

REVISTA  
INFORMATIVA

# ESTACIÓN

## VIGILANCIA GENÓMICA



Revista en Línea

Edición N°06  
Octubre 2024

### Contenido:

Implementación de la Red Nacional de Vigilancia Genómica en Bolivia: El objetivo principal del INLASA.

INSPI de Ecuador: Fortaleciendo la vigilancia y respuesta ante futuras pandemias.

El dengue bajo la lupa genómica del INS Perú.



**LA GENÓMICA COMO HERRAMIENTA CLAVE PARA LA ATENCIÓN DE LA TUBERCULOSIS FARMACORRESISTENTE EN COLOMBIA**



ORGANISMO ANDINO DE SALUD  
CONVENIO HIPÓLITO UNANUE

PROYECTO "FORTALECIMIENTO DE LA TOMA DE DECISIONES EN EL CONTROL DE LA PANDEMIA COVID-19 MEDIANTE LA VIGILANCIA GENÓMICA EN BOLIVIA, COLOMBIA, ECUADOR Y PERÚ"





## ¿CUÁN ÚTIL ES LA VIGILANCIA GENÓMICA PARA EL CUIDADO DE LA SALUD PÚBLICA EN LA REGIÓN ANDINA?

La vigilancia genómica es una herramienta transformadora que ayuda a proteger la salud en un mundo cada vez más interconectado y vulnerable a nuevas amenazas biológicas. En la región andina, se ha convertido en un pilar para monitorear, prevenir y controlar la propagación de enfermedades infecciosas, y su impacto ha sido especialmente evidente en los últimos años. ¿Pero qué hace que la vigilancia genómica sea tan importante y beneficiosa para proteger la salud de las personas?

La vigilancia genómica permite analizar el ADN y ARN de virus, bacterias y otros patógenos, lo que ayuda a detectar mutaciones que pueden hacerlos más contagiosos o resistentes a tratamientos. Gracias a esto, los sistemas de salud pública pueden tomar decisiones rápidas y eficaces, como vimos durante la pandemia de COVID-19. Países como Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú han utilizado esta tecnología para identificar variantes del SARS-CoV-2 y ajustar políticas sanitarias y campañas de vacunación. Sin embargo, su uso no se limita al COVID-19. Enfermedades como la tuberculosis y el dengue también son monitoreadas mediante la secuenciación genética, lo que ha permitido identificar cepas resistentes a medicamentos y mejorar los tratamientos.

La cooperación entre países andinos ha sido clave en este avance. A través del Organismo Andino de Salud - Convenio Hipólito Unanue (ORAS-CONHU), los institutos nacionales de salud de estos países están trabajando conjuntamente, compartiendo datos y estableciendo redes para enfrentar juntos las amenazas sanitarias.

El futuro de la salud pública en la región depende de seguir invirtiendo en vigilancia genómica. Para que esta herramienta siga siendo efectiva, es crucial que los líderes políticos y autoridades sanitarias sigan apoyando su desarrollo y ampliación, asegurando un futuro más seguro para todos.

**Dr. Walter Vigo Valdez**  
Coordinador General del Proyecto

### ORGANISMO ANDINO DE SALUD CONVENIO HIPÓLITO UNANUE

**DRA. MARÍA DEL CARMEN CALLE**  
Secretaría Ejecutiva

**DRA. MARISELA MALLQUI**  
Secretaría Adjunta

**DR. LUIS BEINGOLEA**  
Coordinador de Vigilancia  
Epidemiológica

**LIC. YANETH CLAVO**  
Responsable del Área de  
Comunicaciones

### PROYECTO VIGILANCIA GENÓMICA

**DR. WALTER VIGO**  
Coordinador General del Proyecto

**LIC. ALONDRA TRIBEÑOS**  
Especialista Técnico del  
Componente 1

**LIC. MIRIAN FELIX**  
Especialista Técnico del  
Componente 2

**LIC. ROSA RIVERA**  
Especialista Técnico del  
Componente 3

### EQUIPO EDITORIAL

**LIC. KAROLAY RAMOS**  
Bolivia

**LIC. FABIO GÓMEZ**  
Colombia

**LIC. ANGGIE GAONA**  
Ecuador

**LIC. LIZBETH DE LA CRUZ**  
Perú





Fuente: Archivo del INLASA Bolivia

## Implementación de la Red Nacional de Vigilancia Genómica en Bolivia: El objetivo principal del INLASA

**E**l Instituto Nacional de Laboratorios de Salud (INLASA), como laboratorio de referencia para la vigilancia genómica en Bolivia, ha liderado la coordinación y articulación de los laboratorios de referencia departamental con el fin de monitorear las variantes circulantes del SARS-CoV-2. Actualmente, el INLASA está en pleno proceso de implementación de la Red Nacional de Vigilancia Genómica (RNVG), cuyo objetivo es fortalecer y ampliar la cobertura de la vigilancia de patógenos con potencial endémico y pandémico.

