

Martha Estefania Vázquez-Cruz,* Carla Daniela Robles Espinoza*

Interrogantes y desafíos de la oncología de precisión e inmunoterapia en México: perspectivas sobre acceso y equidad

Questions and challenges of precision oncology and immunotherapy in Mexico: perspectives on access and equity

Abstract | Precision oncology and immunotherapy represent revolutionary advances in cancer treatment, promising targeted therapies based on the molecular characteristics of each tumor and patient. However, in Latin America, these advances remain out of reach for most patients due to systemic barriers. This article examines inequalities in access to precision genomics and immunotherapy in Mexico, where cancer is the third leading cause of mortality and a doubling of cases is projected by 2070. We discuss the gap between basic research and clinical practice, identifying obstacles such as: 1) deficient infrastructure and urban concentration of specialized oncological resources; 2) prohibitive costs of new therapies; 3) underrepresentation of Latin American populations in genomic databases and clinical trials, and, 4) barriers in capacity development and communication between researchers and clinicians. We discuss potential solutions including developing cost-efficient genomic panels, strengthening multinational collaborations, including diverse populations in clinical research, patient-centered research, and policies that prioritize both prevention and equitable access. Closing these gaps requires not only political will and financial resources, but an ethical commitment to justice in health.

Keywords | precision oncology | genomics | immunotherapy | inequity | Access | Latin America | bioethics | translational medicine.

Resumen | La oncología de precisión y la inmunoterapia representan avances revolucionarios en el tratamiento del cáncer, prometiendo terapias dirigidas basadas en las caracte-

Recibido: 7 de octubre, 2025.

Aceptado: 25 de febrero, 2026.

* Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Laboratorio Internacional de Investigación sobre el Genoma Humano, Blvd. Juriquilla 3001, Santiago de Querétaro, 76230, México.

Correos electrónicos: evazquez@liigh.unam.mx | drobles@liigh.unam.mx

Vázquez-Cruz, Martha Estefania, C. Daniela Robles Espinoza. «Interrogantes y desafíos de la oncología de precisión e inmunoterapia en México: perspectivas sobre acceso y equidad.» *INTER DISCIPLINA* vol. 14, n° 39 (mayo-agosto 2026): 25-39.

doi: <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2026.39.95663>

rísticas moleculares de cada tumor y de cada paciente. Sin embargo, en América Latina, estos avances permanecen fuera del alcance de la mayoría de los pacientes debido a barreras sistémicas. Este artículo examina las desigualdades en el acceso a la genómica de precisión e inmunoterapias en México, donde el cáncer es la tercera causa de mortalidad y se proyecta una duplicación de casos para 2070. Discutimos la brecha entre la investigación básica y la práctica clínica, identificando algunos obstáculos como: 1) la infraestructura deficiente y la concentración urbana de los recursos oncológicos; 2) los costos prohibitivos de las nuevas terapias; 3) la subrepresentación de poblaciones latinoamericanas en bases de datos genómicas y ensayos clínicos, así como: 4) las barreras en el desarrollo de capacidades y comunicación entre investigadores y clínicos. Algunas soluciones incluyen el desarrollo de paneles genómicos costo-eficientes, fortalecimiento de colaboraciones multinacionales, inclusión de poblaciones diversas en la investigación clínica, investigación centrada en el paciente, y políticas que prioricen tanto la prevención como el acceso equitativo. Cerrar estas brechas requiere no solo voluntad política y recursos financieros, sino un compromiso ético con la justicia en salud.

Palabras clave | oncología de precisión | genómica | inmunoterapia | inequidad | acceso | Latinoamérica | bioética | medicina traslacional.

Introducción

EN MÉXICO, EL CÁNCER REPRESENTA la tercera causa de mortalidad, detrás de las enfermedades del corazón y la diabetes mellitus, con 95,108 defunciones registradas en 2024 y una tasa de 73.1 por cada 100,000 habitantes (INEGI 2026). Dado que México carece de un registro poblacional de cáncer con cobertura nacional (Mohar *et al.* 2023), las estimaciones de incidencia más recientes del Global Cancer Observatory (GCO) 2022 proyectan aproximadamente 207,154 nuevos casos anuales a partir de modelos estadísticos basados en datos de mortalidad (Ferlay *et al.* 2024).

Según los registros de mortalidad de 2024, en mujeres, el tumor maligno de mama es la principal causa de muerte por cáncer a partir de los 30 años, con una tasa de 51.9 por cada 100,000 habitantes en el grupo de 60 años y más; en hombres de esa misma edad el tumor maligno de próstata ocupa el primer lugar, con una tasa de 97.9 por cada 100,000 habitantes (INEGI 2026). La duplicación proyectada de casos de cáncer para 2070 (Soerjomataram y Bray 2021), junto con el incremento de costos y las desigualdades en el acceso a medicamentos oncológicos (OCDE 2024), subrayan la urgencia de estrategias integrales, las cuales prioricen tanto la prevención como el acceso equitativo a tratamientos efectivos y de calidad.

