

Las nanovacunas en el tratamiento de enfermedades crónicas y complejas

Nanovaccines in the treatment of chronic and complex diseases

Angélica Fernanda Párraga Arévalo ¹ 

Nayely Shuliana Saltos Albán ¹ 

Yudafid Frecia Arcos Castro ¹ 

Yamily González Cardona ¹ 

¹ Universidad de los Andes, Ambato. Ecuador.

Autor para la correspondencia: angelicapa32@uniandes.edu.ec.

Recibido: 31/07/2025.

Aprobado: 17/09/2025.

Editor: Yasnay Jorge Saíenz.

Aprobado por: Silvio Emilio Niño Escofet.

Resumen	Abstract
El desarrollo de las nanovacunas avanza rápidamente como una herramienta prometedora en la lucha contra enfermedades crónicas y complejas. A diferencia de las vacunas tradicionales, las nanovacunas utilizan nanopartículas para mejorar la entrega de antígenos, lo cual optimiza la respuesta inmune. El presente estudio tiene como objetivo describir el estado actual del empleo de las nanovacunas en el tratamiento de diversas patologías como cáncer, enfermedades neurodegenerativas e infecciones resistentes a los antibióticos. Se realizó una revisión bibliografía sistemática analítica para conocer acerca de las nanovacunas y su uso como herramientas de tratamiento ante numerosas enfermedades, en bases de datos confiables como: PubMed, Google Académico, Scopus, SciELO. Los estudios revisados exponen que las nanopartículas, al	The development of nanovaccines is advancing rapidly as a promising tool in the fight against chronic and complex diseases. Unlike traditional vaccines, nanovaccines use nanoparticles to improve antigen delivery, which optimizes the immune response. The present study aims to describe the current status of the use of nanovaccines in the treatment of various pathologies such as cancer, neurodegenerative diseases, and antibiotic-resistant infections. A systematic analytical literature review was conducted to learn about nanovaccines and their use as treatment tools for numerous diseases, using reliable databases such as PubMed, Google Scholar, Scopus, and SciELO. The studies reviewed show that nanoparticles, when used as carriers of tumor antigens, can improve the activation of the immune system, direct the response toward malignant cells,

ser utilizadas como portadoras de antígenos tumorales, pueden mejorar la activación del sistema inmunológico, dirigir la respuesta hacia células malignas y promover la apoptosis, al reducir el crecimiento tumoral. A pesar de los avances, todavía existen retos en términos de producción, costos y eficacia a largo plazo, por lo que se necesita más investigación para su aplicación clínica. Palabras clave: nanovacunas, enfermedades crónicas, nanopartículas, inmunoterapia	and promote apoptosis, thereby reducing tumor growth. Despite advances, challenges remain in terms of production, costs, and long-term efficacy, so more research is needed for their clinical application. Keywords: nanovaccines, chronic diseases, nanoparticles, immunotherapy
---	---

Introducción

Una estrategia prometedora para el desarrollo de nuevas vacunas o la optimización de las existentes es el uso de nanopartículas, comúnmente denominadas microvacunas. Estas estructuras, que actúan como protectoras, transportadoras o potenciadoras de las vacunas, tienen un tamaño miles de veces menor al de un punto convencional. Como protectoras, las nanopartículas (o nanovacunas) resguardan las vacunas del ambiente ácido del estómago cuando se administran por vía oral. Como transportadoras, permiten dirigir el compuesto a tejidos específicos del cuerpo donde más se requiere. Finalmente, como potenciadoras, pueden estimular el sistema inmunológico para aumentar la eficacia de la vacuna. Para ser consideradas nanopartículas, deben medir menos de 100 nanómetros. ⁽¹⁾

