



Investigación en condiciones de alta contención biológica en el Laboratorio BSL-3 de la Facultad de Medicina UASLP

Seminario interdisciplinario de la División de Biología de Molecular del IPICYT
Jueves 6 de noviembre, 2025



Dr. CA García-Sepúlveda

Laboratorio de Genómica Viral y Humana
Facultad de Medicina
Universidad Autónoma de San Luis Potosí



Introducción

Este año, la preocupación mundial se elevó nuevamente por la detección de H5N1 en ganado lechero estadounidense y la posible transmisión zoonótica.

En 2020 emerge el subtipo H5N1 de influenza aviar altamente patógena (HPAI) clada 2.3.4.4b.

Número sin precedentes de muertes de aves silvestres y de corral en África, Asia y Europa.

En 2021, este virus se propaga a aves de Norteamérica y, en 2022, a Centro y Sudamérica.

Desde 2022, 19 países en 3 continentes reportan brotes en mamíferos a la Organización Mundial de Sanidad Animal.

Desde inicios de 2003 y hasta el 20 de enero de 2025, 964 casos humanos de influenza aviar A(H5N1), incluyendo 466 muertes (48% de tasa de letalidad o TL) reportados a la Organización Mundial de la Salud por 24 países.

En México un caso humano de HPAI H5N1 fue detectado en el 2024 y otro en el 2025.



**Epidemiological Update
Avian Influenza A(H5N1)
in the Americas Region**
4 March 2025

Introducción

En años recientes hemos enfrentado eventos similares causados por:

- SARS-CoV-2 (En curso): >770 millones de casos, ~7 millones de muertes (~0.5% a 1.0% TL).
- Influenza A(H1N1) 2009: 700 a 1,400 millones de casos, ~300,000 muertes (~0.04% TL).
- SARS-CoV 2002 a 2003: ~8,098 casos, ~774 muertes (~9.6% TL).

Y actualmente experimentamos desafíos re-emergentes:

- SARS-CoV-2 2023–2025 subvariantes XBB, BA.2.86 (Pirola), JN.1, KP.2, y otras evasoras inmunes.
- Metapneumovirus humano 2023–2024 resurgimiento en Norteamérica y Europa
- Sarampión 2023–2025 resurgimiento en Europa, África, partes de Asia y las Américas.
- Virus Sincitial Respiratorio (VSR) 2022–2024 resurgimiento global post-relajación de mitigación COVID.
- Mycoplasma pneumoniae y Neumonía atípica finales de 2023 hacia 2024 China, Europa y EE.UU..

¿Qué tienen todos en común?:

- Patógenos de transmisión por aerosoles—en algún momento—representa una potencial catástrofe global.

Introducción

Mientras los titulares se enfocan en el brote, pocos comprenden que detrás de escena, los laboratorios BSL-3 son donde inician las **herramientas diagnósticas, vacunas y contramedidas**.

En una era donde la **derrama zoonótica**, la resistencia antimicrobiana y las **amenazas biológicas aumentan en frecuencia y complejidad**, la infraestructura que sustenta la **investigación biomédica segura, ética y efectiva ya no es opcional**.

¿Qué se requiere para trabajar de manera segura con patógenos que no tienen cura?

Permítanme llevarlos dentro de ese mundo mostrándoles una de las piedras angulares silenciosas de esa infraestructura:

El **laboratorio de alta contención Nivel de Bioseguridad 3 (BSL-3)**.



Grupos de riesgo biológico del NIH

Clasificación de agentes biológicos con base en peligrosidad.

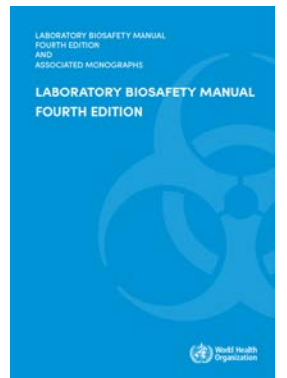
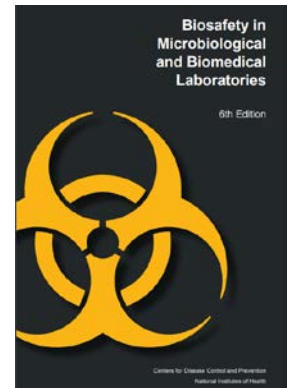
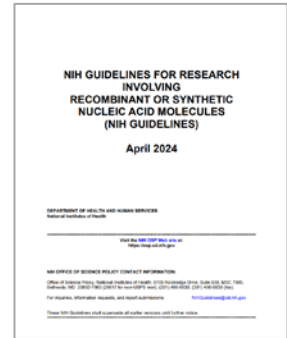
Risk Group Classification	NIH Guidelines for Research Involving Recombinant DNA Molecules 2002 ²	World Health Organization Laboratory Biosafety Manual 3 rd Edition 2004 ¹
Risk Group 1	Agents not associated with disease in healthy adult humans.	(No or low individual and community risk) A microorganism unlikely to cause human or animal disease.
Risk Group 2	Agents associated with human disease that is rarely serious and for which preventive or therapeutic interventions are <i>often</i> available.	(Moderate individual risk; low community risk) A pathogen that can cause human or animal disease but is unlikely to be a serious hazard to laboratory workers, the community, livestock or the environment. Laboratory exposures may cause serious infection, but effective treatment and preventive measures are available and the risk of spread of infection is limited.
Risk Group 3	Agents associated with serious or lethal human disease for which preventive or therapeutic interventions may be available (high individual risk but low community risk).	(High individual risk; low community risk) A pathogen that usually causes serious human or animal disease but does not ordinarily spread from one infected individual to another. Effective treatment and preventive measures are available.
Risk Group 4	Agents likely to cause serious or lethal human disease for which preventive or therapeutic interventions are not usually available (high individual risk and high community risk).	(High individual and community risk) A pathogen that usually causes serious human or animal disease and can be readily transmitted from one individual to another, directly or indirectly. Effective treatment and preventive measures are not usually available. ³