América Latina presenta características únicas por su extensa área territorial, riqueza sociocultural y patrones específicos de mezcla genética en sus po-

blaciones (Álvarez-Gómez *et al.* 2021). Sin embargo, estas particularidades no se reflejan en las bases de datos genómicas globales. Estas bases de datos genómicas tienen una gran utilidad en la investigación sobre cáncer y la búsqueda de nuevos fármacos para su tratamiento, al incluir las características más importantes de la enfermedad en cada cohorte estudiada. Las bases de datos genómicas en la actualidad no representan adecuadamente la diversidad genética de la población latinoamericana (Álvarez-Gómez *et al.* 2021), contribuyendo a las inequidades en el acceso y efectividad de tratamientos.

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) ha identificado factores de riesgo modificables críticos: consumo de tabaco y alcohol, exposición a asbestos, radiación solar, contaminación ambiental, infecciones como la del virus del papiloma humano (VPH), exceso de grasa corporal y falta de actividad física, entre otros. En México, el sobrepeso y la obesidad afectan a más del 75% de adultos y al 35.6% de la población infantil (Shamah-Levy *et al.* 2020), una problemática compartida con América Central y del Sur, siendo estas las regiones más afectadas globalmente por el incremento en el número de personas con sobrepeso y obesidad en las últimas décadas (NCD-RisC). La IARC enfatiza que millones de casos futuros de cáncer podrían evitarse mediante estrategias de prevención integrales (Soerjomataram y Bray 2021). Los mayores aumentos se predicen en entornos de menores recursos, creando una disparidad creciente entre países de ingresos altos y bajos-medios. Para México, se requieren políticas públicas que incentiven programas de prevención, diagnóstico oportuno, atención digna y acceso a tratamientos efectivos.

La brecha traslacional: de la investigación al paciente, un gran reto en México

La oncología de precisión busca proporcionar el tratamiento adecuado a cada paciente, con la dosis y momento oportunos, considerando el genoma (genética), el ambiente (exposición ambiental), el estilo de vida de una persona y las interacciones entre estos factores (Zeggini *et al.* 2019), para entender los riesgos individuales y con ello brindar atención médica personalizada. También intenta evitar que se den ciertos tratamientos a aquellos pacientes con propensión a desarrollar efectos adversos (Zeggini *et al.* 2019); promete beneficios de costo-salud a nivel individual y poblacional (Mani *et al.* 2025), representando potenciales ahorros para los sistemas de salud.

Los estudios genéticos informan sobre la medicina de precisión y, en el contexto de la selección de tratamientos, incluyen, por ejemplo, estudios farmacogenómicos (identificación de variantes genéticas, las cuales influyen en la farmacocinética de los medicamentos) (Zeggini *et al.* 2019) o estudios buscando definir

subtipos de enfermedades, como identificar subtipos moleculares de un tipo de cáncer, los cuales podrían tener estrategias de tratamiento dirigidas con base en sus características moleculares.

No obstante, América Latina ha tenido una adopción lenta de estas tecnologías. Aunque la secuenciación genómica se ha vuelto esencial para el diagnóstico y tratamiento del cáncer a nivel global, su implementación en Latinoamérica permanece restringida a pocos centros de investigación. La infraestructura para laboratorios genómicos no está ampliamente disponible y se requiere de equipos costosos y personal altamente capacitado en la interpretación de resultados genómicos (Álvarez-Gómez *et al.* 2021). En México, existen disparidades regionales y acceso desigual al diagnóstico, atención y tratamientos, con la atención oncológica especializada concentrada en lugares como Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey, creando un flujo excesivo de pacientes (Moye-Holz *et al.* 2018) en estos sitios y obligando a pacientes a viajar largas distancias en condiciones de vulnerabilidad.

Los pacientes cuyos lugares de vivienda se encuentran en comunidades alejadas de los centros urbanos enfrentan una doble desventaja: no solo carecen de acceso a una atención oncológica especializada, sino que tampoco pueden acceder a los servicios de diagnóstico molecular, los cuales, hoy en día son fundamentales para la toma de decisiones clínicas en oncología de precisión. A estas barreras se suma la escasa formación en el primer nivel de atención sobre pruebas genómicas, tanto en su interpretación clínica como en la orientación a los pacientes, limitándoles la adopción de la oncología de precisión.

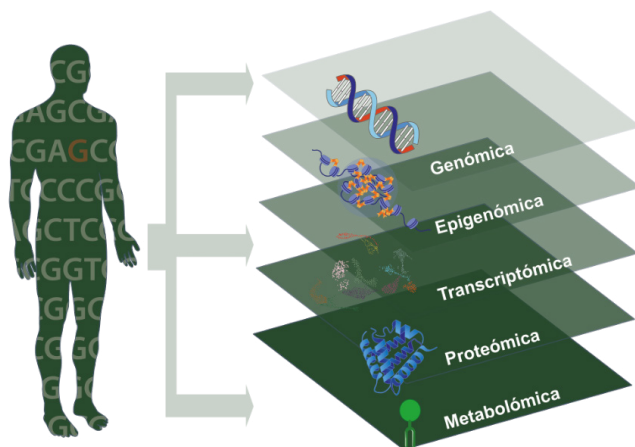
Biomarcadores y pruebas genómicas: de la promesa a la práctica

