adecuado a largo plazo la instalación podrá tener éxito y ser plenamente operativa.

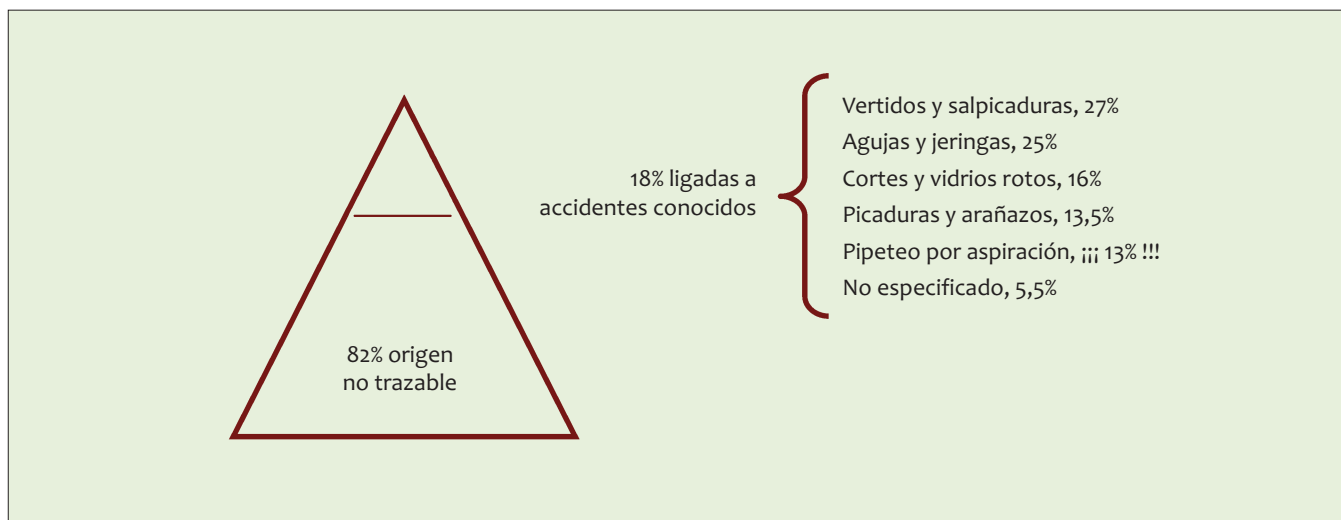
**F. Xavier Abad Morejón** de Girón es Doctor en Biología en 1994 por la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona. Desde 2006 desempeña el cargo de Gestor de Laboratorios de Biocontención-NBS3 del *Centre de Recerca en Sanitat Animal* (CReSA: UAB-IRTA), un centro de investigación dedicado a la salud animal localizado en el Campus de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB).



Sus principales intereses científicos están en la persistencia de virus animales y humanos en el medio ambiente, con particular atención al agua, los *fómites* y los alimentos, los procesos o técnicas de inactivación y eliminación para asegurar la seguridad viral de hemoderivados, cosméticos y alimentos, y también, los temas de bioseguridad y biocontención en laboratorios de investigación microbiológica, entre otros. Autor de más de 25 publicaciones, la mayoría en revistas internacionales; más de 50 comunicaciones a congresos e integrante de redes relacionadas con la bioseguridad de instalaciones y laboratorios.

Una vez finalizada la construcción de la instalación, controles sistemáticos de cumplimiento de especificaciones (sistemas eléctricos, controles de acceso, puntos críticos de biocontención como serían los conductos y penetraciones, etc.) y exigentes pruebas de validación deben ser ejecutadas. Estas validaciones, que controlan y registran los parámetros críticos de acuerdo con las especificaciones protocolizadas, nos darán una imagen realista de las capacidades de nuestra instalación por lo que respecta a la biocontención. Evidentemente estas pruebas son realizadas por compañías expertas y familiares a estas metodologías, pero deben ser seguidas muy de cerca por el personal científico responsable de la gestión de la instalación porque forma parte del núcleo duro de sus responsabilidades y tareas. Aprovechando este periodo de validaciones, debe entrenarse intensamente al personal técnico propio en todos los detalles de los sistemas, procedimientos y actividades de mantenimiento. Una formación inicial intensa del personal de laboratorio en el cumplimiento estricto de las normas de la instalación (aquí sí podemos hacer una equivalencia estricta a normas de bioseguridad) debe permanecer por siempre como una actividad de prioridad máxima (Kimman et al., 2008).

Una vez finalizadas **todas** las validaciones (no sólo de los elementos estructurales del edificio sino de autoclaves, *airlocks* y sistemas de descontaminación asociados, CSB, centrifugas, etc.) y superadas con éxito, la instalación está lista para iniciar sus actividades. Periódicamente, sin embargo, el laboratorio deberá revalidar todos los sistemas críticos, aunque con una intensidad y extensión menor que la validación primigenia.