➔ **BSL-1**

➔ **BSL-2**

➔ **BSL-3**

➔ **BSL-4**



Resumen de características de contención

	BSL-1	BSL-2	BSL-3	BSL-4
Isolation ^a of laboratory	No	No	Yes	Yes
Room sealable for decontamination	No	No	Yes	Yes
Ventilation:				
— inward airflow	No	Desirable	Yes	Yes
— controlled ventilating system	No	Desirable	Yes	Yes
— HEPA-filtered air exhaust	No	No	Yes/No ^b	Yes
Double-door entry	No	No	Yes	Yes
Airlock	No	No	No	Yes
Airlock with shower	No	No	No	Yes
Anteroom	No	No	Yes	—
Anteroom with shower	No	No	Yes/No ^c	No
Effluent treatment	No	No	Yes/No ^c	Yes
Autoclave:				
— on site	No	Desirable	Yes	Yes
— in laboratory room	No	No	Desirable	Yes
— double-ended	No	No	Desirable	Yes
Biological safety cabinets	No	Desirable	Yes	Yes
Personnel safety monitoring capability ^d	No	No	Desirable	Yes

^a Environmental and functional isolation from general traffic.

^b Dependent on location of exhaust (see Chapter 4).

^c Dependent on agent(s) used in the laboratory.

^d For example, window, closed-circuit television, two-way communication.

Principios básicos de diseño e ingeniería BSL-3

Ubicación en instalación aislada o dedicada

Los laboratorios BSL-3 típicamente se ubican en edificios aislados o zonas segregadas de la instalación para reducir riesgo de escape y mejorar seguridad perimetral.



Integridad de envoltura de contención

El laboratorio se construye como una envoltura sellada y probada contra fugas, diseñada para resistir descontaminación química y prevenir reflujo o brechas de contención.