Según Evelin Fortún, directora del INLASA, la futura RNVG comenzará con la vigilancia genómica de virus respiratorios (SARS-CoV-2, influenza, virus sincitial respiratorio, entre otros), arbovirus (como dengue, oropouche, mayaro y zika), bacterias transmitidas por alimentos (tales como *Escherichia coli*, *Salmonella typhi* y *Campylobacter jejuni*) y parásitos, como el *Trypanosoma cruzi*, responsable de la enfermedad de Chagas.

El plan de la RNVG contempla la vigilancia de estos patógenos, agrupados en cuatro categorías principales: enfermedades, síndromes, factores de riesgo y otros eventos de interés para la salud pública. En una segunda etapa, se prevé expandir esta vigilancia a otros patógenos, así como incorporar muestras de origen animal y medioambiental, además de las de origen humano.

El establecimiento de la RNVG permitirá una vigilancia genómica integral, continua y en tiempo real de patógenos virales, bacterianos y parasitarios, mediante la recolección y selección de muestras, su procesamiento en laboratorio, análisis bioinformático de secuencias, control de calidad y evaluación epidemiológica.

En este contexto, la doctora Fortún subrayó que los datos generados a partir de la vigilancia genómica de patógenos proporcionarán información valiosa para la toma de decisiones por parte de las autoridades de salud, así como para la administración de tratamientos y vacunas. Además, recordó que la RNVG es parte de una estrategia global destinada a mejorar la preparación ante emergencias sanitarias, como la pandemia de COVID-19.

La directora también destacó que la experiencia adquirida durante la pandemia permitió al INLASA desarrollar un modelo de monitoreo aplicable no solo a brotes de patógenos respiratorios a nivel nacional, sino también como base para implementar la vigilancia de otros patógenos de relevancia para la salud pública.

Fortún resaltó que la RNVG facilitará la implementación de un plan nacional de vigilancia genómica integral, articulando la recolección y análisis de muestras a través de los laboratorios de referencia departamental. Asimismo, permitirá la adopción de nuevas tecnologías de secuenciación y promoverá la capacitación de recursos humanos en todo el país.

# La genómica como herramienta clave para la atención de la tuberculosis farmacorresistente en Colombia



Fuente: Archivo del INS Colombia

La tuberculosis (TB) sigue siendo un problema de salud pública global. En el 2022, la Organización Mundial de la Salud (OMS) reportó 410 mil casos de tuberculosis resistente a rifampicina y multirresistente (TB-RR/MDR), con un incremento notable en América y el Sudeste Asiático. En la región de las Américas, se estima que se presenten hasta 15 mil casos de TB-RR/MDR anualmente, según la OMS. Sin embargo, solo el 61% de los casos nuevos y el 68% de los previamente tratados tienen acceso a pruebas de susceptibilidad para rifampicina, y menos del 20% acceden a pruebas de susceptibilidad para fluoroquinolonas.

Colombia está entre los diez países de América con mayor número de casos notificados de TB-RR/MDR. En 2022, el Instituto Nacional de Salud (INS) informó que, de 17.595 casos de tuberculosis identificados, 473 (2,7%) fueron de TB farmacorresistente, lo que representa un incremento del 33% en comparación con 2021.

En el país, la vigilancia de la resistencia para la TB-MDR y TB-XDR (TB RR/MDR + resistencia a cualquier fluoroquinolona: levofloxacina o moxifloxacina) y al menos un medicamento adicional del grupo A (bedaquilina o linezolid), se lleva a cabo mediante pruebas fenotípicas de sensibilidad a fármacos en laboratorios especializados y, en algunos casos, mediante pruebas moleculares basadas en PCR e hibridación. No obstante, existen diversas limitaciones en este sistema de vigilancia:

1. Las pruebas solo se realizan en ciertos laboratorios de la Red de Tuberculosis, requiriendo para las pruebas fenotípicas laboratorios de contención BSL3 (laboratorio de alta contención biológica para patógenos respiratorios emergentes y reemergentes).
2. No se han estandarizado pruebas fenotípicas para todos los medicamentos utilizados en los esquemas de tratamiento.
3. Los resultados tardan, en promedio, un mes a partir del cultivo.



