

ANIMALES DE LABORATORIO

OTOÑO 2022 / NÚMERO 95



La investigación en y con Fauna Silvestre.
La complejidad de mantener
los criterios de bienestar. Un reto
de los procedimientos experimentales.

El papel de la microbiota intestinal en la salud:
situación actual y perspectivas futuras.

Entrevista a Marta Miró Murillo.

Máxima Contención Biológica (NCB4/BSL4): Panorama mundial

Gonzalo Pascual Álvarez

*Responsable del Centro de Referencia de la FAO en Gestión del Riesgo Biológico
Jefe del Servicio de Seguridad Biológica; Centro de Investigación en Sanidad Animal*

Palabras clave: BSL4, NCB4, suit-system, glovebox-system.

INTRODUCCIÓN

La definición de espacio biocontenido no es utilizada por todos los países y organizaciones de igual manera. Atendiendo a esta premisa, podemos encontrar diferentes términos referentes a una Instalación de Máximo Nivel de Contención Biológica. Así, "Contención Biológica 4" es utilizada en la Unión Europea y Canadá; BSL-4 y nivel de bioseguridad animal 4 (ABSL-4) es usado comúnmente en Estados Unidos y por la OMS; y Nivel de Contención Física 4 (PC4) es la forma común en Australia.

Por otro lado, también es común encontrar a nivel global instalaciones de nivel 4 en sanidad animal (CL4-Ag, BSL3 agricultura – BSL3Ag, NCB3-A) y en sanidad humana, reuniéndolas en un mismo listado cuando sus características arquitectónicas, funcionales, de operación y de protección, son claramente diferentes.

Y, en tercer lugar, cabe resaltar que se pueden encontrar conceptos distintos de salas en Contención Biológica de nivel 4 a nivel operacional. En este sentido, aparecen instalaciones donde se trabaja en presión subatmosférica en sala y con trajes de protección personal en presión positiva semiautónomos (*suit system*); o laboratorios donde se opera en salas convencionales no presurizadas, pero dentro de aisladores en cadena también llamados "cajas de guantes" (*glovebox system*), que sí están subpresurizados respecto al ambiente de sala.

Más allá del nivel de la instalación, se pueden encontrar clasificaciones distintas en referencia al agente biológico, que son útiles a nivel nacional, pero pueden no ser homologables internacionalmente.

Dentro de estas consideraciones previas y debido principalmente a su especificidad, complejidad, costos y riesgos, las instalaciones de 'Máxima Contención Biológica' son muy escasas en todo el mundo. No obstante, en todos los casos tienen objetivos comunes: dar una pronta respuesta y eficaz a los brotes y epidemias de enfermedades transmisibles de salud pública a nivel regional, nacional o internacional, mediante el desarrollo de técnicas de diagnóstico que identifiquen al patógeno, y llevar a cabo investigaciones de alto riesgo con prácticas proliferativas bajo la mayor seguridad personal, poblacional y medioambiental. Gran parte de ellas suponen una referencia nacional e internacional para otros laboratorios, centros o instituciones dentro de los sectores público y privado.

SITUACIÓN INTERNACIONAL

Existe una considerable inexactitud en cuanto al número de instalaciones de máxima contención biológica existentes en planificación, en construcción o en estado de operación; más aún, en referencia a su tipo de diseño, de construcción y de funcionamiento, así como en cuanto a la forma en que están siendo operadas y controladas.

Esto se debe principalmente a su diversidad, tanto por el modelo de funcionamiento público o privado, como a cuestiones científicas y/o estratégicas o al organismo o entidad a la que están supeditadas, estando varias de ellas bajo el ámbito de unidades militares, bajo la confidencialidad de sus actividades, y finalmente, a la ausencia de un Organismo Internacional compuesto por especialistas en bioseguridad y biocontención que pueda asesorar y controlar a estas instalaciones. Sin embargo, la mayoría ha informado que fueron planificadas y construidas

bajo criterios estandarizados, con un uso de materiales y recursos suficientes como para garantizar su funcionamiento en condiciones de máxima seguridad.