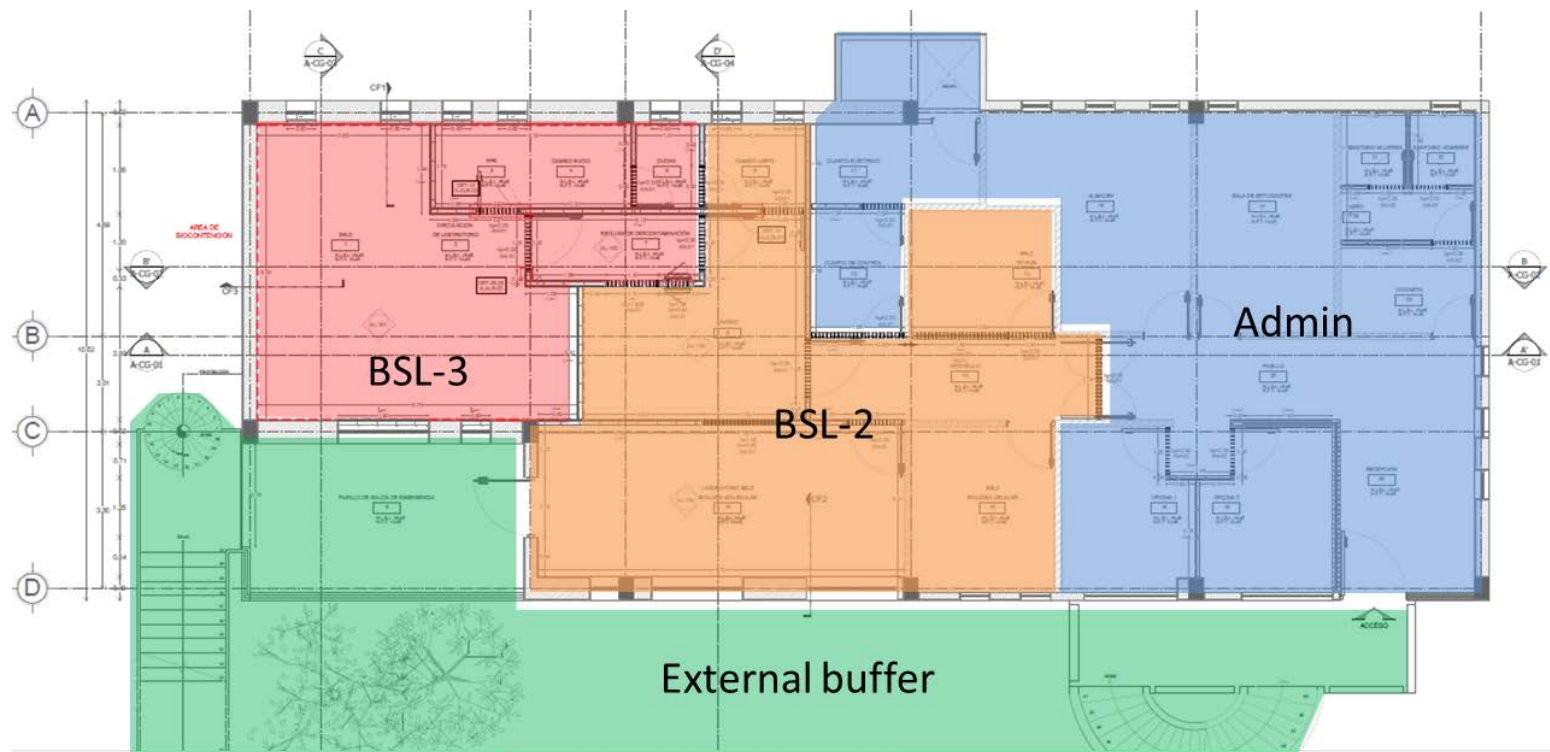


Principios básicos de diseño e ingeniería BSL-3

Niveles jerárquicos de biocontención

Las zonas de trabajo BSL-3 están completamente rodeadas por otras áreas barrera BSL-3, creando una envoltura de contención en capas.

Este diseño anidado asegura que todos los espacios adyacentes mantengan biocontención igual o superior, reduciendo el riesgo de escape del patógeno.



Principios básicos de diseño e ingeniería BSL-3

Antesalas y esclusas de aire

Antesalas con puertas interconectadas mantienen diferenciales de presión de aire para contener aerosoles y frecuentemente incluyen cámaras de paso para transferencia segura de materiales.



Superficies continuas y limpiables

El laboratorio presenta superficies selladas con recubrimiento epóxico y juntas cóncavas, diseñadas para descontaminación sencilla y resistencia a absorción de líquidos, sin penetraciones de servicios expuestas.

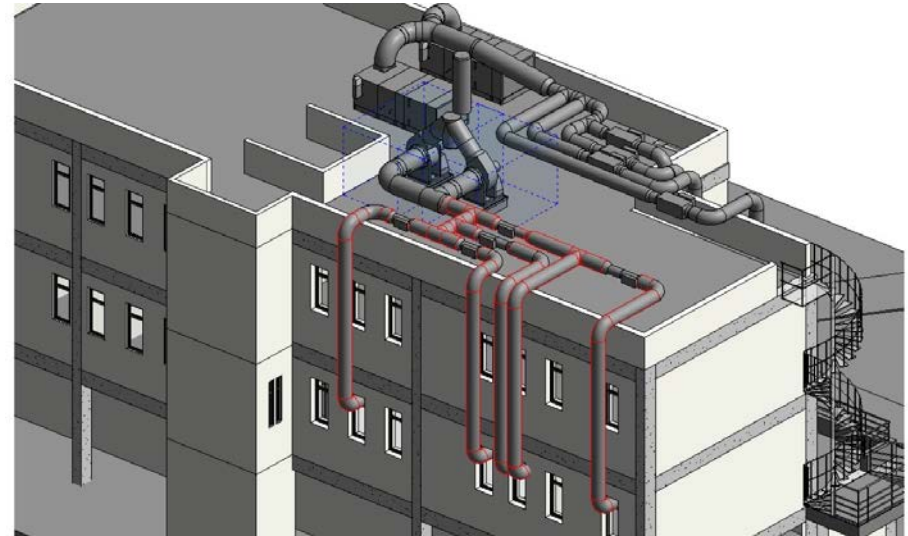


Principios básicos de diseño e ingeniería BSL-3

Sistema HVAC dedicado

Suministro y extracción completamente aislados de la ventilación general del edificio.

Mantiene presión negativa relativa a áreas adyacentes para contener patógenos aerotransportados.



Aire de extracción filtrado por HEPA

Todo el aire de extracción pasa por filtros de aire particulado de alta eficiencia (HEPA) antes de la descarga.

Previene liberación ambiental de patógenos.



Tecnologías y equipos clave

Cabinas de bioseguridad clase II

Proporcionan contención primaria para manipulaciones que involucran aerosoles infecciosos, previniendo exposición del personal y ambiente.

Mantienen flujo de aire laminar filtrado por HEPA que protege tanto el producto como al usuario.

Esenciales para realizar procedimientos generadores de aerosoles de manera segura, como pipeteo, agitación vórtex o carga de centrífuga.

Previenen contaminación cruzada de muestras y apoyan contención de patógenos de Grupo de Riesgo 3.



Tecnologías y equipos clave

Autoclaves esterilizadoras de vapor de doble puerta

Críticos para descontaminar residuos biopeligrosos antes de removerlos del área de contención.

Aseguran inactivación completa de agentes infecciosos mediante esterilización con vapor a alta presión.

Apoyan gestión de residuos in situ, minimizando riesgo de liberación de patógenos durante transporte.

Frecuentemente ubicados dentro o adyacentes a zonas de contención, con configuraciones de paso para prevenir contaminación cruzada entre áreas limpias y sucias.