Aunque algunas instalaciones emplean pruebas moleculares comerciales basadas en PCR para determinar la resistencia a medicamentos, estas actualmente solo incluyen fluoroquinolonas e inyectables. Estas limitaciones afectan la capacidad de los médicos para ofrecer tratamientos personalizados y oportunos, resaltando la necesidad de la secuenciación genómica como una herramienta esencial en la vigilancia de la farmacorresistencia.

### La Vigilancia Genómica: Un Avance Crucial



En 2023, basándose en evidencia científica, la OMS recomendó el uso de la secuenciación dirigida de nueva generación (NGS, por sus siglas en inglés) para la detección de farmacorresistencia para TB. Esta técnica no solo permite el diagnóstico molecular de la TB, sino que también facilita la identificación de mutaciones asociadas a la resistencia, mejorando el manejo terapéutico. Además, la vigilancia genómica ofrece información sobre la dispersión de clones y su epidemiología molecular. La interpretación de los resultados de NGS se apoya en un catálogo de mutaciones desarrollado por la OMS, que asocia dichas mutaciones con la resistencia fenotípica.

El Grupo de Micobacterias del Instituto Nacional de Salud de Colombia, con el respaldo del Grupo de Genómica de Microorganismos Emergentes, ha implementado diversas estrategias para integrar nuevas tecnologías de secuenciación en la vigilancia de la resistencia en *Mycobacterium tuberculosis*.

Inicialmente, se utilizó la secuenciación de genoma completo mediante la tecnología de Oxford Nanopore en 10 aislamientos clínicos MDR con patrones de resistencia previamente conocidos por pruebas fenotípicas. Sin embargo, el análisis bioinformático presentó dificultades de profundidad de secuenciación, atribuida a la calidad del ADN de partida. Para superar esto, se probaron nuevos métodos de extracción de ADN, siendo el más efectivo el método manual con cloroformo/alcohol isoamílico y purificación con perlas magnéticas. Finalmente, la secuenciación de genoma completo utilizando la tecnología Illumina alcanzó profundidades superiores a 90X, lo que permitió identificar mutaciones asociadas a la resistencia, con un 96% de concordancia con las pruebas fenotípicas.

Otra estrategia ha sido el uso del estuche comercial automatizado DEEPLEX® MYC-TB, un ensayo basado en NGS dirigido, que permite determinar la resistencia a 15 fármacos en menos de 48 horas mediante secuenciación dirigida y análisis automatizado de datos. Los análisis para 12 aislamientos clínicos MDR, presentaron una concordancia del 89% con las pruebas fenotípicas. Sin embargo, esta tecnología no cubre todos los genes de resistencia, como el *atpE* (asociado a la resistencia a bedaquilina y clofazimina), y no incluye genes para evaluar la resistencia a delamanid.

### El Futuro de la Vigilancia Genómica

Actualmente, se está diseñando un panel de secuenciación dirigida que incluye regiones genéticas no contempladas en paneles comerciales, con el objetivo de aumentar la capacidad de identificación de mutaciones clave asociadas a resistencia. Este panel cubre genes críticos para la resistencia a todos los medicamentos empleados en el tratamiento de la tuberculosis farmacorresistente a nivel mundial, así como genes para identificación y genotipificación. El panel ha sido optimizado para amplificación por PCR multiplex y está listo para ser secuenciado con la tecnología Oxford Nanopore, disponible en 21 laboratorios en Colombia que forman parte de la Red Genómica coordinada por el INS.

Los avances logrados por el Grupo de Micobacterias del INS buscan ofrecer a Colombia, comenzando por el laboratorio de referencia del INS y con una proyección a nivel territorial, una metodología validada que permita la identificación rápida y precisa de mutaciones asociadas a farmacorresistencia. Esto complementará el sistema actual de vigilancia por laboratorio, mejorará los tratamientos y contribuirá al control de la tuberculosis en el país.