El primer estudio consultado sobre la existencia de Instalaciones de Máxima Contención Biológica en el mundo está recogido en el *meeting report* de la Organización Mundial de la Salud a través del *Consultative Meeting on High/Maximum Containment (Biosafety Level 4) Laboratories*, que se celebró en Lyon (Francia) entre el 13 y el 15 de diciembre de 2017. En su anexo 2 se identifica la existencia de 47 laboratorios en planificación u operación en esa fecha. Los distribuye con 11 en Norteamérica (2 Canadá / 9 EE. UU.), 17 en Europa (2 Rep. Checa / 1 Francia / 4 Alemania / 1 Hungría / 2 Italia / 1 Suecia / 1 Suiza / 5 Inglaterra), 10 en Asia (3 China / 1 Rusia / 1 India / 1 Corea del Sur / 1 Arabia / 3 Japón), 3 en Australia y 2 en África. Este estudio señala datos técnicos de algunas de las principales instalaciones referenciadas que se encuentran en operación o en planificación, y recoge una referencia interesante de las organizaciones existentes especializadas en máxima contención biológica.

Otro reciente estudio (2020) sobre instalaciones NCB4/BSL4 es el realizado por la Dra. Filippa Lentzos, Profesora Titular de Ciencia y Seguridad Internacional en el Departamento de Estudios de Guerra, y el Dr. Gregory D. Koblenz, Profesor Asociado y Director del Programa de Posgrado en Biodefensa de la Escuela de Política y Gobierno de la Universidad George Mason en Estados Unidos. Los autores identifican en su estudio 59 NCB4/BSL4 en el mundo, repartidos de la siguiente manera: 14 en Norteamérica, 25 en Europa, 13 en Asia, 4 en Australia y 3 en África.

A día de hoy, el estudio realizado en colaboración entre Brasil, EE. UU., México y España es el más actual del momento y en el que se han podido identificar 70 instalaciones planificadas para funcionar en la condición NCB4/BSL4. El estudio está basado en la reunión de documentos públicos científicos, consultas con especialistas, informes de seminarios y páginas web institucionales, unido al conocimiento propio de algunos NCB4/BSL4. Los datos obtenidos tras el análisis de la documentación, establece los siguientes resultados:

- 56 instalaciones se encuentran funcionando como NCB4/BSL4, otras 4 están en construcción, 3 en planificación, 1 fuera de operación y de 6 no existe información disponible.
- Un total de 29 países albergan, construyen o planean este tipo de instalaciones.

- 55 se encuentran dentro de las ciudades, mientras que 15 se sitúan en los extrarradios o alejadas de núcleos urbanos importantes.
- De estas instalaciones, 66 están concebidas como *suit system* y 4 en *glovebox system*.
- 45 pertenecen a Instituciones Públicas, 12 se dedican a biodefensa, 11 se ubican en universidades y 2 se corresponden con instituciones privadas.

Todas abarcan actividades de diagnóstico e investigación para el desarrollo de vacunas y terapias. La mayoría incluyen pequeñas unidades de experimentación animal, pero 56 de ellas centran su actividad científica exclusivamente en la sanidad humana, solo 7 definen su actividad en sanidad animal, y otras 7 tienen un carácter de interés científico mixto o combinado humano-animal.

De 57 de ellas se conocen sus dimensiones de superficie exactas o aproximadas, estando situadas entre los 28 m² y 4.048 m². Dentro de este grupo, 2 superan los 1.000 m² y corresponden a la Instalación Nacional de Bio y Agrodefensa Universidad Estatal de Kansas (USA) con 4.048 m², y al Instituto de Virología de Wuhan que dispone de 3.000 m². El resto se divide en 22 instalaciones entre los 200-1.000 m² o con superficies menores a los 200 m².

Sólo el 25% de los países estudiados ofrecen o demuestran buena preparación para el desarrollo de actividades en entorno NCB4. En cuanto a bioseguridad, de estos 38 países que han ofrecido sus datos: 8 demuestran alta preparación, 20 media preparación y 7 baja preparación; y en materia de biocustodia, 7 alta preparación, 13 media y 14 baja.

El 70% de las instalaciones se ubican en países que disponen de Asociaciones Nacionales de Bioseguridad y el 40% de ellas son miembros de Grupos Internacionales de Expertos en Bioseguridad y Biocontención. Como dato curioso y significativo –y a pesar de los esfuerzos internacionales–, ninguna ha adoptado los estándares de Gestión del Riesgo Biológico que de forma voluntaria propone la ISO 35001:2019 con el fin de mitigar los riesgos de bioseguridad y bioprotección en el laboratorio y otros establecimientos relacionados.

