



**BUAP**

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

Instituto de Ciencias (ICUAP)



Posgrado en Ciencias Ambientales

**“Factores ambientales asociados a la sintomatología de pacientes con COVID-19”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**Maestra en Ciencias Ambientales**

**PRESENTA:**

Q. María del Pilar Conde Rojas

**DIRECTORA DE TESIS:**

D.C. María Lilia Cedillo Ramírez

**CODIRECTOR DE TESIS:**

D.C. Jorge Alberto Girón Ortiz

Puebla, Pue.

Noviembre, 2021.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Primeramente, doy gracias a Dios por brindarme salud en las circunstancias vividas durante la pandemia.

Agradezco eternamente a mi familia, mis padres Octavio y Lupita y hermanos Roberto, Israel y David por el apoyo brindado en este y todos los proyectos propuestos. Gracias por el amor, cariño, confianza y respaldo depositados en mi persona, por brindarme aportes invaluable que servirán para toda vida.

A mis hermosos y amados hijos Grace y Elián por ser motivo de inspiración, coraje y valentía en mi vida.

A Friedrich, mi esposo y compañero de vida por su amor, cariño y respaldo incondicional.

A la Dra. María Lilia Cedillo Ramírez por la confianza depositada en mi persona y en el presente trabajo de investigación, gracias por creer en mi en todo momento, por la oportunidad ser su alumna en la maestría en Ciencias Ambientales, pero sobre todo por su ejemplo de éxito y constancia como mujer científica.

Gracias al Posgrado en Ciencias Ambientales por las enseñanzas brindadas durante estos años.

Agradezco a la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado por el apoyo otorgado para la conclusión del presente trabajo de investigación del Programa IV. Investigación y Posgrado. Indicador establecido en el Plan de Desarrollo Institucional 2017-2021.

## ÍNDICE.

	<b>Página.</b>
Resumen.	1
1. Introducción.	2
2. Planteamiento del problema.	6
3. Marco teórico.	9
3.1. Condición ambiental y transmisión de SARS CoV-2	9
3.2. Manejo y aprovechamiento sustentable frente a tráfico de especies	10
3.3. Agente causal SARS CoV-2	14
3.4. Filogenia, huésped y reservorio	17
3.5. Mecanismo de invasión y replicación del SARS CoV-2	18
3.6. Transmisión	19
3.7. Fases de la enfermedad	20
3.8. La triada ecológica	22
4. Justificación.	23
5. Objetivos.	25
5.1. Objetivo general	25
5.2. Objetivos particulares	25

6. Metodología.	26
6.1. Obtención de muestras	26
6.1. Historia clínica (cuestionario)	26
6.2. Definición del universo	31
6.3. Tamaño de muestra	31
6.4. Criterios de selección	31
7. Resultados.	32
7.1. Análisis descriptivo de datos	33
7.2. Análisis descriptivo de variables cuantitativas	34
7.3. Análisis estadístico de normalidad de variables cuantitativas	37
7.4. Descripción de duración de síntomas y variables cualitativas	39
7.5. Asociación de rangos de edad y sintomatología	45
7.6. Correlación de Spearman de variables cuantitativas.	46
7.7. Resultados del análisis de datos por <i>chi-cuadrada</i> entre variables	46
8. Discusión de resultados.	48
9. Conclusiones.	52
10. Perspectivas del trabajo.	52
11. Bibliografía.	53

## RESUMEN.

La COVID-19, enfermedad causada por el virus SARS CoV-2 ha afectado de manera global a la humanidad. La pandemia originada por el nuevo coronavirus ha requerido de la aplicación del conocimiento interdisciplinario y multidisciplinario de diferentes investigadores alrededor del mundo con la finalidad de buscar nuevos tratamientos y ampliación del entendimiento de la enfermedad para mitigar y erradicar la problemática, sin embargo, hay mucho que aún se desconoce.

El entendimiento de las potenciales vías de transmisión del SARS CoV-2 es importante para la aplicación de medidas preventivas. El presente estudio observacional de modo descriptivo y comparativo pretende demostrar el papel que toman los diferentes factores ambientales asociados al curso de la enfermedad en pacientes positivos a COVID- 19 realizando historias clínicas a una población total de 200 pacientes positivos a SARS CoV-2 confirmados por prueba PCR tiempo real, las cuales fueron analizadas estadísticamente para cada uno de sus síntomas y posteriormente relacionarlos con los factores ambientales a los cuales estuvieron expuestos antes y durante su contagio.

Esta investigación tuvo su enfoque en la población de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y a la comunidad poblana en general en el periodo de **agosto 2020 a julio 2021**.

Los resultados muestran asociación estadísticamente significativa entre los síntomas: Fiebre, anosmia, debilidad/cansancio y hábitos de consumo de cigarro y tabaco en pacientes de edades (principalmente) ente 31 a 51 años, la estadística utilizada, demuestra que a pesar de los estudios realizados a lo largo de la pandemia actual (COVID-19), para el conocimiento del comportamiento del virus SARS CoV-2, es indispensable seguir estudiando la sintomatología y posibles secuelas de la enfermedad en las poblaciones, así como la posible asociación con factores ambientales involucrados y la importancia de la difusión y acceso a la información obtenida para una mejor calidad de vida futura.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Los diferentes ecosistemas son un ejemplo de interacciones complejas entre un gran número de elementos que componen el soporte y el mantenimiento de cualquier forma de vida (Sánchez Alhama). Los conceptos de salud y enfermedad han estado desde siempre estrechamente vinculados a la vida en sociedad y han actuado como elementos dominantes de los ecosistemas, interaccionando con el resto de los elementos bióticos y abióticos. En este sentido la presente investigación se dedicará a identificar y asociar los factores ambientales, sociales y mecanismos ligados que causan e influyen en la COVID-19, enfermedad transmitida de animales a humanos que amenaza el bienestar económico, al propio ser humano y la integridad de los ecosistemas. El estudio multidisciplinario de esta nueva enfermedad se ha visto reforzado enormemente por la implementación de tecnologías moleculares que permiten obtener una visión tanto general como detallada del funcionamiento del virus. En este caso en particular nos referimos a las interacciones de SARS CoV-2 con pacientes que han estado expuestos a diferentes factores ambientales y sociales según su estilo, condiciones de vida, costumbres y lugar de residencia que han puesto en riesgo su salud (Domínguez Gómez).

Al centrarse en el criterio de evaluación de la enfermedad y en el modo en que la influencia del medio ambiente repercute en los diversos tipos de enfermedades, el análisis abre nuevos caminos para el entendimiento de las interacciones entre el medio ambiente y la salud. Las estimaciones reflejan, en efecto, cuánta mortalidad, morbilidad y discapacidad pueden evitarse, desde una perspectiva realista, mediante la reducción de la exposición humana a los peligros ambientales.

Para una mejor comprensión de como el ambiente puede representar amenazas o beneficios para la salud humana, comenzaremos por definirlos:

**FACTOR:** Del latín *factor -ōris* “el que hace”. Se refiere al elemento o causa que actúan junto con otros. (RAE)

**AMBIENTE:** Del latín *ambiens*, “que rodea”. Es el conjunto de elementos o circunstancias físicas, sociales, económicas, etc.; de un lugar, colectividad o época.

**Medio ambiente:** Es el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás

organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados. (LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE).

Se refiere a todo lo que rodea a un objeto o a cualquier otra entidad. El hombre experimenta el medio ambiente en que vive como un conjunto de condiciones físicas, químicas, biológicas, sociales, culturales y económicas que difieren según el lugar geográfico, la infraestructura, la estación, el momento del día y la actividad realizada. El estudio del entorno puede hacerse a partir del estudio de los factores ambientales.

Se denomina Factor ambiental o factor ecológico a cada uno de los elementos bióticos o abióticos del medio que actúan directamente sobre el ser vivo (o al menos sobre una fase de su ciclo vital). Los factores ambientales tienen gran repercusión sobre la salud del hombre.

Pueden ser clasificados como:

- **Biológicos:** (bacterias, virus, protozoarios, toxinas, hongos, alergenicos), **químicos orgánicos e inorgánicos** (metales pesados, plaguicidas, fertilizantes, bifenilos policlorados, dioxinas y furanos)
- **Físicos no mecánicos:** (ruido, vibraciones, radiaciones ionizantes y no ionizantes, calor, iluminación, microclima)
- **Mecánicos:** (lesiones intencionales, no intencionales y autoinfligidas), y psicosociales (estrés, tabaquismo, alcoholismo, conductas sexuales riesgosas, drogadicción y violencia).
- **Sociales:** Estos factores incluyen las diferentes jerarquías económicas dominantes, la desorganización y aislamiento sociales.

Por otro lado, tras el anuncio de la OMS, el Comité Mundial de Emergencias identificó la necesidad de detección temprana, cuarentena y tratamiento oportuno como una preparación mundial, teniendo en cuenta que existen varios factores involucrados en la transmisión del virus. Estas condiciones se incluyen en el medio ambiente y en el comportamiento humano.

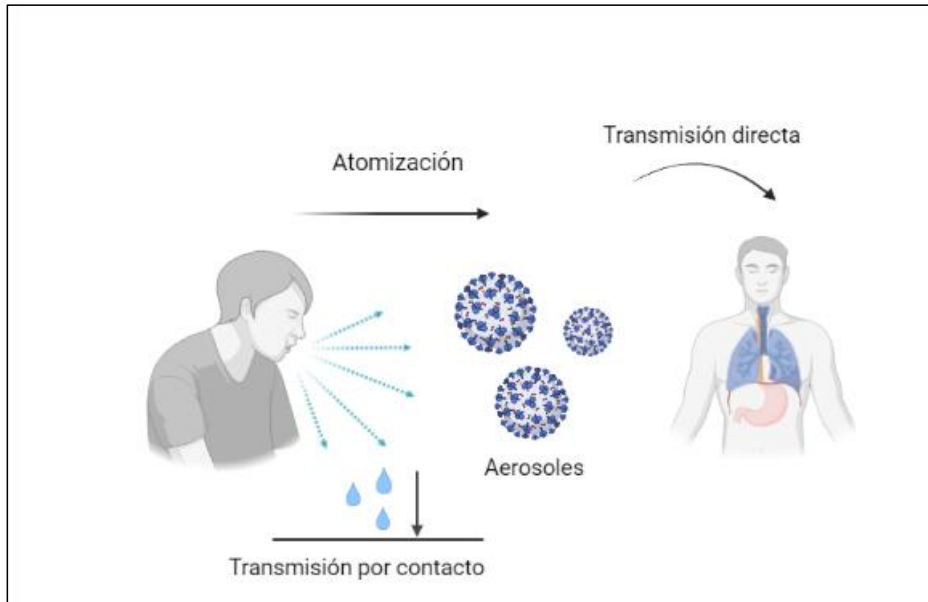


Fig. 1. Mecanismo de transmisión del virus SARS-CoV-2 al cuerpo humano. Imagen creada con BioRender.

La forma en que el virus ingresa al cuerpo (ojos, oídos, boca y nariz) se conoce bien por la liberación de aerosoles y gotículas que contienen SARS-CoV-2 en las sociedades humanas (Fig. 1). Por otro lado, el efecto de factores ambientales como la temperatura ambiente, vivienda, humedad, estilos de vida, etc.; relacionados con la pandemia de COVID-19 no ha sido suficientemente investigado.

Actualmente, la principal preocupación sobre SARS-CoV-2 es su transmisión (Dehghani y Kassiri, 2020). Según la OMS, no hay certeza sobre la persistencia del virus en las superficies. Sin embargo, el virus parece actuar como otros coronavirus y puede sobrevivir en la superficie durante al menos varias horas (Parry 2004). Por esta razón, los centros de salud, hospitales, casas y residenciales tienen un papel importante en el control de la transmisión de la enfermedad (OMS 2020a). Lidar esta nueva enfermedad y prevenir su propagación rápida, es un desafío global. Por tanto, la lucha contra esta enfermedad requiere de una gestión global., debido a la variabilidad de transmisión y persistencia, según los factores ambientales expuestos, prevención y control son necesarios para realizar investigaciones rápidamente y con seriedad. (Askari et al; 2019).