# INSPI de Ecuador: Fortaleciendo la vigilancia y respuesta ante futuras pandemias



Dra. Gulnara Borja Cabrera  
Directora Ejecutiva del INSPI

Fuente: Archivo del INSPI Ecuador

**E**cuator continúa avanzando de manera decidida para fortalecer su capacidad científica y técnica en salud pública. Un claro ejemplo de ello es el liderazgo del Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública (INSPI) "Dr. Leopoldo Izquieta Pérez" en la implementación de un laboratorio de bioseguridad de nivel 3 (BSL-3) en Guayaquil. Este laboratorio, una vez operativo, será crucial para el diagnóstico y manejo seguro de patógenos de alto riesgo, como los virus de la influenza aviar, MERS, SARS, entre otros agentes infecciosos con potencial epidémico y pandémico.

Bajo la dirección de la Ph.D. Gulnara Borja, el INSPI ha asumido el reto de llevar a cabo este proyecto esencial para la salud pública de Ecuador, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y la Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (GIZ). En una reciente reunión técnica se revisaron los avances en la construcción y puesta en marcha del laboratorio BSL-3, que forma parte del Programa Global "Prevención y Respuesta a las Pandemias, Una Salud". Este programa busca dotar a los países de las herramientas necesarias para enfrentar futuras crisis sanitarias, asegurando que el personal de salud y los investigadores dispongan de la infraestructura y el conocimiento técnico adecuado para responder de manera eficaz y segura ante cualquier brote.

La implementación de este laboratorio no solo será fundamental para el diagnóstico seguro de patógenos emergentes, sino que también fortalecerá la investigación y la formación académica en el país. El BSL-3 permitirá el aislamiento y cultivo de patógenos de

alto riesgo, proporcionando al personal de salud un entorno seguro para trabajar con agentes infecciosos altamente peligrosos. Esto garantizará la seguridad tanto de los profesionales del centro como del medio ambiente y de la población en general.

De manera simultánea, el INSPI ha reforzado sus capacidades técnicas a través de capacitaciones especializadas en colaboración con el Instituto de Virología del Hospital Universitario Charité de Berlín y la GIZ. Estas sesiones han permitido al personal del INSPI adquirir competencias avanzadas en técnicas de cultivo celular, fundamentales para el análisis de virus bajo condiciones de bioseguridad de nivel 3. En un riguroso taller, expertos nacionales e internacionales formaron a profesionales de varios Centros de Referencia Nacional del INSPI, fortaleciendo su capacidad para mantenerse a la vanguardia en virología y prevención de pandemias, alineados con la estrategia "Una Salud".

Estas capacitaciones incluyeron tanto teoría como prácticas intensivas, permitiendo a los científicos perfeccionar sus habilidades en el manejo y cultivo de virus peligrosos. Estas competencias son esenciales para la operación eficiente del laboratorio BSL-3 y para una respuesta efectiva ante futuros brotes virales en Ecuador.

Además del desarrollo en infraestructura y capacitación, el INSPI busca consolidarse como un referente en investigación en salud pública. La institución no solo se enfoca en la vigilancia epidemiológica, sino también en crear sinergias con otras entidades nacionales e internacionales. Este enfoque integral le permitirá responder con mayor eficacia a crisis sanitarias, reforzando su papel en la investigación y prevención de enfermedades.

El trabajo del INSPI con el laboratorio BSL-3 representa un avance significativo para Ecuador, posicionando al país como un referente regional en bioseguridad y respuesta ante pandemias. Con estos logros, el INSPI reafirma su compromiso con la protección de la salud de la población ecuatoriana y su contribución al bienestar global.



# El dengue bajo la lupa genómica del INS Perú

**E**n los últimos años, el dengue se ha consolidado como una de las principales amenazas para la salud pública en la región andina. Este virus, transmitido por el mosquito *Aedes aegypti*, afecta a miles de personas anualmente y puede provocar complicaciones graves, hospitalizaciones y, en algunos casos, la muerte. Frente a este desafío, el Instituto Nacional de Salud (INS) del Perú ha implementado una herramienta crucial para combatir el dengue: la vigilancia genómica.

