

REVISTA **bio**review®

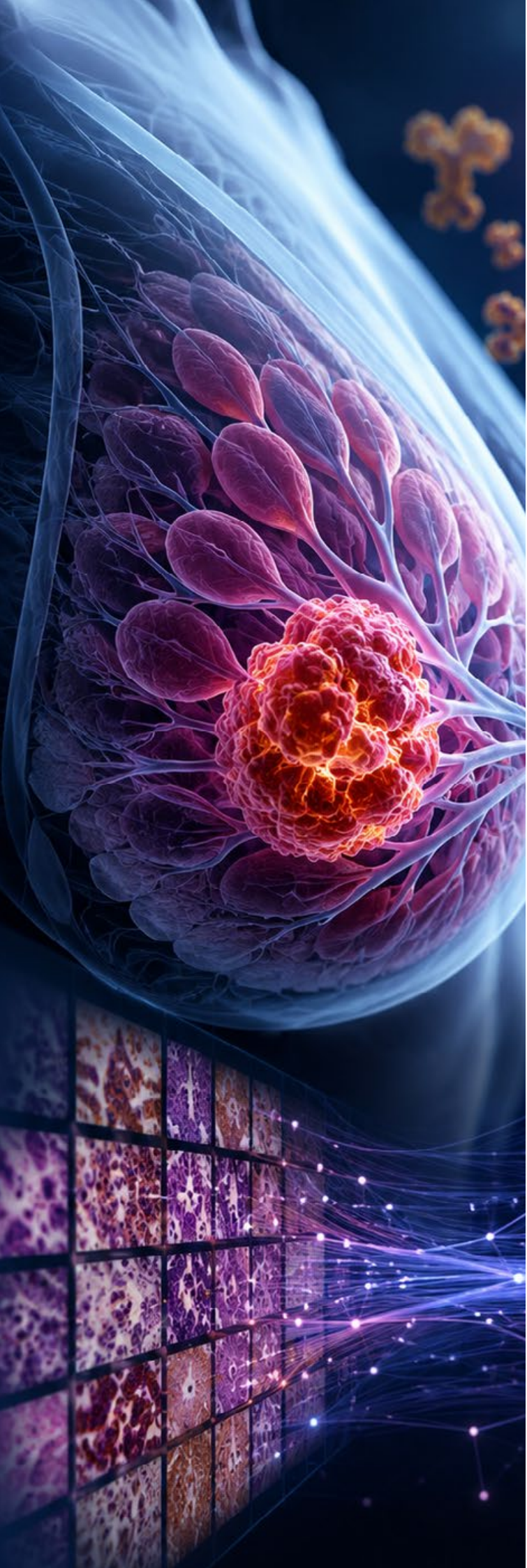
Laboratorio Clínico y Bioquímica Molecular

Clasificación de la expresión del receptor 2 del factor  
de crecimiento epidérmico humano en tejido mamario  
canceroso mediante inteligencia artificial

Pág. 06

Desde una "hipoxemia" persistente al diagnóstico de una hemoglobinopatía

Pág. 42



# Staff

*Editorial RW S. A.*

A. Gonzalez 1351, Guaymallén. Mendoza Argentina. CP: 5525

Cel.: +54 9 261 334 5353

*Director General de Medios*

Dr. Sergio A. Sainz

*Directora de Contenidos*

Dra. Griselda Basile

*Agente Comercial de Cuentas*

Micaela Nahir Castro

*Social Media Manager*

Cyntia Perez

*Directora de Arte y Desarrollo Digital*

Lucía Zandanel Terán

*Sitios Web*

[www.revistabioreview.com](http://www.revistabioreview.com)

[www.rwgroup.com.ar](http://www.rwgroup.com.ar)

*Agradecimientos*

Leidy Verónica Villota

Nerina García Rosolen

Gustavo Tapia-Sequeiros

Biomédica Revista del Instituto Nacional de Salud

Revista Medicina Buenos Aires

Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública

CALAB

Registro de la Propiedad Intelectual N°: En trámite - Revista Bioreview® es propiedad intelectual de RW S. A. - A. González 1351, Guaymallén. Mendoza Argentina. Tel.: +54 261 4313686 - Cel.: +54 261 3345353 - La marca Revista Bioreview® es propiedad de RW S. A. Las ideas u opiniones expresadas en las notas son responsabilidad de sus autores y no representan el pensamiento de RW S. A. y las firmas anunciantes, quienes deslindan cualquier responsabilidad en ese sentido. Se prohíbe la reproducción total o parcial del material incluido en esta revista por cualquier medio conocido o por conocerse. El uso del contenido de esta revista queda bajo exclusiva responsabilidad del usuario.



## Bioquímico Sergio Sainz

Director General de Medios  
ssainz@rwgroup.com.ar



## Bioquímica Griselda Basile

Directora de Contenidos  
gbasile@rwgroup.com.ar



## Micaela Nahir Castro

Agente Comercial de Cuentas  
comercial@rwgroup.com.ar



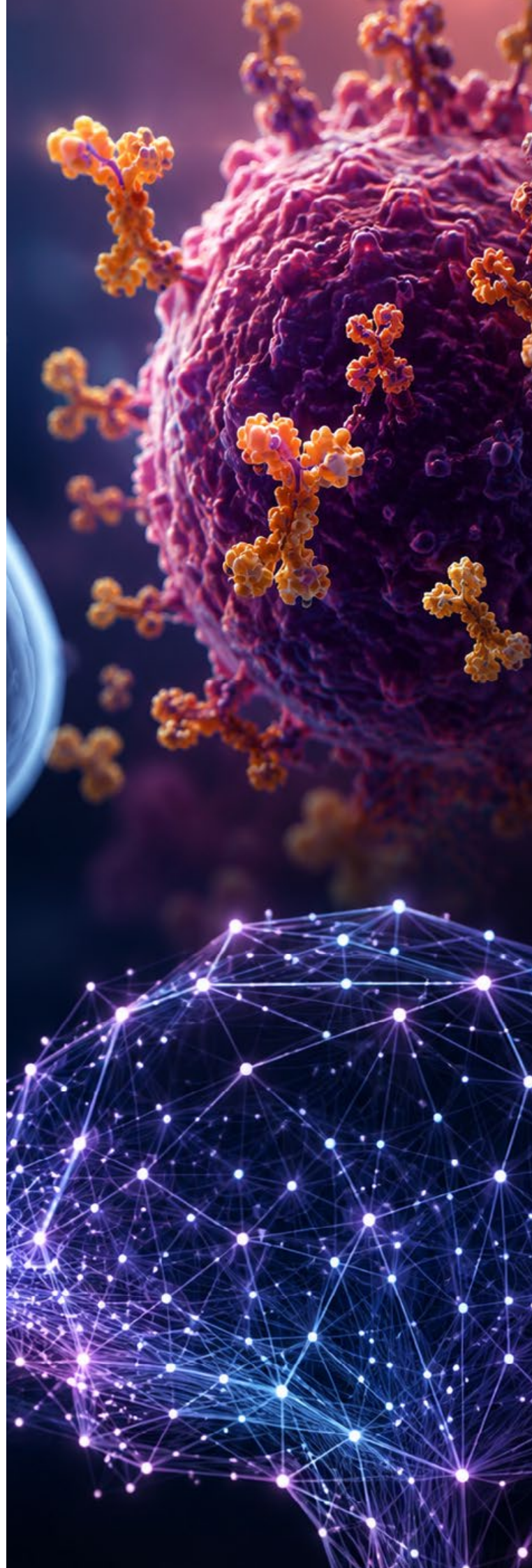
## Cynthia Perez

Social Media Manager  
info@rwgroup.com.ar



## Lucía Zandanel Terán

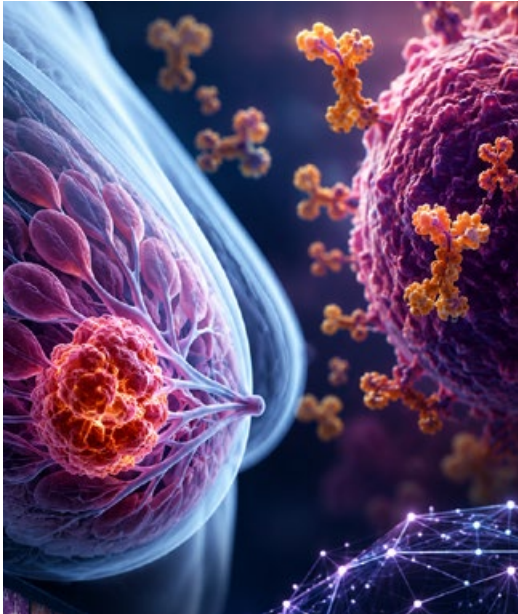
Directora de Arte y Desarrollo Digital  
arte@rwgroup.com.ar



# Sumario

Diagnóstico Clínico Aplicado

06



## Clasificación de la expresión del receptor 2 del factor de crecimiento epidérmico humano en tejido mamario canceroso mediante inteligencia artificial

El cáncer de mama es una enfermedad en la que las células malignas se desarrollan en el tejido mamario, afectando la salud y la calidad de vida de las pacientes. Su tratamiento varía según el tipo y la etapa del cáncer, e incluye cirugía, radioterapia, quimioterapia, terapia hormonal y terapia dirigida 1. Para diagnosticar el cáncer y clasificar su agresividad,... [Página 06](#)

Diagnóstico Clínico Aplicado

42



## IgE total automatizada: integrando el estudio de alergias al laboratorio de rutina

En el área de las enfermedades alérgicas, el laboratorio clínico desempeña un papel fundamental en el apoyo al diagnóstico y seguimiento de estos pacientes mediante la determinación de biomarcadores relacionados con la respuesta inmunológica<sup>1</sup>. Entre ellos, la inmunoglobulina E (IgE) total continúa siendo una herramienta útil para la evaluación inicial de diversas patologías asociadas a mecanismos de hipersensibilidad... [Página 42](#)

Actualidad

67

Santa Cruz - Bolivia, se prepara para recibir el evento científico más importante de la Bioquímica Clínica Latinoamericana. [Página 67](#)

Premio ABA 2026: una convocatoria para reconocer la investigación en bioquímica clínica y básica . [Página 69](#)

Actualidad

70

Precisión diagnóstica en el metabolismo lipídico: Cuantifique NEFA con máxima confianza. [Página 70](#)

AADEE acompañó la primera edición del Congreso Bioquímico del Paraná en Rosario. [Página 72](#)



### Desde una “hipoxemia” persistente al diagnóstico de una hemoglobinopatía

La hemoglobina (Hb) es una proteína tetramérica, compuesta por 4 cadenas de globina, dos alfa y dos no alfa, cuya estructura cuaternaria presenta dos estados conformacionalmente estables: el estado relajado de alta afinidad por el oxígeno ( $O_2$ ) y el estado tenso de baja afinidad. La transición entre los estados implica la unión cooperativa del  $O_2$  a las subunidades de Hb, lo que significa que la unión de una molécula de  $O_2$  a una subunidad aumentará la afinidad por el  $O_2$  de las subunidades restantes. Esto confiere una forma sigmoidea a la curva de disociación de la Hb1-3. A nivel pulmonar, debido a la alta presión parcial de  $O_2$ , se facilita la unión del  $O_2$  a la Hb, mientras que, en los tejidos, contrariamente, se favorece la liberación del  $O_2$  para ser utilizado en la obtención de energía... [Página 46](#)

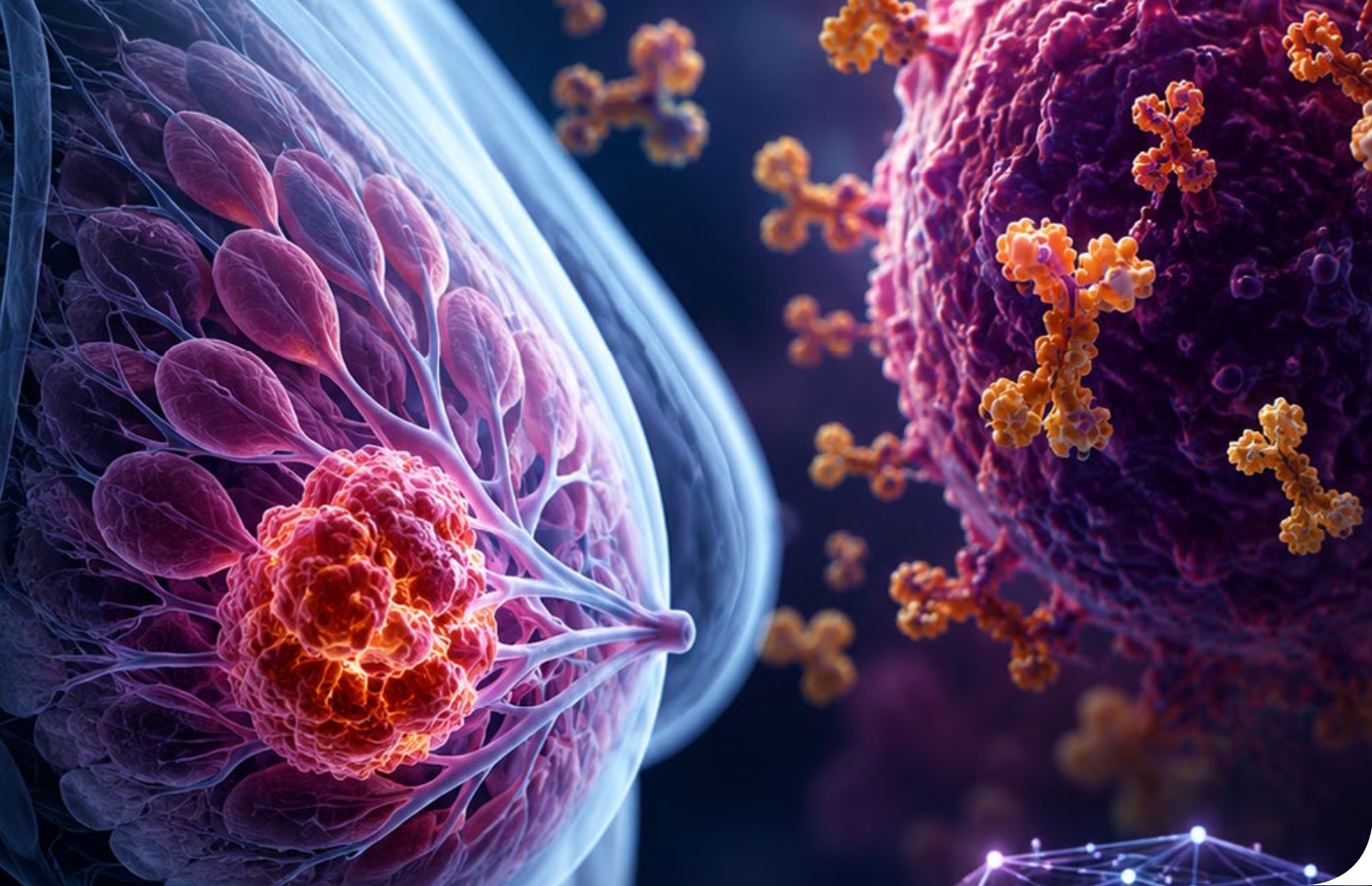


### Rendimiento diagnóstico de las técnicas de tinción Ziehl-Neelsen y Auramina-Rodamina en la detección de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar

La tuberculosis es uno de los problemas de salud pública con mayor relevancia a nivel mundial. Se estima que la cuarta parte de la población mundial está infectada por *Mycobacterium tuberculosis*, pero solo entre el 5 y 10% desarrolla la enfermedad clínica. La tuberculosis ocupa el segundo lugar en mortalidad por causas infecciosas en el mundo 1. En Latinoamérica, se producen entre 200 000 y 300 000 casos al año, y Perú es el segundo país con mayor incidencia de casos 2. Para el control de la tuberculosis, es esencial el diagnóstico precoz con métodos rápidos, precisos y accesibles. [Página 52](#)

Formación con modalidad Online y Presencial en todo el mundo. [Página 74](#)

Nuestros Patrocinantes siempre presentes. [Página 80](#)



# Clasificación de la expresión del receptor 2 del factor de crecimiento epidérmico humano en tejido mamario canceroso mediante inteligencia artificial

Leidy Verónica Villota<sup>1</sup>

Jessica Julieth Lasso<sup>1</sup>

Elvia Noelia Muñoz<sup>2</sup>

Rubiel Vargas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Sistemas Dinámicos, Instrumentación y Control, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia

<sup>2</sup> Unidad de Diagnóstico en Patología SAS, Popayán, Colombia

Citación: Villota LV, Lasso JJ, Muñoz EN, Vargas R. Clasificación de la expresión del receptor 2 del factor de crecimiento epidérmico humano en tejido mamario cancerígeno mediante inteligencia artificial. *Biomédica*. 2025;45(Supl.3):83-102.

## Correspondencia:

Leidy Verónica Villota

Calle 18N N°4-10, Urbanización Pomona, Popayán, Colombia

Teléfono: (317) 811 3855

veronicaver@unicauca.edu.co

<https://doi.org/10.7705/biomedica.7899>

## Resumen

**Introducción:** El análisis histológico y molecular del tejido mamario es clave para el diagnóstico, el pronóstico y el tratamiento del cáncer de mama. Entre los biomarcadores evaluados, se destacan los receptores de progesterona, los de estrógeno y el receptor 2 del factor de crecimiento epidérmico humano (HER2). La sobreexpresión de HER2 indica un subtipo agresivo de cáncer de mama, aunque permite el uso de terapias dirigidas que mejoran la tasa de supervivencia. No obstante, su evaluación enfrenta desafíos, desde la calidad de las muestras hasta la variabilidad en la interpretación. El College of American Pathologists clasifica la sobreexpresión de HER2 en cuatro categorías, pero la variabilidad en la expresión cercana al 10 % puede generar confusión.

**Objetivo:** Presentar una técnica basada en la inteligencia artificial para clasificar células con sobreexpresión de HER2 en las placas histológicas.

**Materiales y Métodos:** Se aplicó la metodología Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) en muestras de 89 pacientes de la Unidad de Diagnóstico en Patología, abarcando los cuatro niveles de HER2. Se utilizaron redes neuronales y modelos de Vision Transformer (ViT) afinados mediante transferencia de aprendizaje. Además, se evaluó la facilidad de uso y, finalmente, la eficiencia del software presentado.

**Resultados:** Con el modelo ViT-B/16, se obtuvo una exactitud del 90,65 % en la clasificación, mientras que la herramienta evaluada generó un grado aceptable de satisfacción con su aplicación clínica.

**Conclusión:** La inteligencia artificial demostró gran precisión y concordancia en la clasificación del HER2, redujo la variabilidad diagnóstica y mejoró la objetividad, aunque aún se requiere optimizar la eficiencia del procesamiento.

**Palabras clave:** neoplasias de la mama, inmunohistoquímica, inteligencia artificial.

### **Abstract: Classification of human epidermal growth factor receptor 2 expression in cancerous breast tissue through artificial intelligence**

**Introduction.** Histological and molecular analysis of breast tissue is essential for the diagnosis, prognosis, and treatment of breast cancer. Key biomarkers include progesterone and estrogen receptors, as well as the human epidermal growth factor receptor 2 (HER2). HER2 overexpression indicates an aggressive subtype of breast cancer but enables targeted therapies that improve survival rates. However, its evaluation faces challenges, ranging from sample quality to interpretation variability. The

College of American Pathologists classifies HER2 overexpression into four categories, but variations around the 10% expression threshold can lead to misinterpretations.

**Objective.** To present an automated technique for classifying HER2-overexpressing cells in histological slides.

**Materials and methods.** The Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) methodology was applied using samples of 89 patients from the Unidad de Diagnóstico en Patología, covering all four HER2 expression levels. Deep learning techniques were employed, leveraging neural networks and vision transformer models through transfer learning. Additionally, a usability evaluation was conducted on the final version of the software.

**Results.** The ViT-B/16 model achieved a classification accuracy of 90,65%, while the tool was evaluated with an acceptable level of satisfaction in its clinical application.

**Conclusion.** Artificial intelligence demonstrated high accuracy and consistency in HER2 classification, reducing diagnostic variability and improving objectivity. However, further optimization of processing efficiency is required for broader applicability.

**Keywords:** Breast cancer; immunohistochemistry; artificial intelligence.

## Introducción

El cáncer de mama es una enfermedad en la que las células malignas se desarrollan en el tejido mamario, afectando la salud y la calidad de vida de las pacientes. Su tratamiento varía según el tipo y la etapa del cáncer, e incluye cirugía, radioterapia, quimioterapia, terapia hormonal y terapia dirigida 1. Para diagnosticar el cáncer y clasificar su agresividad, se emplean técnicas como la inmunohistoquímica que detecta la expresión de proteínas en el tejido analizado.

Una de las proteínas clave es el receptor del factor de crecimiento epidérmico humano de tipo 2 (Human Epidermal Receptor-2, HER2) 2. El HER2 regula el crecimiento y la división celular, pero su sobreexpresión puede provocar proliferación descontrolada y tumores malignos 3. Según el College of American Pathologists, todos los cánceres de mama deben analizarse para evaluar la expresión del HER2 4, cuyos resultados de inmunohistoquímica (IHQ) se interpretan así 5:

- IHQ 0+: el HER2 es negativo cuando no hay tinción o cuando la tinción de membrana es incompleta, tenue o apenas perceptible en menos del 10 % de las células tumorales.
- IHQ 1+: indica un HER2 negativo cuando la tinción de membrana es incompleta, tenue o apenas perceptible en más del

# Cepheid's GeneXpert®

Diagnóstico molecular rápido, preciso y fácil.

Con el sistema GeneXpert® y el menú de pruebas Xpert®, Cepheid ofrece resultados útiles cuando los clínicos más los necesitan.



La tecnología del sistema GeneXpert® de Cepheid es la piedra angular de nuestra exclusiva visión del diagnóstico molecular, que nos permite ofrecer una gama completa de pruebas PCR/CBNAAT (Cartridge Based Nucleic Acid Amplification Test) en una sola estación de trabajo consolidada y totalmente escalable. El sistema GeneXpert está disponible en una configuración de 2, 4, 16, 48 u 80 módulos. Además, nuestro GeneXpert Xpress aprobado por CLIA está disponible para el control y el acceso a la primera línea, donde sea que lo necesite.

## GeneXpert® II

GX-II Processing Unit:  
Ancho: 16.13 cm  
Alto: 30.48 cm  
Profundidad: 29.72 cm

## GeneXpert® IV

GX-IV Processing Unit:  
Ancho: 27.94 cm  
Alto: 30.48 cm  
Profundidad: 29.72 cm

## GeneXpert® XVI

GX-XVI Processing Unit:  
Ancho: 57.79 cm  
Alto: 65.53 cm  
Profundidad: 33.66 cm





# Menú de pruebas Xpert® CE-IVD

			Número de pruebas	Número de catálogo
Vías respiratorias	Xpert® Xpress CoV-2/Flu/RSV plus	Detección y diferenciación rápidas de SARS-CoV-2, gripe A, gripe B y RSV (virus respiratorio sincitial), con la incorporación de una tercera diana génica para SARS-CoV-2, con resultados en unos 36 minutos	10	XP3COV2/FLU/RSV-10
	Xpert Xpress CoV-2 plus	Detección rápida de SARS-CoV-2, el virus que causa la COVID-19, con tres dianas génicas en tan solo 20 minutos*	10	XP3SARS-COV2-10
	Xpert Xpress SARS-CoV-2	Detección rápida de SARS-CoV-2 en tan solo 30 minutos*	10	XPRSARS-COV2-10
	Xpert Xpress Strep A	Detección rápida del ADN de estreptococo del grupo A en tan solo 18 minutos*	10	XPRSTREPA-CE-10
	Xpert Xpress Flu/RSV	Detección y diferenciación rápidas de los virus de la gripe A y B, y del RSV (virus respiratorio sincitial) en tan solo 20 minutos-	10	XPRSFU/RSV-CE-10
Infecciones asociadas a la atención sanitaria y otras enfermedades infecciosas	Xpert MRSA NxG	Prueba de vigilancia activa de SARM en unos 45 minutos*	10 120	GXM RSA-NXG-CE-10 GXM RSA-NXG-CE-120
	Xpert SA Nasal Complete	Pruebas prequirúrgicas de S. aureus y SARM en aproximadamente 1 hora	10 120	GXSACOMP-CE-10 GXSACOMP-120
	Xpert MRSA/SA BC	Detección de SARM y S. aureus en hemocultivos positivos en aproximadamente 1 hora	10	GXM RSA/SABC-CE-10
	Xpert MRSA/SA-SSTI	Detección de infecciones de la piel y tejidos blandos por SARM y S. aureus en aproximadamente 1 hora	10	GXM RSA/SA-SSTI-CE
	Xpert Carba-R	Detección y diferenciación de KPC, NDM, VIM, IMP y OXA-48 en 50 minutos	10 120	GXCARBAP-CE-10 GXCARBAP-CE-120
	Xpert Norovirus	Identificación y diferenciación de Norovirus GI y GII en menos de 1 hora*	10	GXNOV-CE-10
	Xpert EV	Detección de enterovirus en LCR en 2,5 horas	10	GXE V-100N-10
	Xpert C. difficile BT	Detección de la infección por Clostridioides difficile con detección independiente de toxina binaria y diferenciación de la cepa O27 en unos 45 minutos	10	GXCDIFFBT-CE-10
	Xpert vanA/vanB	Detección rápida de enterococos resistentes a la vancomicina (ERV) para la prevención y el control de brotes activos en unos 45 minutos	10	GXVANA/B-CE-10
	TB (tuberculosis) y enfermedades infecciosas emergentes	Xpert MTB/RIF Ultra	Detección del complejo Mycobacterium tuberculosis y de las mutaciones asociadas a la resistencia a la rifampicina en menos de 80 minutos	10 50
Xpert MTB/XDR		Detección del complejo Mycobacterium tuberculosis y mutaciones asociadas a la resistencia farmacológica a isoniazida, fluoroquinolonas, fármacos inyectables de segunda línea y etionamida en menos de 90 minutos, utilizando la tecnología GeneXpert de 10 colores	10	GXMTB/XDR-10
Xpert Ebola		Detección del virus del Ébola Zaire en unos 90 minutos	10 50	GXE BOLA-CE-10 GXE BOLA-CE-50
Virología sanguínea, salud de la mujer y salud sexual	Xpert CT/NG	Detección de las infecciones por Chlamydia trachomatis y Neisseria gonorrhoeae en unos 90 minutos	10 120	GXCT/NGX-CE-10 GXCT/NGX-CE-120
	Xpert HPV	Detección del virus del papiloma humano (VPH) de alto riesgo. Identifica el VPH tipos 16 y 18/45; notifica de forma combinada otros 11 tipos de alto riesgo en menos de 1 hora	10	GXVPH-CE-10
	Xpert Xpress GBS	Detección intraparto de estreptococos del grupo B (GBS) durante la dilatación/expulsión en aproximadamente 30 minutos*	10	XPRSGBS-CE-10
	Xpert TV	Detección de Trichomonas vaginalis en muestras de hombres y mujeres en aproximadamente 1 hora*	10	GXTV-CE-10
	Resistance Plus® MG Flexible*	Detección de M. genitalium y resistencia a macrólidos en unas 2 horas	10	S2A-2000410
	Xpert HBV Viral Load	Detección y cuantificación del virus de la hepatitis B (VHB) en menos de 1 hora	10	GXH BV-VL-CE-10
	Xpert HCV Viral Load	Detección y cuantificación del virus de la hepatitis C (VHC) en 105 minutos	10	GXH CV-VL-CE-10
	Xpert HCV VL Fingerstick	Detección y cuantificación del virus de la hepatitis C (VHC) en aproximadamente 1 hora	10	GXH CV-FS-CE-10
	Xpert HIV-1 Qual XC	Detección del virus de la inmunodeficiencia humana tipo 1 (VIH-1) en unos 90 minutos	10	GXHIV-QA-XC-CE-10
	Xpert HIV-1 Viral Load XC	Detección y cuantificación del virus de la inmunodeficiencia humana tipo 1 (VIH-1) en unos 90 minutos	10	GXHIV-VL-XC-CE-10
Oncología y genética humana	Xpert Bladder Cancer Detection	Detección de la presencia de cáncer de vejiga en pacientes con hematuria en unos 90 minutos	10	GXBLAD-CD-CE-10
	Xpert Bladder Cancer Monitor	Monitorización cualitativa de la recurrencia en pacientes con diagnóstico previo de cáncer de vejiga en unos 90 minutos	10	GXBLAD-CM-CE-10
	Xpert Breast Cancer STRAT4	Medición semicuantitativa de ESR1, PGR, ERBB2 y MKI67 de tejido FFPE de cáncer de mama invasivo en 70 minutos	10	GXBCSTRAT4-CE-10
	Xpert BCR-ABL Ultra	Medición estandarizada de los niveles de transcritos de BCR-ABL p210 en personas con leucemia mieloide crónica (LMC) en menos de 2 horas	10	GXBCRABL-10
	Xpert FII & FV	Identificación de factores de riesgo genético de trombosis en unos 30 minutos	10	GXFII FV-10
Xpert BCR-ABL Ultra p190	Monitorización cuantitativa de los niveles de transcritos de ARNm de BCR-ABL p190 en personas con leucemia mieloide crónica (LMC) y leucemia linfoblástica aguda (LLA) en aproximadamente 2,5 horas	10	GXBCRABLP190-CE-10	

\* Con terminación precoz del ensayo para resultados positivos.