Las nanopartículas pueden obtenerse mediante la fragmentación de materiales más grandes o por síntesis química, al ensamblar moléculas más pequeñas. Se fabrican a partir de materiales orgánicos, como proteínas, carbohidratos o grasas, o inorgánicos, como oro y plata, cada uno con ventajas y desventajas. Las orgánicas son biodegradables y más seguras, mientras que las inorgánicas tienen propiedades específicas según el objetivo. Los fármacos pueden encapsularse dentro de las nanopartículas, si se utilizan principalmente materiales orgánicos, o unirse a su superficie, al emplear tanto orgánicos como inorgánicos según el efecto deseado. La mayoría de las nanovacunas usan un antígeno del patógeno para estimular el sistema inmunológico y muchas están en etapa de investigación con modelos animales. ⁽²⁾

Existen nanovacunas elaboradas con nanopartículas de quitosano, PLGA (poliácido láctico-co-glicólico), glucanos y ferritina, capaces de encapsular antígenos y administrarse por vía oral en modelos animales. En estudios realizados en ratones, estas nanovacunas han generado respuestas inmunitarias efectivas que los protegen contra enfermedades infecciosas. Un ejemplo destacado son las nanovacunas de Pfizer y Moderna contra la COVID-19, que utilizan liposomas, pequeñas gotas de grasa que encapsulan una parte del material genético del virus SARS-CoV-2. Este material genético codifica la proteína espícula, una estructura en la superficie del virus que le permite adherirse e infectar las células pulmonares. Al introducir esta proteína en el organismo, las nanovacunas estimulan el sistema inmunológico para generar defensas específicas que bloquean la entrada del virus, previniendo así la enfermedad. ⁽²⁾

Las microvacunas, fundamentadas en nanopartículas, constituyen un recurso revolucionario en el campo médico debido a su habilidad para encapsular, proteger y trasladar antígenos de forma exacta. Su uso principal es en la prevención de enfermedades infecciosas, donde pueden incrementar la estabilidad y efectividad de las vacunas tradicionales, además de facilitar nuevas modalidades de administración, como la vía oral. Esto es factible ya que las nanopartículas resguardan los antígenos del deterioro en el sistema digestivo y promueven respuestas específicas del sistema inmunológico. Además, se han creado microvacunas para el tratamiento del cáncer, concebidas para introducir antígenos tumorales en el sistema inmunológico y provocar una reacción que aniquilase células malignas. ⁽³⁾

Las microvacunas poseen potencial para tratar enfermedades crónicas, autoinmunes y alérgicas, en las que pueden alterar la respuesta del sistema inmunológico. Además, son beneficiosos en la prevención de enfermedades zoonóticas y veterinarias, lo que favorece la regulación de infecciones en animales y disminuyendo la posibilidad de contagio a los humanos. Estas microvacunas, gracias a su diseño flexible, facilitan la personalización de tratamientos de acuerdo a las particularidades del paciente o del patógeno, lo que las hace una herramienta esencial para la medicina preventiva y terapéutica contemporánea. Para garantizar su efectividad y seguridad, las nanovacunas deben cumplir con varios requisitos fundamentales que aseguren su uso adecuado en la prevención y tratamiento de enfermedades. En primer lugar, es esencial que sean seguras y biocompatibles, lo que implica una evaluación exhaustiva de su toxicidad, ya que algunas nanopartículas pueden resultar dañinas para el organismo. ⁽⁴⁾

Las nanovacunas deben ser compatibles con los tejidos humanos y no desencadenar respuestas adversas significativas. Este aspecto es crucial para su aceptación en aplicaciones clínicas. Otro factor clave es la eficacia de protección, que se mide por su capacidad para prevenir la enfermedad en un porcentaje elevado de personas vacunadas; idealmente, deberían proteger a al menos 70 de cada 100 individuos. Asimismo, deben ser estables, manteniendo su integridad y funcionalidad durante el almacenamiento, incluso en condiciones adversas como temperatura ambiente o pH ácido, especialmente si se administran por vía oral. Un tercer aspecto importante es evitar la acumulación de residuos en el organismo. Aunque las nanopartículas orgánicas tienen la ventaja de ser biodegradables y eliminarse por completo, aquellas inorgánicas deben diseñarse cuidadosamente para minimizar riesgos de acumulación y toxicidad a largo plazo. ⁽⁵⁾

Las nanovacunas deben mostrar un efecto potenciador de la respuesta inmune, ya que las nanopartículas pueden actuar como adyuvantes al mejorar la activación del sistema inmunológico y la eficacia de la vacuna. Estas nanopartículas facilitan la presentación de los antígenos a las células inmunitarias, prolongan su disponibilidad en el organismo y optimizan la respuesta inmunitaria adaptativa.

