



*Dónde tus dudas encuentran respuesta
y se despierta tu curiosidad*

Número 8
Marzo, 2025



INSERTAR MONEDA(S)



Revista de Divulgación
de la Sociedad Mexicana
de Inmunología

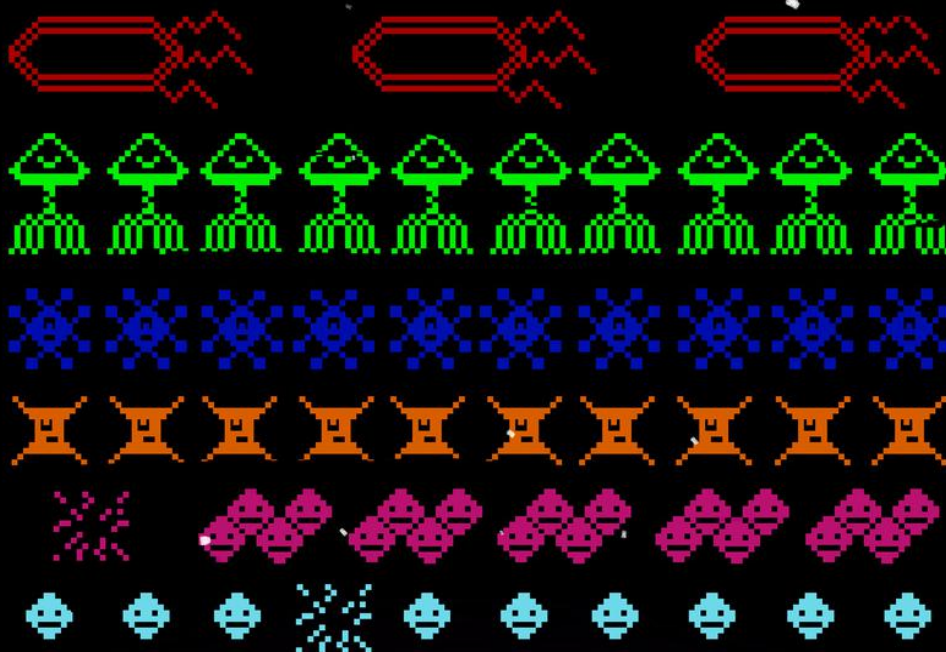
SISTEMA INMUNE EL JUEGO

PUNTAJE <200>



*Dónde tus dudas encuentran respuesta
y se despierta tu curiosidad*

Número 8
Marzo, 2025



INSERTAR MONEDA(S)



Revista de Divulgación
de la Sociedad Mexicana
de Inmunología

Descripción de la portada

La portada representa el concepto de “hackear” el sistema inmune a través de la bioinformática, inspirado en el clásico videojuego retro *Space Invaders*. Los enemigos son representados por virus y bacterias que pueden amenazar nuestra salud, mientras que la nave, en forma de jeringa, simboliza la respuesta inmunológica y las vacunas que se desarrollan para combatir estas amenazas.

De fondo, una célula del sistema inmune representa el campo de batalla donde ocurre esta defensa estratégica. El diseño digital enfatiza el papel clave de la bioinformática en descifrar los códigos de la inmunidad y anticiparse a nuevas amenazas. Así como en el artículo de influenza vemos cómo las vacunas se adaptan a los constantes cambios del virus, en esta portada ilustramos que, aunque tengamos que enfrentar a distintos enemigos, la ciencia nos proporciona herramientas que también evolucionan para protegernos.

Este trabajo fue realizado por Felipe G. Serrano, biólogo e ilustrador científico. Para más información sobre su proyecto y obra puedes visitar su sitio web, Ilustra Scilab, y su cuenta de Instagram, [@biologo_ilustrador](https://www.instagram.com/@biologo_ilustrador).

Felipe G. Serrano

Ilustra Scilab y Proyecto Biólogo Ilustrador.

Valdivia, Chile.





SOCIEDAD MEXICANA
DE INMUNOLOGÍA

En la lucha contra las enfermedades
infecciosas, autoinmunes, alergias y el cáncer

Presidenta

Yvonne Jane Rosenstein Azoulay

Viceresidenta

Eva María Salinas Miralles

Secretaria

Diana Patricia Portales Pérez

Prosecretaria

Marion E. G. Brunck



Editora en jefe

Jessica Lakshmi Prieto Chávez

Editor ejecutivo

Jesús Marvin Rivera Jiménez

Comité editorial

Libier Cabrera Rivera,

Daniel Rivera Mendoza,

Diana C. Villalpando Sánchez

El infocito es una publicación electrónica trimestral, editada y distribuida por la Sociedad Mexicana de Inmunología, A.C., con domicilio en Av. Álvaro Obregón 151, Despacho 1301, Of. 5, Alcaldía Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06700.

Teléfono: (+52) 55 7162 2116 ext. 105,
sociedadmexicanadeinmunologia.org/el-infocito,
elinfocito@sociedadmexicanadeinmunologia.org

Editora responsable: Jessica Lakshmi Prieto Chávez.
Reserva de derechos al uso exclusivo del título: en trámite, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Año 2, número 8, marzo de 2025

El contenido de los artículos publicados en El infocito es responsabilidad exclusiva de las y los autores, por lo que esta revista se deslinda de cualquier situación legal derivada por plagios, copias parciales o totales de artículos ya publicados y la responsabilidad legal recaerá directamente en las y los autores del artículo. Asimismo, los artículos no reflejan necesariamente el punto de vista de la SMI. Se autoriza la reproducción de los contenidos de esta revista siempre y cuando se cite explícitamente la fuente y se solicite vía correo electrónico la autorización correspondiente.

01 Editorial

Marvin Rivera



02 Storytime: Cómo nos hicimos famosos en la pandemia

Ricarda Cortés, Daniel Durand, Rosa Elvira Nuñez

06 "Asesinas naturales" que protegen bebés

Pamela Villagómez, María José Cruz, María Antonieta Suárez



10 Barriga llena, sistema inmune contento

Paulina Mora, Ángel López, Ulises de la Cruz



14 Cómo lavar el pollo y no morir en el intento

Daniel Rivera

18 El mundo de Caperucita Blanca - Capítulo 7

Marion Brunck, Jessica Lakshmi. Ilustración: Felipe Serrano.



20 Latte para empezar la vida

Brenda Jiménez, Claudia García, Marion Brunck

24 Hackeando la inmunidad: Bioinformática

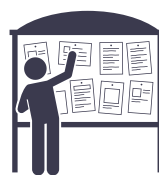
Jose Daniel Mahecha, Itzhel García



28 Tururu... Próxima estación: ¿influenza?

David Hernández, Fátima López, Araceli Pérez

32 Glosario



34 Boletín



36 Agradecimientos

Editorial

De colores... y de otras estaciones

¡Hola, todo el mundo! Ya llegó una de nuestras temporadas favoritas del año, ya que como dice esta canción de nuestra infancia: “de colores se visten los campos en la primavera”. Y en esta ocasión, no sólo tendremos muchos colores, sino también historias muy interesantes de la mano de quienes comparten con nosotros este número.

Así como en la primavera los campos se llenan de muchas flores diferentes, en nuestro cuerpo podemos encontrar muchas células diferentes que nos protegen y nos ayudan a vivir mejor. Ricarda, Daniel y Rosa Elvira nos cuentan sobre los eosinófilos y el papel que estos tienen en la defensa contra el virus que causó la pandemia de COVID-19. También daremos un vistazo a la importancia de las células NK, que aunque tienen la fama de ser unas asesinas implacables, en esta ocasión Pamela Alejandra, María José y María Antonieta nos contarán su lado amable al ayudar a que un bebé pueda crecer dentro de su mamá.

Y ya que estamos hablando de bebés, Brenda, Claudia Angélica y Marion nos antojan una deliciosa taza de café con leche mientras nos cuentan la importancia de la lactancia y todos los beneficios que le da a nuestro sistema inmunológico, incluyendo un extra de bacterias. ¿Cómo? ¿Bacterias? ¡Sí!, pero no te preocupes, que también Paulina Esmeralda, Ángel y Ulises nos platican cómo estos microorganismos nos ayudan a mantenernos sanos, y el papel que la alimentación juega en ello.

Y aunque hay muchas bacterias buenas, otras sí pueden ser muy peligrosas; es por ello que Daniel nos cuenta sobre dos de ellas y nos explica lo que en redes sociales fue muy viral hace unas semanas sobre si debemos o no lavar el pollo, ¿quieres descubrirlo?

Pero alto, alto, alto... Antes de que termine el invierno, David, Fátima y Araceli nos platican sobre la influenza, típica de esta temporada que está por terminar, y lo importante que es estar vacunados.

¿Y cómo es que se ha podido estudiar todo esto, sobre las células, las bacterias, los virus, las vacunas? Pues José Daniel e Itzhel llegan a sorprendernos con la bioinformática y nos explican cómo es que puede utilizarse para “hackear” al sistema inmunológico, con todo lo que esto puede prometer para el tratamiento de muchas enfermedades.

Este número de **El infocito** llega con grandes sorpresas, esperamos que lo disfrutes al igual que nosotros y las y los colaboradores lo hemos hecho al prepararlo para ti.

Les tequeme,

Marv

J. Marvin Rivera Jiménez
Editor Ejecutivo
Facultad de Medicina UNAM
Ciudad de México, México
Contacto: elinfocito@gmail.com



Storytime: Cómo nos hicimos famosos en la pandemia

RICARDA CORTÉS VIEYRA, DANIEL DURAND HERRERA Y ROSA ELVIRA NUÑEZ ANITA

En este *storytime* conocerás a los eosinófilos, o simplemente "Eos", para los cuates. Descubrirás cómo, aunque somos pocos, poseemos habilidades sorprendentes para proteger al humano de sus enemigos, grandes y pequeños. También te contaremos sobre nuestra inesperada fama durante la pandemia, cuando, al ausentarnos, se dieron cuenta de lo esenciales que somos en la batalla contra virus como el de COVID-19.

La pandemia de COVID-19 trajo consigo retos sociales y científicos muy importantes, representando momentos difíciles para todas y todos. Pero, en esta ocasión quiero contarte nuestro storytime sobre cómo nos hicimos famosos durante la pandemia. Antes, permítenos presentarnos: nos llamamos Eosinófilos, pero de cuates nos puedes llamar "Eos". Normalmente nos encontramos circulando por la sangre y, como dato curioso, te cuento que somos poco abundantes en número.

Somos conocidos como "chicos malos" dentro del sistema inmune, porque contribuimos al desarrollo de las alergias. Nuestra popularidad como héroes era muy baja en comparación con la de otros de nuestros parientes, ya que durante mucho tiempo se pensó que solo eliminábamos a un tipo específico de enemigos del ser humano: los helmintos. Estos enemigos son demasiado grandes en su etapa adulta y

a diferencia de los microbios, pueden observarse a simple vista con apariencia de gusanos. Cómo nos involucramos en eliminarlos, los Eos fuimos etiquetados como los agentes encargados de destruir enemigos grandes y, por lo tanto, fuimos considerados incapaces de eliminar virus, los microbios más pequeños y simples que existen en la naturaleza. Lo cual es un poco raro, porque somos muy activos y contamos con métodos de defensa sorprendentes. Bueno, eso creemos, pero nos gustaría conocer tu opinión, así que a continuación... ¡nos promocionamos!

Te invitamos a imaginar que somos chicos pelirrojos con pecas, pero solo en tu imaginación, ¡eh! Porque en realidad somos diminutos y mucho menos elaborados que los humanos. Eso sí, aunque no nos puedes ver a simple vista —es decir, sin la ayuda de un microscopio—, somos más grandes que la mayoría de los microbios.

Aquí viene lo sorprendente: nuestras pecas no son de adorno. En realidad, son pequeñas estructuras llamadas gránulos, repletas de sustancias altamente tóxicas que, al ser liberadas, tienen un gran poder destructivo contra cualquier microbio que intente invadir a nuestro humano.