Cuando ocurre una nueva epidemia, se brindan muchos consejos de salud. Aun así, debe tenerse en cuenta que estos métodos pueden no ser los más precisos y correctos, pero seguirlos puede ser efectivo hasta obtener el conocimiento suficiente. Sin embargo, una jerarquía para lidiar con la transmisión del SARS-CoV-2 implica tres pasos: (Lai et al; 2020)

- 1) Autocuidado.
- 2) Control de los factores ambientales.
- 3) Uso de EPP (Equipo de Protección Personal),

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La infección por SARS CoV-2, denominada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como COVID-19 en febrero de 2020 y declarada posteriormente pandemia (marzo 2020), más que una crisis de salud; es una crisis económica, humanitaria, de seguridad y de derechos humanos, que ha afectado a las personas, familias y sociedades alrededor del mundo, crisis que ha puesto de relieve las fragilidades dentro de las naciones y entre ellas, asociada a un ciclo que pareciera no tener límite frente a las susceptibilidades de las infecciones respiratorias y factores en el ambiente, especialmente a la exposición de material particulado denominado  $PM_{2.5}$ , (Material particulado de tamaño  $2.5 \mu m$  de diámetro) el cual compromete el estado de salud respiratorio de las poblaciones, debilitando la inmunidad del tracto respiratorio ante la posibilidad de que el agente patógeno se adhiera a la materia particulada favoreciendo la entrada al sistema, éste y otros factores, pudieran tener influencia en el curso de la COVID-19 en los pacientes positivos a SARS-CoV-2, estimulando también el estrés oxidativo que impide la pronta recuperación de la enfermedad.

Parámetros existentes a los cuales las poblaciones se encuentran expuestas en el ambiente, han sido tomados en cuenta para el análisis de supervivencia y transmisión del virus tales como, humedad, temperatura, velocidad del viento y luz ultravioleta, por otro lado, la transmisión y virulencia dependen también de la concentración y del tamaño de los aerosoles respirados, lo que determina el trayecto y carga viral en el sistema respiratorio. Con respiración nasal típica, los aerosoles pueden depositarse de manera constante en el sistema respiratorio, en particular los aerosoles pequeños, es decir los menores a  $2.5 \mu m$  ( $PM_{2.5}$ ) los cuales penetran profundamente en el tracto respiratorio, aunado a esto, en la COVID-19 la cantidad de virus que se exhala dependerá de la etapa de la infección, y puede variar entre personas con o sin síntomas.

La relación entre el material particulado  $PM_{2.5}$  presente en las emisiones atmosféricas y el desarrollo de enfermedades crónicas ha sido reportado con anterioridad por Gorr, en 2017 describe la importancia epidemiológica del  $PM_{2.5}$ , en el caso particular de la COVID-19, es importante tomar en cuenta este y otros factores como el sexo, edad, comorbilidades asociadas, tipo de sangre del paciente, entre otros para el análisis del curso de la enfermedad. (Renyi Zhang, Mario Molina)

No es exagerado sugerir que la respuesta ante la problemática implicará rehacer y reimaginar las estructuras sociales, económicas y de salud de las sociedades y las formas en que los países cooperan para el bien común, es decir, para encontrar salida a esta crisis mundial será necesario un enfoque multidisciplinario y transdisciplinario que abarque a toda la sociedad, todos los gobiernos y todo el mundo impulsado por la solidaridad. Así mismo, para formular políticas y la toma de decisiones que se requieren durante una pandemia, es fundamental contar con conocimientos científicos sólidos, datos fiables y de constante análisis. Por otro lado, el desarrollo de técnicas de biología molecular, genéticas, inmunológicas y bioestadísticas, han jugado un papel fundamental para la identificación de los agentes infecciosos causales, así como de sus antígenos, desarrollo de vacunas y próximos tratamientos médicos por lo que la información respecto a la relación existente entre infección y SARS- COV 2 debe ser constantemente actualizada (Espinoza y García).

Desde inicios de la pandemia, a nivel mundial se ha estudiado la asociación entre SARS-CoV 2 y los factores ambientales involucrados en el curso de la enfermedad. En Irán, Hadi Eslami y Mahrokh Jalili, analizaron diferentes factores asociados en la transmisión del virus. Estas condiciones pueden estar involucradas en el medio ambiente, tales como aumento de la temperatura, humedad, velocidad del viento, alimentos, aguas residuales y superficies inanimadas, la distribución de la población humana, la migración, las interacciones sociales, el cambio climático, el contacto directo con animales domésticos y salvajes entran en esta categoría, sin embargo, la etiología de la enfermedad ha sido estudiada a lo largo del tiempo desde el año 2019 a la fecha, y estudios recientes han demostrado que la ruta dominante para transmisión es la atomización y gotículas por lo cual es importante la indagación y análisis que relacione al estilo y condiciones de vida como factores ambientales en la causalidad, desarrollo y/o curso de la enfermedad.

A continuación, se presentan algunos antecedentes de investigaciones:

**2020 Hadi Eslami., et al.** Reducir la frecuencia de tocar las superficies puede disminuir la cantidad de carga de coronavirus en las superficies y la tasa de transmisión. (1)

**2020 Abdullahi Nasir., et al.** Influencia de los factores climáticos en la propagación de COVID-19.

**2020 Aboubakr Hamada.** El SARS-CoV-2, puede permanecer en aerosoles de 3 a 16 hrs. y puede sobrevivir a una HR del 65%.

**2020 Renyi Zhang, Mario Molina., et al.** - Importancia del uso de cubrebocas e influencia de las  $PM_{2.5}$ .

**2020 Azuma Kenichi, et.al.** Se requieren más investigaciones y evaluaciones con respecto al efecto y la función del control de calidad ambiental interior, especialmente la ventilación. (4).

**2021 Maciorowski, et, al.** La elucidación de si el SARS-CoV-2 se convertirá en estacional, dependerá del paso del tiempo y de estudios adicionales para comprender los efectos de los factores ambientales. (5).

**2021. Aleya, L., Gu, W., & Howard, S.** Las actividades antropogénicas han impactado en el medio ambiente en la aparición de nuevos patógenos. (6).

**2021. Secretaría de Salud; Gob.mx.** Contaminación ambiental aumenta susceptibilidad a infecciones bacterianas y respiratorias. (41).

**2021. H Rwezaura, et, al.** La forma funcional de la fuerza de infección debe estar influenciada principalmente por los detalles de las medidas de prevención que se implementan. (42).

**2021. SanJuan-Reyes, et, al.** Existencia de implicaciones de la infección por COVID-19 en la salud humana y el impacto de su presencia en el medio ambiente desde su capacidad de transmisión y el papel de los contaminantes atmosféricos. (43).

**2021. López-Feldman, et, al.** Evidencia de la relación positiva entre la contaminación y la mortalidad. Esta aumenta significativamente con la edad estando impulsada por la exposición a largo plazo a las  $PM_{2.5}$ . (44).

### **3. MARCO TEÓRICO.**

El nuevo brote de la nueva enfermedad COVID-19 se ha convertido en una grave amenaza para la salud de las personas en todo el mundo. Esta enfermedad causada por el virus SARS-CoV-2, virus de ARN en sentido positivo, produce infección e insuficiencia respiratoria (Swerdlow y Finelli 2020; Wu et al. 2020), por lo que ha provocado millones de infecciones y muertes de manera global.

El estudio del proceso salud-enfermedad en un marco de exposiciones ambiental y laboral contempla caracterizar y cuantificar asociaciones para exposición a toxinas, agentes infecciosos, contaminantes de alimentos, productos de uso diario, y otros factores de riesgo como calidad del agua, en las poblaciones y las condiciones urbanas. La mayoría de las enfermedades agudas y crónicas descritas en los cuadros clínicos consolidados implican dentro de sus posibles etiologías algún agente ambiental; el ambiente laboral también puede tener un papel importante. En la COVID-19, existen posibles agentes y factores en el ambiente que actúen sobre la predisposición genética dada de un hospedero lo que determinará el curso y gravedad de la enfermedad, además de las condiciones a las cuales se enfrentará el individuo durante el contagio.

#### **3.1 . Condición ambiental y transmisión de SARS-CoV-2.**

La transformación y degradación de grandes paisajes en el mundo, ocasionadas por las actividades humanas, han provocado la pérdida y fragmentación de ecosistemas donde habita infinidad de especies de flora y fauna. Aunque muchas disminuyen su tamaño o desaparecen, otras se han adaptado a entornos degradados, suburbanos y urbanos entrando en contacto de forma cada vez más frecuente con los seres humanos y los animales domésticos. Las enfermedades emergentes ocasionadas por agentes infecciosos con potencial de causar graves problemas de salud pública surgían en bosques y selvas. Sin embargo, la destrucción de los ecosistemas por la continua ampliación de la frontera agropecuaria a favor de la agricultura industrial, así como el calentamiento global, la ganadería intensiva y el tráfico ilegal de especies, aumentan exponencialmente el riesgo de una pandemia. Los agentes infecciosos son componentes naturales con funciones específicas de control dentro de la compleja estructura de la vida, y sólo llegan a las poblaciones humanas cuando éstas invaden, transforman y degradan los ecosistemas. Las

especies de la vida silvestre que son portadoras naturales de agentes infecciosos no son enemigos de las sociedades humanas; al contrario, son elementos clave por su función como polinizadores o controladores de plagas (Karesh, et al. (2005).

La problemática ambiental sobre el uso de especies para consumo humano trae consigo desequilibrio del ecosistema e incorporación de patógenos a los seres vivos. Durante las últimas dos décadas, se han identificado dos tipos de agentes patógenos de origen zoonótico, coronavirus causantes de enfermedades emergentes de alto impacto; se trata del Síndrome respiratorio agudo grave (SARS, por sus siglas en inglés) y el síndrome respiratorio de oriente (MERS, por sus siglas en inglés), surgidos en 2003 y 2012 respectivamente, SARS en China y MERS en el Oriente Medio, los agentes etiológicos de ambas enfermedades, tienen características en común: son coronavirus altamente patógenos para los humanos y sus reservorios animales originales son los murciélagos. (7). Entre 2016 y 2017, otro coronavirus originario del murciélago provocó un brote en animales, de murciélagos a cerdos por medio de sus heces, conocido como el síndrome de diarrea aguda porcina (SADS, por sus siglas en inglés), ocasionando la muerte de lechones en cuatro granjas en China, con estos antecedentes, la probabilidad de un nuevo brote por coronavirus era muy alta; coronavirus detectado el 31 de diciembre de 2019 en la ciudad de Wuhan (China), una semana después, se aisló un nuevo coronavirus, inicialmente nombrado como 2019 n-CoV y posteriormente SARS-CoV-2.

La relación ambiente, sociedad, cultura, favorece o perjudica el aprovechamiento o manejo del ambiente. Sólo en la medida en la que todos los ecosistemas y especies que lo integran se conserven estructural y funcionalmente sanos, se asegurará nuestra supervivencia como especie.

### **3.2. El manejo y aprovechamiento sustentable frente al tráfico de especies.**

Los mercados de animales vivos como el de mariscos de Huanan en Wuhan, China, donde se venden distintos tipos de animales salvajes, son un factor de riesgo importante para la propagación de nuevos agentes patógenos y como consecuencia, nuevas enfermedades, lo mismo ocurre en general con el tráfico ilegal de vida silvestre. Prohibir la venta de animales vivos en los mercados de alimentos tiene el potencial de reducir el riesgo de futuros brotes de enfermedades. Los mercados de especies silvestres son muy antiguos y forman parte de la cultura de diversas poblaciones en diferentes regiones del mundo, son

sustento de millones de personas que dependen del comercio de especies como fuente de seguridad alimentaria y nutricional. La prohibición de su comercio, cría y consumo o la “represión” de los también llamados “mercados húmedos” no eliminan por completo el riesgo de efectos secundarios zoonóticos e, incluso, puede en algunas condiciones generar nuevas oportunidades para enfermedades. Más aún, una prohibición general puede aumentar el riesgo de comercio ilegal de especies utilizadas como alimento y medicina, particularmente en comunidades con fuertes referentes culturales en torno a determinadas especies.