^ Con terminación precoz del ensayo solo para resultados positivos de gripe o RSV (virus respiratorio sincitial). Notificación de negativos y resultados combinados de gripe RSV (virus respiratorio sincitial) en 30 minutos.

^ Distribuido en exclusiva por Cepheid en el marco del programa Flexible para el sistema GeneXpert®

CE-IVD. Producto sanitario para diagnóstico in vitro. No todas las pruebas están disponibles en todos los países.



Nuestros productos, su solución.

- MIC**® Microbiología
- CON**® Conectividad con instrumentos
- BIS**® Business Intelligence
- TUR**® Tótem de Autogestión
- CNT**® Conector H.I.S.
- WEB**® Integración con la Web.
- PUB**® Publicación de resultados.

Celebrando 10 años de liderazgo

[www.nextlab.com.ar](http://www.nextlab.com.ar)

Genetrix. | Upgrade your mind

10 % de las células tumorales.

- IHQ 2+: se considera un HER2 equívoco cuando la tinción de membrana es completa y de intensidad débil a moderada en más del 10 % de las células tumorales o cuando se tiñen con intensidad en menos del 10 %.
- IHQ 3+: indica un HER2 positivo cuando la tinción de membrana es completa e intensa en más del 10 % de las células tumorales.

En el 2020, se reportaron 2,3 millones de nuevos casos de cáncer de mama en el mundo, lo que representa el 11,7 % de todos los cánceres, con 685.000 muertes (6,9 % del total) 6. En Colombia, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) registró 3.671 casos en mujeres y 77 muertes en el departamento del Cauca, de las cuales 31 ocurrieron en Popayán 7.

Dada la alta incidencia del cáncer de mama y el impacto clínico de una correcta identificación del biomarcador HER2, es de gran trascendencia optimizar los procesos diagnósticos para garantizar decisiones terapéuticas precisas. La evaluación del HER2 mediante inmunohistoquímica continúa siendo un procedimiento con cierto grado de subjetividad, especialmente en los niveles intermedios 1+ y 2+ (8), lo que puede conducir a errores en la clasificación y, por ende, en la elección del tratamiento dirigido. En este contexto, el desarrollo de sistemas automáticos basados en la inteligencia artificial representa una oportunidad significativa para fortalecer la reproducibilidad, reducir la variabilidad intraobservador e interobservador, y apoyar el diagnóstico histopatológico.

En diversos estudios se han explorado métodos computacionales para la clasificación del HER2, con resultados prometedores. Algoritmos como LMBNet han alcanzado una exactitud del 96,92 % en la clasificación del HER2 8. Los métodos basados en el aprendizaje profundo y Monte Carlo Dropout, lograron el 89 % de exactitud en la clasificación del tejido mediante el HER2 2. Un modelo explicable de aprendizaje automático obtuvo una precisión del 88 %, exactitud del 89 % y recuperación del 43 % evaluando el impacto de datos FISH 9.

Por otro lado, el método HER2-ResNet, inspirado en redes convolucionales y residuales, alcanzó una exactitud del 93 % 10. Además, el uso de modelos de redes generativas (Generative Adversarial Network, GAN) ha permitido la generación de imágenes sintéticas para mejorar el entrenamiento, logrando hasta el 94,2 % de exactitud con InceptionResNetV2 11. Por último, se tiene un estudio sobre el muestreo piramidal aplicado a DenseNet-201, el cual obtuvo una exactitud del 84,7 % en la clasificación del HER2 en imágenes de núcleos de tejido mamario 12. A pesar de estos avances, persisten desafíos técnicos y clínicos, incluyendo la interpretabilidad de los modelos. Por ello, estas herramientas deben ser validadas por patólogos expertos para su aplicación efectiva.

El objetivo de este estudio fue desarrollar un sistema para la clasificación automática de la sobreexpresión de HER2 en imágenes histológicas de tejido mamario canceroso, mediante el uso de técnicas avanzadas de



LaborTeknic  
ingenio + diseño + tecnología

BioSystems

Importadores exclusivos

Snibe  
Diagnostic

## SOLUCIONES INTEGRALES PARA

# AUTOINMUNIDAD

Diagnóstico y seguimiento de enfermedades autoinmunes mediante **Inmunofluorescencia indirecta (IFI)**, **Quimioluminiscencia indirecta (CLIA)** y **ELISA**.



### MENÚ COMPLETO DE ENSAYOS

Ponemos a su disposición un amplio menú de determinaciones para el diagnóstico y seguimiento de enfermedades autoinmunes.

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANA HEp 2</li> <li>• ANCA Etanol / Formol</li> <li>• Anti-Endomisios IgA/IgG</li> <li>• Anti-GBM IgG</li> <li>• Anti-Hígado/Riñón/Estómago (triple tejido)</li> <li>• Anti-Músculo Estriado (ASMA)</li> <li>• Anti-nDNA (Crithidia lucillae)</li> <li>• Anti-Tiroides (ATA)</li> <li>• Anti-Queratina (AKA)</li> <li>• ICA (Anti-islotes)</li> <li>• ASCA IgG/IgA</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANA Screen</li> <li>• Anti-Cardiolipina IgA/IgG/IgM/Total</li> <li>• Anti-Centromero IgG</li> <li>• Anti-dsDNA IgG</li> <li>• Anti-GAD</li> <li>• Anti-GBM IgG</li> <li>• Anti-Histonas IgG</li> <li>• Anti-IA2</li> <li>• Anti-Insulina</li> <li>• Anti-Jo 1 IgG</li> <li>• Anti-Mitosomal Tiroideo (Anti-TM)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ENA SCREEN</li> <li>• Anti-Anexina V IgG/IgM</li> <li>• Anti-dsDNA IgG</li> <li>• Anti-Gliadina desanimada IgA (Anti-DGP IgA)</li> <li>• Anti-Gliadina desanimada IgG (Anti-DGP IgG)</li> <li>• Anti-MPO IgG</li> <li>• Anti-Péptidos Citrulinados Cíclicos (Anti CCP)</li> <li>• Anti-PR3 IgG</li> <li>• Anti-SS A IgG / SS B IgG</li> <li>• Anti-β2-Glicoproteína 1 IgA/IgG/IgM/Total</li> <li>• Anti-Transglutaminasa tisular IgA/IgG</li> </ul> |
|---|--|--|

Solicite el listado completo a [asesorbioquimico@laborteknic.com](mailto:asesorbioquimico@laborteknic.com)

## AUTOMATICE EL FLUJO DE TRABAJO DE SU LABORATORIO

Brindamos soluciones integrales para laboratorios de baja, mediana y alta complejidad, abarcando desde técnicas manuales, hasta la automatización completa del flujo de trabajo con equipos como el **IPRO, ARA y MIRA (BioSystems)** y el diagnóstico diferencial con **equipos automatizados de quimioluminiscencia (SNIBE)**.



+54 9 11 6246 4748



[admventas@laborteknic.com](mailto:admventas@laborteknic.com)  
[asesorbioquimico@laborteknic.com](mailto:asesorbioquimico@laborteknic.com)



[www.laborteknic.com](http://www.laborteknic.com)

inteligencia artificial (figura 1). Considerando la variabilidad presente en la evaluación del HER2, se propone un enfoque que integra modelos de aprendizaje profundo, orientado a mejorar la precisión diagnóstica, reducir la subjetividad del observador en el proceso de interpretación y proporcionar una herramienta de apoyo clínico que contribuya a la toma de decisiones en el manejo del cáncer de mama.

## Materiales y métodos

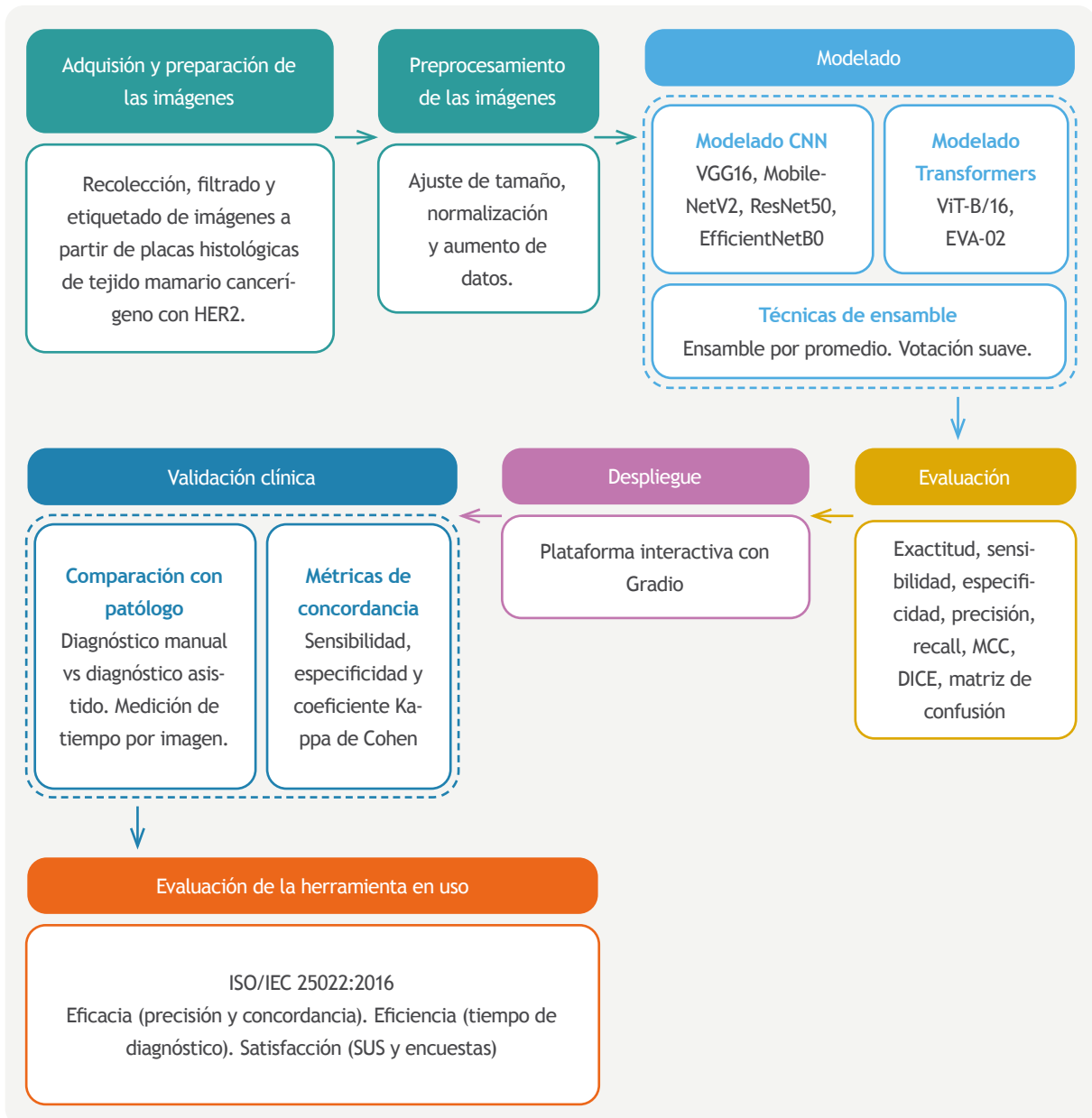
En la implementación del sistema propuesto, se usaron dos técnicas de inteligencia artificial: las redes neuronales profun-

das y los modelos basados en Transformers. Ambas técnicas se usaron en el entrenamiento, siguiendo la metodología de transferencia de aprendizaje, y utilizando un conjunto propio de datos construido a partir de imágenes histológicas de tejido mamario canceroso.

### Adquisición de imágenes

La base de datos se construyó en el Laboratorio de Inmunología y Biología Molecular de la Universidad del Cauca. Se adquirieron 58.826 imágenes microscópicas de tejido mamario canceroso procesado con inmunohistoquímica, utilizando un

Figura 1. Diagrama de flujo del sistema propuesto para la clasificación de imágenes de cáncer de mama con sobreexpresión de HER2.



RESERVÁ LA FECHA

CURSO GRATUITO

MAYO 2026

INSCRIPCIÓN ONLINE EN [WWW.MANLAB.COM.AR](http://WWW.MANLAB.COM.AR)

# CURSO DE **GESTIÓN INTEGRAL** EN EL LABORATORIO

Accedé de **forma gratuita** a esta capacitación integral dividida en **5 módulos estratégicos**.  
Únete a la **Comunidad MANLAB** y potenciá tu perfil profesional junto a los referentes del sector.

MARTES 12 DE MAYO

## Estrategias para la **Selección de Equipamiento Automatizado** en Laboratorios Clínicos



Orador  
**Dr. PABLO MENÉNDEZ**  
Director MANLAB

MARTES 9 DE JUNIO

## Aspectos **básicos del control de gestión** en el laboratorio



Orador  
**Lic. JOAQUÍN LASAGA**  
Gerencia de Administración y Finanzas MANLAB

MARTES 11 DE AGOSTO

## Gestión del Beneficio **SIPA en el CCT 108/75: Orden Interno y Comunicación Efectiva** con los Colaboradores



Orador  
**Lic. JUAN CRUZ CHARPIN**  
Jefe de RRHH MANLAB

MARTES 8 DE SEPTIEMBRE

## IA aplicada a la **atención al paciente**



Orador  
**DAMIÁN GARFINKIEL**  
Gerencia de sistemas MANLAB

MARTES 13 DE OCTUBRE

## Gestión estratégica de datos para la **toma de decisiones y avances de la IA en el laboratorio**



Orador  
**Dr. LEONARDO JOFRÉ**  
Gerencia de Datos MANLAB

MODERADORA

## La moderación de todos los cursos estará a cargo de la **Dra. María Teresa Garimaldi**



Moderadora  
**DRA. MARÍA TERESA GARIMALDI**  
Gerencia General MANLAB



**Bernardo Lew**  
Importador de Soluciones para Laboratorios

# ¡LA PASIÓN ARGENTINA NO TIENE FINAL!



¡EXTENDEMOS  
NUESTRA  
PROMO  
MUNDIAL!





\*\*\*

# VAMOS ARGENTINA



**¡PROMO MUNDIALISTA EXTENDIDA!**



## 15% DE DESCUENTO DIRECTO

Hasta el 31 de Julio, te hacemos un **15%** de descuento en la compra de cualquier equipo de nuestro portfolio.



## SUPER BONO MUNDIAL: 10% EXTRA

Si Argentina sale nuevamente "Campeón del Mundo", LEW además del descuento, te acredita en tu cuenta un **10% ADICIONAL** del valor del equipo para que lo gastes en lo que quieras de nuestro portfolio.



**PROMO MUNDIALISTA EXTENDIDA HASTA EL 31 DE JULIO DE 2026**  
Consulte bases y condiciones con su asesor comercial.

[www.bernardolew.com.ar](http://www.bernardolew.com.ar)

microscopio Leica DM500™ con cámara ICC50W a un aumento de 40X. Tras una selección basada en la calidad histológica y la ausencia de artefactos, 28.507 imágenes se consideraron aptas para el análisis.

### **Crterios de inclusión y exclusión**

Crterios de inclusión: imágenes con tinción adecuada, bien enfocadas y representación completa de las estructuras celulares.

Crterios de exclusión: imágenes con desenfoque, sobreexposición, tinción deficiente o presencia de artefactos histológicos.

### **Consideraciones éticas**

La información se recolectó siguiendo las normas éticas, garantizando la privacidad y la confidencialidad de los datos de los pacientes mediante el anonimato de las muestras. Además, se veló por el principio de no maleficencia, asegurándose de que el proceso de recolección de muestras no causara ningún daño a los pacientes. La investigación se diseñó, también, con el objetivo de beneficiar a la salud pública, aportando una herramienta al avance en el diagnóstico del cáncer de mama.

El protocolo de investigación fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad del Cauca. Para garantizar la confidencialidad y el cumplimiento de las consideraciones éticas, se firmó una carta de solicitud que aseguraba el acceso a muestras de una fuente autorizada sin revelar información sensible de los pacientes.

### **Distribución de datos**

Los datos se organizaron en las cuatro categorías de HER2 (0+, 1+, 2+, 3+) y se dividieron en conjuntos de entrenamiento (70 %), validación (15 %) y prueba (15 %).

El tamaño de la muestra se determinó considerando la disponibilidad de muestras válidas por la categoría de HER2, la necesidad de garantizar el balance y la representatividad entre cuatro categorías. La cantidad final de 28.507 imágenes ofreció un volumen adecuado para evitar el sobreajuste y garantizar la estabilidad estadística en la fase de validación.

### **Modelado**

**Enfoque.** Para construir los modelos, se usaron dos técnicas: una con las redes neuronales profundas y otra con los Transformers.

**Redes neuronales convolucionales** (Convolutional Neural Network, CNN). Son modelos de aprendizaje profundo diseñados para procesar imágenes mediante la aplicación de filtros o núcleos que extraen las características relevantes, lo cual permite aprender patrones repetitivos en toda la imagen. Tras cada operación de convolución, la ventana se mueve y se capturan las características en los mapas de características. Estos mapas recogen el campo receptivo local de la imagen, utilizando pesos y sesgos compartidos 13.

**Transformers.** Estos modelos usan una arquitectura de redes neuronales basada en el mecanismo de self-attention, lo que les permite asignar importancia a diferentes elementos de una secuencia sin importar su posición. Esta capacidad los hace eficientes para procesar secuencias largas, superando las limitaciones de las redes neuronales recurrentes y las redes neuronales convolucionales 14. Su estructura principal incluye un codificador para procesar la entrada y un decodificador para generar la salida. Los transformers han revolucionado el procesamiento del lenguaje natural y han ampliado su aplicación a áreas como la visión por computadora 14.

Un transformador de visión (Vision Transformer, ViT) adapta la arquitectura del modelo Transformer para tareas de visión por computadora, divide las imágenes en parches de tamaño fijo que las trata como “palabras” en una secuencia, procesándolas con capas de atención para capturar relaciones globales entre regiones. A diferencia de las redes neuronales convolucionales, el transformador de visión no utiliza convoluciones, lo que le permite superar limitaciones espaciales y destacarse en la clasificación de imágenes, especialmente con grandes volúmenes de datos de entrenamiento 15.

### **Construcción del modelo**

**Definición de parámetros e hiperparámetros.** El entrenamiento de redes neuronales profundas requiere establecer hiperparámetros clave, como el número de capas, las neuronas por capa y las funciones de activación, que permanecen constantes durante el proceso. También, se elige una función de pérdida, un optimizador y la cantidad de épocas para mejorar la precisión del modelo. En el caso de los transformadores de visión, se ajustan parámetros específicos, como el número de capas de transformadores, el tamaño de las representaciones vectoriales (embeddings), la cantidad de encabezados (heads) de la atención, el tamaño de imagen de entrada y el método de división en parches 16,17. Además, se optimizan la tasa de aprendizaje y el tamaño del lote para mejorar el rendimiento. Los modelos aquí descritos se entrenaron siguiendo la metodología de transferencia de aprendizaje.

**Aprendizaje por transferencia.** Este reutiliza un modelo pre-



**Industria Argentina**  
**Fábrica en Quilmes**

Más de **18**  
años en el  
mercado

300 tests/hora

Sistema abierto, cantidad  
ilimitada de métodos

Carga Continua de  
muestras

Carga de urgencias

Manejo de Interferencias

Lector de Códigos de  
Barras Opcional

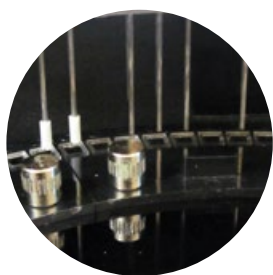
Mantenimiento por  
alarmas programadas de  
acuerdo al uso - bajo  
costo

LIS

Apto para Turbidimetría -  
Drogas de Abuso y  
Monitoreo de Drogas  
Terapéuticas



Tubo **primario**  
Muestras pediátricas



Lavador de  
cubetas



Aguja con Mezcla y  
Sensores de Impacto



Cubetas reutilizables  
de **alta duración**

**El mejor servicio posventa, técnico y de aplicaciones**

viamente entrenado en un conjunto de datos grande y lo ajusta para una tarea específica, entrenándolo con menos datos. En las redes neuronales profundas, se congelan capas del modelo original y se ajustan solo las finales, con lo cual se acelera el entrenamiento y se mejora el rendimiento 18. El afinamiento de un transformador de visión consiste en cargar los pesos preentrenados, reemplazar la capa de clasificación según el número de clases del nuevo conjunto de datos y, en algunos casos, congelar las capas inferiores para conservar las características generales.

**Técnicas de regularización.** Para evitar el sobreajuste y mejorar la generalización del modelo, se utilizaron técnicas de regularización -entre ellas, Early Stopping que detiene el entrenamiento cuando el rendimiento en validación empeora- y el aumento de datos que genera variaciones en las imágenes para fortalecer el modelo, especialmente en el dominio médico.

Debido a su eficiencia y capacidad para manejar la clasificación de las imágenes, se consideraron cuatro redes neuronales profundas: VGG16 19, MobileNetV2 20, ResNet50 19 y EfficientNetB0 21; también, se utilizaron dos modelos de Vision Transformer: EVA02 22 y ViT-B/16 15.

### **Arquitectura de modelos de redes neuronales convolucionales**

**VGG16.** La red VGG16 se entrenó en la base de datos ImageNet 23. Consta de 16 capas de convolución y tiene un campo receptivo pequeño de 3 x 3. Tiene una capa de agrupación máxima de tamaño 2 x 2 y tiene un total de cinco capas de este tipo. Hay tres capas completamente conectadas después de la última capa de agrupación máxima. Enseguida, se presentan tres capas completamente conectadas. Se utiliza el clasificador softmax como capa final. La activación ReLU se usa en todas las capas ocultas 19.

**MobileNetV2.** Esta red neuronal ha utilizado convoluciones ligeras en profundidad para filtrar características. Comienza con una convolución estándar inicial (3 x 3, stride 2) seguida de bloques Inverted Residual con convoluciones depthwise separables, que incluyen una etapa de expansión (conv 1 x 1), convolución depthwise (3 x 3) y proyección (conv 1 x 1), con conexiones residuales, según corresponda. Estos bloques están distribuidos estratégicamente con diferentes configuraciones de expansión, filtros y strides. Finaliza con una convolución 1 x 1 para expandir canales, una capa de pooling global promedio y una capa completamente conectada con activación softmax para la clasificación 20.

**ResNet-50.** Esta es una forma abreviada de redes residuales

que tiene 50 capas. Es comparable con la VGG16, excepto que ResNet-50 tiene una capacidad adicional de mapeo de identidad. Esta red neuronal predice el delta que se requiere para alcanzar la predicción final de una capa a la siguiente. También, reduce el problema del gradiente evanescente, al permitir que este camino alternativo de atajo fluya a través del gradiente. El mapeo de identidad utilizado en ResNet permite que el modelo omita una capa de peso de las redes neuronales convolucionales si la capa actual no es necesaria. Esto ayuda a evitar el problema de sobreajuste al conjunto de entrenamiento 19.

**EfficientNetB0.** Esta red es el modelo base de la familia, diseñado desde cero mediante un proceso de búsqueda automática de arquitectura (NeuralArchitecture Search, NAS). Su arquitectura se construye utilizando bloques MBConv (Mobile Inverted Bottleneck Convolution), combinados con técnicas de atención de canales (Squeeze-and-Excitation, SE) y un esquema de escalado compuesto para optimizar el rendimiento. Utiliza un método de escalado compuesto para ajustar simultáneamente la profundidad, la anchura y la resolución de la red, logrando un balance óptimo entre precisión y eficiencia. Con solo 5,3 millones de parámetros, emplea la función de activación swish y técnicas de regularización como dropout 21.

### **Arquitectura de modelos Transformer**

**EVA-02.** El modelo Enhanced Vision Transformer Architecture (EVA-02) es una versión optimizada del transformador de visión, el cual mejora la eficiencia en las tareas de visión por computadora. Ajusta la división de imágenes en parches para capturar mejor las características locales, modifica los bloques de atención para una asignación más eficiente de los recursos y el procesamiento rápido de las imágenes de alta resolución. EVA-02 es útil en la clasificación y la segmentación de imágenes médicas, y en otras aplicaciones que requieren gran calidad y resolución 22.

**ViT-B/16.** El modelo ViT-B/16 es una variante del transformador de visión, donde B indica la configuración “base” adaptada de Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) y “/16” significa que la imagen de entrada se divide en parches de 16 x 16 píxeles. Cuenta con 12 capas, un tamaño oculto de 768, un “perceptrón” de múltiples capas (Multi-Layer Perceptron, MLP) de un tamaño de 3.072, 12 encabezados de atención y 86 millones de parámetros. Además, el largo de la secuencia del transformador de visión es inversamente proporcional al cuadrado del tamaño del parche, lo que implica que los modelos con parches más pequeños requieren mayor capacidad computacional 15.

### **Técnicas de ensamble de modelos**

Para mejorar la precisión y la solidez del modelo, se implementaron dos técnicas de ensamblado: ensamble por promedio y clasificador por votación.

- **Ensamble por promedio (average ensemble).** Permite combinar múltiples modelos base mediante un promedio ponderado, reduciendo la tasa de error y la varianza, lo que mejora la capacidad de generalización del sistema 24.
- **Clasificador por votación (VotingClassifier).** Combina las predicciones de varios modelos para obtener un mejor desempeño. Puede ser votación dura, en la cual la clase con más votos es la predicción final, o votación blanda, que pondera las probabilidades de cada modelo, lo que resulta útil en caso de distribuciones desequilibradas. Este método es ampliamente utilizado en visión por computadora y bioinformática 25.

### Validación y evaluación

La evaluación del modelo se llevó a cabo en dos sentidos: el primero, la evaluación del desempeño del modelo, y, el segundo, el grado de aceptación por parte de los patólogos. Para ello, se implementó una interfaz optimizada con Gradio, una librería de código abierto para Python que facilita la creación de interfaces web interactivas en el aprendizaje automático y en la ciencia de datos 26. La plataforma permite cargar

imágenes para su análisis y muestra la clasificación correspondiente en la misma sección de visualización. Este proceso puede repetirse para analizar nuevas imágenes de manera sencilla e intuitiva.

### Evaluación del desempeño del modelo

Se evaluó el rendimiento del modelo utilizando datos de prueba no vistos previamente por el modelo, garantizando la reiteración externa del modelo. Se emplearon mediciones clave para establecer su capacidad predictiva, como se lista a continuación:

**Matriz de confusión:** resume el desempeño del modelo en términos de verdaderos positivos (true positive, tp), falsos positivos (false positive, fp), verdaderos negativos (true negative, tn) y falsos negativos (false negative, fn).

**Exactitud:** representa la proporción de predicciones correctas sobre el total de muestras evaluadas.

$$\text{Acc} = \frac{\text{tp} + \text{tn}}{\text{tp} + \text{fp} + \text{tn} + \text{fn}}$$

**Sensibilidad y especificidad:** miden la capacidad del modelo



## Tecnología escalable que acompaña su crecimiento

**Módulo WEB, parte de la familia de NextLAB, que permite gestionar amigablemente a Pacientes, Doctores y Laboratorios derivantes**

Detalle del módulo WEB.  
Concentra la información del laboratorio en un solo sitio de internet.

p-WEB Brinda la posibilidad para que el paciente, desde cualquier lugar, acceda a sus resultados para descargar/ imprimir, ingresando un usuario y clave de acceso.

i-WEB Módulo que permite la solicitud a pie de cama de nuevos análisis.

d-WEB Permite administrar la carga, el seguimiento y el resultado, siendo la mejor herramienta para los laboratorios derivantes.