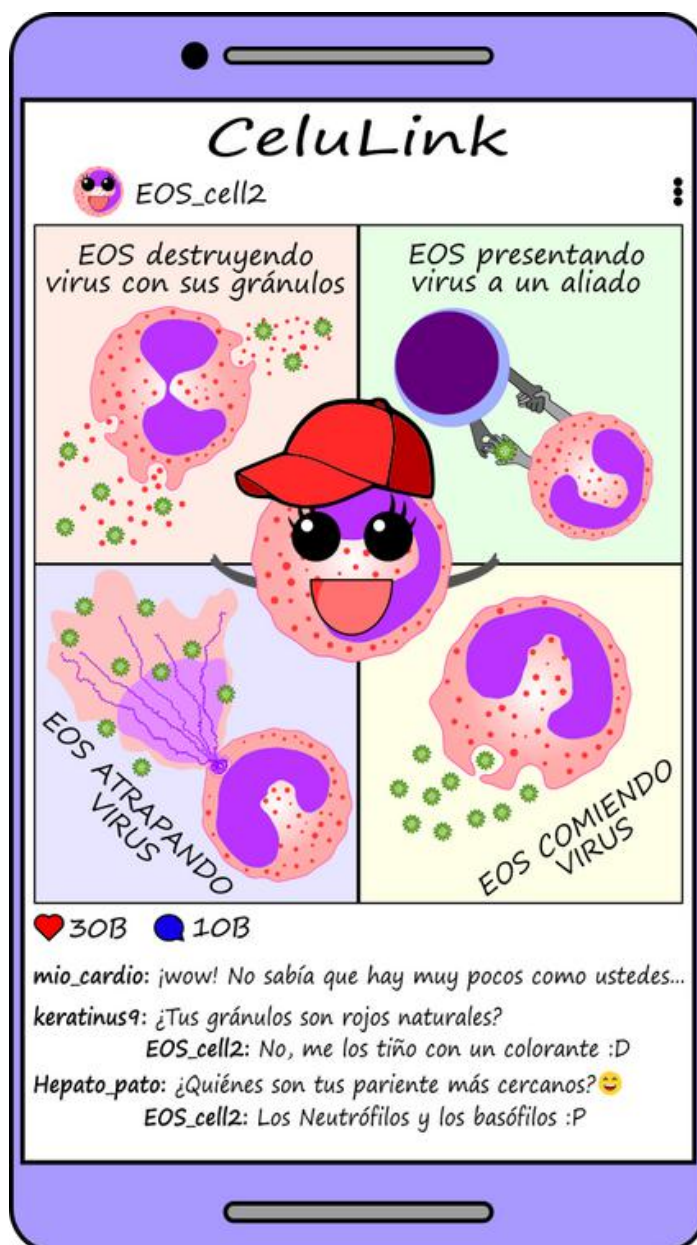
Pero eso no es todo. También somos capaces de expulsar redes que forman trampas, en las que los microbios son capturados y destruidos. Algo parecido a lo que hace *Spider-Man*, aunque, sinceramente, creemos que nosotros somos más cool... después de todo, ¡no perdemos a ninguna Mary Jane en el proceso!

Además, tenemos otra táctica infalible: nos comemos a los microbios para destruirlos en nuestro interior. Y no solo eso, después de acabar con ellos, presentamos sus restos "como en la silla de los acusados" ante algunos de nuestros parientes. ¿Para qué? Para que les echen montón a los microbios que quedaron vivos y, más importante aún, para que los recuerden como enemigos en caso de un próximo encuentro.

Y nuestros logros nos llevaron a la fama...

Todo comenzó hace dos décadas, cuando por primera vez nos reconocieron como defensores del humano contra virus respiratorios. Sí, esos virus que pueden causar desde una simple gripa hasta neumonías graves. Sin embargo, no se documentó con detalle cómo ayudábamos a prevenir la enfermedad y proteger la vida del humano durante estas invasiones virales.

Luego llegó COVID-19, y fue entonces cuando personas estudiosas de la medicina y la ciencia en todo el mundo se dieron cuenta de algo importante: en pacientes con



Los EOS nos volvimos tendencia por nuestra lucha
contra el virus que provoca COVID-19.

Imagen generada con Inkscape®.

COVID-19 había una gran disminución de Eos en la sangre. Y lo más preocupante fue que esta disminución era más evidente en las y los enfermos más graves, muchos de los cuales tuvieron un desenlace fatal. Y como no, si de por sí somos poquitos... imagínate que aún seamos menos. Por otro lado, los y las expertas también notaron algo interesante: en pacientes con una mejoría significativa, nuestro número aumentaba. Moraleja: nadie sabe lo que tiene hasta que lo pierde.

Más tarde, un grupo científico descubrió que en pacientes con COVID-19 grave había un aumento en el contenido de nuestras partículas en la sangre, es decir, aquellas “pecas” de las que te hablamos antes, que tienen un alto poder destructivo contra los microbios. También se confirmó que, en estos casos graves, éramos menos en número, lo que reveló un dato clave: cuando interactuamos con el virus de COVID-19, somos tan valientes que nos sacrificamos en la batalla. Al morir, liberamos nuestro contenido, incluidos nuestros gránulos, en un último intento por proteger al humano.

Cabe señalar que las personas expertas en el área médica aún tienen mucho por descubrir sobre cómo los Eos ofrecemos protección durante la enfermedad COVID-19 y qué ocurre exactamente con nuestra disminución en sangre, ya sea por muerte o por otras causas. A pesar de esto, y sin ánimo de ser narcisistas, ahora es claro que somos una parte clave del sistema de defensa del cuerpo, tanto contra enemigos grandes como los helmintos, como contra microbios pequeños, incluyendo los coronavirus de COVID-19.

Nos enorgullece que, después de tanto tiempo en las sombras, finalmente se nos reconozca como los guerreros multifuncionales que somos. Pero sabemos que este es solo el principio. Hay mucho más por explorar sobre nuestro papel en el sistema inmune, y estamos seguros de que las personas más curiosas —es decir, las y los científicos— seguirán investigando para conocer mejor nuestras habilidades.

Así que, por ahora, hasta aquí nuestro *storytime*. Pero antes de despedirnos... si te gustó, danos “like” y compártenos para que más personas puedan conocer nuestra historia. No nos dejes en el olvido... o peor aún, que nos vayamos a “flop”. ¡Nos vemos en la próxima historia sobre nuestras batallas contra los microbios!

PARA SABER MÁS

- Labo'life España. “¿Qué son los eosinófilos?” *Salud inmune = La salud de tu cuerpo* (2019). Consúltalo en: <https://www.misistemaimmune.es/inmunologia/componentes/que-son-los-eosinofilos>
- “¿Qué son los eosinófilos y qué papel juegan en nuestro organismo?” *Blog Innovación Responsable* (2024). Consúltalo en: <https://es.gsk.com/es-es/innovacion-responsable/que-son-los-eosinofilos-y-que-papel-juegan-en-nuestro-organismo/>

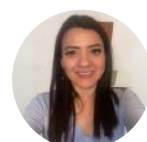
REFERENCIAS

1. Galeana, F. B., Yamazaki, M. A., Padilla, S. E., Tsuji, O. V., López, J. H., & Pérez, R. B. (2003). Eosinófilos: revisión de la literatura. *Alergia, Asma E Inmunología Pediátricas*, 12(2), 11-17. <https://www.medigraphic.com/pdfs/alergia/al-2003/al032d.pdf>
2. Lacy, P. (2014). 28 days later: eosinophils stop viruses. *Blood*, 123(5), 609-611. <https://doi.org/10.1182/blood-2013-12-543389>
3. Rodrigo-Muñoz, J. M., Sastre, B., Cañas, J. A., Gil-Martínez, M., Redondo, N., & Del Pozo, V. (2021). Eosinophil Response Against Classical and Emerging Respiratory Viruses: COVID-19. *J Investig Allergol Clin Immunol*, 31(2), 94-107. <https://doi.org/10.18176/jiaci.0624>

LAS MENTES CREATIVAS

Ricarda Cortés Vieyra

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Morelia, Michoacán, México.



Daniel Durand Herrera

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Morelia, Michoacán, México.



Rosa Elvira Nuñez Anita

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Morelia, Michoacán, México.
Contacto: rosa.anita@umich.mx





*En una de mis
aventuras conocí a
unos de los parientes
cercanos de los Eos.
Ven, ¡te los presento!*



“Asesinas naturales” que protegen bebés

PAMELA ALEJANDRA VILLAGÓMEZ SÁNCHEZ, MARÍA JOSÉ CRUZ PÉREZ
Y MARÍA ANTONIETA SUÁREZ SOUTO

¿Sabías que hay unas células llamadas “asesinas naturales” que cuidan bebés? Aunque su nombre suene temible, las células NK son piezas clave en el embarazo. No solo eliminan células dañadas, sino que ayudan al embrión a instalarse en el sitio donde continuará su desarrollo y aseguran que el bebé reciba oxígeno y nutrientes. Sin ellas, el desarrollo del bebé sería imposible. Descubre cómo estas pequeñas pero poderosas células juegan un papel fundamental en el inicio de la vida.

Cuando una mujer se entera de que va a ser mamá, su cuerpo ya se ha preparado para que el bebé crezca y se desarrolle dentro de su vientre. Hasta aquí todo parece normal, pero hay algo curioso: de alguna manera, el bebé es un ser “extraño” para el sistema inmune de la mamá. Esto se debe a que la mitad de sus genes provienen del papá, lo que significa que algunas de sus células tienen información genética que el cuerpo materno no reconoce como propia.

Entonces, ¿por qué el sistema inmune de la mamá no lo rechaza? ¡Espera! Eso ya lo habían mencionado en el artículo [Invasores adorables](#), ¿recuerdas? La clave está en los “mecanismos de tolerancia inmunológica en el embarazo”, que permiten que el cuerpo materno acepte al bebé en desarrollo. Y aquí es donde entran en acción unos verdaderos superhéroes con nombre de villanos: las “asesinas naturales” o células NK (del inglés *Natural Killer*).

¿Quiénes son las células NK?

Las células NK son células especiales del sistema inmune que ayudan al cuerpo. Piensa en ellas como soldaditos que patrullan en busca de células peligrosas, como pueden ser las células de un tumor canceroso o células infectadas por virus. Aunque su nombre, “asesinas naturales”, suene un poco agresivo, en realidad son superhéroes diminutos que protegen tanto del bebé como a la mamá durante los primeros meses del embarazo.

Pero antes de profundizar en cómo lo hacen, veamos primero cómo funcionan estas células en condiciones normales.

Las células NK distinguen entre células sanas y células peligrosas o dañadas gracias a una proteína llamada Complejo Principal de Histocompatibilidad clase I (**MHC-I**), que actúa como una identificación

o credencial. Las células sanas llevan esta credencial, lo que permite que sean reconocidas como parte del cuerpo.

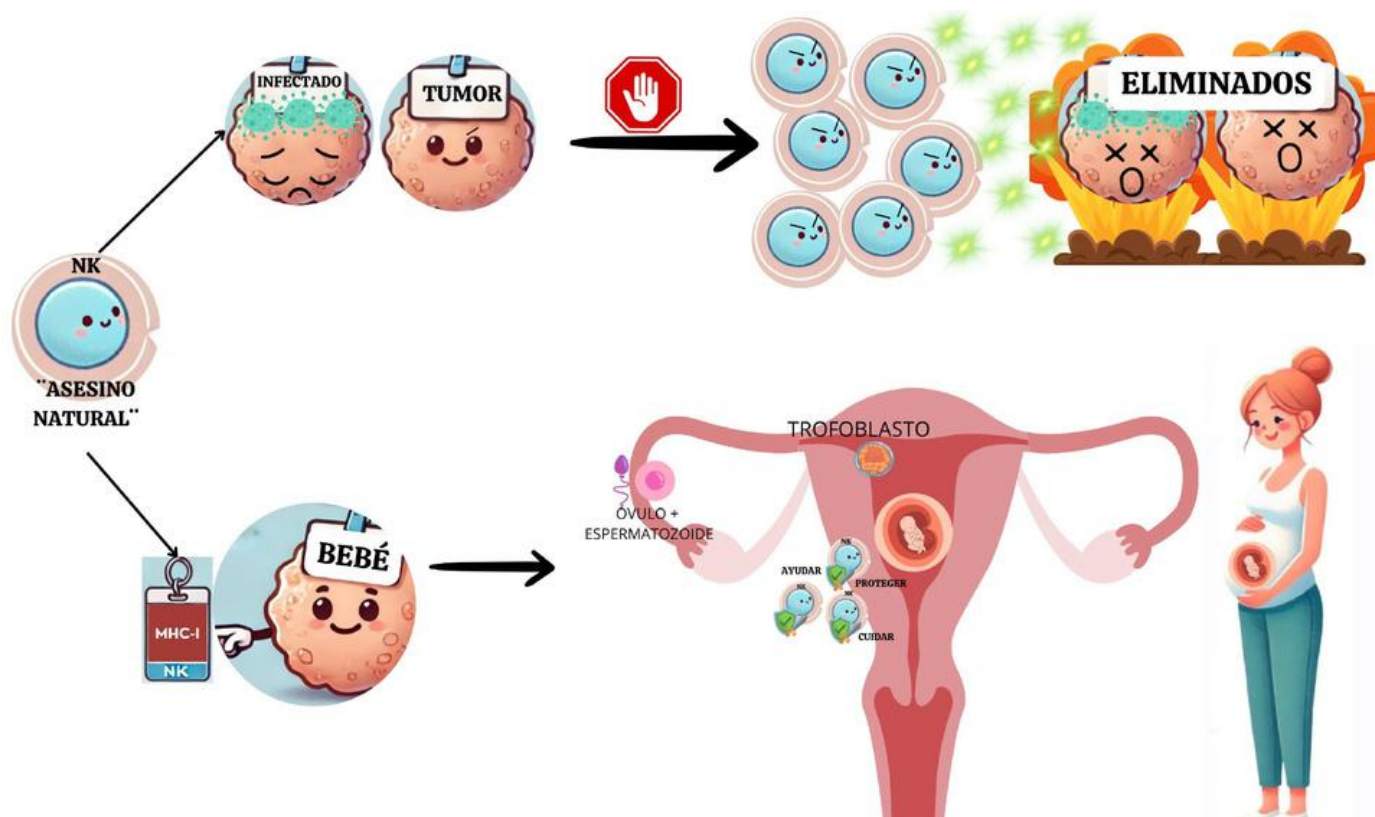
Por otro lado, cuando una célula se vuelve peligrosa (por estar infectada o convertirse en cancerosa), deja de producir esta credencial. Es decir, se vuelve un intruso sin identificación. Y aquí es donde las células NK entran en acción: detectan la falta de MHC-I y eliminan a estas células sospechosas. A este proceso se le conoce como "reconocimiento de la pérdida de lo propio".