La estrecha relación de los diferentes patrones de comportamiento entre la sociedad y la naturaleza brinda múltiples oportunidades para la rápida propagación de enfermedades. Esta crisis global ha dejado en claro que se necesitan estrategias de prevención, estudio y análisis más sólidos, integrales y coordinados. La colaboración en la vigilancia y el intercambio de información entre sectores de salud humana, salud animal y medio ambiente ayudará a promover un enfoque integral de la salud que pueda comprender mejor la dinámica de transmisión de enfermedades.

La epidemia actual de coronavirus COVID-19 (SARS-Cov-2) en México, coincidió en sus inicios (marzo 2020) con el periodo de cambio de estación, la temperatura, velocidad del viento, comportamiento social, fueron factores importantes para la rápida propagación del virus, por ello en la opinión pública, ha surgido la inquietud sobre las posibles interacciones entre la enfermedad transmitida por el virus y la contaminación atmosférica como también los factores ambientales y sociales relacionados a la población. Las medidas de distanciamiento social encaminadas a reducir el contagio también son útiles para disminuir y controlar el esparcimiento de virus. ¿Qué sabemos hasta el momento?

- 1) Está bien establecido que los contaminantes atmosféricos son un factor que impacta en la salud humana incrementando el riesgo de aparición y complicación de varios padecimientos. Aún sin la pandemia, vivir en sitios con contaminación del aire se ha vinculado con tasas más altas de enfermedades pulmonares como asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) (Cohen et al. 2017, WHO 2017). La exposición a partículas finas (PM2.5), ozono y otros componentes del aire contaminado provocan procesos de estrés

oxidante e inflamación de las vías respiratorias y los pulmones ocasionando efectos adversos a la salud de las personas en el corto y largo plazo.

- 2) Los contaminantes atmosféricos, además, son capaces de alterar de manera importante la respuesta del sistema inmunológico. Son varios los estudios epidemiológicos que han mostrado una asociación entre el incremento de los contaminantes y las admisiones hospitalarias que tienen como diagnóstico infecciones respiratorias bacterianas y virales (Cui et al. 2003, Ciencewicki y Jaspers 2007). Las partículas finas, como las ultrafinas (PM0.1).
- 3) El coronavirus SARS-CoV-2, que causa la enfermedad de COVID-19, afecta principalmente las vías respiratorias altas produciendo una enfermedad respiratoria que con el paso del tiempo y teniendo mayor conocimiento, se ha clasificado en enfermedad moderada, grave o severa. En aproximadamente un 15 % de los pacientes, la infección afecta a los pulmones produciendo una neumonía que puede progresar rápidamente y comprometer la vida del paciente. Estas pueden incluir una disnea o dificultad para respirar, con la consecuente disminución de entrada de oxígeno al organismo, y que es debida a daños histopatológicos como daños sustanciales a los neumocitos, edema pulmonar y formación de membranas hialinas (Xu et al. 2020).
- 4) A inicios de la pandemia, el coronavirus (SARS-Cov-2) afectó de manera más importante a grupos sensibles, como los adultos mayores, a personas que sufren de alguna enfermedad crónica como diabetes, hipertensión, enfermedades cardiovasculares o depresión del sistema inmunológico por alguna enfermedad (como VIH) o tratamiento (como quimioterapia) (Zhou et al. 2020). Es en estos grupos en donde se presentó la mayor tasa de letalidad. Conforme el tiempo transcurría, la idea de que los adultos mayores era el grupo de riesgo fue cambiando conforme el virus se fue propagando, favoreciendo su supervivencia generando nuevas variantes por lo que los grupos vulnerables fueron cambiando y así afectar a mayores porcentajes de población en general.

- 5) Aunque no se han llevado a cabo estudios epidemiológicos sobre el efecto de las situaciones de alta contaminación atmosférica en esta pandemia producida por el SARS-CoV-2, existen algunos estudios al respecto sobre virus de la misma familia. Tal es el caso de un estudio realizado en China (Cui et al. 2003, Su et al. 2019) en donde se encontró que las personas que vivían en ciudades con altos niveles de contaminación tenían hasta un 84 % de mayor probabilidad de morir por infección por SARS en comparación con las que vivían en ciudades menos contaminadas.
- 6) Las indicaciones emitidas por las autoridades sanitarias para evitar la infección con el SARS-CoV-2 contemplan el aislamiento físico de las personas, mantener sana distancia (1.5m de distancia), uso de cubrebocas, evitar lugares con poca ventilación y la vacunación, ha generado beneficios en minimizar los contagios.
- 7) El desarrollo de vacunas y próximos tratamientos para COVID-19, generan buenas expectativas del curso de la pandemia.

Actualmente, debido a la prevalencia de COVID-19 en la mayor parte del mundo, una de las principales preocupaciones es la relación entre factores ambientales y la rápida prevalencia de coronavirus (Abbasi et al. 2020) por lo que recientes estudios han observado relación entre los números de casos diarios positivos de SARS-CoV.2 con tres factores ambientales:

- Humedad relativa máxima.
- Contaminación atmosférica relacionada al lugar de residencia del paciente.
- Disminución de aerosoles y gotas que contienen SARS-CoV.2 en las sociedades humanas.

### 3.3. Agente causal SARS-CoV-2.




El virus SARS-CoV-2 pertenece a la familia de los  $\beta$ -coronavirus, virus de ácido ribonucleico (ARN) de cadena simple, polaridad positiva, envueltos, con genoma de 27 a 32 kb y tamaño de 80-160 nm. Son los virus de ARN más grandes hasta ahora descubiertos.

Se conocen hasta ahora cuatro géneros y se distinguen por el huésped al que infectan:  $\alpha$ -coronavirus: mamíferos,  $\beta$ -coronavirus (subdivididos en los grupos A-D): mamíferos,  $\gamma$ -coronavirus: aves, peces, y por último  $\delta$ -coronavirus: aves. En la actualidad, existen siete coronavirus que infectan al humano, tres de ellos, causan mayor gravedad a la salud. (Tabla 1)

Los tres coronavirus que afectan al ser humano y que los reportes dan evidencia de tener elevada patogenicidad y los cuales se han caracterizado por su asociación a enfermedad grave son:

- Síndrome Respiratorio Agudo Grave-1 (SARS-CoV-1)
- Síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERSCoV)
- Síndrome Respiratorio Agudo Grave-2 (SARS-CoV-2)

**Tabla 1:** Características de los coronavirus asociados con enfermedad grave: SARS-CoV-1, MERS-CoV y SARS-CoV-2.

Características	SARS-CoV-1 	MERS-CoV 	SARS-CoV-2 
Fecha de origen	Noviembre de 2002	Abril de 2012	Diciembre de 2019
Origen	Guangdong, China	Medio Oriente	Wuhan, China
Control de la enfermedad	5 julio de 2003	Activa	Activa
Origen	Murciélago	Murciélago	Murciélago
Huésped intermediario	Civeta común de las palmeras	Camellos	Pangolín
Receptor en humanos	ACE2 (enzima convertidora de angiotensina)	DDP4 (dipeptidil-peptidasa)	ACE2 (enzima convertidora de angiotensina)
Enfermedad causada	SARS	MERS	COVID-19
Número de países afectados	29	27	216
Casos confirmados	8,097	2,519	27,236,916
Defunciones (letalidad %)	776 (9.6)	866 (34)	891,031 (3.2)
R0	1.8-2.5	0.3-1.3	2-4

Datos adaptados de: World and Health Organization, Sheeren M et al.

El término coronavirus se debe al peculiar aspecto en forma de corona de la envoltura del virus, que es visible por microscopía electrónica (Fig. 2)

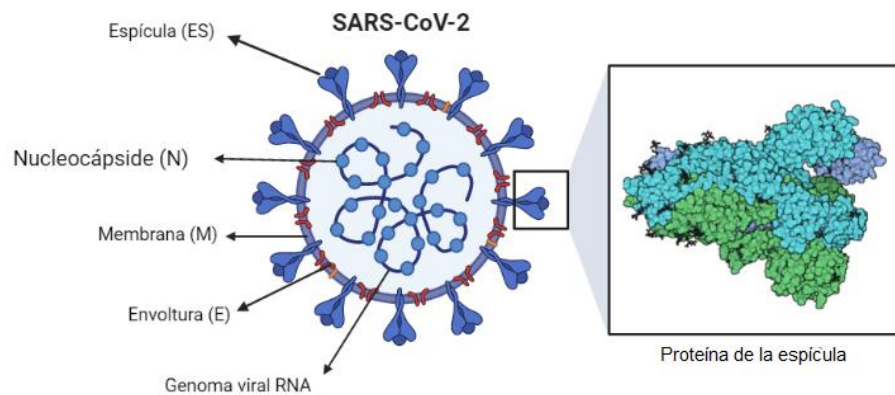


Fig. 2. Estructura del coronavirus y proteína de la espícula. Figura creada con BioRender.

La familia de los coronavirus provoca cuadros respiratorios, neurológicos, hepáticos y gastrointestinales en diferentes especies animales y en el ser humano. Se han descrito coronavirus animales específicos que afectan al ganado bovino, porcino y a las aves de corral, así como a gatos, perros, camellos y murciélagos.

Se sabe actualmente que al menos siete tipos de coronavirus tienen la capacidad de infectar al ser humano, pero probablemente estamos aún lejos de conocer todos los linajes, ya que los coronavirus tienen una notable diversidad genética y una elevada capacidad de recombinarse, de ahí que en los últimos años hayan surgido nuevos coronavirus con la capacidad de infectar al ser humano.

Los coronavirus pertenecen a la subfamilia *Orthocoronavirinae*, familia *Coronaviridae*, orden *Nidovirales*.

La familia *Coronaviridae* se clasifica en cuatro géneros:

- Alfa-coronavirus.
- Beta-coronavirus.
- Delta-coronavirus.
- Gamma-coronavirus.

El virus SARS-CoV-2, del inglés: *severe acute respiratory syndrome coronavirus* asociado al síndrome respiratorio agudo grave, es el agente responsable de la pandemia actual y causa la enfermedad asociada al coronavirus o COVID-19 (del inglés: coronavirus disease 2019), y pertenece al género beta-coronavirus. Este género se divide a su vez en cinco linajes.

Previamente a la pandemia actual por SARS-CoV-2, otros dos coronavirus causaron brotes epidémicos de un síndrome respiratorio grave en China, Oriente Próximo, Arabia Saudí y Corea. El SARS-CoV y el SARS-MERS (del inglés: Middle East respiratory syndrome coronavirus) se asociaron con una mortalidad del 10% y el 30%, respectivamente.

Sin embargo, los primeros coronavirus se detectaron en los años 60 del siglo XX y son agentes causales de los resfriados comunes e infecciones respiratorias leves en sujetos inmunocompetentes, y de infecciones de vías respiratorias bajas en sujetos inmunodeprimidos o con factores de riesgo. Los primeros coronavirus humanos identificados fueron los beta-coronavirus OC43 y HKU1, y los alfa-coronavirus 229E y NL63. (Tabla 2).

**Tabla 2.** Descripción de los siete coronavirus descritos que infectan al humano

Nombre	Fecha de descubrimiento	Género	Patogenicidad
HCoV-229E	1960	Alfa	Baja
HCoV-OC43	1960	Beta	Baja
SARS-CoV-1	2002	Beta	Elevada
HCoV-NL63	2004	Alfa	Baja
HCoV-HKU1	2005	Beta-A	Baja
MERS-CoV	2012	Beta	Elevada
SARS-CoV-2	2020	Beta	Elevada

Datos adaptados de: Cui J, Li F, Shi ZL. Origin and evolution of pathogenic coronaviruses. Nat Rev Microbiol.

### 3.4. Filogenia, huésped y reservorio.

Los estudios de análisis filogenético y de caracterización genómica han mostrado que los murciélagos y roedores son los huéspedes originarios de los coronavirus alfa y beta. En consecuencia, se consideran virus de origen zoonótico. En el caso del SARS-CoV, que fue el primer coronavirus asociado al brote epidémico de SARS de 2002, se piensa que los murciélagos *Rhinolophus* fueron el reservorio y origen de la replicación viral, ya que se detectó en ellos anticuerpos positivos anti-SARS-CoV; en cambio, la civeta se considera el huésped intermedio. En el caso del MERS-CoV que causó el brote en Arabia Saudí en 2012, los camélidos parecen haber sido la fuente zoonótica, y los murciélagos de las especies *Pipistrellus* y *Perimyotis* probablemente el reservorio.