**Figura 3.** Origen de los fallos en bioprotección.

## DE VUELTA A LOS TÉRMINOS

**B**ioseguridad, biocontención y bioprotección (ver **Figura 1**): no debemos confundir sus significados. La bioseguridad (prácticas de manipulación y minimización del riesgo) y la biocontención (confinamiento físico de los patógenos) son asuntos tan viejos como la propia manipulación de los patógenos. La bioprotección (que no es estrictamente un asunto científico) es de aparición más reciente, y tiene un fuerte impacto mediático en el público en general.

Veámoslo con un ejemplo. En muchas ocasiones, en una instalación NBS<sub>3</sub>, puede ser necesaria la preparación de suspensiones bacterianas o víricas de alto título infeccioso, implicando el uso de centrifuga para la separación de fases. A lo largo de este proceso de centrifugación, la bioseguridad, la biocontención y la bioprotección juegan sus papeles, a veces simultáneamente, a niveles que se superponen. La bioseguridad trata de dar respuesta a preguntas como: ¿Cómo centrifugar una suspensión infecciosa manteniendo un riesgo de infección bajo? A través de elementos de protección individual (EPIs), su adecuada utilización, y de unos procedimientos de trabajo razonados y razonables. La biocontención se preocupa de las características de la centrifuga ¿es toda ella hermética y por tanto previene la formación de aerosoles? o ¿sólo el rotor es hermético? ¿Puede la centrifuga ubicarse dentro de una cabina de seguridad biológica (CSB)? ¿Es lógico poner una centrifuga dentro de una CSB sin afectar la direccionalidad del flujo? ¿Puede abrirse el rotor o los cestillos herméticos dentro de una CSB próxima? ¿Cómo es el laboratorio donde la centrifuga se encuentra ubicada? ¿De qué manera circula el aire dentro del laboratorio? ¿Puede el laboratorio ser sellado y descontaminado? Finalmente, la bioprotección busca respuestas adecuadas a preguntas como: ¿Quién tiene acceso permitido en esa instalación, o en ese laboratorio, cuando el trabajo está en ejecución?

¿Quién es el responsable de dar estos permisos o delimitar los perfiles de acceso? ¿Están estos procesos de entrada y salida controlados por medios electrónicos (tarjeta) o biométricos? ¿Hay un sistema de vídeo controlando la actividad en los laboratorios y/o boxes de experimentación animal? ¿Todos los movimientos del personal externo (visitantes, servicios asistencia técnica) dentro de la instalación son directamente supervisados por personal del centro? ¿Hay establecido un control adecuado y exhaustivo del banco de material biológico patógeno del centro?

Si queremos realmente mejorar nuestra preparación y capacidad de reacción en temáticas de bioseguridad tenemos que hacer un esfuerzo en remover o eliminar nuestras prevenciones mentales pero también *departamentales* o *institucionales* a la hora de informar de errores y brechas en la bioseguridad y bioprotección. Debemos perseguir una clara definición de lo que para nosotros constituye una exposición a un agente biológico, reforzar el interés de nuestro personal por entrenamientos en bioseguridad y, tan importante o más que lo citado anteriormente, *gastar dinero* en el mantenimiento de la infraestructura física de biocontención (sistemas electrónicos, mantenimiento de gradientes de presiones, sistemas informáticos de control) de los laboratorios o instalaciones después de su construcción.

## INFECCIONES ADQUIRIDAS EN EL LABORATORIO (O EL FRACASO DE LA BIOSEGURIDAD)

**L**as infecciones adquiridas en el laboratorio (*Laboratory Acquired Infections*, LAI) se definen como aquellas infecciones sintomáticas o asintomáticas, que son contraídas a través de actividades laborales o por estar en el laboratorio, como resultado del trabajo con organismos infecciosos (Kimman et al., 2008; Sewell, 1995; Sulkin, 1961). En

cierto modo suponen el fracaso de las medidas de bioseguridad y biocontención implantadas, aunque ello se deba a una deficiente praxis de un trabajador (lo que habría fracasado es nuestro sistema de entrenamiento y supervisión, entonces).

Se llevan ya contabilizados cerca de 5000 casos con unos 200 muertos, pero las LAIs están disminuyendo desde la década de los años 90, posiblemente por una mejora en las instalaciones y materiales de contención y por una mejora en los protocolos de bioseguridad (Collins y Kennedy, 1999). Además se ha observado una fuerte disminución de los casos debidos a la formación de aerosoles infecciosos, mientras se mantiene la incidencia de los cortes, pinchazos de agujas y salpicaduras (Figura 3); y un desplazamiento de los principales patógenos implicados pasando de *Brucella spp*, *Coxiella burnetti*, *Salmonella typhi* y *Francisella tularensis*, seguido de *Mycobacterium tuberculosis* antes de los años 80 a *Mycobacterium tuberculosis*, arbovirus, *Coxiella burnetti*, Hantavirus y *Brucella spp*, desde los años 80 hasta la actualidad.

