

Mtra. María Elena Contreras Garfias
 Directora de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud
 PRESENTE

Por este medio le informo del término del Servicio Social, cuyos datos son los siguientes :

Fecha de Recepción	Día	Mes	Año	Fecha de Aprobación	Día	Mes	Año
--------------------	-----	-----	-----	---------------------	-----	-----	-----

Datos del Alumno

Nombre :	
Matrícula :	Licenciatura :
Domicilio :	
Teléfono :	Celular :
Correo Electrónico :	CURP :

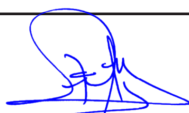
Datos del Proyecto

Nombre del Proyecto :							
Lugar donde se realizó el Servicio Social :							
Dependencia :							
Entidad Federativa :							
Municipio :				Localidad :			
Fecha de Inicio	Día	Mes	Año	Fecha de Término	Día	Mes	Año

PARA SER LLENADO POR LOS ASESORES

Sector: _____ Tipo: _____
 Orientación: _____


FIRMAS



Asesor Interno
 Nombre, firma y No. Económico



Alumno
 Nombre, firma



Asesor Externo
 Nombre, firma y No. Económico



Vo. Bo. de la Comisión
 Nombre y firma de la persona que autoriza

Ciudad de México, a 18 de junio de 2021.

DR. JUAN ESTEBAN BARRANCO FLORIDO
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS,
PRESENTE

Por medio de la presente me permito comunicar a usted que el alumno: **Jesús Enrique Contreras Camarillo** matrícula **2172027862** concluyó el proyecto bibliográfico de Servicio Social titulado "**Análisis de estudios epidemiológicos de COVID-19 en México**", el cual fue realizado del 18 de diciembre de 2020 al 18 de junio de 2021 bajo mi asesoría. Cubriendo un total de 480 horas.

Agradeciendo de antemano su atención a la presente, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE



DRA. INGRID FRICKE GALINDO
Cédula Profesional 11705932

c.c.p. Mtra. María Elena Contreras Garfias, Directora de la División de CBS UAM-X



Ciudad de México., a 18 de junio de 2021.

MTRA. MARÍA ELENA CONTRERAS GARFIAS
DIRECTORA DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
PRESENTE

Por medio de la presente me permito comunicar a usted que el alumno: **Jesus Enrique Contreras Camarillo** con matrícula: 2172027862 concluyó el proyecto de Servicio Social titulado: “Análisis de estudios epidemiológicos de COVID-19 en México”. Qué se realizó de forma remota del 18 de diciembre del 2020 al 18 de junio del 2021 bajo mi asesoría cubriendo un total de 480 horas.

ATENTAMENTE



Dra. María Angélica Gutiérrez Nava
Profesor Investigador Titular
No. Económico 34568



Casa abierta al tiempo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

LICENCIATURA EN QUÍMICA FARMACÉUTICA BIOLÓGICA

Proyecto

“Análisis de estudios epidemiológicos de COVID-19 en México”

Proyecto genérico correspondiente:

Aspectos sociosanitarios, políticos y legales de la práctica profesional del Q.F.B.

Etapa:

Estudios poblacionales, efectividad y seguridad de medicamentos

Por:

Jesús Enrique Contreras Camarillo

Vo. Bo. de las asesoras respecto a los contenidos académicos

Asesora interna

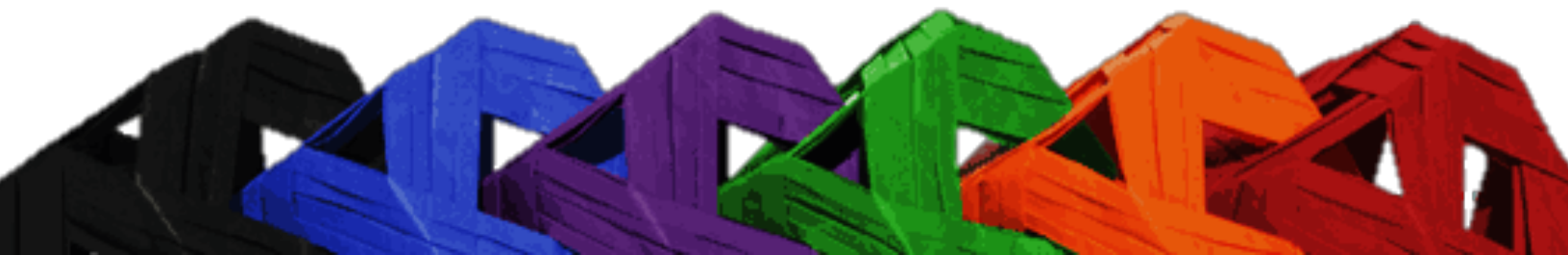
Dra. María Angélica Gutiérrez Nava

No. económico: 34586

Asesora externa

Dra. Ingrid Fricke Galindo

No. de cédula profesional: 11705932





Índice

1. Resumen	2
2. Marco teórico.....	4
2.1. Epidemiología	4
2.2 Virus.....	8
2.2.1 Coronavirus.....	9
2.2.1.1 SARS-CoV-2.....	10
3. Planteamiento del problema.....	18
4. Justificación.....	19
5. Objetivos	20
5.1 General	20
5.2 Específicos.....	20
6. Metodología.....	21
7. Resultados y Discusión	22
7.1 Datos y estudios epidemiológicos en México	22
7.2 Comparación de la situación epidemiológica en México con la de otros países de América Latina y el mundo.	31
8. Conclusión.....	34
9. Referencias	35

1. Resumen

A finales de 2019 se detectaron e informaron varios casos de neumonía atípica de etiología desconocida en Wuhan, provincia de Hubei, China. Posteriormente se identificó como agente causal al nuevo coronavirus, SARS-CoV-2, anunciado oficialmente el 7 de enero de 2020. El 11 de febrero de 2020 la OMS anunció que la enfermedad causada por el SARS-CoV-2 recibiría el nombre de COVID-19 y la declara pandemia global. En México el 30 de marzo de 2020 se publicó en el DOF el acuerdo por el cual se declara la emergencia sanitaria por causas de fuerza mayor debido a la epidemia generada por el SARS-CoV-2 causante de la COVID-19.

La pandemia por COVID-19 ha tenido un impacto social y económica de gran relevancia para el mundo y para México, por lo que conocer la epidemiología de la enfermedad resulta de gran utilidad para la toma de decisiones en salud y el diseño de estudios de investigación en población mexicana. Para describir el comportamiento de este virus en la población mexicana se analizaron estudios epidemiológicos que describen factores que influyen en la mortalidad y letalidad por la COVID-19, realizando una búsqueda del 12 de diciembre de 2020 al 24 de mayo de 2021 en bases de datos como: American Society For Microbiology (ASFM); Nature; The Lancet; Microbiology society; SciELO México; ELSEVIER-Science Direct Freedom Collection; PubMed; Coronavirus.gob.mx/.

Se encontró que México se encuentra entre los países más afectados en la pandemia, ya que se encuentra como el país que presenta la letalidad más alta. Los sectores que se han reportado como los más afectados son la población masculina, adultos mayores principalmente de 45 años en adelante, poblaciones con comorbilidades que favorecen la severidad de la enfermedad, siendo este último un factor importante ya que al menos el 40% de la población mexicana padece síndrome metabólico. Asimismo, otro factor que se observa como determinante en el pronóstico de COVID-19 en México es la limitante de acceso a servicios médicos adecuado y de manera oportuna, en especial para las poblaciones marginadas que se reportan como las más afectadas por falta de atención. Es importante analizar datos epidemiológicos y demográficos para entender el comportamiento de la pandemia en México y

establecer políticas públicas adecuadas para responder a la emergencia sanitaria, tomando en cuenta aspectos no solo biológicos, sino también económicos, sociales y culturales, que influyen en esta sindemia.

2. Marco teórico

2.1. Epidemiología

Para comprender la importancia y aplicaciones de los estudios epidemiológicos debemos entender qué es la epidemiología, la cual se define como *“el estudio de la distribución y los determinantes de estados o eventos (en particular de enfermedades) relacionados con la salud y la aplicación de esos estudios al control de enfermedades y otros problemas de salud”*.¹

Así mismo y de una forma más amplia, el doctor en epidemiología Naomar Almeida Filho, define la epidemiología como *“una ciencia que estudia el proceso salud-enfermedad en la sociedad analizando la distribución poblacional y los factores determinantes del riesgo de enfermedades, lesiones y eventos asociados a la salud, proponiendo medidas específicas de prevención, control o erradicación de enfermedades, daños o problemas de salud y de protección, promoción o recuperación de la salud individual y colectiva, produciendo información y conocimiento para apoyar la toma de decisiones en la planificación, administración y evaluación de sistemas, programas, servicios y acciones de salud”*.²

La epidemiología nos ayuda a describir y analizar la salud colectiva para proporcionar información sobre las causas de los problemas de salud que aquejan a la población, y en consecuencia evaluar y proponer políticas públicas de salud, además de seguir líneas de investigación pertinentes que generen información útil para la solución de dichos problemas de salud.

La información que se puede obtener dependerá del tipo de estudio epidemiológico a realizar. Los tipos de estudio pueden clasificarse según los siguientes criterios:³

- **Finalidad:** Un estudio se puede considerar analítico cuando se evalúa una posible relación causal entre un factor y un efecto, respuesta o resultado. El estudio descriptivo, se considera cuando no se busca evaluar alguna causa-efecto, sino que solo se busca describir en base a sus datos.

- **Secuencia temporal:** Los estudios transversales pueden ser considerados estudios descriptivos, los datos obtenidos de dichos estudios de cada sujeto representan esencialmente un momento del tiempo, que pueden corresponder a la presencia, ausencia o diferentes grados de una característica o enfermedad. Los estudios longitudinales son aquellos en los que existe un lapso de tiempo entre las distintas variables que se evalúan, de forma que puede establecerse una secuencia temporal entre ellas. Pueden ser tanto descriptivos como analíticos.
- **Asignación de los factores de estudio:** Se consideran experimentales los estudios en los que el equipo investigador asigna el factor de estudio y lo controla, según un plan preestablecido. En general estos estudios se centran en una relación causa-efecto y evalúan el efecto de intervenciones preventivas o terapéuticas. Los estudios observacionales no controlan el factor de estudio, se limita a observar, medir y analizar determinadas variables en los sujetos.
- **Inicio del estudio en relación con la cronología de los hechos:** Los estudios prospectivos son aquellos cuyo inicio es anterior a los hechos estudiados, por ello los datos se obtienen a medida que van sucediendo. Se consideran retrospectivos los estudios cuyo diseño es posterior a los hechos estudiados de modo que los datos se obtienen de archivos o registros. Cuando existe una combinación de ambas situaciones, los estudios se clasifican como ambispectivos.

En el siguiente diagrama (Figura 1) se muestra un algoritmo para la clasificación según el factor de estudio y así facilitar la identificación del tipo de investigación a realizar.

Como ya se mencionó, la epidemiología y los diferentes tipos de estudio nos ayudan a obtener información sobre factores que propicien enfermedades y el comportamiento de las mismas en la población. En este sentido la epidemiología describe el comportamiento y las características de determinados procesos que afectan la salud dentro de una población como lo es un brote, endemia, epidemia y una pandemia.