¿Qué hacen las células NK durante el embarazo?

Son células inteligentes y rudas, ¿verdad? Pero durante el embarazo tienen una misión especial. Como bien sabes, para que se

forme un bebé se necesitan dos células: una de mamá (óvulo) y otra de papá (espermatozoide). Cuando se fusionan, comienzan a dividirse una y otra vez hasta formar una pequeña estructura, como una "morita", llamada **trofoblasto**, que inicia su viaje hacia el útero para establecerse y dar origen al embrión, el cual se desarrollará durante los próximos nueve meses.

Cuando el embrión llega al útero, necesita instalarse y conectarse con su mamá, ya que ella será su fuente de alimento y le proporcionará el oxígeno necesario para su desarrollo. Pero, ¿cómo lo logra? Se ha descubierto que el trofoblasto se adhiere al útero y lo "perfora" ligeramente, invadiendo una pequeña parte del tejido. Esto permite la formación de la placenta y, en etapas posteriores, el desarrollo del cordón



Las células NK identifican lo propio y lo extraño mediante una proteína llamada MHC-I.

Las células tumorales o infectadas por virus no expresan esta proteína, por lo que las células NK las detectan como una amenaza y las eliminan rápidamente. Sin embargo, durante el embarazo, el bebé sí expresa MHC-I, y las células NK uterinas (uNK), en lugar de atacarlo, favorecen su implantación en el útero y contribuyen a la formación de la placenta, a través de la cual recibirá los nutrientes esenciales para su desarrollo.

Imagen creada en Canva®.

umbilical, creando así el vínculo que mantendrá al bebé en comunicación con su mamá.

Aquí es donde las células NK uterinas (uNK) entran en acción de una manera impresionante y completamente diferente a lo que hemos descrito hasta ahora.

Las uNK provienen tanto de células NK de la sangre como de precursores que viven en el tejido uterino. Sin embargo, a diferencia de las NK circulantes, su función citotóxica, es decir, destructiva, está reducida. En lugar de atacar, las uNK reconocen las moléculas de MHC-I del trofoblasto y, en vez de eliminarlas, producen moléculas llamadas citocinas que ayudan a expandir las arterias de la placenta para asegurar que el embrión reciba suficiente oxígeno y nutrientes.

Además de las uNK, otras células inmunológicas como los macrófagos y linfocitos T reguladores también desempeñan un papel fundamental en la protección del embrión, manteniendo un ambiente apto para su estancia y desarrollo en el útero.

Con todo esto en mente, ya no pienses en las células NK como "asesinos despiadados", sino más bien como arquitectas y guardianas, que se aseguran de que todo se construya de la mejor manera posible para el desarrollo de una nueva vida.

¿Qué pasaría si las células NK no funcionaran correctamente?

Ya vimos que formar un bebé es un proceso complejo y que las células NK juegan un papel fundamental. Si estas células no hacen bien su trabajo, pueden surgir problemas graves para el embrión. Por ejemplo, si las NK no regulan adecuadamente la implantación, el embrión podría no adherirse correctamente al útero, y

la placenta podría presentar fallas en su función. Estos problemas suelen ocurrir en las primeras semanas del embarazo y pueden ser la causa de pérdidas embrionarias repetidas.

A pesar de su nombre intimidante, las células NK no son malas. Por el contrario, son muy importantes durante en el inicio del embarazo, asegurando que el embrión se establezca correctamente, no sea rechazado por el sistema inmune y crezca en un entorno seguro dentro del útero. Son responsables de que la placenta se forme adecuadamente y de que el bebé reciba los nutrientes y el oxígeno necesarios para su desarrollo saludable.

Aunque son diminutas, las células NK son verdaderos héroes en el mágico proceso de la vida. Gracias a ellas, el embarazo puede avanzar de manera adecuada y el embrión tiene la oportunidad de desarrollarse hasta convertirse en un bebé sano. Su papel es tan importante que cualquier alteración en su función puede afectar el curso del embarazo, lo que ha llevado a las y los científicos a estudiarlas cada vez más.

Este fascinante equilibrio entre defensa y protección es una muestra de lo increíble que es el sistema inmune. Nos recuerda que, aunque las células NK están diseñadas para eliminar amenazas, también tienen la capacidad de cuidar, construir y permitir la creación de una nueva vida.

Así que la próxima vez que escuches el nombre "asesinas naturales", recuerda que estas pequeñas pero poderosas células no solo combaten infecciones y eliminan células peligrosas, sino que también tienen la misión más hermosa de todas: ayudar a dar vida.

PARA SABER MÁS

- López H, et.al. "Invasores adorables: un fenómeno inmunológico fascinante" *El Infocito* No.5 (2024) Consúltalo en: https://sociedadmexicanadeinmunologia.org/wp-content/uploads/2024/06/N5-8_Invasores-adorables-El-infocito-No5-Jun-2024.pdf
- Camacho-Arroyo I. Las hormonas sexuales: más allá del sexo. ¿Cómo ves? Consultalo en: <https://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/134/las-hormonas-sexuales-mas-alla-del-sexo>
- Verónica Z, et.al. "La función de las hormonas inmunoprotectoras durante el embarazo" *Ciencia UNAM*. Consúltalo en: <https://ciencia.unam.mx/contenido/infografia/264/la-funcion-de-las-hormonas-inmunoprotectoras-durante-el-embarazo>

LAS MENTES CREATIVAS

Pamela Alejandra Villagómez Sánchez

Instituto Politécnico Nacional (IPN).
Ciudad de México, México.

María José Cruz Pérez

Instituto Politécnico Nacional (IPN).
Ciudad de México, México.

María Antonieta Suárez Souto

Instituto Politécnico Nacional (IPN).
Ciudad de México, México.
Contacto: suarezsouto70@gmail.com



REFERENCIAS

1. Rodríguez-Purata, J., & Cervantes-Bravo, E. (2020). Conceptos básicos en inmunología de la reproducción: Revisión narrativa de la bibliografía. *Ginecología y obstetricia de México*, 88(10), 692-699. <https://doi.org/10.24245/gom.v88i10.4301>
2. Huhn, O., Zhao, X., Esposito, L., Moffett, A., Colucci, F., & Sharkey, A. M. (2021). How do uterine natural killer and innate lymphoid cells contribute to successful pregnancy? *Frontiers in Immunology*, 12, 607669. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.607669>
3. Zaga, C.V., Estrada G.C., Flores, M.P. & Olmos, A.G. (2021). Respuesta inmunológica en el embarazo. En Pavón, L (Ed). *Inmunología Molecular, Celular y Traslacional*. (2ª ed., pp 376-381). Wolters Kluwer.



Barriga llena, sistema inmune contento

PAULINA ESMERALDA MORA GARCÍA, ÁNGEL LÓPEZ OCHOA Y ULISES DE LA CRUZ MOSSO

Tu alimentación no solo nutre tu cuerpo, también fortalece tus defensas. En tu intestino habita un ejército de microbios conocidos como microbiota, aliados esenciales del sistema inmune. Cuando esta relación es equilibrada, nos protege de enfermedades; pero si se rompe, puede aumentar el riesgo de obesidad, diabetes e incluso afectar la salud mental. Descubre cómo ciertos alimentos pueden mejorar esta “amistad” y fortalecer tu bienestar desde adentro.

Nuestro cuerpo está en contacto constante con una gran cantidad de microbios que habitan en la piel, la boca, los genitales y los tractos respiratorio y gastrointestinal. A este conjunto de microorganismos se le conoce como microbiota.

Una parte importante de nuestra microbiota proviene de los alimentos que consumimos y se nutre de ellos, lo que significa que nuestra dieta influye directamente en la salud intestinal e inmunológica. La microbiota está compuesta por diversos organismos microscópicos, como bacterias, hongos, virus y parásitos.

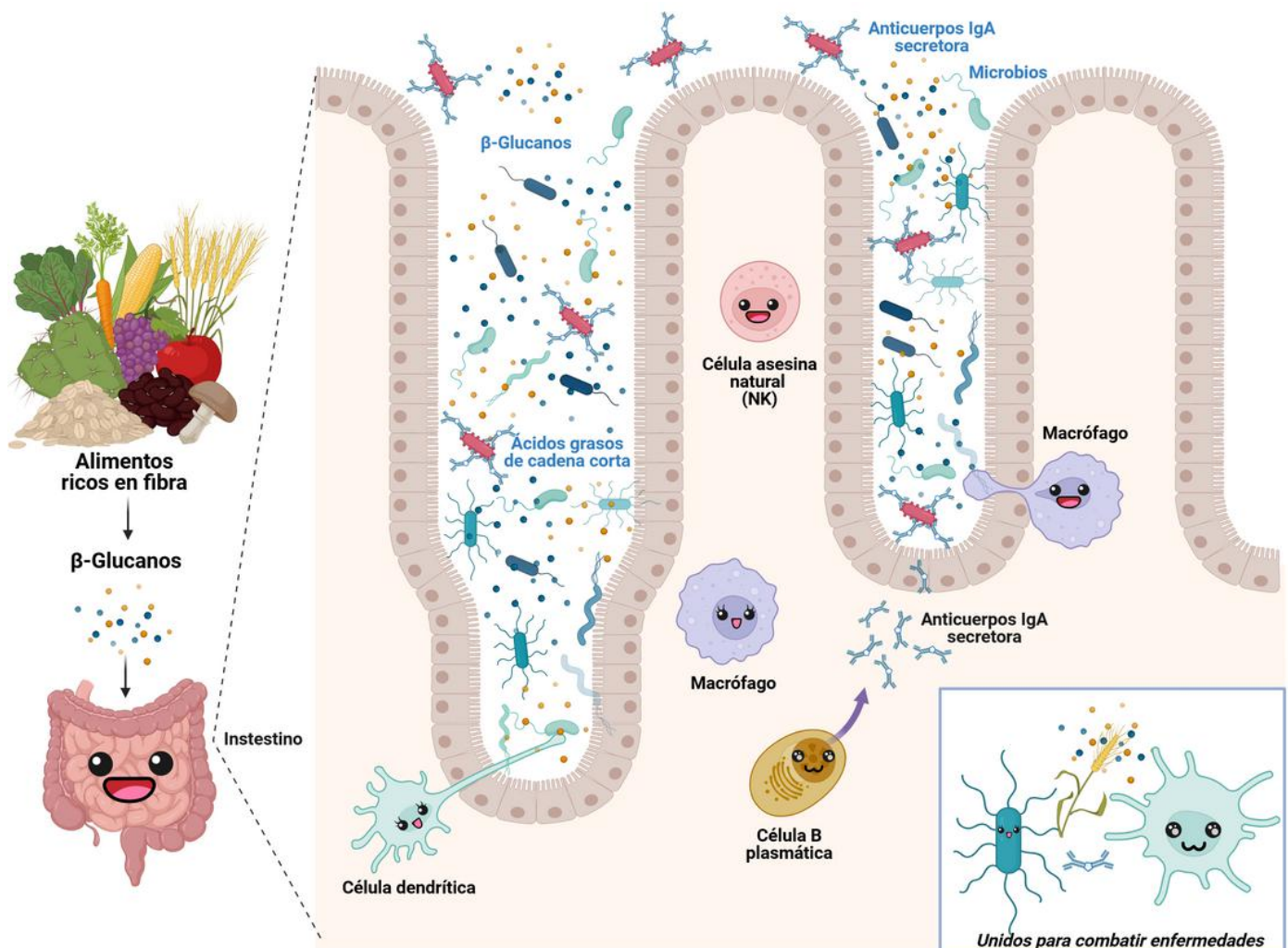
Particularmente, las bacterias pueden ser grandes aliadas de nuestra salud, ya que estimulan nuestras defensas, también conocidas como el sistema inmune. Gracias a estos microorganismos, nuestro cuerpo produce vitaminas, mejora la absorción de nutrientes y facilita la digestión de la fibra, lo que contribuye al equilibrio del aparato digestivo.

