

Artículo de Revisión

Co-infecciones presentes durante la pandemia por COVID-19: Revisión Sistemática

Co-infections occurring during the COVID-19 pandemic: A
Systematic Review

Gerardo Pavel Espino-Solis¹ y Ana Paola Leyva-Aizpuru^{2*}

¹ Laboratorio Nacional de Citometría de Flujo, Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Medicina. Circuito Universitario s/n. Campus II. 31125. Chihuahua, Chih., México.

² Laboratorio de Química Física Computacional Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas. Campus II. 31125. Chihuahua, Chih., México.

*Correspondencia: p309232@uach.mx (Ana Paola Leyva-Aizpuru)

DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v16i2.974>

Recibido: 09 de mayo de 2022; Aceptado: 25 de agosto de 2022

Publicado por la Universidad Autónoma de Chihuahua, a través de la Dirección de Investigación y Posgrado.

Resumen

Se presenta una revisión sistemática sobre los patógenos de mayor prevalencia en los casos reportados de co-infección en pacientes con COVID-19 a nivel internacional. El objetivo de la revisión es reportar la prevalencia de casos de co-infección e identificar a los patógenos que la causan. A partir de las bases de datos Pubmed, Google Scholar y Scopus se obtuvieron artículos que incluyeran las palabras: “co-infección”, “infección secundaria”, “infección intrahospitalaria”, “COVID-19”, “SARS-CoV-2”, “infección bacteriana”, “infección viral”, e “infección micótica”. Posteriormente se aplicó un filtro para descartar los artículos que no cumplían los criterios de elegibilidad, lo que dio como resultado 32 artículos. A continuación, se clasificaron los casos de co-infección según el patógeno causante y el origen: micótico, viral o bacteriano; posteriormente se obtuvo la proporción de casos según la clasificación. Como resultado se muestra que la proporción en la prevalencia de pacientes con co-infección bacteriana fue del 1.64 %, con co-infección vírica fue del 1.00 % y con co-infección fúngica fue del 2.60 %. Aunque estos porcentajes son muy pequeños en comparación con los pacientes que sólo tienen COVID-19, es importante que el personal sanitario lleve un registro de qué patógeno está co-infectando a los pacientes con el objetivo de garantizar un tratamiento y control adecuados.

Palabras clave: co-infección, COVID-19, infección intrahospitalaria, bacterias, hongos.

Abstract

A systematic review of the most prevalent pathogens in reported cases of co-infection in patients with COVID-19 at international level is presented. The aim of the review is to report the prevalence of cases of co-infection and to identify the pathogens that cause it. From the Pubmed, Google Scholar and Scopus databases, articles were obtained that included the words: "co-infection", "secondary infection", "in-hospital infection", "COVID-19", "SARS-CoV-2", "bacterial infection", "viral infection", and "mycotic infection". A filter was then applied to discard articles that did not meet the eligibility criteria, resulting in 32 articles. Next, the cases of co-infection were classified according to the causative pathogen and origin: fungal, viral or bacterial; subsequently, the proportion of cases according to the classification was obtained. As a result, the proportion in the prevalence of patients with bacterial co-infection was 1.64 %, with viral co-infection was 1.00 % and with fungal co-infection was 2.60 %. Although these percentages are very small compared to patients with only COVID-19, it is important for healthcare personnel to keep track of which pathogen is co-infecting patients in order to ensure proper treatment and control.

Keywords: co-infection, COVID-19, nosocomial infection, bacteria, fungi.

1. Introducción

Existen partículas cargadas de material genético, capaces de infectar y dañar a las células para multiplicarse en su interior y destruirlas durante el proceso. Estos agentes microscópicos se conocen como virus, los cuales no poseen la maquinaria básica para replicarse, de ahí la expresión "el virus no está vivo". Los virus dependen de los componentes de la célula para seguir replicándose e infectando a otras células. La configuración básica del virus incluye un único tipo de ácido nucleico, ya sea ADN o ARN, que está envuelto en una cápside proteica. Según el tipo de virus, la estructura puede ser de mayor o menor complejidad. Los virus son parásitos intracelulares que pueden infectar a animales, humanos, plantas, hongos, bacterias y parásitos (Adhikari, 2020).

En diciembre de 2019, un brote de casos de neumonía grave llamó la atención de las autoridades sanitarias en Wuhan, China, la enfermedad se extendió rápidamente por todo el mundo y se presentó con una alta tasa de letalidad (Zhu *et al.*, 2020). Los estudios etiológicos apuntaron a agentes de infección respiratoria comunes como la gripe, el SARS (Síndrome Respiratorio Agudo Severo) y el MERS (Síndrome Respiratorio de Oriente Medio). Sin embargo, los resultados de identificación fueron negativos. A partir de técnicas de secuenciación de nueva generación (NGS), se analizó el genoma viral proveniente de muestras bronco-alveolares de pacientes infectados. En cuestión de semanas tras el primer brote, los resultados revelaron que el agente causante era un nuevo virus perteneciente a la familia de los coronavirus. Anteriormente, los laboratorios hubieran tardado meses en lograr identificar la especie vírica. Las alarmas a nivel mundial fueron accionadas, ya que el nuevo virus tenía un 85 % de identidad con el coronavirus que infecta a los murciélagos, el otro 15 % debía ser investigado más a fondo (Zhu *et al.*, 2020). Este virus se llamó SARS-CoV-2, causante de la enfermedad conocida como COVID-19, la cual fue declarada pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 11 de marzo de 2020 (Q. Li *et al.*, 2020). La Fig. 1 muestra la clasificación del SARS-CoV-2.

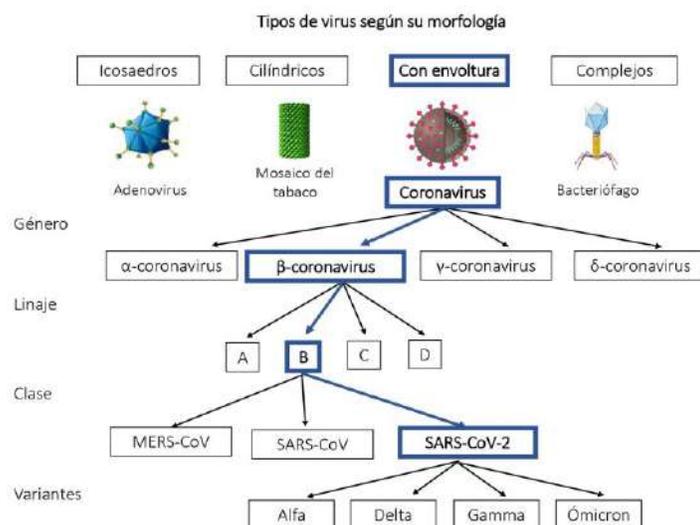


Figura 1. Clasificación del virus SARS-CoV-2 a partir de su origen morfológico.