Un brote se caracteriza por la ocurrencia de dos o más casos similares, los cuales se encuentran epidemiológicamente relacionados; por su parte una endemia es la presencia constante de casos de una enfermedad o agente infeccioso en poblaciones dentro de un área geográfica y tiempo determinado; una epidemia se caracteriza por el aumento en el número de casos de una enfermedad en un lugar y periodo de tiempo determinado; y por último, una pandemia es el escalamiento de una epidemia, es decir, la incidencia de casos de una enfermedad en diferentes países y/o continentes.⁴

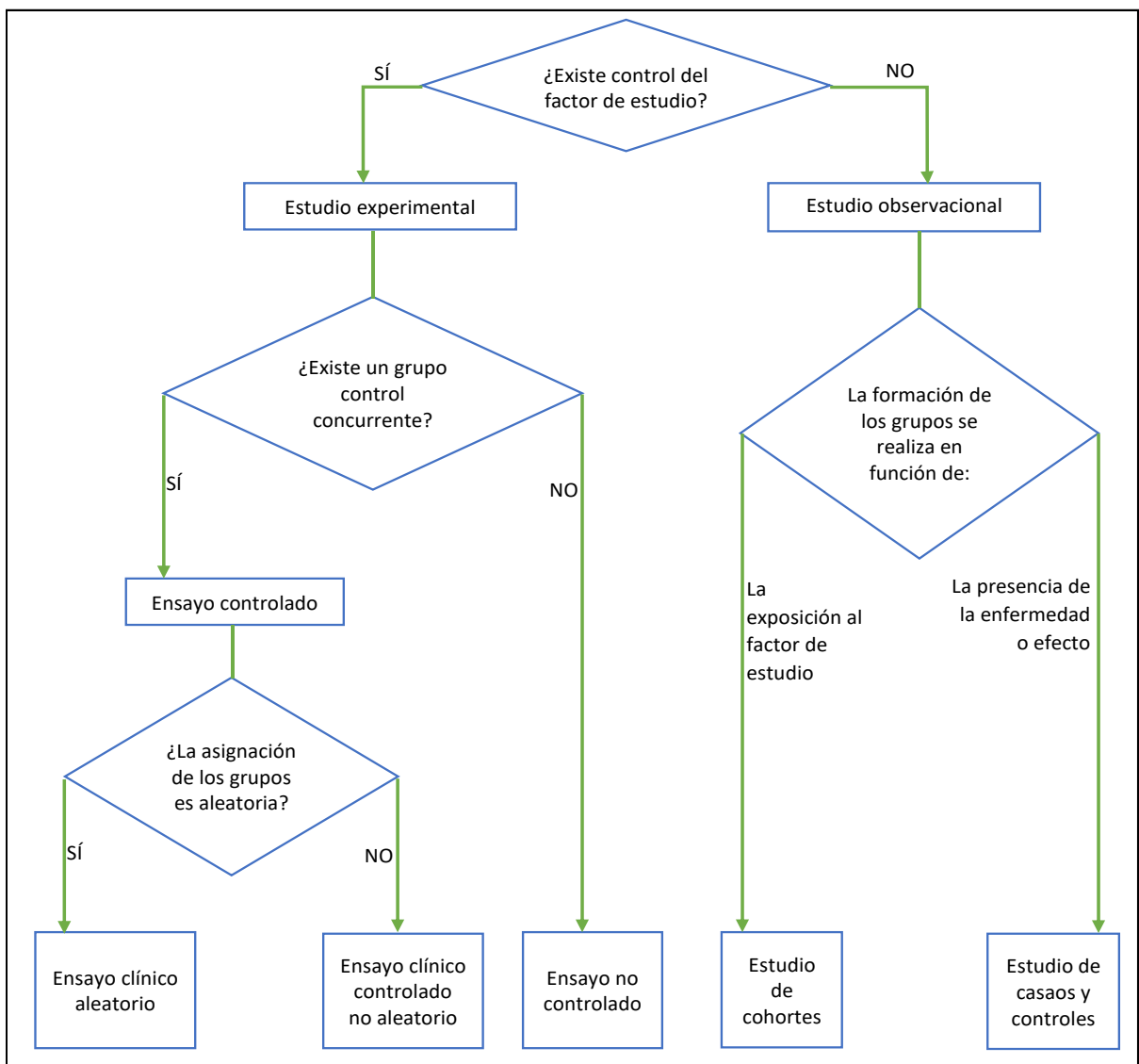


Figura 1. Diagrama para la identificación del tipo de estudio epidemiológico. Adaptada de: *Clasificación de los tipos de estudio - métodos de investigación clínica y epidemiológica* [Libro electrónico]. Argimon, J. (2019). En J. Jiménez (Ed.), *Métodos de investigación clínica y epidemiológica* (5.ª ed., pp. 27-31). Elsevier España. <https://bidi.uam.mx:4442/student/content/toc/3-s2.0-C20150020111>.

Con ayuda de los estudios epidemiológicos se pueden establecer políticas públicas para la contención de un brote y evitar que este escale a proporciones mayores, o ayudar a transitar de una epidemia o pandemia a una endemia como el caso de la influenza AH1N1. Esto contribuye a garantizar la salud de la población, apoyando a su vez a la obtención de información como incidencia, prevalencia, mortalidad, letalidad, comorbilidades, poblaciones de riesgo entre otros parámetros, con el fin de realizar investigaciones científicas que aporten datos o avances en la solución del problema.

En la crisis actual existen índices que nos ayudan a describir el comportamiento de la pandemia como lo son la mortalidad, letalidad, severidad, exceso de mortalidad y número reproductivo básico.

El R_0 o Número Reproductivo Básico, puede ser calculado mediante el modelo SIR descrito por la expresión $N=S+I+R$, donde la población total (N) es igual a la población susceptible (S), más la población infectada (I), más la población recuperada (R), este modelo establece que ante un nuevo virus toda la población es susceptible y pasaran a ser infectado y recuperados, adicionalmente se deben considerar dos parámetros adicionales, la tasa de transmisión (β) y la tasa de recuperación (γ), por lo tanto β determinará el número de infectados y el número de recuperados será determinado por γ , a su vez el R_0 será igual a β/γ , este parámetro teórico nos permite obtener información sobre la velocidad a la cual se propaga una enfermedad en determinadas poblaciones, esto es que a mayor R_0 se tiene una mayor propagación del patógeno⁵. Por ejemplo, si se estima un valor de $R_0=3$, se puede concluir que un individuo potencialmente podría infectar a 3 individuos más. Con este tipo de estimaciones se pueden establecer acciones o medidas profilácticas adecuadas para cortar cadenas de contagio como el distanciamiento social y el aislamiento de individuos infectados.

El concepto de mortalidad se emplea para expresar la magnitud con la que se presentan las muertes en una población y tiempo determinado, esta puede ser clasificada en general y específica:

- a) La mortalidad general expresa el volumen de muertes por todas las causas de enfermedad, tomando en cuenta todos los grupos de edad y sexo en una población específica.
- b) La mortalidad específica es empleada cuando existe evidencia que indique una variación de la mortalidad según distintos subgrupos poblacionales como edad, sexo, causa específica, etcétera.

La letalidad ayuda a determinar la gravedad de una enfermedad en la población, es decir, la proporción de casos mortales debidos a una enfermedad en un periodo específico. Este parámetro es calculado tomando en cuenta la población infectada y la proporción de esta que muere en un tiempo determinado. Por otra parte, el exceso de mortalidad es un término empleado para hacer referencia al número de muertes que se encuentran por encima de valores estimados según datos de años anteriores. Se estima mediante un cálculo matemático que mide la diferencia entre las defunciones observadas durante la existencia de una enfermedad que aqueja a comunidades y la mediana de las defunciones ocasionadas por todas las causas en años anteriores.⁷

En la actualidad el mundo atraviesa por una crisis de salud ocasionada por un virus nuevo causante del síndrome respiratorio agudo severo, con una alta transmisión entre la población. A continuación, se presenta un panorama general del virus.

2.2 Virus

Un virus es una partícula de código genético (ADN o ARN), encapsulada en una vesícula de proteínas. Los virus no se pueden replicar por sí solos, requieren de células a las cuales infectan y usan sus componentes para generar copias de su código genético. En este proceso la célula huésped infectada es dañada o muere.⁸

Existen diferentes tipos de virus que pueden ser clasificados según su material genético. Para ello puede ser empleada la clasificación de Baltimore, este sistema se basa en el ácido nucleico contenido en los virus y su mecanismo de replicación; estableciendo así siete clases en las que pueden agruparse distintos virus.⁹

- **Clase I:** Virus de DNA bicatenario (dsDNA); estos virus pueden realizar su ciclo de replicación viral de la misma forma en la que se realiza en una célula, en esta clase podemos encontrar los Herpesvirus, Poxvirus (el más conocido es la viruela).
- **Clase II:** Virus de DNA monocatenario (ssDNA); se caracterizan por emplear la maquinaria genética del huésped para generar mRNA y replicar el genoma vírico. Ejemplo de estos virus son la anemia de pollo y el Parvovirus.
- **Clase III:** Virus de RNA bicatenario (dsRNA); realizan su transcripción y formación del genoma vírico mediante la cadena de RNA para ser encapsulados, como el Reovirus.
- **Clase IV:** Virus de RNA monocatenario de sentido positivo (ssRNA+); estos virus no requieren de conversiones para generar las proteínas virales, dentro de esta clase tenemos los Poliovirus y los Coronavirus.
- **Clase V:** Virus de RNA monocatenario de sentido negativo (ssRNA-); poseen una RNA polimerasa dependiente de RNA de una cadena, así dentro de la célula infectada forma el RNA complementario a su genoma y que actúa como mRNA, ejemplo de estos virus es el Rabdovirus.
- **Clase VI:** Virus de RNA de transcripción inversa; emplean una transcriptasa inversa que pasa del RNA a DNA para formar mRNA y las proteínas virales, también son conocidos como retrovirus y como ejemplo tenemos al virus de inmunodeficiencia humana (VIH).
- **Clase VII:** Virus de DNA de transcripción inversa; liberan el genoma vírico en el interior de la célula, se insertan en el genoma celular y generan las proteínas virales, entre ellas la enzima retro-transcriptasa, en esta clase encontramos al Hepadnavirus.

2.2.1 Coronavirus

Los coronavirus (CoV) representan un grupo de virus que poseen un ARN monocatenario de sentido positivo, pertenecientes a la Clase IV de la clasificación de Baltimore, son virus causantes de enfermedades respiratorias, entéricas, hepáticas y neurológicas de diversa gravedad en una amplia gama de especies, incluidos los

humanos. A su vez, los coronavirus se subdividen en cuatro géneros: Alfacoronavirus, Betacoronavirus (β CoV), Gammacoronavirus y Deltacoronavirus.

En los últimos 12 años, han surgido dos nuevos β CoV, como lo son el síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV) y el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS-CoV).¹⁰ Estos virus pueden causar enfermedades humanas graves y debido a la falta de un tratamiento farmacológico eficaz y las elevadas tasas de morbilidad y mortalidad asociadas de estos dos CoV, así como su potencial para causar epidemias al ser un virus de transmisión a través de secreciones, es necesario realizar estudios epidemiológicos y la búsqueda de alternativas farmacológicas para el tratamiento de infecciones por CoV o inmunizaciones.

En general las características clínicas que se presentan tras la infección por los coronavirus van desde una enfermedad respiratoria leve hasta una enfermedad respiratoria aguda grave. Se pueden desarrollar dificultad e insuficiencia respiratoria, neumonía, fiebre, tos, disnea e infiltrados bilaterales en las imágenes de tórax. Asimismo, el cuadro clínico presente en estas enfermedades puede verse agravado por sistemas inmunológicos comprometidos debido a la presencia de comorbilidades en los pacientes.¹¹

2.2.1.1 SARS-CoV-2

A finales de 2019 se detectaron e informaron varios casos de neumonía atípica de etiología desconocida, inicialmente en Wuhan, provincia de Hubei, China. Poco tiempo después, el Centro Chino para el Control y Prevención de Enfermedades identificó como agente causal al nuevo coronavirus, SARS-CoV-2, de una muestra de hisopo de la garganta de un paciente y lo anunció oficialmente el 7 de enero de 2020. El virus se propagó rápidamente a más de 150 países, dando origen a la pandemia que aqueja actualmente a la población mundial y generando un grave problema de salud pública.¹² El 11 de febrero de 2020 la OMS anunció que la enfermedad causada por el SARS-CoV-2 recibiría el nombre de COVID-19.¹³

Se ha documentado un origen zoonótico del brote, a través de procesos de selección natural entre especies silvestres y el ser humano. El SARS-CoV-2 es el

séptimo coronavirus conocido con la capacidad de infectar a humanos. Se considera que biológicamente, es altamente probable que un virus se adapte al humano, como resultado de eventos genéticos en el huésped animal donde es preparado para colonizar células humanas; posteriormente ocurren ciertos procesos en el humano que optimizan la capacidad de transmisión e infección de este virus entre la especie humana.¹⁴

Las teorías respecto al origen del SARS-CoV-2 conducen a los murciélagos *Rhinolophus affinis* encontrados en el mercado de Huanan en Wuhan. En ellos se presenta el SARS-CoV que es un 96% idéntico al SARS-CoV-2. Por otra parte, los pangolines malayos *Manis javanica* son importados ilegalmente a la provincia de Guangdong, y se ha informado que esta especie presenta un SARS-CoV similar al causante de COVID-19. Los estudios demuestran que existe una gran similitud entre los coronavirus encontrados en estos animales y que el SARS-CoV-2 presenta una mayor similitud con el encontrado en murciélagos. De esta manera, se ha planteado que el virus mutó en los huéspedes debido a errores en la replicación del virus, y esta mutación le confirió la posibilidad de reconocer y unirse a la enzima convertidora de la angiotensina 2 (ACE2) humana, bajo un proceso conocido como zoonosis, propagándose en la población de persona a persona, hasta producir un grupo de casos lo suficientemente grande como para dar origen a la pandemia ocasionada por el SARS-CoV-2.¹⁵

Para comprender la razón por la que el nuevo patógeno desencadenó la contingencia de salud actual es importante entender cómo se transmite este virus. En algunos estudios se ha reportado la transmisión por contacto o gotículas, aerosoles y fómites.