En principio, las pruebas genómicas de utilidad clínica son predictivas de la respuesta a tratamientos dirigidos. Por ejemplo, la positividad de HER2 en cáncer de mama permite predecir la respuesta al anticuerpo trastuzumab (Schwartzberg *et al.* 2017), mientras que la mutación BRAF-V600E es analizada en melanoma cutáneo metastásico por su respuesta favorable a la terapia dirigida vemurafenib (habiendo aumentado esto, significativamente, la supervivencia en melanomas avanzados). La carga mutacional tumoral (TMB, por sus siglas en inglés) es una medida del total de mutaciones en el genoma tumoral (Jardim *et al.* 2021). Es considerado un biomarcador y, en 2020, la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA) aprobó el anticuerpo monoclonal pembrolizumab (inhibidor de PD-1) para individuos con TMB alta en tumores sólidos (≥ 10 mutaciones por megabase). Otro ensayo molecular con aplicabilidad a respuestas a tratamiento es la evaluación de deficiencia en la reparación de errores de emparejamiento (un tipo de mutaciones con ocurrencia en el desarrollo del cáncer) para un tipo de

medicamento llamado inhibidores PARP en cáncer de ovario avanzado y próstata (Wang *et al.* 2025).

La integración de tecnologías multi-ómicas (evaluadoras de las características moleculares de un tumor a gran escala, incluyendo genómica, transcriptómica, proteómica, epigenómica, metabolómica y microbiómica) promete mejorar nuestra comprensión de los mecanismos moleculares del desarrollo y la progresión tumoral, así como las interacciones complejas del sistema inmune. Sin embargo, traducir estos hallazgos en mejoras de salud requiere pasar de estudios asociativos a interpretaciones funcionales y, posteriormente, a tratamientos con posible acceso para los pacientes.

Figura 1. Integración de capas de información multi-ómica para el estudio del cáncer.



Fuente: Elaboración de las autoras, adaptando íconos de dominio público con licencia CCo.

Barreras para la implementación de las tecnologías genómicas a la práctica clínica

La integración efectiva de la medicina genómica al sistema de salud público enfrenta múltiples retos, incluyendo:

- 1) Infraestructura deficiente. México cuenta con solo 1.1 camas por cada mil habitantes (en contraste con 4.3 en otros países de la OCDE) y 2.5 médicos por cada mil habitantes (comparado con 3.7 en otros países de la OCDE) (Gómez-Dantés *et al.* 2024). De la misma manera, mientras que en países de ingresos altos hay una máquina de radioterapia disponible por cada 120,000 personas, en países de ingresos medios, una máquina

sirve para más de 1 millón de personas y, aproximadamente, 5 millones de personas en países de ingresos bajos (Arango-Bravo *et al.* 2022).

- 2) La adquisición de insumos especializados para la generación e interpretación de datos genómicos. No solo se requiere infraestructura y personal capacitado para lograr la aplicabilidad de estas tecnologías en el sistema de salud, sino un compromiso de inversión constante en los reactivos y material de consumo necesario para la generación de datos genómicos, algo complejo en un ambiente en el cual el suministro de medicamentos básicos no es el suficiente.
- 3) La desconexión entre la investigación básica y la práctica clínica: se debe mejorar la comunicación entre oncólogos, médicos e investigadores para lograr un mayor entendimiento y trabajo sinérgico, pues en nuestra experiencia, las prioridades de los profesionistas en estos diferentes sectores son distintas y difícilmente sobrelapables.
- 4) Similarmente, las prioridades y la manera de evaluar la eficiencia del personal entre hospitales y centros de investigación frecuentemente no están alineadas, por ejemplo, entre los retos del manejo clínico de los pacientes en un sistema de salud saturado (crucial en los hospitales) contra la producción académica (la principal manera de evaluar el desempeño académico en las universidades y centros de investigación).
- 5) Desarrollo de capacidades: se requieren comités de tumores (*tumor boards*) y equipos multidisciplinarios altamente capacitados (genómicos, bioinformáticos, genetistas, biólogos, biotecnólogos, oncólogos, bioestadísticos, entre otros) trabajando sinérgicamente para la generación e interpretación de datos genómicos, así como la aplicación de estas tecnologías en el sistema de salud.

La era de la inmunoterapia: avances y acceso desigual

La inmunoterapia ha revolucionado el tratamiento del cáncer y su objetivo es restablecer el sistema inmune del paciente para atacar eficientemente las células tumorales. El Premio Nobel 2018 otorgado a James Allison y Tasuku Honjo por el descubrimiento de la terapia para cáncer mediante la inhibición de puntos de control inmunitario, visibilizó estos fármacos en la vanguardia de los tratamientos oncológicos (Guo 2018).

El microambiente tumoral, como es llamada la totalidad de las células que interactúan con un tumor, es un entorno dinámico y en constante comunicación, el cual comprende las células tumorales, así como las células infiltrantes del sistema inmune (macrófagos, linfocitos T, linfocitos B, células dendríticas), células estromales como endoteliales y fibroblastos, matriz extracelular y factores solu-

bles que incluyen citocinas. El conocimiento profundo de estas interacciones ha permitido desarrollar inmunoterapias dirigidas hacia la modulación del sistema inmune como es el caso de los anticuerpos anti-PD1 (Nivolumab) y anti-CTLA4 (Ipilimumab), los cuales han aumentado la supervivencia de los pacientes (Wojtukiewicz *et al.* 2021).