Gracias a la vigilancia genómica, los científicos del INS pueden secuenciar el genoma del virus del dengue (DENV), lo que les permite identificar variantes y mutaciones que podrían influir en su virulencia, capacidad de transmisión y resistencia a tratamientos. “Con esta tecnología, estamos identificando patrones de circulación viral en tiempo real”, afirma el biólogo molecular Omar Cáceres Rey, responsable de la Unidad de Virología del INS. Desde enero de 2024, el equipo ha secuenciado más de 1.500 muestras del virus, lo que ha permitido construir un mapa genético detallado de las cepas que circulan en el país.

La vigilancia genómica le ha permitido al INS identificar los tres serotipos del dengue presentes en el territorio peruano: DENV-1, DENV-2 y DENV-3. Uno de los mayores logros ha sido la detección de nuevas variantes del serotipo DENV-2 en zonas críticas como Lima, Piura, San Martín, Loreto y Ucayali. Según Cáceres, “estas variantes presentan mutaciones que podrían estar asociadas al aumento en la gravedad de los casos”; por ello, destaca la importancia de estos hallazgos para diseñar estrategias más efectivas de control y prevención.

El INS no está solo en esta tarea. Los científicos peruanos, a través de una estrecha colaboración, comparten y comparan datos genómicos con sus homólogos de Bolivia, Colombia y Ecuador, lo que facilita la identificación de rutas de transmisión del dengue a escala transfronteriza. Esta cooperación ha permitido coordinar respuestas regionales para prevenir la expansión del virus y asegurar una intervención más eficaz.

Los avances en vigilancia genómica no solo han beneficiado al ámbito científico, sino que también



Fuente: Archivo del INS Perú

han sido fundamentales para la formulación de políticas públicas de salud más efectivas. El Ministerio de Salud del Perú (MINSA), en coordinación con el INS, ha utilizado los datos genómicos para diseñar planes de acción específicos y focalizados en la lucha contra el dengue, como el Plan Nacional “Unidos Contra el Dengue”. Este plan prioriza actividades preventivas como la eliminación de criaderos, el control larvario y la educación comunitaria, especialmente en las zonas de mayor riesgo.

Además, el INS ha implementado laboratorios móviles, conocidos como “Kuru Maskaq” —que en quechua significa “buscador de enfermedades”—, los cuales realizan más de 90 pruebas moleculares diarias, ofreciendo resultados en menos de 24 horas. Estas unidades móviles han sido clave para superar la limitación en el acceso a un diagnóstico oportuno en localidades de alta incidencia, lo que permite una respuesta rápida y efectiva.

El trabajo del INS en la vigilancia genómica del dengue ha marcado un hito en la lucha contra esta enfermedad en el Perú y la región andina. A medida que continúan los avances tecnológicos y se fortalece la colaboración internacional, la capacidad para predecir y controlar futuras epidemias se incrementa significativamente.

Aunque el dengue sigue representando una batalla compleja, desde que está bajo la lupa de la vigilancia genómica, Perú está mejor preparado para enfrentarlo. Los esfuerzos del INS no solo protegen la salud pública en el presente, sino que también fortalecen la capacidad del país para responder ante futuras amenazas sanitarias.



ORGANISMO ANDINO DE SALUD  
CONVENIO HIPÓLITO UNANUE

PROYECTO VIGILANCIA GENÓMICA  
EN BOLIVIA, COLOMBIA, ECUADOR Y PERÚ

## ¿Sabías que la vigilancia genómica es clave para nuestra **SEGURIDAD?**

Nos ayuda a detectar variantes de virus como el SARS-CoV-2 de forma rápida y precisa, manteniéndonos protegidos y asegurando que los tratamientos y las vacunas sean efectivas.

**"Protegiendo tu futuro con Vigilancia Genómica"**

Más información:



<https://www.orasconhu.org/>

### ORGANISMO ANDINO DE SALUD-CONVENIO HIPÓLITO UNANUE

Av. Paseo de la República N° 3832, Lima 27-Perú  
Telf.(0051-1) 422-6862/611 3700  
contacto@conhu.org.pe  
<http://www.orasconhu.org>

- Organismo Andino de Salud
- orasconhu
- @orasconhu
- Organismo Andino de Salud
- Organismo Andino de Salud



INLASA - BOLIVIA



INS - COLOMBIA

INSTITUTO  
NACIONAL DE  
SALUD

Instituto Nacional  
de Investigación en  
Salud Pública INSPI  
Dr. Leopoldo Izquieta Pérez

INSPI - ECUADOR



INS - PERÚ