Sin embargo, no todas las nanopartículas poseen esta cualidad, por lo que es esencial seleccionar materiales que refuercen la respuesta inmunitaria sin comprometer la seguridad. Además, se deben realizar pruebas exhaustivas para garantizar que el efecto potenciador sea consistente y reproducible en diferentes grupos de población. En resumen, la seguridad, eficacia, estabilidad, eliminación y capacidad inmunoestimulante son pilares esenciales en el diseño y desarrollo de nanovacunas para su aplicación en medicina moderna. ⁽⁶⁾ El presente estudio tiene como objetivo describir el estado actual del empleo de las nanovacunas en el tratamiento de diversas patologías como cáncer, enfermedades neurodegenerativas e infecciones resistentes a los antibióticos.

Método

En la presente investigación se realizó una revisión bibliografía sistemática analítica para conocer acerca de las microvacunas usadas como herramientas de tratamiento ante diversas enfermedades, la población empleada consistió en todos los estudios y publicaciones relevantes que investigaron el uso de microvacunas en distintas patologías y como muestra se seleccionaron estudios según criterios de inclusión específicos. Los métodos empleados en la presente investigación fueron en bases de datos confiables como: PubMed, Google Académico, Scopus, SciELO donde se usaron los siguientes términos de búsqueda: microvacunas, nanovacunas e inmunoterapia.

Criterios de inclusión

- Estudios que investiguen la aplicación de microvacunas en distintos tratamientos patológicos.
- Estudios en humanos.
- Publicaciones en inglés o español.

Criterios de exclusión

- Estudios duplicados.
- Estudios que no aporten información relevante sobre el uso de fibrina rica en plaquetas en odontología.

Desarrollo

Principalmente, se realizó una búsqueda con palabras clave como: microvacunas, inmunoterapia, tratamientos con nanovacunas. Con los cuales se obtuvo un total de 366 documentos. Después de revisar los títulos y resúmenes de cada uno de los artículos se descartaron 361 documentos, debido a que no cumplían con los criterios establecidos con anterioridad.

Consecuentemente, se analizaron a fondo los 26 artículos restantes, los cuales tenían las especificaciones correctas y aptas para este trabajo. De estos, se seleccionaron 10 artículos por obtener resultados significativos.

Los artículos se clasificaron según la metodología utilizada en el estudio, con la siguiente distribución: revisión sistemática (1), estudio experimental (7), investigación aplicada (1), revisión bibliográfica (1). Los resultados de la búsqueda se muestran en la tabla I.

Tabla I. Principales referencias utilizadas.

AUTOR	TIPO DE ARTÍCULO	PARTICIPANTES	METODOLOGÍA	PROCEDIMIENTO
Héctor Navarro, et al.	Experimental	No específico	Se utiliza una combinación de nanopartículas de oro con péptidos bacterianos que tienen la capacidad de inducir apoptosis en las células tumorales. Estas nanopartículas actúan como portadores para mejorar la presentación de antígenos y dirigir la respuesta inmune, específicamente activa las células dendríticas in vivo, lo que busca generar una respuesta inmunitaria eficaz contra tumores sólidos, como el melanoma cutáneo.	En el procedimiento, las células dendríticas son cargadas con nanopartículas de oro que incorporan glucosa, para dirigirlas específicamente hacia estas células. Se cargan con péptidos bacterianos los cuales inducen apoptosis en células tumorales y activan una respuesta inmune. La combinación de estas nanopartículas con los péptidos bacterianos busca estimular la respuesta inmune contra los tumores, como el melanoma cutáneo, y mejorar la supervivencia general de los pacientes mediante la activación in vivo de las células dendríticas.
África González y Rosana Vázquez, et al.	Experimental	Modelos animales de ratones	Se realizaron estudios de caracterización físico-química, inmunoestimulantes y citocompatibilidad, tanto	Las nanovacunas se diseñaron utilizando NCs poliméricas con adyuvantes como IMQ para tuberculosis y