A pesar de estos grandes avances, persisten desafíos como la resistencia a la terapia, respuestas variables (no todos los pacientes responden, y seleccionar a los pacientes de acuerdo con su perfil genómico se vuelve crítico) y problemas graves de toxicidad (Huang y Zappasodi 2022; Haanen *et al.* 2022). Otro punto crítico es el costo prohibitivo. Un ejemplo es el fármaco lifileucel para melanoma avanzado (terapia con linfocitos infiltrantes tumorales) con un costo de USD 515,000 (aproximadamente \$9.4 millones de pesos mexicanos). La terapia radio-ligando Pluvicto (Lu-177-PSMA-617) para cáncer de próstata cuesta aproximadamente USD 42,500 por ciclo (\$778,775 pesos mexicanos, para seis ciclos = USD 255,000 o \$4.7 millones de pesos mexicanos), sin incluir los costos de administración y la prueba PSMA PET/CT (alrededor de \$150,000 pesos adicionales).

Cuando los tratamientos oncológicos implican cientos de miles de dólares o millones de pesos, el acceso se vuelve prohibitivo para los pacientes y sus familias, no solo en Estados Unidos sino también en México, donde estos desarrollos farmacológicos rara vez están cubiertos por el sistema de salud pública. Lo anterior limita la oncología de precisión frecuentemente a la práctica privada (Álvarez-Gómez *et al.* 2021) basada en pagos directos del bolsillo, profundizando las inequidades ya existentes en el acceso al diagnóstico y tratamiento del cáncer. Superar esta brecha requiere financiamiento nacional estratégico orientado a construir la infraestructura necesaria y a establecer programas de medicina de precisión con cobertura pública, capaces de transformar los avances de la investigación en beneficios para los pacientes, independientemente de su condición socioeconómica.

Desigualdades en el acceso a tratamientos

El *Documento de Trabajo de Salud* de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE 2024), examinó las desigualdades en el acceso a fármacos contra el cáncer, identificando problemas como: 1) disparidades geográficas persistentes: a pesar de la aparición de nuevos medicamentos oncológicos, las desigualdades en el acceso persisten en cada etapa del ciclo regulatorio, de acceso y de comercialización; 2) impacto presupuestario: la mayoría de los países informaron que el impacto en el presupuesto era de vital importancia en las decisiones de cobertura y reembolso, mencionando los altos precios, el número creciente de nuevos medicamentos y el aumento de pacientes con cáncer; 3) barreras multifactoriales: limitaciones en infraestructura de pruebas hospitala-

rias, guías clínicas desactualizadas, falta de capacitación del personal y altos copagos impidiendo el acceso o imponiendo costos catastróficos a los hogares. De la misma manera, otra barrera es la llamada ‘investigación helicóptero’, en la cual, diversos investigadores de países desarrollados acuden a países en vías de desarrollo para llevar a cabo ensayos clínicos para nuevos medicamentos; en muchos casos, se prueban con estándares de calidad bajos (esto es, probando el medicamento contra alguna forma de quimioterapia en lugar del mejor tratamiento disponible, bajo la excusa de que este no está disponible en estos países), o estos medicamentos no están disponibles en los países en los cuales se probó años después de que concluyó el ensayo (Grover *et al.* 2016; Gyawali *et al.* 2021).

En México, el uso de medicamentos innovadores contra el cáncer aumentó del año 2010 al 2016, particularmente: imatinib, rituximab y trastuzumab; mientras que el uso de otros medicamentos esenciales oncológicos permaneció bajo, debido a una insuficiente cobertura por los sistemas de salud (Moye-Holz *et al.* 2018). El uso y acceso a nuevos medicamentos oncológicos es bajo en México, y sus niveles son similares a los reportados en otras regiones en vías de desarrollo como África, el sudeste asiático y América Latina (Lopes *et al.* 2013).

Disparidades en supervivencia y la importancia de la diversidad

Existen diferencias significativas en la supervivencia entre distintos grupos étnicos y aquellos de distintas ancestrías genéticas (Chen *et al.* 2024). En Estados Unidos, donde se han realizado la mayoría de estos estudios, los afroamericanos, hispanos y ciertos grupos minoritarios muestran tasas de supervivencia más bajas en comparación con blancos no hispanos para diversos tipos de cáncer (Siegel *et al.* 2020). El nivel socioeconómico, la localización geográfica y la calidad de la atención oncológica son factores determinantes. Si incluimos a las poblaciones étnicas y genéticamente diversas de América Latina y el Caribe en la agenda de investigación mundial, sería posible disminuir la brecha de conocimiento respecto a la aplicabilidad de los resultados de ensayos clínicos en estas poblaciones (Gössling *et al.* 2023), pues los tratamientos optimizados para otras poblaciones pueden no ser extrapolables o efectivos para los pacientes en Latinoamérica, lo cual aumenta las inequidades existentes.