Figure 1. SARS-CoV-2 virus classification based on morphological origin.

Actualmente, la pandemia de COVID-19 ha causado un total de 425,942,053 casos de infección y 5,890,818 defunciones (Medicine, 2022). La perspectiva en 2022 parece mejorar gracias a la investigación en torno al virus, sus variantes y el desarrollo de vacunas. Pero, las unidades de cuidados intensivos de los hospitales de todo el mundo reportan casos de pacientes positivos a COVID-19 que también están co-infectados con otros tipos de virus, bacterias u hongos. Por otro lado, la mayoría de los patógenos intrahospitalarios a los que están expuestos los pacientes tienen resistencia a los antibióticos y antifúngicos de primera elección. Adicionalmente, se ha observado que los pacientes con COVID-19 que han adquirido una co-infección tienen una tasa de mortalidad alta, en comparación con pacientes positivos a COVID-19 sin co-infección (Aguilera *et al.*, 2020). Esta situación complica el manejo adecuado de los pacientes y plantea un nuevo reto en términos de tratamiento, pronóstico y control de la enfermedad (Zhu *et al.*, 2020; Musuza *et al.*, 2021).

2. Revisión sistemática

Se realizó una revisión sistemática para identificar la prevalencia de los principales patógenos causantes de co-infecciones durante la pandemia de COVID-19. Para ello, se utilizaron las siguientes bases de datos: PubMed, Google Scholar y Scopus. Las palabras clave para la búsqueda fueron: “co-infección”, “infección secundaria”, “infección intrahospitalaria”, “COVID-19”, “SARS-CoV-2”, “infección bacteriana”, “infección viral”, e “infección micótica”.

Criterios de elegibilidad

- Se incluyen estudios de tipo observacional, ensayos clínicos y revisiones sistemáticas.
- La población de estudio puede ser a nivel nacional o internacional.

- Se debe reportar datos sobre prevalencia de co-infección, pacientes con COVID-19 confirmados mediante pruebas de laboratorio.
- Artículos que no han sido publicados, basados en aproximación estadística, simulación, o en estudios de modelo animal, fueron excluidos.
- Se debe mencionar si los casos de co-infección fueron adquiridos en la comunidad o de manera intrahospitalaria.

Para seleccionar los artículos relevantes, se llevó a cabo un análisis por etapas. En primer lugar, se seleccionaron los estudios que podían ser relevantes para la investigación a partir de una búsqueda por palabras clave en las bases de datos. En segundo lugar, se filtró cada artículo por el título y el resumen. Por último, se leyó el texto completo de cada artículo pertinente y se aplicaron los criterios de selección para incluirlo en la revisión. La búsqueda en bases de datos arrojó un total de 64 artículos. Después de aplicar filtros de elegibilidad y eliminar artículos con información duplicada, se preseleccionaron 52 artículos para leer en su totalidad. Finalmente, se incluyeron 32 artículos que cumplieron con los criterios de selección. El análisis de selección por etapas se muestra en la Fig. 2.

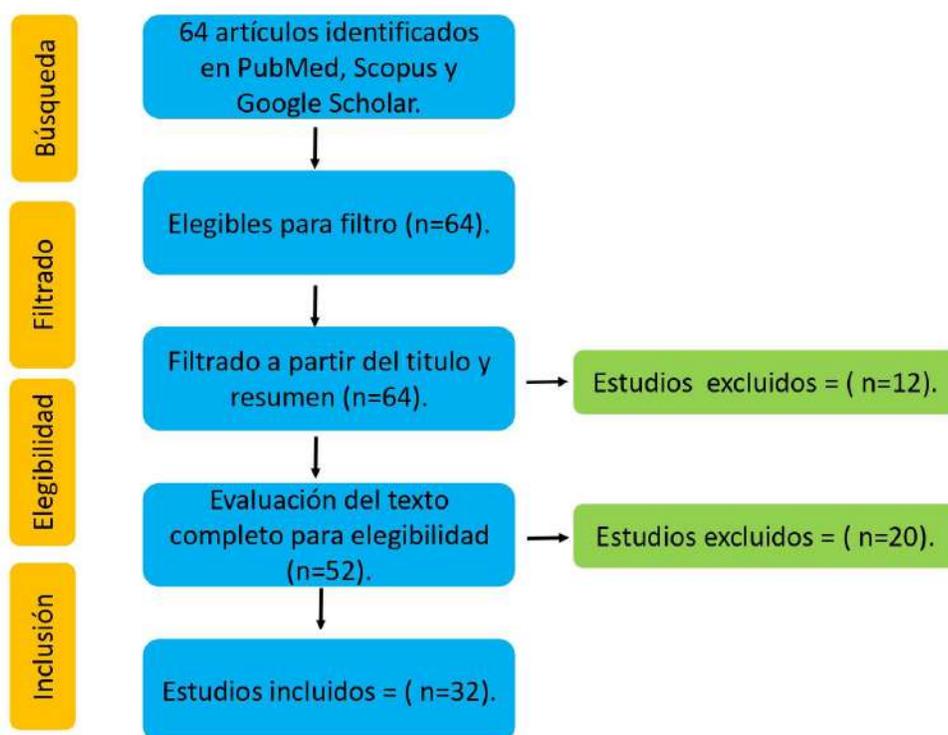


Figura 2. Diagrama de flujo para selección y extracción de datos.

Figure 2. Flow chart for data selection and extraction.

3. Co-infecciones y COVID-19

Los organismos pueden contraer más de una infección de manera simultánea, este fenómeno se conoce como co-infección. Algunos de los agentes patógenos responsables de co-infecciones pueden ser bacterias, virus u hongos. Aunque las co-infecciones se producen con frecuencia, suelen tener consecuencias negativas para la salud; tal es el caso de los pacientes con VIH que se infectan con otras enfermedades como la tuberculosis (Cedillos *et al.*, 2017), la hepatitis C (González-García *et al.*, 2005) o la candidiasis (Agudelo-Gonzalez *et al.*, 2015).