Todos los datos proporcionados en relación a su existencia, infraestructura y funcionamiento, se deben tomar con un considerable nivel de incertidumbre debido a la falta de

confirmación en algunos casos y/o transparencia en otros, de gran parte de los países consultados.

Cabe destacar, y ha supuesto una regla general, la dificultad de todas ellas para iniciar su operatividad desde el final de su construcción. La media se encuentra entre los 4 y los 10 años y se fundamenta en: la complejidad que presentan las instalaciones generales, las específicas de biocontención, las de seguimiento, control y alarma, las de seguridad interior y de accesos, las instalaciones críticas de barrera, las de procesamiento de los residuos generados, los sellados, la funcionabilidad en general, la respuesta ante emergencias simuladas, el impacto medioambiental y el recelo a su actividad por las poblaciones cercanas. Como ejemplo, el Laboratorio Nacional de Enfermedades Infecciosas Emergentes de la Universidad de Boston (EE, UU.) construido en 2008, fue aprobado para operaciones como BSL4 en 2017.

Unión europea

De las instalaciones NCB4/BSL4 disponibles, solo 18 laboratorios están reconocidos y aprobados públicamente de conformidad con las reglamentaciones nacionales. Algunos operan con el propósito de desarrollar la defensa en caso de un ataque con agentes biológicos, así como con el desarrollo de investigaciones de alto secreto.

África

Destaca el Centro de Investigación de Patógenos Emergentes de Alto Riesgo Infeccioso, administrado por el Instituto Pasteur de Côte d'Ivoire. Cuenta con un NCB4/BSL4 apoyado por un laboratorio NCB3 con bioterio y un insectario. Este laboratorio se planificó y construyó de manera que tuviera "flexibilidad"; es decir, con la posibilidad de convertir el espacio de NCB4 a NCB3.

Oceanía

Sólo Australia tiene laboratorios con una estructura de contención biológica máxima. En Geelong, el Laboratorio Australiano de Sanidad Animal (AAHL), CSIRO, realiza actividades de investigación y diagnóstico para proteger al ganado y la población de las amenazas de emergencia y las enfermedades zoonóticas.

En Victoria se encuentra el Laboratorio Nacional de Salud Pública de Referencia de Enfermedades Infecciosas de la Universidad de Melbourne. Fue planificado como un laboratorio de diagnóstico de alta contención para la investigación de fiebres hemorrágicas virales importadas, el diagnóstico de la viruela y otros virus de alto riesgo.

América del Norte

En los EE. UU., para la entrada en operación de los BSL4 se exige el registro previo en el CDC (*Centers for Disease Control*) y en el Programa de Agentes Seleccionados del USDA (*United States Department of Agriculture*).

Estos organismos obligan al cumplimiento –entre otras– de las normas y reglamentos de la Secretaría de Defensa y de directrices presidenciales relacionadas con la seguridad interna nacional. Para ello, varios organismos nacionales auditores vigilan las fases totales de los proyectos, desde el diseño, la construcción y operación de las nuevas unidades, hasta la seguridad y calificación de quienes trabajarán en estos espacios. Uno de los requisitos imprescindible y obligatorio es el de proporcionar evidencia científico-técnica documentada de que ninguna muestra de virus vivo puede abandonar el área del NCB4/BSL4. Todo transporte externo requiere de la aplicación de un doble sistema de inactivación y/o descontaminación. No es infrecuente que estos Organismos vigilantes ante eventos considerados de riesgo o ante el incumplimiento en materia de bioseguridad y biocustodia, determinen la suspensión parcial o total del funcionamiento.

Entre las instituciones equipadas con unidades de BSL4, sin duda la más antigua es el Centro Nacional de Análisis y Contramedidas de Biodefensa (NBSCC) en Fort Detrick, Maryland (ver Figura 1). Según su sitio web, la misión de esta unidad es proporcionar capacidades médicas avanzadas para prevenir y defender a los EE. UU. contra amenazas biológicas, siendo un líder en el avance de la biodefensa médica para proteger a las fuerzas militares de la nación.