Tecnologías y equipos clave

Unidades de manejo de aire

Mantienen presión de aire negativa relativa a áreas adyacentes para prevenir escape de patógenos aerotransportados.

Aseguran flujo de aire unidireccional, moviéndose de zonas limpias hacia zonas potencialmente contaminadas.

Proporcionan aire de suministro y extracción filtrado por HEPA, esencial para contención de aerosoles.

Operan con sistemas redundantes y alarmas para asegurar contención continua durante fallas de energía o equipo.



Tecnologías y equipos clave

Sistemas de descontaminación con H_2O_2 en fase vapor

Entregan esterilización automatizada y validada usando peróxido de hidrógeno vaporizado al 30–35%.

Logran reducción >6 -log de virus, bacterias y esporas (ej. *B. stearothermophilus*).

Operan mediante ciclos controlados de inyección, permanencia y aireación, monitoreados para humedad y concentración óptimas.

Integrados en espacios o equipos sellados (ej. carcasas HEPA, cámaras de paso) para permitir descontaminación segura sin residuos.

Apoyan desinfección rutinaria y de emergencia de zonas de contención sin intervención manual.



Tecnologías y equipos clave

Energía de respaldo y redundancia

Sistemas críticos de contención—incluyendo ventilación, controles de presión negativa, filtración HEPA y control de acceso—están respaldados por fuentes de alimentación ininterrumpible (UPS) y generadores de emergencia.

Mantiene integridad de biocontención y previene falla del sistema durante apagones o interrupciones de infraestructura.

Protocolos de redundancia aseguran operación continua de funciones críticas de seguridad y respuesta automatizada de alarmas.



Vigilancia remota

Sistemas de video permiten monitoreo de puntos de acceso y zonas críticas del laboratorio para verificar cumplimiento procedimental y mejorar bioseguridad.



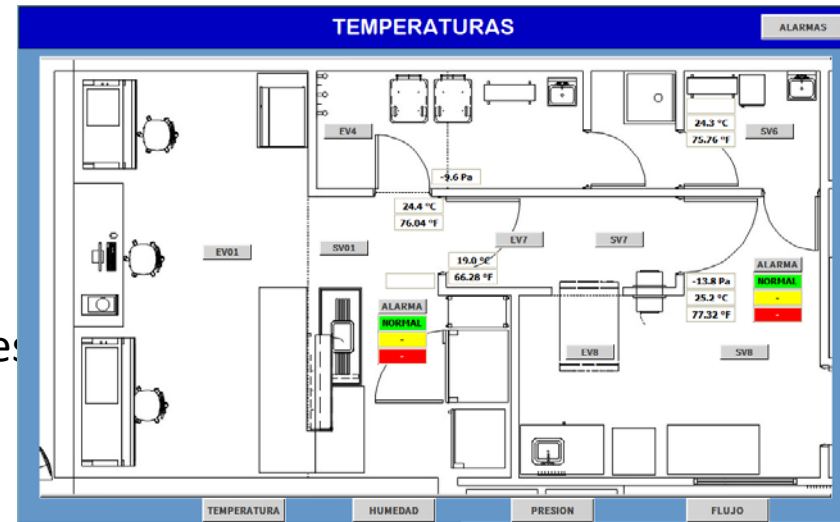
Ciberbioseguridad

Asegura protección de sistemas digitales (ej. controles HVAC, registros de acceso) contra amenazas cibernéticas que podrían comprometer integridad de biocontención.



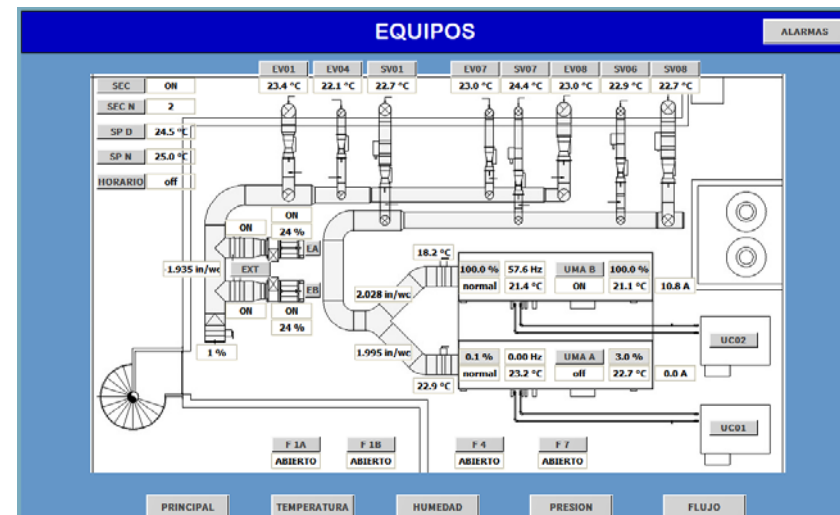
Monitoreo ambiental

Rastrea continuamente diferencias de presión, temperatura y flujo de aire para verificar condiciones de contención y activar alarmas si se rebasan umbrales.



Integración BAS/BMS

Sistemas de automatización de edificios coordinan HVAC, energía e infraestructura de seguridad, permitiendo ajustes en tiempo real y supervisión centralizada del sistema.



