

Virus: ¿héroes o villanos?

Lic. Lizbeth Vazquez

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

al240564@alumnos.uacj.mx

Resumen

Los virus son las entidades biológicas más abundantes del planeta y, aunque muchos son conocidos por provocar enfermedades graves, la mayoría no representa un riesgo para nuestra salud. En las últimas décadas, la investigación ha demostrado que no son únicamente agentes patógenos: algunos virus cumplen funciones esenciales en los ecosistemas y otros pueden emplearse como herramientas científicas, por ejemplo, en biotecnología o medicina. Estos avances han permitido entender mejor cómo interactúan con los seres vivos y cómo pueden aprovecharse para combatir bacterias, desarrollar nuevas terapias o mejorar procesos ambientales. Este artículo invita a descubrir el lado menos conocido de los virus y a reconsiderar su papel en la ciencia y en nuestra vida cotidiana.

Introducción

Los virus se consideran agentes infecciosos capaces de invadir todo tipo de células, por lo que suelen asociarse con enfermedades en humanos, animales, plantas y bacterias. Para la especie humana representan un peligro latente, pues han causado pandemias a lo largo de la historia, como la influenza, el ébola, el VIH y, más recientemente, la covid-19, responsable de más

de 6.3 millones de muertes a nivel mundial [1]. Estas infecciones pueden dañar tejidos, debilitar el sistema inmunológico y generar consecuencias fatales.

Como respuesta, se han desarrollado diversas estrategias para minimizar su impacto, como la creación de vacunas, antivirales y tecnologías de

diagnóstico rápido. También se ha promovido la vigilancia epidemiológica, la educación en salud pública y la investigación continua para anticipar nuevas amenazas virales y diseñar respuestas más eficaces [2].

Sin embargo, desde 1915, gracias a los científicos William Twort y Felix d'Herelle, sabemos que no todos los virus son dañinos para los seres humanos. Existen virus capaces de infectar solo a otros organismos [3]. Dentro de ellos se encuentra una clasificación especializada en atacar exclusivamente a bacterias. Estos virus, llamados bacteriófagos o simplemente fagos, son reconocidos por sus propiedades antibacterianas y por ser importantes reguladores ambientales. Además, su alta especificidad para identificar y atacar bacterias los ha convertido en herramientas valiosas para enfrentar diversas problemáticas asociadas a infecciones bacterianas [4][5].

Estructuralmente, los fagos son partículas microscópicas compuestas por material genético (ADN o ARN) resguardado en su cabeza para evitar daños. Esta estructura permite que el material genético viaje a través del cuello hasta la cola, que es la encargada de unirse a la bacteria, introducirse en ella y depositarlo para iniciar la infección [6].

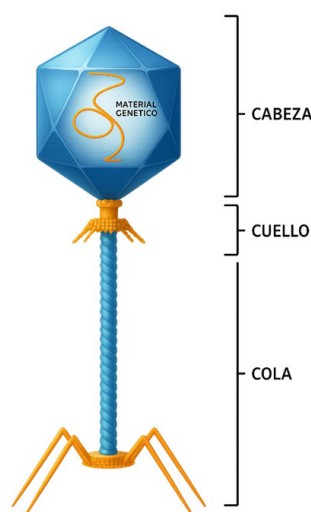


Figura 1. Representación esquemática de la estructura funcional de un fago (Elaboración propia).

La estructura de la **Figura 2** ejemplifica de manera cíclica el mecanismo de replicación de los fagos y muestra cómo funcionan como estrategia antibacteriana. Cuando un fago se une a una bacteria e introduce su material genético, secuestra la maquinaria celular e impide que la bacteria se reproduzca. En cambio, esta maquinaria se utiliza para formar nuevas partículas virales, que se ensamblan dentro de la célula. Una vez maduras, las nuevas partículas se liberan, lo que provoca la destrucción de la bacteria (ciclo lítico). Los nuevos bacteriófagos pueden entonces infectar a otras bacterias [7].

Sin embargo, este no es el único modo de reproducción. Los fagos también pueden integrar su ADN al material genético de la bacteria (ciclo lisogénico), replicándose cada vez que la bacteria se divide. En condiciones de estrés —como calor, frío o luz ultravioleta— el ADN del fago se separa del de la bacteria y toma el control para producir nuevos virus, lisando la célula solo cuando es conveniente. Aunque ambos ciclos concluyen con la muerte de la bacteria, existen diferencias importantes según el tipo de fago [8].