El virus puede transmitirse por un contacto directo o indirecto a través de secreciones dentro de las que se incluyen aquellas provenientes del tracto respiratorio (saliva, secreciones nasales o gotículas respiratorias), estas pueden ser expulsadas al exterior por personas infectadas al hablar, toser o estornudar formando gotas de secreciones que pueden ser no detectadas a simple vista y poseer un diámetro de entre 5 a 10 μm ; una vez en el exterior pueden recorrer entre 1 y 2 metros

depositándose al caer por gravedad en superficies (fómites) o personas. Al depositarse en personas ya sea por la expulsión de partículas o por contacto directo (saludo, saliva) las secreciones deben entrar en contacto con el tracto respiratorio para generar la infección.¹⁶ Los fómites son objetos o superficies contaminados en los cuales el virus puede subsistir siempre y cuando las condiciones del ambiente sean favorables en términos de humedad y temperatura, a pesar de ello se ha establecido que la principal forma de transmisión de COVID-19 es a través de contacto directo o gotículas.¹⁷

Otra forma de transmisión puede ser a través de la formación de aerosoles, estos son núcleos goticulares de diámetro menor a 5 μm , capaces de propagar agentes infecciosos, los cuales pueden generarse a través de estornudos o tos violenta. Estas partículas pueden subsistir bajo condiciones adecuadas de humedad y temperatura, en ambientes con elevadas temperaturas y baja humedad pueden desecarse, pero si estas no se desecan tienen la posibilidad de ingresar de forma directa a las vías respiratorias y depositarse en los bronquiolos respiratorios.¹⁸ Se muestra un diagrama (Figura 2), donde se puede observar el tamaño de los diversos componentes de las vías respiratorias evidenciando en qué zonas se pueden depositar las secreciones expulsadas.¹⁹

Este virus posee una alta capacidad de transmisión entre la población lo que ha generado una alta morbilidad y mortalidad. Se ha estimado un R_0 (número de reproducción básico) promedio de 3.38 ± 1.40 , con un rango de entre 1.90 a 6.49;²⁰ cifra que indica que en promedio un individuo infectado potencialmente transmitiría el virus a 3.38 personas. Esta evidencia justifica la utilidad del distanciamiento social para romper las cadenas de contagio.

El ingreso del virus a la célula huésped para que este inicie el ciclo viral (Figura 3) se logra mediante la unión de la proteína S presente en la superficie del SARS-CoV-2 al receptor *ACE2*, el cual se expresa en células del tracto respiratorio bajo, corazón, riñón, estómago, vejiga, esófago e intestino. No obstante, la mayor expresión de estos receptores se encuentra en las células alveolares del pulmón y en la cavidad oral. La proteína S posee dos subunidades (S1 y S2), la S1 interacciona con los receptores de *ACE2* y la S2 determina la fusión de la membrana del virus con la de la célula huésped.

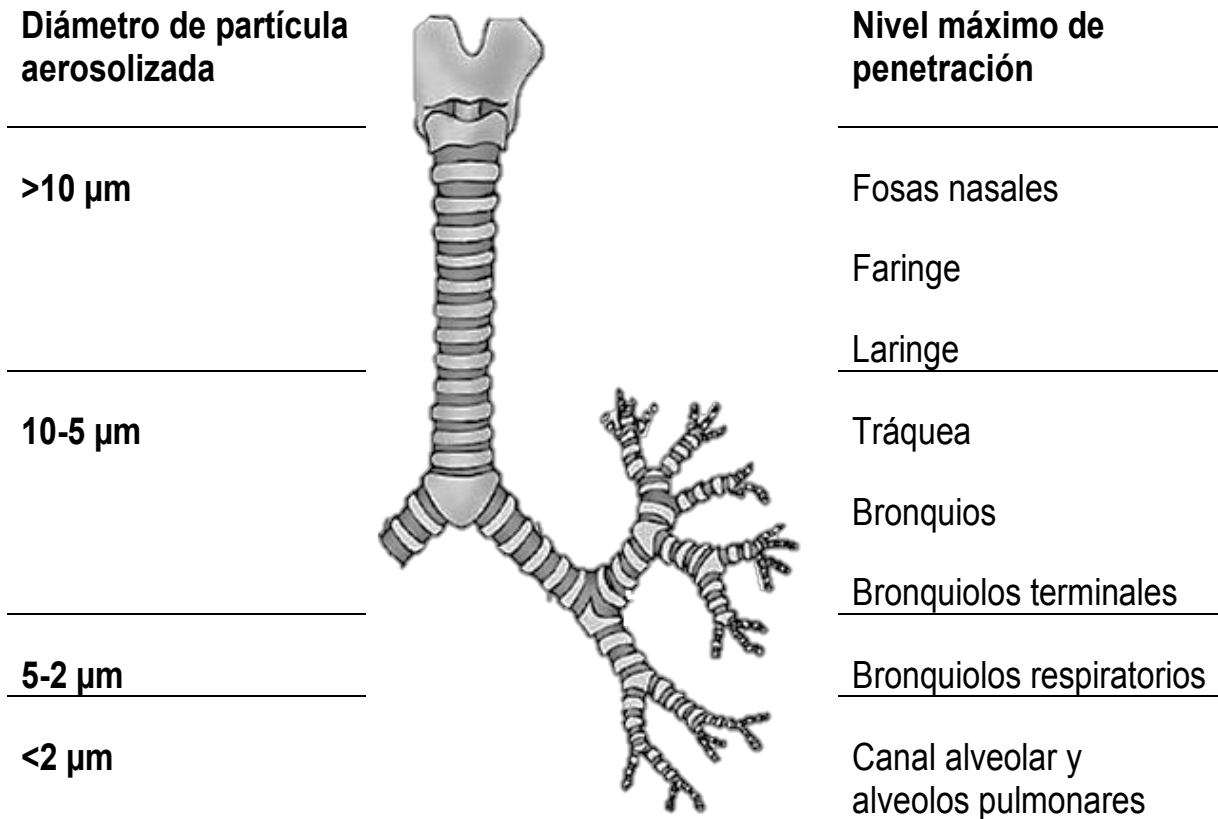


Figura 2. Depósito de las partículas en el sistema respiratorio según su tamaño. Adaptado de Aerosoles farmacéuticos. En Tecnología Farmacéutica, Formas Farmacéuticas Vila Jato, J. L. (2001). (Vol. 2, p. 276). Editorial SINTESIS.

El virión ingresa vía endocitosis liberándose el RNA genómico al citoplasma iniciando la traducción en las poliproteínas pp1a y pp1ab que sufrirán proteólisis enzimática para generar las 16 proteínas no estructurales del complejo replicasa transcriptasa (RTC). El complejo RTC, replica y sintetiza un conjunto de RNA guía que codifican para la producción de las proteínas estructurales principales S, M, E, N y las proteínas accesorias (Figura 4). Todas estas proteínas, junto con la nucleocápside, se introducen en el complejo de Golgi para formar las nuevas partículas víricas y así, finalmente, ser liberadas de la célula infectada e infectar toda célula posible.²¹

Una vez iniciado el ciclo de replicación viral, es evidente que se ha superado la primera respuesta del sistema inmunológico innato (barreras físicas), por lo que la siguiente respuesta es la activación de monocitos, macrófagos o células endoteliales. Los coronavirus infectan de forma primaria a macrófagos; tras verse infectados, realizan la presentación de antígenos a las células T.²¹

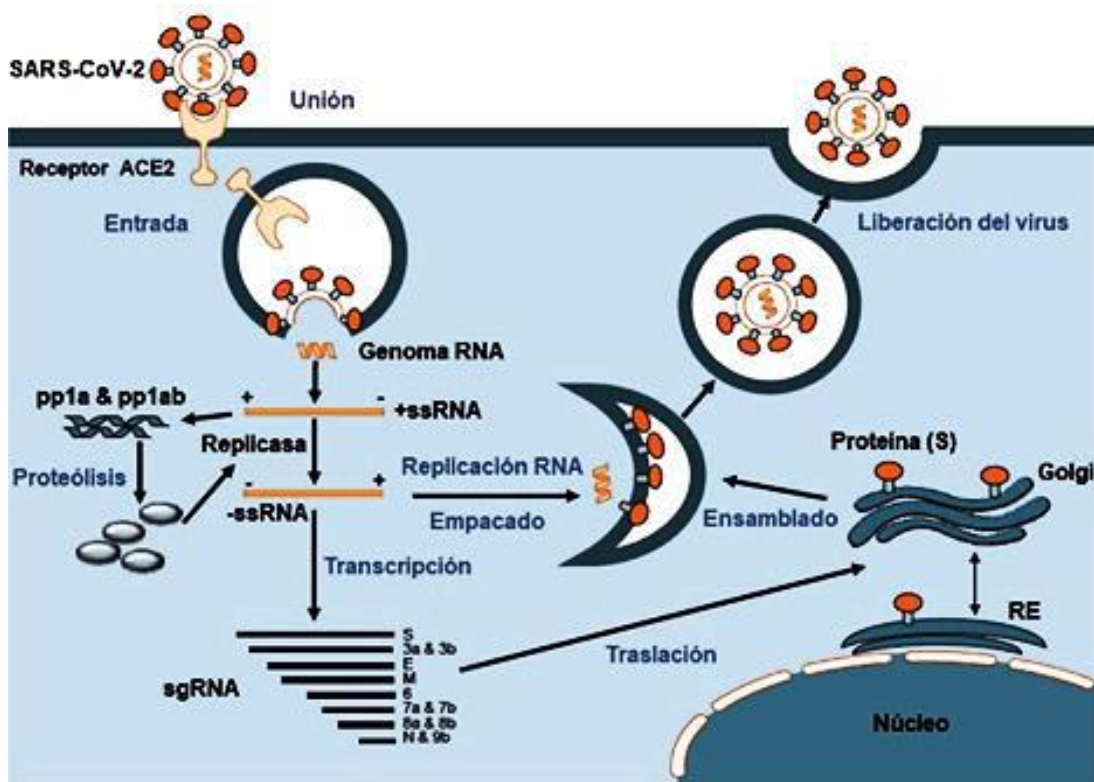


Figura 3. Ciclo de replicación del virus SARS-CoV-2. Tomado de: *Bases Genéticas y Moleculares del COVID-19 (SARS-CoV-2). Mecanismos de Patogénesis y de Respuesta Inmune.* Pastrian-Soto, G. (2020). *International journal of odontostomatology*, 14(3), 331-337. <https://doi.org/10.4067/s0718-381x2020000300331>

Este proceso, en el que se añade la presencia de patrones asociados a patógenos (PAMP) derivados de virus, conduce a la activación y diferenciación de células T, y a la producción de citocinas asociadas con diferentes subconjuntos de células T. Como ya se mencionó la infección viral induce la producción de citocinas como los IFN tipo 1 que optimizan la liberación de proteínas antivirales, promueven la fagocitosis por macrófagos y facilitan la protección de células no infectadas; este mecanismo de señalización es interferido por las proteínas accesorias del virus.²²

Dicha interferencia facilita la persistencia viral y genera un efecto negativo en células NK. Además de la nula respuesta inmunitaria se producen de forma inadecuada citocinas proinflamatorias como IL-1, IL-6, IL-8, IL-21, TNF- β y proteínas quimio atrayentes de linfocitos y monocitos. El aumento y activación persistente de estas células genera una respuesta hiper-inflamatoria la cual deriva en daño pulmonar, incluida la neumonía y/o el síndrome de dificultad respiratoria aguda.²³