AUTOR	TIPO DE ARTÍCULO	PARTICIPANTES	METODOLOGÍA	PROCEDIMIENTO
			in vitro como in vivo en modelos murinos. La metodología se basa en el desarrollo y evaluación de nanovacunas basadas en nanocápsulas poliméricas (NCs), combinadas con adyuvantes como el imiquimod (IMQ) y ARN pequeño de interferencia (ARNip).	proteínas mutadas de KRAS para cáncer de páncreas. Estas formulaciones se probaron en ratones mediante administración subcutánea o intranasal, con evaluación de la respuesta inmune y eficacia en modelos de cáncer.
Flores Ysac, Abarca Q'orianka, Aquije Yahaira, Flores Katheryn, Aroni Jonathan, Capquequi Edgar, Peñaranda César. et al.	Revisión sistemática	No específico	La metodología empleada es una revisión sistemática de los avances recientes en nanotecnología aplicada a la medicina. Se centra en las aplicaciones de las nanopartículas en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, especialmente el cáncer, así como en la regeneración de tejidos y la ingeniería de órganos.	El procedimiento consiste en analizar diversos estudios sobre el uso de nanomateriales para mejorar la precisión en la entrega de medicamentos, reducir efectos secundarios, y desarrollar tecnologías como biosensores e imágenes a escala nanométrica para mejorar diagnósticos y tratamientos, a la vez que se aborda la biocompatibilidad y las regulaciones necesarias.
Sara Vicente, Alejandro Sánchez y María Alonso, et al.	Investigación aplicada	Modelos animales	La investigación se basa en estudios experimentales sobre la administración de nanopartículas y sistemas coloidales como vehículos para la entrega de	Se realiza la formulación de sistemas de nanopartículas a partir de materiales biocompatibles para la liberación de antígenos. Estos sistemas se

AUTOR	TIPO DE ARTÍCULO	PARTICIPANTES	METODOLOGÍA	PROCEDIMIENTO
			antígenos. Se utilizan diferentes materiales biomoleculares, como el quitosano y el PLGA, y se exploran métodos de modificación de partículas para optimizar su interacción con las mucosas nasales y orales, lo cual mejora la respuesta inmune.	administran por vías mucosas (oral y nasal) y se evalúan parámetros como el tamaño de partícula, la composición, la carga superficial y la bioadhesividad. Se analizan la respuesta inmune y la eficacia de estos sistemas frente a diferentes patógenos, con un enfoque en la inducción de respuestas inmunológicas a nivel mucoso y sistémico.
María Elena Escobar Ospina, et al.	Investigación experimental	No específico	La metodología utilizada implica la conjugación de diversas proteínas modelo y recombinantes a nanopartículas de oro de 20 y 40 nm mediante fisisorción. Se evaluaron condiciones de pH y concentración de proteína para determinar las mejores condiciones de adsorción. La estabilidad y adsorción de proteínas fueron analizadas mediante técnicas como dispersión dinámica de luz y microscopía electrónica de transmisión.	En el procedimiento, se sintetizaron dos lotes de nanopartículas de oro esféricas, y se realizaron ensayos con proteínas modelo como lisozima, α -quimotripsina, albúmina de suero bovino e inmunoglobulina G humana. Se observó que la conjugación y adsorción de proteínas se optimizaban a un pH cercano al punto isoeléctrico de las proteínas.
Andrea Narváez, et al.	Experimental	No específico	La metodología empleada consiste en el uso de	En el procedimiento, se utilizaron nanotubos de