Además, una microbiota sana reduce el riesgo de enfermedades y fortalece la respuesta del sistema inmune. Esto demuestra la importante “amistad” entre nuestra alimentación, la microbiota y la salud en general.

¿Cómo inicia la amistad entre nuestro sistema inmune y la microbiota?

Mantener nuestros intestinos saludables puede parecer un reto hoy en día. Vivimos con prisa, a veces nos saltamos comidas o terminamos comiendo algo rápido y poco saludable en la calle. Sin embargo, una alimentación adecuada es clave para una microbiota equilibrada, lo que a su vez fortalece nuestro sistema inmune y nos ayuda a prevenir y combatir enfermedades.

Nuestra microbiota intestinal y nuestras defensas tienen una relación muy cercana. Por ejemplo, ciertas células del sistema inmune, llamadas células B plasmáticas, producen anticuerpos conocidos como IgA secretora.



Los alimentos ricos en fibra, como el trigo, la avena, los nopales, los frijoles y algunos hongos, contienen beta-glucanos (β -glucanos), un tipo de fibra con importantes beneficios para la salud. En el intestino, los β -glucanos favorecen la producción de ácidos grasos de cadena corta, que ayudan a reducir la inflamación y mejorar la digestión. Además, trabajan junto con los anticuerpos IgA secretora, producidos por las células B plasmáticas, para mantener un equilibrio saludable de bacterias intestinales. Imagen creada con BioRender®.

Estos anticuerpos recubren a las bacterias intestinales para evitar que se multipliquen en exceso y ayudan a mantener un equilibrio saludable.

Además, otras células del sistema inmune, como las células dendríticas, también participan en esta amistad. Ellas "comen" microbios, en un proceso llamado fagocitosis, y reconocen cuáles son beneficiosos y cuáles podrían enfermarnos.

En resumen, nuestro cuerpo y nuestra microbiota están en constante comunicación para mantenernos sanos y protegernos de enfermedades.

¿Qué alimentos nos ayudan a tener una microbiota intestinal saludable?

Nuestra salud depende del consumo de diversos nutrientes esenciales, como los carbohidratos, las grasas y las proteínas que obtenemos de los alimentos. Sin embargo, hay ciertos alimentos que destacan por su papel en el mantenimiento de una microbiota equilibrada.

Por ejemplo, los frijoles, la avena, la cebada, la linaza, la chía y los nopales contienen cantidades adecuadas de fibra, un nutriente fundamental para el crecimiento de una microbiota intestinal saludable y para fortalecer nuestras defensas.

Un tipo especial de fibra, conocida como beta-glucanos (**β-glucanos**), ha demostrado ser particularmente beneficiosa. Se encuentra en alimentos como el trigo integral, hongos (como las setas), frijoles, nopales y la levadura de cerveza. Estos compuestos pueden ayudar a nuestras defensas y aumentar la resistencia a infecciones.

Los β-glucanos estimulan el sistema inmune activando proteínas en la sangre llamadas “el complemento”, que ayudan a eliminar bacterias dañinas. Además, aumentan la cantidad y actividad de células inmunitarias clave, como los macrófagos, los neutrófilos y las **células asesinas naturales** (células NK), encargadas de eliminar microbios peligrosos.

Pero eso no es todo. Los alimentos ricos en β-glucanos también ayudan a reducir la inflamación, tanto en personas con enfermedades intestinales como en aquellas con inflamación causada por la obesidad.

Esto resalta la importancia de incluir alimentos ricos en fibra y β-glucanos en nuestra dieta, ya que no solo benefician la microbiota y refuerzan el sistema inmune, sino que también pueden prevenir enfermedades digestivas, obesidad y diabetes. Incluso, se ha descubierto que una microbiota sana puede influir positivamente en el cerebro, ayudando a reducir **la ansiedad y la depresión**.

Microbiota y sistema inmune: aliados en la lucha contra enfermedades

La microbiota intestinal y nuestro sistema inmune mantienen una “amistad” clave para preservar la salud y prevenir enfermedades. Cuando este equilibrio se rompe, aumenta el riesgo de enfermarnos.

Un claro ejemplo de este desequilibrio es la **disbiosis intestinal**, que ocurre cuando hay

un desbalance entre bacterias buenas y bacterias dañinas para el intestino. Esta alteración se ha relacionado con diversas enfermedades, como obesidad, diabetes y ciertos tipos de cáncer.

Uno de los principales beneficios de una microbiota sana es la producción de **ácidos grasos de cadena corta**. Estas sustancias se generan cuando las bacterias buenas fermentan la fibra de los alimentos, y desempeñan un papel muy importante en la salud intestinal: reducen la inflamación y fortalecen la barrera intestinal, ayudando a prevenir enfermedades.

Con todo esto en mente, podemos concluir que nuestra alimentación influye directamente en nuestra salud a través de su impacto en la microbiota. Consumir alimentos ricos en fibra y otros nutrientes esenciales fortalece esta “amistad” entre la microbiota y nuestras defensas, convirtiéndose en un gran aliado tanto para prevenir enfermedades como para favorecer un mejor estado de salud.

PARA SABER MÁS

- Romero M, et.al. “Las bacterias también lloran”. *El infocito No.3* (2023). Consúltalo en: https://issuu.com/sminmunologia/docs/el_infocito_-_no3_dic_2023_/14
- Sánchez A, Schnoor M. “Un amigo hecho enemigo: Sistema inmunológico y colitis”. *El infocito No.5* (2024). Consúltalo en: https://issuu.com/sminmunologia/docs/el_infocito_-_no5_jun_2024_4_/14
- Díaz Prieto, L.E. et. al. “Capítulo 8 Inmunonutrición: una potente herramienta para evaluar situaciones nutricionales y beneficios de nutrientes, compuestos bioactivos y alimentos”. Manual práctico de nutrición y salud Kelloggs. Consúltalo en: https://www.kelloggs.es/content/dam/europe/kelloggs_es/images/nutrition/PDF/Manual_Nutricion_Kelloggs_Capitulo_08.pdf

REFERENCIAS

1. Guarner, F. (2011). Microbiota intestinal y enfermedades inflamatorias del intestino. *Gastroenterología y Hepatología*, 34(3), 147-154. <https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2010.11.009>
2. Coordinaciones de Enseñanza y Evaluación de Immunología. Departamento de Bioquímica. (2020). Sistema inmune y microbiota. *Facultad de Medicina, UNAM*. <http://biosensor.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2020-Sistema-inmune-y-microbiota.pdf>

LAS MENTES CREATIVAS

Paulina Esmeralda Mora García

Centro Universitario de Ciencias de la Salud,
Universidad de Guadalajara.
Guadalajara, Jalisco, México.

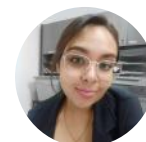
Ángel López Ochoa

Centro Universitario de Ciencias de la Salud,
Universidad de Guadalajara.
Guadalajara, Jalisco, México.

Ulises de la Cruz Mosso

Centro Universitario de Ciencias de la Salud,
Universidad de Guadalajara.
Guadalajara, Jalisco, México.

Contacto: ulises.mosso@academicos.udg.mx



Cómo lavar el pollo y no morir en el intento

DANIEL RIVERA MENDOZA

¿Alguna vez te han dicho que eres “un lavapollos”?

Aunque parece un gesto de limpieza, lavar el pollo puede convertir tu cocina en una zona de riesgo. Salpicaduras de agua llenas de bacterias pueden terminar en tus platos o en tu comida, causando desde diarreas hasta problemas graves. La clave está en mantener la higiene y cocinar bien tus alimentos porque, al final, prevenir es mejor que lamentar.

En México tenemos una gran cultura. Tenemos prácticas que vamos heredando de generación en generación. Sin embargo, algunas de estas podrían ser riesgosas. Un ejemplo común es cuando una aprende que su mamá lava el pollo antes de cocinarlo. Lo hace por costumbre, por higiene o simplemente porque “así le enseñaron”.

Pero lo que parece un acto de limpieza, puede convertirse en un problema silencioso: en lugar de eliminar bacterias, el agua las esparce por la cocina.

Cuando el agua no lava, solo salpica problemas

Aunque hoy en día se dice que “los valores se están perdiendo”, o que las mamás jóvenes ya no tienen tantos trucos y remedios como los de las abuelas, es bien sabido que nuestras madres aún tienen sus mañas, para bien o para mal. Muchas hijas e hijos somos críticos

de nuestras madres; recuerdo cuando era peque y veía que mi mamá remojaba el pollo antes de meterlo a la olla.

- “Es que no soporto el olor a [choquío](#)” - me decía cada vez que le preguntaba por qué lo hacía. En su momento no le di importancia, pero cuando me enteré de que en una gota de agua viajan suficientes bacterias para causar una enfermedad, me volví crítico de mi madre.

A ese terrible fenómeno se le conoce como “contaminación cruzada” [1]. Pero, ¿exactamente a dónde cruzan las bacterias? Cuando el pollo aún está vivo y coleando, alberga una gran cantidad de bacterias dentro de sus tripas. Sin embargo, en el momento en el que le hacen la *desvivición*, esas bacterias pueden dispersarse por toda la carne. Así, las bacterias terminan en casi toda la superficie del pollo: piernas, patitas, muslitos, pechuga, alas... o cualquiera que sea tu pieza favorita.

¿Y eso qué tiene que ver con la Navidad? ¿O con la dichosa contaminación cruzada? Partamos de que las bacterias en el pollo son tan pequeñitas que no las vemos. Entonces, cuando lavas el pollo y el chorro de agua cae sobre la carne cruda, arrastra consigo bacterias, que pueden salpicar y rebotar en distintos lugares de la cocina.

Así, algunas terminarán en el trapo de cocina con el que después "limpiamos" la mesa, otras pueden caer en platos limpios cerca del fregadero. Y entonces... ¡pum! Sin darnos cuenta, sale una orden de bacteria cochina viva en nuestro próximo platillo, incluso si es el mismo pollo ya cocinado.

Es como tener a Alien en tu cocina

El problema de que las bacterias estén salpicando por todos lados es como si el **Xenomorfo** de la película *Alien* se metiera a tu cocina. En esta película, el alien se metía

al cuerpo de los astronautas sin que ellos supieran que lo traían dentro. Para que después de un rato de incubación, les causara la desvivición inminente.

Algo así sucede con una bacteria que, si bien no es un alien, sí nos puede causar graves problemas: *Campylobacter jejuni*.

Este bicho es muy poco popular en nuestros contextos porque normalmente otras bacterias, como *E. coli* o *Salmonella*, son las que se llevan los reflectores.

¿Quién no ha sabido de algún local de garnachas donde, a la comúnmente llamada "doña pelos", la clausuraron porque su comida traía *Salmonella*? Sin embargo, que *Campylobacter* no sea tan famosa, no quiere decir que no sea peligrosa.



Al lavar el pollo, pequeñas gotas de agua salpican sobre todo lo que esté alrededor del fregadero (lado izquierdo), contaminándolo con bacterias: platos, cubiertos, trapos e incluso comida ya lista para comer. Una forma de enjuagar tu pollo, reduciendo el riesgo de contaminación cruzada, es utilizar un recipiente con agua y tener un área despejada (lado derecho). Imagen creada en Canva®.