Los pacientes infectados con COVID-19 también son susceptibles a infectarse con un segundo patógeno, esto se debe a la predisposición que supone la infección por COVID-19 y los efectos en el cuerpo. Por un lado, el virus causa destrucción de tejidos, especialmente en el epitelio respiratorio. Además, provoca una sobre activación del sistema inmunológico ya que aumenta la adherencia a bacterias por parte de los interferones, proteínas encargadas de indicar la presencia de patógenos (Manna *et al.*, 2020). Los niveles de citosinas y plaquetas elevados también han demostrado ser clave para explicar el excesivo estado inflamatorio observado en los pacientes con COVID-19, el cual lleva a un estado de inmunosupresión generalizado, es decir, la disminución de la respuesta inmunológica del cuerpo ante los patógenos (Bengoechea *et al.*, 2020). A estos factores se unen las comorbilidades de cada paciente como diabetes, hipertensión, falla de la función renal, entre otros (Casas-Rojo *et al.*, 2020).

Un fenómeno característico observado durante la pandemia por influenza AH1N1 también se identificó desde los inicios de la pandemia por COVID-19. Los pacientes infectados por COVID-19 tenían mayor predisposición a desarrollar neumonías de origen bacteriano. En los modelos de estudio en ratones con influenza, las vías áreas menores, como los bronquiolos y alveolos, estaban obstruidas, convirtiendo estas estructuras en un medio ideal para el crecimiento bacteriano (Arnold *et al.*, 2020). Desde el inicio de la pandemia, una proporción de los pacientes COVID-positivos que fueron ingresados a hospitales tenían una co-infección concurrente. Este grupo de pacientes requiere mayor atención y recursos por parte del personal sanitario, ya que la sintomatología, el tratamiento y el pronóstico se ven alterados en función del patógeno que co-infecta al cuerpo (Cimolai, 2021).

Otro factor importante es dónde sucedió la co-infección. Para ello, se tienen en cuenta los siguientes criterios: a) Si el paciente presentó la infección adicional en el momento del ingreso, o en las primeras 48 horas, se denomina co-infección adquirida en la comunidad; b) si la co-infección se produce después de las 48 horas del ingreso, se considera una co-infección adquirida en el hospital. Ambos tipos de infección pueden darse durante la exposición con una persona enferma o al estar en contacto con superficies contaminadas con bacterias, virus, hongos y otros patógenos.

La infección adquirida en la comunidad suele ser causada por patógenos oportunistas, es decir, una persona que está sana puede estar expuesta a ellos sin contagiarse gracias a su sistema inmunológico. Sin embargo, una persona cuyas defensas son bajas se vuelve más susceptible a ser infectada por estos patógenos oportunistas. Este tipo de infecciones puede darse en cualquier espacio público, como las escuelas y lugares de trabajo o bien, en el hogar. También pueden encontrarse en alimentos contaminados.

Por otro lado, las infecciones adquiridas en el hospital son causadas por patógenos nosocomiales. Esta clase de patógenos se encuentran en la superficie de las instituciones de salud, en la piel y nariz

del personal, en los dispositivos médicos invasivos como los respiradores y en los mismos pacientes. Los patógenos nosocomiales tienen un alto perfil de resistencia a antibióticos, requieren tratamientos más agresivos y tienden a elevar la mortalidad en pacientes infectados. (Feldman *et al.*, 2021).

Co-infecciones bacterianas

La Fig. 3 muestra la prevalencia de casos COVID-19 según la proporción resultante: a) los pacientes COVID-19 positivos en azul; b) pacientes con co-infección bacteriana intrahospitalaria en rojo; y c) co-infección bacteriana adquirida en la comunidad en amarillo. Las Co-infecciones adquiridas en la comunidad con mayor prevalencia pertenecen a las bacterias: *Streptococcus pneumoniae* y *Staphylococcus spp*. En el caso de las Co-infecciones intrahospitalarias, la mayor prevalencia pertenece a las bacterias: *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli*.

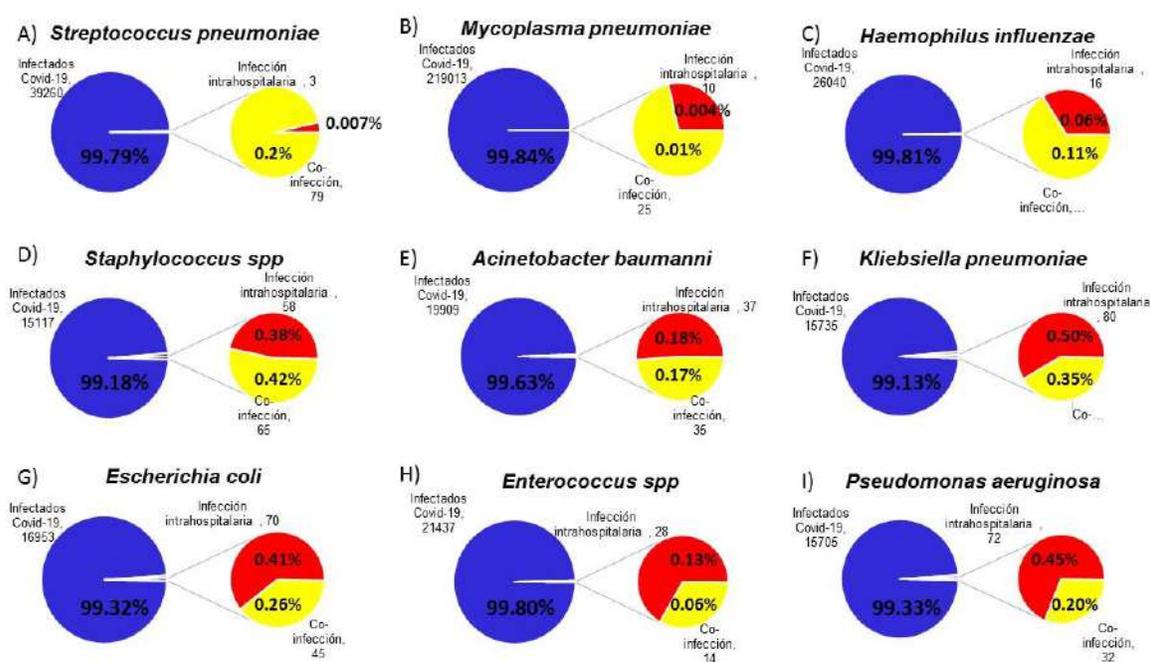


Figura 3. Prevalencia de pacientes infectados por COVID-19 e infección bacteriana: A) *Streptococcus pneumoniae*; B) *Mycoplasma pneuminiaie*; C) *Hemophilus influenzae*; D) *Staphylococcus aureus*; E) *Acinetobacter baumannii*; F) *Kliebsiella pneumoniae*; G) *Escherichia coli*; H) *Enterococcus faecalis*; y I) *Pseudomonas aeruginosa*