En cuanto a la estructura genómica del SARS-CoV-2; comparte cierta homología en su secuencia genética con otros beta-coronavirus aislados de murciélagos, lo que sugiere que estos mamíferos pueden ser los huéspedes naturales y reservorios. La secuenciación genómica completa del SARS-CoV-2 ha confirmado una identidad del 96.2% con el coronavirus *RaTG13* del murciélago, de un 89% con el coronavirus *ZXC21* del murciélago y un 82% con el SARS-CoV humano. A fecha de hoy, los murciélagos se consideran el huésped natural del virus original, y el SARS-CoV-2 pudo haberse transmitido al ser humano a través de un huésped intermedio todavía desconocido, quizás el pangolín.

### 3.5. Mecanismo de invasión y replicación del SARS CoV-2.

El mecanismo de invasión de las células humanas se realiza mediante la unión al receptor de la enzima convertidora de la angiotensina II (ECA2). Las células de los pulmones que expresan dicho receptor son el blanco principal del virus SARS-CoV-2, si bien estos receptores se expresan también en otros tejidos como el riñón y otros órganos. La proteína S del SARS-CoV-2 conforma una estructura tridimensional en la región RBD (del inglés: receptor-binding domain). De este modo, el residuo de glutamina 394 de dicha región es reconocido por el residuo lisina 31 del receptor humano de la ECA2.

Una vez unida al receptor, se produce un cambio en la conformación de la proteína S que facilita la fusión de la envoltura vírica con la membrana celular. De ese modo, el SARS-CoV-2 libera su ARN en la célula huésped.

El ARN genómico se traduce en poliproteínas helicicas ppa1a y pp1b, que a su vez se escinden en otras proteínas menores mediante la acción de proteinasas virales posteriormente, las polimerasas inician la síntesis de ARN mensajeros subgenómicos mediante un procedimiento de transcripción discontinua que finalmente se traducen en proteínas víricas. A su vez, las proteínas víricas y el ARN genómico se ensamblan en viriones en el retículo endoplasmático y aparato de Golgi, y, transportados vía vesículas, se liberan fuera de la célula. (Fig.3)

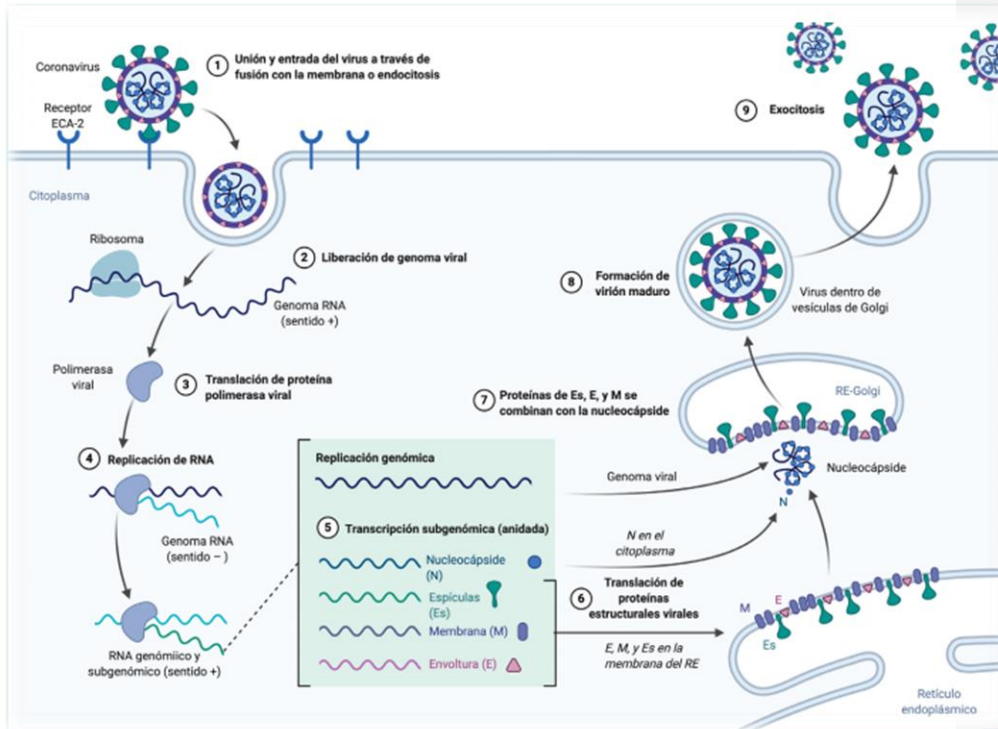


Fig. 3 Ciclo de replicación del coronavirus.

### **3.6. Transmisión.**

La hipótesis más aceptada actualmente es una transmisión inicial de animales a humanos en el mercado de alimentos y pescado de Wuhan en diciembre de 2019. Posteriormente ha sucedido una transmisión directa entre seres humanos. Hoy día se acepta que el contagio entre sujetos asintomáticos fue la principal causa de la enorme extensión y difusión a inicios de la pandemia del *SARS-CoV-2*, con el paso de los meses y el exponencial aumento de contagios entre poblaciones, el contagio se propagó fácilmente entre personas con síntomas y asintomáticos.

Hoy en día y gracias a los estudios realizados alrededor del mundo, se sabe que la transmisión entre seres humanos se produce mediante gotículas al toser, hablar o respirar, por contacto directo, así como mediante aerosoles en habitaciones con ineficiente ventilación y en espacios cerrados. Esta última forma de contagio es particularmente relevante para el personal sanitario que trabaja en unidades de cuidados intensivos y para aquellos profesionales que realizan exámenes y pruebas complementarias a corta distancia del paciente.

Distintos análisis sobre la transmisión por fómites fue considerada a inicios de la pandemia ya que estudios experimentales han mostrado que el virus puede persistir viable 24 horas en cartón y hasta 72 horas en superficies de plástico o acero inoxidable, esta información se consideró ya que no existía el conocimiento suficiente sobre el agente patógeno (*SARS-CoV-2*), hoy en día sabemos a ciencia cierta que la fuente de contagio principal es por contacto directo con una persona infectada, por gotículas y aerosoles en el ambiente ya que estos pueden quedar suspendidos durante horas.

### **3.7. Fases de la enfermedad.**

La media del periodo de incubación del SARS-CoV-2, varía entre 3 y 7 días, aunque se han descrito intervalos de tiempo desde la infección hasta el inicio de los síntomas de dos semanas. La fase replicativa dura varios días y en ella se produce una respuesta inmune innata que es incapaz de contener la replicación del virus. En esta fase replicativa pueden aparecer síntomas leves consecuencia del efecto citopático directo del virus y de la respuesta inmune innata. Si el sistema inmune innato no consigue limitar la propagación del virus, entonces se sucede una fase de afectación pulmonar con sintomatología variada, consecuencia del efecto citopático directo en las células pulmonares.

Posteriormente, se produce una fase en la que actúa la inmunidad adquirida o adaptativa en la que la carga viral disminuye. Sin embargo, en algunos pacientes se ha observado un aumento de los niveles de citocinas inflamatorias, con daño tisular y síntomas de deterioro clínico. En la fisiopatogenia de la COVID-19 conviene discernir dos aspectos: el SARS y la “tormenta de citocinas” para el uso correcto de medicamentos y tratamientos durante y después del contagio ya que se han reportado casos de agravamiento de la enfermedad por el mal uso de medicamentos de los cuales ya existen estudios que respaldan la poca o nula eficiencia contra COVID-19, caso contrario a la mejora del paciente, estos pueden alterar el cuadro clínico y deteriorar el sistema inmunológico.

El pasado 2 de agosto de 2021, en México fue publicada la Guía clínica para el tratamiento de la COVID-19 para consulta a la población y actualización al personal de salud.

### 3.8. La triada ecológica.

En la actualidad existen la preocupación de nuevos agentes infecciosos que puedan alterar la salud de los seres vivos, para entender mejor el ciclo de una enfermedad, es importante mencionar el concepto de triada ecológica, que se refiere a las interacciones existentes entre los elementos que intervienen cuando se produce una enfermedad. Este modelo de estudio inició para analizar enfermedades infecciosas y con el tiempo se amplió a todo tipo de patologías.

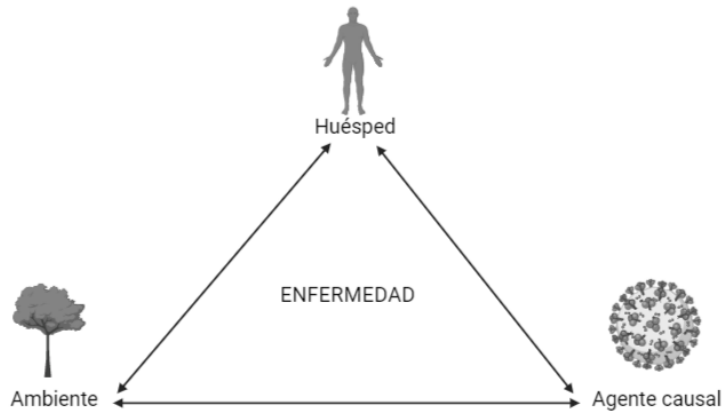
La triada ecológica debe su nombre a la composición de sus tres elementos, modelo que permitirá comprender mejor los procesos que llevan a cabo la COVID-19 e identificar factores que contribuyen y así poder realizar un mejor análisis de la enfermedad.

Para el inicio de fases de la enfermedad, existieron factores previos como el tiempo, lugar, persona, demografía, susceptibilidad, transmisión, incubación, periodo de infección, latencia, transmisibilidad, la triada ecológica (huésped, agente, ambiente) o causas componentes, las manifestaciones sintomáticas o asintomáticas y las medidas de distanciamiento que determinarán el ciclo epidemiológico en la COVID-19

Para conocer el ciclo epidemiológico y los factores que influyen en la enfermedad, es necesario cuestionarse los siguientes criterios de equilibrio en la Triada ecológica:

- ¿Quién ataca? AGENTE PATOLÓGICO
- ¿A quién ataca? HUÉSPED U HOSPEDERO
- ¿En qué lugar ataca? MEDIO

Los agentes involucrados en la patología son los factores externos o internos que, aunque intervienen para provocar una enfermedad, por sí mismos no son capaces de producirlas, ya que en la mayoría de los casos es necesaria la unión de los demás elementos. Elementos que interactúan en el proceso salud-enfermedad y por lo tanto, la relación existente entre ellos dependerá de las características propias, de las condiciones de interacción y el tiempo de exposición.



*Fig. 4. Triada ecológica. Imagen creada con BioRender.*

Cuando los tres elementos (huésped, ambiente y agente causal) se encuentran en equilibrio, existe un completo estado de bienestar físico, mental y social, cuando el equilibrio se rompe, provoca la alteración del estado fisiológico del ser vivo que se manifestarán por signos y síntomas característicos conocidos como enfermedad.

El conocimiento de las características de estos tres elementos: huésped, agente y medio ambiente cobra un papel fundamental para ampliar la distinción de causas y curso de la enfermedad.

#### 4. JUSTIFICACIÓN.

Las enfermedades de origen zoonótico son un claro ejemplo de las consecuencias del conjunto de cambios ambientales derivados de las acciones antropogénicas, principalmente cambios en los procesos que determinan el funcionamiento del planeta. En este contexto, los impactos causados por la fragmentación, sobreexplotación de ecosistemas naturales, incremento de la población de seres humanos, relación entre el ambiente, sociedad y cultura de las poblaciones alrededor del mundo forman parte indiscutible de este gran fenómeno que tuvo como consecuencia una pandemia mundial.

Esto se sustenta en el hecho de que este fenómeno y la actividad económica asociada, ha reducido la superficie de los ecosistemas naturales y migración de especies generando alteraciones al funcionamiento ecológico del planeta del cual depende la salud humana. Consecuentemente, las personas están cada vez más expuestas a contraer enfermedades. En este ámbito, diversas plataformas científicas y políticas han reconocido y alertado a los gobiernos sobre la relevancia de la mantención de los sistemas naturales para el control de enfermedades.