Relevancia para la salud pública

Permiten **manejo** y estudio **seguro** de patógenos aerotransportados y **de alto riesgo** (ej. H5N1, SARS-CoV-2, MERS-CoV, Mycobacterium tuberculosis).

Apoyan **detección temprana** y caracterización de virus zoonóticos emergentes.

Críticos para **estudios de patogénesis**, modelos de interacción hospedero–patógeno y evaluaciones de riesgo.

Apoyan esfuerzos nacionales hacia el **control de propagación de brotes**.



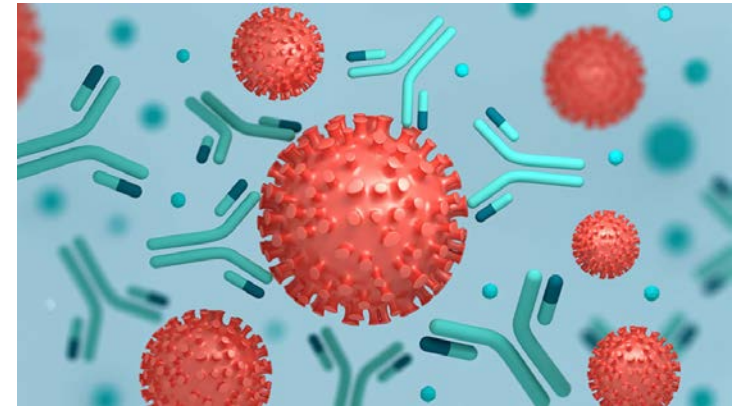
Relevancia para la ciencia y la I+D

Esenciales para **pruebas preclínicas** de vacunas, antivirales y anticuerpos monoclonales terapéuticos.

Facilitan el desarrollo de **diagnósticos moleculares** bajo condiciones de alta contención.

Permiten **modelos *in vitro* e *in vivo*** para evaluar respuestas inmunes y dinámicas de transmisión.

Cumplen con **estándares regulatorios** y éticos estrictos, asegurando datos confiables y reproducibles.



Relevancia para la preparación y respuesta ante pandemias

Sirven como infraestructura de primera línea para **responder a amenazas** de patógenos **emergentes**.

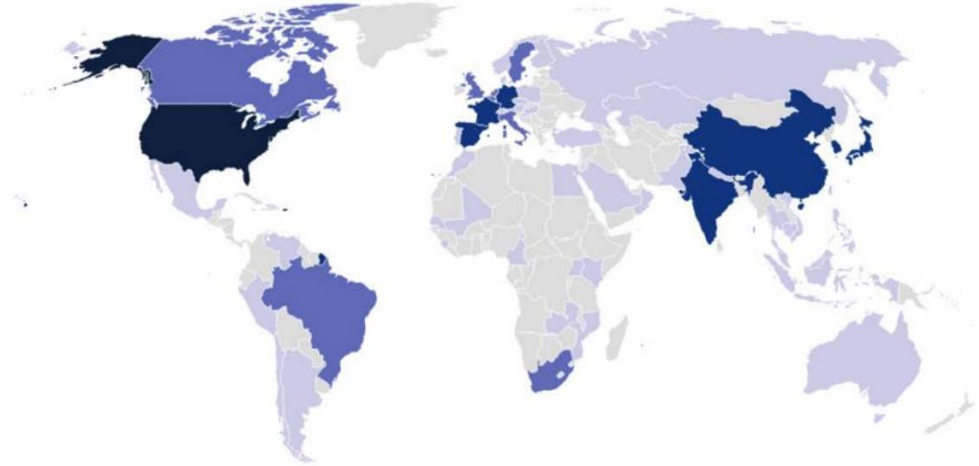
Permiten **aislamiento** y secuenciación rápida **de cepas** de brote.

Proporcionan capacidad para **pruebas diagnósticas masivas**, vigilancia de alta contención y producción de cepas semilla de vacunas.

Integrales a redes de laboratorios nacionales e intern**coordinando estrategias de biovigilancia** acionales (ej. OMS, CDC, CONAHCYT) y respuesta.

Institutions with BSL-3 laboratories

5 10 100 148



[Mapping Biosafety Level-3 Laboratories by Publications, Schuerger C et al. Aug 2022](#)