Pacientes  
Médicos  
Lab. Derivantes

Av. del Libertador 8630 6to Piso "1"  
C1429EIB Nuñez Buenos Aires  
T. (+5411)52 63 02 75 Rot

NextLAB BY Genetries S.A  
www.nextlab.com.ar  
info@nextlab.com.ar



**NextLAB**  
SOFTWARE INTELIGENTE

para identificar correctamente los casos positivos y negativos, respectivamente.

$$Se = \frac{tp}{tp + fn}$$

$$Es = \frac{tn}{tn + fp}$$

**Precisión y recordación (recall):** evalúan la proporción de casos positivos correctamente identificados y la capacidad de recuperar los casos positivos reales.

$$Pr = \frac{tp}{tp + fp}$$

$$Re = \frac{tp}{tp + tn}$$

**Coefficiente de correlación de Matthews (MCC):** proporciona una evaluación más equilibrada del rendimiento del modelo, y es útil en conjuntos de datos desequilibrados.

$$MCC = \frac{tn \times tp - fn \times fp}{\sqrt{(tp + fp)(tp + fn)(tn + fp)(tn + fn)}}$$

**Coefficiente de similitud de Dice:** aplicado en la segmentación de imágenes médicas, mide la superposición entre predicciones y etiquetas reales.

$$DSC = \frac{2|Y \cap \hat{Y}|}{|Y| + |\hat{Y}|} = \frac{2tp}{fp + 2tp + fn} = 2 \frac{Pr * Re}{Pr + Re}$$

### Evaluación en el entorno clínico

Se estudió la concordancia de la clasificación del nivel del HER2 en tejido mamario canceroso, con la participación de un patólogo. Los resultados se analizaron mediante la sensibilidad, la especificidad y el coeficiente kappa de Cohen, el cual cuantifica la concordancia entre evaluadores, o entre el modelo y los expertos clínicos. Un valor cercano a uno indica gran concordancia, mientras que los valores bajos sugieren que el acuerdo es similar al azar.

Se compararon dos métodos:

- **Evaluación convencional:** clasificación visual basada en criterios clínicos.

- **Evaluación asistida por software:** predicción automatizada con revisión del especialista.

### Evaluación de la herramienta

En el proceso de evaluación de la herramienta para clasificar los niveles de HER2, se siguió la norma ISO/IEC 25022:2016, en la que se establece un conjunto de mediciones para evaluar la calidad del uso de un sistema o software desde la perspectiva del usuario final 27. El estándar propone cinco etapas en el proceso de evaluación: definición, diseño, planificación, ejecución y conclusión. El objetivo principal es garantizar que el sistema cumpla con los criterios de calidad en términos de eficacia, eficiencia y satisfacción.

### Definición de la evaluación

Se establecieron los objetivos para evaluar la calidad del desempeño de la herramienta en el diagnóstico del nivel de HER2 en tejido mamario canceroso, priorizando tres características clave:

- **Eficacia (50 %):** precisión y concordancia con el criterio de los patólogos.

- **Eficiencia (30 %):** tiempo requerido en comparación con el método tradicional.

- **Satisfacción (20 %):** facilidad de uso e integración en el flujo de trabajo.

### Diseño de la evaluación

En esta se definieron las mediciones, métodos y criterios de éxito para evaluar cada subcaracterística. Cada subcaracterística fue ponderada de acuerdo con su impacto en la herramienta.

En la evaluación de la herramienta, se establecieron tres características principales, cada una con un nivel de importancia y ponderación específicos. La eficacia se consideró la característica más relevante, con una ponderación del 50 %; se evaluó mediante el análisis de la concordancia entre los resultados del modelo y los del criterio del patólogo. La eficiencia obtuvo una ponderación del 30 %, determinada a partir del tiempo medio requerido para el diagnóstico con uso del software y sin él. Finalmente, la satisfacción se asignó con una ponderación del 20 %, evaluada mediante las encuestas sobre la escala de facilidad de uso del sistema (System Usa-

La trazabilidad de tus datos asegurada

# GLYMS CLOUD

## Software para laboratorios

Un salto de calidad en la gestión de tu laboratorio

GLYMS Cloud es el sistema de gestión en la nube pensado para laboratorios en crecimiento que buscan optimizar su trabajo y profesionalizar sus procesos.

- Administración integral de muestras, procesos y resultados
- Trazabilidad completa y control en cada etapa
- Implementación ágil, sin inversión en infraestructura

Robustez y experiencia al servicio de tu laboratorio

Desarrollado sobre una plataforma con trayectoria comprobada en el sector.

La seguridad y la trazabilidad de la información, garantizadas.



**Conoce hoy!**

Escribinos a: [administracion@glyms.com](mailto:administracion@glyms.com)

Whatsapp: +54 9 11 60023566



[www.glyms.com](http://www.glyms.com)

bility Scale, SUS) y la retroalimentación proporcionada por los patólogos participantes.

### **Especificación de las mediciones**

Se definieron las mediciones correspondientes para evaluar cada subcaracterística del sistema, junto con su propósito y método de medición.

Para evaluar la concordancia, se emplearon parámetros como la sensibilidad, la especificidad y el índice kappa, con el fin de medir la precisión y la confiabilidad del diagnóstico mediante el software, en comparación con los diagnósticos realizados por los patólogos, así como el nivel de concordancia en la clasificación del HER2. El procedimiento consistió en comparar los resultados del software con el diagnóstico de referencia de los especialistas y hacer las respectivas mediciones.

En cuanto al tiempo medio para el diagnóstico, con software y sin él, se consideraron indicadores como el tiempo promedio por imagen, y la diferencia de tiempo entre el método tradicional y el asistido por el software. Esta medición tuvo como propósito determinar si la herramienta mejoraba la eficiencia del proceso diagnóstico sin afectar la exactitud, mediante la medición del tiempo que tarda un patólogo en analizar cada imagen bajo ambas condiciones.

Finalmente, para la satisfacción, se hicieron encuestas sobre la escala de facilidad de uso del sistema y se recopiló la retroalimentación de los patólogos, con el objetivo de evaluar la facilidad de uso, la aceptación y la integración del software en el flujo de trabajo clínico. Este proceso incluyó el uso de las encuestas después de utilizar la herramienta, y el análisis de las tendencias y del nivel general de satisfacción reportado por los participantes.

### **Definición de la puntuación de la calidad del desempeño**

Para interpretar los resultados obtenidos, se tuvieron en cuenta los niveles según la puntuación y los grados de satisfacción. Para la evaluación de la satisfacción, se estableció una escala de medición basada en rangos porcentuales que determinan el grado de cumplimiento de los requisitos del software. Los valores entre 79,1 y 100,0 indican un desempeño muy satisfactorio, correspondiente a un cumplimiento pleno de los requisitos.

Los valores entre 49,1 y 79,0 reflejan un resultado satisfactorio o aceptable. Cuando el puntaje se ubica entre 19,1 y 49,0, se considera no satisfactorio, aunque mínimamente aceptable. Finalmente, los valores entre 0,0 y 19,0 repre-

sentan un desempeño inaceptable e indican que el sistema no cumple con los estándares esperados.

### **Planificación de la evaluación**

En esta etapa, se decidió cómo se llevaría a cabo la evaluación del sistema, incluyendo las tareas a cargo de los usuarios y los instrumentos de medición utilizados. Las principales actividades fueron las siguientes:

Definición de tareas para medir la eficacia y la eficiencia. Se establecieron las siguientes tareas específicas a cargo del patólogo que evaluaría la herramienta:

- Acceder al software y cargar las imágenes de tejido mamario.
- Clasificar manualmente de las imágenes sin el software de apoyo.
- Llevar a cabo la clasificación asistida con el software.
- Comparar el diagnóstico manual con el diagnóstico del software y hacer ajustes si se considerare necesario.
- Registrar el tiempo empleado en cada caso (con software y sin él), y evaluar el desempeño según el grado de eficiencia temporal. Para ello, se establecieron rangos que clasifican el rendimiento del sistema en función del tiempo promedio requerido durante el diagnóstico. Los valores entre 75,1 y 100,0 corresponden a un grado muy eficiente, y evidencian una reducción significativa del tiempo. Los valores entre 50,1 y 75,0 corresponden a una eficiencia moderada, con una mejora observable pero no sobresaliente. Los puntajes entre 25,1 y 50,0 se interpretan como neutros e indican una diferencia mínima entre los métodos comparados, mientras que los valores entre 0,0 y 25,0 indican ineficiencia, al no presentar una mejora significativa o, incluso, mostrar un aumento en el tiempo requerido.
- Exportar los resultados en el formato establecido para el análisis de concordancia.

Diseño de la encuesta de facilidad de uso. Para evaluar la satisfacción y la comodidad con el desempeño, se decidió utilizar la escala de facilidad de uso del sistema 28, una herramienta estandarizada que proporciona una evaluación global de la percepción de la facilidad de uso. La encuesta consta de diez preguntas que el participante califica en una escala de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo).



## SUEROS HEMOCLASIFICADORES Anti-A, Anti-B y Anti-D (Rho)

Reactivos para la determinación cualitativa  
de los antígenos eritrocitarios A, B y D.



### Anti-A

CÓD. 347010

Frasco x 10ml

### Anti-B

CÓD. 357010

Frasco x 10ml

### Anti-D

CÓD. 367010

Frasco x 10ml

- Método basado en el principio de aglutinación.
- Solución de anticuerpos monoclonales de alta especificidad para la determinación de grupos sanguíneos ABO y Rh.
- Aglutinación macroscópica de clara visualización que permite interpretación rápida y confiable.
- **Presentaciones disponibles:**
  - **347010** Anti-A (IgM): 1 frasco x 10ml
  - **357010** Anti-B (IgM): 1 frasco x 10ml
  - **367010** Anti-D (IgG/IgM): 1 frasco x 10ml

LOS ESPERAMOS 21 Y 22 DE AGOSTO EN XIII JORNADAS INTERNACIONALES DE VETERINARIA  
- MAR DEL PLATA, ARGENTINA -



COMPROMETIDOS CON LA MÁS **ALTA CALIDAD EN EL DIAGNÓSTICO**

🌐 [gtlab.argentina](http://gtlab.argentina) | [infoprofesional@gtlab.com.ar](mailto:infoprofesional@gtlab.com.ar) | [www.gtlab.com.ar](http://www.gtlab.com.ar)

Diseño de la encuesta de satisfacción. Para evaluar la satisfacción y la percepción que tienen los patólogos del software, se diseñó una encuesta enfocada en la funcionalidad de la herramienta y su utilidad en la práctica clínica. La encuesta consta de ocho preguntas, clasificadas en tres categorías: satisfacción general, percepción sobre la facilidad de uso y percepción sobre la funcionalidad.

### **Satisfacción general**

- ¿Está satisfecho con el apoyo del software en la clasificación de HER2?
- ¿El software complementa bien su experiencia y conocimiento como patólogo?
- ¿Seguiría usando esta herramienta en futuros casos clínicos?

### **Percepción sobre la facilidad de uso**

- ¿El proceso de carga y análisis de imágenes es sencillo?
- ¿Las herramientas de asistencia son intuitivas?
- ¿El software proporciona información clara y útil para la toma de decisiones?

### **Percepción de funcionalidad**

- ¿La clasificación realizada por el software es confiable?
- ¿El software facilita el análisis de muestras y mejora la eficiencia del diagnóstico?

Ejecución de la evaluación. Se implementaron las actividades planificadas para evaluar el software, incluyendo la selección del patólogo según su experiencia y la preparación del entorno de pruebas. El patólogo hizo la clasificación manual y asistida, y se registraron las mediciones clave: sensibilidad, especificidad, concordancia kappa y tiempo de diagnóstico. También, se hicieron encuestas sobre la facilidad del uso y la satisfacción, y se recopilaron los datos para su análisis.

Conclusión de la evaluación. Se consolidaron los datos obtenidos, se verificó su integridad, se compararon los diagnósticos manuales y asistidos para evaluar la concordancia. Se analizó la puntuación del desempeño del software en términos de eficacia, eficiencia y satisfacción.

## **Resultados**

### **Evaluación del desempeño de los modelos**

**Modelos de redes neuronales convolucionales.** Se realizó el entrenamiento de los cuatro modelos de redes neuronales convolucionales: VGG16, MobileNetV2, ResNet-50 y EfficientNetB0, mediante la transferencia de aprendizaje y usando el conjunto de las imágenes seleccionadas.

Los resultados de exactitud evidenciaron que los modelos que mejor clasificaron las clases 1+ y 2+, fueron VGG16 con el 82,41 % y MobileNetV2 con el 79,72 %, mientras que los que mejor clasificaron las clases 0+ y 3+, fueron ResNet-50 con el 72,03 % y EfficientNetB0 con el 70,16 % (cuadro 1 y figura 2). Teniendo esto en cuenta, se realizó un ensamble mediante promedio y votación blanda con la combinación entre estos modelos (cuadro 2). El ensamble mediante votación blanda de los modelos VGG16 y EfficientNetB0, obtuvo el mejor desempeño en cuanto la exactitud, con el 82,23 %.

**Modelos de transformadores de visión.** Se emplearon dos modelos basados en la arquitectura de los transformadores de visión: EVA-02 y ViT-B/16. Ambos fueron entrenados para clasificar las cuatro clases correspondientes a los diferentes grados de sobreexpresión de HER2; los resultados sobre exactitud correspondieron al 90,15 y al 90,69 %, respectivamente (cuadro 3 y figura 3).

Se hizo un ensamble por votación blanda, combinando los modelos Vision Transformer con el mejor modelo de redes neuronales convolucionales, VGG16 (cuadro 4); además, se calculó la matriz de confusión del mejor modelo (figura 4). Este método fue seleccionado porque permite asignar mayor peso a un modelo, en este caso a los Vision Transformers, debido a su alto rendimiento.

### **Desarrollo de la herramienta para clasificar el HER2**

Se desarrolló una plataforma intuitiva con Gradio para facilitar el acceso del usuario final. Esta herramienta admite imágenes en formatos PNG, JPG, JPEG y BMP, aplicando un preprocesamiento para ajustarlas a las condiciones de entrenamiento del modelo ViT-B/16, optimizado para analizar la sobreexpresión del HER2 en el cáncer de mama. Finalmente, el modelo procesa las imágenes y genera la clasificación y predicción correspondientes.

El Programa de

# Control Externo

más utilizado en el mundo

LANZAMIENTO EN BG

**RANDOX**  
QUALITY CONTROL

**RIQAS** 

**76.000 laboratorios en 140 países**  
confían en RIQAS para garantizar precisión,  
comparabilidad y desempeño.

**37 programas multiparámetro**  
informes claros y resultados en **-de 72 hs.**  
Permite detectar desvíos rápidamente,  
optimizar recursos y elevar la calidad  
analítica del laboratorio.

YA DISPONIBLE EN

  
**BG**

[WWW.BGANALIZADORES.COM.AR](http://WWW.BGANALIZADORES.COM.AR)

Cuadro 1. Resultados de las medidas de evaluación del desempeño de los modelos CNN de las redes neuronales convolucionales.

Medida	Clase	VGG16	MobileNetV2	ResNet50	EfficientNetB0
DICE	0	78,93	75,83	68,27	66,54
	1	77,91	75,63	57,68	55,96
	2	64,71	56,04	49,75	39,74
	3	95,86	94,65	94,13	93,07
DICE AVG		79,35	75,54	67,46	63,83
Sensibilidad	0	89,46	76,29	94,84	96,16
	1	75,41	76,93	46,88	43,62
	2	53,04	46,79	36,25	27,14
	3	97,37	99,02	99,32	99,85
Especificidad	0	89,93	93,25	77,53	74,86
	1	90,19	86,05	91,76	93,54
	2	98,36	96,96	98,57	98,57
	3	97,39	95,38	94,70	93,34
Precisión	0	70,62	75,38	53,33	50,87
	1	80,23	74,36	74,95	78,03
	2	82,96	69,87	79,30	74,15
	3	94,39	90,65	89,45	87,15
F1-Score	0	78,93	75,83	68,27	66,54
	1	77,91	75,63	57,68	55,96
	2	64,71	56,04	49,75	39,74
	3	95,86	94,65	94,13	93,07
MCC		75,87	71,74	63,89	62,08
Exactitud		82,41	79,72	72,03	70,16

### Evaluación de la concordancia entre el patólogo y la herramienta de clasificación del HER2

Para evaluar la concordancia entre el patólogo y la herramienta

desarrollada, se empezó analizando 20 imágenes con una distribución relativamente equilibrada en cada nivel de HER2 (cuadro 5). Durante este proceso, también se midió el tiempo promedio de diagnóstico por imagen, obteniéndose un valor

LANZAMIENTO // ANALIZADOR DE IONOGRAMAS

HEALTEST XI-931



**Electrodos con 1 AÑO DE GARANTÍA**

***Precisión y control en cada etapa del proceso:***

- **Configuración disponible:** Na, K, Cl y Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>.
- **Velocidad de medición:** < 60 segundos/muestra.
- Visualización **en tiempo real** del estado de los electrodos.
- Detección **automática** de muestras.
- Registro de QC **por 30 días**.

**¡Y MUCHO MÁS!**

**Gematec**

**Distribución y soporte local**

Experiencia que respalda cada equipo.

 [www.gematec.com.ar](http://www.gematec.com.ar)

Escaneá el  
QR y solicitá  
información



Cuadro 2. Resultado de las técnicas de ensamble para los modelos de las redes neuronales convolucionales.

Ensamble mediante promedio		
Modelo 1 (50 %)	Modelo 2 (50 %)	Exactitud
VGG16	ResNet-50	80,03
	EfficientNetB0	81,10
MobileNetV2	ResNet-50	78,13
	EfficientNetB0	79,68
Ensamble mediante votación blanda		
Modelo 1 (70 %)	Modelo 2 (30 %)	Exactitud
VGG16	ResNet-50	81,48
	EfficientNetB0	82,23
MobileNetV2	ResNet-50	80,17
	EfficientNetB0	80,50

de 12 segundos por imagen. Por otro lado, con el segundo método que incluye la asistencia del software (cuadro 5) en este caso, el tiempo promedio de diagnóstico se extendió a 14 segundos.

A partir de la matriz de confusión (figura 5), se calcularon la sensibilidad, la especificidad y el índice kappa de Cohen. Los resultados obtenidos con el método asistido muestran una sensibilidad de 0,10 para las clases 0, 2 y 3, y de 0,67 para la clase 1, alcanzando un promedio global de 0,9167 (91,67 %). En términos de especificidad, se registraron valores de 0,875 para la clase 0. y de 0,10 para las clases 1, 2 y 3, con un promedio total de 0,9687 (96,87 %). Finalmente, el coeficiente kappa de Cohen fue de 0,8675 (86,75 %), lo que refleja una gran concordancia entre las predicciones del modelo y las etiquetas reales, y respalda la fiabilidad del sistema como herramienta de apoyo diagnóstico.

### Evaluación de la herramienta

Para la evaluación integral de la herramienta desarrollada, se consideraron las medidas de concordancia y los indicadores de eficiencia y satisfacción, con el fin de obtener una valoración completa de su desempeño. En primer lugar, se calculó

el promedio de las tres medidas principales de concordancia, obteniéndose un valor representativo de la eficacia del sistema, que alcanzó el 91,76 %, con una ponderación del 50 %, clasificada como muy satisfactoria, y con una contribución de 45,88 puntos al resultado final.

La eficiencia se evaluó mediante el tiempo de diagnóstico requerido para la clasificación de imágenes, con asistencia del software y sin ella. Se observó un incremento promedio de dos segundos al emplear la herramienta (de 12 a 14 segundos por imagen), diferencia considerada mínima. Por ello, se le asignó una puntuación neutral del 50 %, con una ponderación del 30 %, equivalente a 15 puntos, clasificándose como satisfactoria.

En cuanto a la satisfacción del usuario, los resultados se obtuvieron a partir de las encuestas de la escala de facilidad de uso del sistema y de satisfacción, que registraron puntuaciones de 82,5 y 92,5, respectivamente. El promedio de ambas evaluaciones fue del 87,5 %, correspondiente a un nivel muy satisfactorio, con una ponderación del 20 % y una contribución de 17,5 puntos.

Finalmente, al integrar los valores de las tres dimensiones -eficacia, eficiencia y satisfacción- se obtuvo un puntaje global de

# Financiación flexible para tu próximo equipo

Continúan vigentes las opciones de financiación que mejor se adaptan a tu laboratorio.

## PLAN ESPECIAL 9 CUOTAS

**ADELANTO INICIAL + 9 CUOTAS BIMESTRALES EN PESOS ARGENTINOS A TASA FIJA.**

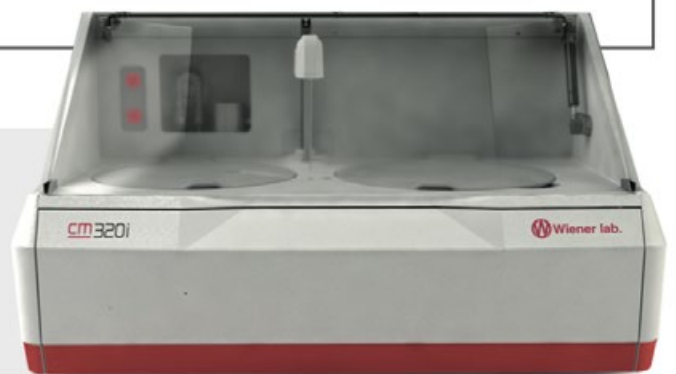
Pagás en 18 meses y con total previsibilidad.



## PLAN ESPECIAL 6 CUOTAS

**ADELANTO INICIAL + 6 CUOTAS MENSUALES EN PESOS ARGENTINOS A TASA FIJA**




Simple y rápido.



También contamos con opciones en dólares y planes personalizados.

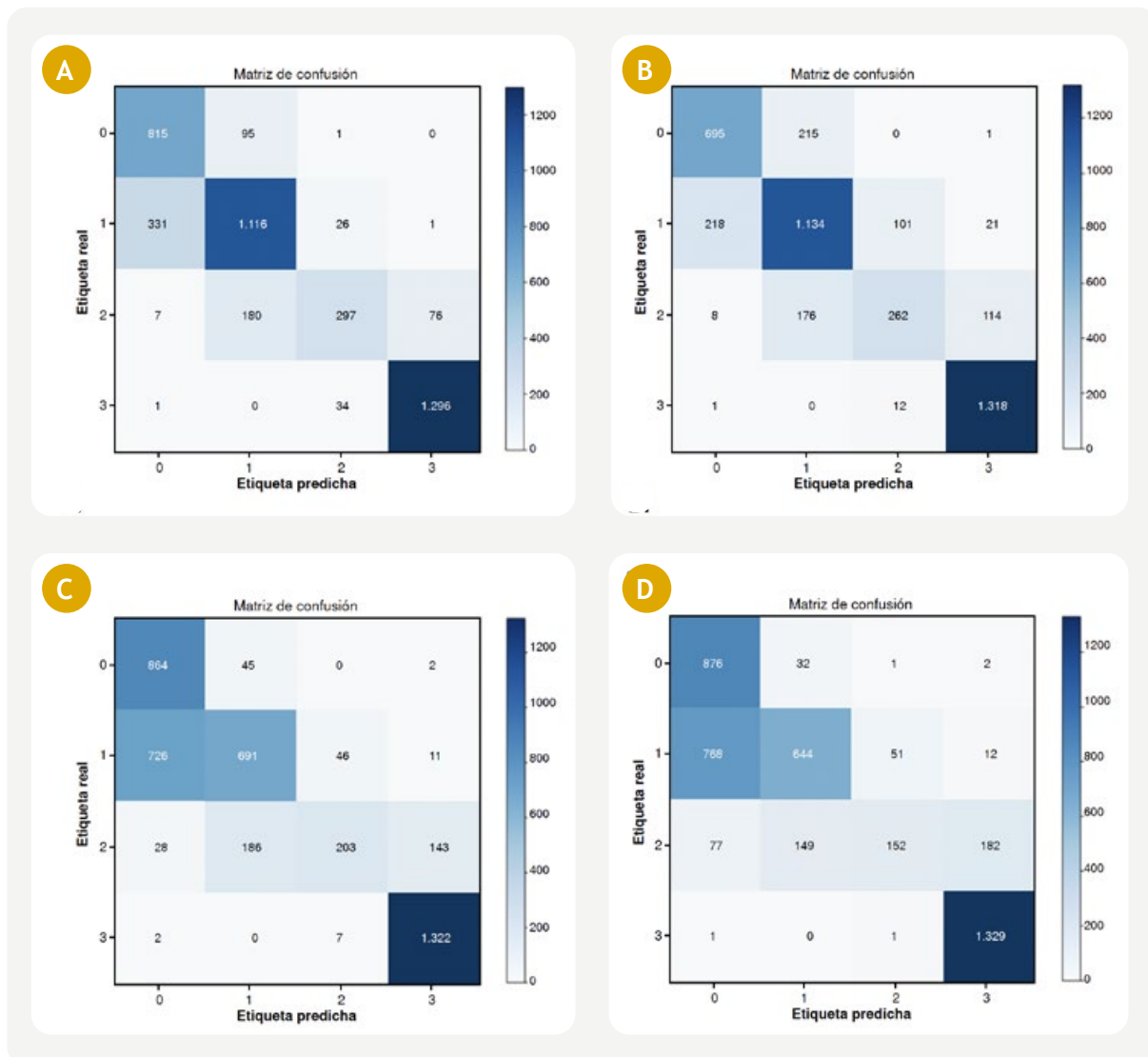
[wlargentina@wiener-lab.com](mailto:wlargentina@wiener-lab.com)

[www.wiener-lab.com](http://www.wiener-lab.com)

 Wiener lab.  
 @Wienerlabgroup  
 Wiener lab.

 **Wiener lab.**

Figura 2. Resultados de las matrices de confusión para los modelos de redes neuronales convolucionales. A. Modelo VGG16. B. Modelo MobileNet V2. C. Modelo ResNet-50. D. Modelo EfficientNetB0.



78,38, lo que corresponde a una aceptable calidad del desempeño y a un apropiado grado general de satisfacción. Estos resultados reflejan un desempeño adecuado del sistema como herramienta de apoyo diagnóstico en la clasificación automatizada del HER2, al combinar precisión técnica, facilidad de uso clínico y aceptación por parte de los especialistas.

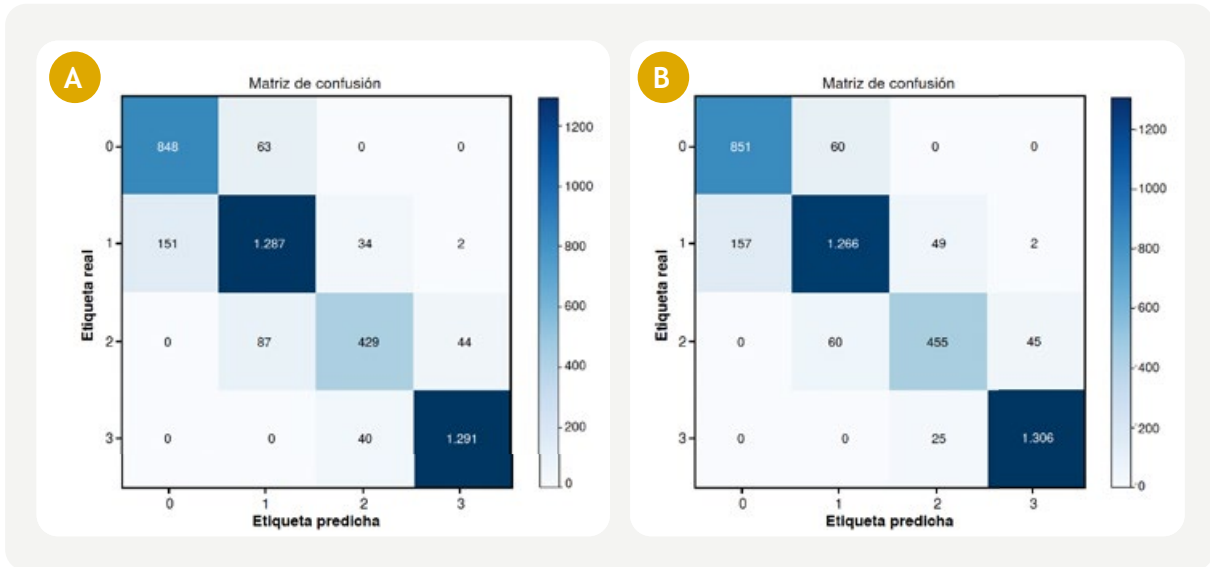
### Discusión

El conjunto de datos recolectado en esta investigación consta de un volumen considerable de imágenes (58.826) para la clasificación de los niveles de HER2, en comparación con otros trabajos como LMBNet 8, HER2-ResNet 10 y HERGAN 11, cuyos conjuntos de datos oscilan entre las 158 y las 5.200 imágenes.