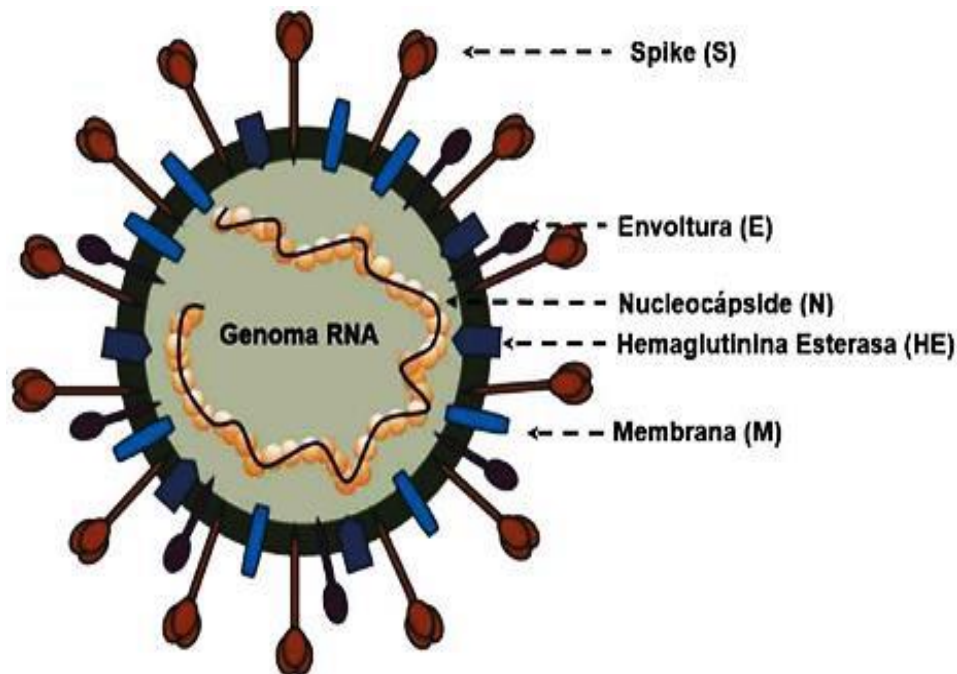


Figura 4. Estructura y principales proteínas que componen al SARS-CoV-2. Tomado de: Bases Genéticas y Moleculares del COVID-19 (SARS-CoV-2). Mecanismos de Patogénesis y de Respuesta Inmune. Pastrian-Soto, G. (2020). *International journal of odontostomatology*, 14(3), 331-337. <https://doi.org/10.4067/s0718-381x2020000300331>

En la situación actual es importante conocer como avanza a través del tiempo la infección por este virus en el organismo humano, y así evidenciar la importancia del uso de cubrebocas y distanciamiento social. Según revisiones sistemáticas y metaanálisis se ha informado que en pacientes infectados por SARS-CoV-2, el virus puede ser eliminado del organismo hasta en 83 días. Las cargas virales máximas se han observado durante la primera semana después de presentar síntomas; no se ha aislado ningún virus viable después del día 9 de síntomas, pero sí cargas altas de ARN viral, lo cual destaca la importancia del aislamiento de pacientes con COVID-19 desde los primeros días de contagio o sospecha de contagio por asociación epidemiológica.²⁴

Aunque la enfermedad presenta una alta variabilidad clínica, se ha reportado que en general los pacientes desarrollan síntomas dentro de los primeros 5 a 6 días después de la infección (Figura 5), es decir, durante el periodo de incubación. A partir de ese momento el SARS-CoV-2 puede inducir en el organismo una variedad de manifestaciones clínicas que van desde una infección leve o crítica que se encuentra acompañada de una alta mortalidad. En las formas leves de la enfermedad, la respuesta inmunológica es capaz de controlar la infección; mientras que en la

enfermedad grave la respuesta inmunológica excesiva induce daño en los órganos que expresan receptores de ACE2, principalmente aquellos que expresan un mayor título de ellos como los pulmones, por lo que se requiere el ingreso a unidades de cuidados intensivos (UCI) o el resultado puede ser fatal.

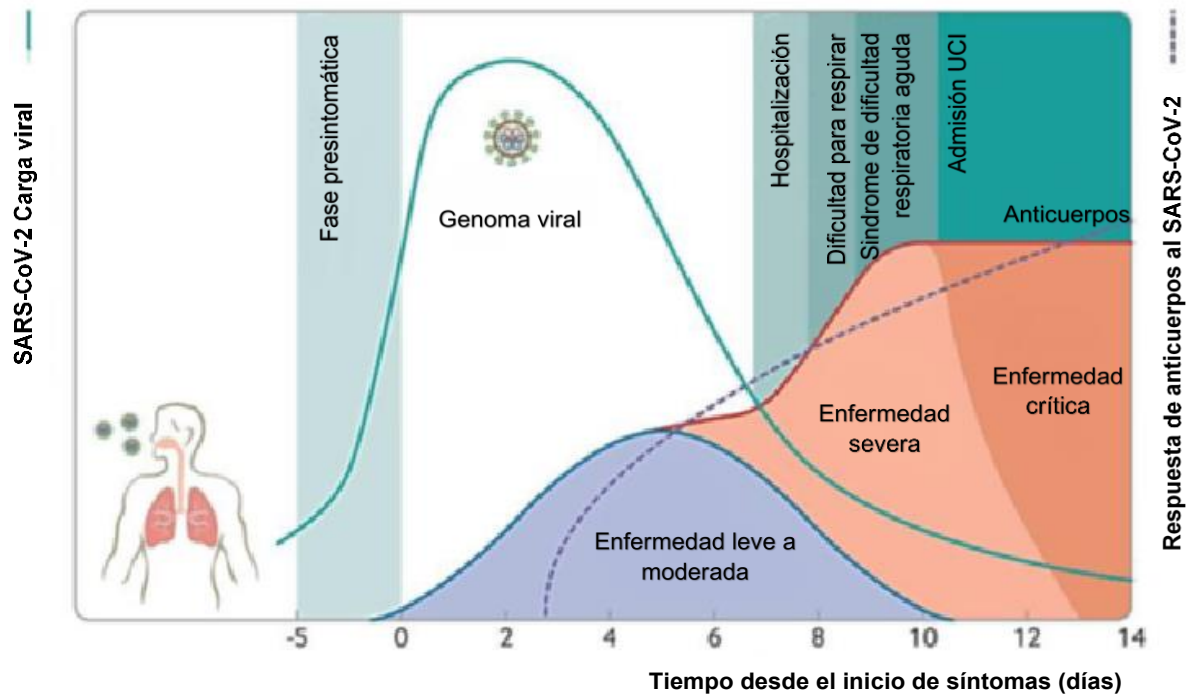


Figura 5. Dinámica de la carga viral por SARS-CoV-2. Adaptado de: *Virology, transmission, and pathogenesis of SARS-CoV-2.* Cevik, M., Kuppalli, K., Kindrachuk, J., & Peiris, M. (2020). *BMJ*, m3862. <https://doi.org/10.1136/bmj.m3862>

Como ya se describió, se presenta una primera fase de respuesta viral a la infección seguida de una respuesta hiper-inflamatoria, en las que clínicamente predominan las afecciones respiratorias. De acuerdo a la severidad de los pacientes, estos pueden ser clasificados en tres grupos:²⁵

- Casos asintomáticos o leves (80% de pacientes), generalmente presentan tos, fiebre y malestar general que se pueden manejar de forma ambulatoria.
- Casos graves (15%), que requerirán oxigenoterapia e ingreso hospitalario.
- Casos críticos (5%), que requerirán ingreso en las UCI y el uso de ventilación auxiliar mecánica.

Otra forma útil para clasificar a los pacientes y determinar el estadio del proceso patológico es la aplicación de pruebas clínicas (Tabla 1) por PCR para identificar la

presencia o ausencia del virus o por test serológicos para cuantificar y determinar la presencia de inmunoglobulinas, como se puede observar las pruebas positivas (+) o negativas (-) representan la presencia o ausencia de RNA o inmunoglobulinas, se muestra como el RNA viral puede ser detectado desde etapas tempranas y como disminuye con el avance del proceso patológico y a su vez se puede observar la aparición de Inmunoglobulinas como la IgM como consecuencia de una etapa aguda de la infección, posteriormente se inicia la producción de la IgG que aumenta su presencia al final del proceso infeccioso. Adicionalmente se muestra la detección de antígenos, específicamente de la proteína S, pero como se puede observar es una prueba poco sensible y que no es muy útil para la identificación del virus en la población.

Tabla 1. Pruebas clínicas empleadas en la detección de SARS-CoV-2 y la interpretación de los resultados.

PCR	Ag	IgM	IgG	Interpretación
+	-	-	-	Fase presintomática
+	+/-	+/-	+/-	Fase inicial (aprox. 1-7 días)
+/-	-	+	+/-	2ª fase (8-14 días)
+/-	-	++	++	3ª fase > 15 días
-	-	+/-	++	Infección pasada (inmune)

Tomado de: Pandemia del SARS-CoV-2 y reproducción asistida. Clínica e Investigación en Ginecología y Obstetricia. Borrás, A., Guimerà, M., Barral, Y., Agustí, I., & Manau Trullàs, M. D. (2020)., 47(3), 96-105. <https://doi.org/10.1016/j.gine.2020.06.004>

Existen múltiples factores de riesgo asociados con COVID-19 para la población que pueden influir en el proceso patológico, tanto en la severidad de la enfermedad como en la mortalidad. Un ejemplo de ello es el género, ya que se ha reportado que la población masculina tiene una tasa más alta de infección por SARS-CoV-2; asimismo la edad y comorbilidades preexistentes se han asociado con una mayor mortalidad en población adulta.²⁶ Todos estos factores contribuyen al comportamiento epidemiológico de la COVID-19, el cual puede presentarse distinto de acuerdo a la población en estudio. Asimismo, se ha reportado en diferentes estudios, que las comorbilidades como la diabetes, hipertensión y obesidad favorecen el desarrollo de COVID-19 grave y a su vez se ha observado que tanto la mortalidad como la letalidad se ven afectadas no solo por cuestiones biológicas si no sociales, económicas, demográficas y culturales; por lo que es apropiado llamar a esta pandemia sindemia, un fenómeno biológico que involucra cuestiones socioeconómicas.²⁷

3. Planteamiento del problema

El mundo se encuentra afectado por el nuevo virus SARS-CoV-2 que ha ocasionado una pandemia que afecta a diferentes países, en grados distintos; se ha observado que en determinadas naciones la pandemia ha producido un mayor impacto en su población. En el caso de México se tiene un alto número de enfermedades crónicas no transmisibles que se encuentran asociadas a la severidad y letalidad de la enfermedad COVID-19. Por lo que se requiere del análisis de los diferentes estudios epidemiológicos para entender el comportamiento de la pandemia en México y ofrecer información para el control del actual problema de salud pública ocasionado por el nuevo coronavirus.

4. Justificación

El nuevo coronavirus ha generado un problema de salud pública a nivel mundial, provocando que cada país realice estudios epidemiológicos para comprender el comportamiento del virus en una población en específico. El análisis de estudios epidemiológicos permite establecer relaciones entre las características de una población y una enfermedad específica, considerando aspectos de salud presentes en la población, características biológicas y zonas geográficas que contribuyan a una modificación en el comportamiento de la enfermedad, como las comorbilidades crónicas que pueden generar un aumento en parámetros como la mortalidad y letalidad. Por ello es importante analizar los diferentes estudios epidemiológicos en diferentes países realizando un análisis profundo que explique la situación actual en México o se identifiquen posibles áreas de oportunidad que permitan el control de la pandemia, identificación de grupos y zonas vulnerables, además de ofrecer posibles líneas de investigación para la obtención de tratamientos farmacológicos que combatan el virus ya sea a través de un medio preventivo como lo son las vacunas o un medio terapéutico como los antivirales.

5. Objetivos

5.1 General

- Describir y analizar los estudios epidemiológicos de COVID-19 que se han reportado para la población mexicana.