El humanismo en la atención oncológica y el paciente al centro de la investigación

Además de la importante labor de la producción académica y las discusiones sobre la significancia estadística y el famoso “p-valor < 0.05”, la investigación en cáncer debería centrarse más en los pacientes y en los retos enfrentados en la

clínica. Se requieren alinear las prioridades entre oncólogos e investigadores, fortaleciendo la comunicación y el entendimiento mutuo. Los equipos interdisciplinarios y el trabajo colaborativo son esenciales para traducir los hallazgos de investigación en beneficios reales para los pacientes y la sociedad.

En las *Guías de la sociedad europea de oncología médica* (ESMO) se enfatiza la importancia del entrenamiento en comunicación y empatía del personal clínico. El cáncer representa una travesía de sufrimiento para pacientes y familias, con impacto físico, social, emocional y económico devastador. La ansiedad y depresión, y los aspectos psicosociales requieren más atención dentro de la atención oncológica integral (Grassi *et al.* 2023)

En México, los pacientes con cáncer enfrentan largos tiempos de espera para diagnóstico y tratamiento, con acceso limitado a terapias en el sistema de salud público. Bajo estas circunstancias, los cuidados paliativos y el alivio del dolor son la única opción para muchos pacientes (Raez *et al.* 2018). De acuerdo con la Asamblea Mundial de la Salud, los cuidados paliativos son una responsabilidad ética de los sistemas de salud y un componente clave de la cobertura universal de salud. Y, a pesar de ser considerados un derecho humano, no están ampliamente disponibles en América Latina. Más de 2 millones de personas en la región necesitan atención al final de la vida, con la mayoría de servicios paliativos centralizados en las grandes ciudades, dejando regiones geográficas aisladas sin acceso (Organización Mundial de la Salud 2020).

La saturación de los sistemas de salud pública nos invita a reflexionar sobre el rol de los distintos actores del sector salud (gobierno, servidores públicos, médicos, investigadores, pacientes) y la responsabilidad ética de garantizar atención digna y de calidad independientemente de la situación económica o país de nacimiento de una persona. Las desigualdades persisten y nos plantean interrogantes éticos fundamentales sobre la justicia en el derecho humano a la salud.

Cuando los recursos limitados obligan a elegir entre tratamientos, ¿cómo debemos priorizar: terapias innovadoras para pocos pacientes o medicamentos esenciales para muchos?, ¿quién debe participar en estas decisiones y bajo cuáles criterios? Si un tratamiento potencialmente curativo existe, pero cuesta el equivalente a décadas de salario mínimo, ¿hemos realmente avanzado en la lucha contra el cáncer o hemos creado una nueva forma de inequidad? ¿Cuál es la responsabilidad de las compañías farmacéuticas frente a poblaciones que no pueden costear estos tratamientos?

Estrategias para la implementación de medicina de precisión

Para avanzar hacia la equidad en oncología de precisión se requieren estrategias integradas: 1) desarrollo de paneles genómicos dirigidos y costo-eficientes con

reportes bioinformáticos adaptados para el clínico, enfocados en genes accionables relevantes para terapias disponibles (Álvarez-Gómez *et al.* 2021); 2) programas educativos para capacitar equipos multidisciplinarios en generación e interpretación de datos genómicos, fortaleciendo la colaboración clínico-investigador; 3) inversión en infraestructura, equipamiento y establecimiento de guías clínicas que estandaricen las pruebas moleculares en el sector público; 4) inclusión de poblaciones latinoamericanas y del Caribe en ensayos clínicos, para garantizar la aplicabilidad de resultados, y, 5) políticas públicas informadas y robustas, las cuales aseguren acceso equitativo a tratamientos oncológicos y con una visión para prevenir costos catastróficos para los hogares.

Existen iniciativas exitosas como la Iniciativa Brasileña de Medicina de Precisión (BIPMed) (Rocha *et al.* 2020) y la Red Latinoamericana de Investigación en Cáncer (LACRN, por sus siglas en inglés), las cuales demuestran que con marcos de políticas apropiadas y estructuras colaborativas, los países de ingresos medios pueden implementar genómica de precisión. Se requiere de un plan a largo plazo involucrando a todos los actores del sector salud y a la población, y enfatizando sobre los beneficios de la oncología y genómica de precisión para la sociedad.

Se ha reportado que la mayor parte de la investigación oncológica está sesgada hacia los países de ingresos altos y es desproporcionadamente menor la investigación realizada en los países de ingresos bajos y medios (Pramesh *et al.* 2022). Las bases de datos genómicas actuales se basan en poblaciones de ascendencia europea y no capturan adecuadamente la diversidad clínicamente relevante de la población mexicana. Con el fin de contribuir a la generación de conocimiento local, en el Laboratorio de Genética y Bioinformática del Cáncer en el LIIGH-UNAM, Querétaro, investigamos el melanoma acral, el tipo de melanoma más común en México. Este subtipo no está asociado con la radiación ultravioleta y se desarrolla en plantas de los pies, palmas de las manos y debajo de las uñas. Con frecuencia se diagnostica en etapas avanzadas, lo cual resulta en un pronóstico desfavorable y opciones de tratamiento limitadas. A través de la integración de análisis genómicos y transcriptómicos de muestras tumorales de pacientes mexicanos, modelos experimentales *in vivo* e *in vitro*, y métodos computacionales para el análisis de datos clínicos y moleculares, hemos caracterizado el perfil molecular de esta enfermedad y encontrado que la ancestría genética y el perfil somático indican el origen y el pronóstico del melanoma acral (Basurto-Lozada *et al.* 2026).