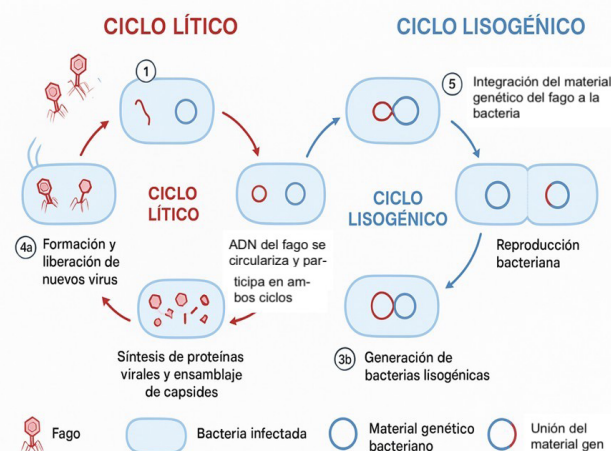


Figura 2. Ciclos de replicación de los bacteriófagos al infectar células bacterianas.

Comprender la forma en que los fagos se replican nos permite aprovechar mejor sus características y aplicarlas en distintas áreas de la ciencia.

Aplicaciones de los fagos

Al igual que los virus, las bacterias patógenas representan una seria amenaza para la salud pública. De acuerdo con un informe del Grupo de Coordinación Interinstitucional sobre la Resistencia a los Antimicrobianos (IACG), respaldado por la OMS, se estima que, si no se implementan medidas efectivas, para 2050 las infecciones bacterianas resistentes podrían causar hasta 10 millones de muertes anuales, superando incluso la mortalidad actual por cáncer [9].

La resistencia bacteriana también afecta sectores como la agricultura y la alimentación (Figura 3), generando impactos económicos alrededor del mundo. Frente a este panorama, la ciencia ha buscado nuevas estrategias antibacterianas con menos efectos secundarios que los compuestos convencionales. Los fagos han adquirido protagonismo como alternativa, al ofrecer terapias sostenibles y económicamente viables [10].



Figura 3. Áreas donde los fagos han sido implementados como una alternativa antibacteriana.

Uso de fagos en la medicina

En el campo de la salud, el uso incorrecto de antibióticos ha favorecido la aparición de bacterias capaces de sobrevivir a estos medicamentos. Ante este desafío, los científicos han buscado una amplia variedad de fagos capaces de infectar bacterias

patógenas para los humanos, permitiendo su aplicación como terapia antibacteriana, conocida como fagoterapia [8].

En diversas partes del mundo se han realizado ensayos clínicos para tratar enfermedades causadas por bacterias multirresistentes catalogadas por la OMS (2024) como prioritarias para atención pública. Los resultados preliminares muestran avances favorables a corto y mediano plazo. En la Tabla I se presentan ejemplos de infecciones tratadas con fagos en ensayos clínicos.

Los resultados han sido especialmente positivos en bacterias patógenas comunes que representan un riesgo constante para la población. La investigación actual se centra en los cócteles de fagos, mezclas diseñadas para atacar diferentes aspectos de la infección bacteriana, lo que acelera la recuperación y disminuye el riesgo de resistencia a antibióticos [11].

Uso de fagos en la agricultura

Las hortalizas frescas —especialmente la lechuga— han sido identificadas como una fuente frecuente de contaminación por la bacteria *Escherichia coli* (*E. coli*). Aunque no todas sus variantes son mortales, algunas pueden causar enfermedades graves, y los casos han aumentado en los últimos años. Las medidas de desinfección tradicionales no siempre son completamente eficaces. Una alternativa es el desarrollo de cócteles de fagos capaces de atacar diversas variantes de *E. coli*, logrando una desinfección más efectiva y segura [12].

El uso de fagos en cultivos ayuda a evitar el desequilibrio que los antibióticos pueden causar en las bacterias presentes en el suelo, esenciales para mantener su fertilidad. La identificación de fagos adecuados se ha perfeccionado gracias a estudios genómicos, que permiten seleccionar aquellos con alta capacidad lítica y eficiente reproducción [13].

Las investigaciones enfocadas en fagos específicos contra *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Pectobacterium*, *Ralstonia*, *Clavibacter michiganensis* y *Agrobacterium tumefaciens*,

patógenos que afectan cultivos de gran relevancia económica, han mostrado resultados prometedores. Sin embargo, la búsqueda de nuevas estrategias continúa [14].

Tabla 1. Aplicación de la fagoterapia en distintos ensayos clínicos [11].