!!! Pero todo resulta más complejo !!! Si el microorganismo existe en el laboratorio pero no en la comunidad, podemos estar relativamente seguros del foco y etiquetar la infección de un trabajador como LAI; sin embargo, si el microorganismo también está presente en la comunidad, el origen de la infección ya no es tan fácilmente identificable. Por ejemplo, en Bélgica, en 1995, los trabajadores de laboratorio mostraron una incidencia de tuberculosis 5,4 veces superior a la población general (Ronveaux *et al.*, 1997), valores que también se han encontrado en otros países (Austria, Alemania, Gran Bretaña, Japón)(Collins y Grange, 1999). El riesgo medio anual de seroconversión (medido por la prueba de la tuberculina) es del 1,0% en Canadá (Menzies *et al.*, 2003) en los trabajadores de laboratorio, mucho más alta que el de la población general.

Sin embargo, no nos engañemos. Seguro que no tenemos una idea total de lo que está realmente sucediendo pues no hay requerimiento legal de declaración de las LAIs con excepción del Reino Unido; hemos de contar con una fuerte subestimación desde el momento que muchos trabajadores no lo hacen por temor a ser sancionados, y una buena parte de las infecciones proceden de forma subclínica y solo se pueden trazar si se realizan pruebas serológicas periódicas a los trabajadores. Sumemos a ello que algunas infecciones requieren de un largo periodo de incubación antes de manifestarse, lo que hace difícil enlazar la enfermedad con el incidente del laboratorio, si lo hubo.

!!! Atención a las LAIs asociadas con la manipulación y trabajo con animales de experimentación !!! Debemos tener presente que siempre hay un riesgo de transmisión (infecciones zoonóticas) a partir de animales aparentemente sanos, no inoculados experimentalmente. Un claro ejemplo lo tenemos en las cerca de 230 infecciones por hantavirus (2/3 sintomática, 1/3 asintomáticas) en investigadores que creían trabajar con roedores no infectados. La adopción de unas medidas mínimas; guantes, indumentaria de laboratorio, protección respiratoria, es altamente recomendable.

Estas medidas de bioseguridad pasan a ser **obligatorias** cuando se trabaja con animales inoculados experimentalmente, siempre que los patógenos inoculados sean zoonóticos y se haya descrito transmisión aerógena.

## CONCLUSIÓN

**L**a seguridad no puede ser alcanzada, o plasmada, en términos absolutos. Esta idea debe quedarnos muy clara. Es un concepto relativo, un ideal inalcanzable si se quiere, definido por un balance entre nuestros márgenes de tolerancia, aceptabilidad y factibilidad, esto es, un equilibrio entre el coste de las medidas de bioseguridad y bioprotección y los beneficios potenciales de dicho trabajo para la sociedad (Kimman *et al.*, 2008).

No busquemos tampoco hacer competir los términos de bioseguridad, biocontención y bioprotección entre ellos para establecer una especie de prevalencia de alguno sobre los demás. Cuidemos que la necesaria bioprotección (pero no aquella superflua) no menoscabe o impida (incluso por la vía de reducción de los fondos disponibles) nuestras actividades y programas basados en pautas y procesos de bioseguridad bien pensados y demostrables. Considerémoslas como lo que son, facetas de un mismo cristal, palabras con significados complementarios que deben usarse en un ambiente general de trabajo responsable, pues estamos manipulando microorganismos patógenos, y nos debemos a los demás, pero también a nosotros. Y en este trabajo responsable, aportando unos conceptos y conocimientos claros y una aplicación estricta de los mismos, los microbiólogos tenemos mucho que aportar, siempre que estemos también interesados en adentrarnos en campos (ingeniería, diseño de instalaciones, legislación) que nos son, en principio, un poco lejanos.

## REFERENCIAS

- Appendix 10. *Minimum standards for laboratories working with FMDV in vitro/in vivo*. Adopted by 38<sup>th</sup> General Session of European Commission for the Control of Foot-and-mouth Disease (EuFMD), 30<sup>th</sup> April 2009. [www.fao.org/ag/againfo/commissions/docs/SecurityStandards\\_2009.pdf](http://www.fao.org/ag/againfo/commissions/docs/SecurityStandards_2009.pdf)
- CDC y HIH. 2007. *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (BMBL)*. 5<sup>th</sup> edition.
- Collins CH y Grange JM. 1999. Tuberculosis acquired in laboratories and necropsy rooms. *Communicable Disease and Public Health* 2(3): 161-167.
- Collins CH y Kennedy DA. 1999. *Laboratory acquired infections*, 4<sup>th</sup> ed. London: Butterworth Heinemann.
- Cook-Deegan RM, Berkelman R, Megan Davidson E, FINDER S, Heitman E, Kelley MC, King NMP, Moseley R, Thomas JC, Tilden SJ y Vangsnes NM. 2005. *Issues in biosecurity and biosafety*. *Science* 308:1867-1868.
- Clough G, Wallace J, Gamble MR, Merryweather ER y Bailey E. 1994. A positive, individually ventilated caging system: a local barrier system to protect both animals and personnel. *Lab Animals* 29: 139-151.