Esta diferencia representa una fortaleza relevante ya que, al ser un conjunto de datos de tamaño considerable, proporciona una base sólida para el entrenamiento de las arquitecturas empleadas, reduce el sobreajuste y mejora la generalización del modelo. Además, al tratarse de imágenes reales y no sintéticas, se incrementa la confianza del patólogo, ya que asegura una mejor concordancia con las observaciones que hace el especialista.

El modelo ViT-B/16 alcanzó una exactitud del 90,69 %, superando el modelo de estimación de incertidumbre (89 %) 2, aunque este último se enfoca en cuantificar la incertidumbre mediante el Monte Carlo dropout para mejorar la interpretabilidad visual, un aspecto no abordado en el presente estudio. De forma similar, la regresión logística basada en inmunohis-

Figura 3. Resultados de las matrices de confusión para modelos Transformer. A. Modelo EVA02, B. MODELO ViTB16.



toquímica, reportó 89 % de exactitud y 93 % al incorporar datos FISH 9, priorizando la interpretabilidad sobre el rendimiento, mientras que este trabajo se orienta hacia la validación práctica con patólogos.

Comparado con modelos como LMBNet con el 96,92 % 8, HER2-ResNet con el 93 % 10 e InceptionResNetV2 con el 94,2 % 11, el rendimiento del modelo ViT-B/16 es ligeramente inferior. No obstante, la diferencia puede atribuir-

## Línea Automatizada de Uroanálisis URIT

Una solución para cada necesidad



UC-58



US-500



US-1000



US-1680

Automatización escalable con respaldo técnico especializado



Cuadro 3. Resultados de las medidas de evaluación del desempeño de los modelos Vision Transformer.

Medida	Clase	EVA02	ViT-B/16
DICE	0	88,80	88,69
	1	88,42	88,53
	2	80,71	83,56
	3	96,78	97,32
DICE AVG		88,68	89,53
Sensibilidad	0	93,08	93,41
	1	87,31	85,89
	2	76,61	81,25
	3	96,99	98,12
Especificidad	0	95,51	95,33
	1	94,65	95,72
	2	98,01	98,01
	3	98,44	98,40
Precisión	0	84,88	84,42
	1	89,56	91,34
	2	85,29	86,01
	3	96,56	96,53
F1-Score	0	88,80	88,69
	1	88,42	88,53
	2	80,71	83,56
	3	96,78	97,32
MCC		86,40	87,19
Exactitud		90,15	90,69

se a la variabilidad en los conjuntos de datos utilizados en los estudios, puesto que algunos son privados o contienen imágenes sintéticas, mientras que este estudio desarrolló

un conjunto propio de datos, lo cual permitió un mayor control sobre la calidad, la diversidad y la relevancia clínica de las muestras.

Sumá una nueva línea:  
**diagnóstico veterinario.**  
Los instrumentos,  
los instalamos nosotros.

**Stock para  
entrega inmediata.**

**Con financiación.  
Con soporte.**



**mindray**  
animal medical

**Diagnóstico veterinario IVD**

SOMOS REPRESENTANTES EXCLUSIVOS\*  
para productos de laboratorios veterinarios IVD en Argentina

**HEMATOLOGÍA**

**BIOQUÍMICA**

**INMUNOENSAYO**



**COECH**  
DIVISIÓN VETERINARIA

**CONSULTA A NUESTRO EQUIPO**

 +54 9 11 2469-7597

 [ventas.vet@coech.com.ar](mailto:ventas.vet@coech.com.ar)

**AADEE S.A.**  
desde 1973

**LANZAMIENTO**

**DESCUENTO ESPECIAL y CUOTAS PROMOCIONALES**

**POR TIEMPO LIMITADO**

**UC-58**  
Urine Analyzer

**URIT**

**UC-58**

- Incluye kit inicial de reactivos
- Analizador exclusivo de tiras reactivas

✉ INFO@AADEE.COM.AR

🌐 AADEE.AR

Una fortaleza clave del presente trabajo radica en la evaluación integral del modelo, que incluye mediciones de la exactitud, la sensibilidad, la especificidad, el índice de Matthews, el coeficiente de similitud de datos y el índice kappa de Cohen. Este análisis es más amplio que el de otros estudios que suelen centrarse únicamente en la exactitud, la precisión, la recordación y el puntaje F1.

Además, este trabajo introduce un enfoque diferencial al incorporar la evaluación con patólogos mediante encuestas sobre la escala de facilidad de uso del sistema y de satisfacción, conforme a la norma ISO/IEC 25022:2016, lo que permite medir la calidad del desempeño desde la perspectiva del usuario final. Esta validación clínica y de facilidad de uso es poco común en la literatura científica y refuerza la aplicabilidad práctica del sistema como herramienta de apoyo diagnóstico.

Los modelos de redes neuronales convolucionales alcanzaron un máximo del 82,41% de exactitud, destacándose en la clasificación de los niveles 0+ y 3+, mientras que los niveles 1+ y 2+ presentaron mayor dificultad, atribuida a la similitud entre clases (figura 1). Aunque los modelos como HER2GAN 11 obtienen mejores resultados, alcanzando una exactitud del 94,2% con InceptionResNetV2 al usar datos sintéticos, la propuesta de este estudio ofrece una ventaja significativa en términos de confiabilidad clínica al emplear únicamente imágenes reales.

Asimismo, se implementaron dos tipos de ensamble: el ensamble por promedio, en el que a los dos modelos se les asignó el mismo valor de importancia, el 50 % cada uno, alcanzando una exactitud entre el 78 y el 81,10 %, que superó a los modelos individuales ResNet50 y EfficientNetB0, pero no al modelo VGG16. Por otro lado, en la votación blanda, se asignó un mayor peso al modelo 1 del 70 % y un menor peso al modelo 2 del 30 %, ya que MobileNetV2 y VGG16, incluidos en el modelo 1, tuvieron un mejor rendimiento en los niveles del HER2 de interés: 1+ y 2+. Se obtuvieron exactitudes entre el 80 y el 82,23 %, un rendimiento superior al ensamble por promedio, aunque aún por debajo de la red VGG16.

Los modelos EVA-02 y ViT-B/16, entrenados con EarlyStopping, alcanzaron exactitudes del 90,15 y el 90,69 %, respectivamente. Ambos mostraron un desempeño destacado en los niveles 0+ y 3+, y los niveles 1+ y 2+ continuaron siendo como los más desafiantes (figura 2). Si bien EVA-02 se ubica ligeramente por debajo de HER2-ResNet con el 93% de exactitud, e InceptionResNetV2 con el 94,2%, ofrece ventajas en interpretabilidad al prescindir de las convoluciones tradicionales.

La combinación de ViT-B/16 con VGG16 mejoró la exactitud global al 90,93 %, aunque con un menor rendimiento en la clase 2+, de especial interés clínico. Este resultado sugiere que los modelos híbridos pueden mejorar la exactitud general.

En general, los resultados de sensibilidad y especificidad superiores al 90 %, junto con un índice kappa mayor de 0,85, confirman la gran fiabilidad del sistema. El estudio aporta un enfoque integral que combina técnicas

Liofilizados • Almacenamiento a temperatura ambiente • 24 meses de vida útil • Diferentes presentaciones para cada kit • Comparten protocolo térmico  
Compatibilidad con la mayoría de los instrumentos del mercado • CE-IVD

**certest** VIASURE



Termociclador  
V-Lab 96  
también disponible

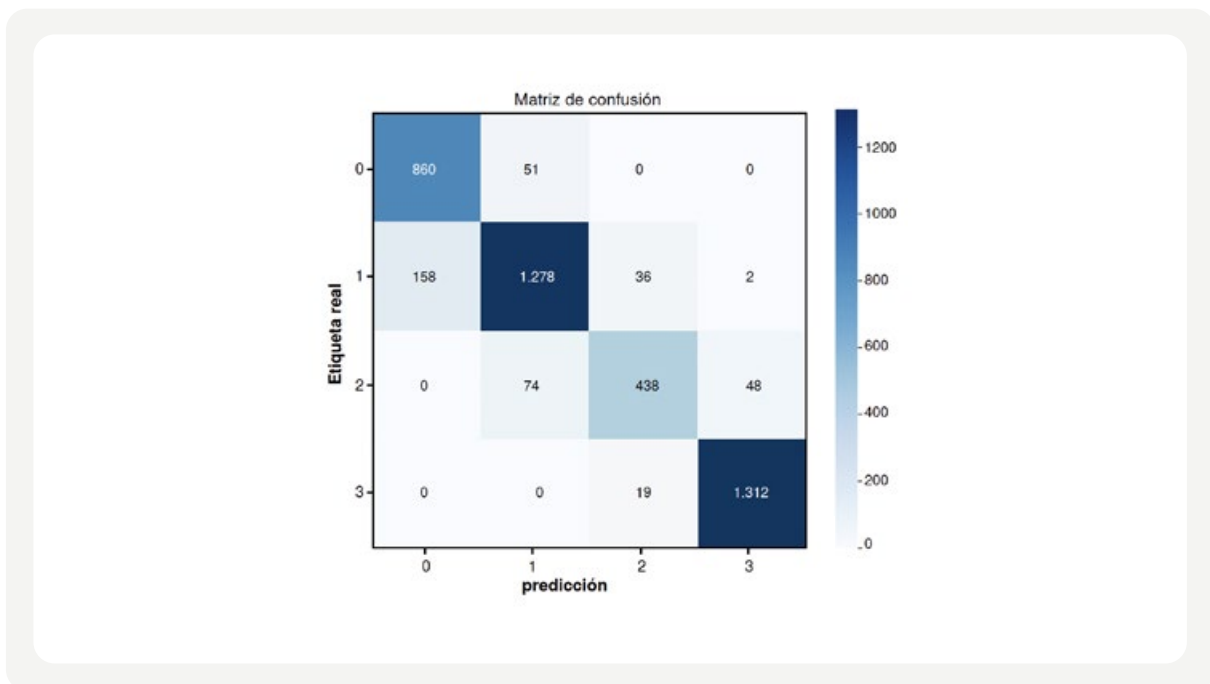
**DESCARGÁ  
EL CATÁLOGO  
COMPLETO**



Cuadro 4. Resultados de la técnica de ensamble mediante votación blanda para transformers

Modelo 1 (70 %)	Modelo 2 (30 %)	Exactitud
EVA02	VGG16	74,72
ViT-B/16	VGG16	90,93

Figura 4. Resultado de la matriz de confusión para el ensamble mediante votación blanda de los modelos ViT-B/16 y VGG16



avanzadas de aprendizaje profundo con una validación clínica y de facilidad de uso, lo cual constituye un aporte significativo al campo de la clasificación automatizada del HER2.

Aunque el valor diagnóstico de la herramienta es evidente, sus aplicaciones podrían extenderse más allá del entorno clínico inmediato. Por ejemplo, podría emplearse como herramienta de apoyo en la formación de los residentes de patología, o como sistema asistido en los laboratorios con menor capacidad diagnóstica, donde facilitaría la detección temprana de los casos sospechosos y estandarizaría los criterios de evaluación.

Si bien los resultados obtenidos son prometedores, se identifican algunas limitaciones del presente estudio. El entrenamiento se realizó sobre una base de datos institucional única, lo cual podría restringir la capacidad de generalización del modelo a otros entornos clínicos. Asimismo, pue-

den existir sesgos en la selección de imágenes, derivados de las condiciones de captura o de la variabilidad en las tinciones utilizadas.

Se considera necesaria una validación externa multicéntrica que permita confirmar la solidez del modelo en diferentes contextos hospitalarios. Además, el tiempo de respuesta computacional aún puede optimizarse, dado que la eficiencia temporal obtuvo una puntuación del 50 %, lo que refleja la necesidad de mejorar la velocidad de procesamiento del sistema.

Por otro lado, la variabilidad en la clasificación de los niveles 1+ y 2+ continúa siendo un desafío, común en la literatura, debido a la similitud de los patrones visuales. Las futuras investigaciones podrían explorar enfoques basados en la atención con múltiples escalas, el aumento de los datos específicos para las clases intermedias o los modelos

# ba bioars

## El siguiente nivel de la automatización

### La alegría ahora es doble

- Dispensación automática en todo el proceso.
- Compatible con todas las pruebas de Alegria.
- Hasta 240 pruebas en 8 horas.

alegria<sup>2</sup>



### Un amigo ya conocido

- Ensayos ELISA en formato **monotest**.
- Validación de cada test por su propio estándar.
- Más de 100 parámetros disponibles.



alegria

Estomba 961 - Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
Argentina - Tel.: +5411 4555 4601  
Mail: [rmkt@bioars.com.ar](mailto:rmkt@bioars.com.ar)  
Web: [www.bioars.com.ar](http://www.bioars.com.ar)



ba  
bioars

ORGENTEC  
by sebla

Cuadro 5. Resultados de la clasificación de veinte imágenes de HER2 mediante el método de evaluación convencional y el método de evaluación asistida.

Imagen	Evaluación convencional	Evaluación asistida por el software	
	Nivel de HER2 Patólogo	Nivel de HER2 Patólogo	Software
0	0	0	0
1	1	2	2
2	1	1	0
3	3	3	3
4	1	1	1
5	3	3	3
6	0	0	0
7	2	2	2
8	3	3	3
9	1	1	1
10	1	2	2
11	3	3	3
12	0	0	0
13	2	2	2
14	1	1	1
15	0	1	1
16	3	3	3
17	0	0	0
18	2	2	2
19	1	1	0

multimodales que integren información de tinciones complementarias como FISH.

El uso de la inteligencia artificial, específicamente el modelo Vision Transformer ViT-B/16 dentro de la metodología CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining), permitió automatizar con gran precisión la detección y la

cuantificación del HER2 en tejido mamario canceroso, alcanzando el 90,69 % de exactitud. La evaluación del sistema evidenció su eficacia y facilidad de uso, con un nivel de satisfacción aceptable en su aplicación clínica, aunque se identificó que la optimización del tiempo de procesamiento es un aspecto por mejorar. Los resultados reflejan una gran concordancia diagnóstica, reduciendo la subjetividad

# EFEMÉRIDES

# Julio

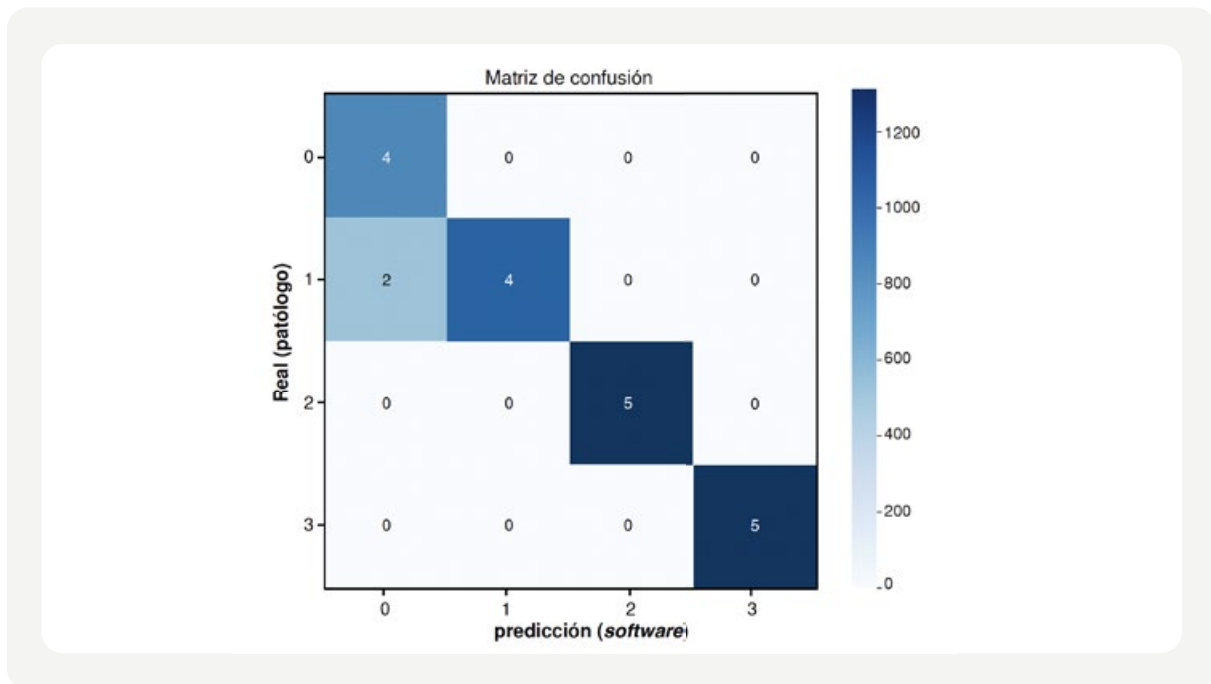
04 | Día Argentino del Médico Rural

06 | Primera vacunación antirrábica en un ser humano

12 | Día Argentino de la Medicina Social

28 | Día Mundial contra la Hepatitis (OMS)

Figura 5. Resultado de la matriz de confusión para la evaluación de concordancia mediante el método de evaluación asistida por software.



y mejorando la confiabilidad en la selección de tratamientos personalizados, lo que fortalece su aplicabilidad en la práctica clínica.

Las contribuciones de este trabajo son: la creación de un conjunto de datos de imágenes que documenta tejidos mamarios con los cuatro niveles de expresión del HER2; la implementación de modelos de la inteligencia artificial para la identificación precisa del estado del HER2, con el potencial de asistir a los patólogos en decisiones clínicas, y la adopción de una herramienta por parte de los especialistas que podría reducir la variabilidad a la hora de hacer los diagnósticos, haciendo que la evaluación de las muestras histológicas sea más efectiva y optimizando el proceso para un tratamiento dirigido.

Además, este trabajo sienta las bases para seguir usando la inteligencia artificial en el futuro en la ampliación del análisis de biomarcadores importantes en el cáncer de mama -como Ki-67- lo cual permitirá desarrollar modelos más completos y personalizados para la clasificación del cáncer de mama.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen al Laboratorio de Inmunología y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad del Cauca y a su equipo, por su valiosa asesoría técnica. Asimismo, expresan su gratitud a la Unidad de Diagnóstico en Patología por facilitar el acceso a las placas histológicas y, en general, a la Universidad del Cauca, por su apoyo institucional.

Recibido: 02/04/2025, Revisado: 08/10/2025,

Aceptado: 15/10/2025, Publicado: 20/10/2025

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Cancer Society. What is cancer | Cancer basics. Fecha de consulta: 22 de diciembre de 2024. Disponible en: <https://www.cancer.org/cancer/understanding-cancer/what-is-cancer.html>
2. Bórquez S, Pezoa R, Salinas L, Torres CE. Uncertainty estimation in the classification of histopathological images with HER2 overexpression using Monte Carlo Dropout. *Biomed Signal Process Control*. 2023;85:104864. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2023.104864>
3. Swain SM, Shastry M, Hamilton E. Targeting HER2-positive breast cancer: Advances and future directions. *Nat Rev Drug Discov*. 2023;22:101-26. <https://doi.org/10.1038/s41573-022-00579-0>
4. American Cancer Society. Breast cancer HER2 status | What is HER2 status? Fecha de consulta: 22 de diciembre de 2024. Disponible en: <https://www.cancer.org/cancer/types/breast-cancer/understanding-a-breast-cancer-diagnosis/breast-cancer-her2-status.html>
5. American Society of Clinical Oncology. Breast cancer. Fecha de consulta: 22 de diciembre de 2024. Disponible en: <https://society.asco.org/practice-patients/guidelines/breast-cancer>
6. International Agency for Research on Cancer. Cancer today. Fecha de consulta: 22 de diciembre de 2024. Disponible en: <https://gco.iarc.who.int/today/>

7. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Defunciones no fetales 2020. Fecha de consulta: 22 de diciembre de 2024. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/nacimientos-y-defunciones/defunciones-no-fetales/defunciones-no-fetales-2020>
8. Zheng Y, Liang H, Zhao S. LMBNet: Lightweight multiple branch network for recognition of HER2 expression levels. *Proc Comput Sci*. 2023;222:197-206. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.08.157>
9. Córdova C, Muñoz R, Olivares R, Minonzo JG, Lozano C, González P, et al. HER2 classification in breast cancer cells: A new explainable machine learning application for immunohistochemistry. *Oncol Lett*. 2023;25:44. <https://doi.org/10.3892/ol.2022.13630>
10. Wang X, Shao C, Liu W, Liang H, Li N. HER2-ResNet: A HER2 classification method based on deep residual network. *Technol Health Care*. 2022;30(Supl.1):215-24. <https://doi.org/10.3233/THC-228020>
11. Mirimoghaddam MM, Majidpour J, Pashaei F, Arabalibeik H, Samizadeh E, Roshan NM, et al. HER2GAN: Overcome the scarcity of HER2 breast cancer dataset based on transfer learning and GAN Model. *Clin Breast Cancer*. 2024;24:53-64. <https://doi.org/10.1016/j.clbc.2023.09.014>
12. Selcuk SY, Yang X, Bai B, Zhang Y, Li Y, Aydin M, et al. Automated HER2 scoring in breast cancer images using deep learning and pyramid sampling. *BME Front*. 2024;5:00-48. <https://doi.org/10.34133/bmef.0048>
13. Chauhan R, Ghanshala KK, Joshi RC. Convolutional Neural Network (CNN) for image detection and recognition. In: *First International Conference on Secure Cyber Computing and Communication (ICSCCC)*; 2018. Jalandhar, India: IEEE; 2018. p. 278-82. <https://doi.org/10.1109/ICSCCC.2018.8703316>
14. Vaswani A, Shazeer N, Parmar N, Uszkoreit J, Jones L, Gómez AN, et al. Attention is all you need. Preprint. arXiv; 2023. arXiv:1706.03762. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.03762>
15. Dosovitskiy A, Beyer L, Kolesnikov A, Weissenborn D, Zhai X, Unterthiner T, et al. An image is worth 16 × 16 words: Transformers for image recognition at scale. Preprint. arXiv; 2021. arXiv:2010.11929. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.11929>
16. Liu Z, Lin Y, Cao Y, Hu H, Wei Y, Zhang Z, et al. Swin transformer: Hierarchical vision transformer using shifted windows. Preprint. arXiv; 2021. arXiv:2103.14030. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2103.14030>
17. Khan S, Naseer M, Hayat M, Zamir SW, Khan FS, Shah M. Transformers in vision: A survey. *ACM Comput Surv*. 2022;54(10s):1-41. <https://doi.org/10.1145/3505244>
18. Chollet F. *Deep learning with Python*. Second edition. New York, NY: Simon and Schuster; 2021. p. 1-502.
19. Theckedath D, Sedamkar RR. Detecting affect states using VGG16, ResNet50 and SE-ResNet50 networks. *SN Comput Sci*. 2020;1:79. <https://doi.org/10.1007/s42979-020-0114-9>
20. Özalpin Ö, Yeniyay Ö. Detection of monkeypox disease from skin lesion images using mobilenetv2 architecture. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A1Mathematics and Statistics*. 2023;72:482-99. <https://doi.org/10.31801/cfsuasmas.1202806>
21. Tan M, Le QV. EfficientNet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks. Preprint. arXiv; 2020. arXiv:1905.11946. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1905.11946>
22. Fang Y, Sun Q, Wang X, Huang T, Wang X, Cao Y. EVA-02: A visual representation for Neon Genesis. *Image Vis Comput*. 2024;149:105-71. <https://doi.org/10.1016/j.imavis.2024.105171>
23. Stanford Vision Lab; Princeton University. ImageNet. Fecha de consulta: 13 de febrero de 2025. Disponible en: <https://www.image-net.org/>
24. Shaga Devan K, Kestler HA, Read C, Walther P. Weighted average ensemble-based semantic segmentation in biological electron microscopy images. *Histochem Cell Biol*. 2022;158:447-62. <https://doi.org/10.1007/s00418-022-02148-3>
25. Zhou ZH. *Ensemble methods: Foundations and algorithms*. First edition. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC; 2012. p. 1-236.
26. Gradio. Gradio App. Fecha de consulta: 12 de febrero de 2025. Disponible en: <https://www.gradio.app/>
27. International Organization for Standardization (ISO). ISO/IEC 25022:2016 – Systems and software engineering – Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE) - Measurement of quality in use. Fecha de consulta: 12 de febrero de 2025. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/35746.html>
28. Brooke J. SUS - A quick and dirty usability scale. Fecha de consulta: 12 de febrero de 2025. Disponible en: [https://digital.ahrq.gov/sites/default/files/docs/survey/systemusabilityscale%2528sus%2529\\_comp%255B1%255D.pdf](https://digital.ahrq.gov/sites/default/files/docs/survey/systemusabilityscale%2528sus%2529_comp%255B1%255D.pdf)
- Citación: Villota LV, Lasso JJ, Muñoz EN, Vargas R. Clasificación de la expresión del receptor 2 del factor de crecimiento epidérmico humano en tejido mamario cancerígeno mediante inteligencia artificial. *Biomédica*. 2025;45(Supl.3):83-102. <https://doi.org/10.7705/biomedica.7899>
- Correspondencia: Leidy Verónica Villota, Calle 18N N°4-10, Urbanización Pomona, Popayán, Colombia Teléfono: (317) 811 3855 veronicaver@unicauca.edu.co
- Contribución de los autores: Leidy Villota: adquisición y análisis de datos, conceptualización, metodología, desarrollo del software y redacción del manuscrito Jessica Lasso: adquisición y análisis de datos, y redacción del manuscrito Elvia Muñoz: conceptualización, supervisión, revisión y edición final del manuscrito Rubiel Vargas: conceptualización, metodología, supervisión y redacción del manuscrito
- Financiación: Esta investigación se llevó a cabo en la Universidad del Cauca, sin financiamiento específico.
- Conflicto de intereses: Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses que puedan haber influido en la realización de este estudio.
- Uso de herramientas de inteligencia artificial: De acuerdo con la política del Committee on Publication Ethics (COPE), se declara el uso de la inteligencia artificial en la redacción del manuscrito. En particular, se empleó ChatGPT (OpenAI) como apoyo en la redacción y mejora del texto, garantizando siempre la revisión, la edición y la validación final por parte de los autores. ♦



**YHLO**

## IgE total automatizada: integrando el estudio de alergias al laboratorio de rutina

**ba** bioars

En el área de las enfermedades alérgicas, el laboratorio clínico desempeña un papel fundamental en el apoyo al diagnóstico y seguimiento de estos pacientes mediante la determinación de biomarcadores relacionados con la respuesta inmunológica<sup>1</sup>.

Entre ellos, la inmunoglobulina E (IgE) total continúa siendo una herramienta útil para la evaluación inicial de diversas

patologías asociadas a mecanismos de hipersensibilidad<sup>1-2</sup>. Si bien no permite identificar el alérgeno responsable ni confirmar por sí sola una enfermedad alérgica, aporta información valiosa dentro del contexto clínico del paciente, ya que sus resultados pueden orientar la necesidad de estudios complementarios, como la medición de IgE específica, y contribuir a la interpretación integral de cuadros compatibles con procesos alérgicos. Además, en determinadas situaciones clínicas

puede utilizarse como parámetro de seguimiento junto con otros marcadores y hallazgos clínicos<sup>3</sup>.

Las enfermedades alérgicas afectan a más del 20% de la población mundial y constituyen una causa frecuente de consulta médica y de solicitud de estudios complementarios<sup>1</sup>. Sin embargo, la utilidad clínica de la IgE total no se limita exclusivamente a este grupo de patologías. Concentraciones elevadas pueden observarse también en determinadas parasitosis, inmunodeficiencias primarias, enfermedades inflamatorias y algunos trastornos hematológicos<sup>1</sup>. Además, puede aportar información relevante en otras situaciones clínicas, incluyendo la evaluación de pacientes candidatos a terapias biológicas dirigidas contra la respuesta mediada por IgE<sup>4</sup>.