Campylobacter: Maestra del disfraz

Casi al puro estilo de Hermione Granger utilizando la poción multi-jugos en Harry Potter, *Campylobacter* usa sus propios "disfraces moleculares" para burlar las defensas del cuerpo humano.

En lugar de convertirse en un gato como Hermione, esta bacteria modifica las proteínas de su capa externa, que es como su piel [2]. Es como si "se vistiera" con moléculas que parecen inofensivas para nuestras células de defensa, evitando que estas activen una respuesta de emergencia.

Este truco no solo le ayuda a pasar desapercibida. A veces, *Campylobacter* engaña tanto al sistema inmune que su "disfraz" se asemeja a las propias células del sistema nervioso humano. Como resultado, las defensas del cuerpo pueden confundirse y atacar las células nerviosas, causando complicaciones graves como el síndrome de Guillain-Barré.

Uno de los primeros síntomas de esta enfermedad es el hormigueo o entumecimiento en los pies, que puede progresar a debilidad muscular y, en casos más graves, parálisis. Este síndrome suele afectar ambos lados del cuerpo de manera simétrica y, en la mayoría de los casos, comienza en las piernas para luego extenderse hacia los brazos, un fenómeno conocido como parálisis ascendente. Aunque es una condición grave, la mayoría de las personas pueden recuperarse total o parcialmente recibiendo un tratamiento adecuado [3].

El secreto está en el sazón... y la higiene

Hasta este punto quizá te estés preguntando "¿entonces sí lavo el pollo o no?", o "¿cómo lo lavo sin morir en el intento?"

Aquí quiero recomendarte enfáticamente que **no laves el pollo**. Sin embargo, si eres como mi madre que no aguanta el olor a "choquío" y, por más que le diga que no pasa nada si no lo lava, aún así lo hace, las siguientes recomendaciones te van a ayudar mucho:

- ✅ Trata de tener el área donde cocinas muy limpia y despejada. Si vas a cocinar, que no haya cerca platos o cubiertos que ya se hayan lavado previamente.
- ✅ Ten un trapito que sea exclusivo para limpiar superficies. No lo uses para secarte o limpiarte ni manos, ni otros utensilios de cocina. En la medida de lo posible, lava diariamente ese trapito durante la semana.
- ✅ Si decides lavar el pollo, hazlo con precaución. Primero coloca agua hasta la mitad en algún recipiente grande. Después, con cuidado, puedes meter el pollo para remojarlo y quitar el olor que no soportas. Pon atención especial en no salpicar gotas de agua alrededor. Finalmente, limpia y desinfecta el recipiente, el fregadero y cualquier superficie en la que haya caído agua.
- ✅ Evita tocar el celular u otros dispositivos mientras cocinas. Si tienes un podcast, peli o video en reproducción, manéjalo antes de empezar a cocinar. Mientras menos cosas fuera de la cocina toques, mejor.

Las bacterias que nos pueden enfermar no son inmunes al calor de una buena cocinada, así que no hay por qué temer siempre y cuando tus alimentos tengan una buena cocción.

Puede que todo lo mencionado hasta ahora parezca una batalla difícil de ganar. *Spoiler*: no lo es. Quienes investigamos cómo hacer que los alimentos sean más seguros,

estamos convencidas de que la primera línea de fuego es clave para disminuir la transmisión de enfermedades. Pero además de eso, seguimos buscando formas de eliminar a estos bichos fastidiosos.

Por ejemplo, en el laboratorio estamos explorando una manera de atacar a *Campylobacter jejuni* usando partículas diminutas, diseñadas para acabar con la bacteria. Algo similar a las gotitas de plata que venden en el súper y que se usan para desinfectar la lechuga. Esta investigación se está llevando a cabo en el CICESE de Baja California... así es, hasta acá en el fin de México.

PARA SABER MÁS

- Campellone, Joseph V. "Síndrome de Guillain-Barré". MedlinePlus (2023). Consúltalo en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000684.htm>
- Rafa Carbajal. "Desinfectar trapos de cocina". Tiktok (2022). Consúltalo en: <https://vm.tiktok.com/ZMkCgTL3R/>
- "¡Cuidado con la contaminación cruzada!". Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo (2020). Consúltalo en: <https://www.ciad.mx/cuidado-con-la-contaminacion-cruzada/>

REFERENCIAS

1. De Jong, A. E. I., Verhoeff-Bakkenes, L., Nauta, M. J., & De Jonge, R. (2008). Cross-contamination in the kitchen: Effect of hygiene measures. *Journal of Applied Microbiology*, 105(2), 615–624. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.03778.x>
2. Perera, V. N., Nachamkin, I., Ung, H., Patterson, J. H., McConville, M. J., Coloe, P. J., & Fry, B. N. (2007). Molecular mimicry in *Campylobacter jejuni*: Role of the lipo-oligosaccharide core oligosaccharide in inducing anti-ganglioside antibodies. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 50(1), 27–36. <https://doi.org/10.1111/j.1574-695X.2007.00225.x>
3. Shahrizaila, N., Lehmann, H. C., & Kuwabara, S. (2021). Guillain-Barré syndrome. *The Lancet*, 397(10280), 1214–1228. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00517-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00517-1)

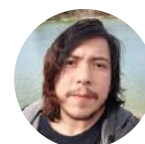
LA MENTE CREATIVA

Daniel Rivera Mendoza | El Dan sp

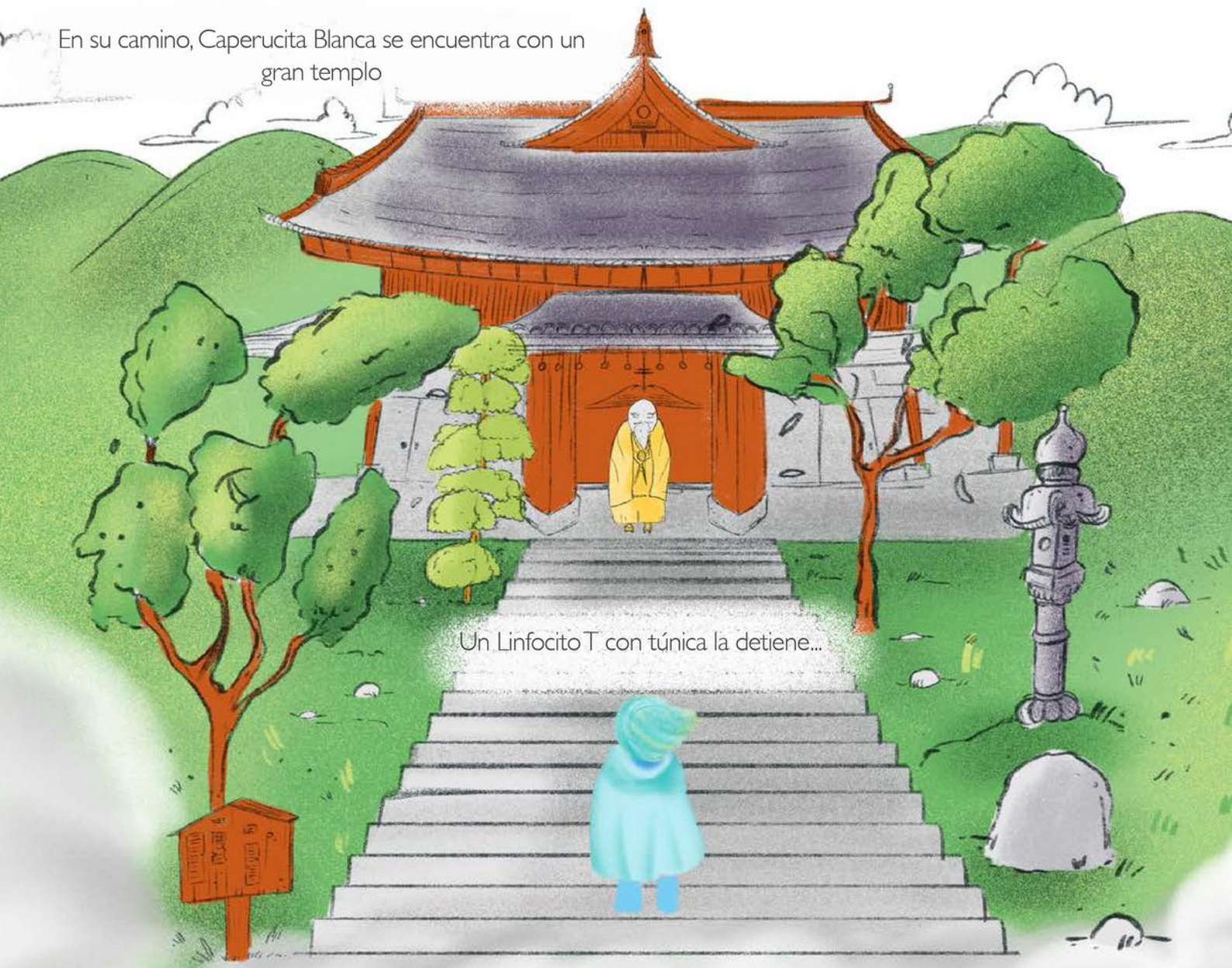
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).

Baja California, México.

Contacto: adniel.rm@hotmail.com



En su camino, Caperucita Blanca se encuentra con un gran templo

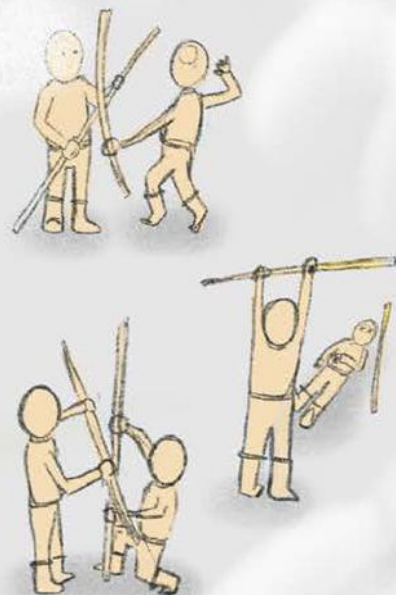


Un Linfocito T con túnica la detiene...

Bienvenida al Dojo del Timo, mi nombre es Timo Sensei. Aquí entrenamos a los linfocitos T antes de salir al mundo. No puedes entrar pero puedes observar.



Hay linfocitos T jóvenes, entrenando. Algunos pelean con enemigos simulados, a otros se los llevan fuera del Dojo.



¿A dónde los llevan?

Aquí aprendemos a distinguir entre células del Cuerpo y enemigos que podrían hacer daño. Si un linfocito T se confunde, debe ser eliminado o podría ser peligroso.

¿Eliminado?

Sí. Si salen sin aprender, podrían atacar al Cuerpo y causar enfermedades.

¡Ahora entiendo!
No es solo
aprender a pelear,
sino también
de reconocer a
los verdaderos
enemigos.

Así es
Caperucita,
la salud es un
equilibrio.

Con respeto, CB se despide
del dojo, lista para seguir
aprendiendo.

Continuará...

Latte para empezar la vida

BRENDA JIMÉNEZ LÓPEZ, CLAUDIA ANGÉLICA GARCÍA ALONSO
Y MARION EMILIE GENEVIEVE BRUNCK

Así como hoy necesitas tu café para activarte y comenzar el día, en algún momento de tu vida hubo una bebida aún más esencial: la leche materna. Pero, ¿por qué fue tan importante? Al nacer, tu sistema inmune aún no estaba listo para defenderte de los microbios como lo hace ahora. Necesitaba un impulso para fortalecerse y aprender a protegerte, y lo obtuvo, en parte, a través de la leche materna, una bebida perfectamente diseñada para nutrirte y reforzar tus defensas desde el primer día.

Los seres humanos nacemos con todos nuestros sistemas en funcionamiento, pero algunos aún no han completado su desarrollo. Durante las primeras semanas y meses de vida, el cuerpo se enfoca en madurar estos sistemas. Por ejemplo, el intestino necesita desarrollarse para digerir alimentos más complejos. De forma similar, el sistema inmune de las y los bebés (desde el nacimiento hasta aproximadamente los 2 años de edad) requiere entrenamiento para defender el cuerpo de distintas amenazas.

Así como el café de la mañana te activa para empezar el día, la leche materna impulsa el desarrollo del bebé. Específicamente hablando del sistema inmune, este *latte*¹ le proporciona los elementos necesarios para darle un buen empujón a su desarrollo.