Podemos plantearnos una importante área de estudio que requiere valor de análisis para así dilucidar el real impacto y asociación en la diseminación de enfermedades contagiosas tales como COVID-19. Esta área de trabajo e investigación debe concentrar los esfuerzos en la comprensión de la dispersión, persistencia y letalidad de los patógenos en el medio ambiente.

En México, poco sabemos del papel que juegan algunos factores o impulsores ambientales en la propagación y persistencia de agentes patógenos tales como SARS-CoV 2 causante de la COVID-19, resultado de una zoonosis. En las enfermedades infecciosas emergentes es necesario analizar a los componentes de la triada ecológica (huésped, ambiente y agente causal) para poder asociarlos con la gravedad de la enfermedad y de esta manera buscar incrementar el conocimiento respecto a la influencia de factores en el ambiente en el desencadenamiento y agravamiento de síntomas de COVID-19, para posteriormente impulsar a desarrollar mejores tratamientos como el uso de medicación específica contra SARS CoV-2, y medidas profilácticas que ayuden a los individuos a disminuir la probabilidad

de desarrollar la enfermedad o en su caso, al control de esta y así evitar el agravamiento para una mejor calidad de vida.

En el presente estudio se analizarán estadísticamente los siguientes factores asociados a la sintomatología de la enfermedad COVID-19.

- **Huésped (Ser humano):** Edad, sexo, tabaquismo, consumo de alcohol, padecimiento de alergias, actividad física asociados a los síntomas presentados durante el contagio.
- **Ambiente:** Sitio donde habita (urbano, rural) y sitio donde sospecha que se contagió (urbano y rural).
- **Agente Causal:** Presencia o ausencia de síntomas causados por el virus SARS-CoV-2.

## **5. OBJETIVOS.**

### **5.1. Objetivo general:**

- Analizar la posible asociación entre algunos factores inherentes al hombre, medio ambiente y la gravedad de la enfermedad COVID-19.

### **5.2. Objetivos Particulares**

- Asociar algunos factores inherentes al hombre (edad, sexo, tabaquismo, consumo de alcohol, padecimiento de alergias, actividad física) y el ambiente rural o urbano.
- Asociar algunos factores inherentes al hombre (edad, sexo, tabaquismo, consumo de alcohol, padecimiento de alergias, práctica de ejercicio) y la causa y gravedad de la enfermedad COVID-19.
- Asociar el ambiente rural o urbano con la gravedad de la COVID-19

## 6. METODOLOGÍA.

### 6.1. Obtención de muestras.

En el presente estudio de carácter observacional y transversal, se realizaron encuestas descriptivas a una población de 200 pacientes de edad y sexo variados con signos y síntomas de COVID-19 así como pacientes asintomáticos positivos a SARS CoV-2. La información y selección de variables de la historia clínica realizada a pacientes se recabó mediante entrevistas telefónicas aplicando un cuestionario. Los datos obtenidos se analizaron mediante el Software RStudio v.1.2, aplicando análisis de normalidad a las variables cuantitativas y posteriormente prueba de hipótesis U de Mann-Whitney, las variables cualitativas se compararon mediante la prueba de Chi cuadrada ( $\chi^2$ ). Las variables cuantitativas se presentan en función de mediana y cuartiles 1-3 (Q1 y Q3) mientras que las cualitativas se presentan como frecuencias y porcentajes.

Los pacientes se organizaron por grupos etarios (<30, 31-50, >50) para demostrar la posible asociación entre COVID-19 y los factores de riesgo.

La información de las muestras obtenidas se realizó por prueba PCR en tiempo real para la detección del virus SARS CoV-2 en el Centro de Detección Biomolecular de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en el periodo **agosto 2020- julio 2021**.

A continuación, se presenta el cuestionario realizado a la población:

#### Datos generales:

<b>Nombre del paciente:</b>			
<b>Fecha de nacimiento:</b>		.	
<b>Edad</b>		<b>Sexo</b>	<b>Embarazada:</b> .
<b>Altura</b>		<b>Peso</b>	<b>IMC</b>
<b>Trabaja en área de salud</b>		¿Cuál?.	
<b>Escolaridad licenciatura</b>		Grupo sanguíneo	
<b>Activación física</b> .		¿Cuál? ¿Cuántos días a la semana?	
<b>Fecha de inicio de sintomatología</b>			
<b>Medio donde se sospecha contagio</b>			
<b>¿Por qué?</b>			

### Antecedentes Patológicos.

<b>Cirugías</b>	¿Cuál?
<b>Alergias</b>	¿Cuál?
<b>Enfermedades diagnosticadas</b>	.
<b>Cardiacas</b>	
<b>Metabólicas</b>	
<b>Sistémicas</b>	
<b>Cáncer</b>	
<b>Trastornos neurológicos</b>	
<b>Trastornos psiquiátricos</b>	
<b>Otros</b>	¿Cuál?
<b>Tratamiento</b>	
<b>Trasplantes</b>	¿Cuál?
<b>Enfermedades en infancia</b>	¿Cuál?

### Toxicomanías.

<b>Fuma</b>	.	<b>Cantidad por día</b>	
<b>Edad de inicio</b>	.	Índice tabáquico	
<b>Alcoholismo</b>	.	Cantidad por día	
<b>Edad de inicio</b>	.	años	
<b>Droga</b>		¿Cuál?	.
<b>Edad de inicio</b>	.	Cantidad por día	

### Atención hospitalaria.

Signos vitales.	
TA .mmHg	SatO <sub>2</sub>
FC .LPM	FR .RPM
TEMP . °C	Grupo sanguíneo
Motivo	
Estudios realizados	
Laboratorio	¿Cuál?
Gabinete	¿Cuál?
Medidas utilizadas	
Antes	
Después	
Fue hospitalizado	¿Por qué?

### Manejo en casa.

Tratamiento	
Farmacológico	
No farmacológico	
Aislamiento	
Síntomas y signos posterior a la prueba	
Duración de síntomas	
Ultimo día con sintomatología	
Estado emocional	
Antes	
Durante	
Posterior	

## Sintomatología.

<b>Información general de síntomas.</b>		
Fiebre-	Debilidad:	Escalofríos:
Peso	Otro:	
Piel		
Eritema no	Resequedad no	Erupciones no
Otro		
<b>Cabeza</b>		
Cefalea:	Lesiones:	Mareos:
Otro		
<b>Ojos</b>		
Conjuntivitis:	Resequedad:	Dolor:
<b>Oídos</b>		
Tinnitus	Dolor:	Perdida de la audición
Otro		
<b>Nariz y senos paranasales</b>		
Hemorragia:	Anosmia:	Congestión nasal:
<b>Boca</b>		
Resequedad:	Ardo faríngeo	Cambio de voz
Otro		
<b>Cuello</b>		
Ganglios:		
<b>Pulmonar</b>		
Disnea:	Taquipnea	Tos
Dificultad respiratoria	Hemoptisis	Otro
<b>Cardiovascular</b>		
Taquicardia SI	Dolor torácico	Taquipnea
Otro		
<b>Gastrointestinal</b>		
Diarrea	Nauseas:	Vomito;
Constipación	Distensión	Dolor abdominal:
Melena	Sangrado gastro intestinal	Otro
<b>Genitourinario</b>		

Disuria	Polaquiuria	Hematuria
---------	-------------	-----------

<b>Musculo esquelético</b>		
Debilidad	Mialgias:	Artralgias
Otro		
<b>Neurológico</b>		
Parálisis	Alteraciones psicológicas	Pérdida de memoria
Convulsiones	Otro	

## 6.2 Definición del Universo:

Pacientes de edad y sexo indistintos de la comunidad universitaria y poblana en general con síntomas asociados a COVID-19 y con diagnóstico positivo para SARS CoV-2 por medio de pruebas de PCR en tiempo real (qPCR), analizadas en el Centro de Detección Biomolecular de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

## 6.3 Tamaño de la Muestra:

Todos los pacientes positivos que acepten participar en el estudio y que acudan al Centro de detección biomolecular de la BUAP para realizarse la prueba PCR y posteriormente realizarles el cuestionario (Historia clínica) correspondiente para análisis de los factores ambientales a los que fueron expuestos en el transcurso de la enfermedad en el periodo de agosto de 2020 a julio de 2021.

## 6.4 Criterios de Selección

### ➤ Criterios de Inclusión.

- Pacientes asintomáticos o con síntomas de COVID-19 positivos a prueba PCR para SARS CoV-2.

### ➤ Criterios de Exclusión

- Pacientes que no cumplan con los criterios de diagnóstico.

### ➤ Criterios de Eliminación.

- Pacientes que no deseen participar en el estudio para la realización de la historia clínica correspondiente.
- Pacientes que no respondieron a llamada telefónica.
- Pacientes con historia clínica incompleta.

Comentado [JC1]:

Comentado [JC2]:

Comentado [JC3]: Consultar con tutores el planteamiento del criterio de exclusión:  
Pacientes asintomáticos

## 7. RESULTADOS.

Se realizó el análisis de historias clínicas a una población (**n=200**) de pacientes con diagnóstico positivo a COVID-19 que asistieron al Centro de Detección Biomolecular de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla para la realización de prueba de qPCR, posteriormente se realizó la selección de variables cualitativas y cuantitativas descritas a continuación:

<b>Variables cuantitativas</b>
Edad
Peso (Kg)
Estatura (m)
IMC
SatO <sub>2</sub>
Duración de síntomas (días)

**Tabla 3.** Variables cuantitativas

<b>Variables cualitativas</b>
<b>Información general</b>
Sexo.
Grupo sanguíneo.
Alergias.
Consumo de tabaco.
Consumo de alcohol.
Lugar de residencia (Rural o Urbana).
Actividad física.

**Tabla 4.** Variables cualitativas, información general.

<b>Variables cualitativas</b>
<b>Síntomas</b>
Fiebre
Debilidad
Escalofríos
Eritema
Resequedad en piel
Erupciones en piel
Cefalea
Mareos
Molestia ocular
Molestia en oídos
Anosmia
Congestión nasal
Ardo faríngeo
Disnea
Taquipnea
Tos
Diarrea
Náuseas
Vomito
Distensión abdominal
Dolor abdominal
Cansancio
Mialgias
Parálisis

**Tabla 5.** Variables cualitativas, sintomatología.

### 7.1 Análisis descriptivo de los datos.

En el grupo de análisis (n=200) se identificaron un total de 41% de hombres y 59% de mujeres, se encontró mayor frecuencia del grupo sanguíneo O Rh + (62.5%), seguido de A Rh+ (22.5) y B Rh + (7%); otros grupos sanguíneos representaron menos del 5% de la población cada uno.

Poco más del 90% de los participantes provenían de zona urbana y el restante de zonas rurales; se registró que el 33.5% de los encuestados presentaban algún tipo de alergia. En cuanto al consumo de sustancias nocivas, el 31% de los participantes refirió consumo de tabaco, mientras que casi el 50% declaró consumir alcohol.

**Tabla 6. Descripción de variables demográficas para el grupo de estudio.**

	<b>Total (n=200)</b>
Sexo (Hombre/Mujer; %)	82/118 (41/59)
<b>Grupo sanguíneo</b>	
A Rh+ (%)	22.5%
B Rh+ (%)	7%
B Rh- (%)	0.5%
AB Rh+ (%)	2.5%
O Rh+ (%)	62.5%
O Rh- (%)	5%
Alergias (Si/No) %	67/133 (33.5/66.5)
Lugar de residencia urbana (Si/No) %	185/15 (92.5%/75%)
Consumo de cigarro (Si/No) %	62/138 (31% /69%)
Consumo de alcohol (Si/No) %	96/138 (48% /69%)
Actividad física (Si/No) %	106/94 (53%/47%)

**Tabla 6.** Descripción de variables demográficas para el grupo de estudio.

## 7.2. Análisis estadístico de normalidad de variables cuantitativas.

Se utilizaron pruebas de contraste de hipótesis y qq Plots para la observación de la distribución de los datos, resultados fueron los siguientes.