Figure 3. Prevalence of patients infected with COVID-19 and bacterial infection: A) *Streptococcus pneumoniae*; B) *Mycoplasma pneuminiaie*; C) *Hemophilus influenzae*; D) *Staphylococcus aureus*; E) *Acinetobacter baumannii*; F) *Kliebsiella pneumoniae*; G) *Escherichia coli*; H) *Enterococcus faecalis*; y I) *Pseudomonas aeruginosa*.

Referencias: Adalbert *et al.*, 2021; Barrasa *et al.*, 2020; Langford *et al.*, 2020; Chen *et al.*, 2021; Feng *et al.*, 2020; Mason *et al.*, 2021; Mirzaei *et al.*, 2020; Pongpirul *et al.*, 2020; Senok *et al.*, 2021; Zeshan *et al.*, 2022; F. Zhou *et al.*, 2020.

La Fig. 3 también indica que la proporción de pacientes co-infectados es muy pequeña en comparación con el total de casos positivos sin infección adicional. Estos resultados coinciden con lo reportado por Prasetyoputri (2021), donde los porcentajes de co infección bacteriana en Nueva York

y Barcelona no superan el 3.6 %, por otro lado, según un estudio de casos que incluía a 221 pacientes en China, la tasa de co-infección bacteriana fue de 7.7 % donde 55 eran pacientes en estado crítico (Zhang *et al.*, 2020). En cuanto a la identificación de las bacterias causantes de co-infección, Salehi *et al.*, (2020) reportaron a *Acinetobacter baumannii* y *Klebsiella pneumoniae* como los patógenos de mayor incidencia en pacientes internados. En esta revisión se encontró a *Klebsiella pneumoniae* como la bacteriana co-infectante de mayor presencia, mientras *Acinetobacter baumannii* se llevó el quinto lugar. La presencia de una infección bacteriana dificulta el proceso de diagnóstico y la elección de tratamiento adecuado. Además, el uso de antibióticos de amplio espectro aumenta el riesgo de complicaciones en pacientes con cuadro grave de COVID-19 (Aguilera *et al.*, 2020).

Co-infecciones virales

La Fig. 4 muestra la prevalencia de casos COVID-19 según la proporción resultante: a) los pacientes COVID-19 positivos en azul; b) pacientes con co-infección viral intrahospitalaria en rojo; y c) co-infección viral adquirida en la comunidad en amarillo. Las Co-infecciones adquiridas en la comunidad con mayor prevalencia pertenecen a los virus: Influenza A y Rhinovirus. En el caso de las Co-infecciones intrahospitalarias, la mayor prevalencia pertenece a Rhinovirus.

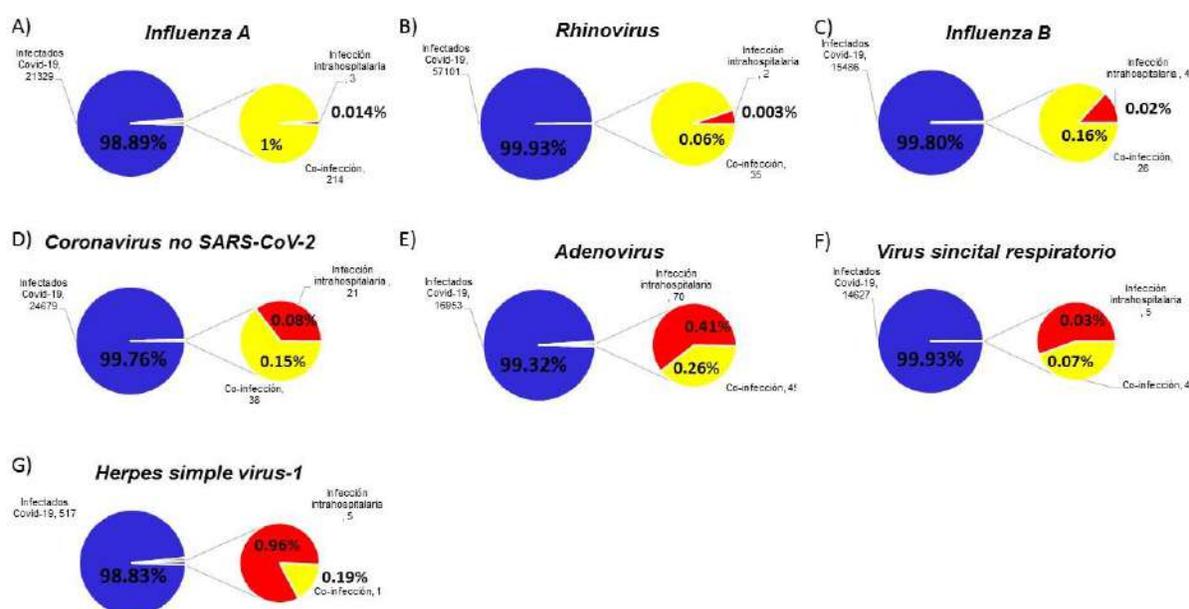


Figura 4. Prevalencia de pacientes infectados por COVID-19 e infección vírica: A) Influenza A; B) Rhinovirus; C) Influenza B; D) Adenovirus; E) Virus sincital respiratorio; F) Otros coronavirus no SARS-cov-2; y G) Herpes simple.

Figure 4. Prevalence of patients infected with COVID-19 and viral infection: A) Influenza A; B) Rhinovirus; C) Influenza B; D) Adenovirus; E) Respiratory syncytial virus; F) Other non-SARS-CoV-2 coronaviruses; and G) Herpes Simplex.