1. Aunque comúnmente asociamos la palabra *latte* con el café, en italiano *latte* significa simplemente "leche".

La leche materna:

un espresso de protección para el bebé

Estamos en constante exposición a un entorno lleno de microorganismos, algunos de los cuales pueden enfermarnos. El sistema inmune nos protege de ellos y, después de cada "batalla", memoriza la estrategia utilizada para vencerlos. Esta memoria es muy importante, porque si un bebé la recibe, obtiene información valiosa para defenderse de los **patógenos** contra los que su mamá ya ha peleado y ganado. Lo increíble es que esta memoria se transfiere a través de la leche materna.

Porque la leche materna no solo es alimento, también es una fórmula especializada que contiene células, **anticuerpos** y bacterias benéficas, creando la combinación perfecta para fortalecer el sistema inmune del bebé. Sin embargo, como estos elementos vienen de mamá,

su estado de salud influye en la composición de la leche materna.

Estudios realizados con mamás mexicanas han demostrado que la obesidad materna puede afectar la cantidad de ciertos tipos de células transferidas a través de la leche, lo que podría influir en la protección del bebé. Si hay menos células, la defensa podría ser insuficiente, y si hay un exceso, podría generar otros efectos en su desarrollo.

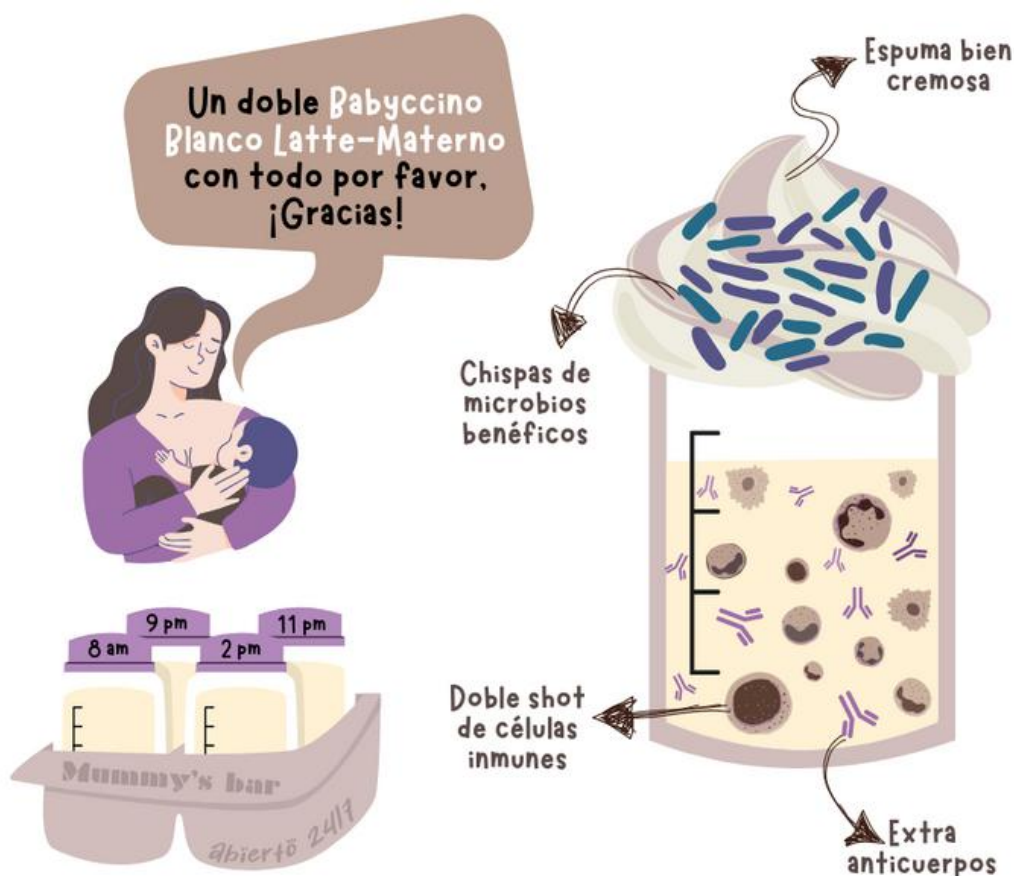
Baby Latte: la combinación perfecta de defensa, adaptación y regulación

Las células del sistema inmune presentes en la leche materna desempeñan funciones esenciales. Algunas actúan como vigilantes, detectando la presencia de patógenos y llamando a más células para eliminarlos.

Otras se encargan de "comerse" y digerir estos invasores. Además, hay células especializadas en producir anticuerpos, como aquellos que protegen contra virus como el SARS-CoV-2, reforzando la defensa del bebé.

Por otro lado, se ha observado que algunas células presentes en la leche materna de madres con alergias podrían transferir predisposición o protección contra estas, aunque esta hipótesis aún sigue en investigación.

Así como el café se personaliza según los gustos de cada persona, la leche materna ajusta su composición para cubrir las necesidades del bebé. Por ejemplo, cuando el bebé se enferma, el número de células inmunológicas en la leche aumenta rápidamente para brindarle mayor protección.



La leche materna es como una bebida personalizada para el bebé, adaptándose a sus necesidades. Además de nutrir, contiene bacterias benéficas, células inmunes y anticuerpos que lo protegen. Su composición cambia a lo largo del día y, si el bebé enferma, añade un *extra shot* de defensa para ayudar a su sistema inmune.

Imagen creada en Canva®.

Otro componente clave de la leche materna es la melatonina, una hormona que regula el sueo y el sistema inmune. Sus niveles son bajos en la maana y aumentan por la noche, tanto en la sangre como en la leche. Por eso, cuando las mamás almacenan su leche, se recomienda etiquetar la hora de extraccin para que el bebé la reciba en horas parecidas. Así, puede mantener su ritmo biológico recibiendo esta melatonina que le ayude a dormir en la noche y estar más activo en el día.

Pero la melatonina no solo regula el sueo, también influye en el sistema inmune. Por ejemplo, controla la actividad de los neutrófilos, células que actúan como la primera línea de defensa ante infecciones. En condiciones normales, niveles altos de melatonina los mantienen en estado de reposo. Sin embargo, cuando un patógeno invade el cuerpo, los niveles de melatonina bajan, permitiendo que los neutrófilos "despierten" y respondan rápidamente al ataque. Una vez eliminada la amenaza, estas mismas células producen melatonina nuevamente, indicando que todo ha vuelto a la normalidad.

Topping extra: las bacterias, un toque esencial para el bebé

Si la leche materna protege contra bacterias dañinas, ¿por qué contiene bacterias en primer lugar? Así como hay diferentes tipos de endulzantes para el café, existen distintos tipos de bacterias. Algunas, como las bacterias comensales, residen en el cuerpo y cumplen funciones clave, como ayudar a digerir alimentos y producir vitaminas. Otras, como los patógenos, pueden causar enfermedades y deben ser eliminadas por el sistema inmune.

Mientras los bebés están en el vientre materno, su contacto con bacterias es mínimo.

Sin embargo, al nacer, se enfrentan a un mundo lleno de microorganismos, los cuales encuentran en su cuerpo un terreno fértil para colonizar, especialmente en el intestino. Estas bacterias no solo crecen allí, sino que desempeñan funciones especiales: protegen contra patógenos, producen nutrientes esenciales y contribuyen a la formación de una capa de moco que recubre y protege ciertos órganos. Por eso, la diversidad de bacterias benéficas es fundamental para la salud del bebé.

Otro ingrediente esencial de la leche materna es precisamente su contenido de bacterias. Estas provienen del intestino y la piel de la madre, y su composición se ajusta según las necesidades del bebé. Se ha observado que este ajuste no solo ocurre en el tipo de bacterias presentes, sino también en su cantidad, asegurando que el bebé reciba el equilibrio adecuado para fortalecer su microbiota intestinal.

Por ello, la Organización Mundial de la Salud recomienda la lactancia materna exclusiva durante al menos los primeros 6 meses, y complementarla con otros alimentos hasta los 2 años o más, ya que aporta beneficios que van mucho más allá de la nutrición.

La leche materna: una bebida perfecta, bien cargada y balanceada

Así como un buen café combina diferentes ingredientes para lograr el equilibrio perfecto, la leche materna es una mezcla única que nutre y protege al bebé. No solo alimenta, sino que también ayuda en el desarrollo del sistema inmune del bebé, proporcionando células de defensa y memoria inmunológica para combatir patógenos.

Su composición se adapta dinámicamente a las necesidades del bebé: aumenta la cantidad de células inmunes cuando enferma, regula el

sueño a través de la melatonina y aporta bacterias benéficas que fortalecen su salud intestinal a corto y largo plazo. Estos componentes resaltan la importancia de la lactancia materna exclusiva durante los primeros 6 meses y su continuación hasta los 2 años o más.

Todo funciona en conjunto, sin una receta exacta, pero los estudios avanzan para entender mejor el papel de cada componente. El objetivo es brindar información que ayude a las mamás a ofrecer la mejor versión de su "frappuccino-latte-materno", con todos los beneficios que su bebé necesita.

Para las y los bebés, la leche materna es un superalimento, tan esencial como tu dosis diaria de cafeína.

REFERENCIAS

1. Hassiotou, F., Hepworth, A. R., Metzger, P., Tat Lai, C., Trengove, N., Hartmann, P. E., & Filgueira, L. (2013). Maternal and infant infections stimulate a rapid leukocyte response in breastmilk. *Clinical & Translational Immunology*, 2(4), e3. <https://doi.org/10.1038/cti.2013.1>
2. Sánchez-Salguero, E. S., Prieto-Chávez, J. L., García-Alonso, C. A., Lampousi, A. M., Alcorta-García, M. R., Lara-Díaz, V. J., López-Villaseñor, C. N., & Brunck, M. E. G. (2025). Maternal obesity associates with altered humoral immunity in blood and colostrum. *Mucosal immunology*, S1933-0219(25)00007-8. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.mucimm.2025.01.007>
3. Osterlund, P., Smedberg, T., Hakulinen, A., Heikkilä, H., & Järvinen, K.-M. (2004). Eosinophil cationic protein in human milk is associated with development of cow's milk allergy and atopic eczema in breast-fed infants. *Pediatric Research*, 55(2), Article 2. <https://doi.org/10.1203/01.PDR.0000106315.00474.6F>

PARA SABER MÁS

- "La importancia de la lactancia materna: un regalo para toda la vida". Cenaprece, SSA. (2024) Consúltalo en: <https://www.gob.mx/salud%7Ccenaprece/articulos/la-importancia-de-la-lactancia-materna-un-regalo-para-toda-la-vida>
- "Lactancia materna y alimentación complementaria". Organización Panamericana de la Salud (2024). Consúltalo en: <https://www.paho.org/es/temas/lactancia-materna-alimentacion-complementaria>
- "Preguntas más frecuentes sobre la lactancia materna: Cómo empezar". Neumors Kids Health (2019) Consúltalo en: <https://kidshealth.org/es/parents/breastfeed-starting.html>

LAS MENTES CREATIVAS

Brenda Jiménez López

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Tecnológico de Monterrey. Monterrey, Nuevo León, México.



Claudia Angélica García Alonso

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Tecnológico de Monterrey. Monterrey, Nuevo León, México.



Marion Emilie Genevieve Brunck

Institute for Obesity Research, Tecnológico de Monterrey. Monterrey, Nuevo León, México.
Contacto: marion.brunck@tec.mx



Hackeando la inmunidad:

Cómo la bioinformática revela los secretos del sistema inmune

JOSE DANIEL MAHECHA ORTIZ E ITZHEL GARCÍA TORRES

Detrás de avances como las vacunas o algunas terapias contra el cáncer está la bioinformática, y quienes se dedican a su estudio, usando herramientas computacionales para desentrañar y “hackear” al sistema inmune. Como un pirata explorando tesoros moleculares, las y los bioinformáticos desbloquean secretos que revolucionan la medicina, demostrando que no siempre los *hackers* vulneran sistemas; a veces salvan vidas.

Cuando escuchamos la palabra “hacker”, es fácil imaginar a alguien frente a una computadora, tecleando y navegando por las profundidades de internet, algo así como piratas informáticos. Pero, ¿sabías que también existen *hackers* en la ciencia?

Estos *hackers* científicos son las y los bioinformáticos, personas expertas que combinan biología, matemáticas e informática para descifrar los códigos secretos de la vida, incluidos los de nuestro propio cuerpo.