Conclusión

La oncología de precisión y la inmunoterapia representan avances revolucionarios en el tratamiento del cáncer, pero su beneficio permanece limitado para la

mayoría de pacientes en América Latina debido a sus costos prohibitivos, deficiencias de infraestructura y brechas en la investigación traslacional. Las desigualdades persistentes no son solo técnicas o económicas, sino éticas. Se requieren estrategias nacionales integradas de control del cáncer, las cuales prioricen la prevención, el diagnóstico oportuno, el acceso equitativo a terapias efectivas y una atención humana. La investigación oncológica debe centrarse en los pacientes y en la realidad clínica de América Latina, reconociendo su diversidad genética y sociocultural única. Solo mediante enfoques colaborativos multinacionales, voluntad política y compromiso ético podremos crear un marco que garantice el derecho a una atención oncológica digna y de calidad para todos los pacientes con cáncer. **ID**

Referencias

- Albarrán-Fernández, V., Angelats, L., Delgado, J. *et al.* 2025. Unlocking the potential of engineered immune cell therapy for solid tumors. *Nat Commun*, 16, 1144. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-56527-0>.
- Álvarez-Gómez, R. M., De la Fuente-Hernández, M. A. Herrera-Montalvo, L. Hidalgo-Miranda, A. 2021. Challenges of diagnostic genomics in Latin America. *Curr Opin Genet Dev.*, 66: 101-109, febrero. <https://doi.org/10.1016/j.gde.2020.12.010>. PMID: 33517184.
- Arango-Bravo, E. A., Cetina-Pérez, L. D. C., Galicia-Carmona, T., Castro-Eguiluz, D., Gallardo-Rincón, D., Cruz-Bautista, I., Dueñas-González, A. 2022. The health system and access to treatment in patients with cervical cancer in Mexico. *Front Oncol.* 12: 1028291, noviembre 30. <https://doi.org/10.3389/fonc.2022.1028291>. PMID: 36530977; PMCID: PMC9748554.
- Basurto-Lozada, P., Vázquez-Cruz, M. E., Molina-Aguilar, C. *et al.* 2026. Ancestry and somatic profile indicate acral melanoma origin and prognosis. *Nature*, 651: 221-230, febrero 18. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09967-z>.
- Chen, C., Yin, L., Lu, C., Wang, G., Li, Z., Sun, F., Wang, H., Li, C., Dai, S., Lv, N., Wei, J., Lu, Z., Guo, F., Tu, M., Xiao, B., Xi, C., Zhang, K., Li, Q., Wu, J., Gao, W., Feng, X., Jiang, K., Miao, Y. 2024. Trends in 5-year cancer survival disparities by race and ethnicity in the US between 2002-2006 and 2015-2019. *Sci Rep.* 14(1): 22715, septiembre 30. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-73617-z>. PMID: 39349542; PMCID: PMC11442861.
- Connor, S. (ed.). 2020. *Global atlas of palliative care*, 2a ed. Londres: WHPCA/WHO. [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/integrated-health-services-\(ihs\)/csy/palliative-care/whpca_global_atlas_p5_digital_final.pdf?sfvrsn=1b54423a_3](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/integrated-health-services-(ihs)/csy/palliative-care/whpca_global_atlas_p5_digital_final.pdf?sfvrsn=1b54423a_3).
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. 2022. *Encuesta nacional de salud y nu-*