5.2 Específicos

- Analizar los datos epidemiológicos reportados en México sobre el SARS-CoV-2 y los reportados por otros países afectados por el virus.
- Comparar los diferentes datos obtenidos en la revisión bibliográfica para determinar si existen diferencias entre ellos.
- Identificar el posible impacto de datos epidemiológicos diferentes en la situación actual de la pandemia en México.

6. Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica para la obtención de datos epidemiológicos sobre el virus SARS-CoV-2 en distintos países incluido México. Se realizó la búsqueda del 12 de diciembre de 2020 al 24 de mayo de 2021 en bases de datos como: American Society For Microbiology (ASFM); Nature; The Lancet; Microbiology society; SciELO México; ELSEVIER-Science Direct Freedom Collection; PubMed; Coronavirus.gob.mx/. Los datos epidemiológicos obtenidos fueron descritos, resumidos y comparados con lo reportado en la literatura científica para otros países del mundo y América Latina.

7. Resultados y Discusión

7.1 Datos y estudios epidemiológicos en México

En el transcurso de la revisión bibliográfica, se identificaron 36 artículos en las diferentes bases de datos; después de leer los títulos y resúmenes tres de los artículos fueron descartados al encontrarse duplicados en las bases de datos empleadas y dos no se encontraban con acceso libre por lo cual fueron excluidos. Finalmente, al analizar el contenido de los artículos y determinar si estos ayudarían a cumplir los objetivos de este trabajo se decidió aceptar 14 artículos (Figura 6).

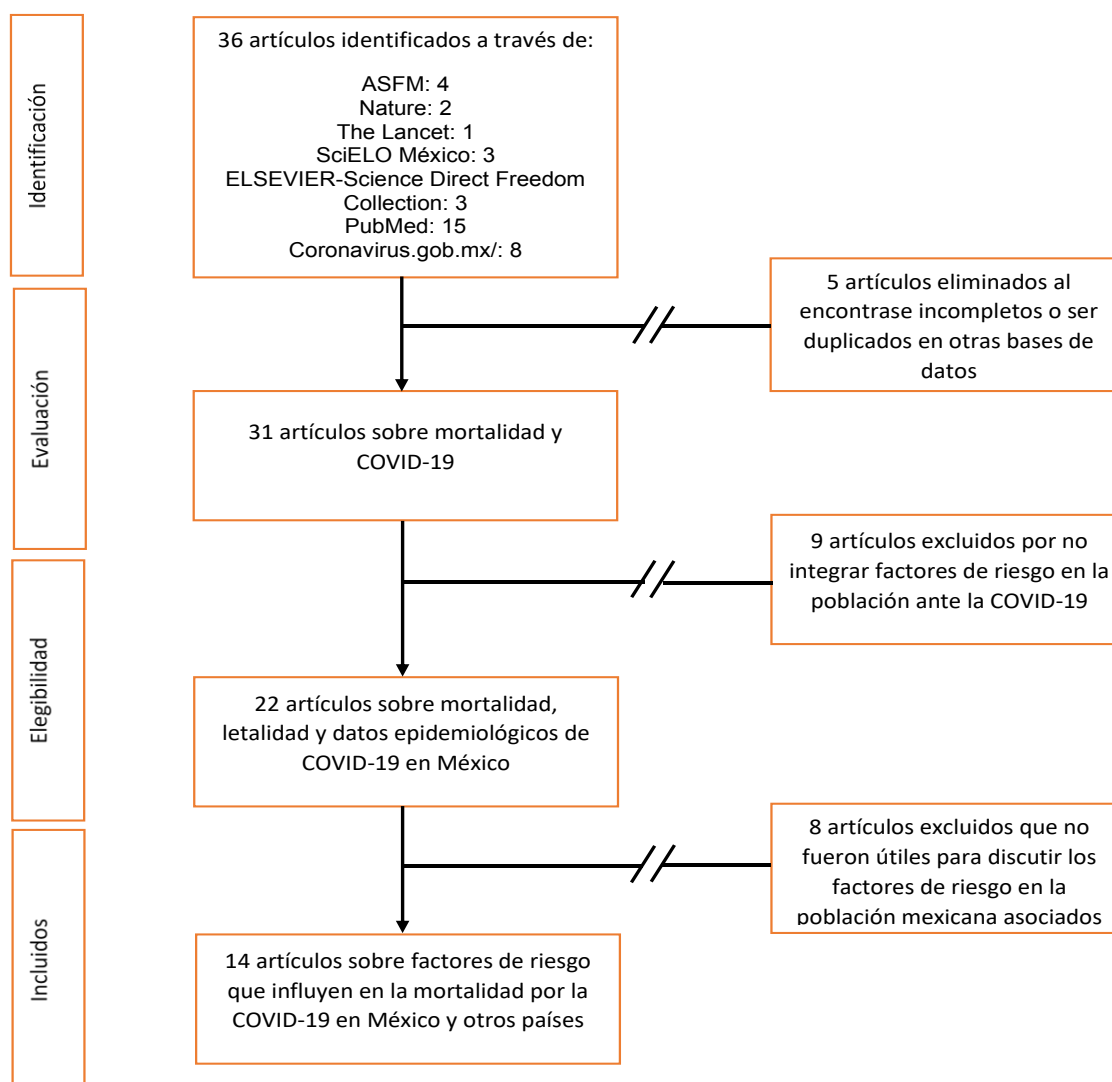


Figura 6: Diagrama de flujo, criterios de inclusión y exclusión de los artículos, que expliquen factores de riesgo en la población mexicana asociados a la severidad de COVID-19.

En México, de acuerdo a los informes técnicos diarios presentados por el gobierno y la Secretaría de Salud, el 27 de febrero de 2020 se reportó el primer caso sospechoso de un paciente masculino de 31 años perteneciente al estado de Hidalgo, el cual fue considerado como caso importado; posteriormente el día 28 del mismo mes se reportaron 3 casos confirmados, dos de ellos en Guanajuato y uno en Durango.²⁸ El día 11 de marzo la OMS declaró oficialmente la COVID-19 una pandemia,²⁹ y posteriormente el 16 de marzo la Secretaría de Educación Pública anuncia en el Diario Oficial de la Federación (DOF) la suspensión de clases en todos los niveles³⁰ con el fin de mitigar los contagios y proteger a la población mediante el distanciamiento social. El 18 de marzo se anuncia la primera muerte causada por la COVID-19 y el 30 del mismo mes se publica en el DOF el acuerdo por el cual se declara la emergencia sanitaria por causas de fuerza mayor debido a la epidemia generada por el SARS-CoV-2 causante de la COVID-19.³¹

A pesar de las medidas de distanciamiento social, el número de casos continuó en aumento hasta alcanzar el primer máximo histórico en la semana epidemiológica 29 de 2020 (12-18 de julio) donde se reportó un total de 54,617 casos positivos estimados y 5,668 defunciones confirmadas y sospechosas. Posterior a esta semana epidemiológica, se reportó un descenso en los casos seguido del segundo máximo de contagios en la semana epidemiológica 1 de 2021 (3-9 de enero), en la cual se reportaron un total de 112,838 casos positivos estimados y un total de 7,791 defunciones confirmadas y sospechosas a causa de la COVID-19; con un máximo de defunciones alcanzado en la semana 3 con un total de 9,645.³²

Hasta la semana epidemiológica 10 de 2021 (7-13 de marzo) se reporta una tendencia a la baja en el número de casos y muertes por COVID-19, con un total de 30,104 casos positivos estimados y 3,146 defunciones. Al día 16 de mayo de 2021 se reportaron un total de 2'380,690 casos positivos confirmados acumulados, de los cuales 17,851 se encontraban activos, y 220,389 defunciones acumuladas (Tabla 2).³³

En la pandemia se ha analizado el proceso epidemiológico en los diferentes países y se ha observado que la mortalidad y letalidad se ven influenciadas según las características de las poblaciones en términos del acceso a servicios de salud,

porcentaje de adultos mayores a 75 años y porcentaje de población con comorbilidades.³⁴ En el inicio de la pandemia en México se determinaron los grupos poblacionales más afectados, del 27 de febrero al 30 de abril de 2020, se observó que de acuerdo al género los casos confirmados en mayor proporción eran hombres, y según la edad el mayor número de casos pertenecían a un rango de edad de entre 45 y 49 años. Según los casos confirmados, aquellos que llegaron a una enfermedad grave y lamentablemente fallecieron a causa de la COVID-19, se mostró principalmente que fueron hombres, de los cuales el mayor grupo afectado de acuerdo con su edad fue entre 65-69 años al igual que las mujeres, y del total de muertes registradas las comorbilidades asociadas más frecuentes fueron hipertensión, diabetes, obesidad y tabaquismo.³⁵

Tabla 2. Todo sobre el COVID-19.

Datos epidemiológicos acumulados de COVID-19 en México			
Casos positivos confirmados		Defunciones confirmadas	
2,380,690 casos		220,384 casos	
Hospitalizados	18.71%	Hospitalizados	91.34%
Ambulatorios	81.29%	Ambulatorios	8.66%
Género		Género	
Hombres	50.03%	Hombres	62.44%
Mujeres	49.97%	Mujeres	37.56%
Principales comorbilidades		Principales comorbilidades	
Hipertensión	17.13%	Hipertensión	45.03%
Obesidad	14.20%	Obesidad	37.21%
Diabetes	13.18%	Diabetes	21.69%
Tabaquismo	7.32%	Tabaquismo	7.6%

Adaptado de: CONACyT. (s. f.). Covid-19 México. Recuperado 16 de mayo de 2021, de <https://datos.covid-19.conacyt.mx/#DOView>

Según datos epidemiológicos obtenidos en distintos países, así como en México se ha observado que el sexo influye en el comportamiento de la enfermedad. Se ha observado que los casos notificados como sospechosos y confirmados no presentan diferencias significativas entre hombres y mujeres, pero sí en la severidad de la enfermedad y en consecuencia en la mortalidad, prueba de ello son datos obtenidos del Ministerio de Salud Español y datos iniciales de China donde se muestra una mayor

severidad en hombres.³⁶ Por el contrario, en México datos recabados del 27 de febrero al 30 de abril de 2020 muestran (Tabla 3) números de casos confirmados similares entre sexos y un mayor número de muertes en hombres.

Tabla 3. Casos confirmados y muertes por COVID 19 en México según el género.

Epidemiología de COVID 19 en México						
Edad	Casos confirmados			Muertes		
	Casos	Hombres	Mujeres	Muertes	Hombres	Mujeres
0-4	94	57	37	4	2	2
5-9	61	29	32	0	0	0
10-14	95	49	46	0	0	0
15-19	175	95	80	0	0	0
20-24	627	352	275	6	2	4
25-29	1,558	840	718	23	14	9
30-34	1,972	1,076	896	36	34	2
35-39	2,191	1,259	932	75	52	23
40-44	2,238	1,280	958	130	99	31
45-49	2,333	1,376	957	210	159	51
50-54	2,127	1,306	821	225	168	57
55-59	1,795	1,055	740	242	163	79
60-64	1,333	804	529	217	145	72
65-69	1,071	654	417	255	168	87
70-74	658	437	221	166	117	49
75-79	466	274	192	130	76	54
80-84	249	139	110	83	44	39
85-89	121	67	54	38	23	15
90-94	44	27	17	13	10	3
95-99	12	6	6	5	3	2
100-104	4	4	0	1	1	0

Adaptado de: *Epidemiología de COVID-19 en México: del 27 de febrero al 30 de abril de 2020* Suárez, V., Suarez Quezada, M., Oros Ruiz, S., & Ronquillo De Jesús, E. (2020). *Revista Clínica Española*, 220(8), 463-471. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.05.007>

Como se puede observar, la mortalidad aumenta en hombres, lo que indica que esto representa un factor de riesgo ya que condiciona a una forma más severa de la COVID-19, y esto puede ser explicado por determinados factores. La evidencia disponible muestra que dicha vulnerabilidad puede deberse a diferencias hormonales, es decir, los estrógenos en mujeres protegen en el desarrollo de COVID-19 mientras que los andrógenos favorecen la severidad por esta enfermedad en hombres. Esto fue investigado en Italia, en donde se encontró que pacientes con cáncer de próstata sometidos a tratamiento con ADT (terapia de privación de andrógenos) tenían menos probabilidad de desarrollar COVID-19 grave en comparación con el grupo sin ADT.³⁷ Además de estos estudios este hecho puede ser explicado en términos de la expresión del receptor del virus en las células de individuos del género masculino. Se sabe que

el virus se une a los receptores de *ACE2* de células humanas por medio de la proteína S; para que el virus complete la entrada en la célula hospedera, la proteína S debe ser escindida por una enzima proteasa (TMPRSS2), y esta proteasa transmembranal de tipo II es un gen regulado por andrógenos (Figura 7). Esto puede conferir mayor susceptibilidad a los hombres a presentar una forma más severa de la COVID-19, al inducir una mayor expresión de TMPRSS2 debido a la producción de andrógenos.³⁸