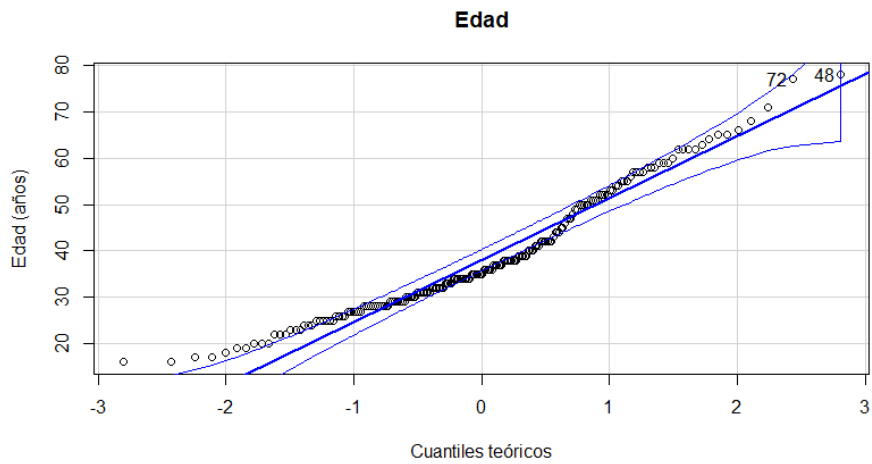


Gráfico 1. Análisis de normalidad de la variable Edad.

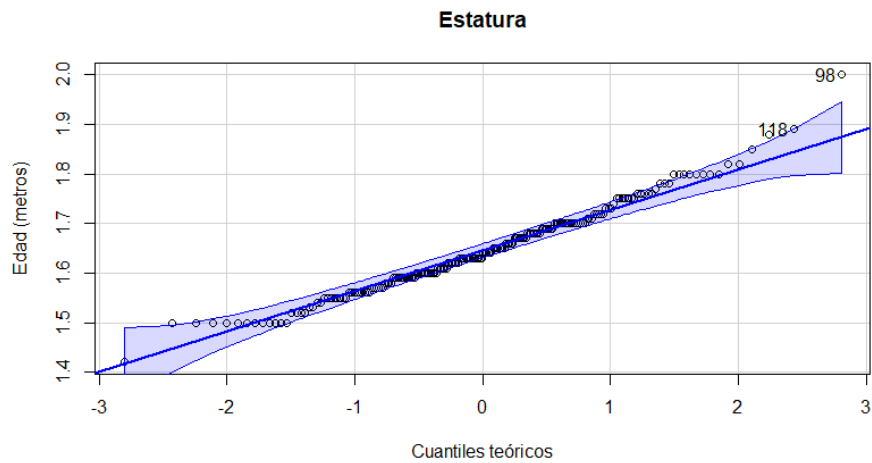


Gráfico 2. Análisis de normalidad de la variable estatura.

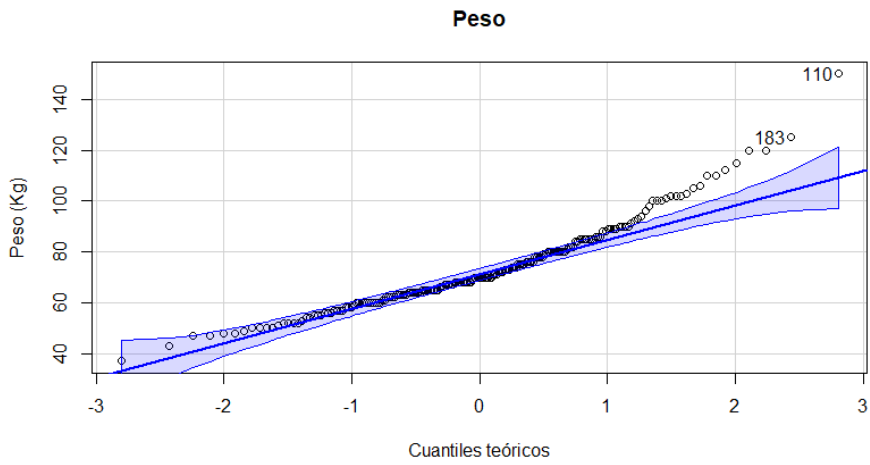


Gráfico 3. Análisis de normalidad de la variable peso.

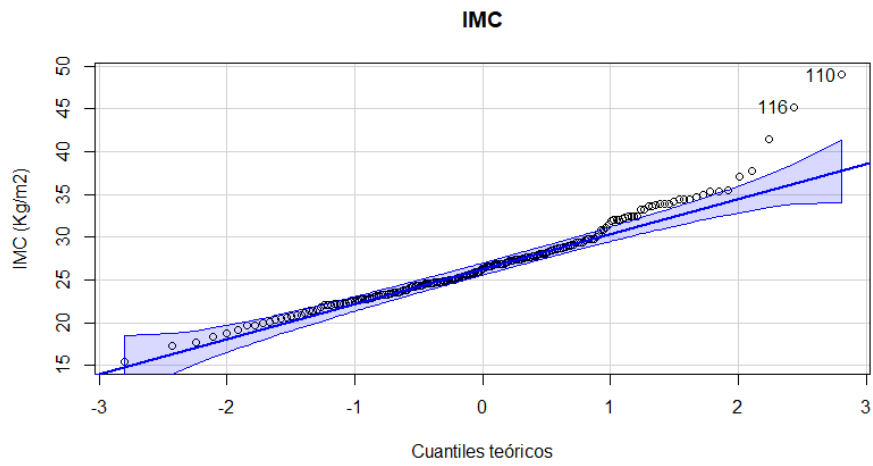


Gráfico 4. Análisis de normalidad de la variable IMC.

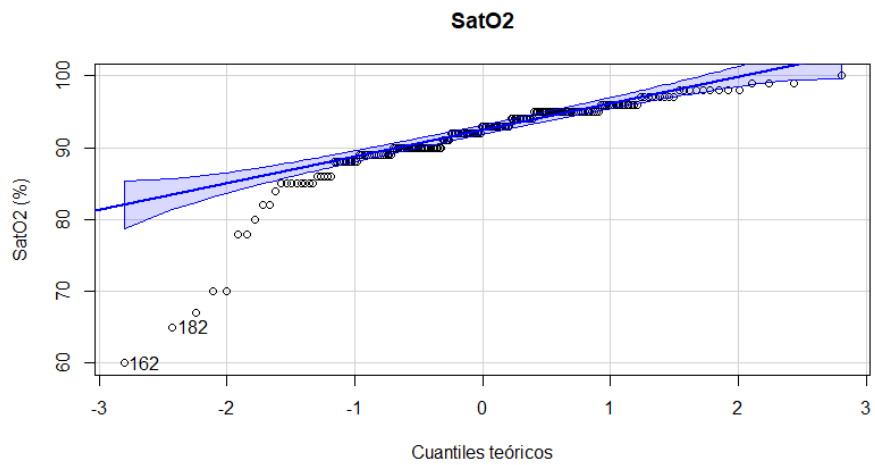


Gráfico 5. Análisis de normalidad de la variable SatO2.

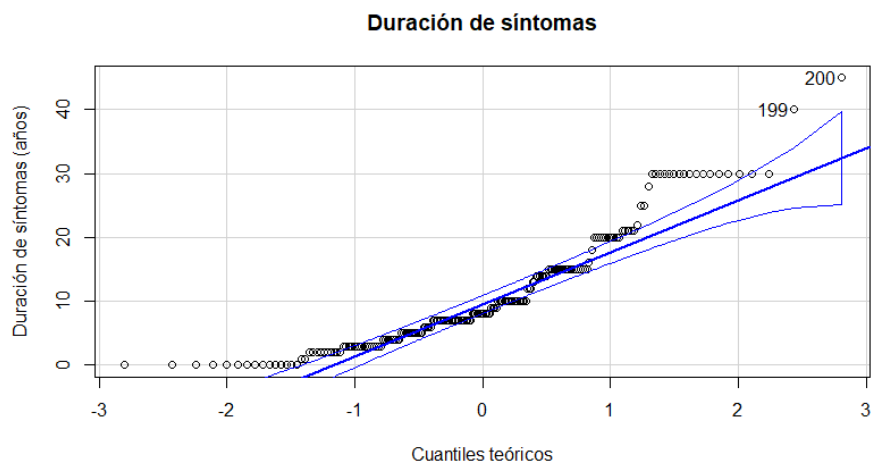


Gráfico 6. Análisis de normalidad de la variable Duración de síntomas.

De acuerdo con los gráficos qq Plots, se observó una distribución no normal de los datos en cada una de las variables analizadas (edad, estatura, peso, IMC, saturación de oxígeno y duración de los síntomas). Para comprobar el tipo de distribución de los datos, se realizó la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov corregida por Lilliefors planteando las siguientes hipótesis:

$H_0$ : La distribución de los datos es normal cuando  $p > 0.05$

$H_A$ : La distribución de los datos no es normal cuando  $p < 0.05$

Se obtuvieron los datos presentados a continuación:

VARIABLES CUANTITATIVAS	Valor de p	Distribución
Edad (años)	1.936e-07	$p < 0.05$ - No normal
Estatura (m)	0.0151	$p < 0.05$ - No normal
Peso (Kg)	2.6e-06	$p < 0.05$ - No normal
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	0.002353	$p < 0.05$ - No normal
SatO <sub>2</sub> (%)	4.626e-14	$p < 0.05$ - No normal

De acuerdo con la observación de distribución no normal de las variables cuantitativas, se organizaron los datos descriptivos cuantitativos en función de mediana y cuartil uno a cuartil 3 (Q1-Q3) para el análisis del 50% total de los datos y así obtener una mejor interpretación y observación de estos.

### 7.3. Análisis descriptivo de variables cuantitativas

Para las variables cuantitativas se consideró la edad, estatura, peso, IMC, y SatO<sub>2</sub>. La mediana de edad de los participantes fue de 35 años, con mediana de estatura de 1.6 m y mediana de peso de 70 kg, se detecta sobrepeso en la población ya que se reporta mediana de IMC de 26 Kg/ m<sup>2</sup>, la SatO<sub>2</sub> de los pacientes se reportó en 93%.

	<b>Total (n=200)</b>
Edad (años)	35.0 (29.0 - 47.0)
Estatura (m)	1.6 (1.5 - 1.7)
Peso (Kg)	70 (62 - 80)
IMC (Kg/m2)	26 (23 - 29)
SatO2 (%)	93 (90 - 95)

**Tabla 7.** Descripción de variables demográficas cuantitativas para el grupo de estudio.

#### **7.4. Descripción de duración de síntomas (días) y variables cualitativas (sintomatología).**

	<b>Total (n=200)</b>
<b>Duración de síntomas (Días)</b>	<b>8 (4 - 15)</b>
Fiebre (Si/No) %	90/110 (45/55)
Debilidad (Si/No) %	138/62 (69/31)
Escalofríos (Si/No) %	111/89(55.5/44.5)
Eritema (Si/No) %	111/89(55.5/44.5)
Resequedad de la piel (Si/No) %	38/179(.19/89.5)
Erupciones de la piel (Si/No) %	21/179(10.5/89.5)
Cefalea (Si/No) %	146/54(73/27)
Mareos Si/No%	77/123(38.5/61.5)
Molestia Ocular (Si/No) %	83/117(41.5/58.5)
Molestia en oídos (Si/No) %	34/166(17/83)
Anosmia (Si/No) %	113/87(56.5/43.5)
Congestión nasal (Si/No) %	87/113(43.5/56.5)
Ardo faríngeo (Si/No) %	103/97(51.5/48.5)
Disnea (Si/No) %	69/131(34.5/65.5)
Taquipnea (Si/No) %	64/136(32/68)
Tos (Si/No) %	93/107(46.5/53.5)
Diarrea (Si/No) %	58/142(29/71)
Nauseas (Si/No) %	35/165(17.5/82.5)
Vómito (Si/No) %	19/181(9.5%90.5)

Distención abdominal (Si/No) %	22/178(11/89)
Cansancio (Si/No) %	120/80(60/40)
Mialgias (Si/No) %	67/133(33.5%/66.5%)
Parálisis (Si/No) %	4/196(2/98)

**Tabla 8.** Resumen de análisis, medianas, primer y tercer cuartil de variables cualitativas.

Al observar la normalidad de los datos y empleando la hipótesis alterna ( $H_A$ : La distribución de los datos no es normal cuando  $p < 0.05$ ), se fragmentó el análisis en rangos de edad para aplicación de la prueba de *Chi cuadrada* para el contraste de frecuencias entre el sexo y rango de edad.