- Frasier D y Talka J. 2005. Facility design considerations for select agent animal research. *ILAR Journal* **46**:23-33.
- Gilman EA y Fink RI. Primary barriers and equipment-associated hazards. In: *Biological safety: Principles and Practices 4<sup>th</sup> edition* Edited by D.O. Fleming and D.L. Hunt. Washington DC, 2006.
- Gronvall GK y Bouri, N. 2008. Biosafety Laboratories. *Biosecur Bioterror* **6**: 299-307.
- Heckert RA y Kozlovac JP. Special considerations for Agriculture Pathogen Biosafety. In: *Biological safety: Principles and Practices 4<sup>th</sup> edition* Edited by D.O. Fleming and D.L. Hunt. Washington DC, 2006.
- Heckert RA y Kozlovac JP. 2007. Biosafety levels for animal agriculture pathogens. *Appl Biosafety* **12**: 168-174.
- IVBWG-International Veterinary Biosafety Working Group. 2006. *Veterinary Containment Facilities: design & Construction Handbook*. Editors: Peter Mani and Paul Langevin.
- Keller GL, Mattingly SF y Knapke FB Jr. 1983. A forced-air individually ventilated caging system for rodents. *Lab Anim Sci* **33**: 580-582.
- Kimman TG, Smit E y Klein MR. 2008. Evidence-based biosafety: a review of the principles and effectiveness of microbiological containment measures. *Clin Microbiol Rev* **21**: 403-425.
- Manuel J. 2008. Oversight without obstruction: the challenge for high-containment labs. *Environ Health Perspectives* **116**: A487-A489.
- McSweeney E. 1999. Hot times for hot labs. *ASM News* **65**: 743-746.
- Menzies DA, Fanning A, Yuan L, Fitzgerald JM y Canadian Collaborative Group in Nosocomial Transmission of Tuberculosis. 2003. Factors associated with tuberculin conversion in Canadian microbiology and pathology workers. *Am J Resp Crit Care Med* **167**: 599-602.
- Ronveaux O, Jans B, Wanlin M y Uydebrouck M. 1997. Prevention of transmission of tuberculosis in hospitals; a survey of practices in Belgium, 1995. *J Hosp Infect* **37**: 207-215.
- SEMP-Suburban Emergency Management Project. 2009. Biosafety vs Biosecurity: What is the difference? Biot. Report #629, June 28.
- Sewell DL. 1995. Laboratory-associated infections and biosafety. *Clin Microbiol Rev* **8**: 389-405.
- Sulkin SE. 1961. Laboratory acquired infections. *Bacteriol Res* **25**(3):203-209.
- WHO. 2004. *Laboratory biosafety Manual*, third edition, Geneva.



## VIII Reunión Grupo de Microbiología Molecular SEM

10-12 Noviembre 2010 | Barcelona, Parc Científic, Auditori Antoni Caparrós

Es un placer anunciar la VIII REUNIÓN DEL GRUPO DE MICROBIOLOGÍA MOLECULAR DE LA SEM que tendrá lugar en Barcelona del miércoles 10 al viernes 12 de Noviembre de 2010.

Esperamos vuestra participación activa en esta reunión, donde tendremos la oportunidad de conocer los avances más destacados en el campo de la microbiología molecular y podremos debatir las tendencias y desafíos en esta área.

Estamos trabajando en la activación de la página web del congreso, que estará disponible en los próximos días, para poder realizar los trámites relacionados con la inscripción y presentación de comunicaciones.

En próximas comunicaciones os proporcionaremos toda la información necesaria para participar en esta reunión.

Esperamos veros en Barcelona!

Comité organizador  
Prof. Antonio Juarez  
Dr. Cristina Madrid  
Dr. Carlos Balsalobre  
Dr. Eduard Torrents



Xemeneia de la Pedrera  
Antoni Gaudí. Passeig de Gràcia

<http://www.ibecbarcelona.eu/events/molmicro2010/>

Secretaría Molmicro2010 | C/ Baldiri Reixac 10-12 | 08028 – Barcelona (Spain)  
[molmicro2010@ibecbarcelona.eu](mailto:molmicro2010@ibecbarcelona.eu)