Referencias: Cuadrado-Payán *et al.*, 2020; Cusumano *et al.*, 2020; Ding *et al.*, 2020; Khurana *et al.*, 2020; Kim *et al.*, 2020; Musuza *et al.*, 2021; Nowak *et al.*, 2020; Rajdev *et al.*, 2020; Russell *et al.*, 2021.

Según lo reportado en un hospital de Shenzhen en China, 6 pacientes de 92 (3.2 %) infectados con COVID-19 dieron positivo a una co-infección viral (Li *et al.*, 2021). Un estudio de casos en Wuhan reportó que de 2,745 pacientes con COVID-19, el 5.8 % tenía una segunda infección de origen viral (Wang *et al.*, 2020). Al comparar estos resultados con los encontrados en esta revisión, se observa que nuestros resultados reportan una menor tasa de co-infección viral. Sin embargo, los virus causantes de las co-infecciones coinciden con lo reportado en la revisión de Li *et al.*, siendo el virus de la influenza A, el rinovirus y otros coronavirus no SARS-cov-2, los de mayor prevalencia (Lim *et al.*, 2019).

Co-infecciones micóticas

La Fig. 5 muestra la prevalencia de casos COVID-19 según la proporción resultante: a) los pacientes COVID-19 positivos en azul; b) pacientes con co-infección micótica intrahospitalaria en rojo; y c) co-infección micótica adquirida en la comunidad en amarillo. Las co-infecciones adquiridas en la comunidad con mayor prevalencia pertenecen a *Aspergillus spp.* En el caso de las co-infecciones intrahospitalarias, la mayor prevalencia pertenece a *Candida spp.*

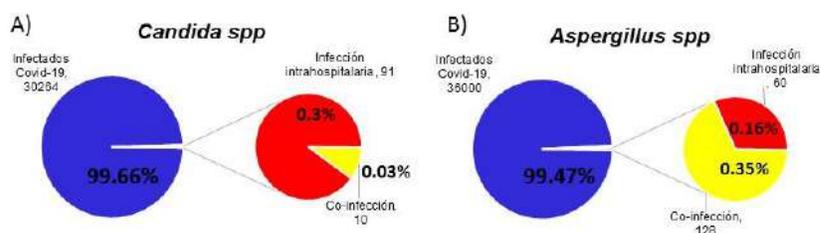


Figura 5. Prevalencia de pacientes infectados por COVID-19 e infección micótica: A) *Candida spp.*; B) *Aspergillus spp.*

Figure 5. Prevalence of patients infected with COVID-19 and fungal infection: A) *Candida spp.*; B) *Aspergillus spp.*

Referencias: Chedid *et al.*, 2020; Cox *et al.*, 2020; Gudiol *et al.*, 2021; Hughes *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2020; Ng *et al.*, 2022; Nori *et al.*, 2021; Pemán *et al.*, 2020; Rawson *et al.*, 2020; Seaton *et al.*, 2020; Senok *et al.*, 2021; Vaughn *et al.*, 2021; P. Zhou *et al.*, 2020.

Según un estudio de casos en Irán, 53 de 1,059 (5 %) pacientes con COVID-19 presentaban co-infección micótica, todas causadas por especies del hongo *Candida*, siendo *C. albicans* la de mayor prevalencia (70.7 %) (Salehi *et al.*, 2020). En Italia, un estudio de casos encontró que de 16,654 pacientes con COVID-19, el 3 % tenía una co-infección micótica (Huttner *et al.*, 2020).

Estos resultados reportan porcentajes de prevalencia mayores a los de la revisión. Por otro lado, los estudios reportados coinciden con los resultados en cuanto a los hongos con mayor presencia en las co-infecciones micóticas: *C. albicans* y *Aspergillus* (Agrifoglio, 2020). Se ha demostrado que las infecciones fúngicas, en conjunto con un cuadro viral, da como resultado un incremento en la mortalidad de pacientes sin importar el sexo o la edad (Nebreda-Mayoral *et al.*, 2020). Por ello, es importante que los hospitales cuenten con los recursos necesarios para llevar a cabo el diagnóstico temprano cuando se sospecha de una co-infección micótica.

4. Conclusiones

Se obtuvo la prevalencia de casos de infección por COVID-19 y casos de co-infección. La proporción en esta prevalencia de pacientes co-infectados por bacterias, virus u hongos es pequeña en comparación con el número total de pacientes con COVID-19. Al comparar los resultados obtenidos con la literatura, se observa que los porcentajes de prevalencia son más pequeños, pero coinciden con los patógenos más comunes en cada clase de co-infección: virus, hongos y bacterias.

Se observa una tendencia en cuanto a qué patógenos se adquirieron dentro y fuera del entorno hospitalario. La presencia de una co-infección, independientemente del patógeno que coinfecta, provoca el incremento de la gravedad con la que se manifiestan ambas infecciones. Como consecuencia, aumenta la tasa de mortalidad de los pacientes. Por ello, aunque la identificación del patógeno supone un incremento en los gastos de operaciones de los hospitales, es vital especificar el agente infeccioso para brindar una mejor atención a la salud. De igual manera, el conocer la prevalencia de los patógenos coinfectantes permite tener un mejor control epidemiológico y manejo de recursos.

Conocer la prevalencia de las co-infecciones y los patógenos que las causan permite a los hospitales manejar mejor al paciente durante el curso de la enfermedad. Además, es imprescindible tener un buen control de los recursos necesarios para que las unidades hospitalarias puedan hacer frente a la demanda que ha supuesto la pandemia.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés en la publicación de estos resultados.