Relevancia para Una Salud y la Seguridad Sanitaria Mundial

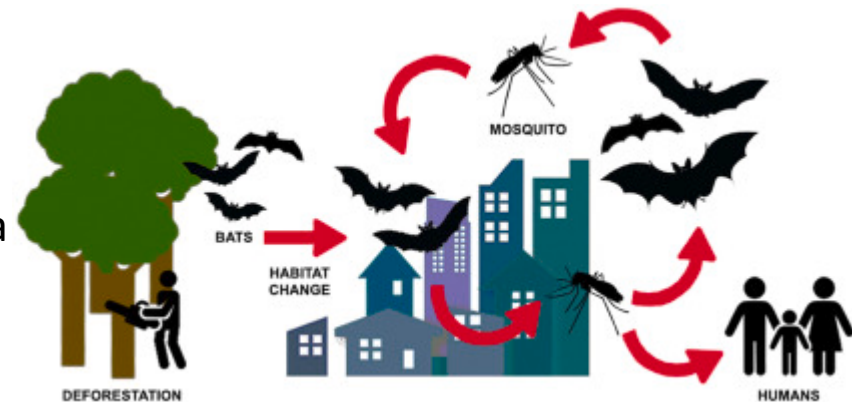
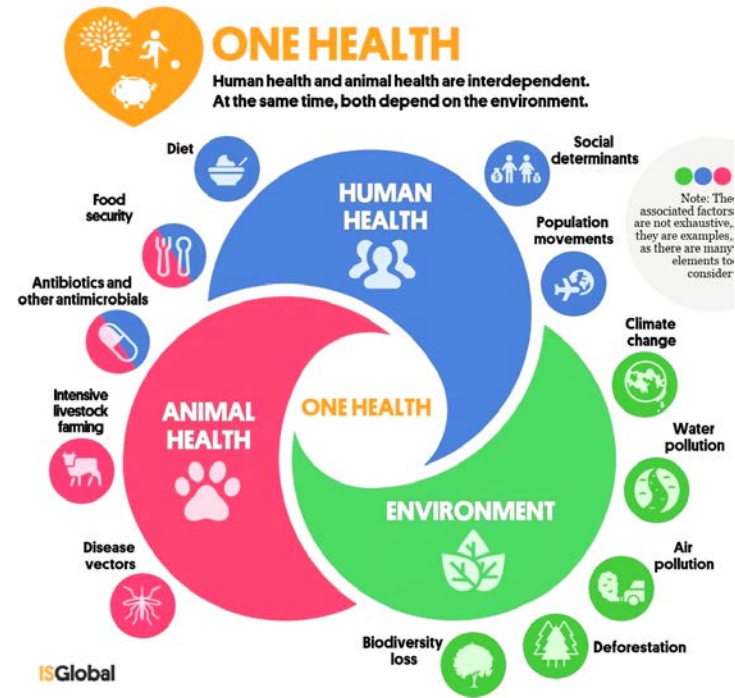
Proporcionan **interfaz segura** para estudiar patógenos zoonóticos en el nexo humano–animal–ambiente.

Apoyan **investigación intersectorial** sobre enfermedades emergentes de fauna silvestre, ganado y reservorios ambientales.

Permiten **pruebas seguras de agentes de alto riesgo** con potencial pandémico (ej. H5N1, SARS-CoV-2, MERS-CoV, Nipah).

Facilitan **sistemas de alerta temprana** mediante vigilancia de muestras animales y ambientales.

Contribuyen a **soberanía diagnóstica regional** y reducen dependencia de laboratorios de referencia extranjeros durante brotes.





BSL-3 como facilitadoras tecnológicas de la innovación biomédica

Los laboratorios BSL-3 frecuentemente se perciben de forma limitada como barreras de contención, pero en realidad sirven como **plataformas críticas para avance científico**.

Permiten **investigación de alto impacto** sobre patógenos emergentes y re-emergentes que no pueden estudiarse de manera segura en otro lugar.

Al apoyar el desarrollo de vacunas, diagnósticos y terapéuticos, los laboratorios BSL-3 **contribuyen directamente a la I+D biomédico**.

Representa una convergencia de ingeniería, bioseguridad, ciencias biomédicas y traslacional.

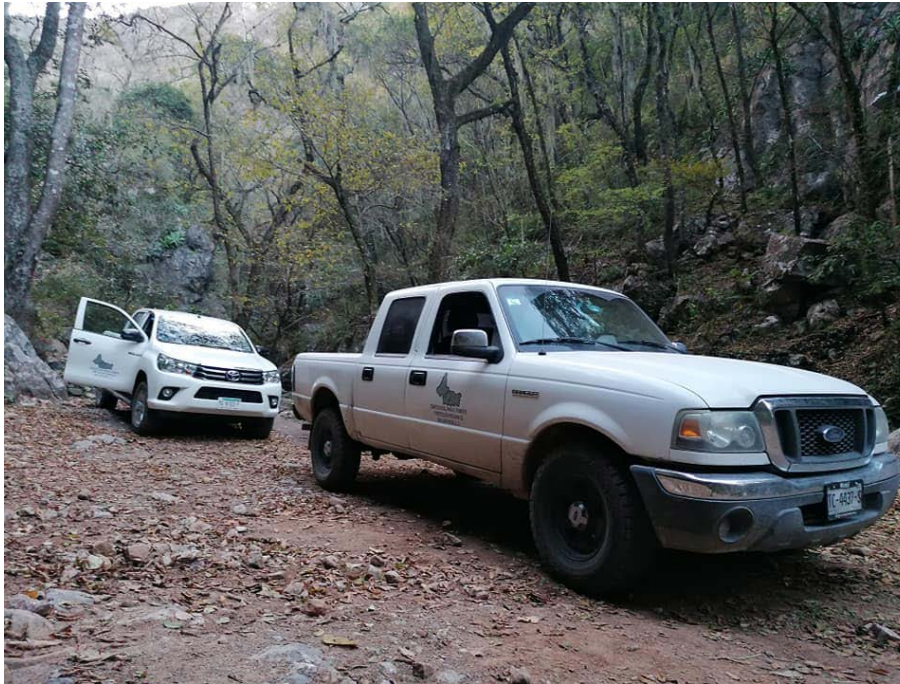
Aceleran la innovación bajo condiciones controladas, cerrando la brecha entre descubrimiento y aplicación en salud pública.