AUTOR	TIPO DE ARTÍCULO	PARTICIPANTES	METODOLOGÍA	PROCEDIMIENTO
			nanotubos de carbono (CNT) como vehículos para administrar vacunas multiepitópicas. Se investiga cómo estos nanotubos aumentan la eficacia de los antígenos en las vacunas, ya que mejora la respuesta inmune de las células T CD8+ y CD4+ al dirigirse a los epítopes específicos para el cáncer, como la proteína p53.	carbono funcionalizados para administrar antígenos a un modelo murino, con el fin de evaluar la respuesta inmune ante la vacuna multiepitópica. El estudio se centró en la inmunogenicidad de las vacunas en ratones, para incrementar la respuesta inmune frente a células tumorales.
Jorge Buchert, et al.	Experimental in vitro	No específico	Se utilizó la línea celular THP-1 tratada con nanopartículas de oro conjugadas con el péptido AS4923 para evaluar su capacidad de activar el procesamiento de antígenos y la presentación en macrófagos. La actividad se analizó mediante RT-qPCR, citometría de flujo y medidas de actividad proteosómica y metabólica.	El procedimiento consistió en tratar macrófagos THP-1 inducidos con PMA y LPS con nanopartículas de oro conjugadas al péptido AS4923 en diferentes concentraciones. Se evaluaron las respuestas en cuanto a expresión génica, marcadores de superficie y la actividad metabólica de los macrófagos
Ana Mantero, Ana López, et al.	Revisión bibliográfica	No específico	La investigación se basa en la revisión y análisis de estudios científicos previos sobre la nanotecnología en el desarrollo de vacunas,	Se realizó una recopilación de información a partir de fuentes científicas relevantes, se organizaron los hallazgos en

AUTOR	TIPO DE ARTÍCULO	PARTICIPANTES	METODOLOGÍA	PROCEDIMIENTO
			con un enfoque en los diferentes tipos de nanopartículas utilizadas, su mecanismo de acción y su efectividad en comparación con las vacunas tradicionales.	categorías que incluyen los tipos de nanovacunas, los materiales utilizados, su mecanismo de acción, las propiedades físico-químicas de las nanopartículas y su influencia en la respuesta inmunitaria, se destacaron avances recientes en el desarrollo de nuevas formulaciones.
Jorge Correia, et al.	Experimental	No específico	La metodología utilizada comprende la síntesis de nanoestructuras mediante nanotecnologías como la complicación iónica, gelificación iónica y desplazamiento de solvente, así como su caracterización mediante técnicas in vitro e in vivo para evaluar su estabilidad y capacidad inmunoestimulante.	El procedimiento de la investigación incluye la selección de biomateriales inmunoestimulantes, la síntesis de nanopartículas y nano emulsiones, la asociación de estas estructuras con antígenos, la liofilización para mejorar la estabilidad y su posterior evaluación en términos de respuesta inmune inducida, al comparar su eficacia con adyuvantes convencionales como las sales de aluminio.
Norma Hernández, Elizabeth Escalante,	Experimental	No específico	El estudio utilizó técnicas de nanotecnología para la síntesis y caracterización de nanopartículas de oro	Primero, se sintetizaron las nanopartículas de oro mediante el método de Turkevich y se

AUTOR	TIPO DE ARTÍCULO	PARTICIPANTES	METODOLOGÍA	PROCEDIMIENTO
Gabriela Tovar y Carlos Angulo, et al.			(AuNPs) funcionalizadas con un péptido derivado de la toxina A de <i>Vibrio parahaemolyticus</i> . Se emplearon métodos como la espectrofotometría UV-Vis, microscopía electrónica de transmisión (TEM) y dispersión de luz dinámica y electroforética para analizar las propiedades fisicoquímicas de las nanopartículas.	caracterizaron en términos de tamaño y carga superficial. Posteriormente, se funcionalizaron con un péptido específico y se evaluaron los cambios en sus propiedades ópticas y estructurales. Se observó un incremento en el tamaño y modificaciones en la carga superficial de las nanopartículas, lo que indica la unión del péptido. La estabilidad y posibles aplicaciones de la nanovacuna fueron discutidas, se sugirió que la siguiente fase del estudio incluirá pruebas de citotoxicidad e inmunogenicidad en peces.