Referencias

- Adalbert, J. R., Varshney, K., Tobin, R., & Pajaro, R. (2021). Clinical outcomes in patients co-infected with COVID-19 and *Staphylococcus aureus*: a scoping review. *BMC Infectious Diseases* 21(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s12879-021-06616-4>
- Adhikari, G. (2020). Intuition on virology, epidemiology, pathogenesis, and control of COVID-19. *Novel Research in Microbiology Journal*, 4(5), 955–967. <https://doi.org/10.21608/nrmj.2020.118446>
- Agrifoglio, A., Cachafeiro, L., Figueira, J.C., Añón, J.M., García de Lorenzo, A. (2020) Critically ill patients with COVID-19 and candidaemia: We must keep this in mind. *Journal de Mycologie Médicale* 30 (4), 101012 <https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2020.101012>
- Agudelo-Gonzalez, S., Murcia-Sanchez, F., Salinas, D., & Osorio, J. (2015). Infecciones oportunistas en pacientes con VIH en el hospital universitario de Neiva, Colombia. 2007-2012. *Infectio* 19(2), 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.infect.2014.11.008>
- Aguilera, Y., Díaz, Y., Ortiz, L., Gonzalez, O., Lovelle, O., & Sánchez, M. (2020). Infecciones bacterianas asociadas a la COVID-19 en pacientes de una unidad de cuidados intensivos. *Revista Cubana de Medicina Militar* 49(3), 14. <http://www.revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/793/539>

- Arnold, F. W., & Fuqua, J. L. (2020). Viral respiratory infections : a cause of community- acquired pneumonia or a predisposing factor? *Current Opinion in Pulmonary Medicine*: 26(3), 208–214. <https://doi.org/10.1097/MCP.0000000000000666>
- Barrasa, H., Rello, J., Tejada, S., Martín, A., Balziskueta, G., Vinuesa, C., Fernández-Miret, B., Villagra, A., Vallejo, A., San Sebastián, A., Cabañes, S., Iribarren, S., Fonseca, F., & Maynar, J. (2020). SARS-CoV-2 in Spanish Intensive Care Units: Early experience with 15-day survival in Vitoria. *Anaesthesia Critical Care and Pain Medicine*, 39(5), 553–561. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2020.04.001>
- Bengoechea, J. A., & Bamford, C. G. (2020). SARS -CoV-2, bacterial co-infections, and AMR : the deadly trio in COVID -19? . *EMBO Molecular Medicine*, 12(7), 10–13. <https://doi.org/10.15252/emmm.202012560>
- Casas-Rojo JM, Antón-Santos JM, Millán-Núñez-Cortés J, Lumbreras-Bermejo C, Ramos-Rincón JM, Roy-Vallejo E, Artero-Mora A, et al. (2020). Clinical characteristics of patients hospitalized with COVID-19 in Spain: Results from the SEMI-COVID-19 Registry. *Rev Clin Esp (Barc)*. 220(8) :480-494. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.07.003>
- Cedillos R, Cevallos N, Palou E, Sued O, Terán R, Arakaki D, Gómez B, Sereno L, V. A. (2017). Coinfección TB/VIH Guía Clínica Regional. *Organización Panamericana de la Salud*. <https://www.apiinfectologia.org/coinfeccion-tbc-vih/>
- Chedid, M., Waked, R., Haddad, E., Chetata, N., Saliba, G., & Choucair, J. (2020). *Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID- 19 . The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect , the company ' s public news and information . January.*
- Chen, S., Zhu, Q., Xiao, Y., Wu, C., Jiang, Z., Liu, L., & Qu, J. (2021). Clinical and etiological analysis of co-infections and secondary infections in COVID-19 patients: An observational study. *Clinical Respiratory Journal*, 15(7), 815–825. <https://doi.org/10.1111/crj.13369>
- Cimolai, N. (2021). The Complexity of Co-Infections in the Era of COVID-19. *SN Comprehensive Clinical Medicine* 3, 1502–1514. <https://doi.org/10.1007/s42399-021-00913-4>
- Cox, M. J., Loman, N., Bogaert, D., & O’Grady, J. (2020). Co-infections: potentially lethal and unexplored in COVID-19. *The Lancet Microbe*, 1(1), e11. [https://doi.org/10.1016/s2666-5247\(20\)30009-4](https://doi.org/10.1016/s2666-5247(20)30009-4)
- Cuadrado-Payán, E., Montagud-Marrahi, E., Torres-Elorza, M., Bodro, M., Blasco, M., Poch, E., Soriano, A., & Piñero, G. J. (2020). SARS-CoV-2 and influenza virus co-infection. *The Lancet*, 395(10236), e84. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31052-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31052-7)
- Cusumano, J. A., Dupper, A. C., Malik, Y., Gavioli, E. M., Banga, J., Berbel Caban, A., Nadkarni, D., Obla, A., Vasa, C. V., Mazo, D., & Altman, D. R. (2020). *Staphylococcus aureus* Bacteremia in Patients Infected with COVID-19: A Case Series. *Open Forum Infectious Diseases*, 7(11), 5–11. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofaa518>
- Ding, Q., Lu, P., Fan, Y., Xia, Y., & Liu, M. (2020). The clinical characteristics of pneumonia patients coinfecting with 2019 novel coronavirus and influenza virus in Wuhan, China. *Journal of Medical Virology*, 92(9), 1549–1555. <https://doi.org/10.1002/jmv.25781>
- Feldman, C., & Anderson, R. (2021). The role of co-infections and secondary infections in patients