En el contexto de preparación pandémica, Una Salud y seguridad sanitaria global, las instalaciones BSL-3 no son solo salvaguardas si no **activos estratégicos para innovación y respuesta**.

Trabajo de campo con murciélagos

Excelentes reservorios para el monitoreo de enfermedades infecciosas emergentes.

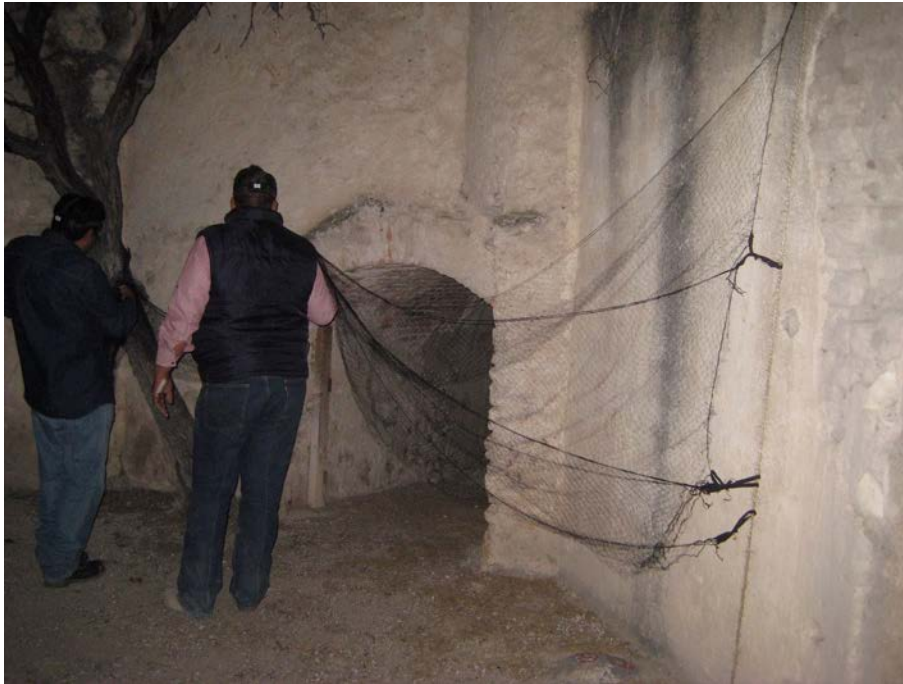
RABV y Lyssavirus, α y β Coronavirus, DENV, ZIKV, CHIKV, WNV, Hanta, Arena, *etc.*



Trabajo de campo con murciélagos

Excelentes reservorios para el monitoreo de enfermedades infecciosas emergentes.

RABV y Lyssavirus, α y β Coronavirus, DENV, ZIKV, CHIKV, WNV, Hanta, Arena, *etc.*



Trabajo de campo con murciélagos

Excelentes reservorios para el monitoreo de enfermedades infecciosas emergentes.

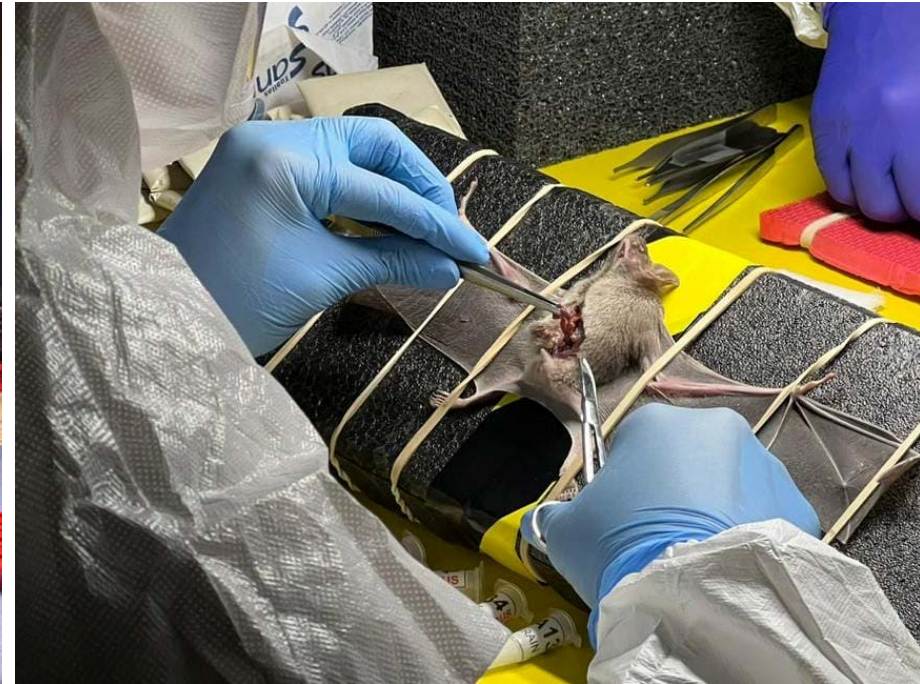
RABV y Lyssavirus, α y β Coronavirus, DENV, ZIKV, CHIKV, WNV, Hanta, Arena, *etc.*



Trabajo de campo con murciélagos

Excelentes reservorios para el monitoreo de enfermedades infecciosas emergentes.