Imagen suministrada por la autora

Figura 1.- Dos soldados hacen guardia en la puerta principal de Fort Detrick en Frederick, Maryland, donde se encuentra el Instituto de Investigación Médica de Enfermedades Infecciosas del Ejército de EE. UU. (imagen tomada de <https://www.militarytimes.com/>)

Una instalación espectacular casi en total operación es la de Bio y Agrodefensa (NBAF) de la Universidad Estatal de Kansas. Está considerada como la instalación de BSL3 y BSL4 más moderna en materia de bioseguridad. Inició su construcción hace aproximadamente una década con un costo original de 400 millones de dólares, pero tendrá un costo final estimado de aproximadamente 1.250 millones de dólares; tres veces más, algo que no es extraordinario para este tipo de instalaciones que se presupuestan en un año, pero entran en operación varios años después.

Una de sus misiones principales es la de detección, diagnóstico y desarrollo de contramedidas contra las enfermedades animales importadas de alta prioridad.

Asia

En el continente asiático, Rusia, Japón, Singapur, Corea del Sur y China tienen en funcionamiento laboratorios NCB4/BSL4.

Destaca China con el Instituto de Virología de la Academia China de Ciencias de Wuhan, dedicado a la prevención y el control de las enfermedades infecciosas emergentes mediante actividades de diagnóstico, así como al desarrollo de investigaciones sobre patogénesis y modelos animales para organismos de alto riesgo y pruebas de vacunas antivirales.

Se trata de una de las mayores instalaciones de Máxima Contención Biológica del mundo. Dispone, como ya se ha mencionado, de 3.000 m² en entorno NCB4/BSL4, repartido en cuatro laboratorios independientes y dos áreas de experimentación animal multi-especie, donde se puede trabajar con modelos animales como primates, cerdos, conejos y roedores.

La construcción de la obra finalizó en 2015 y fue acreditado por el Servicio Nacional de Acreditación de China de acuerdo con la norma Guo Biao 19489:2008 (norma nacional) en 2017. En la actualidad, manipula agentes biológicos del Grupo de Riesgo 4 tales como los virus de la fiebre hemorrágica Ébola, Nipah o Crimea-Congo.

En Corea del Sur destaca el Laboratorio de NCB4/BSL4 de Osong, del Centro de Control y Prevención de Enfermedades. Operado por la División de Preparación y Respuesta al Bioterrorismo, este laboratorio realiza una intensa labor en la gestión de riesgos biológicos, con el desarrollo y la revisión continua de los procedimientos operativos y el establecimiento de respuestas de emergencia, asegurando así una máxima calidad de operación segura.

En referencia a Rusia, y basándose en la información pública disponible y que resulta imposible de confirmar, sólo estaría en funcionamiento el laboratorio BSL4 del Centro Estatal de Investigación de Virología y Biotecnología (VEKTOR) situado en Koltsovo. Se trata de uno de los mayores complejos rusos de investigación y producción en los campos de la biología y la biotecnología. Fue conocido por desarrollar la investigación de armas biológicas durante la era soviética de la Guerra Fría. Establecido en 1974, se ocupa oficialmente del estudio de patógenos infecciosos virales, con el objetivo de desarrollar vacunas y herramientas para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades infecciosas. Es uno de los dos repositorios oficiales del erradicado virus de la viruela humana (*smallpox virus*) y formaba parte del sistema de laboratorios conocido como "Biopreparat", que fue el programa de guerra biológica ofensiva más grande y sofisticada. Estaba compuesto por un pequeño ejército de científicos y técnicos que trabajaron en patógenos bacterianos y virales con miras a desarrollar una nueva generación de armas biológicas.

Según las consultas e investigaciones realizadas hasta donde ha sido posible, el resto de las instalaciones de la era soviética han sido desmanteladas.

Finalmente, aportar que según un comunicado de Naciones Unidas fechado en el 2006 y en el que reconoce una alta inexactitud de datos, se sospecha la existencia de laboratorios BSL4 en Libia, Irán y Corea del Norte.

LA IDEA DE ESPAÑA

Desde el primer decenio del 2000 en adelante, se están celebrando en España debates sobre la construcción de un laboratorio de nivel 4 de bioseguridad, y han sido tomados como una cuestión estratégica.

La crisis del Antrax, que también afectó a España, con más de 1.400 muestras sospechosas recibidas y analizadas en el Centro de Investigación en Sanidad Animal (CISA-INIA/CSIC), inició una serie de acciones técnicas y políticas encaminadas a disponer de un NCB4 en el territorio nacional. A pesar de disponer de un pre-proyecto realizado por el Servicio de Seguridad Biológica de la propia instalación, la idea se abandonó.