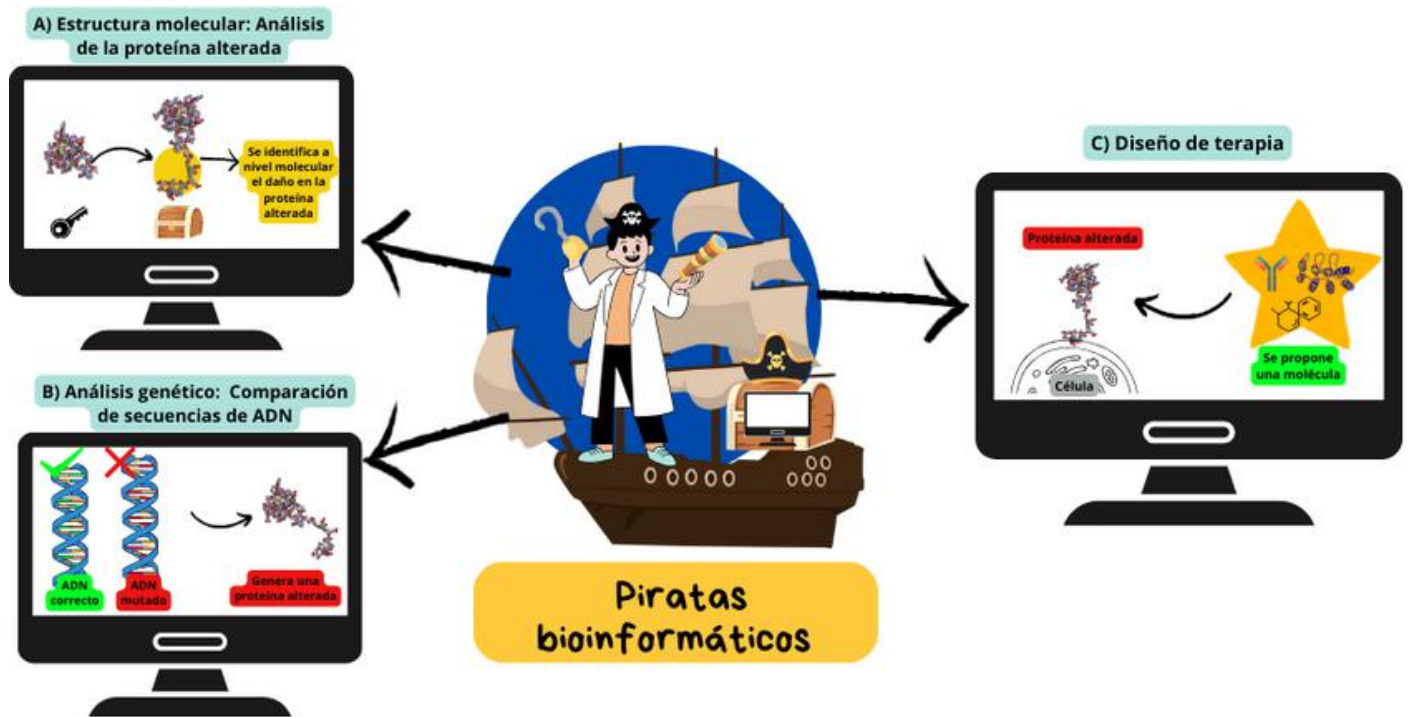
Uno de los sistemas más complejos que intentan *hackear* es el sistema inmune, un conjunto de órganos y células que trabaja día y noche para protegernos de virus, bacterias y otras amenazas. Este sistema detecta componentes extraños en el cuerpo y los elimina mediante diversos mecanismos. Para estudiar estos mecanismos, las y los científicas que *hackean* el sistema inmune utilizan la bioinformática, una herramienta que combina múltiples análisis, desde la comparación de secuencias de ADN y el

estudio de estructuras moleculares con la finalidad de identificar sitios clave o mecanismos completos que den pistas sobre el funcionamiento del sistema inmune. Gracias a estas herramientas, pueden realizar ensayos *in silico*, es decir, simulaciones computacionales, para diseñar nuevas estrategias contra enfermedades sin necesidad de experimentos directos en laboratorio.

De esta manera, las y los científicos bioinformáticos recaban, estudian e integran la información para el diseño de moléculas hacia blancos dirigidos, ayudando así al sistema inmune en la defensa ante agentes extraños.

Diseño de vacunas y terapias inmunológicas

¿Sabías que para crear una vacuna no basta con un laboratorio lleno de tubos de ensayo? Hoy en día, gran parte del trabajo ocurre en computadoras. En bioinformática se utilizan



Estrategias bioinformáticas para el desarrollo de nuevas terapias contra enfermedades.

♦ A) Estudio de la estructura molecular: Análisis de la organización de los átomos en una molécula para identificar posibles blancos terapéuticos. ♦ B) Análisis genético: Comparación de secuencias de ADN para detectar variaciones en genes relacionados con enfermedades. ♦ C) Diseño de nuevas terapias: Con la información de A y B, los bioinformáticos desarrollan moléculas (anticuerpos, proteínas) y proponen fármacos o vacunas para combatir enfermedades. Imagen creada con Canva®.

programas especializados para identificar epítomos, pequeños fragmentos de proteínas de virus o microorganismos que el sistema inmune puede reconocer. Es como darle al sistema inmune una foto del enemigo antes de que ataque, algo parecido a un cartel de “se busca” con sus señas particulares.

Esta tecnología ha sido clave en el desarrollo de vacunas de última generación, como las de ARN mensajero utilizadas contra la COVID-19. Gracias a modelos computacionales, fue posible identificar en tiempo record las porciones del virus más adecuadas para generar una respuesta inmune efectiva. Estas vacunas funcionan proporcionando a nuestras células instrucciones para producir una proteína del virus, activando el sistema inmunológico sin necesidad de exponerlo al patógeno completo.

Pero la bioinformática va más allá de las vacunas. También está revolucionando las

terapias personalizadas contra el cáncer, permitiendo identificar puntos vulnerables en las células cancerosas para diseñar tratamientos más precisos y efectivos.

Así como los *hackers* en las películas descifran códigos para salvar el mundo, quienes se dedican a la bioinformática descifran los secretos de nuestro sistema inmune para protegernos de enfermedades. Este trabajo no solo es fascinante, sino que está transformando la medicina y nuestra salud, un *hackeo* que definitivamente necesitamos.

Estructuras moleculares: el mapa oculto de nuestras defensas

Imagina a un pirata con su catalejo, explorando el horizonte en busca de una isla donde desembarcar. Antes de decidir si es un buen lugar para quedarse, observa con

detalle si es habitable, si tiene recursos o, mejor aún, un tesoro escondido.

En bioinformática se hace algo muy similar, pero en lugar de explorar islas, se explora la **estructura molecular**, es decir, la organización de los átomos en una molécula, lo que determina su tamaño, forma y función. Esta organización influye en cómo las moléculas interactúan entre sí y en su papel dentro del cuerpo. Con herramientas computacionales, los y las bioinformáticas "observan de cerca", a nivel atómico, proteínas con características específicas, como los receptores celulares, que reconocen señales y desencadenan respuestas importantes. Esto les permite predecir cómo funcionan y cómo interactúan con otras moléculas.

Por ejemplo, al igual que un pirata necesita una llave para abrir un cofre del tesoro, los bioinformáticos investigan qué moléculas encajan en ciertos receptores celulares para activar o bloquear su función. Pensemos en esto como un rompecabezas: cada pieza debe encajar perfectamente. Gracias a estas observaciones, pueden identificar moléculas capaces de bloquear receptores involucrados en enfermedades o activar otras con efectos protectores, como las que nos defienden de infecciones.

Un caso clave es el de los anticuerpos, uno de los mecanismos de defensa del sistema inmunológico, que son proteínas que identifican y se unen a otras de manera específica. En inmunoterapia, se diseñan anticuerpos para reconocer y bloquear receptores en células dañinas. Hoy en día, se utilizan anticuerpos que bloquean proteínas clave en el crecimiento celular alterado (como ocurre en el cáncer), lo que impide su desarrollo o ayuda al cuerpo a eliminarlas.

Descifrando el código genético: la clave para nuevas terapias

Pero la aventura no termina ahí. Así como un pirata necesita un mapa detallado para encontrar un tesoro escondido, las y los bioinformáticos usan el ADN como un manual de instrucciones, y la bioinformática es el traductor que permite interpretar cada página para encontrar lo que buscamos. Es como descifrar un "código secreto", donde las mutaciones o variaciones en los genes pueden influir en la salud o estar relacionadas con enfermedades.

Para ello, se realizan análisis genéticos, comparando el ADN de individuos con enfermedades con el de personas sanas. Este proceso permite identificar diferencias clave, las cuales pueden señalar anomalías genéticas responsables de ciertas afecciones. Como en la búsqueda de un tesoro, cada pista los acerca a descubrimientos que pueden llevar al desarrollo de nuevas vacunas, terapias o diagnósticos más precisos y personalizados.

Un futuro lleno de posibilidades

Hemos visto cómo estas herramientas modernas están revolucionando la lucha contra enfermedades, permitiendo el diseño de terapias dirigidas gracias al análisis bioinformático. Desde vacunas creadas en tiempo récord hasta el estudio de variaciones genéticas que provocan enfermedades, la bioinformática nos ayuda a comprender mejor el funcionamiento del cuerpo y sus defensas.

Así que, la próxima vez que pienses en un *hacker*, recuerda que no siempre buscan vulnerar sistemas, sino protegernos, ayudándonos a desbloquear los secretos más profundos de nuestro cuerpo. Y quién sabe, quizá el próximo gran avance en inmunología venga de alguien que, como tú, se deja maravillar por estos descubrimientos.

PARA SABER MÁS

- Laborda Jorge. "Bio in silico". *Quilo de ciencia podcast* (2021). Consúltalo en: <https://cienciaes.com/quilociencia/2021/02/25/bio-in-silico/>
- Melchor Daniel. "Bioinformática: el análisis de datos al servicio de la biología". *TecScience* (2024). Consúltalo en: <https://tecscience.tec.mx/es/biotecnologia/bioinformatica/>
- DataScientest. "Bioinformática: ¿Qué es? ¿Para qué sirve?" *Formación en ciencia de datos/DataScientest.com* (2024). Consúltalo en: <https://datascientest.com/es/bioinformatica>

LAS MENTES CREATIVAS

Jose Daniel Mahecha Ortiz

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.
Bogotá, Colombia.



Itzhel García Torres

Instituto Nacional de Pediatría (INP).
Ciudad de México, México.
Contacto: garcia.itzhel@gmail.com



REFERENCIAS

1. Kanzi, A. M., San, J. E., Chimukangara, B., Wilkinson, E., Fish, M., Ramsuran, V., & de Oliveira, T. (2020). Next generation sequencing and bioinformatics analysis of family genetic inheritance. *Frontiers in Genetics*, 11, 544162. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.544162>
2. Nakamae, K., & Bono, H. (2022). Genome editing and bioinformatics. *Gene and Genome Editing*, 3–4, 100018. <https://doi.org/10.1016/j.ggedit.2022.100018>
3. Oli, A. N., Obialor, W. O., Ifeanyichukwu, M. O., Odimegwu, D. C., Okoyeh, J. N., Emechebe, G. O., Adejumo, S. A., & Ibeanu, G. C. (2020). Immunoinformatics and vaccine development: An overview. *ImmunoTargets and Therapy*, 9, 13–30. <https://doi.org/10.2147/ITT.S241064>



Tururú... Próxima estación: ¿influenza?

DAVID HERNÁNDEZ GONZÁLEZ,
FÁTIMA LÓPEZ LEAL Y
ARACELI PÉREZ LÓPEZ

El metro de la vida nos lleva de nuevo a la temporada donde los virus hacen su parada habitual. Entre ellos, la influenza, un pasajero recurrente que cada año cambia de atuendo para colarse sin ser reconocido. Pero no todo está perdido: hay una forma de anticiparnos y viajar seguros en esta ruta. ¿Listo para transbordar hacia una línea protegida? Prepara tu maleta de defensa y descubre por qué la vacuna es tu mejor boleto en este recorrido estacional.

Cada año, con la llegada del invierno, aparece un visitante no deseado que se cuela sin invitación en nuestras vidas: el virus de la influenza. Este polizón es el causante de la enfermedad que lleva su mismo nombre, influenza, y se propaga con facilidad, pudiendo ocasionar fiebre, dolor de cabeza, cuerpo cortado, tos y otros síntomas molestos. En algunos casos, puede derivar en complicaciones graves, especialmente en personas con enfermedades o condiciones que las vuelven vulnerables, convirtiéndose en una enfermedad potencialmente mortal.