En este contexto, muchos laboratorios enfrentan el desafío de incorporar esta determinación manteniendo la eficiencia operativa. Por ello, **la disponibilidad de IgE total en plataformas automatizadas de inmunología permite integrar este parámetro al flujo habitual de trabajo del laboratorio y procesarlo junto con otros ensayos inmunológicos.**

Esta integración favorece la consolidación de estudios en un único sistema analítico, simplifica la gestión de muestras y reduce la necesidad de recurrir a metodologías o equipos especializados. Como resultado, los laboratorios pueden ampliar su oferta diagnóstica y fortalecer sus pro-

cesos analíticos, manteniendo elevados estándares de calidad y trazabilidad.

**Bioars amplía el menú de determinaciones disponibles para los analizadores iFlash de YHLO con la incorporación de iFlash Total IgE, un ensayo automatizado CLIA para la cuantificación de IgE total en suero y plasma. Diseñado para su utilización en los sistemas iFlash 1200, iFlash 1800 e iFlash 3000, el ensayo constituye una herramienta para la evaluación de pacientes con sospecha de enfermedades alérgicas, integrándose al flujo habitual de trabajo del laboratorio clínico.**

#### Características

- Determinación **cuantitativa** de IgE total
- Utiliza solo **10 µL** de muestra.
- Compatible con **toda la línea de analizadores iFlash.**
- Rango de medición: **0,5-2500 IU/mL.**
- Calibrado con el 3er Estándar Internacional de IgE Humana de la OMS 11/234.

La incorporación de IgE total refuerza el posicionamiento de iFlash como una plataforma de inmunología con un menú en constante expansión. La disponibilidad de esta determinación automatizada representa un diferencial dentro de los sistemas de inmunología de rutina, permitiendo a los laboratorios ampliar su oferta diagnóstica desde una misma plataforma y sin necesidad de incorporar equipamiento adicional.

## Más de 100 parámetros



## Cuadro 1.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tiroides</b> TSH Anti-TPO Anti-TSHR Tg Anti-Tg FT3 FT4 T3 T4</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Síndrome antifosfolipídico</b> Anti-Cardiolipina Cardiolipina IgA - IgG - IgM Anti-β2-Glycoproteína I β2-Glycoproteína I IgA - IgG - IgM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Diabetes Autoinmune</b> IA-2A IAA GADA ICA ZnT8A</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Epstein Barr Virus</b> EB VCA IgA - IgG - IgM EB EA IgM EB NA IgA - IgG</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Diabetes</b> Insulina Péptido C Adiponectina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Artritis reumatoidea</b> Anti-CCP Factor reumatoide IgG - IgM Factor reumatoide RA33 IgG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alergia</b> IgE total <b>Nuevo</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Respiratorias</b> Mycoplasma pneumoniae IgG - IgM Chlamydia pneumoniae IgG - IgM</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Eje adrenal</b> Cortisol ACTH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Enfermedades del tejido conectivo</b> ANA dsDNA IgG Sm IgG SS-A IgG SS-B IgG Scl-70 IgG Jo-1 IgG RNP70 IgG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Anemia</b> Ferritina Folato Vitamina B12 II</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>SARS-CoV-2</b> SARS-CoV-2 NAb</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fertilidad</b> AMH Inhibina B Inhibina A LH FSH HCG Prolactina DHEA-S Estriol no conjugado E2 PAPP-A βhCG libre Progesterona Testosterona 17-OH-Progesterona</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gastroenterología</b> tTG IgA - IgG DGP IgA - IgG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Metabolismo óseo</b> 25-OH Vitamina D PTH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>TORCH</b> Toxoplasma IgG - IgM CMV IgG - IgM HSV-1 IgG - IgM HSV-2 IgG - IgM Rubeola IgG - IgM</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hepatitis Autoinmune</b> SMA IgG AMA-M2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Marcadores cardíacos</b> CK-MB Mioglobina Troponina I BNP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Marcadores Tumorales *</b> Pepsinógeno I Pepsinógeno II AFP CEA CA 125 CA 15-3 CA 19-9 PSA libre PSA total CYFRA 21-1 NSE</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vasculitis</b> PR3 IgG GBM IgG MPO IgG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Inflamación</b> PCT</li> </ul>	

(\*): Consultar disponibilidad

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ansotegui, I. J. et al. IgE allergy diagnostics and other relevant tests in allergy, a World Allergy Organization position paper. World Allergy Organization Journal 13, (2020).
2. Kerkhof, M., Dubois, A. E. J., Postma, D. S., Schouten, J. P. & de Monchy, J. G. R. Role and interpretation of total serum IgE measurements in the diagnosis of allergic airway disease in adults. Allergy 58, 905-11 (2003).
3. Santos, A. F. et al. EAACI guidelines on the diagnosis of IgE-mediated food allergy. Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology 78, 3057-3076 (2023).
4. Beeh, K. M. Which patients should be treated with anti-IgE? in European Respiratory Review vol. 16 85-87 (2007).

## ¿Te interesa incorporar nuevos ensayos y nuevas tecnologías?

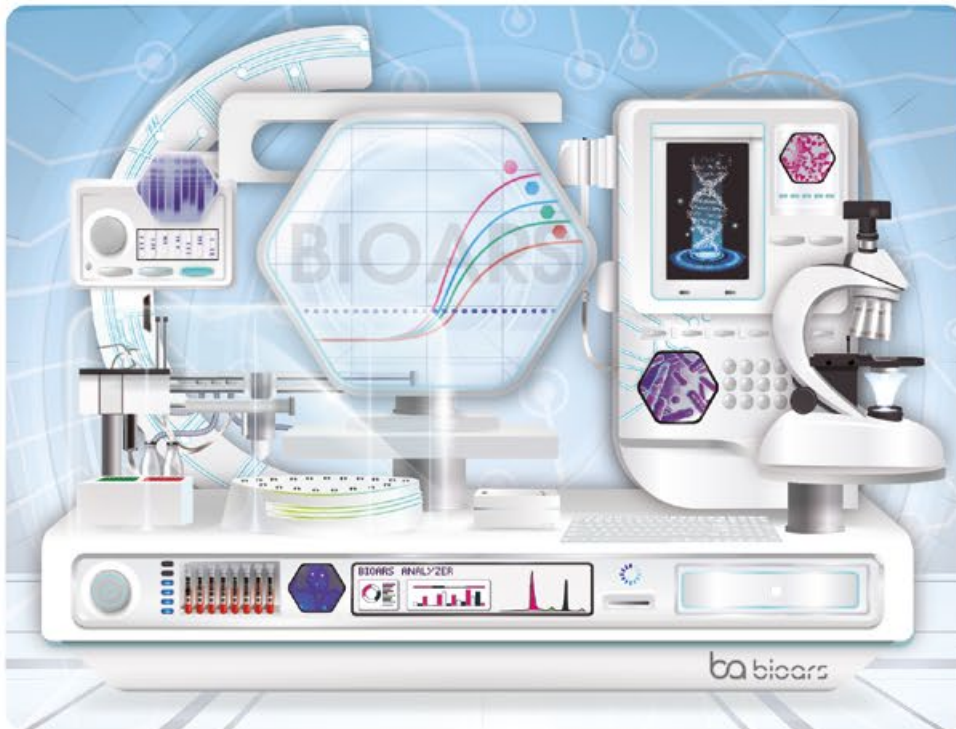
Tenemos una opción para vos.  
Comunicate con nosotros para que podamos asesorarte en forma personalizada.

Escribinos a  
[rmkt@bioars.com.ar](mailto:rmkt@bioars.com.ar)

## ¿En qué puedo ayudarte?

¿Qué es la innovación en el laboratorio bioquímico?

La innovación se muestra, no se explica. Una imagen vale más que mil catálogos:



¿Se necesita una preparación científica muy alta para operar este equipo?

No. Ustedes ya tienen la preparación.  
**Bioars solo les da el equipo del futuro.**

# ba bioars





# Desde una “hipoxemia” persistente al diagnóstico de una hemoglobinopatía

Nerina García Rosolen<sup>1</sup> \*; Silvana P. Fili<sup>2</sup>; Mario A. Aranda<sup>1</sup>; Diego Fernández<sup>3</sup>; Vanesa Ávalos Gómez<sup>3</sup>; Estefania Rossetti<sup>3</sup>; Carolina Pepe<sup>3</sup>; Silvia Eandi Eberle<sup>3</sup>; Carolina Zuanich<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidad Laboratorio Clínico, Hospital de Rehabilitación Respiratoria María Ferrer, Buenos Aires

<sup>2</sup> Servicio de Neumología Infantil, Hospital Público Materno Infantil, Salta

<sup>3</sup> Servicio de Hematología y Oncología, Hospital de Pediatría S.A.M.I.C. Prof. Dr. Juan P. Garrahan, Buenos Aires, Argentina

Dirección postal: Nerina García Rosolen, Hospital de Rehabilitación Respiratoria

María Ferrer, Dr. Enrique Finocchietto 849, 1270 Buenos Aires, Argentina

E-mail: [ngarciarosolen@buenosaires.gob.ar](mailto:ngarciarosolen@buenosaires.gob.ar)

Recibido: 12-VI-2024

Aceptado: 19-VIII-2024

## Resumen

Las variantes de hemoglobinas (Hb) con baja afinidad por el oxígeno (O<sub>2</sub>) son un grupo de hemoglobinopatías estructurales, causadas en la mayoría de los casos por variantes puntuales en los genes de beta o alfa globina. La presentación clínica

es muy variable, desde pacientes asintomáticos, a aquellos que se manifiestan con cianosis y/o baja saturación de O<sub>2</sub>, sin signos de hipoxia crónica. Su correcta identificación resulta fundamental para evitar procedimientos cardiorrespiratorios invasivos y en algunos casos innecesarios. Presentamos el caso de una niña que, en el marco del estudio de un cuadro viral

agudo, presentó reiteradas lecturas de saturación periférica de  $O_2$  ( $SpO_2$ ) bajas, sin una evidente justificación clínica de hipoxemia. El diagnóstico diferencial incluyó una Hb de baja afinidad por el  $O_2$ , que fue evidenciada con el estudio de la presión parcial de  $O_2$  al 50% ( $p_{50}$ ) aumentada y confirmada por biología molecular. Se destaca en estos casos la utilidad de la gasometría arterial y la determinación de la  $p_{50}$  en la fase inicial de la evaluación de la “hipoxemia”.

**Palabras clave:** Hipoxemia,  $p_{50}$ ,  $SpO_2$ , Hemoglobina con baja afinidad

### Abstract: From persistent “hypoxemia” to the diagnosis of an hemoglobinopathy

Low oxygen ( $O_2$ ) affinity hemoglobin (Hb) variants are a group of structural hemoglobinopathies, caused in most cases by point mutations in beta or alpha globin genes. The clinical presentation is widely variable, from asymptomatic patients to those presenting cyanosis and/or low  $O_2$  saturation without signs of chronic hypoxia. Accurate identification of these patients is essential to avoid invasive cardiorespiratory procedures that could be unnecessary. We present the case of a girl in an acute viral illness context, with repeated low peripheral  $O_2$  saturation ( $SpO_2$ ) readings without clinical picture of hypoxemia. The differential diagnosis included a low  $O_2$  affinity Hb, suspected by an increased partial pressure of  $O_2$  at 50% ( $p_{50}$ ) and confirmed by molecular biology. We highlight the usefulness of arterial blood gas analysis and the  $p_{50}$  determination in the initial phase of evaluation of an unexplained “hypoxemia”.

**Key words:** Hypoxemia,  $p_{50}$ ,  $SpO_2$ , Low oxygen affinity hemoglobin

## Introducción

La hemoglobina (Hb) es una proteína tetramérica, compuesta por 4 cadenas de globina, dos alfa y dos no alfa, cuya estructura cuaternaria presenta dos estados conformacionalmente estables: el estado relajado de alta afinidad por el oxígeno ( $O_2$ ) y el estado tenso de baja afinidad. La transición entre los estados implica la unión cooperativa del  $O_2$  a las subunidades de Hb, lo que significa que la unión de una molécula de  $O_2$  a una subunidad aumentará la afinidad por el  $O_2$  de las subunidades restantes. Esto confiere una forma sigmoidea a la curva de disociación de la Hb1-3.

A nivel pulmonar, debido a la alta presión parcial de  $O_2$ , se facilita la unión del  $O_2$  a la Hb, mientras que, en los tejidos, contrariamente, se favorece la liberación del  $O_2$  para ser utilizado en la obtención de energía4.

Las hemoglobinopatías son los trastornos monogénicos de mayor frecuencia en el mundo. Entre las hemoglobinopatías estructurales encontramos variantes genéticas que provocan un

cambio en la afinidad de la molécula de Hb por el  $O_2$ 5.

En los casos en que la afinidad de la Hb por el  $O_2$  se encuentra aumentada, el suministro de  $O_2$  a los tejidos periféricos se verá comprometido. Por el contrario, si la variante genética implica una reducción de la afinidad, será mayor la cesión del  $O_2$  por parte de la Hb a nivel de los tejidos periféricos6. Existen 48 variantes de Hb con baja afinidad por el oxígeno reportadas en el mundo7.

Bioquímicamente, la afinidad de la Hb por el  $O_2$  se representa con la  $p_{50}$ , presión parcial de  $O_2$  a una saturación de Hb del 50% (Intervalo de referencia 25-29 mmHg) y evidencia la disponibilidad y entrega del oxígeno a los tejidos, manteniendo una relación numérica inversa con la afinidad. Las variantes de Hb de baja afinidad por el oxígeno tienen  $p_{50}$  altas2,8.

Es importante señalar que el transporte de  $O_2$  en la sangre ocurre de 2 maneras: un 2% disuelto, medido como presión parcial de  $O_2$  ( $pO_2$ ), y el 98% restante circula unido a la Hb. La saturación ( $SO_2$ ) representa el porcentaje de ocupación de los sitios de unión de la Hb con el  $O_2$ . Dicha saturación puede obtenerse a partir del oxímetro de pulso o ser medida en el laboratorio en equipos multiparamétricos de gases en sangre, junto a la  $pO_2$ , obteniéndose la verdadera saturación de  $O_2$  (porcentaje de oxihemoglobina, OxiHb%)9.

Presentamos el caso de una niña con diagnóstico de Hb de baja afinidad, sospechada por baja  $SpO_2$  persistente.

## Caso clínico

Niña de 3 años de edad, previamente sana, oriunda de Salta, se presentó en la guardia del hospital materno infantil por angioedema en labios, exantema generalizado y catarro de vía aérea superior sin taquipnea, en época de pandemia de COVID-19. Frecuencia respiratoria y auscultación normal sin dificultad respiratoria, se constató como hallazgo una  $SpO_2$  de 85%. El cuadro se interpretó como una infección aguda viral o atípica y fue internada para tratamiento con  $O_2$  suplementario, azitromicina y corticoides sistémicos.

Los resultados de laboratorio realizados durante su internación se detallan en Tabla 1.

Por persistir la desaturación de  $O_2$ , el servicio de neumología solicita radiografía de tórax, que mostró infiltrados bilaterales intersticiales escasos; tomografía de tórax normal, sin imágenes intersticiales que justifiquen la hipoxemia. La  $pCO_2$  normal descartó hipoventilación alveolar. Ecocardiograma normal; angiogramas sin alteraciones. Se descartaron *shunts* ar-

teriovenosos e intrapulmonares. Ecografía abdominal normal. La anemia fue asumida como carencial y se le indicó sulfato ferroso.

La paciente fue dada de alta con oxígeno suplementario mediante cánula nasal 0.5L/min para ser utilizada durante el sueño e interconsulta con centro de mayor complejidad.

Como parte de los planteos diagnósticos, se estudió la afinidad de la Hb por el O<sub>2</sub> en una muestra de sangre venosa mediante un analizador de gases en sangre ABL 90-flex (Radiometer). El resultado obtenido fue una p<sub>50</sub> = 41.02 mmHg (intervalo de referencia: 25-29 mmHg).

El estudio de patología eritrocitaria constató la anemia, normocítica normocrómica, con perfil férrico normal. Electroforesis capilar de hemoglobina a pH alcalino sin bandas anómalas y cuantificación de hemoglobina A2 y fetal normales. Pruebas de isopropanol y calor negativas.

Frente al hallazgo de una p<sub>50</sub> aumentada, con el planteo diagnóstico de una Hb con baja afinidad por el O<sub>2</sub>, se realizó el estudio molecular que incluyó la búsqueda de variantes puntuales dentro del gen HBB (NG\_000007.3) por PCR-secuenciación (método de Sanger). En dicho análisis se evidenció un cambio nucleotídico NM\_000518.5: c.115A>T (p.Thr 39 Ser), que co-

rresponde a un cambio no reportado en la base de datos de variantes de hemoglobinas HbVar (<https://globin.bx.psu.edu/>) a la fecha del estudio, si bien el cambio a nivel proteico p.Thr 39 Ser sí se encontraba reportado.

Este cambio proteico determina la expresión de una variante de Hb llamada Hb Grove City (HbVar ID 2856), la cual presenta una afinidad disminuida por el oxígeno, previamente reportada en la literatura<sup>10</sup>. El estudio genético de sus padres fue normal.

La paciente nunca presentó dificultades en las actividades cotidianas ni respiratorias. Utilizó O<sub>2</sub> suplementario durante un año, mientras continuaba con los estudios mencionados, luego de lo cual fue suspendido.

El consentimiento informado para esta publicación fue firmado por el padre, responsable legal de la paciente.

## Discusión

El oxímetro de pulso es comúnmente utilizado en la práctica clínica para el monitoreo no invasivo de la oxigenación del paciente. Este calcula la SpO<sub>2</sub> teniendo en cuenta la Hb oxigenada y la Hb reducida o “desoxigenada”<sup>11</sup>. Si bien la hipoxemia es la causa más importante de una baja SpO<sub>2</sub>, su utilización en la evaluación del estado de oxigenación del paciente debe



## CÁMARA ARGENTINA DE LABORATORIOS DE ANÁLISIS BIOQUÍMICOS

Representamos a los laboratorios de todo el país, para jerarquizar su posición dentro del ámbito de la salud.

☎ (54-11) 4342-0597  
☎ +54 9 11 4066-3066  
✉ info@calab.org.ar

📍 Av. Belgrano N° 634 3° "Q"  
(C1092AAS) C.A.B.A.  
República Argentina

interpretarse cuidadosamente. El estudio de gases en sangre arterial permite confirmar la hipoxemia mediante la medida de presión parcial de  $O_2$  ( $pO_2$ ) y, además, evalúa el estado ventilatorio mediante la presión parcial de  $pCO_2$  ( $pCO_2$ ).

En un paciente con persistencia de baja  $SpO_2$ , en ausencia de condiciones patológicas cardio pulmonares que expliquen dicho hallazgo, sin signos de hipoxia tisular, que puede presentarse con anemia normocítica normocrómica asintomática, debería considerarse el estudio de la afinidad de la Hb por el  $O_2$ <sup>6</sup>.

Las Hb de baja afinidad por el  $O_2$ , como muchas variantes de la Hb, pueden presentar un espectro de absorción diferente al de la Hb normal, dando lugar a mediciones de  $SpO_2$  en el oxímetro de pulso disminuidas<sup>1</sup>. En estos casos la  $pO_2$  podría ser normal y existir discordancia con la  $SpO_2$  baja, lo que se conoce como un gap o brecha saturación<sup>6</sup>. Cabe destacar que, en estos pacientes, el contenido total de  $O_2$  se encuentra normal y no se ve comprometida la oxigenación tisular. La anemia asintomática que puede acompañar el cuadro puede deberse al aumento de suministro de oxígeno al tejido, que conduce a una disminución compensatoria de la eritropoyesis<sup>1,10</sup>. En el primer reporte de esta variante de Hb Grove City, el caso se presentaba con historia de anemia normocítica desde la infancia y reiteradas mediciones de baja  $SpO_2$ , en distintos escenarios de consulta al sistema de salud. Como en dicho reporte,

resaltamos la importancia de incluir el estudio de la afinidad de la Hb por el  $O_2$  ( $p_{50}$ ) para evitar intervenciones diagnósticas innecesarias <sup>10</sup>.

Si bien muchas de estas hemoglobinopatías son condiciones asintomáticas, es importante estudiar a estos pacientes a fin de evitar errores de interpretación diagnóstica que conlleven tratamientos como la oxigenoterapia sostenida, que puede agudizar el freno eritropoyético y su anemia consecuente.

Las personas afectadas con este tipo de variantes de la Hb deben conocer que, en la mayoría de los casos, esta afección no implica ningún riesgo conocido ni requiere tratamiento, y no debieran ser sometidas repetidamente a estudios diagnósticos invasivos<sup>12</sup>.

La caracterización de la Hb de baja afinidad en nuestra paciente permitió, aun luego de extensos estudios, otorgar un adecuado asesoramiento genético y discontinuar la oxigenoterapia domiciliaria.

Agradecimientos: Al Servicio de Neumonología del Hospital General de Niños Ricardo Gutiérrez por su colaboración.

Conflicto de intereses: Ninguno para declarar

**AVAN**

**Analizador de Electrolitos H -900**

ventas@avan.com.ar  
 www.avan.com.ar  
 +54 (11) 4754-2168  
 +54 (9 11) 2796-9201

Tabla 1 Resultados de laboratorio durante la internación

Parámetro	Resultado
Hemoglobina	10.7 g/dL
Hematocrito	32%
VCM	81 fL
HCM	27 pg
CHCM	33 g/dL
RDW	12.2 %
Reticulocitos	1.1%
PCR SARS-CoV-2	No detectable
Panel viral	Negativo
Serología M. pneumoniae y C. psittaci	Negativo
Serología IgM/IgG SARS-CoV-2	Negativo
Estado ácido base arterial (FiO2 21%) pH/ pCO2/ pO2	7.46/43 mmHg/65 mmHg
Leucocitos y proteína C reactiva	Dentro del rango de referencia

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Yudin J, Verhovsek M. How we diagnose and manage altered oxygen affinity hemoglobin variants. *Am J Hematol* 2019; 94:597-603.
- Collins JA, Rudenski A, Gibson J, Howard L, O'Driscoll R. Relating oxygen partial pressure, saturation and content: the haemoglobin-oxygen dissociation curve. *Breathe* 2015; 11:194-201.
- Habler OP, Messmer KF. The physiology of oxygen transport. *Transfus Sci* 1997; 18:425-35
- Patel S, Jose A, Mohiuddin SS. Physiology, Oxygen Transport and Carbon Dioxide Dissociation Curve. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, enero 2024. En: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539815> ; consultado marzo 2024.
- Hartevelde CL, Achour A, Arkesteijn SJG, et al. The hemoglobinopathies, molecular disease mechanisms and diagnostics. *Int J Lab Hematol* 2022; 44: 28-36.
- Heidenreich LS, Oliveira JL, Holmberg PJ, Rodriguez V. Hemoglobin sunshine seth: a case report of low-oxygen-affinity hemoglobinopathy. *Case Rep Pediatr* 2020; 2853531.
- Hb Var. A Database of Human Hemoglobin Variants and Thalassemia mutations. En <https://globin.bx.psu.edu/cgi-bin/hbvar/counter> ; consultado marzo 2024.
- Balcerek B, Steinach M, Lichti J, et al. A broad diversity in oxygen affinity to haemoglobin. *Sci Rep* 2020; 10:16920.
- West J. Fisiología respiratoria, 7a. ed. San Diego (CA): Editorial Panamericana, 2005.
- Taliercio RM, Ashton RW, Horwitz L, et al. Hb Grove City [β38(C4)Thr→Ser, AC-C>AGC; HBB: c.116C>G]: a new low oxygen affinity B chain variant. *Hemoglobin* 2013; 37: 396-403.
- Jubran A. Pulse oximetry. *Crit Care* 1999; 3: R11-R17.
- Bruns CM, Thet LA, Woodson RD, Schultz J, Hla KM. Hemoglobinopathy case finding by pulse oximetry. *Am J Hematol* 2003; 74: 142-3.

Recibido: 12 de Junio de 2024; Aprobado: 19 de Agosto de 2024

Creative Commons License Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons



CONGRESO LATINOAMERICANO  
DE BIOQUÍMICA CLÍNICA  
Santa Cruz de la Sierra, Bolivia  
7 al 10 de octubre de 2026



¿Quieres tener información sobre  
el COLABIOCLI 2026?



¿Quieres registrarte al Congreso?



Descubre todo sobre el evento aquí

Es muy fácil

Ingresa ahora a la página web del congreso y  
encuentra más información, inscripción y más.



[www.colabiocli2026.org](http://www.colabiocli2026.org)



+591 67810084



[info@colabiocli2026.org](mailto:info@colabiocli2026.org)



[colabiocli2026](#)



# Rendimiento diagnóstico de las técnicas de tinción Ziehl-Neelsen y Auramina-Rodamina en la detección de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar

Gustavo Tapia-Sequeiros <sup>1,2,a</sup>; Miguel Hueda-Zavaleta <sup>2,3,b</sup>; Juan Carlos Gómez de la Torre <sup>4,b</sup>; Arantsa Hernandez-Vargas <sup>1,a</sup>; Claudia Barletta Carrillo <sup>4,c</sup>; Cinthya Flores <sup>4,c</sup>; Cristian Piscoche <sup>4,c</sup>; Cecilia Miranda <sup>4,c</sup>; Ada Mendoza <sup>4,c</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú.

<sup>2</sup> Diagnóstico, tratamiento e investigación de enfermedades infecciosas y tropicales, Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú.

<sup>3</sup> Hospital III Daniel Alcides Carrión - Essalud, Calana, Tacna, Perú.

<sup>4</sup> Sequence Reference Lab, San Isidro, Lima, Perú.

<sup>a</sup> Estudiante de Medicina; <sup>b</sup> médico cirujano, especialista en Enfermedades Infecciosas y Tropicales; <sup>c</sup> biólogo molecular

Este estudio es parte de la tesis:

Tapia-Sequeiros G.

Rendimiento diagnóstico de las técnicas de Tinción Ziehl Neelsen y Tinción Auramina-Rodamina en la detección de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar [Tesis de Pregrado].

Tacna: Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Privada de Tacna; 2025.

## Resumen

**Objetivos.** Determinar el rendimiento diagnóstico de la tinción Ziehl-Neelsen y Auramina-Rodamina para tuberculosis pulmonar y extrapulmonar.

**Materiales y métodos.** Se realizó un estudio transversal de prueba diagnóstica. Se utilizó una base de datos de muestras procesadas de pacientes con sospecha de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar en un laboratorio privado de Perú entre el 2011 y 2022. Las pruebas índices fueron la tinción Ziehl-Neelsen y tinción Auramina-Rodamina. Las pruebas de referencia fueron Xpert MTB/RIF y Xpert Ultra. Se calculó las características operativas del receptor y área bajo la curva (AUC/ROC) para determinar el rendimiento diagnóstico de cada técnica de baciloscopia.

**Resultados.** Analizamos 908 muestras procesadas por tinción Ziehl-Neelsen y 623 muestras por tinción Auramina-Rodamina siendo la mayoría de origen pulmonar. Al tomar como referencia al Xpert MTB/RIF, la tinción Ziehl-Neelsen obtuvo un AUC=0,72 con una sensibilidad del 44,2% y especificidad del 99,3%; y la tinción Auramina-Rodamina un AUC=0,73 con una sensibilidad del 46,8% y especificidad del 100%. Al tomar como referencia el Xpert Ultra, el rendimiento diagnóstico para la tinción Ziehl-Neelsen fue AUC=0,63 con una sensibilidad del 26,9% y especificidad del 98,5%; y para la tinción Auramina-Rodamina fue AUC=0,64 con una sensibilidad del 30% y especificidad del 98,2%.

**Conclusión.** El rendimiento diagnóstico para ambas técnicas de baciloscopia es regular, y disminuye al tomar como referencia al Xpert Ultra. Es necesario el uso de nuevas alternativas diagnósticas con un rendimiento adecuado para detectar tuberculosis.