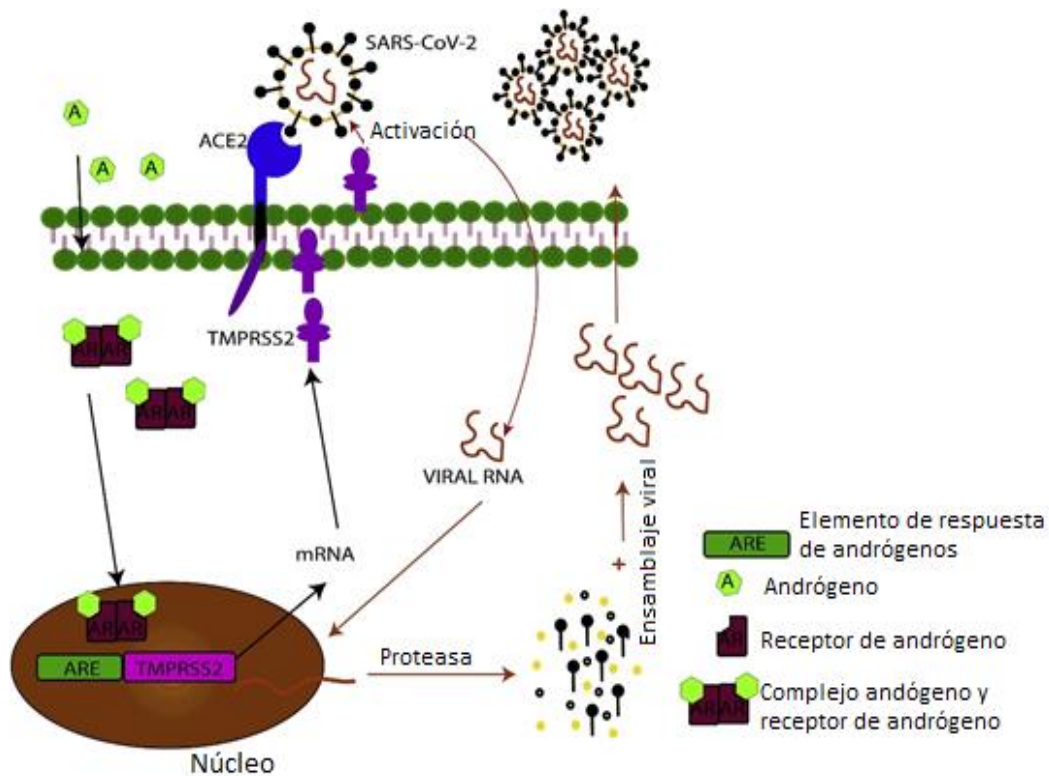


Figura 7. Papel de los andrógenos en la invasión de células huésped por SARS-CoV-2. Tomado de: *Male predisposition to severe COVID-19: Review of evidence and potential therapeutic prospects.* Acheampong, D. O., Barffour, I. K., Boye, A., Aninagyei, E., Ocansey, S., & Morna, M. T. (2020). *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 131, 110748. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110748>

Otro factor que puede explicar la susceptibilidad de los hombres a mayor severidad de COVID-19 es el hecho de que el gen para los receptores de *ACE2* se encuentra en el cromosoma X, específicamente en *Xp22*, está compuesto por aproximadamente 18 exones y 20 intrones³⁹ y se expresa en tejidos como el tracto respiratorio incluido el corazón, los riñones y los testículos⁴⁰. Este hecho ha sido empleado para explicar la razón por la que los hombres han presentado niveles plasmáticos de *ACE2* más altos, y que ello se haya asociado a un mayor riesgo de

mortalidad por la infección por COVID-19. Como ya se mencionó anteriormente la localización en distintos tejidos de ACE2 explica el proceso patológico de la enfermedad y las secuelas renales, cardíacas, entre otras. En México, el exceso de mortalidad (Tabla 4) ha aumentado en comparación a otros países, lo cual puede deberse a distintos factores como la preexistencia de comorbilidades que aumentan la mortalidad y severidad de la enfermedad.⁴¹ Otro factor que pueda explicar estas tendencias es la disponibilidad de servicios de salud para la atención oportuna de los pacientes, la cual se ve afectada por los recursos propios de la población, servicios públicos de atención a la salud disponibles en las zonas geográficas o el desconocimiento de la situación actual a la que se enfrenta la humanidad.⁴²

Tabla 4. Exceso de mortalidad en México 2020

Desagregación	Esperadas	Observadas	Exceso	Exceso (%)
Nacional	723,773	1,050,383	326,610	45.1
Hombres	408,519	617,921	209,402	51.3
Mujeres	325,254	432,462	117,208	37.2
20-44 años	96,288	118,560	22,273	23.1
45-64 años	172,974	296,699	123,726	71.5
65 años o más	400,044	570,062	170,019	42.5

Tomado de: Muertes esperadas, observadas y exceso de mortalidad por todas las causas en México, 2020. Gobierno de México, Secretaría de Salud. Exceso de Mortalidad en México – Coronavirus. (s. f.). Recuperado 24 de marzo de 2021, de <https://coronavirus.gob.mx/exceso-de-mortalidad-en-mexico/>

Como se puede observar existe un exceso de mortalidad entre el grupo de hombres y este fenómeno se ve afectado por grupos de edad y comorbilidades. La población más afectada de acuerdo a su edad es aquella que posee una edad mayor a 20 años, siendo los grupos con un mayor exceso de mortalidad aquellos con una edad superior a los 45 años. Esto presenta una gran relevancia en México ya que es un país que atraviesa por un proceso de envejecimiento demográfico, según datos del INEGI de 2020 la población adulta de 30 a 59 años representa un 37.4% de la población y la población de 60 años o más representa un total de 11.3% y la población adulta de 45 años y más representa un total de 28.5% de la población mexicana que es más susceptible a morir a causa de COVID-19.⁴³

Esta susceptibilidad se debe a las características de este sector de la población, en el que la vejez representa un factor de riesgo para el desarrollo y severidad del

síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA). Esto se ha asociado principalmente a la disminución de la capacidad de respuesta del sistema inmunológico, lo cual se le conoce como envejecimiento inflamatorio y se caracteriza por un estado inflamatorio sistémico crónico y de bajo grado principalmente causado por IL-6 y proteína C reactiva⁴⁴. Sin embargo, la susceptibilidad de la población adulta no se debe solo a la insuficiencia inmunitaria, a esto se suman factores como las comorbilidades; por ejemplo, en México se estima que el 40% de la población mayor a 60 años padece hipertensión y el 23.4% diabetes⁴⁵, lo que incrementa la severidad y en consecuencia mortalidad en adultos.

De acuerdo con un estudio donde se analizaron las comorbilidades asociadas a la infección por SARS-CoV-2 en el Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga,⁴⁶ se observó que de un total de 199 pacientes confirmados con COVID-19, el 65.8% presentó comorbilidades, de los cuales el 30.5% falleció durante los primeros días de ingreso a las UCI, y dentro de estos pacientes la diabetes mellitus se presentó en 48.2% de los casos y la hipertensión arterial en un 30.2% de casos. Esta información cobra gran relevancia ya que según la Encuesta Nacional de Salud de 2018-2019, alrededor de 8.6 millones de personas padecían diabetes y 15.2 millones hipertensión.⁴⁷ Por tanto, estos son factores de riesgo de relevancia que pueden determinar la epidemiología de COVID-19 entre nuestra población.

Las diferentes poblaciones pueden verse afectadas según las condiciones sociodemográficas en las que se encuentren (Tabla 5). Como se muestra a continuación, en un estudio se evaluaron las condiciones sociales en las que se encuentran los casos positivos y el desenlace a causa de la COVID-19 a partir de datos obtenidos de la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud del Gobierno Federal de México del 27 de febrero al 10 de junio de 2020. Entre los resultados se puede observar que solo el 1% de la muestra analizada conforma al grupo de poblaciones indígenas, lo cual ha sido debido a la falta de atención en estos grupos. A su vez, se muestra que más del 50% de esta población vulnerable se atiende en instituciones del gobierno abiertas al público general, y que el tiempo promedio de espera para la atención médica es de 4 días, lo que implica un factor de riesgo que

contribuye a la severidad de la enfermedad por falta de atención médica adecuada y temprana. Asimismo, se muestran las principales comorbilidades presentes en casos positivos que se mantiene al igual que en todo el mundo, y se reporta que el desarrollo de enfermedad grave con neumonía, requerimiento de ingreso a hospitalización, UCI y defunciones es mayor para poblaciones indígenas, situación que demuestra la vulnerabilidad que presenta este sector de la población debido a condiciones socioeconómicas y demográficas que influyen en el desarrollo de COVID-19 grave e incluso la muerte.⁴⁸

El hecho de que la mayor parte de la población no posea los recursos para acceder a servicios de atención privada y no cuente con seguro social, implica que deban acceder a servicios públicos de atención a la población en general, por ello pueden verse rebasados en su capacidad de respuesta y atención, es decir se observa una saturación hospitalaria que podría impactar a la mortalidad en la población mexicana por el COVID-19.

En un estudio realizado en un hospital de tercer nivel en la ciudad de México del 26 de febrero al 5 de junio de 2020, se reportó que, en un total de 800 pacientes confirmados como casos positivos, el riesgo de muerte intrahospitalaria fue mayor en hombres, de los cuales el 85% eran obesos, el 30% tenía hipertensión y el 26% diabetes. Del total de casos positivos el 30.1% fallecieron, 13.1% fueron ingresados a las UCI, de ellos el 45% murió por shock séptico y el 29% por SDRA. Al igual que en el resto de los estudios, el género masculino y la presencia de comorbilidad se identificaron como los principales factores de riesgo. De los casos positivos no ingresados a las UCI el principal factor de riesgo fue la falta de disponibilidad de camas.⁴⁹ Este estudio destacó que la saturación hospitalaria incrementó la mortalidad y letalidad por COVID-19, debido a la falta de equipo médico y personal capacitado para la atención especializada en enfermedades respiratorias como es la ventilación mecánica invasiva.

Tabla 5. Prevalencia de indicadores de gravedad de acuerdo con características sociodemográficas.

n=234,870 casos positivos		
Hombres	54.5%	
Indígenas	1%	
Institución de atención		
Seguro social	43%	
Abierto a la población	54.1%	
Servicios privados	2.9%	
Comorbilidades		
Hipertensión	20.9%	
Obesidad	19.9%	
Diabetes Mellitus	17%	
Desenlace		
Indígena	Si	No
Neumonía	34.9%	24.1%
Defunción	19.9%	13.4%
Hospitalización	39.6%	31.2%
UCI	7%	4.2%

Adaptado de: Inequidades sociales en la progresión de la COVID-19 en población mexicana. Ortiz-Hernández, L., & Pérez-Sastré, M. A. (2020). Revista Panamericana de Salud Pública, 44, 1. <https://doi.org/10.26633/rpsp.2020.106>

En cada uno de los estudios que se han realizado se abordan las comorbilidades como factor de riesgo, principalmente la obesidad, diabetes e hipertensión que, como ya se mencionó, son frecuentes en México.