La crisis del Ébola del 2014 reactivó esta necesidad, pero de igual manera y aun disponiendo también de un pre-proyecto y de recursos económicos iniciales, no se dio continuidad.

En el segundo semestre del año 2020, el Gobierno español presentó un Plan de Recuperación en el que se definieron una serie de actuaciones científico-técnicas que dieran servicio a nuevas necesidades de la comunidad científica, entre las cuales se encuentra la construcción de dos instalaciones de nivel 4 de Contención Biológica.

La existencia de un NCB4 en España permitiría, entre otros, disponer de autonomía e independencia a priori de terceros, para el desarrollo y conclusión de iniciativas científicas en la creación de nuevas vacunas o vacunas de nueva generación, la implementación inmediata de nuevas líneas de investigación con Crimea-Congo como patógeno zoonótico del Grupo de Riesgo 4 endémico en España, la posibilidad de uso internacional de las instalaciones, un incremento en el intercambio científico y técnico con otros países con instalaciones iguales o similares, una rápida capacidad de respuesta ante emergencias biológicas nacionales y apoyo a emergencias en otros países cercanos, además de posicionarse en el grupo mundial de excelencia en Bioseguridad y Biocontención.

ACCIDENTES REPORTADOS EN INSTALACIONES NCB4/BSL4

Se han reportado públicamente 53 accidentes *indoor* en este tipo de instalaciones en los últimos 20 años (hasta principios de 2021), de los cuales solo 3 presentaron consecuencias para la salud humana.

Seguramente solo suponen un porcentaje mínimo del realmente ocurrido, ya que el desarrollo normal de los trabajos del día a día genera una gran cantidad de situaciones no deseadas, incidentes o pequeños accidentes, que son por todos los usuarios de laboratorio bien conocidos y que si bien en un laboratorio convencional no revelan a priori una gran importancia, si lo son en un entorno NCB4/BSL4.

Por el miedo a informar al poder padecer consecuencias laborales o la simple y básica consideración por parte del ejecutor de que "no ha pasado nada", impiden una comunicación franca y responsable de cualquier accidente, que siempre ayudaría a mejorar.

No obstante, los accidentes que ocurren en los NCB4 son relativamente pocos y la mayoría menores y sin consecuencias. Esto da una idea de que este tipo de instalaciones no sólo están construidas con las máximas garantías de biocontención, sino que los procedimientos operacionales de bioseguridad, que se implantan a todos los niveles y actividades, resultan adecuados.

De los accidentes reportados, solo el 18,28% tienen origen en prácticas "bio-inseguras", destacando el pinchazo de manos o dedos con agujas contaminadas. Un 8,57% de los accidentes señalan su origen en la manipulación de animales (destacan pisotones, mordeduras, coces o arañazos), y el 11,42% se refieren a orígenes en infraestructuras de biocontención (donde destacan las autoclaves). El 62,85%, es decir, el mayor porcentaje producido, se centra en accidentes con origen en los equipos de protección individual (EPI), y aquí destacan los que se producen en los guantes con un 76,30% de los mismos, donde las predominan roturas. A modo de ejemplo, mencionar un par de accidentes ocurridos en Rusia en el Centro Estatal de Investigación de Virología y Biotecnología VECTOR. El 30 de abril de 1988, un médico murió dos semanas después de pincharse accidentalmente con una aguja contaminada con el virus de Marburg; llevaba doble par de guantes de goma. En 2004, una

investigadora falleció tras pincharse accidentalmente con una aguja contaminada con el virus del Ébola.

Finalmente, el 2,85% de los accidentes reportados se reparten entre varios tipos u orígenes donde se encuentra de todo un poco: incendios, paradas de cabinas de seguridad biológica, derrames de pequeñas cantidades de productos químicos, caídas de material biológico al suelo o en encimeras de trabajo, emergencias médicas y hasta caídas "al mismo nivel" por tropiezos. En este sentido hay que tener en cuenta que los trajes de presión positiva no permiten en ocasiones disponer de una visión panorámica perfecta.

Dentro de este apartado de accidentes con causas variadas, señalar uno también ocurrido en el Centro Estatal de Investigación de Virología y Biotecnología VECTOR el 16 de septiembre de 2019. Se produjo una explosión en el NCB4 seguida por un incendio supuestamente causada por un cilindro de gas. El fuego se propagó por el sistema de ventilación y afectó a un área de 30 m². La explosión se dio en el quinto piso e hizo añicos todos los vidrios del edificio. Según informaron fuentes rusas *"no había material de riesgo biológico en el laboratorio en ese momento. Ninguna persona se vio afectada. No hubo escape biológico"*.