Tratamiento	Tipo de terapia	Condición	Enfermedad / Aplicación clínica
Cóctel de fagos dirigido contra <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Local (otológico)	Infección por <i>P. aeruginosa</i> multirresistente	Otitis crónica refractaria a antibióticos
Aplicación tópica de fagos	Local (cutánea)	Infección por <i>Staphylococcus aureus</i> resistente a meticilina (MRSA)	Úlceras del pie diabético, heridas crónicas
Cóctel de fagos de amplio espectro	Local (cutánea)	Infecciones mixtas por <i>Escherichia coli</i> y <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Infecciones asociadas a quemaduras
Cóctel de 10 fagos inhalados	Inhalatoria	Colonización crónica por <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Fibrosis quística con exacerbaciones respiratorias
Administración oral de fagos para modular la microbiota intestinal	Oral (digestiva)	Sobrecrecimiento de <i>Enterobacteriaceae</i> multirresistentes	Disbiosis intestinal, infecciones gastrointestinales recurrentes

Conclusiones

Actualmente sabemos que los virus no pueden clasificarse de manera absoluta como villanos, aunque su papel como agentes infecciosos en células humanas es innegable. Sin embargo, también es difícil considerarlos héroes. Su verdadera naturaleza se encuentra en estudio desde múltiples áreas científicas, ampliando nuestro entendimiento sobre cómo deben valorarse. Los fagos, en particular, muestran un vasto potencial como herramientas biotecnológicas para combatir bacterias patógenas, lo que abre un amplio camino de investigación y desarrollo.

Referencias

- [1] P. B. Preciado, "Aprendiendo del virus," *El País*, vol. 28, no. 3, 2020. Disponible en: <https://sxpolitics.org/wp-content/uploads/sites/3/2020/04/Sopa-de-Wuhan-ASPO.pdf>
- [2] N. Pardi and D. Weissman, "Development of vaccines and antivirals for combating viral pandemics," *Nature Biomedical Engineering*, vol. 4, no. 12, pp. 1128–1133, 2020. doi: <https://doi.org/10.1038/s41551-020-00658-w>
- [3] G. Bertani, "Lysogenic versus lytic cycle of phage multiplication," *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, vol. 18, pp. 65–70, Jan. 1953. Disponible en: <https://symposium.cshlp.org/content/18/65.short>
- [4] A. L. Delisle and C. A. Rostkowski, "Lytic bacteriophages of *Streptococcus mutans*," *Current Microbiology*, vol. 27, pp. 163–167, 1993. doi: <https://doi.org/10.1007/BF01576015>
- [5] N. Domínguez-Navarrete, "Bacteriófagos," *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, vol. 20, no. 1, pp. 164–165, 2020. doi: <https://doi.org/10.25176/rfmh.v20i1.2554>

Referencias

- [6] S. A. Strathdee, G. F. Hatfull, V. K. Mutalik, and R. T. Schooley, "Phage therapy: From biological mechanisms to future directions," *Cell*, vol. 186, no. 1, pp. 17–31, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2022.11.017>
- [7] I. N. Wang, "Lysis timing and bacteriophage fitness," *Genetics*, vol. 172, no. 1, pp. 17–26, 2006. doi: <https://doi.org/10.1534/genetics.105.045922>
- [8] M. R. Clokie, A. D. Millard, A. V. Letarov, and S. Heaphy, "Phages in nature," *Bacteriophage*, vol. 1, no. 1, pp. 31–45, 2011. doi: <https://doi.org/10.4161/bact.1.1.14942>
- [9] Y. Jiang et al., "Analysis of antibacterial drug use and bacterial resistance in psychiatric hospital in the epidemic," *Scientific Reports*, vol. 15, no. 1, p. 4984, 2025. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-88260-5>
- [10] M. Behera, S. De, and S. M. Ghorai, "The synergistic and chimeric mechanism of bacteriophage endolysins: opportunities for application in biotherapeutics, food, and health sectors," *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, vol. 17, no. 2, pp. 807–831, 2025. doi: <https://doi.org/10.1007/s12602-024-10394-1>
- [11] J. P. Pirnay, D. De Vos, and G. Verbeken, "Clinical application of bacteriophages in Europe," *Microbiology Australia*, vol. 40, no. 1, pp. 8–15, 2019. doi: <https://doi.org/10.1071/MA19010>
- [12] A. R. Araya-Acosta and V. García, "Isolation and characterization of a cocktail of Escherichia coli phages and its application in food," *Preprints*, 2025. doi: <https://doi.org/10.20944/preprints202503.1314.v1>
- [13] J. L. Villalpando-Aguilar, G. Matos-Pech, I. López-Rosas, H. G. Castelán-Sánchez, and F. Alatorre-Cobos, "Phage therapy for crops: concepts, experimental and bioinformatics approaches to direct its application," *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 24, no. 1, p. 325, 2022. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms24010325>
- [14] D. Gollin, "Agricultural productivity and economic growth," *Handbook of Agricultural Economics*, vol. 4, pp. 3825–3866, 2010. doi: [https://doi.org/10.1016/S1574-0072\(09\)04073-0](https://doi.org/10.1016/S1574-0072(09)04073-0)