**Palabras clave:** Tuberculosis, *Mycobacterium tuberculosis*, Técnicas Microbiológicas, Prueba de Diagnóstico Rápido, Perú

## Mensajes Claves

**Motivación para realizar el estudio.** El Perú tiene una alta prevalencia de tuberculosis, por lo que es necesario utilizar métodos diagnósticos con alta sensibilidad y especificidad para identificar adecuadamente los casos y brindar un tratamiento oportuno.

**Principales hallazgos.** Nuestros resultados indican que, al comparar las técnicas de baciloscopia utilizadas ha-

bitualmente en Perú con las pruebas moleculares recomendadas por la OMS, las técnicas de microscopía directa muestran una sensibilidad baja, inferior al 50%, pero una especificidad alta, superior al 95%.

**Implicancias para la Salud pública.** Es necesario evaluar la implementación y los costos asociados de nuevas alternativas de diagnóstico rápido que tengan una capacidad adecuada para identificar la mayoría de casos de tuberculosis.

## Abstract

**Objective.** To determine the diagnostic performance of Ziehl-Neelsen and Auramine-Rhodamine staining for pulmonary and extrapulmonary tuberculosis.

**Materials and methods.** This was a cross-sectional diagnostic test study. We used a database of processed samples from patients with suspected pulmonary and extrapulmonary tuberculosis in a private laboratory in Peru between 2011 and 2022. Ziehl-Neelsen staining and Auramine-Rhodamine staining were the index tests. The reference tests were Xpert MTB/RIF and Xpert Ultra. The receiver operating characteristics and area under the curve (AUC/ROC) were calculated to determine the diagnostic performance of each staining technique.

**Results.** We analyzed 908 samples processed by Ziehl-Neelsen staining and 623 samples by Auramine-Rhodamine staining, most were lung tissue samples. Using the Xpert MTB/RIF as a reference test, the Ziehl-Neelsen staining obtained an AUC=0.72, a sensitivity of 44.2% and specificity of 99.3%; and Auramine-Rhodamine staining showed an AUC=0.73, a sensitivity of 46.8% and specificity of 100%. Considering the Xpert Ultra test as a reference, the diagnostic performance for Ziehl-Neelsen showed an AUC=0.63 with a sensitivity of 26.9% and specificity of 98.5%; and an AUC=0.64 with a sensitivity of 30% and specificity of 98.2% for the Auramine-Rhodamine staining.

**Conclusion.** The diagnostic performance for both staining techniques is fair, and decreases when taking Xpert Ultra as a reference. New diagnostic alternatives with adequate performance are needed to detect tuberculosis.

**Keywords:** Tuberculosis, *Mycobacterium tuberculosis*, Microbiological Techniques, Rapid Diagnostic Tests, Peru

## Key message

Motivation for the study. Peru has a high prevalence of tuberculosis, therefore, it is necessary to use diagnostic methods with high



# Ibis

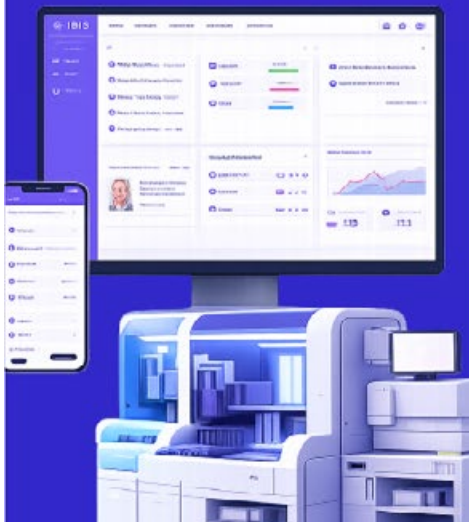
## Software para Laboratorios

- Interfaz rápida, intuitiva y moderna
- Accesible por internet
- Interfases con autoanalizadores y laboratorios de derivación
- Informes online para pacientes y profesionales
- Costo adaptable a su laboratorio
- Envío de informes por whatsapp y correo electrónico
- Soporte personalizado



Conocé mas en:

**ibis-lis.com**



sensitivity and specificity to adequately identify cases and provide timely treatment.

Main findings. Our results indicate that, when comparing the smear microscopy techniques commonly used in Peru with the molecular tests recommended by the WHO, direct microscopy techniques show low sensitivity, less than 50%, but high specificity, greater than 95%.

Implications for public health. It is necessary to evaluate the implementation and associated costs of new rapid diagnostic alternatives that have adequate capacity to identify the majority of tuberculosis cases.

### Introducción

La tuberculosis es uno de los problemas de salud pública con mayor relevancia a nivel mundial. Se estima que la cuarta parte de la población mundial está infectada por *Mycobacterium tuberculosis*, pero solo entre el 5 y 10% desarrolla la enfermedad clínica. La tuberculosis ocupa el segundo lugar en mortalidad por causas infecciosas en el mundo 1. En Latinoamérica, se producen entre 200 000 y 300 000 casos al año, y Perú es el segundo país con mayor incidencia de casos 2.

Para el control de la tuberculosis, es esencial el diagnóstico precoz con métodos rápidos, precisos y accesibles. El cultivo de micobacterias fue el método de referencia usado para tuberculosis, pero el tiempo prolongado que tarda en obtener resultados dificultan el diagnóstico oportuno 3. Actualmente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda el uso de pruebas moleculares como Xpert MTB/RIF, Xpert Ultra y Truenat MTB como método inicial 4. Estas pruebas moleculares tienen un alto rendimiento diagnóstico 5,6. Sin embargo, en algunos países de bajos y medianos ingresos se siguen utilizando métodos convencionales como la baciloscopia debido a sus menores costos de mantenimiento 7.

La baciloscopia puede realizarse mediante técnicas de tinción como Ziehl-Neelsen o Auramina-Rodamina; sin embargo, estas técnicas carecen de un buen rendimiento diagnóstico tanto para tuberculosis pulmonar y extrapulmonar 8. La tinción Ziehl-Neelsen posee una sensibilidad y especificidad variable entre 60 a 80%, tomando como referencia el cultivo Lowenstein-Jensen 9. Sin embargo, este parámetro puede disminuir si se toman como referencia métodos moleculares como el Xpert MTB/RIF, donde la sensibilidad se reduce al 54,8%, evidenciando la deficiencia de esta técnica de baciloscopia 8.

Para conocer de forma precisa el rendimiento diagnóstico de las técnicas de baciloscopia es necesario compararlo con métodos de referencia recomendados por la OMS 1. A pesar de la alta prevalencia de tuberculosis en Perú, la evidencia disponible para evaluar el rendimiento de técnicas de diagnóstico temprano es

limitada. El uso continuo de técnicas poco precisas genera casos de tuberculosis no identificados, aumentando la diseminación de la enfermedad y la morbimortalidad de los pacientes. Por tal motivo, el objetivo de este estudio fue determinar el rendimiento diagnóstico de la tinción Ziehl-Neelsen y Auramina-rodamina para identificar tuberculosis pulmonar y extrapulmonar, tomando como referencia pruebas moleculares.

## Materiales y Métodos

### Diseño y entorno del estudio

Se realizó un estudio transversal de tipo prueba diagnóstica, utilizando como base de datos al registro de muestras procesadas por el Laboratorio Clínico ROE desde el 1 de enero del 2011 hasta el 31 de diciembre del 2022.

El Laboratorio Clínico ROE es de ámbito privado, con sedes en tres ciudades del Perú: Lima, Arequipa y Cajamarca. Para este estudio, solo se consideraron las muestras procesadas en las sedes ubicadas en Lima Metropolitana. El laboratorio cuenta con las certificaciones de calidad ISO 9001 y NTP ISO 15189. En sus instalaciones se realizan más de 2500 análisis clínicos especializados, incluyendo técnicas de baciloscopia y pruebas moleculares para el diagnóstico de tuberculosis. Entre 2011 y 2018, el laboratorio clínico utilizó Xpert MTB/RIF para el procesamiento de muestras con sospecha de tuberculosis. A partir de 2019, esta fue sustituida por el Xpert Ultra como única prueba molecular.

Para el reporte del presente estudio, se siguió la recomendación de la guía «Standards for Reporting Diagnostic Accuracy Studies» (STARD) 10.

### Participantes

Se incluyeron los registros de muestras de pacientes  $\geq$  18 años con sospecha clínica o radiológica de tuberculosis pulmonar o extrapulmonar que fueron evaluados previamente por un médico en su establecimiento de salud respectivo y que acudieron al laboratorio clínico privado con una orden médica firmada. Dichas muestras fueron sometidas al menos a una técnica de baciloscopia (tinción Ziehl-Neelsen +/- tinción Auramina-Rodamina), acompañado de una prueba molecular (Xpert MTB/RIF o Xpert Ultra) para confirmar o descartar tuberculosis. Las muestras pulmonares se obtuvieron mediante lavado broncoalveolar (LBA), aspirado bronquial o esputo.

Las muestras extrapulmonares fueron de líquido cefalorraquídeo (LCR), orina, líquido pleural, líquido ascítico, biopsia de ganglio linfático, biopsia de tejidos blandos y parénquima (mama, pleura, endometrio, hígado, tejido muscular), absceso de tejidos blandos y parénquima (mama, riñón, tejido muscular), y otros (líquido pericárdico, tejido óseo, líquido sinovial, aspirado gástrico). Se excluyeron los registros con datos incompletos o resultados indeterminados.

Se calculó la potencia estadística para el tamaño muestral de las muestras procesadas, tomando como referencia un estudio que reportó una sensibilidad del 54,8% para la tinción Ziehl-Neelsen y 84,5% para la tinción Auramina-Rodamina 8. Con estos valores, se obtuvo una potencia estadística superior al 80%.

### Prueba índice

En este estudio hubo dos pruebas índices, que fueron la tinción Ziehl-Neelsen y la tinción Auramina-Rodamina. El procesamiento de las muestras fue realizado por personal capacitado del laboratorio clínico privado, siguiendo el «Manual de Procedimientos de Baciloscopia para el Diagnóstico Bacteriológico de la Tuberculosis» del Ministerio de Salud del Perú (MINSA) 11. Las muestras pulmonares y extrapulmonares se procesaron dentro de las 24 horas siguientes a su toma.

En la tinción Ziehl-Neelsen, los extendidos se tiñeron con fucsina fenicada al 0,3% y se dejaron teñir durante 5 minutos. A continuación, la decoloración se realizó con solución de alcohol ácido por 3 minutos para luego ser enjuagado con agua para eliminar el exceso de tinción. Posterior a ello, se realizó la coloración de fondo con azul de metileno al 0,1% y se dejó secar al medio ambiente. Los extendidos fueron examinados mediante microscopía directa con un aumento de 100X para identificar los bacilos ácido-alcohol resistentes (BAAR).

En la tinción Auramina-Rodamina, la coloración del extendido se realizó con tinción fluorescente y se dejó actuar durante 15 a 20 minutos. La decoloración se realizó con ácido-alcohol durante 1 a 3 minutos, seguido de un aclarado con agua dejando escurrir el exceso de tinción. La coloración de fondo se realizó con permanganato potásico al 0,5% durante 1 minuto y se dejó secar al medio ambiente, protegiéndola de la luz ultravioleta. Los extendidos se examinaron mediante microscopía de fluorescencia con lámpara LED con aumentos de 200X y 400X.

Los resultados de las muestras procesadas fueron ingresados a una base de datos por personal capacitado del laboratorio. Para establecer los criterios de identificación de un resultado positivo en las técnicas de baciloscopia, se siguieron las recomendaciones de la Norma Técnica de Tuberculosis del MINSA 12. En la tinción Ziehl-Neelsen, se consideró resultado positivo la presencia de 1 a 9 bacilos BAAR en 100 campos observados (muestra paucibacilar), 10 a 99 BAAR en 100 campos observados, 1 a 10 BAAR por campo en 50 campos observados o 10 BAAR por campo en 20 campos observados. Por otra parte, la tinción Auramina-Rodamina se consideró positiva si, con un aumento de 200X, había de 5 a 49 BAAR en una línea (muestra paucibacilar) o más de 3 BAAR por campo. Mientras que con un aumento de 400X, se consideró un resultado positivo si había entre 3 y 24 BAAR en una línea (muestra paucibacilar) o más de 1 BAAR por campo.

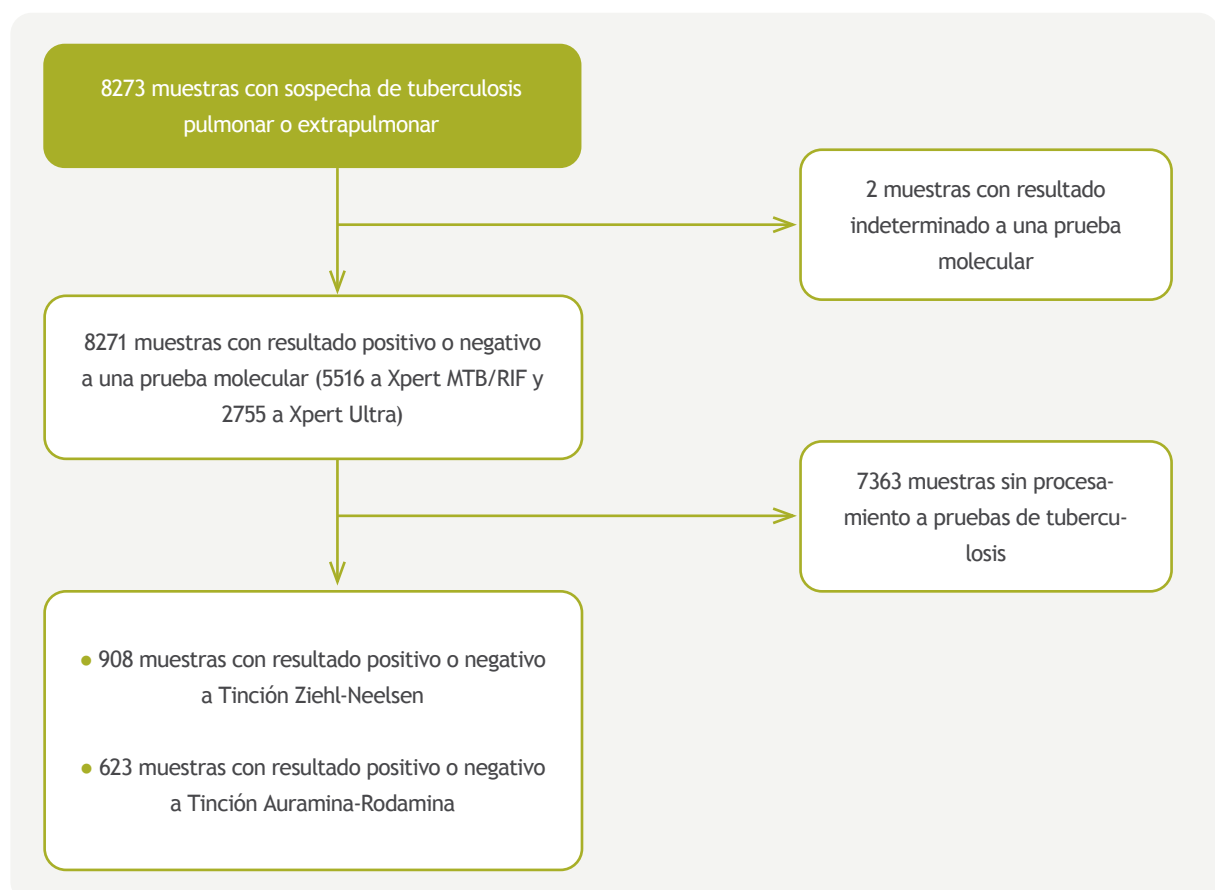
### Pruebas de referencia

Las pruebas de referencia fueron el Xpert MTB/RIF y

Xpert Ultra. El procesamiento de las muestras se realizó de acuerdo con las directrices del fabricante (Cepheid Inc., Sunnyvale, CA, EE.UU.) 13,14. Las muestras se almacenaron a una temperatura de 2 a 8 °C. Las muestras se transfirieron a tubos de 15 mL junto con el reactivo proporcionado por el fabricante. Luego los tubos se cerraron y se agitaron enérgicamente de 10 a 20 veces para garantizar una adecuada integración de la muestra. Posterior a ello, se aspiraron entre 500 µL a 2 mL y se colocaron en el cartucho Xpert, que fue insertado en el dispositivo GeneXpert para su procesamiento automatizado.

La diferencia entre Xpert MTB/RIF y Xpert MTB Ultra es el tiempo y la capacidad para detectar diversos genes de *Mycobacterium tuberculosis*. Un resultado positivo para Xpert MTB/RIF se indicó mediante la detección del gen *ropB* y sus mutaciones en el umbral de ciclo (Ct), mientras que un resultado positivo para Xpert Ultra se indicó mediante la detección de la secuencia de genes IS6110 e IS1081, independiente de la resistencia a rifamicina 15.

Figura 1. Diagrama de flujo del número final de muestras con sospecha de tuberculosis analizadas en el presente estudio.



### Análisis estadístico

La base de datos se exportó a Microsoft Excel y posteriormente se analizó con el programa estadístico Stata versión 17. Las variables categóricas se presentaron mediante frecuencias absolutas y relativas. La edad de los pacientes se presentó utilizando la mediana y el rango intercuartílico (RIC) debido a la distribución asimétrica de sus datos. Las diferencias en las características de la muestra se evaluaron mediante la prueba Chi cuadrado o prueba exacta de Fisher para variables categóricas y U de Mann-Whitney para la variable edad. En el análisis de rendimiento diagnóstico, se construyeron tablas de doble entrada para calcular la prevalencia, sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP), valor predictivo negativo (VPN), razón de verosimilitud positiva (RV+) y razón de verosimilitud negativa (RV-) con sus respectivos intervalos de confianza del 95% (IC95%). La prevalencia se calculó como la proporción de casos de tuberculosis definidos como muestras confirmadas por una prueba molecular (Xpert MTB/RIF o Xpert Ultra), en relación con el total de muestras evaluadas. Por último, se trazó la curva de características operativas del receptor (ROC), para calcular el área bajo la curva (AUC) para cada técnica de baciloscopia 16.

### Consideraciones éticas

El protocolo del presente estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna (UPT) con código FACSA-CEI/081-04-2024. Se solicitó la exoneración del consentimiento informado debido a la naturaleza observacional y retrospectiva del estudio. Se registró este protocolo en la plataforma de Proyectos de Investigación en Salud (PRISA) con código EI00000003212, por abordar la temática de tuberculosis en Perú. Adicionalmente, se obtuvo el permiso de la dirección del laboratorio clínico ROE para acceder a la base de datos de tuberculosis. En la recolección y depuración de los datos se garantizó el anonimato de cada individuo.

### Resultados

Se registraron un total de 908 muestras de pacientes con sospecha clínica de tuberculosis, todas las muestras fueron procesadas por tinción Ziehl-Neelsen y 623 de ellas también por tinción Auramina-Rodamina (Figura 1). Asimismo, del total de muestras procesadas, 530 fueron por Xpert MTB/RIF y 378 por Xpert Ultra.



Tabla 1. Características generales de las muestras procesadas con Xpert MTB/RIF (n=530).

Características	n (%)	Xpert MTB/RIF		Valor de p <sup>a</sup>
		Positivo n=95 (17,9%)	Negativo n=435 (82,1%)	
Edad (n=395) mediana (RIC)	60 (42-74)	46,5 (35-66)	61 (46-75)	<0,001
Género (n=466)				0,277
Femenino	247 (53,0)	39 (15,8)	208 (84,2)	
Masculino	219 (47,0)	43 (19,6)	176 (80,4)	
Origen de la muestra				0,123
Pulmonar	415 (78,3)	80 (19,3)	335 (80,7)	
Extrapulmonar	115 (21,7)	15 (13,0)	100 (87,0)	
Muestras pulmonares				0,337
Lavado broncoalveolar	158 (38,1)	30 (19,0)	128 (81,0)	
Aspiración bronquial	105 (25,3)	25 (23,8)	80 (76,2)	
Espujo	152 (36,6)	25 (16,5)	127 (83,5)	
Muestras extrapulmonares				0,026
LCR	21 (18,3)	3 (14,3)	18 (85,7)	
Orina	31 (27,8)	1 (3,1)	31 (96,9)	
Líquido pleural	17 (14,8)	2 (11,8)	15 (88,2)	
Líquido ascítico	4 (3,5)	0 (0,0)	4 (100,0)	
Biopsia de ganglio linfático	5 (4,3)	3 (60,0)	2 (40,0)	
Biopsia de tejidos blandos y parénquima	11 (9,6)	1 (9,1)	10 (90,9)	
Absceso de tejidos blandos y parénquima	12 (10,4)	1 (8,3)	11 (91,7)	
Otros	13 (11,3)	4 (30,8)	9 (69,2)	
Tinción Ziehl-Neelsen (n=530)				< 0,001
Positivo	45 (8,5)	42 (93,3)	3 (6,7)	
Negativo	485 (91,5)	53 (10,9)	432 (89,1)	
Tinción Auramina-Rodamina (n=395)				< 0,001
Positivo	36 (9,1)	36 (100,0)	0 (0,0)	
Negativo	359 (90,9)	41 (11,4)	318 (88,6)	

RIC: rango intercuartílico, LCR: líquido cefalorraquídeo

<sup>a</sup>El valor p para las variables categóricas se calcularon mediante la prueba chi-cuadrado o prueba exacta de Fisher (en muestras extrapulmonares). El valor p para la variable edad del paciente se calculó mediante la prueba U de Mann-Whitney.

Tabla 2. Características generales de las muestras procesadas con Xpert Ultra (n=378)

Características	n (%)	Xpert Ultra		Valor de p <sup>a</sup>
		Positivo n=104 (27,5%)	Negativo n=274 (72,5%)	
Edad (n=335), mediana (RIC)	56 (37-74)	48 (30-69)	59 (41-75)	0,006
Genero (n=328)				0,448
Femenino	150 (45,7)	39 (26,0)	111 (74,0)	
Masculino	178 (54,3)	53 (29,8)	125 (70,2)	
Origen de la muestra				0,008
Pulmonar	296 (78,3)	91 (30,7)	205 (69,3)	
Extrapulmonar	82 (21,7)	13 (15,8)	69 (84,2)	
Muestras pulmonares				0,213
Lavado broncoalveolar	85 (28,7)	32 (37,7)	53 (62,3)	
Aspiración bronquial	121 (40,9)	36 (29,8)	85 (70,2)	
Espujo	90 (30,4)	23 (25,6)	67 (74,4)	
Muestras extrapulmonares				0,192
LCR	6 (7,3)	0 (0,0)	6 (100,0)	
Orina	20 (24,4)	3 (15,0)	17 (85,0)	
Líquido pleural	20 (24,4)	1 (5,0)	19 (95,5)	
Líquido ascítico	4 (4,9)	0 (0,0)	4 (100,0)	
Biopsia de ganglio linfático	7 (8,5)	3 (42,9)	4 (57,1)	
Biopsia de tejidos blandos y parénquima	5 (6,1)	1 (20,0)	4 (80,0)	
Absceso de tejidos blandos y parénquima,	11 (13,4)	2 (18,2)	9 (81,8)	
Otros	9 (11,0)	3 (33,3)	6 (66,7)	
Tinción Ziehl-Neelsen (n=378)				< 0,001
Positivo	32 (8,5)	28 (87,5)	4 (12,5)	
Negativo	346 (91,5)	76 (22,0)	270 (78,0)	
Tinción Auramina-Rodamina (n=228)				< 0,001
Positivo	21 (9,2)	18 (85,7)	3 (14,3)	
Negativo	207 (90,8)	42 (20,3)	165 (79,7)	

RIC: rango intercuartílico, LCR: líquido cefalorraquídeo

<sup>a</sup>El valor p para las variables categóricas se calcularon mediante la prueba chi-cuadrado o test exacto de Fisher (en muestras extrapulmonares). El valor p para la variable edad del paciente se calculó mediante la prueba U de Mann-Whitney.

Las muestras procesadas por Xpert MTB/RIF provinieron de pacientes con una mediana de edad de 60 (RIC 42-74) años. De estas muestras, el 78,3% eran pulmonares, en su mayoría recolectadas por lavado broncoalveolar (38,1%). El 21,7% restante eran muestras extrapulmonares, principalmente de orina (27,8%). Observamos un resultado positivo para tuberculosis en 95 (17,9%) muestras, de los cuales 80 fueron muestras pulmonares y 15 extrapulmonares. Asimismo, del total de muestras positivas para Xpert MTB/RIF, 53 (55,8%) de ellas, no fueron detectadas mediante tinción Ziehl-Neelsen y 41 (53,2%) no fueron detectadas por tinción Auramina-Rodamina (Tabla 1).

Las muestras procesadas con Xpert Ultra, provinieron de pacientes con una mediana de edad de 56 (RIC 37-74) años, siendo más de la mitad de sexo masculino (54,3%). De estas muestras procesadas, el 78,3% eran de origen pulmonar, principalmente de aspiración bronquial (40,9%). Las muestras con un resultado positivo fueron 104 (27,5%), de los cuales 91 eran de origen pulmonar y 13 de origen extrapulmonar. Del mismo modo, del total de muestras positivas para Xpert Ultra, 76 (73,1%) de ellas no fueron identificados con tinción Ziehl-Neelsen y 42 (70,0%) tampoco fueron detectados con tinción Auramina-Rodamina (Tabla 2).

Al comparar la tinción Ziehl-Neelsen con la tinción Auramina-Rodamina, se observó una buena concordancia entre las dos técnicas de baciloscopia (índice Kappa de Cohen=0,990). Observamos que solo una muestra positiva con la tinción Ziehl-Neelsen no se detectó en la tinción Auramina-Rodamina. Por otra parte, se observó una concordancia moderada al comparar la tinción Ziehl-Neelsen (índice Kappa de Cohen=0,548) y la tinción Auramina-Rodamina (índice Kappa de Cohen=0,586) con Xpert MTB/RIF, y una concordancia débil al comparar ambas técnicas de baciloscopia con Xpert Ultra (índice Kappa de Cohen=0,324 y 0,357) (Tabla 3).

Al tomar como referencia al Xpert MTB/RIF, encontramos que, para el total de muestras, el rendimiento diagnóstico de la tinción Ziehl-Neelsen (AUC=0,72; IC95%: 0,67-0,77) y la tinción Auramina-Rodamina (AUC=0,73; IC95%: 0,68-0,79) eran similares (Material suplementario 1A y 1B ).

Asimismo, reportamos una sensibilidad del 44,2% (IC95%: 34,0-54,8) y del 46,8% (IC95%: 35,3-58,5), y una especificidad del 99,3% (IC95%: 98,0-99,9) y del 100% (IC95%: 98,8-100), respectivamente (Material suplementario 2A).

Se observó una diferencia en la capacidad diagnóstica en las muestras extrapulmonares, mostrando la tinción Auramina-Rodamina un mejor rendimiento diagnóstico (AUC=0,71; IC95%: 0,52-0,91) en comparación con la tinción Ziehl-Neelsen (AUC=0,65; IC95%: 0,53-0,78) (Tabla 4).

Al tomar como referencia al Xpert Ultra, el rendimiento diagnóstico para muestras totales fue de AUC=0,63 (IC95%: 0,58-0,67) para la tinción Ziehl-Neelsen (Material suplementario 1C), con una sensibilidad y especificidad del 26,9% (IC95%: 18,7-36,5) y 98,5% (IC95%: 96,3-99,6), respectivamente (Material suplementario 2B). El rendimiento diagnóstico de la tinción Auramina-Rodamina fue de AUC=0,64 (IC95%: 0,58-0,70) con una sensibilidad del 30% (IC95%: 18,8-43,2) y especificidad del 98,2% (IC95%: 94,9-99,6) (Material suplementario 1D y 2B). En las muestras pulmonares, encontramos una ligera diferencia en el rendimiento diagnóstico entre la tinción Auramina-Rodamina (AUC=0,65; IC95%: 0,59-0,71) y la tinción Ziehl-Neelsen (AUC=0,63; IC95%: 0,58-0,68) (Tabla 5).

## Discusión

Se evaluó el rendimiento diagnóstico de la tinción Ziehl-Neelsen y Auramina-Rodamina, utilizando como referencia pruebas moleculares recomendadas por la OMS (Xpert MTB/RIF y Xpert Ultra). Nuestros hallazgos indican que ambas técnicas de baciloscopia tienen un rendimiento diagnóstico moderado en la identificación de casos de tuberculosis.