La viabilidad de rangos de edad permitió observar a los grupos 1 (>30), 2 (31-50) y 3 (>50) para comparación de datos y disminución de la fuerza de asociación entre ellos, los datos rangos de edad se clasificaron de la siguiente manera:

Rangos de edad	
>30	61
31-50	99
>50	40

**Tabla 9.** Rangos de edad 1 (>30), 2 (31-50) y 3 (>50)

	Análisis por rangos de edad		
	<30 (n = 61)	31-50 (n = 99)	>50 (n = 40)
Sexo (Mujer/Hombre) %	35/24	58/41	28/12
<b>Grupo sanguíneo</b>			
A Rh+ (%)	12	23	10
B Rh+ (%)	3	9	2
B Rh- (%)	0	1	0
AB Rh+ (%)	2	1	2
O Rh+ (%)	41	63	21
O Rh- (%)	3	2	5

**Tabla 10.** Análisis por rangos de edad 1 (>30), 2 (31-50) y 3 (>50)

### 7.5. Asociación de rangos de edad (1,2 y 3) y sintomatología.

Considerando los datos, se aplicó prueba de *chi cuadrada* para comparación entre síntomas y rangos de edad, en la tabla 11 se presentan los resultados obtenidos:

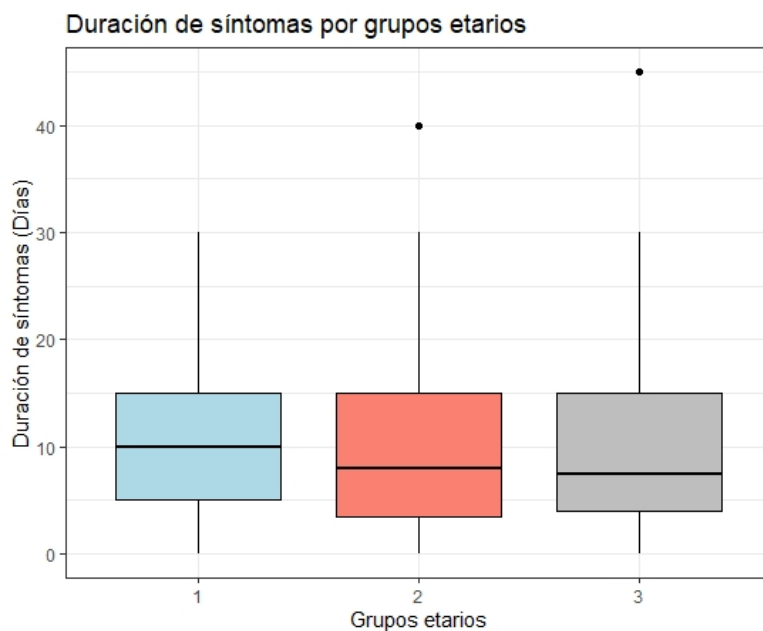
Síntomas	Rango de edad 1 >30	Rango de edad 2 31-50	Rango de edad 3 >50	Valor de P
Alergias (Si/No) %	24/37 (39.3/61.7)	34/65 (34.3/65.7)	9/31 (22.5/77.5)	0.21
Fuma (Si/No) %	23/38 (37/63)	33/66 (33/67)	6/34 (15/85)	0.04
Toma (Si/No) %	36/25 (59/41)	52/48 (52/48)	9/31 (23/77)	<0.001
Zona urbana (Si/No) %	53/8 (86/14)	95/4 (96/4)	37/3 (95/5)	0.11
Realiza actividad física (Si/No) %	36/25 (59/41)	51/48 (51/49)	19/21 (49/54)	0.48
Fiebre (Si/No) %	42/20 (68/32)	53/46 (53/47)	16/24 (41/59)	0.025
Debilidad (Si/No) %	40/21 (66/34)	72/27 (72/28)	26/14 (67/33)	0.53
Escalofríos (Si/No) %	37/24 (60/40)	58/41 (58/42)	16/24 (41/59)	0.085
Eritema (Si/No) %	11/50 (18/82)	9/90 (9/91)	3/37 (8/92)	0.15
Resequedad en piel (Si/No) %	13/48 (21/79)	19/80 (20/80)	6/34 (15/85)	0.73
Erupciones en piel (Si/No) %	7/54 (11/89)	11/88 (11/89)	3/37 (8/92)	0.79
Cefalea (Si/No) %	45/16 (74/26)	74/25 (74/26)	27/13 (69/31)	0.68
Mareos (Si/No) %	26/35 (42/58)	40/59 (40/60)	11/29 (28/72)	0.27
Molestia en ojos (Si/No) %	28/33 (45/55)	45/54 (83/17)	10/30 (26/74)	0.061
Molestia en oídos (Si/No) %	13/48 (21/79)	14/85 (14/86)	7/33 (18/82)	0.5
Anosmia (Si/No) %	39/22 (64/36)	61/38 (61/39)	13/27 (33/67)	0.002
Congestión nasal (Si/No) %	33/28 (54/46)	42/57 (42/58)	12/28 (34/66)	0.055
Ardo faríngeo (Si/No) %	28/33 (45/55)	53/46 (53/47)	22/18 (56/44)	0.57
Disnea (Si/No) %	21/40 (34/66)	34/65 (34/66)	14/26 (36/64)	0.99
Taquipnea (Si/No) %	18/43 (29/71)	35/64 (35/65)	11/29 (28/72)	0.59
Tos (Si/No) %	31/30 (51/49/)	47/52 (47/53)	15/25 (38/62)	0.41
Diarrea (Si/No) %	17/44 (28/72)	31/68 (31/69)	10/30 (26/74)	0.74
Nauseas (Si/No) %	8/53 (13/87)	22/77 (22/78)	5/35 (13/87)	0.22
Vómito (Si/No) %	6/55 (10/90)	10/89 (10/90)	3/37 (8/92)	0.88

Distensión (Si/No) %	6/55 (10/90)	10/89 (10/90)	6/34 (15/85)	0.66
Dolor abdominal (Si/No) %	9/52 (14/86)	15/84 (15/85)	6/34 (15/85)	0.99
Debilidad/Cansancio (Si/No) %	30/31(49/51)	68/31 (68/32)	22/18 (56/44)	0.039
Mialgias (Si/No) %	17/44 (28/72)	38/61 (38/62)	12/28 (34/66)	0.34
Parálisis (Si/No) %	1/60 (01/ 99)	2/97 (2/98)	1/39 (2/98)	0.96

**Tabla 11.** Comparación de síntomas vs rango de edad, análisis por Chi-cuadrada.

El contraste de frecuencias observadas, nos indica que existe diferencia estadísticamente significativa en los pacientes que fuman, consumen alcohol, presencia de anosmia (ausencia del sentido del olfato), fiebre y debilidad/cansancio durante el contagio por lo que inferimos que la edad y hábitos personales jugarán un papel importante en el curso de la enfermedad.

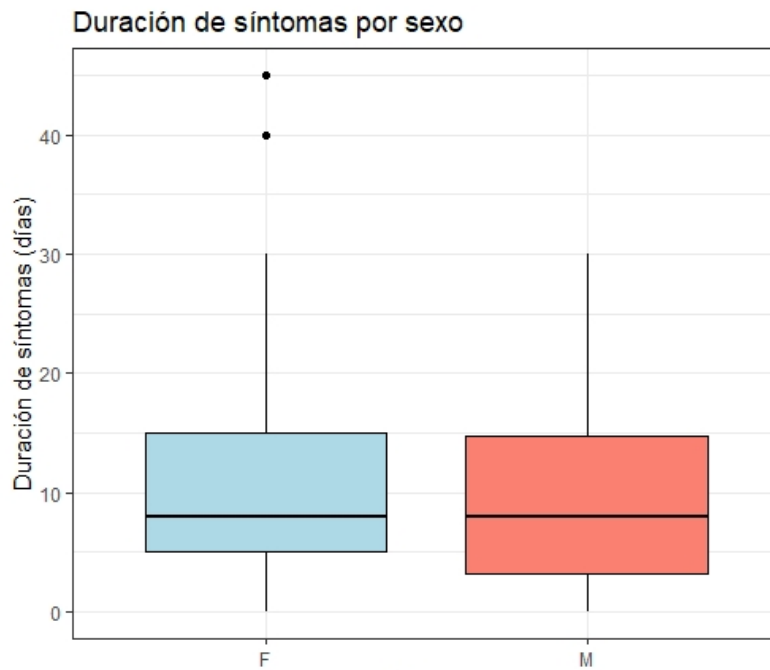
Por otro lado, para el análisis y relación de variables cualitativas y cuantitativas se realizaron los gráficos de cajas y bigotes por prueba de *Wilcoxon* que nos permitirá estratificar las variables cuantitativas en más de dos grupos (variables cualitativas).



**Gráfico 7.** Gráfica de cajas y bigotes de distribución entre duración de síntomas y grupos etarios.

Primer cuartil	Mediana	Tercer cuartil	Máximo
5.00	10	15.00	30.00
3.50	8	15.00	40.00
4.00	7.50	15.00	45.00

**Interpretación de datos:** No existe asociación estadísticamente significativa entre grupos de duración de los síntomas y los rangos de edad.



*Gráfico 8. Gráfica de cajas y bigotes de distribución entre duración de síntomas y sexo (F/M).*

Primer cuartil	Mediana	Tercer cuartil	Máximo
5.00	8.5	15.00	45.00
3.50	8.5	14.90	30.00

**Interpretación de datos:** No existe asociación estadísticamente significativa entre grupos de duración de los síntomas y sexo (F/M).

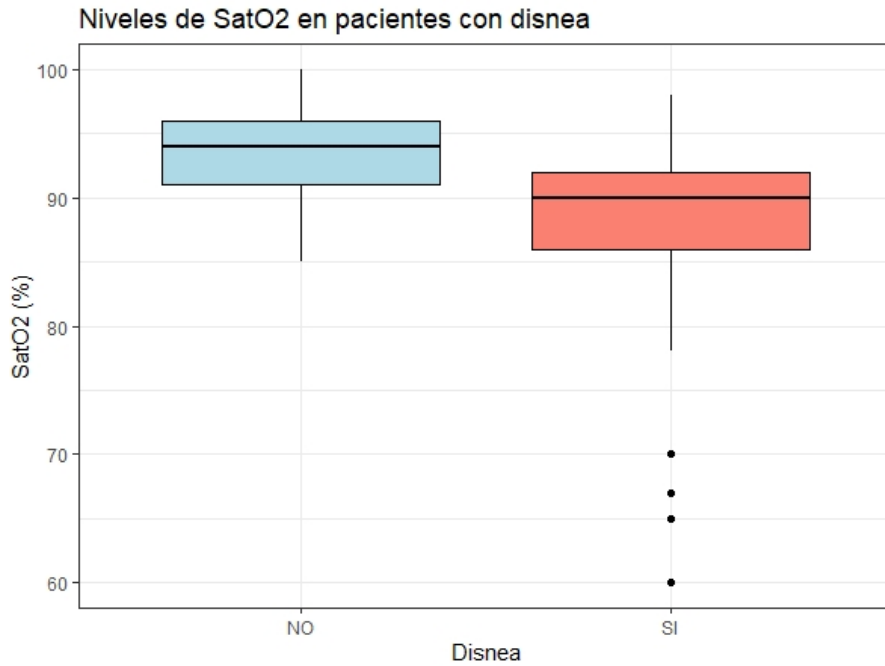
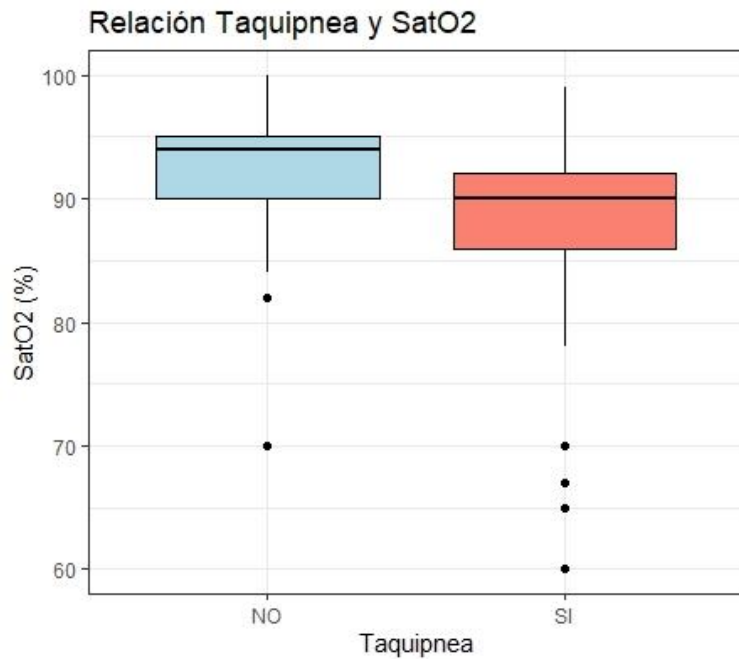


Gráfico 9. Gráfica de cajas y bigotes de distribución entre SatO2 y disnea.