Se ha informado que la diabetes incrementa de 2 a 3 veces el riesgo de severidad y de 2 a 5 veces el riesgo de mortalidad por la COVID-19.⁵⁰ El SDRA es la principal causa de muerte por COVID-19 como consecuencia de una respuesta hiperinflamatoria, a su vez la diabetes por sí sola está asociada a un estado inflamatorio crónico que afecta a la regulación de la glucosa y a la sensibilidad a insulina, por lo que se ha informado que el estado inflamatorio propio de la diabetes favorece la tormenta de citocinas, inflamación sistémica que contribuye al desarrollo de SDRA en pacientes con COVID-19.⁵¹

Por otra parte, la obesidad es otro mecanismo de inflamación crónica inducida por el exceso de tejido adiposo que contribuye a la hiperinflamación observada en COVID-19.⁵² Por ello debe tomarse en cuenta la realidad social y de salud de la población mexicana ya que se ha informado que en la población se presenta con frecuencia el síndrome metabólico, es decir, se presenta más de una comorbilidad en un individuo, las cuales se encuentran asociadas entre sí. Dentro del síndrome metabólico se incluyen la obesidad, hipertensión y dislipidemia y en México se estima que al menos el 40% de la población padece el síndrome, siendo así un factor de riesgo preocupante en la población que incrementa la mortalidad y letalidad por COVID-19.⁵³

7.2 Comparación de la situación epidemiológica en México con la de otros países de América Latina y el mundo.

En el mundo algunos países se han visto más afectados que otros por la pandemia. De acuerdo con un análisis de la mortalidad y letalidad por COVID-19 en los 20 países más afectados del mundo, se puede observar que México es el sexto país con más muertes por cada cien mil habitantes a causa de COVID-19 y presenta la letalidad más alta (9.2%), lo que implica que, por cada 100 casos confirmados, 9.2 mueren a causa de la severidad de esta enfermedad (Tabla 6)⁵⁴. Así mismo se observa que cinco países como Brasil y Estados Unidos poseen una mortalidad más alta que México; sin embargo, en este caso la letalidad de Estados Unidos es de 1.8%, es decir se encuentra en el décimo quinto lugar con la letalidad más alta. Estos cambios entre los países con las letalidades y mortalidades más altas se deben a los factores antes descritos como la edad, comorbilidades y la atención oportuna y adecuada de los casos positivos a COVID-19.

Se ha reportado que uno de los principales factores de riesgo que explica la variabilidad entre las poblaciones es la edad. En países europeos se ha observado que solo el 5% de las muertes a causa de COVID-19 pertenecen al grupo de edad menor a 60 años, mientras que en América Latina las defunciones en personas menores a 60 años supera el 20% de las muertes. En este sentido debemos tomar en

cuenta que los países europeos en general tienen poblaciones más longevas con un 26% de habitantes mayores a 60 años y en América latina solo el 13% de la población es mayor a 60 años, a su vez se sabe que la población de Estados Unidos es muy similar a la europea, pero en este caso el 21% de las muertes son de personas menores a 60 años⁵⁵, lo que muestra la existencia de otros factores que influyan en la mortalidad además de la edad.

Tabla 6. Mortalidad y letalidad por COVID-19 en los 20 países más afectados de mayor a menor.

Mortalidad (muertes por cada 100,000 habitantes)		Letalidad (muertes por cada 100 casos confirmados)	
Brasil	212.78	México	9.2%
Perú	209.33	Perú	3.5%
Italia	207.68	Italia	3.0%
Polonia	192.06	Brasil	2.8%
Estados Unidos	179.71	Indonesia	2.8%
México	173.74	Irán	2.8%
Colombia	168.31	Colombia	2.6%
Argentina	164.81	Polonia	2.5%
Paraguay	118.67	Paraguay	2.5%
Ucrania	115.7	Alemania	2.4%
Alemania	105.17	Rusia	2.4%
Irán	94.79	Ucrania	2.3%
Rusia	80.69	Pakistán	2.2%
Turquía	55.46	Argentina	2.1%
India	22.23	Estados Unidos	1.8%
Nepal	22.18	Japón	1.7%
Filipinas	18.45	Filipinas	1.7%
Indonesia	18.23	Nepal	1.2%
Japón	9.71	India	1.1%
Pakistán	9.38	Turquía	0.9%

Tomado de: Mortality Analyses. Coronavirus Resource Center. Johns Hopkins. (2021, 24 mayo). <https://coronavirus.jhu.edu/data/mortality>

A su vez, la letalidad y mortalidad en México y otros países se ve afectada según la capacidad de respuesta sanitaria en cada país, además de las comorbilidades como la diabetes donde México es considerado el país con el mayor porcentaje de afectados entre su población, tomando en cuenta países de América latina y el Caribe (Tabla 7).

México es el noveno país de América latina y el Caribe con mayor disponibilidad de camas por cada 1000 habitantes (1.5), el primer país con mayor porcentaje de diabéticos (13.1%), el segundo país con mayor población y el décimo tercero con una población mayor a 65 años⁵⁶ y en consecuencia, la letalidad más alta. Como ya se ha

descrito, México posee un alto porcentaje de su población con comorbilidades y una baja atención hospitalaria temprana lo que favorece la severidad por la COVID-19.

Tabla 7. Variables demográficas y sociales que afectan la mortalidad por COVID-19 en América Latina y el Caribe.

País	Camas hospitalarias por cada 1000 habitantes	Porcentaje de prevalencia de diabetes (20-79 años)	Población total (millones)	Porcentaje de población mayor a 65 años
Argentina	5.0	5.5	45,196	11.2
Bolivia	1.1	6.9	11,673	6.7
Brasil	2.2	8.1	212,559	8.6
Chile	2.2	8.5	19,116	11.1
Colombia	1.5	7.4	50,883	7.6
Costa Rica	1.2	8.8	5,094	9.5
Cuba	5.2	8.3	11,327	14.7
Ecuador	1.5	5.6	7,643	7.1
El Salvador	1.3	8.9	6,486	8.3
Guatemala	0.6	10.2	17,916	4.7
Haití	0.7	6.7	11,403	4.8
Honduras	0.6	7.2	9,905	4.7
México	1.5	13.1	128,933	6.9
Nicaragua	0.9	11.5	6,625	5.4
Panamá	2.3	8.3	4,315	7.9
Paraguay	1.3	8.3	7,133	6.4
Perú	1.6	6.0	32,972	7.2
Rep. Dominicana	1.6	8.2	10,848	7.0
Uruguay	2.8	6.9	3,474	14.7
Venezuela	0.8	6.5	28,436	6.6

Tomado de: Capacidad de respuesta frente a la pandemia de COVID-19 en América Latina y el Caribe. Acosta, L. (2020). Revista Panamericana de Salud Pública, 44(109). <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.109>

8. Conclusión

Desde el inicio de la pandemia se han estudiado y analizado todos aquellos factores por los cuales los diferentes países se ven afectados en mayor o menor proporción, estos factores son diversos desde el punto de vista biológico, económico, social y cultural. Sin embargo, todos se relacionan entre sí, por ejemplo, en los factores de riesgo biológicos encontramos principalmente las comorbilidades como la hipertensión, diabetes y obesidad; en cuestiones socioeconómicas, se ha observado que aquellos países que no tienen la capacidad de invertir en atención a la salud pública, así como de dotar los hospitales de equipo médico y médicos especialistas se ven más afectados al ver su capacidad de respuesta y atención rebasada. Adicional a estos factores tenemos las cuestiones demográficas, las cuales, afectan a poblaciones que se encuentran marginadas y no tienen la posibilidad de atención médica oportuna, por todos estos factores, se determina a esta pandemia con el término sindemia. México ha sido un país altamente afectado no solo en comparación con los países que comprende a América del Norte sino también en todo el mundo, esto debido el bajo acceso a los servicios médicos por parte de la población, la alta prevalencia de todas aquellas patologías que engloba el síndrome metabólico con alrededor del 40% de la población, lo que incrementa en gran medida la mortalidad, el exceso de mortalidad y en consecuencia la letalidad de quienes se infectan por el SARS-CoV-2 y se agrava la COVID-19.

Aún con el inicio de la vacunación contra COVID-19, el riesgo de nuevas olas de contagio seguirá latente hasta que la mayor parte de la población mundial sea inmunizada. Esto no solo obliga a incrementar la capacidad de respuesta por el sector salud en este momento, sino también a establecer políticas públicas de prevención para la atención de las comorbilidades que dieron origen al exceso de mortalidad por COVID-19, además de mantener y fortalecer las instituciones no solo de atención a la salud sino también de investigación y vigilancia epidemiológica con el fin de estar preparados ante futuras emergencias sanitarias.

9. Referencias

- 1) Epidemiología. (s. f.). OMS. Recuperado 20 de noviembre de 2020, de <https://www.who.int/topics/epidemiology/es/>
- 2) Gonzáles, R. (2012). Epidemiología: Origen y usos [Libro electrónico]. En L. Moreno (Ed.), Epidemiología y estadística en salud pública (1.a ed., pp. 37-49). McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. <https://bidi.uam.mx:3010/content.aspx?bookid=1464&ionid=101049541>
- 3) Argimon, J. (2019). Clasificación de los tipos de estudio - métodos de investigación clínica y epidemiológica [Libro electrónico]. En J. Jiménez (Ed.), Métodos de investigación clínica y epidemiológica (5.a ed., pp. 27-31). Elsevier España. <https://bidi.uam.mx:4442/student/content/toc/3-s2.0-C20150020111>
- 4) Secretaría de Salud. (s. f.-b). Glosario - Anuario de morbilidad 1984-2019. Epidemiología. Recuperado 20 de noviembre de 2020, de <https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/glosario.html>
- 5) Ridenhour, B., Kowalik, J. M., & Shay, D. K. (2018a). El número reproductivo básico (R0): consideraciones para su aplicación en la salud pública. *American Journal of Public Health*, 108(S6), S455-S465. <https://doi.org/10.2105/ajph.2013.301704s>
- 6) Moreno Altamirano, A., López Moreno, S., & Corcho Berdugo, A. (2000). Principales medidas en epidemiología. *Salud Pública de México*, 4(4), 337–348. <https://www.scielosp.org/pdf/spm/2000.v42n4/337-348/es>
- 7) Salazar, D. (2020, 25 julio). Participa OPS en el desarrollo de un instrumento de evaluación del exceso de mortalidad por todas las causas de muertes, complementario a las herramientas vigentes de vigilancia para la gestión de la emergencia por COVID-19. Pan American Health Organization / World Health Organization.
- 8) N.H.G.R.I. (s. f.-a). Virus. National Human Genome Research Institute. Recuperado 20 de noviembre de 2020, de <https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/glosario.html>
- 9) Shors, T. (2009). Arquitectura y nomenclatura de los virus [Libro electrónico]. En *Virus, estudio molecular con orientación clínica* (1.ª ed., p. 76). Médica Panamericana. https://books.google.com.mx/books?id=T7Q1CBUlq0cC&pg=PA76&dq=clasificaci%C3%B3n+de+baltimore+sobre+los+virus&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj_mbi-o8XwAhVFaq0KHVOWAh0Q6wEwAHoECAMQAQ#v=onepage&q=clasificaci%C3%B3n%20de%20baltimore%20sobre%20los%20virus&f=false
- 10) Zumla, A., Chan, J. F. W., Azhar, E. I., Hui, D. S. C., & Yuen, K. (2016, 12 febrero). Coronaviruses — drug discovery and therapeutic options. *Nature Reviews Drug Discovery*. https://www.nature.com/articles/nrd.2015.37?error=cookies_not_supported&code=d69118f5-3ccb-4aff-bb82-6c645639ff8f#citeas
- 11) Khan, S., Siddique, R., Shereen, M., Ashaq, A., Liu, J., Bai, Q., Bashir, N., & Xue, M. (2020, 23 abril). Emergence of a Novel Coronavirus, Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2: Biology and Therapeutic Options. *Journal*