- with COVID-19. *Pneumonia* 13(5). <https://doi.org/10.1186/s41479-021-00083-w>
- Feng, Y., Ling, Y., Bai, T., Xie, Y., Huang, J., Li, J., Xiong, W., Yang, D., Chen, R., Lu, F., Lu, Y., Liu, X., Chen, Y., Li, X., Li, Y., Summah, H. D., Lin, H., Yan, J., Zhou, M., ... Qu, J. (2020). COVID-19 with different severities: A multicenter study of clinical features. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 201(11), 1380–1388. <https://doi.org/10.1164/rccm.202002-0445OC>
- González-García, J. J., Mahillo, B., Hernández, S., Pacheco, R., Diz, S., García, P., Esteban, H., Arribas, J. R., Quereda, C., Rubio, R., Díez, J., Moreno, S., & Vázquez-Rodríguez, J. J. (2005). Estudio multicéntrico sobre prevalencia de las coinfecciones por virus de hepatitis, indicación de tratamiento de hepatitis crónica C y necesidad de trasplante hepático en pacientes infectados por el VIH en España. Estudio GESIDA 29/02-FIPSE 12185/01. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica* 23(6), 340–348. <https://doi.org/10.1157/13076173>
- Gudiol, C., Durà-Miralles, X., Aguilar-Company, J., Hernández-Jiménez, P., Martínez-Cutillas, M., Fernandez-Avilés, F., Machado, M., Vázquez, L., Martín-Dávila, P., de Castro, N., Abdala, E., Sorli, L., Andermann, T. M., Márquez-Gómez, I., Morales, H., Gabilán, F., Ayaz, C. M., Kayaaslan, B., Aguilar-Guisado, M., ... Carratalà, J. (2021). Co-infections and superinfections complicating COVID-19 in cancer patients: A multicentre, international study. *Journal of Infection* 83(3), 306–313. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2021.07.014>
- Hughes, S., Troise, O., Donaldson, H., Mughal, N., & Moore, L. S. P. (2020). Bacterial and fungal coinfection among hospitalised patients with COVID-19: a retrospective cohort study in a UK secondary-care setting. *Clin Microbiol Infect* 26(10):1395-1399. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.06.025>
- Huttner, B. D., Catho, G., Pano-Pardo, J. R., Pulcini, C., & Schouten, J. (2020). COVID-19: don't neglect antimicrobial stewardship principles! *Clinical Microbiology and Infection* 26(7), 808–810. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.04.024>
- Khurana, S., Singh, P., Sharad, N., Kiro, V. V., Rastogi, N., & Lathwal, A. (2020). *Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID-19. The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect, the company's public news and information. January.*
- Kim, D., Quinn, J., Pinsky, B., Shah, N. H., & Brown, I. (2020). Rates of Co-infection between SARS-CoV-2 and Other Respiratory Pathogens. *JAMA - Journal of the American Medical Association* 323(20), 2085–2086. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.6266>
- Langford BJ, So M, Raybardhan S, Leung V, Westwood D, MacFadden DR, Soucy JR, & Daneman N. (2020). Bacterial co-infection and secondary infection in patients with COVID-19: a living rapid review and meta-analysis. *Clin Microbiol Infect.* 26(12):1622-1629. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.07.016>
- Li, Q., Guan, X., Wu, P., Wang, X., Zhou, L., Tong, Y., Ren, R., Leung, K. S. M., Lau, E. H. Y., Wong, J. Y., Xing, X., Xiang, N., Wu, Y., Li, C., Chen, Q., Li, D., Liu, T., Zhao, J., Liu, M., ... Feng, Z. (2020). Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus-Infected Pneumonia. *New England Journal of Medicine* 382(13), 1199–1207. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2001316>
- Li, Y., Wang, H., Wang, F., Lu, X., Du, H., Xu, J., Han, F., Zhang, L., & Zhang, M. (2021). Co-infections of SARS-CoV-2 with multiple common respiratory pathogens in infected children: A

- retrospective study. *Medicine* 100(11), e24315. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000024315>
- Lim, Y. K., Kweon, O. J., Kim, H. R., Kim, T. H., & Lee, M. K. (2019). Impact of bacterial and viral coinfection in community-acquired pneumonia in adults. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease* 94(1), 50–54. <https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2018.11.014>
- Liu, C., Wen, Y., Wan, W., Lei, J., & Jiang, X. (2020). *Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID- 19 . The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect , the company ' s public news and information . January.*
- Manna, S., Baidara, P., & Mandal, S. M. (2020). *Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID- 19 . The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect , the company ' s public news and information . January.*
- Mason, C. Y., Kanitkar, T., Richardson, C. J., Lanzman, M., Stone, Z., Mahungu, T., Mack, D., Wey, E. Q., Lamb, L., Balakrishnan, I., & Pollara, G. (2021). Exclusion of bacterial co-infection in COVID-19 using baseline inflammatory markers and their response to antibiotics. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 76(5), 1323–1331. <https://doi.org/10.1093/jac/dkaa563>
- Medicine., J. H. U. of. (2022). *Coronavirus Resource Center.* <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- Mirzaei, R., Goodarzi, P., Asadi, M., Soltani, A., Aljanabi, H. ali abraham, Jeda, A. S., Dashtbin, S., Jalalifar, S., Mohammadzadeh, R., Teimoori, A., Tari, K., Salari, M., Ghiasvand, S., Kazemi, S., Yousefimashouf, R., Keyvani, H., & Karampoor, S. (2020). Bacterial co-infections with SARS-CoV-2. *IUBMB Life* 72(10), 2097–2111. <https://doi.org/10.1002/iub.2356>
- Musuuza, J. S., Watson, L., Parmasad, V., Putman-Buehler, N., Christensen, L., & Safdar, N. (2021). Prevalence and outcomes of co-infection and superinfection with SARS-CoV-2 and other pathogens: A systematic review and metaanalysis. *PLoS ONE* 16(5), e0251170. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251170>
- Nebreda-mayoral, T., Miguel-gómez, M. A., & March-rosselló, G. A. (2020). *Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID- 19 . The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect , the company ' s public news and information . January.*
- Ng, T. M., Ong, S. W. X., Loo, A. Y. X., Tan, S. H., Tay, H. L., Yap, M. Y., Lye, D. C., Lee, T. H., & Young, B. E. (2022). Antibiotic Therapy in the Treatment of COVID-19 Pneumonia: Who and When? *Antibiotics* 11(2), 184. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11020184>
- Nori, P., Cowman, K., Chen, V., Bartash, R., Szymczak, W., Madaline, T., Punjabi Katiyar, C., Jain, R., Aldrich, M., Weston, G., Gialanella, P., Corpuz, M., Gendlina, I., & Guo, Y. (2021). Bacterial and fungal coinfections in COVID-19 patients hospitalized during the New York City pandemic surge. *Infection Control & Hospital Epidemiology* 42(1), 84–88. <https://doi.org/10.1017/ice.2020.368>
- Nowak, M. D., Sordillo, E. M., Gitman, M. R., & Paniz Mondolfi, A. E. (2020). Coinfection in SARS-CoV-2 infected patients: Where are influenza virus and rhinovirus/enterovirus? *Journal of Medical Virology* 92(10), 1699–1700. <https://doi.org/10.1002/jmv.25953>
- Pemán, J., Ruiz-gaitán, A., García-vidal, C., & Salavert, M. (2020). *Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus*

COVID- 19 . *The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect , the company ' s public news and information . January.*