- trición (Ensanut) continua. *Presentación de resultados*. <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontinua2022/index.php>.
- Financial Times. 2024. Novartis warns prostate cancer drug will remain high. *Financial Times*, julio. <https://www.ft.com/content/1a1910e5-fd95-45f9-b8fd-adc4d7b3c8e7>.
- Ferlay, J., Ervik, M., Lam, F., Laversanne, M., Colombet, M., Mery, L. *et al.* 2024. Global Cancer Observatory: Cancer Today [Internet]. Lyon, Francia: Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer; IARC 2024. <https://gco.iarc.who.int/media/globocan/factsheets/populations/484-mexico-fact-sheet.pdf>. (Consultado, 22 de febrero, 2026).
- Frontiers in Oncology (2022). The health system and access to treatment in patients with cervical cancer in Mexico.
- Gómez-Dantés, O., Serván-Mori, E., Cerecero, D., Flamand, L., Mohar, A. 2024. Mexico's Health System, 2023. *Salud Pública Méx.*, 67(1): 91-105, enero-febrero. doi: 10.21149/15802. PMID: 39977189.
- Gómez-Dantés, O., Serván-Mori, E., Cerecero, D., Flamand, L., Mohar, A. 2025. Mexico's health system, 2023. *Salud Pública de México*, 67(1): 91-105, enero-febrero. <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/15802>. <https://doi.org/10.21149/15802>.
- Gössling, G., Rebelatto, T. F., Villarreal-Garza, C., Ferrigno, A. S., Bretel, D., Sala, R., Giacomazzi, J., William, W. N., Jr. y Werutsky, G. 2023). Current scenario of clinical cancer research in Latin America and the Caribbean. *Current Oncology*, 30(1): 653-662. <https://doi.org/10.3390/curroncol30010050>.
- Grassi, L., Caruso, R., Riba, M. B., Lloyd-Williams, M., Kissane, D., Rodin, G., McFarland, D., Campos-Ródenas, R., Zachariae, R., Santini, D., Ripamonti, C. I. 2023. Anxiety and depression in adult cancer patients: ESMO Clinical Practice Guideline. *ESMO Guidelines Committee. ESMO Open*, 8(2): 101155, abril. [clinicalguidelines@esmo.org](https://clinicalguidelines.esmo.org). <https://doi.org/10.1016/j.esmoop.2023.101155>. Epub 2023 Mar 14. PMID: 37087199; PMCID: PMC10163167.
- Grover, S., Xu, M., Jhingran, A., Mahantshetty, U., Chuang, L., Small, W. Jr. Gaffney, D. 2016. Clinical trials in low and middle-income countries — Successes and challenges. *Gynecol Oncol Rep.*, 19: 5-9, noviembre 25. <https://doi.org/10.1016/j.gore.2016.11.007>. PMID: 28004030; PMCID: PMC5157789.
- Guo, Z. S. 2018. The 2018 Nobel Prize in medicine goes to cancer immunotherapy. *BMC Cancer*, 18, 1086. <https://doi.org/10.1186/s12885-018-5020-3>.
- Gyawali, B., Carson, L. M., Berry, S., Moraes, F. Y. 2021. Challenges of globalization of cancer drug trials- recruitment in LMICs, approval in HICs. *Lancet Reg Health Am*, 7: 100157, diciembre 27. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2021.100157>. PMID: 36777649; PMCID: PMC9903727.
- Haanen, J., Obeid, M., Spain, L., Carbonnel, F., Wang, Y., Robert, C., Lyon, A. R.,

- Wick, W., Kostine, M., Peters, S., Jordan, K., Larkin, J. 2022. ESMO Guidelines Committee. Management of toxicities from immunotherapy: ESMO Clinical Practice Guideline for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol*, 33(12): 1217-1238, diciembre. <https://doi.org/10.1016/j.annonc.2022.10.001>. Epub 2022 Oct 18. PMID: 36270461.
- Hofmarcher, T., C. Berchet y G. Dedet. 2024. Access to oncology medicines in EU and OECD countries. *OECD Health Working Papers*, 170. OECD Publishing, París. <https://doi.org/10.1787/c263c014-en>.
- Huang, A. C., Zappasodi, R. 2022. A decade of checkpoint blockade immunotherapy in melanoma: understanding the molecular basis for immune sensitivity and resistance. *Nat Immunol*, 23: 660-670. <https://doi.org/10.1038/s41590-022-01141-1>.
- INEGI. 2025. *Estadísticas a propósito del Día Mundial contra el Cáncer*. Comunicado de prensa. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2025/EAP_DMvsCancer25.pdf.
- INEGI. 2026. *Estadísticas a propósito del Día Mundial contra el Cáncer*. Comunicado de prensa, enero. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2026/EAP_Cancer_26.pdf.
- Instituto Nacional de Salud Pública. 2022. *Día mundial contra la obesidad*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/insabi/articulos/dia-mundial-contra-laobesidad-4-de-marzo?idiom=es>.
- Jardim, D. L., Goodman, A., de Melo Gagliato, D., Kurzrock, R. 2021. The challenges of tumor mutational burden as an immunotherapy biomarker. *Cancer Cell*, 39(2): 154-173, febrero 8. <https://doi.org/10.1016/j.ccell.2020.10.001>. Epub 2020 Oct 29. PMID: 33125859. PMCID: PMC7878292.
- Lopes G. de, L. Jr., De Souza, J. A., Barrios, C. 2013. Access to cancer medications in low- and middle-income countries. *Nat Rev Clin Oncol.*, 10(6): 314-22, junio. <https://doi.org/10.1038/nrclinonc.2013.55>. Epub 2013 Apr 9. PMID: 23568416.
- Mani, S., Lalani, S. R. y Pammi, M. 2025. Genomics and multiomics in the age of precision medicine. *Pediat Res*, 97: 1399-1410. <https://doi.org/10.1038/s41390-025-04021-0>.
- Mohar, A., Paredes, A., Brau-Figueroa, H., Sánchez, A., Palafox, A., Rivera-Gómez, R., Pech, K., Carranza-Matus, M., Arrieta, O., Incháustegui, A., Moreno, E., Piñeros, M. 2023. Implementation of a population-based cancer registry network in Mexico 2017-2020. *Salud Pública México*, 66(1): 104-112, enero-febrero, publ. diciembre 8. Spanish. <https://doi.org/10.21149/15258>. PMID: 38065103.
- Moye-Holz, D., Soria Saucedo, R., Van Dijk, J. P. *et al.* 2018. Access to innovative cancer medicines in a middle-income country — The case of Mexico. *J of Pharm Policy and Pract*, 11(25). <https://doi.org/10.1186/s40545-018-0153-y>.

- NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). 2017. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*, 390: 2627-2642.
- OCDE. 2020. Addressing challenges in access to oncology medicines. *OECD Health Policy Studies*. París: OECD Publishing.
- OECD/The World Bank. 2023. *Health at a glance: Latin America and the Caribbean 2023*. París: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/532b0e2d-en>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). 2024. Access to oncology medicines in EU and OECD countries. *OECD Health Working Papers*, 170. París: OECD Publishing.
- Pramesh, C. S., Badwe, R. A., Bhoo-Pathy, N. *et al.* 2022. Priorities for cancer research in low-and middle-income countries: a global perspective. *Nat Med*, 28: 649-657. <https://doi.org/10.1038/s41591-022-01738-x>.
- Raez, L. E., Cardona, A. F., Santos, E. S., Catoe, H., Rolfo, C., Lopes, G., Barrios, C., Mas, L. A., Vallejos, C., Zatarain-Barrón, Z. L., Caglevic, C., Arrieta, O. 2018. The burden of lung cancer in Latin-America and challenges in the access to genomic profiling, immunotherapy and targeted treatments. *Lung Cancer*, 119: 7-13, mayo. <https://doi.org/10.1016/j.lungcan.2018.02.014>. PMID: 29656755.
- Rocha, C. S., Secolin, R., Rodrigues, M. R. *et al.* 2020. The Brazilian initiative on precision medicine (BIPMed): fostering genomic data-sharing of underrepresented populations. *npj | genomic medicine*, 5, 42. <https://doi.org/10.1038/s41525-020-00149-6>.
- Schully, S., Benedicto, C. y Khoury, M. 2012. How can we stimulate translational research in cancer genomics beyond bench to bedside? *Genet Med*, 14: 169-170. <https://doi.org/10.1038/gim.2011.12>.
- Schwartzberg, L., Kim, E. S., Liu, D. y Schrag, D. 2017. Precision oncology: who, how, what, when, and when not? *Am Soc Clin Oncol Educ Book*, 37: 160-169. https://doi.org/10.1200/EDBK_174176. PMID: 28561651.
- Shamah-Levy, T., Vielma-Orozco, E., Heredia-Hernández, O., Romero-Martínez, M., Mojica-Cuevas, J., Cuevas-Nasu, L., Santaella-Castell, J. A., Rivera-Dommarco, J. 2020. *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19 (Ensanut): Resultados Nacionales*. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública.
- Siegel, R. L., Miller, K. D. y Jemal, A. 2020. Cancer statistics, 2020. *CA Cancer J. Clin.*, 70(1): 7-30.
- Soerjomataram, I., Bray, F. 2021. Planning for tomorrow: global cancer incidence and the role of prevention 2020-2070. *Nat Rev Clin Oncol*, 18: 663-672. <https://doi.org/10.1038/s41571-021-00514-z>.
- Stark, Z., Dolman, L., Manolio, T. A., Ozenberger, B., Hill, S. L., Caulfield, M. J., Levy, Y., Glazer, D., Wilson, J., Lawler, M., Boughtwood, T., Braithwaite, J., Good-

- hand, P., Birney, E., North, K. N. 2019. Integrating genomics into healthcare: a global responsibility. *Am J Hum Genet*, 104(1): 13-20, enero 3. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2018.11.014>. PMID: 30609404; PMCID: PMC6323624.
- Wang D., Liu B., Zhang Z. 2023. Accelerating the understanding of cancer biology through the lens of genomics. *Cell*, 186(8):1755-1771, abril 13. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.02.015>. PMID: 37059071.
- Wang, Y. W., Allen, I., Funingana, G. *et al.* 2025. Predictive biomarkers for the efficacy of PARP inhibitors in ovarian cancer: an updated systematic review. *BJC Rep*, 3, 14. <https://doi.org/10.1038/s44276-025-00122-9>.
- Wojtukiewicz, M.Z., Rek, M. M., Karpowicz, K. *et al.* 2021. Inhibitors of immune checkpoints — PD-1, PD-L1, CTLA-4 — New opportunities for cancer patients and a new challenge for internists and general practitioners. *Cancer Metastasis Rev*, 40: 949-982. <https://doi.org/10.1007/s10555-021-09976-0>.
- World Health Organization. 2020. *Global atlas of palliative care*, 2a ed., 30.
- Zeggini, E., Gloyn, A. L., Barton, A. C., Wain, L. V. 2019. Translational genomics and precision medicine: moving from the lab to the clinic. *Science*, 365(6460): 1409-1413, septiembre 27. <https://doi.org/10.1126/science.aax4588>. PMID: 31604268.

Páginas web

- Science: <https://www.science.org/content/article/cancer-immunotherapy-pioneers-win-medicine-nobel>.
- Population factsheets. 2025. Lyon, Francia: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer Global Cancer Observatory, Cancer Today. <http://gco.iarc.fr/today/fact-sheets-cancer/fact-sheets-populations>.