López Rodríguez y Moreno Karla coinciden en que las nanopartículas pueden mejorar la respuesta inmune al actuar como portadores de antígenos, sin embargo, difieren en su enfoque .⁽⁸⁾ Mientras que Jiménez y Vázquez, emplean nanopartículas de oro funcionalizadas con péptidos bacterianos para inducir apoptosis en células tumorales y activar células dendríticas, ⁽⁹⁾ Por su parte Sara Vicente desarrolla nanocápsulas poliméricas combinadas con adyuvantes como el imiquimod y ARNip para potenciar la inmunogenicidad. Aunque ambos estudios exploran estrategias innovadoras para optimizar la activación inmune, ⁽¹⁰⁾ el trabajo de Navarro et al. se enfoca en dirigir la respuesta contra tumores sólidos, mientras que González y Vázquez

et al. abordan el uso de nanovacunas en distintos tipos de cáncer, lo cual sugiere un enfoque más amplio en términos de aplicaciones terapéuticas.

Por otro lado, Flores ⁽¹¹⁾ y Vicente analizan estrategias para mejorar la administración de antígenos con la utilización de nanotecnología, pero presentan perspectivas diferentes. Flores ⁽¹¹⁾ destaca el potencial de las nanopartículas en la entrega de fármacos y en la mejora de la precisión terapéutica, se basa en una revisión sistemática de estudios previos. En contraste, ⁽¹²⁾ realizan experimentos aplicados con nanopartículas basadas en quitosano y PLGA, porque se enfocan en su bioadhesividad y capacidad para estimular respuestas inmunológicas a través de mucosas. Mientras que Flores et al. enfatizan la necesidad de más estudios clínicos para validar la seguridad y eficacia de estos sistemas, Vicente et al. demuestran con datos experimentales que las nanopartículas pueden ser eficaces para generar inmunidad en modelos animales, lo que sugiere que la investigación en esta área obtiene avances hacia aplicaciones más concretas.

Reyes Blas, estudia la conjugación de biomoléculas a nanopartículas para mejorar la respuesta inmunológica en cáncer, aunque con enfoques distintos. ⁽¹³⁾ García José investiga la conjugación de proteínas recombinantes a nanopartículas de oro para optimizar su estabilidad y adsorción, destaca la importancia del pH y la carga superficial en estos procesos. ⁽¹⁴⁾ En cambio, Andrade Guel y López López, trabajan con nanotubos de carbono como vehículos para vacunas multiepitópicas y centran su análisis en la activación de células T CD8+ y CD4+. Si bien ambos estudios coinciden en la relevancia de la nanotecnología para potenciar la inmunogenicidad, la investigación de García José se enfoca más en la optimización fisicoquímica de las nanopartículas; mientras que Narváez et al. priorizan el impacto inmunológico en modelos animales, así evidencian dos perspectivas complementarias dentro del desarrollo de nanovacunas. ⁽¹⁵⁾

La caracterización de nanopartículas de oro (AuNPs) mediante técnicas ópticas y de microscopía electrónica, ha sido ampliamente estudiada para determinar su tamaño, forma y estabilidad, se coincide en que la espectrofotometría UV-Vis es una herramienta fundamental para analizar la absorción de luz de las nanopartículas y detectar cambios en su superficie. Ambas investigaciones señalan que las AuNPs esféricas presentan un pico de absorción

característico, cuya variación indica una modificación en su superficie, como la unión de un péptido.

En el contexto del desarrollo de nanovacunas contra el cáncer, esta propiedad es crucial, ya que permite la funcionalización de las nanopartículas con antígenos tumorales para estimular una respuesta inmune dirigida. Sánchez Ramírez y Morera Díaz, enfatizan en que el desplazamiento espectral observado en la nanovacuna es una primera evidencia de interacción con el péptido, de ahí sugiere una aplicación potencial en inmunoterapias personalizadas.⁽¹⁶⁾ Los autores respaldan esta idea al destacar la utilidad de la espectrofotometría para monitorear cambios en la funcionalización de las nanopartículas, aunque no profundizan en su aplicación específica en nanovacunas.