RABV y Lyssavirus, α y β Coronavirus, DENV, ZIKV, CHIKV, WNV, Hanta, Arena, *etc.*



Trabajo de campo con murciélagos

Trabajo con roedores silvestres de México en la búsqueda de Hanta y Arenavirus.

Enfermedades infecciosas emergentes poco estudiadas pero de gran repercusión sanitaria potencial.



Equipo de trabajo de campo Dr. Guillermo Espinosa Reyes

CIAAS – CIACYT UASLP
Centro de Investigación Aplicada en Ambiente y Salud)
Coordinación para la Innovación y la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología)



Hantavirus del nuevo mundo

Síndrome Cardiopulmonar por Hantavirus (HCPS).

- SNV y ANDV



Hantavirus del viejo mundo

Fiebre hemorrágica con síndrome renal (HFRS) y nephropathia epidémica (NE).

- HTNV, SEOV y PUUV

Trabajo de campo con murciélagos

Trabajo con vigilancia epidemiológica de vectores y arbovirus

Aedes, Anopheles y Culex

DENV, ZIKV, CHIKV, WNV y Encefalitis virales.





Laboratorio de Genómica Viral & Humana BSL-3, Facultad de Med

- Dr. Christian A. García-Sepúlveda (Operaciones BSL-3, Virología Molecular)
- Dra. Sandra E. Guerra-Palomares (Operaciones BSL-3, Virología Molecular)
- LTS. Dulce M. Hernández Piña (Lab Manager)
- Dr. Andreu Comas García (Epidemiología molecular)
- Dra. Sofia Bernal Silva (Virología molecular)
- Dr. Fernando Díaz-Barriga Martínez (One Health)
- Dr. Guillermo Espinosa Reyes (Salud y Toxicología Ambiental)
- Dr. Mauricio Comas García (Microscopía electrónica y virología estructural)
- Dr. Roberto González Amaro (Inmunología)
- Dr. Juan Carlos Cuevas Tello (Aplicaciones de algoritmos de inteligencia artificial)
- Biol. Ignacio Amezcua Osorio (Trabajo de campo con murciélagos)
- MVZ. Carolina Escalante Vargas (Trabajo de campo con murciélagos)





Premium^{MX}

Search



Laboratorio de Genómica Viral y Humana BSL-3
Facultad de Medicina UASLP

2023 Viral & Human Genomics BSL-3 facility promotional video



GenomicaUASLP
1.02K subscribers



9



Share



Download



Clip







Laboratorio de Genómica Viral & Humana BSL-3, Facultad de Medicina UASLP

- Dr. Christian A. García-Sepúlveda (Operaciones BSL-3, Virología Molecular)
- Dra. Sandra E. Guerra-Palomares (Operaciones BSL-3, Virología Molecular)
- LTS. Dulce M. Hernández Piña (Lab Manager)
- Dr. Andreu Comas García (Epidemiología molecular)
- Dra. Sofia Bernal Silva (Virología molecular)
- Dr. Fernando Díaz-Barriga Martínez (One Health)
- Dr. Guillermo Espinosa Reyes (Salud y Toxicología Ambiental)
- Dr. Mauricio Comas García (Microscopía electrónica y virología estructural)
- Dr. Roberto González Amaro (Inmunología)
- Dr. Juan Carlos Cuevas Tello (Aplicaciones de algoritmos de inteligencia artificial)
- Biol. Ignacio Amezcua Osorio (Trabajo de campo con murciélagos)
- MVZ. Carolina Escalante Vargas (Trabajo de campo con murciélagos)

Laboratorio Nacional de Vacunología y Virus Tropicales, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN

- Dra. Ma. Isabel Salazar Sánchez (Virología molecular e inmunología)
- Dr. Jesús Miguel Torres Flores (Operaciones BSL-3)
- Dr. Joel Armando Vázquez Pérez (Virologo especializado en Influenzavirus)
- Dr. Rosa Elena Sarmiento Silva (Virologa especializada en virus respiratorios)

Departamento de Inmunología del Instituto de Investigaciones Biomédicas UNAM

- Dra. Clara Inés Espitia Pinzón (Operaciones BSL-3)
- Dr. Antonio García Knight (Inmunólogo viral con énfasis en virus emergentes)
- Dr. Renato León Rodríguez (Virología molecular)
- Dr. Wenceslao Coronado Aceves (Evaluación de fármacos in vitro e in vivo)
- Dra. Georgina Díaz Herrera (Médica Veterinaria pequeñas especies)
- Maestra Erika Segura Salinas (Evaluación de fármacos potenciales)



Viral & Human Genomics Laboratory

A Biosafety Level 3 (BSL-3) High-Biocontainment Facility and member of the
WHO Collaborating Centre on Health Risk Assessment
San Luis Potosí State University, School of Medicine



www.genomica.uaslp.mx



GenomicaUASLP



GenomicaUASLP