El rendimiento diagnóstico puede variar en función del patrón de referencia utilizado. En estudios anteriores sobre el diagnóstico de la tuberculosis, el cultivo de micobacterias fue el patrón de oro, generando una buena capacidad discriminativa en ambas técnicas de baciloscopia (AUC=89,7 y 90,3) y una sensibilidad superior al 60% 17. Sin embargo, las desventajas del cultivo como el tiempo de espera para el crecimiento micobacteriano (2 a 3 semanas) y la necesidad de laboratorios con nivel de bioseguridad III para analizar muestras de microorganismos que provocan enfermedades graves, dificultan su uso como método de referencia 18,19. Por lo tanto, es necesario establecer un estándar de referencia que supere estas barreras evidenciadas, siendo una opción factible el uso de pruebas moleculares.

En muestras pulmonares, observamos un regular rendimiento diagnóstico en ambas técnicas de baciloscopia,

con una ligera ventaja en la capacidad discriminativa de la tinción Auramina-Rodamina sobre la tinción Ziehl-Neelsen. Estos resultados concuerdan con los de Dzodanu et al., quienes destacaron un mayor rendimiento diagnóstico de las técnicas de fluorescencia 8. Estas técnicas permiten una rápida identificación de los bacilos en un campo de fondo oscuro, lo que reduce el tiempo necesario para reportar los resultados 20.

Otro aspecto importante del estudio de Dzodanu et al. es el mayor rendimiento diagnóstico observada en ambas técnicas de baciloscopia (AUC=0,92 y 0,77) en comparación con nuestros resultados 8. Esta discrepancia se hace más evidente al analizar los resultados obtenidos con un patrón de referencia diferente. Mientras que Dzodanu et al. utilizaron Xpert MTB/RIF, nosotros utilizamos Xpert Ultra. Según investigaciones anteriores, Xpert Ultra es la prueba molecular con mejor sensibilidad (entre el 86% y el 100%) y especificidad (entre el 89% y el 99%), por lo que debería considerarse como estándar de oro para estudios de diagnóstico de tuberculosis pulmonar 5.

En las muestras extrapulmonares, observamos que las tinciones Ziehl-Neelsen y Auramina-Rodamina presentaron una capacidad discriminativa moderada, pero una baja sensibilidad de 33,3% y el 42,9%, respectivamente. La sensibilidad y especificidad de las técnicas de baciloscopia suelen ser inferiores en comparación con las pruebas moleculares 9. Xpert MTB/RIF y Xpert Ultra pueden ser útiles para diagnosticar tuberculosis extrapulmonar; sin embargo, los parámetros diagnósticos varían en función del tipo de muestra 21. Se reportó que ambos métodos moleculares tuvieron una sensibilidad variable para muestras de líquido cefalorraquídeo (71% y 89%), líquido pleural (50% y 75%) y aspirado de ganglios linfáticos (82% y 70%); mientras la especificidad fue más del 85% en los tres tipos de muestra 22. Por lo tanto, es necesario elegir el método diagnóstico en función del tipo de muestra extrapulmonar que se pretende evaluar.

Nuestros resultados reportan que las técnicas de baciloscopia tienen una capacidad inadecuada para diagnosticar tuberculosis. En muchos países de bajos y medianos ingresos se sigue usando la baciloscopia como método diagnóstico inicial 23. La principal desventaja de estas técnicas convencionales es la deficiente sensibilidad, que impide identificar correctamente a todos los pacientes con tuberculosis pulmonar o extrapulmonar, produciendo un gran porcentaje de falsos negati-

vos. La OMS recomienda el uso de pruebas moleculares que tienen un mejor rendimiento *diagnóstico* como el Xpert MTB/RIF o Xpert Ultra, sin embargo, su costo de mantenimiento limita su implementación en diversos países 24. Una alternativa es el uso combinado de técnicas de baciloscopia con métodos moleculares, donde solo aquellas muestras con resultado negativo en las técnicas de baciloscopia puedan ser procesadas por pruebas moleculares 25, sin embargo, la limitada cantidad de laboratorios públicos en el Perú retrasaría el diagnóstico.

Otra alternativa es el uso de algoritmos diagnósticos. Un estudio realizado en Lima, Perú, informó que la combinación de radiografía de tórax seguido de una prueba molecular alcanzó una sensibilidad del 68%, en comparación con el enfoque basado en la evaluación sintomática seguida de microscopia de frotis, cuya sensibilidad fue de solo 23% 26. Los algoritmos que excluyen la evaluación clínica radiográfica y dependen únicamente de pruebas bacteriológicas con bajo rendimiento diagnóstico como la baciloscopia, pueden ser percibidos como menos costosos. Sin embargo, el diagnóstico inadecuado y la falta de tratamiento oportuno pueden generar mayores costos en el sistema de salud a largo plazo 27.

Asimismo, el procesamiento de muestras agrupadas es una alternativa accesible para la implementación de pruebas moleculares. Se observó que el análisis de muestras agrupadas mediante Xpert MTB/RIF o Xpert Ultra tiene una sensibilidad del 95% y una especificidad del 97,1%, además alcanza una concordancia de hasta el 96% con los resultados obtenidos en el procesamiento de muestras individuales 28. Del mismo modo, el procesamiento de muestras agrupadas representa un menor costo en comparación con el análisis de muestras individuales, siendo una opción factible y confiable para países de bajos y medianos ingresos, como Perú 29.

Nuestro estudio presenta algunos elementos que deben ser considerados al momento de interpretar los resultados. Por una parte, si bien existen muchos estudios que comparan la baciloscopia con técnicas moleculares como el Xpert MTB/RIF o Xpert Ultra, nuestro trabajo fue desarrollado en un contexto particular, un laboratorio privado en el cual la mayoría de las muestras no eran esputo sino muestras de aspirado bronquial y lavado broncoalveolar, lo cual genera información sobre este contexto en particular. Por otro lado, hay que reconocer las limitaciones como no contar con información detallada sobre las características sociodemográficas,

Tabla 3. Análisis de concordancia de las técnicas de baciloscopia comparadas con Xpert MTB/RIF y Xpert Ultra.

Comparación de pruebas	Concordancia global	Índice de Kappa Cohen	Error estándar	Valor de p
Tinción Ziehl-Neelsen vs. tinción Auramina-Rodamina	99,8	0,990	0,040	< 0,001
Tinción Ziehl-Neelsen vs. Xpert MTB/RIF	89,4	0,548	0,039	< 0,001
Tinción Ziehl-Neelsen vs. Xpert Ultra	78,8	0,324	0,041	< 0,001
Tinción Auramina-Rodamina vs. Xpert MTB/RIF	89,6	0,586	0,046	< 0,001
Tinción Auramina-Rodamina vs. Xpert Ultra	80,3	0,357	0,055	< 0,001

Tabla 4. Rendimiento diagnóstico de las técnicas de baciloscopia para la tuberculosis pulmonar y extrapulmonar en comparación con Xpert MTB/RIF.

	Prevalencia % (IC95%)	Sensibilidad % (IC95%)	Especificidad % (IC95%)	VPP (IC95%)	VPN (IC95%)	RV + (IC95%)	RV - (IC95%)	AUC/ROC (IC95%)
<b>Muestras totales</b>								
Tinción Ziehl-Neelsen	17,9 (14,8-21,5)	44,2 (34,0-54,8)	99,3 (98,0-99,9)	93,3 (81,7-98,6)	89,1 (86,0-91,7)	64,1 (20,3-202,5)	0,6 (0,5-0,7)	0,72 (0,67-0,77)
Tinción Auramina-Rodamina	19,5 (15,7-23,7)	46,8 (35,3-58,5)	100 (98,8-100)	100 (90,3-100)	88,6 (84,8-91,7)	-	0,5 (0,4-0,7)	0,73 (0,68-0,79)
<b>Muestras pulmonares</b>								
Tinción Ziehl-Neelsen	19,3 (15,6-23,4)	46,3 (35,0-57,8)	100 (98,9-100)	100 (90,5-100)	88,6 (85,0-91,6)	-	0,5 (0,4-0,7)	0,73 (0,68-0,79)
Tinción Auramina-Rodamina	18,8 (15,0-23,2)	47,1 (35,1-59,4)	100 (98,8-100)	100 (89,4-100)	89,1 (85,3-92,2)	-	0,5 (0,4-0,7)	0,74 (0,68-0,79)
<b>Muestras extrapulmonares</b>								
Tinción Ziehl-Neelsen	13,0 (7,5-20,6)	33,3 (11,8-61,6)	97,0 (91,5-99,4)	62,5 (24,5-91,5)	90,7 (83,5-95,4)	11,1 (2,9-41,8)	0,7 (0,5-0,8)	0,65 (0,53-0,78)
Tinción Auramina-Rodamina	30,4 (13,2-52,9)	42,9 (9,9-81,6)	100 (79,4-100)	100 (29,2-100)	80,0 (56,3-94,3)	-	0,6 (0,3-1,1)	0,71 (0,52-0,91)
AUC: área bajo la curva; ROC: características operativas del receptor; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo; RV: razón de verosimilitud; IC95%: intervalo de confianza del 95%.								

**Tabla 5. Rendimiento diagnóstico de las técnicas de baciloscopia para la tuberculosis pulmonar y extrapulmonar en comparación con Xpert Ultra.**

	Prevalencia % (IC95%)	Sensibilidad % (IC95%)	Especificidad % (IC95%)	VPP (IC95%)	VPN (IC95%)	RV + (IC95%)	RV - (IC95%)	AUC/ROC (IC95%)
<b>Muestras totales</b>								
Tinción Ziehl-Neelsen	27,5 (23,2-32,3)	26,9 (18,7-36,5)	98,5 (96,3-99,6)	87,5 (71,0-96,5)	78,0 (73,3-82,3)	18,4 (6,6-51,3)	0,7 (0,7-0,8)	0,63 (0,58-0,67)
Tinción Auramina-Rodamina	26,3 (20,7-32,5)	30,0 (18,8-43,2)	98,2 (94,9-99,6)	85,7 (63,7-97,0)	79,7 (73,6-85,0)	16,8 (5,1-55,0)	0,7 (0,6-0,8)	0,64 (0,58-0,70)
<b>Muestras pulmonares</b>								
Tinción Ziehl-Neelsen	30,7 (25,5-36,3)	27,5 (18,6-37,8)	98,5 (95,8-99,7)	89,3 (71,8-97,7)	75,4 (69,8-80,4)	18,8 (5,8-60,6)	0,7 (0,7-0,8)	0,63 (0,58-0,68)
Tinción Auramina-Rodamina	26,5 (20,7-32,9)	31,6 (19,9-45,2)	98,1 (94,6-99,6)	85,7 (63,7-97,0)	79,9 (73,6-85,3)	16,6 (5,1-54,4)	0,7 (0,6-0,8)	0,65 (0,59-0,71)
<b>Muestras extrapulmonares</b>								
Tinción Ziehl-Neelsen	15,9 (8,7-25,6)	23,1 (5,0-53,8)	98,6 (92,2-100,0)	75,0 (19,4-99,4)	87,2 (77,7-93,7)	15,9 (1,8-141,5)	0,8 (0,6-1,1)	0,61 (0,49-0,73)
Tinción Auramina-Rodamina	-	-	-	-	-	-	-	-
AUC: área bajo la curva; ROC: características operativas del receptor; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo; RV: razón de verosimilitud; IC95%: intervalo de confianza del 95%.								

antecedentes de tuberculosis, comorbilidades o tratamiento previo de los pacientes. Estos factores pueden influir en el desempeño de las pruebas diagnósticas, lo que podría generar un sesgo de medición. Segundo, la distribución de muestras pulmonares y extrapulmonares no fue uniforme, y como ha sido mencionado, el contexto particular en el que fue desarrollado impide generalizar los hallazgos a otros escenarios. Tercero, el número limitado de muestras extrapulmonares impidió determinar el rendimiento diagnóstico para cada tipo de muestra. Por último, los resultados pueden estar sujetos a sesgos derivados de errores en el procesamiento de las muestras o relacionados a la interpretación de

resultados por parte del personal de laboratorio. A pesar de estas limitaciones, las muestras fueron recolectadas y analizadas en un laboratorio clínico privado con certificación de calidad, utilizando equipos modernos que garantizan resultados confiables. Además, este estudio evalúa el rendimiento diagnóstico de técnicas de baciloscopia tomando como referencia pruebas moleculares recomendadas por la OMS, las cuales presentan una mayor capacidad diagnóstica que el cultivo micobacteriano.

En conclusión, se observó que la tinción de Ziehl-Neelsen y la tinción Auramina-Rodamina tienen un rendimien-

to diagnóstico moderado para muestras pulmonares y extrapulmonares. Al comparar los resultados de ambas técnicas de microscopía, observamos una capacidad diagnóstica ligeramente superior con la tinción de Auramina-Rodamina. Además, ambas tinciones mostraron una excelente especificidad, pero una baja sensibilidad. Por lo tanto, se recomienda evaluar la implementación de nuevas alternativas diagnósticas, que incluyan el uso de pruebas moleculares de procesamiento rápido y rendimiento diagnóstico adecuado para detectar tuberculosis, previa evaluación de los costos asociados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. Tuberculosis [Internet]. Geneva, Switzerland: WHO, 2023 [cited 2024 Feb 21]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis>.
2. Pan American Health Organization. Tuberculosis in the Americas 2018 [Internet]. Washington, DC: PAHO; 2018 [cited 2024 Feb 21]. Available from: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/49510/OPSCDE18036\\_spa?sequence=2&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/49510/OPSCDE18036_spa?sequence=2&isAllowed=y).
3. Samper S, González-Martin J. Diagnóstico microbiológico de las infecciones causadas por el género *Mycobacterium*. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2018;36(2):104-111. doi: 10.1016/j.eimc.2017.11.009.
4. Pan American Health Organization. Directrices unificadas de la OMS sobre la tuberculosis. Module 3: Diagnosis. Rapid Diagnostic Methods for Tuberculosis Detection, 2020 [Internet]. Washington, DC: PAHO, 2022 [cited 2024 Feb 21]. Available from: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/55926>.
5. Zifodya JS, Kreniske JS, Schiller I, Kohli M, Dendukuri N, Schumacher SG, et al. Xpert Ultra versus Xpert MTB/RIF for pulmonary tuberculosis and rifampicin resistance in adults with presumptive pulmonary tuberculosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;2:CD009593. doi: 10.1002/14651858.CD009593.pub5.
6. Ngangue YR, Mbuli C, Neh A, Nshom E, Koudjou A, Palmer D, et al. Diagnostic Accuracy of the Truenat MTB Plus Assay and Comparison with the Xpert MTB/RIF Assay to Detect Tuberculosis among Hospital Outpatients in Cameroon. *J Clin Microbiol*. 2022;60(8):e0015522. doi: 10.1128/jcm.00155-22.
7. Kaso AW, Hailu A. Costs and cost-effectiveness of Gene Xpert compared to smear microscopy for the diagnosis of pulmonary tuberculosis using real-world data from Arsi zone, Ethiopia. *PLoS One*. 2021;16(10):e0259056. doi: 10.1371/journal.pone.0259056.
8. Dzodanu EG, Afrifa J, Acheampong DO, Dadzie I. Diagnostic Yield of Fluorescence and Ziehl-Neelsen Staining Techniques in the Diagnosis of Pulmonary Tuberculosis: A Comparative Study in a District Health Facility. *Tuberc Res Treat*. 2019;2019:4091937. doi: 10.1155/2019/4091937.
9. Elbrolosy AM, El Helbawy RH, Mansour OM, Latif RA. Diagnostic utility of GeneXpert MTB/RIF assay versus conventional methods for diagnosis of pulmonary and extra-pulmonary tuberculosis. *BMC Microbiol*. 2021;21(1):144. doi: 10.1186/s12866-021-02210-5.
10. Cohen JF, Korevaar DA, Altman DG, Bruns DE, Gatsonis CA, Hooft L, et al. STARD 2015 guidelines for reporting diagnostic accuracy studies: explanation and elaboration. *BMJ Open*. 2016;6(11):e012799. doi: 10.1136/bmjopen-2016-012799.
11. Ministerio de Salud. Manual de procedimientos de la baciloscopia para el diagnóstico bacteriológico de la tuberculosis [Internet]. Lima: MINSA, 2018 [cited 2024 Apr 25]. Available from: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3500810/Documento%20T%C3%A9cnico.pdf>.
12. Ministerio de Salud. Norma Técnica de Salud para el cuidado integral de la persona afectada por tuberculosis, familia y comunidad [Internet]. Lima: MINSA, 2023 [cited 2024 Apr 25]. Available from: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4326959/Norma%20T%C3%A9cnica%20de%20Salud%20%28Parte%20I%29.pdf?v=1679925179>.
13. Cepheid. Xpert(r) MTB/RIF [Internet]. United States: Cepheid, 2020 [cited 2024 Apr 25]. Available from: <https://www.cepheid.com/en-US/tests/tb-emerging-infectious-diseases/xpert-mtb-rif.html>.
14. Cepheid. Xpert(r) MTB/RIF Ultra [Internet]. United States: Cepheid, 2022 [cited 2024 Apr 25]. Available from: <https://www.cepheid.com/es-ES/tests/tb-emerging-infectious-diseases/xpert-mtb-rif-ultra.html>.
15. Rodríguez-Lugo D, Villamil-Castañeda LP, Lasso-Apráez JI, Garzón-Herazo JR, Celis-Preciado C. Xpert MTB/RIF Ultra: Innovation in the Diagnosis of Tuberculosis. *Univ Med*. 2021;62(1):46-60. doi: 10.11144/javeriana.umed62-1.xper.
16. Martínez Pérez JA, Pérez Martin PS. The ROC curve. *Semergen*. 2023;49(1):101821. doi: 10.1016/j.semereg.2022.101821.
17. Arora D, Dhanashree B. Utility of smear microscopy and GeneXpert for the detection of *Mycobacterium tuberculosis* in clinical samples. *Germs*. 2020;10(2):81-7. doi: 10.18683/germs.2020.1188.
18. Alonso V, Paul R, Barrera L, Ritacco V. False Diagnosis of Tuberculosis by Culture. *Medicina (B Aires)*. 2007;67(3):287-94.

19. World Health Organization. Laboratory Biosafety Manual [Internet]. Geneva, Switzerland: WHO, 2023 [cited 2024 Apr 25]. Available from: <https://iris.who.int/handle/10665/365600>.
20. Laifangbam S, Singh HL, Singh NB, Devi KM, Singh NT. A comparative study of fluorescent microscopy with Ziehl-Neelsen staining and culture for the diagnosis of pulmonary tuberculosis. *Kathmandu Univ Med J (KUMJ)*. 2009;7(27):226-30. doi: 10.3126/kumj.v7i3.2728.
21. Maynard-Smith L, Larke N, Peters JA, Lawn SD. Diagnostic accuracy of the Xpert MTB/RIF assay for extrapulmonary and pulmonary tuberculosis when testing non-respiratory samples: a systematic review. *BMC Infect Dis*. 2014;14(709). doi: 10.1186/s12879-014-0709-7.
22. Kohli M, Schiller I, Dendukuri N, Yao M, Dheda K, Denkinger CM, et al. Xpert MTB/RIF Ultra and Xpert MTB/RIF assays for extrapulmonary tuberculosis and rifampicin resistance in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2021;(1). doi: 10.1002/14651858.CD012768.pub3.
23. Kivihya-Ndugga LE, van Cleeff MR, Githui WA, Nganga LW, Kibuga DK, Odhiambo JA, et al. A comprehensive comparison of Ziehl-Neelsen and fluorescence microscopy for the diagnosis of tuberculosis in a resource-poor urban setting. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2003;7(12):1163-71.
24. Figueredo LJA, Miranda SS, Santos LBD, Manso CCG, Soares VM, Alves S, et al. Cost analysis of smear microscopy and the Xpert assay for tuberculosis diagnosis: average turnaround time. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2020;53:e20200314. doi: 10.1590/0037-8682-0314-2020.
25. Rimal R, Shrestha D, Pyakurel S, Poudel R, Shrestha P, Rai KR, et al. Diagnostic performance of GeneXpert MTB/RIF in detecting MTB in smear-negative presumptive TB patients. *BMC Infect Dis*. 2022;22(1):321. doi: 10.1186/s12879-022-07287-5
26. Puma D, Yuen CM, Millones AK, Brooks MB, Jimenez J, Calderon RI, et al. Sensitivity of Various Case Detection Algorithms for Community-based Tuberculosis Screening. *Clin Infect Dis*. 2023;76(3):e987-e989. doi: 10.1093/cid/ciac492.
27. Van't Hoog AH, Meme HK, Laserson KF, Agaya JA, Muchiri BG, Githui WA, et al. Screening strategies for tuberculosis prevalence surveys: the value of chest radiography and symptoms. *PLoS One*. 2012;7(7):e38691. doi: 10.1371/journal.pone.0038691.
28. Santos VS, Allgayer MF, Kontogianni K, Rocha JE, Pimentel BJ, Amorim MTP, et al. Pooling of sputum samples to increase tuberculosis diagnostic capacity in Brazil during the COVID-19 pandemic. *Int J Infect Dis*. 2023; 129:10-14. doi: 10.1016/j.ijid.2023.01.009.
29. Iem V, Bimba JS, Santos VS, Dominguez J, Creswell J, Somphavong S, et al. Pooling sputum testing to diagnose tuberculosis using Xpert MTB/RIF and Xpert ultra: a cost-effectiveness analysis. *BMC Infect Dis*. 2023;23(1):341. doi: 10.1186/s12879-023-08330-9.

Financiamiento. Autofinanciado.

Material Suplementario

Disponible en la versión electrónica de la RPMESPMaterial suplementario

Este estudio es parte de la tesis: Tapia-Sequeiros G. Rendimiento diagnóstico de las técnicas de Tinción Ziehl Neelsen y Tinción Auramina-Rodamina en la detección de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar [Tesis de Pregrado]. Tacna: Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Privada de Tacna; 2025.

Citar como: Tapia-Sequeiros G, Hueda-Zavaleta M, Gómez de la Torre JC, Hernandez-Vargas A, Barletta-Carrillo C, Flores C, et al. Rendimiento diagnóstico de las técnicas de tinción Ziehl-Neelsen y Auramina-Rodamina en la detección de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2025;42(1). doi: 10.17843/rpmesp.2025.421.14062

Recibido: 14 de Junio de 2024; Aprobado: 05 de Marzo de 2025

Correspondencia. Gustavo Tapia-Sequeiros; gtapseq@gmail.com

Contribuciones de los autores.

Todos los autores declaran que cumplen con los criterios de autoría recomendados por el ICMJE.

Conflictos de interés.

JCGT es speaker de Cepheid, distribuidor de las plataformas GeneXpert. Los otros autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Roles según CRediT.

GTS: conceptualización, metodología, análisis formal, supervisión, revisión y edición. MHZ: conceptualización, metodología, supervisión, revisión y edición. JCGT: supervisión, revisión y edición. AHV: curación de datos, preparación del borrador original. CBC: curación de datos, investigación, preparación del borrador original. CF: curación de datos, investigación, preparación del borrador original. CP: conservación de datos, investigación, preparación del borrador original. CM: conservación de datos, investigación, preparación del borrador original. AM: recopilación de datos, investigación, preparación del borrador original.

Creative Commons License Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons ♦

# Actualidad



# Santa Cruz - Bolivia, se prepara para recibir el evento científico más importante de la Bioquímica Clínica Latinoamericana



**Dr. Álvaro Justiniano Grosz.**

Presidente Congreso

Presidente Sociedad Boliviana de Bioquímica Clínica

Ex Presidente Confederación Latinoamericana de Bioquímica Clínica

La ciudad de Santa Cruz de la Sierra se convertirá en el epicentro de la ciencia y la Medicina de Laboratorio en Latinoamérica con la realización del **XXVII Congreso Latinoamericano de Bioquímica Clínica - COLABIOCLI 2026**, que se desarrollará del 7 al 10 de octubre de 2026 en las instalaciones del Centro de Convenciones de FEXPOCRUZ.

El evento, organizado conjuntamente por la Confederación Latinoamericana de Bioquímica Clínica (COLABIOCLI) y la Sociedad Boliviana de Bioquímica Clínica (SOBOBIOCLI), marcará un hecho histórico para Bolivia, al constituirse en la primera ocasión en que el principal congreso latinoamericano del Laboratorio Clínico se realice en territorio nacional.

COLABIOCLI representa el encuentro científico más importante de los profesionales de la medicina de la-

laboratorio en la región. Reunirá a bioquímicos, investigadores, docentes, profesionales de la salud y representantes de la industria diagnóstica provenientes de distintos países de América Latina, Europa, Asia y Norteamérica, consolidando un espacio de integración científica, actualización académica e intercambio de experiencias de alto nivel.

La designación de Bolivia como sede fue aprobada por unanimidad durante el XXV Congreso Latinoamericano de Bioquímica Clínica realizado en León-Guanajuato, México, en marzo de 2022, reconociendo el crecimiento y fortalecimiento de la bioquímica clínica boliviana y la capacidad organizativa de Santa Cruz de la Sierra para albergar eventos internacionales de gran magnitud.

Más allá de su importancia académica, el congreso representa una oportunidad estratégica para el país y

para Santa Cruz. La realización de un evento de esta dimensión permitirá proyectar internacionalmente a la ciudad como un destino para el desarrollo de congresos científicos y académicos de nivel mundial, generando además un importante movimiento institucional, profesional, turístico y económico.

En tiempos donde los exámenes de laboratorio constituyen uno de los pilares fundamentales para la toma de decisiones médicas, la capacitación continua y la actualización científica adquieren una relevancia trascendental. Los profesionales del Laboratorio Clínico cumplen un rol decisivo dentro del equipo multidisciplinario de salud, ya que sus informes impactan directamente en el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de millones de pacientes.

Por ello, COLABIOCLI 2026 no solo será un evento académico, sino también una inversión en el fortalecimiento de los sistemas de salud de la región, promoviendo el acceso a nuevas tecnologías diagnósticas, sistemas de gestión de calidad y avances científicos aplicados a problemáticas prioritarias de salud pública, como las enfermedades infecciosas y las patologías crónicas no transmisibles.

Durante cuatro jornadas intensivas, los asistentes tendrán acceso a un programa científico de excelencia internacional que incluirá:

- 5 cursos Precongreso de altísimo nivel académico.
- Conferencias magistrales de inauguración y clausura a cargo de reconocidos referentes mundiales de la medicina de laboratorio.
- 6 conferencias Plenarias desarrolladas por expertos de la IFCC.
- 20 simposios internacionales con especialistas de distintas regiones del mundo.
- Más de 18 talleres de la industria diagnóstica.
- Cerca de un centenar de conferencias científicas.
- El II Foro Latinoamericano de Jóvenes Profesionales del Laboratorio.
- Presentación de trabajos científicos e investigaciones innovadoras.

**Muestra Comercial: ciencia, industria e innovación,**

**permitirá a las empresas líderes del sector**

- Presentar soluciones, tecnologías y productos de última generación.
- Fortalecer su posicionamiento institucional.
- Establecer vínculos sostenibles con profesionales altamente especializados.
- Contribuir activamente al desarrollo científico y tecnológico del Laboratorio Clínico.

Estamos convencidos de que la participación de la industria del diagnóstico in vitro jerarquizará este magno evento, consolidando una relación estratégica entre la innovación empresarial y la comunidad científica.

La magnitud del congreso demanda el compromiso conjunto de instituciones científicas, académicas, empresariales y cívicas, consolidando una visión de desarrollo basada en el conocimiento, la investigación y la integración regional.

En ese contexto, el apoyo institucional al evento representa también una apuesta por el fortalecimiento del prestigio científico de Bolivia y por la construcción de espacios que impulsen el crecimiento académico y tecnológico de Santa Cruz de la Sierra, posicionándola ante el continente y el mundo como una ciudad moderna, abierta al conocimiento y comprometida con el desarrollo científico.

La Sociedad Boliviana de Bioquímica Clínica ha asumido este desafío con profunda responsabilidad y convicción, consciente de que el éxito de COLABIOCLI 2026 será también el reflejo de la capacidad de integración y organización de Bolivia frente a la comunidad científica internacional.

Asimismo, los organizadores informaron que el plazo de inscripción con tarifa reducida fue ampliado hasta el 30 de mayo de 2025, brindando mayores oportunidades para que profesionales y estudiantes de toda Latinoamérica puedan formar parte de este histórico encuentro científico.