- of Clinical Microbiology, 58. <https://bidi.uam.mx:4066/content/58/5/e00187-20#ref-1>
- 12) Ramiro Mendoza, M. S. (2020). Epidemiología del SARS-CoV-2. *Acta Pediátrica de México*, 41, 8-14. <http://bidi.uam.mx:2789/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=af97cc17-b014-4fde-a25f-a6cc68e04cf8%40sessionmgr101>
 - 13) OMS. (s. f.). Los nombres de la enfermedad por coronavirus (COVID-19) y del virus que la causa. Organización Mundial de la Salud. Recuperado 12 de enero de 2021, de [https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it)
 - 14) Torres López, J. (2020). ¿Cuál es el origen del SARS-CoV-2? *Revista Médica del IMSS*, 1-2. <https://bidi.uam.mx:5025/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=3043e139-fd48-4757-ad38-4c1fe8b874ec%40sessionmgr4006>
 - 15) Andersen, K.G., Rambaut, A., Lipkin, W.I. et al. The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nat Med* 26, 450–452 (2020). <https://bidi.uam.mx:6990/10.1038/s41591-020-0820-9>
 - 16) OMS. (2020, julio). Transmisión del SARS-CoV-2: repercusiones sobre las precauciones en materia de prevención de infecciones. (Reseña científica). https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333390/WHO-2019-nCoV-Sci_Brief-Transmission_modes-2020.3-spa.pdf?
 - 17) CDC. (2021, 10 mayo). Cómo se propaga el COVID-19. Centers for Disease Control and Prevention. <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/how-covid-spreads.html>
 - 18) Zhang, X. S., & Duchaine, C. (2020). SARS-CoV-2 and Health Care Worker Protection in Low-Risk Settings: a Review of Modes of Transmission and a Novel Airborne Model Involving Inhalable Particles. *Clinical Microbiology Reviews*, 34(1), 23. <https://doi.org/10.1128/cmr.00184-20>
 - 19) Vila Jato, J. L. (2001). Aerosoles farmacéuticos. En *Tecnología Farmacéutica, Formas Farmacéuticas* (Vol. 2, p. 276). Editorial SINTESIS.
 - 20) Alimohamadi, Y., Taghdir, M., & Sepandi, M. (2020). Estimate of the Basic Reproduction Number for COVID-19: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, 53(3), 151-157. <https://doi.org/10.3961/jpmp.20.076>
 - 21) Pastrian-Soto, G. (2020). Bases Genéticas y Moleculares del COVID-19 (SARS-CoV-2). Mecanismos de Patogénesis y de Respuesta Inmune. *International journal of odontostomatology*, 14(3), 331-337. <https://doi.org/10.4067/s0718-381x2020000300331>
 - 22) Lam Cabanillas, E. R., León Risco, A. O., León Risco, K. B., Llamo Hoyos, G. L., López Zavaleta, R. M., Luzuriaga Tirado, E. D. R., Mendoza Blas, A. M., & Huamán Saavedra, J. J. (2021). Molecular basis of COVID-19 pathogenesis and in silico studies of potential pharmacological treatment. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 21(2), 417–432. <https://doi.org/10.25176/rfmh.v21i1.3327>
 - 23) García-Salido, A. (2020). Narrative review of the immune response against coronavirus: An overview, applicability for SARS-COV-2, and therapeutic

- implications. *Anales de Pediatría*, 93(1), 60.e1-60.e7. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.04.016>
- 24) Cevik, M., Tate, M., Lloyd, O., Maraolo, A. E., Schafers, J., & Ho, A. (2021). SARS-CoV-2, SARS-CoV, and MERS-CoV viral load dynamics, duration of viral shedding, and infectiousness: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Microbe*, 2(1), e13-e22. [https://doi.org/10.1016/s2666-5247\(20\)30172-5](https://doi.org/10.1016/s2666-5247(20)30172-5)
- 25) Borrás, A., Guimerà, M., Barral, Y., Agustí, I., & Manau Trullàs, M. D. (2020). Pandemia del SARS-CoV-2 y reproducción asistida. *Clínica e Investigación en Ginecología y Obstetricia*, 47(3), 96-105. <https://doi.org/10.1016/j.gine.2020.06.004>
- 26) Ng, W. H., Tipih, T., Makoah, N. A., Vermeulen, J.-G., Goedhals, D., Sempa, J. B., Burt, F. J., Taylor, A., & Mahalingam, S. (2021). Comorbidities in SARS-CoV-2 Patients: a Systematic Review and Meta-Analysis. *mBio*, 12(1). <https://doi.org/10.1128/mbio.03647-20>
- 27) Lolas Stepke, F. (2020). Perspectivas bioéticas en un mundo en sindemia. *Acta bioethica*, 26(1), 7–8. <https://doi.org/10.4067/s1726-569x2020000100007>
- 28) Secretaría de Salud. (2021, 6 enero). Información Internacional y Nacional sobre nuevo Coronavirus. Información sobre COVID-19. <https://www.gob.mx/salud/documentos/informacion-internacional-y-nacional-sobre-nuevo-coronavirus-2019-ncov>
- 29) OMS. (2021, 29 enero). Cronología de la respuesta de la OMS a la COVID-19. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news/item/29-06-2020-covidtimeline>
- 30) Moctezuma Barragán, E. (2020, 16 marzo). Acuerdo número 02/03/20 por el que se suspenden las clases en las escuelas de educación preescolar, primaria, secundaria, normal y demás para la formación de maestros de educación básica del Sistema Educativo Nacional, así como aquellas de los tipos medio superior y superior dependientes de la Secretaría de Educación Pública. *Diario Oficial de la Federación*. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5589479&fecha=16/03/2020
- 31) Alcocer Varela, J. C., & Santos Preciado, J. I. (2020, 30 marzo). Acuerdo por el que se declara como emergencia sanitaria por causa de fuerza mayor, a la epidemia de enfermedad generada por el virus SARS-CoV2 (COVID-19). *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5590745&fecha=30/03/2020
- 32) Dirección General de Epidemiología. (s. f.). COVID-19, México: Datos epidemiológicos. Todo sobre el COVID-19. Recuperado 2 de febrero de 2021, de <https://covid19.sinave.gob.mx/>
- 33) CONACyT. (s. f.). Covid-19 México. Todo sobre el COVID-19. Recuperado 16 de mayo de 2021, de <https://datos.covid-19.conacyt.mx/#DOView>
- 34) Cieza Zevallos, J., & Uriol Lescano, C. (2020). Letalidad y la mortalidad de Covid 19 en 60 países afectados y su impacto en los aspectos demográficos, económicos y de salud. *Med Hered*, 31, 214–221. <https://doi.org/10.20453/rmh.v31i4.3852>
- 35) Suárez, V., Suarez Quezada, M., Oros Ruiz, S., & Ronquillo De Jesús, E. (2020). Epidemiología de COVID-19 en México: del 27 de febrero al 30 de abril

- de 2020. *Revista Clínica Española*, 220(8), 463–471. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.05.007>
- 36) Ruiz Cantero, M. T. (2021). Las estadísticas sanitarias y la invisibilidad por sexo y de género durante la epidemia de COVID-19. *Gaceta Sanitaria*, 35(1), 95-98. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.04.008>
- 37) Montopoli, M., Zumerle, S., Vettor, R., Rugge, M., Zorzi, M., Catapano, C. V., Carbone, G. M., Cavalli, A., Pagano, F., Ragazzi, E., Prayer-Galetti, T., & Alimonti, A. (2020). Androgen-deprivation therapies for prostate cancer and risk of infection by SARS-CoV-2: a population-based study (N = 4532). *Annals of Oncology*, 31(8), 1040-1045. <https://doi.org/10.1016/j.annonc.2020.04.479>
- 38) Acheampong, D. O., Barffour, I. K., Boye, A., Aninagyei, E., Ocansey, S., & Morna, M. T. (2020). Male predisposition to severe COVID-19: Review of evidence and potential therapeutic prospects. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 131, 110748. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110748>
- 39) Sama, I. E., & Voors, A. A. (2020). Men more vulnerable to COVID-19: explained by ACE2 on the X chromosome? *European Heart Journal*, 41(32), 3096. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa526>
- 40) Donoghue, M., Hsieh, F., Baronas, E., Godbout, K., Gosselin, M., Stagliano, N., Donovan, M., Woolf, B., Robison, K., Jeyaseelan, R., Breitbart, R. E., & Acton, S. (2000). A Novel Angiotensin-Converting Enzyme–Related Carboxypeptidase (ACE2) Converts Angiotensin I to Angiotensin 1–9. *Circulation Research*, 87(5), 645. <https://doi.org/10.1161/01.res.87.5.e1>
- 41) Palacio Mejía, L. S., Wheatley Fernández, J. L. ., Ordoñez Hernández, I., López Ridaura, R., Lopez-Gatell Ramirez, H., Hernandez Avila, M., Hernández Ávila, J. E., & , G. interinstitucional para la estimacion del exceso de mortalidad. (2021). Estimación del exceso de mortalidad por todas las causas durante la pandemia del Covid-19 en México. *Salud Pública De México*, 63(2, Mar-Abr), 211-224. <https://doi.org/10.21149/12225>
- 42) Ortiz-Hernández, L., & Pérez-Sastré, M. A. (2020). Inequidades sociales en la progresión de la COVID-19 en población mexicana. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 44, 1. <https://doi.org/10.26633/rpsp.2020.106>
- 43) Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020, 9 julio). Estadísticas a propósito de día mundial de la población (11 de julio) datos nacionales [Comunicado de prensa]. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/Poblacion2020_Nal.pdf
- 44) Sinclair, A., & Abdelhafiz, A. (2020). Age, frailty and diabetes – triple jeopardy for vulnerability to COVID-19 infection. *EClinicalMedicine*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100343>
- 45) Encuesta Nacional sobre Salud y Envejecimiento en México. (2018). Encuesta Nacional sobre Salud y Envejecimiento en México (ENASEM) 2018. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/enasem/2018/>
- 46) Hernández-Solís, A., Torres-Rojas, B., & Reding-Bernal, A. (2021). Comorbilidad asociada con infección por SARS-CoV-2 (Covid-19), en el Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga. *Salud Pública De México*, 63(2, Mar-Abr), 159-160. <https://doi.org/10.21149/12218>

- 47) INEGI, Instituto Nacional de Salud Pública, & Secretaría de Salud. (2019). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, Resultados Nacionales 2018–19. https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_informe_final.pdf
- 48) Ortiz-Hernández, L., & Pérez-Sastré, M. A. (2020). Inequidades sociales en la progresión de la COVID-19 en población mexicana. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 44, 1. <https://doi.org/10.26633/rpsp.2020.106>
- 49) Olivas-Martínez, A., Cárdenas-Fragoso, J. L., Jiménez, J. V., Lozano-Cruz, O. A., Ortiz-Brizuela, E., Tovar-Méndez, V. H., Medrano-Borromeo, C., Martínez-Valenzuela, A., Román-Montes, C. M., Martínez-Guerra, B., González-Lara, M. F., Hernandez-Gilsoul, T., Herrero, A. G., Tamez-Flores, K. M., Ochoa-Hein, E., Ponce-de-León, A., Galindo-Fraga, A., Kershenobich-Stalnikowitz, D., & Sifuentes-Osornio, J. (2021). In-hospital mortality from severe COVID-19 in a tertiary care center in Mexico City; causes of death, risk factors and the impact of hospital saturation. *PLOS ONE*, 16(2), e0245772. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245772>
- 50) Almeida-Pititto, B., Dualib, P. M., Zajdenverg, L., Dantas, J. R., de Souza, F. D., Rodacki, M., & Bertoluci, M. C. (2020). Severity and mortality of COVID 19 in patients with diabetes, hypertension and cardiovascular disease: a meta-analysis. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13098-020-00586-4>
- 51) Lima-Martínez, M. M., Carrera Boada, C., Madera-Silva, M. D., Marín, W., & Contreras, M. (2020). COVID-19 y diabetes mellitus: una relación bidireccional. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*. Published. <https://doi.org/10.1016/j.arteri.2020.10.001>
- 52) Petrova, D., Salamanca-Fernández, E., Rodríguez Barranco, M., Navarro Pérez, P., Jiménez Moleón, J. J., & Sánchez, M. J. (2020a). La obesidad como factor de riesgo en personas con COVID-19: posibles mecanismos e implicaciones. *Atención Primaria*, 52(7), 496–500. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2020.05.003>
- 53) Secretaría de Salud. (2016, 7 marzo). Sabes, cómo prevenir el síndrome metabólico. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/salud/articulos/sabes-como-prevenir-el-sindrome-metabolico#:~:text=El%20s%C3%ADndrome%20metab%C3%B3lico%2C%20es%20el,la%20poblaci%C3%B3n%20presenta%20este%20trastorno>
- 54) Johns Hopkins. (2021, 24 mayo). Mortality Analyses. Coronavirus Resource Center. <https://coronavirus.jhu.edu/data/mortality>
- 55) Fantin, R., Brenes-Camacho, G., & Barboza-Solís, C. (2021). Defunciones por COVID-19: distribución por edad y universalidad de la cobertura médica en 22 países. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 45. <https://doi.org/10.26633/rpsp.2021.42>
- 56) Acosta, L. (2020). Capacidad de respuesta frente a la pandemia de COVID-19 en América Latina y el Caribe. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 44(109). <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.109>