Por otro lado, ambos estudios destacan la importancia de la microscopía electrónica para la determinación precisa del tamaño de las AuNPs, resaltan que el tamaño de las nanopartículas influye en su citotoxicidad y que las más pequeñas pueden ser tóxicas; mientras que las más grandes suelen ser seguras. Esta consideración es clave en el desarrollo de nanovacunas para el cáncer, pues un tamaño adecuado permite un mejor transporte a los ganglios linfáticos y una interacción más efectiva con el sistema inmunológico.

El estudio de Batanero Mantero y Gil López,⁽¹⁷⁾ comparte la idea de que la microscopía electrónica permite obtener información detallada sobre la morfología y tamaño promedio de las nanopartículas, lo cual es esencial para su aplicación biomédica;⁽¹⁸⁾ van más allá al discutir la relación entre la carga superficial y la estabilidad de las AuNPs, al indicar que una carga adecuada confiere estabilidad coloidal, un factor determinante para garantizar la eficacia de las nanovacunas. Además, enfatizan que el almacenamiento prolongado de nanovacunas con baja carga superficial no es recomendable, por tanto, resalta la necesidad de desarrollar estrategias para mejorar su estabilidad hasta el momento de su administración en pacientes oncológicos.

Conclusiones

Las nanovacunas constituyen una estrategia innovadora en la inmunoterapia del cáncer de cabeza y cuello, utilizan nanopartículas como portadoras de antígenos tumorales para potenciar la activación del sistema inmune. Formulaciones con nanopartículas de oro y nanotubos de carbono mejoran la respuesta de células dendríticas y T. Son menos tóxicas para los tejidos sanos, fáciles de administrar a los pacientes por vías accesibles como la oral o nasal, y fortalecen la respuesta inmune en infecciones persistentes, por lo que contribuyen a la prevención de la progresión hacia el cáncer mediante la activación de mecanismos celulares específicos, dirigidas contra el virus del papiloma humano (VPH), un factor clave en el cáncer de orofaringe. Se requiere mejorar la biocompatibilidad, reducir efectos adversos y diseñar sistemas de liberación controlada del antígeno.

Referencias Bibliográficas

1. Angulo C, León H. Vacunas diminutas: Nanovacunas. Recursos Naturales Sociedad. 2024 [citado 08/06/2025];10(1):143-155. Disponible en: [https://www.cibnor.gob.mx/revistas-rns/pdfs/vol10num1/12_VACUNAS_ANGULO.pdf](https://www.cibnor.gob.mx/revistas/rns/pdfs/vol10num1/12_VACUNAS_ANGULO.pdf)
2. Correia Pinto JF. Nanovacunas: Diseño de nanoestructuras para inmunización. [Tesis]. [Santiago de Compostela, España]: Universidad de Santiago de Compostela; 2015. 219p. Disponible en: <https://minerva.usc.gal/entities/publication/8c98e22a-b1f1-457b-a61a-63b3fd33a08e>
3. Diego González L. Nanovacunas y lipoplexos para prevención y terapia. [Tesis]. [España]: Universidad de Vigo; 2022. 89p. Disponible en: <https://portalcientifico.uvigo.gal/documentos/64739771d92ae34eae16ddf2>
4. Álvarez MA. Producción de vacunas en plataformas vegetales: Estado del arte. Rev Farm. 2022. [citado 08/08/2024]164(2). Disponible en: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/203586/CONICET_Digital_Nro.25d2fd92-ee09-4b13-8c80-1c18610a61fe_L.pdf?sequence=5&isAllowed=y

5. Batanero Mantero A, Gil López A. Un enfoque general de las nanovacunas. MoleQla. 2020 [citado 05/07/2025];40. Disponible en:

<https://www.upo.es/cms1/export/sites/upo/moleqla/documentos/Numero40/MoleqlaInvierno2020-Completo.pdf>

6. Hong Liu, Haolin Chen, zeyu yang, Wen Fu, Zhan Gao, Zhijia Liu, et al. Nanovacunas de precisión para una vacunación potente. JACS. 2024 [citado 09/02/2025];4(8):2792-2810. Disponible en:

https://pubs-acsc-org.translate.goog/doi/10.1021/jacsau.4c00568?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es&x_tr_pto=tc