Aunque este polizón puede aparecer en cualquier época del año, su estación favorita es el invierno, entre diciembre y febrero, con posibilidad de extenderse hasta mayo. A este periodo se le conoce como la temporada de influenza estacional.

Pero, ¿por qué le gusta tanto esta estación? Pues resulta que durante el invierno, el aire

seco y frío favorece su supervivencia y propagación, ya que las gotas respiratorias en las que viaja permanecen en el aire por más tiempo. Además, como las personas pasamos más tiempo en espacios cerrados y con poca ventilación, el contacto cercano facilita la transmisión del virus, aumentando los brotes en esta temporada.

Vuelve con la estación, pero no igual

Algunos virus, como el de la influenza, tienen una envoltura exterior llamada membrana, en la que se encuentran estructuras clave conocidas como proteínas de superficie. Estas proteínas funcionan como llaves, permitiendo que el virus entre en nuestras células y evada nuestras defensas.

Afortunadamente, contamos con **vacunas** contra la influenza, que actúan como informantes para nuestro sistema inmune, dándole pistas sobre la apariencia del virus.

De este modo, nuestro sistema de defensa logra identificarlo a tiempo y bloquear su acceso. ¡Pero cuidado! Este pasajero es astuto y, como buen viajero frecuente, nunca regresa con el mismo atuendo.

Dentro de las proteínas de superficie del virus hay dos protagonistas: la Hemaglutinina (HA) y la Neuraminidasa (NA). Estas proteínas pueden sufrir modificaciones en su estructura, cambiando su aspecto y dificultando que nuestro sistema inmune lo reconozca.

Imagina que la HA es una bufanda roja que el virus usa cada temporada. Sin embargo, cada año cambia su estilo: roja con cuadros, con puntos, con rayas, etc. Estas variaciones en su apariencia son mutaciones, y cuando se acumulan generan lo que conocemos como variabilidad antigénica.

Esta capacidad de “disfrazarse” le permite al virus evadir nuestras defensas y seguir causando infecciones, lo que explica por qué una vacuna de la temporada pasada puede no ser tan efectiva contra una nueva variante.

Para adelantarse a estos cambios, el virus de la influenza se mantiene bajo una vigilancia global por parte de una “agencia secreta” (no tan secreta) muy importante: la Organización Mundial de la Salud (OMS). Cada año, la OMS analiza las variantes en circulación y recomienda la composición de la nueva vacuna, asegurando que tengamos protección contra las versiones más recientes del virus.



Los agentes de la OMS observan la llegada de nuevos pasajeros a la estación de invierno, identificando a nuestro pasajero frecuente “el virus de la influenza” y reconociendo sus nuevos atuendos. Imagen creada con Sketchbook Autodesk®.

Pasajero bajo observación

La OMS y otras agencias de salud monitorean continuamente las variantes del virus de la influenza en circulación. Cada año, este polizón es rastreado en múltiples partes del mundo a través de una red de laboratorios especializados que analizan miles de muestras virales. Estos estudios permiten identificar las mutaciones en las proteínas HA y NA, revelando cambios en su estructura y comportamiento. Gracias a este seguimiento, la OMS puede anticipar cuáles variantes representan la mayor amenaza para la siguiente temporada.

Este monitoreo es como si se revisaran cada uno de los atuendos que el virus va probándose, asegurando que cuando llegue el momento de abordar, nuestro sistema inmune lo reconozca a tiempo. Con base en el análisis de muestras recolectadas por hemisferio, se seleccionan las variantes para la nueva vacuna anual, asegurando la mejor protección posible.

Para producir la vacuna contra la influenza, se emplean diferentes métodos. En algunos casos, los virus se cultivan en huevos de gallina fertilizados, mientras que otras vacunas se desarrollan con técnicas más avanzadas. Antes de ser distribuidas, todas las vacunas deben pasar por pruebas rigurosas que garantizan su seguridad y eficacia. Solo después de comprobar que están listas para protegernos, se ponen a disposición de la población.

Es importante tener presente que la influenza no es el único pasajero que puede abordar en esta estación. Existen otros virus respiratorios, como el rinovirus (responsable del resfriado común), el SARS-CoV-2 (causante de la COVID-19) y el virus respiratorio sincitial (VRS), entre

otros. Distinguir entre estos virus es muy importante para tomar las medidas adecuadas de prevención y tratamiento.

La vacuna: parada obligatoria

Gracias a la vigilancia epidemiológica, se seleccionan las variantes del virus más propensas a circular, permitiendo el desarrollo de la vacuna más efectiva para la temporada. A lo largo de los años, la vacunación ha sido clave para reducir la carga de la influenza, disminuyendo el número de hospitalizaciones, complicaciones graves y muertes, especialmente en grupos vulnerables como niñas y niños, adultos mayores y personas con enfermedades crónicas.

Así que, en este recorrido de estación a estación, la vacunación no es una parada opcional, sino una escala obligatoria. Vacunarse no solo protege a quien la recibe, sino que ayuda a frenar la propagación del virus y protege a quienes no pueden vacunarse. La vacuna contra la influenza es el medio más seguro para mantenernos a salvo de este intruso estacional.

No dejes que el virus aborde tu sistema este invierno. ¡Haz de la vacuna tu parada obligatoria!

PARA SABER MÁS

- "Mitos y verdades sobre la influenza estacional y su vacuna" (2019). PAHO. Consúltalo en: www.paho.org/es/noticias/14-5-2019-mitos-verdades-sobre-influenza-estacional-su-vacuna
- "Gripe (estacional)" (2024). OMS. Consúltalo en: [www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/influenza-\(seasonal\)](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/influenza-(seasonal))
- Cevallos M, et. al. "La influenza de las estrellas. Breve historia de la gripe" (2024). ¿Cómo ves? Consúltalo en: www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/51/la-influenza-de-las-estrellas-breve-historia-de-la-gripe

REFERENCIAS

1. Galeana, F. B., Yamazaki, M. A., Padilla, S. E., Tsuji, O. V., López, J. H., & Pérez, R. B. (2003). Eosinófilos: revisión de la literatura. *Alergia, Asma E Inmunología Pediátricas*, 12(2), 11-17. <https://www.medigraphic.com/pdfs/alerxia/al-2003/al032d.pdf>
2. Lacy, P. (2014). 28 days later: eosinophils stop viruses. *Blood*, 123(5), 609-611. <https://doi.org/10.1182/blood-2013-12-543389>
3. Rodrigo-Muñoz, J. M., Sastre, B., Cañas, J. A., Gil-Martínez, M., Redondo, N., & Del Pozo, V. (2021). Eosinophil Response Against Classical and Emerging Respiratory Viruses: COVID-19. *J Investig Allergol Clin Immunol*, 31(2), 94-107. <https://doi.org/10.18176/jiaci.0624>

LAS MENTES CREATIVAS

David Hernández González

Unidad de Medicina Experimental,
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
Tlalnepantla, Estado de México, México.



Fátima López Leal

Unidad de Medicina Experimental,
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
Tlalnepantla, Estado de México, México.



Araceli Pérez López

Unidad de Medicina Experimental,
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
Tlalnepantla, Estado de México, México.
Contacto: aperezlopez@iztacala.unam.mx



Glosario

Ácidos grasos de cadena corta

Moléculas producidas por las bacterias cuando descomponen la fibra de los alimentos en el interior del colon. Ayudan a disminuir la inflamación y a mantener un intestino saludable.

Anticuerpo

Proteína producida por células del sistema inmune que participa en la detección y eliminación de patógenos.

Beta-glucanos

Son múltiples carbohidratos simples unidos, también conocidos como “fibra natural”, presentes en alimentos como semillas de trigo integral, hongos como las setas, frijoles y nopales.

Choquío

Hace referencia al término coloquial "olor a choquía", que describe el olor desagradable o característico que queda cuando una prenda o superficie húmeda no se seca correctamente.

In silico

Es una expresión que significa "hecho por computadora o vía simulación computacional".

MHC-I

Proteínas que se encuentran en la membrana de casi todas las células del cuerpo, su función principal es avisar a los linfocitos que hay un elemento extraño en el interior de una célula para eliminarla.

Modelos moleculares

Son utilizados para estudiar la forma molecular, las propiedades electrónicas o sus interacciones; incluye gráficos generados por computadora y estructuras mecánicas.

Mutación

Cambios en la secuencia genética de un organismo, que pueden ocurrir de manera espontánea o inducida, afectando sus características físicas o funcionales.



Neutrófilos y basófilos

Células blancas de la sangre con gránulos que forman parte de la primera línea de defensa del cuerpo humano contra infecciones o daño.

Patógeno

Microbio o microorganismo, como bacterias, virus u hongos, que provocan enfermedades.

Trofoblasto

Capa celular que se forma en las primeras semanas del desarrollo de un nuevo ser. Su función principal es facilitar la implantación del embrión y desarrollar la placenta.

Vacuna

Preparación biológica que tiene como objetivo activar el sistema inmune para proteger al organismo de infecciones.

Variabilidad antigénica

Proceso mediante el cual se producen cambios en las moléculas superficiales de un organismo, modificando su interacción con el sistema inmunológico.

Virus respiratorio

Agente infeccioso microscópico que no tiene una estructura celular (no está vivo) y que puede afectar las vías respiratorias, provocando desde una gripe hasta una neumonía.

Xenomorfo

Término que significa "forma extraña", usado principalmente para describir seres o entidades de apariencia alienígena.

Boletín



PUBLICA EN "EL INFOCITO"

✓ Envía una propuesta de artículo para el próximo número

CONTRIBUYE CON TU CONOCIMIENTO A LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA EN INMUNOLOGÍA

Encuentra las políticas y envía tu trabajo:
sociedadmexicanadeinmunologia.org

¡CONVOCATORIA ABIERTA!

¿QUIERES SER MIEMBRO DE LA SMI?

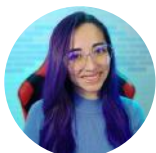
ÚNETE A ESTA GRAN COMUNIDAD CIENTÍFICA DE INVESTIGADORES, PROFESORES, ESTUDIANTES Y PROFESIONALES DE LA INMUNOLOGÍA

ESCANEA EL CÓDIGO Y COMIENZA TU SOLICITUD



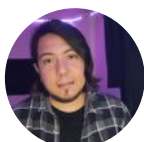
Agradecimientos

Comité Editorial



Jessica Lakshmi Prieto Chávez
IMSS | Lakishimishi
Editora en jefe

J. Marvin Rivera Jiménez
Facultad de Medicina, UNAM
Editor ejecutivo



Daniel Rivera Mendoza
CICESE | El Dan sp



Diana C. Villalpando Sánchez
HIMFG



Libier Cabrera Rivera
ENCB, IPN

En este número también nos apoyaron:

Abril Jaimes - COMOF
Ángel Denisse Castro Eguiluz - INCAN
Benjamín Martínez Rosales - FES-A UNAM
Diana Lorena Alvarado Hernández - UASLP
Edgar Illescas Aparicio - BUAP
Eduardo Vazquez Garza - ITESM
Fátima Alonso - Mi vida en Biología
Fátima de Lourdes Ochoa González - UAZ
Fernando Gómez-Chávez - IPN
Gabriel Herrera López - KAUST
Gibrán Alejandro Estúa Acosta - FacMed UNAM

José Jesús Guzmán Mendoza - Cinvestav
Juan Fernando Montes Garcia - FES-I UNAM
Katia Yesenia Venegas Witron - HGM
Luvia Enid Sánchez Torres - ENCB IPN
Mariela Jiménez Vargas - UAA
Noe Juvenal Mendoza Ramírez - Cinvestav
Octavio Rodríguez Cortés - ESM IPN
Ruth Rodríguez Montaña - UAG
Xavier González - Sociedad Cubana de Inmunología
Yesenia Brito Pérez - INPer

Caperucita Blanca

Las historias de Caperucita Blanca nacen en los sueños de Marion E. G. Brunck y Jessica Lakshmi.

Portada e ilustración

La portada de este número y la ilustración del cuento *Caperucita blanca* fueron realizadas por Felipe G. Serrano (@biologo_ilustrador).

Diseño editorial

El diseño editorial de este número fue realizado por Jessica Lakshmi (@Lakishimishi).

Las imágenes originales de cada artículo fueron proporcionadas por sus mismos autoras y autores.

Agradecemos a la Mesa Directiva 2023 - 2025
de la Sociedad Mexicana de Inmunología por apoyar este proyecto



SOCIEDAD MEXICANA DE INMUNOLOGÍA
En la lucha contra las enfermedades infecciosas, autoinmunes, alergias y el cáncer