En referencia a accidentes por escapes biológicos al exterior (*outdoor*), señalar que a diferencia de las instalaciones NCB3/BS3 y NCB3A/BSL3Ag, en instalaciones NCB4/BSL4 no se ha reportado ningún escape biológico probado.

CONCLUSIÓN

Existe un claro aumento del número de instalaciones de nivel 4 de contención biológica en el mundo, aunque siguen siendo poco frecuentes.

En los últimos tiempos, y con mayor énfasis en los últimos dos años, se ha incrementado el debate abierto sobre cuestiones relativas a la necesidad de disponer de NCB4 y su contribución a la ciencia y la salud mundial.

En términos generales, los países diseñan estas instalaciones bajo diversos intereses, pero con una manifiesta y pública intención de que sirvan para dar apoyo a las actividades del sistema de salud local, nacional y/o mundial, en referencia a la presencia endémica o exótica de patógenos del Grupo de Riesgo 4.

No obstante, y a pesar de un reconocimiento general de su conveniencia y utilidad, existe una clara dificultad en la obtención de datos para la verificación de la información técnica, estructural y de seguridad de la gran mayoría de los países que albergan esta categoría de laboratorios.

Esta cautela y falta de intercambio de información, permite que se estén planificando y desarrollando instalaciones de máximo riesgo biológico por todo el mundo, con variaciones significativas de unas con otras en concepto de: seguridad, modelos de gestión, operación, propósitos y funcionalidades; olvidando o ignorando que constituyen por sí mismas focos primarios no naturales de posible liberación biológica.

Finalmente cabe destacar, que hoy en día es patente la inexistencia de Organismos Internacionales Auditores reconocidos con autoridad de actuación y capacidad ejecutiva, generados con el propósito de acompañar a estas complejas instalaciones, desde su diseño y funcionalidad hasta su operatividad, sin olvidar su periódica y constante verificación de seguridad y de las actividades preventivas, predictivas y correctivas de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- BU. Boston University. Emerging Infectious Diseases Laboratory (NEIDL). (n.d.) <http://www.bu.edu/neidl/>.
- China CDC. (n.d.). Chinese Center for Disease Control and Prevention. <http://www.chinacdc.cn/en/>.
- CSIRO. Australian Center for Disease Preparedness. <https://www.csiro.au/en/Research/Facilities/AAHL/FLL>. Friedrich-Loeffler-Institut. Federal Research Institute for Animal Health. High containment laboratories at the FLL. Biosafety level BSL4 Animal. 2020. <https://www.fli.de/en/about-us/high-containment-laboratories/>.
- Global Biodefense. CDC to build new BSL-4 high-containment continuity laboratory. 2018. <https://globalbiodefense.com/2018/10/01/cdc-to-build-new-bsl-4-high-containment-continuity-laboratory-hccl/>.
- Lackemeyer M, Kok-Mercado F, Wada J, et al. ABSL-4 aerobiology biosafety and technology at the NIH/NIAID integrated research facility at Fort Detrick. *Viruses*. 2014;6(1):137-150.

- Mérieux Foundation. P4 Jean Mérieux-Inserm Foundation. (n.d) <https://www.fondation-merieux.org/en/what-we-do/enhancing-research-capabilities/research-laboratories/jean-merieux-inserm-p4-laboratory/>.
- Peters A. *The global proliferation of high-containment biological laboratories: understanding the phenomenon and its implications*. Rev SciTech. 2018;37(3):857-883.
- Tucker J. Proliferation of Biodefense Laboratories and the Need for National Biosecurity. *The Journal of the NPS Center for Homeland Defense and Security*, Supplement: CHDS Essay Contest (First Annual - 2008).
- UTMB. Galveston National Laboratory. Infectious Disease Research for Global Health Security, 2020. <https://www.utmb.edu/gnl>.
- WIV. (n.d) Wuhan Institute of Virology. http://english.whiov.cas.cn/sylbt2016/201811/t20181101_200826.html.

HAZTE SOCIO BENEFACTOR
TU EMPRESA TAMBIÉN PUEDE SER PARTE DE LA SECAL