7. Miranda Rojas GA. Recubrimiento de nanoesferas de oro conjugadas al péptido CLPFFD-NH2 con poloxámeros para mejorar la penetración a través de membranas biológicas. [Tesis]. Santiago de Chile: Universidad de Chile; 2013. 100p. Disponible en:

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/129951/Recubrimiento-de-nanoesferas-de-oro-conjugadas-al-peptido.pdf>

8. López Rodríguez S, Juárez Moreno KO. Reconocimiento de nanomateriales por el sistema inmunológico. Mundo nano. 2024. [citado 29/08/2024]; 17(33):e69773. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-56912024000200010&lng=es <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2024.33.69773>

9. Jiménez Martínez WJ, Vázquez Lira JC. Una revisión de nanopartículas de oro: características fisicoquímicas y su respuesta celular en macrófagos. Mundo nano. 2024. [citado 20/08/2024];17(3):e69801. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-56912024000200006&lng=es <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2024.33.69801>

10. Sara Vicente O. Nanocápsulas polisacarídicas como vehículos adyuvantes de vacunas. [Tesis]. España Universidad de Santiago de Compostela, 2023. Disponible en: <https://investigacion.usc.es/documentos/5d1df67729995204f766ccb6>
11. Flores Ysac A, Abarca Q'orianka, Aquije Yahaira. Aplicaciones de la nanotecnología en la medicina: una revisión sistemática. Rev Med Hered. 2025 [citado 20/08/2024];36(1):45-53.
12. Vicente S, Sánchez A, Alonso M. Nanopartículas y sistemas coloidales como vehículos para la entrega de antígenos: aplicaciones en vacunas. Nanomedicine 2021 [citado 20/08/2024];17(3):235-245.
13. Reyes-Blas H, Olivas Armendáriz I, Martel Estrada SA, Valencia Gómez L E. Uso de Biomateriales Funcionalizados con Moléculas Bioactivas en la Ingeniería Biomédica. Revista mexicana de ingeniería biomédica. 2019;40(3):e201913EE3. Disponible en: <https://doi.org/10.17488/rmib.40.3.9.14>
14. García J, Santana Z, Zumala Cárregui L, Quintana Ma, González D. Estrategias de obtención de proteínas recombinantes en Escherichia coli. Vaccimonitor. 2013 Ago. [citado 20/08/2024];22(2):30-39. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-028X2013000200006&lng=es
- 15 Andrade Guel ML, López López LI, Sáenz Galindo A. Nanotubos de carbono: funcionalización y aplicaciones biológicas. Rev. mex cienc farm. 2012. Sep [citado 20/08/2024];43(3):9-18. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-01952012000300002&lng=es
16. Sánchez Ramírez J, Morera Díaz Y, Bequet Romero M, Hernández Bernal F, Ayala Ávila M, Gavilondo Cowley JV. Nuevas contribuciones al estudio de los efectores inmunológicos inducidos con la inmunoterapia activa específica CIGB-247. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba. 2022. [citado 15/09/2024];12(1). Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-01062022000100031&lng=es&tlng=es

17. Batanero Mantero A, Gil López A. Un enfoque general de las nanovacunas. MoleQla. 2020. [citado 05/07/2025];40. Disponible en:

<https://www.upo.es/cms1/export/sites/upo/moleqla/documentos/Numero40/MoleqlaInvierno2020-Completo.pdf>

18. Klippstein R, Lopez Enriquez S, Pozo D. Funcionalización de nanopartículas con el neuropéptido VIP como estrategia de mejora de su potencial de aplicación en biomedicina. Biosaiia. 2012. [citado 08/06/2024];1. Disponible en:

<https://www.upo.es/revistas/index.php/biosaia/article/view/506/376>

Declaración de conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de intereses

Contribución de autoría

Los autores participaron en igual medida en la curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, software, supervisión, validación, visualización, redacción – borrador original y redacción – revisión y edición.



Los artículos de la [Revista Correo Científico Médico](#) perteneciente a la Universidad de Ciencias Médicas de Holguín se comparten bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional Email: publicaciones@infomed.sld.cu