COLABIOCLI 2026 no será únicamente un congreso. Será una oportunidad para mostrar al mundo el potencial científico, humano y académico de Bolivia y de toda Latinoamérica. ♦

# Premio ABA 2026: una convocatoria para reconocer la investigación en bioquímica clínica y básica



La Asociación Bioquímica Argentina (ABA) lanza su convocatoria al Premio ABA 2026, destinado a reconocer el mejor trabajo de investigación en el campo de la bioquímica clínica o básica.

Se trata de una iniciativa que reafirma el compromiso de la institución con el desarrollo científico del sector, alentando a investigadores y profesionales a visibilizar sus aportes al conocimiento bioquímico.

## ¿Qué incluye el premio?

Los trabajos seleccionados recibirán un premio en efectivo de \$3.000.000, junto con un diploma para todos los

autores participantes.

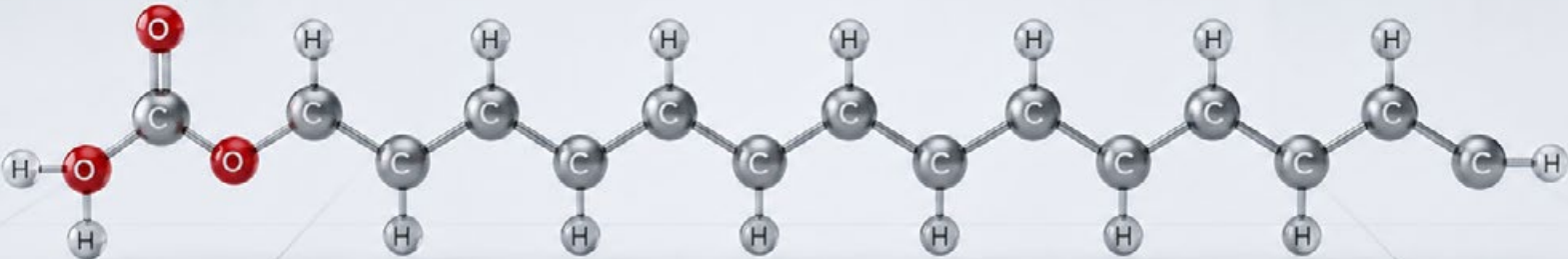
Además, las investigaciones ganadoras serán publicadas en la Revista Bioquímica y Patología Clínica (ByPC), referente científica de la especialidad en Argentina.

## Fechas y presentación

El cierre de presentación de trabajos es el 31 de julio de 2026.

Los interesados pueden enviar sus trabajos o realizar consultas a través del correo electrónico: [info@aba-online.org.ar](mailto:info@aba-online.org.ar). ♦





# Precisión diagnóstica en el metabolismo lipídico: Cuantifique NEFA con máxima confianza

La cuantificación de los ácidos grasos no esterificados (NEFA) es una ventana directa al control metabólico y endocrino de sus pacientes.

## Significado clínico de las variaciones de NEFA

Valores aumentados (Riesgo metabólico y endocrino):

- Ejes patológicos: Marcador clave en condiciones con resistencia a la insulina como Diabetes Mellitus tipo 2, obesidad y síndrome metabólico, los cuales aumentan el riesgo cardiovascular.

- Alteraciones hormonales y sistémicas: Elevaciones vinculadas a feocromocitoma, hipertiroidismo, acromegalia,

### Asesoría Bioquímica:

+54 11 3070 8030 - +54 11 2462 0252

**Ventas:** +54 9 11 6246 4748

**Sitio web:** [www.laborteknic.com](http://www.laborteknic.com)

cirrosis hepática y tumores con producción de hormonas lipoactivas.

- Factores inductores: Presente en estados de ayuno prolongado, estrés, embarazo, tabaquismo y malnutrición proteica.

Valores disminuidos (Déficits de transporte y absorción):

Asociados a patologías genéticas y sistémicas como abetalipoproteinemia, fibrosis quística, hepatitis crónica y falla renal crónica.

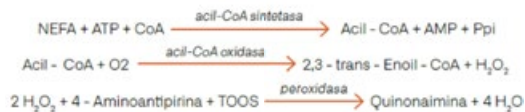
Disminución fisiológica normal tras la ingesta de alimentos.

Intervalo de referencia orientativo: 0,28 - 0,89 mmol/L (8 - 25 mg/dL) Nota: Se sugiere que cada laboratorio valide sus propios intervalos de referencia según su población.

Características del ensayo

Método: Acil-CoA Oxidasa/Peroxidasa  
 Modo análisis: Diferencial bireactiva  
 Límite de detección: 0,009 mmol/L  
 Intervalo de medición: 0,037-4,00 mmol/L

Longitud de onda: 560 nm



Producto	Código	Formato del kit	Formato
Sistema Automatizado A15/A25	12540	2 x 20 mL + 2 x 7 mL	Liofilizados
Sistema Automatizado BA	21840	2 x 20 mL + 2 x 7 mL	Liofilizados

Se recomienda usar el Calibrador de Bioquímica (BioSystems cod. 18011) o Calibrador de Bioquímica Humano (Biosystems cod. 18044) y los Sueros Control Bioquímica niveles I (cod. 18005, 18009 o 18042) y II (cod. 18007, 18010 o 18043) para verificar la exactitud del procedimiento de medida.

Optimize el diagnóstico metabólico de precisión con el reactivo para la determinación de NEFA, apto para uso manual o en analizadores BioSystems.

+54 9 11 6246 4748  
 admventas@labor teknic.com  
 www.labor teknic.com  
 asesorbioquimico@labor teknic.com





# AADEE acompañó la primera edición del **Congreso Bioquímico del Paraná** en Rosario



Durante tres jornadas de actividad científica y actualización profesional, la empresa presentó sus soluciones tecnológicas para el laboratorio clínico.

info@aadee.com.ar  
+54 11 4523-4848 & Rot.  
www.aadee.ar

## Durante tres jornadas de actividad científica y actualización profesional, la empresa presentó sus soluciones tecnológicas para el laboratorio clínico.

AADEE S.A. participó del 1.º Congreso Bioquímico del Paraná, realizado los días 3, 4 y 5 de junio de 2026 en la ciudad de Rosario, Santa Fe, un evento que reunió a bioquímicos, directores de laboratorio, especialistas y referentes del sector diagnóstico de distintas provincias del país.

Durante las tres jornadas, nuestro stand se convirtió en un espacio de encuentro para presentar las últimas novedades de nuestro portfolio, intercambiar experiencias con profesionales de la salud y fortalecer vínculos con laboratorios que día a día confían en nuestras soluciones.

Los asistentes pudieron conocer de cerca nuestras tecnologías para análisis clínicos, incluyendo los sistemas  $\mu$ GASES, para gases en sangre, y  $\mu$ ISE, para

electrolitos, desarrollados y fabricados por AADEE, además de nuestras propuestas para automatización y equipamiento de laboratorio.

Este congreso representó una excelente oportunidad para escuchar las necesidades actuales del sector, compartir conocimientos y continuar acompañando el crecimiento de los laboratorios argentinos con tecnología, servicio y asesoramiento especializado.

Agradecemos a todos los profesionales que visitaron nuestro stand, compartieron sus proyectos y nos permitieron seguir construyendo, junto a ellos, el futuro del diagnóstico clínico.

**AADEE S.A. — 53 años junto a los laboratorios argentinos.**



# Agenda

## FORMACIÓN CON MODALIDAD A DISTANCIA

### *Western Blot*

On demand

Organiza Biocealab

[cursos@biocealab.com](mailto:cursos@biocealab.com)

[www.biocealab.com](http://www.biocealab.com)

### *Curso sobre Micología Médica*

Inscripciones abiertas

Organiza Fundación Química Argentina

[info@fundacionquimica.org.ar](mailto:info@fundacionquimica.org.ar)

### *El laboratorio en Endocrinología Ginecológica y Reproductiva*

Contarán con 90 días para completar el curso.

[administracion@saegre.org.ar](mailto:administracion@saegre.org.ar)

[saegre@saegre.org.ar](mailto:saegre@saegre.org.ar)

[www.saegre.org.ar/curso\\_online\\_laboratorio.asp](http://www.saegre.org.ar/curso_online_laboratorio.asp)

### *Curso de PCR Intensivo*

On demand

+54 911 3399-5049

<https://biocealab.com/courses/curso-de-pcr-intensivo/>

### *Disruptores endócrinos. Impactos en la Salud*

Contarán con 120 días para completar el curso

Organiza SAEGRE (Sociedad Argentina de Endocrinología Ginecológica y Reproductiva)

[congresosaegre@gmail.com](mailto:congresosaegre@gmail.com)

[http://saegre.org.ar/curso\\_online\\_disruptores.asp](http://saegre.org.ar/curso_online_disruptores.asp)

### *Nuevos enfoques en el manejo del dolor pelviano crónico y endometriosis*

Contarán con 120 días para completar el curso

Organiza SAEGRE (Sociedad Argentina de Endocrinología Ginecológica y Reproductiva)

[congresosaegre@gmail.com](mailto:congresosaegre@gmail.com)

[http://saegre.org.ar/curso\\_online\\_endometriosis.asp](http://saegre.org.ar/curso_online_endometriosis.asp)

### *Diagnóstico y manejo práctico de la Osteoporosis*

Contarán con 90 días para completar el curso

Organiza SAEGRE (Sociedad Argentina de Endocrinología Ginecológica y Reproductiva)

[congresosaegre@gmail.com](mailto:congresosaegre@gmail.com)

[http://saegre.org.ar/curso\\_online\\_osteoporosis.asp](http://saegre.org.ar/curso_online_osteoporosis.asp)

### *Sexualidad en la mujer*

Contarán con 120 días para completar el curso

Organiza SAEGRE (Sociedad Argentina de Endocrinología Ginecológica y Reproductiva)

[congresosaegre@gmail.com](mailto:congresosaegre@gmail.com)

[http://saegre.org.ar/curso\\_online\\_sexualidad.asp](http://saegre.org.ar/curso_online_sexualidad.asp)

### *SOP. Síndrome de ovario poliquístico. Diagnóstico y tratamiento*

Contarán con 120 días para completar el curso

Organiza SAEGRE (Sociedad Argentina de Endocrinología Ginecológica y Reproductiva)

[congresosaegre@gmail.com](mailto:congresosaegre@gmail.com)

[http://saegre.org.ar/curso\\_online\\_sop.asp](http://saegre.org.ar/curso_online_sop.asp)

### *Las enfermedades tiroideas en el ciclo de la vida de la mujer*

Contarán con 90 días para completar el curso

Organiza SAEGRE (Sociedad Argentina de Endocrinología Ginecológica y Reproductiva)

[congresosaegre@gmail.com](mailto:congresosaegre@gmail.com)

[http://saegre.org.ar/curso\\_online\\_tiroides.asp](http://saegre.org.ar/curso_online_tiroides.asp)

### *Programa de Capacitación en Inglés para profesionales de la Salud (Nivel básico, intermedio y avanzado)*

Inscripciones abiertas

[cursos@mednet.com.ar](mailto:cursos@mednet.com.ar)

<https://campus.mednet.com.ar/mod/page/view.php?id=5688>

*Actualización en Salud Reproductiva Masculina*

On demand Organiza SAEGRE

(Sociedad Argentina de Endocrinología Ginecológica y Reproductiva)

congresosaegre@gmail.com

[https://saegre.org.ar/curso\\_online\\_repro\\_masculina.asp](https://saegre.org.ar/curso_online_repro_masculina.asp)

*Curso Online de Formación Avanzada en Atención de Medicina Transgénero*

Curso autoadministrado, 90 días para completar el curso.

Organiza SAEGRE

(Sociedad Argentina de Endocrinología Ginecológica y Reproductiva)

congresosaegre@gmail.com

[https://www.saegre.org.ar/curso\\_online\\_transgenero.asp](https://www.saegre.org.ar/curso_online_transgenero.asp)

*Anticoncepción “Lo que necesitás saber”*

Curso autoadministrado, 90 días para completar el curso.

Organiza SAEGRE

(Sociedad Argentina de Endocrinología Ginecológica y Reproductiva)

congresosaegre@gmail.com

[https://www.saegre.org.ar/curso\\_online\\_anticoncepcion.asp](https://www.saegre.org.ar/curso_online_anticoncepcion.asp)

*Epidemiología y Estadística. Aplicada a la Investigación*

Julio 2026

Organiza Universidad Hospital Italiano

currosyjornadas.universidad@hospitalitaliano.org.ar

<https://cursos.uhiba.org/sites/default/files/aranceles/2025-08/Epidemio%20Aplicada%20-%20Programa%20Gen%C3%A9rico.pdf>

*Fundamentos de Metabolómica por HPLC-MS: desde el diseño experimental hasta el procesamiento de datos*

22 al 29 de julio de 2026

Organiza Universidad Nacional de Villa María

posgradoicba@unvm.edu.ar

*Técnicas de análisis y caracterización de polímeros/ biopolímeros, nanocompuestos y materiales derivados*

10 al 14 de agosto de 2026

Organiza UBA (Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/cursos-departamento-de-quimica-analitica-y-fisicoquimica/>

*Actualización en enzimología clínica: validación analítica*

2 al 23 de septiembre de 2026

Organiza UBA

(Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/cursos-departamento-de-bioquimica-clinica/>

*Bases neurobiológicas de las adicciones*

3 de septiembre al 17 de diciembre de 2026

Organiza UBA

(Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/cursos-departamento-de-farmacologia/>

*Enzimología clínica de actividades enzimáticas y biomarcadores séricos*

30 de septiembre al 21 de octubre de 2026

Organiza UBA

(Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/cursos-departamento-de-bioquimica-clinica/>

*Microangiopatía Trombótica. Manejo en la Urgencia*

Octubre 2026

Organiza Universidad Hospital Italiano

currosyjornadas.universidad@hospitalitaliano.org.ar

# Agenda

<https://cursos.uhba.org/sites/default/files/aranceles/2025-10/Microangiopat%C3%ADa%20-%20Programa%20Gen%C3%A9rico.pdf>

*Atención bioquímica. El nuevo ejercicio profesional. Virtual (392)*

8 al 30 de octubre de 2026

Organiza UBA

(Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/cursos-departamento-de-bioquimica-clinica>

*Química forense como auxiliar de la justicia*

9 al 18 de noviembre de 2026

Organiza UBA (Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/cursos-departamento-de-quimica-analitica-y-fisicoquimica/>

*Curso avanzado de rmn: solución, fase gel, estado sólido y técnicas computacionales*

16 al 20 de noviembre de 2026

Organiza UBA (Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/cursos-departamento-de-quimica-analitica-y-fisicoquimica/>

## FORMACIÓN CON MODALIDAD PRESENCIAL

### ARGENTINA

*VI Curso Bianual de Especialización en Endocrinología Ginecológica y Reproductiva. Buenos Aires 2019 - 2020*

Consultar fecha de inicio

CABA, Argentina

Organiza SAEGRE

saegre@saegre.org.ar

*Metodologías analíticas cromatográficas y técnicas relacionadas: HPLC, GC y CE. Curso práctico.*

4 al 27 de agosto de 2026

CABA, Argentina

Organiza UBA (Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/cursos-departamento-de-quimica-analitica-y-fisicoquimica/>

*Técnicas de análisis y caracterización de polímeros/ biopolímeros, nanocompuestos y materiales derivados*

10 al 14 de agosto de 2026

CABA, Argentina

Organiza UBA (Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/cursos-departamento-de-quimica-analitica-y-fisicoquimica/>

*Formulación de cosméticos I. Materias primas. Mixto*

11 de agosto al 24 de noviembre de 2026

CABA, Argentina

Organiza UBA

(Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/cursos-departamento-de-tecnologia-farmaceutica/>

*Métodos micrográficos aplicados al estudio de plantas medicinales y alimenticias*

1 al 24 de septiembre de 2026

CABA, Argentina

Organiza UBA

(Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/cursos-departamento-de-farmacologia/>

*Formulación cosmética con fitoingredientes: de la teoría a la práctica*

28 de septiembre al 1 de octubre de 2026

CABA, Argentina

Organiza UBA

(Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/cursos-departamento-de-farmacologia/>

*Curso básico teórico práctico de HPLC-PDA. Aplicaciones en toxicología*

23 al 27 de noviembre de 2026

CABA, Argentina

Organiza UBA

(Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/cursos-departamento-de-salud-nutricion-bromatologia-y-toxicologia/>

## BOLIVIA

*XXVII COLABIOCLI 2026 - Congreso Latinoamericano de Bioquímica Clínica*

7 al 11 octubre 2026

Santa Cruz de la Sierra

Bolivia

<https://www.colabiocli.com/congreso-colabiocli-2026>

## CHILE

*Congreso Chileno de Química Clínica y Ciencias de Laboratorio*

18 al 20 de agosto de 2026

Santiago, Chile

Organiza Sociedad Chilena de Química Clínica

<https://schqc.cl/congreso2026/>

## INDIA

*IFCC WordLab*

27° Congreso Internacional de Química Clínica y Medicina de Laboratorio

*52° Congreso de la Asociación de Bioquímicos Clínicos de la India*

25 al 29 de octubre de 2026

Nueva Delhi

info@ifccnewdelhi2026.org

<https://www.ifccnewdelhi2026.org/>

## INGLATERRA

*EUROMEDLAB 2027. 27° Congreso de Química Clínica y Medicina de Laboratorio LABMEDUK27 de la Asociación para la Medicina de Laboratorio*

16 al 20 de mayo de 2027

Londres, Inglaterra

info@euromedlab2027london.org

<https://www.euromedlab2027london.org/>

## MÉXICO

*XLVIII Congreso Nacional de Químicos Clínicos y EXPOQUÍM, Mérida 2026*

14 al 19 de septiembre de 2026

Mérida, México

atencion@conaquic.com

<https://miconaquic.com/congreso-merida/index.php>

## POSTGRADO

## DOCTORADOS

*Doctorado en Bioquímica y Biología Aplicada*

Inscripción abierta

Organiza UNL

(Universidad Nacional del Litoral)

cytbioq@fbc.unl.edu.ar

posgrado@fbc.unl.edu.ar

# Agenda

## *Doctorado en Educación en Ciencias Experimentales*

Inscripción abierta

Organiza UNL

(Universidad Nacional del Litoral)

cytbioq@fcb.unl.edu.ar

posgrado@fcb.unl.edu.ar

## *Doctor en Física*

Inscripciones abiertas

Organiza UNL

(Universidad Nacional del Litoral)

cytbioq@fcb.unl.edu.ar

posgrado@fcb.unl.edu.ar

[www.unl.edu.ar/carreras/doctorado-en-fisica/](http://www.unl.edu.ar/carreras/doctorado-en-fisica/)

## *Doctorado en Ciencias de la Salud*

Inicio 2024

CABA, Argentina

Organiza Hospital Universitario Italiano de Buenos Aires

maestriasydoctorados@hospitalitaliano.org.ar

<https://doctorado.hospitalitaliano.edu.ar/cienciasdela-salud>

## **MAESTRÍAS**

### *Maestría en Ciencias Biomédicas*

Maestría binacional

Universidad de Buenos Aires (UBA) Argentina (Facultad de

Medicina y Facultad de Farmacia y Bioquímica)

Universidad Albert Ludwig de Friburgo (ALU), Alemania

(Facultad de Medicina)

### *Magíster en Física*

Inscripciones abiertas

Organiza UNL

(Universidad Nacional del Litoral)

cytbioq@fcb.unl.edu.ar posgrado@fcb.unl.edu.ar

<https://www.unl.edu.ar/carreras/maestria-en-fisica>

## **ESPECIALIZACIONES**

### *Especialización en Vinculación y Gestión Tecnológica*

Inscripción abierta

Organiza UNL

(Universidad Nacional del Litoral)

gtec@unl.edu.ar

### *Especialización en Bioquímica Clínica en el área de Microbiología Clínica*

Preinscripción abierta

Organiza:

Universidad Nacional de La Rioja

posgrado.dacefyn@unlar.edu.ar

<https://posgrado.unlar.edu.ar/depto-exactas/>

### *Especialista en Bioquímica Clínica, Área Endocrinología*

Inicio a confirmar

Consultas a partir de mediados de junio 2026

CABA, Argentina

Organiza UBA

(Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/endocrinologia>

### *Especialización en Química Clínica*

Inicio Agosto 2026

Organiza UBA

(Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/quimica-clinica>

### *Especialización en Bacteriología Clínica*

Inicio 2027

CABA, Argentina

Organiza UBA

(Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/bacteriologia-clinica>

### *Especialista en Gestión en el Laboratorio Clínico*

Inicio agosto 2027

CABA, Argentina

Organiza UBA

(Universidad de Buenos Aires)

posgrado@ffyb.uba.ar

<https://www.ffyb.uba.ar/gestion-en-el-laboratorio-clinico>

## **BECAS**

### *Beca Interna Doctoral del CONICET - Convocatoria 2026*

Formulaciones oftalmológicas de losartán para el tratamiento de la vitreoretinopatía proliferativa.

Búsqueda de postulantes de carreras de biología, bioquímica, biotecnología, farmacia, química o afines.

Directoras del proyecto:

Dra. Daniela Quinteros (UNITEFA - CONICET). Unidad de Investigación y desarrollo en Tecnología farmacéutica - Universidad de Córdoba

Dra. Agustina Alaimo (IQUIBICEN - CONICET). Instituto de Química Biológica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires.

Ofrecen:

Con sede en Córdoba y actividades en CABA, formación científica de calidad, acceso a equipamientos biotecnológicos, ambiente interdisciplinario y colaborativo.

Para postularse enviar CV completo al e-mail:

agusalaimo@gmail.com

### *Convocatoria a Beca Doctoral CONICET 2027*

Posibilidad de sumarte al grupo de investigación en el INTECH (Chascomús) para desarrollar una tesis doctoral enfocada en la sustentabilidad y el biocontrol.

Tema:

Subproductos de frutos nativos argentinos como estrategia sustentable para el control de patógenos y la mejora de la calidad poscosecha en cultivos frutihortícolas de importancia económica.

Dirigido a:

Estudiantes avanzados/as o graduados/as de Lic. en Biotecnología, Bioquímica, Biología Molecular, Ingeniería de Alimentos o áreas afines (deben estar recibidos antes del 31/03/2027).

Lugar de trabajo:

Laboratorio de Bioquímica y Fisiología de la Maduración de Frutos (INTECH, CONICET-UNSAM), Chascomús.

Contacto:

enviar CV, carta de intención y analítico de materias con aplazos a la Dra. Natalia Villarreal: nvillarreal@intech.gov.ar

Fecha límite: 3 de julio de 2026.

# Índice



**AADEE**  
info@aadee.com.ar - +54 11 4523-4848 & Rot. - www.aadee.ar  
Aviso en pág. 35 y 38



**AVAN**

**AVAN TECNOLOGÍAS IVD**  
Padre M. Ashkar 688 - (1672)Gral. San Martín, Bs. As. Argentina  
ventas@avan.com.ar - Whatsapp: +54 9 11 6228 4771  
Aviso en pág. 49



**Bernardo Lew**

**BERNARDO LEW E HIJOS S.R.L**  
Perú 150, Bahía Blanca, Argentina  
+54 291 455 1794 - info@bernardolew.com.ar  
www.bernardolew.com.ar  
Aviso en pág. 14 y 15



**BG Analizadores**  
Soluciones Personalizadas  
BG Analizadores S.A.  
Araoz N° 86 CP:1414 - CABA  
+54 011 4856 2024  
ventas@bganalizadores.com.ar  
https://www.bganalizadores.com.ar  
Aviso en pág. 29

**ba bicars**

**BIOARS**  
Estomba 961, CABA, Argentina  
+54 11 4555-4601 - ventas@bioars.com.ar  
Aviso en pág. 43, 47 y 51



**BIODIAGNOSTICO**  
Av. Ingeniero Huergo 1437 P.B. "I" (1107)  
Buenos Aires - Argentina  
Tel/Fax: (+54-11) 4300-9090  
info@bio diagnostico.com.ar  
Aviso en pág. 8 y 9



**BIO-OPTIC**  
S.R.L



**BIOTECH**



**COECH DIVISIÓN VETERINARIA**  
0362 442 5689 / +54 9 11 2469-7597 / ventas.vet@coech.com.ar  
https://coech.com.ar/div-veterinaria  
Aviso en pág. 37

**DIAGNOS MED S.R.L.**



**DICONEX**

**DICONEX S. A.**  
Torcuato de Alvear 46 (1878), Quilmes, Argentina -  
Líneas Rotativas: +54 11 4252 2626 - info@diconex.com  
www.diconex.com  
Aviso en pág. 17

**Diestro**

**JS MEDICINA ELECTRÓNICA S.R.L**  
Bolivia 462 (B1603CFJ) Villa Martelli, Buenos Aires - +54 11 4709 7707  
marketing@jsweb.com.ar - www.jsweb.com.ar  
Aviso en pág. 53



**gematec**

**GEMATEC EQUIPAMIENTO PARA MEDICINA**  
Avalos 3651, (1605) Munro, Buenos Aires, Argentina.  
+54 11 4512-5666 y líneas rotativas.  
info@gematec.com.ar  
Aviso en pág. 31



**GLYMS INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL**

Piedras 519 8-A, Capital Federal, República Argentina  
+54 011 4331 4512 - administracion@glyms.com.  
Aviso en pág. 25



**GT LAB**

Necochea 3274, Rosario, Santa Fe, Argentina  
+54 0341 481 1002 - infocomercial@gtlab.com.ar.  
Aviso en pág. 25



**LABORTEKNIC**

Tel: +54 9 11 4852-0186 - E-mail: info@laborsteknic.com  
www.laborsteknic.com  
Aviso en pág. 11



**IBIS Sistema de Información de Laboratorios**

ibis-lis.com +54 9 (294) 455-2297  
contacto@ibis-lis.com  
Aviso en pág. 46



Diagnóstico Bioquímico y Genómico

**MANLAB - Diagnóstico Bioquímico y Genómico**

Tel. +54 11 6842 1200 - manlab.com.ar  
Aviso en pág. 13



**NextLAB by Genetrics S.A.**

Av. del Libertador 8630 6° Piso - Tel. +54 11 5263 0275  
info@nextlab.com.ar - www.nextlab.com.ar  
Aviso en pág. 12 y 19



**WIENER LAB**

Wiener laboratorios S.A.I.C - marketing@wiener-lab.com  
Horario de Atención: Lunes a Viernes 9 a 18Hs. (-3 GMT)  
Aviso en pág. 33

“

Somos **bioquímicos.**  
Conocemos las  
necesidades  
del sector”



Somos el **único** multimedios **especializado** en  
laboratorios de diagnóstico e investigación



3 medios | 8 canales | 5 redes sociales | 1 tabloide  
digital, pageflip book, sistemas de información por newsletter

REVISTA **bio**review®

BIO  
Newsletter

RW  
Newsletter

## ¿Quiénes somos?

Somos un **equipo de profesionales** de la bioquímica, de la comercialización y de la comunicación, con amplia experiencia en medios gráficos tradicionales y digitales.

Desarrollamos productos dinámicos, con contenidos de interés para el **público target** de nuestros patrocinantes, que aseguran la llegada de las marcas, productos y servicios a sus consumidores.

La integración complementaria de nuestros tres medios garantizan el **impacto** de las campañas publicitarias difundidas a través nuestro.

**15 años** y más de  
**175 ediciones** junto  
a nuestros clientes



### Bioquímico Sergio Sainz

#### Director General de Medios

Bioquímico y Farmacéutico | Esp. en Gestión de Entidades de Nivel Superior | Esp. en Gestión de PyMES | Mag. en Endocrinología | Sección de Endocrinología y Enf. Metabólicas en RedBio Laboratorios | Prof. Tit. de Grado. Univ. Juan A. Maza | Docente Investigador



### Bioquímica Griselda Basile

#### Directora de Contenidos

Bioquímica y Farmacéutica | Maestrando en Ingeniería en Calidad | Especialización en Gestión de PyMES | Directora de Gestión de la Calidad en RedBio Laboratorios



### Micaela Nahir Castro

#### Agente Comercial de Cuentas

Comercialización y Marketing Digital



### Cyntia Perez

#### Social Media Manager

Especializada en RRPP y Protocolo



### DI Lucía Zandanel Terán

#### Directora de Arte y Desarrollo Digital

Diseñadora Gráfica e Industrial de Productos | Diplomada en Innovation Management, Metodologías Ágiles, Project Management | Magister en Project Management y CX Management

# 179

EDICIONES  
Y MÁS DE  
15 AÑOS  
JUNTOS