- Pongpirul, W. A., Mott, J. A., Woodring, J. V., Uyeki, T. M., MacArthur, J. R., Vachiraphan, A., Suwanvattana, P., Uttayamakul, S., Chunsuttiwat, S., Chotpitayasunondh, T., Pongpirul, K., & Prasithsirikul, W. (2020). Clinical Characteristics of Patients Hospitalized with Coronavirus Disease, Thailand. *Emerging Infectious Diseases* 26(7), 1580–1585. <https://doi.org/10.3201/eid2607.200598>
- Prasetyoputri, A. (2021). Detection of Bacterial Coinfection in COVID-19 Patients Is a Missing Piece of the Puzzle in the COVID-19 Management in Indonesia. *ACS Infect. Dis.* 7 (2), 203–205. <https://doi.org/10.1021/acsinfecdis.1c00006>
- Rajdev, K., Victor, N., Buckholtz, E. S., Hariharan, P., Saeed, M. A., Hershberger, D. M., & Bista, S. (2020). A Case of Guillain-Barré Syndrome Associated With COVID-19. *Journal of Investigative Medicine High Impact Case Reports* 8. <https://doi.org/10.1177/2324709620961198>
- Rawson, T. M., Zhu, N., Ranganathan, N., Gilchrist, M., Satta, G., Cooke, G., & Holmes, A. (2020). Bacterial and fungal co-infection in individuals with coronavirus: A rapid review to support COVID-19 antimicrobial prescribing. *Clinical Infectious Diseases* 71(9), 2459–2468. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa530>
- Russell, C. D., Fairfield, C. J., Drake, T. M., Turtle, L., Seaton, R. A., Wootton, D. G., Sigfrid, L., Harrison, E. M., Docherty, A. B., de Silva, T. I., Egan, C., Pius, R., Hardwick, H. E., Merson, L., Girvan, M., Dunning, J., Nguyen-Van-Tam, J. S., Openshaw, P. J. M., Baillie, J. K., ... Young, P. (2021). Co-infections, secondary infections, and antimicrobial use in patients hospitalised with COVID-19 during the first pandemic wave from the ISARIC WHO CCP-UK study: a multicentre, prospective cohort study. *The Lancet Microbe* 2(8), e354–e365. [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(21\)00090-2](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(21)00090-2)
- Salehi, M., Ahmadikia, K., Mahmoudi, S., Kalantari, S., Jamalimoghadamsiahkali, S., Izadi, A., Kord, M., Dehghan Manshadi, S. A., Seifi, A., Ghiasvand, F., Khajavirad, N., Ebrahimi, S., Koohfar, A., Boekhout, T., & Khodavaisy, S. (2020). Oropharyngeal candidiasis in hospitalised COVID-19 patients from Iran: Species identification and antifungal susceptibility pattern. *Mycoses* 63(8), 771–778. <https://doi.org/10.1111/myc.13137>
- Seaton, R. A., Gibbons, C. L., Cooper, L., Malcolm, W., Mckinney, R., Dundas, S., Griffith, D., Jeffreys, D., Hamilton, K., Choo-kang, B., Brittain, S., Guthrie, D., & Sneddon, J. (2020). *Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID- 19 . The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect , the company ' s public news and information . January.*
- Senok, A., Alfaresi, M., Khansaheb, H., Nassar, R., Hachim, M., Al Suwaidi, H., Almansoori, M., Alqaydi, F., Afaneh, Z., Mohamed, A., Qureshi, S., Ali, A., Alkhajeh, A., & Alsheikh-Ali, A. (2021). Coinfections in patients hospitalized with covid-19: A descriptive study from the United Arab Emirates. *Infection and Drug Resistance* 14, 2289–2296. <https://doi.org/10.2147/IDR.S314029>
- Vaughn, V. M., Gandhi, T. N., Petty, L. A., Patel, P. K., Prescott, H. C., Malani, A. N., Ratz, D., McLaughlin, E., Chopra, V., & Flanders, S. A. (2021). Empiric Antibacterial Therapy and Community-onset Bacterial Coinfection in Patients Hospitalized with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Multi-hospital Cohort Study. *Clinical Infectious Diseases* 72(10), e533–e541. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1239>

- Wang, M., Wu, Q., Xu, W., Qiao, B., Wang, J., Jiang, S., Mei, J., Wu, Z., Deng, Y., Zhou, F., Wu, W., Zhang, Y., Lv, Z., Huang, J., Guo, X., Feng, L., Xia, Z., Li, D., Xu, Z., ... Liu, T. (2020). Clinical diagnosis of 8274 samples with 2019-novel coronavirus in Wuhan. *MedRxiv. The Preprint Server For Health Sciences*. <https://doi.org/10.1101/2020.02.12.20022327>
- Zeshan, B., Karobari, M. I., Afzal, N., Siddiq, A., Basha, S., Basheer, S. N., Peeran, S. W., Mustafa, M., Daud, N. H. A., Ahmed, N., Yean, C. Y., & Noorani, T. Y. (2022). The Usage of Antibiotics by COVID-19 Patients with Comorbidities: The Risk of Increased Antimicrobial Resistance. *Antibiotics* 11(1), 35. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11010035>
- Zhang, G., Hu, C., Luo, L., Fang, F., Chen, Y., Li, J., Peng, Z., & Pan, H. (2020). Clinical features and short-term outcomes of 221 patients with COVID-19 in Wuhan, China. *Journal of Clinical Virology* 127, 104364. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2020.104364>
- Zhou, F., Yu, T., Du, R., Fan, G., Liu, Y., Liu, Z., Xiang, J., Wang, Y., Song, B., Gu, X., Guan, L., Wei, Y., Li, H., Wu, X., Xu, J., Tu, S., Zhang, Y., Chen, H., & Cao, B. (2020). Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *The Lancet* 395(10229), 1054–1062. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30566-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30566-3)
- Zhou, P., Liu, Z., Chen, Y., Xiao, Y., Huang, X., & Fan, X. G. (2020). Bacterial and fungal infections in COVID-19 patients: A matter of concern. *Infection Control & Hospital Epidemiology* 41(9), 1124–1125. <https://doi.org/10.1017/ice.2020.156>
- Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., Li, X., Yang, B., Song, J., Zhao, X., Huang, B., Shi, W., Lu, R., Niu, P., Zhan, F., Ma, X., Wang, D., Xu, W., Wu, G., Gao, G. F., & Tan, W. (2020). A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *New England Journal of Medicine* 382(8), 727–733. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2001017>

2022 TECNOCENCIA CHIHUAHUA.

Esta obra está bajo la Licencia Creative Commons Atribución No Comercial 4.0 Internacional.



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>