Primer cuartil	Mediana	Tercer cuartil	Máximo
91.53	93.00	97.00	100
86.00	90.00	93.00	98.00

**Interpretación de datos:** Pacientes que presentaron disnea, tuvieron menor porcentaje de saturación de oxígeno, por lo tanto, existe asociación estadísticamente significativa entre las variables.



*Gráfico 10. Gráfica de cajas y bigotes de relación entre taquipnea y SatO2.*

Primer cuartil	Mediana	Tercer cuartil	Máximo
90.00	94.00	95.00	100
86.00	90.00	93.00	98.00

**Interpretación de datos:** En el análisis de variables, se observa diferencia estadísticamente significativa, por lo tanto, existe relación entre taquipnea y el porcentaje de saturación de oxígeno de los pacientes.

### 7.6. Correlación de Spearman de SatO2 y duración de síntomas.

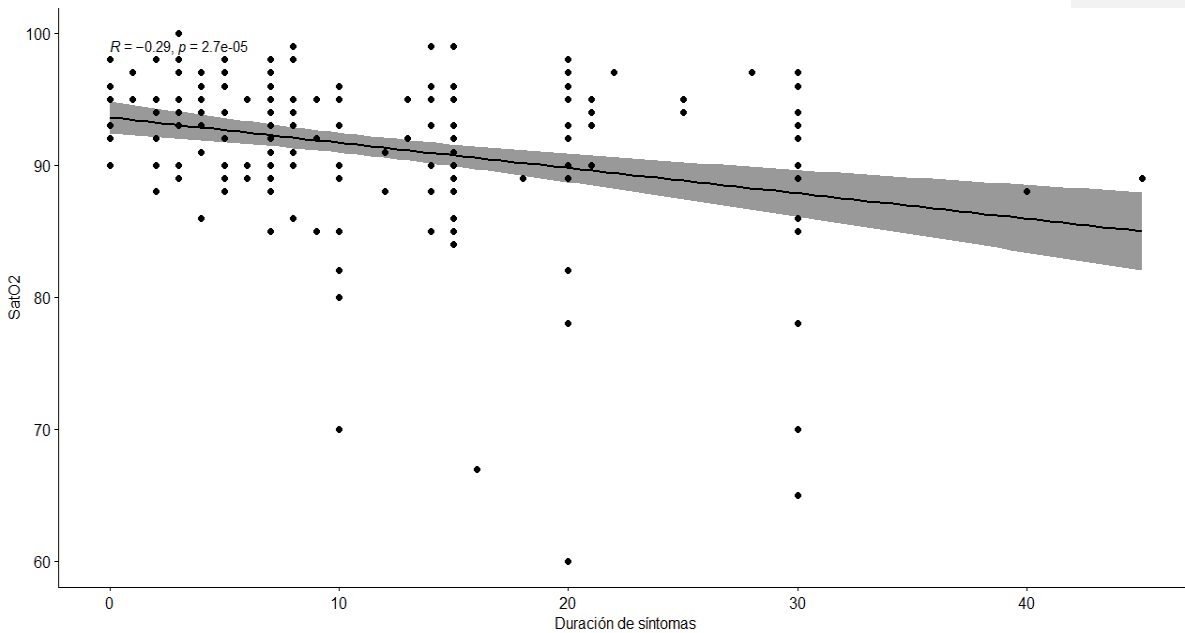


Gráfico 9. Correlación de Spearman entre SatO2 y duración de síntomas

El análisis por correlación de Spearman permitió examinar la interacción entre las dos variables cuantitativas (SatO2 y duración de síntomas) por lo que se determinó lo siguiente:

**Coefficiente de correlación R= - 0.29**

**Valor de p= 2.7e-05**

**Interpretación:** Los pacientes que presentaron mayor saturación de oxígeno (mayor a 90%), presentaron menor duración de síntomas, conforme se observa la disminución de SatO2, la duración de los días con síntomas se prolongó por lo tanto se observó una correlación inversamente proporcional con un valor de p (2.7e-05) estadísticamente significativo.

**7.7. Resultados del análisis de datos por chi cuadrada entre las variables lugar de residencia (rural o urbana) y síntomas.**

	Lugar de residencia	
	Rural (n = 15)	Urbano (n = 185)
<b>Sexo (Mujer/Hombre) %</b>	7/8 (47/53)	111/74 (60/40)
<b>Grupo sanguíneo</b>		
<b>A Rh+ (%)</b>	4	41
<b>B Rh+ (%)</b>	3	11
<b>B Rh- (%)</b>	0	1
<b>AB Rh+ (%)</b>	0	5
<b>O Rh+ (%)</b>	7	118
<b>O Rh- (%)</b>	1	9

*Tabla 12. Análisis de datos: Lugar de residencia y grupo sanguíneo.*

Síntomas	Zona rural	Zona urbana	Valor de P
Alergias (Si/No)	2/13	65/120	0.15
Fuma (Si/No)	5/10	57/128	1
Toma (Si/No)	6/9	90/95	0.71
Realiza actividad física (Si/No)	11/4	95/90	0.17
Fiebre (Si/No)	6/9	104/81	0.35
Debilidad (Si/No)	9/6	129/56	0.62
Escalofríos (Si/No)	7/8	104/81	0.66
Eritema (Si/No)	3/12	20/165	0.51
Resequedad en piel (Si/No)	4/11	34/151	0.66
Erupciones en piel (Si/No)	2/13	19/166	1
<b>Cefalea (Si/No)</b>	<b>7/8</b>	<b>139/46</b>	<b>0.037</b>
Mareos (Si/No)	3/12	74/111	0.21
<b>Molestia ocular (Si/No)</b>	<b>1/14</b>	<b>82/103</b>	<b>0.01</b>
Molestia en oídos (Si/No)	1/14	33/152	0.45

Anosmia (Si/No)	6/9	107/78	0.29
Congestión nasal (Si/No)	4/11	83/102	0.27
Ardo faríngeo (Si/No)	7/8	96/89	0.9
Disnea (Si/No)	5/10	64/121	1
Taquipnea (Si/No)	3/12	61/124	0.45
Tos (Si/No)	6/9	87/98	0.79
Diarrea (Si/No)	10/5	53/132	0.93
Nauseas (Si/No)	1/14	34/151	0.43
Vómito (Si/No)	1/14	18/167	1
Distensión abdominal (Si/No)	2/13	20/165	1
Dolor abdominal (Si/No)	2/13	28/157	1
Debilidad/Cansancio (Si/No)	6/9	114/71	0.17
Mialgias (Si/No)	4/11	63/122	0.77
Parálisis (Si/No)	0/15	4/181	1

**Tabla 13.** Análisis de chi cuadrada entre el lugar de residencia (rural/urbana) y síntomas.

**Interpretación:** La asociación entre los síntomas de cefalea, molestia ocular y debilidad/cansancio, se observó relación estadísticamente significativa.

## 8.0. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Diversos estudios alrededor del mundo han analizado y posteriormente mostrado diferentes factores que están ligados al contagio por *SARS CoV-2*, aun con los conocimientos adquiridos a lo largo de la pandemia, la falta de información en las poblaciones sobre los mecanismos de transmisión, prevalencia, medidas sanitarias y la falta de actualización sobre el uso de medicamentos para la COVID-19, han inevitablemente limitado el desarrollo de políticas efectivas de mitigación por lo que ha resultado en una rápida propagación del virus, teniendo como consecuencia la generación de nuevas variantes, limitando el gran avance de las vacunas para el control de la pandemia.

El presente trabajo de investigación, empezó su desarrollo en el mes de julio del año 2020 cuando aún se desconocía mucho sobre el nuevo coronavirus (*SARS CoV-2*), el Centro de detección biomolecular de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla inició una campaña de aplicación de pruebas PCR (tiempo real) gratuitas para la detección del virus *SARS CoV-2* para la comunidad universitaria y posteriormente para la comunidad poblana en general, esto gracias a la gran cantidad de contagios registrados día con día en la ciudad de Puebla. Lo anterior mencionado fue de gran ayuda para poder diseñar, desarrollar y analizar estadísticamente los datos de síntomas de la población positiva a *SARS CoV-2* de esta investigación.

De acuerdo con el estudio de Aleya L, et. Al del año 2021, las actividades antropogénicas han impactado en el medio ambiente y la salud de las comunidades, la forma de vida, las costumbres y acceso al sistema de salud, determinan el sentido de la enfermedad COVID-19, esto se apega mucho a al objetivo de la presente investigación que es analizar la posible asociación de factores ambientales y la gravedad de la COVID-19 en la ciudad de Puebla, a diferencia de estudios anteriores (año 2020) en donde aún se consideraba la posible transmisión del virus por medio de fomites, cuestión que ha sido descartada, por otro lado, Azuma Kenichi y colaboradores (2020), menciona en su investigación que se requieren más investigaciones y evaluaciones con respecto a la función del control de calidad ambiental interior, este y otros factores como el lugar de residencia (rural o urbana) y sintomatología, fueron analizados en este trabajo.

La información de datos se obtuvo a partir de entrevistas telefónicas para así poder realizar la historia clínica de los pacientes y posteriormente el análisis estadístico, la base de datos

se almacenó en Excel y el análisis de estos y los gráficos obtenidos, por medio del programa R-Studio, las observaciones fueron las siguientes:

En primer lugar, fue necesaria la separación de variables (cualitativas y cuantitativas de una población  $n=200$ ) en donde se obtuvo mayor participación del sexo femenino con un total de 118 pacientes y 82 para el sexo masculino, representando el 59% y 41% respectivamente. La mayor parte de la población se concentra en el ambiente urbano con un total de 185 personas y solo 15 en ambiente rural, esto representó un papel importante en la enfermedad COVID-19 ya que, con base en las investigaciones antes mencionadas, los factores de un ambiente urbano influirán en el curso de la enfermedad.

Las pruebas de contraste de hipótesis de normalidad de las variables cuantitativas (edad, estatura, peso, IMC, saturación de oxígeno y duración de los síntomas en días), mostraron una distribución no normal con valores de  $p < 0.05$ , por lo tanto, se procedió a realizar la prueba de normalidad *Lilliefors* para el análisis preciso de datos, lo cual nos confirma una distribución no normal de los datos por lo cual se empleó la  $H_A$  (hipótesis alterna), es decir, la distribución de los datos de sus medidas de tendencia central (media, mediana y moda) son variados.

Para el análisis de variables cualitativas, se empleó la prueba de *chi cuadrada* para someter a prueba de hipótesis las distribuciones de frecuencias entre los datos entre las siguientes variables:

- **Asociación de rangos de edad y sintomatología** de pacientes en donde se observó diferencias estadísticamente significativas en las variables: FUMA, TOMA, FIEBRE, ANOSMIA Y DEBILIDAD/CANSANCIO, es decir, existe cierta asociación entre la edad del paciente con los síntomas presentados en donde los hábitos de consumo de cigarro y alcohol juegan un papel importante en la sintomatología presentada en el rango de edad de 31 años a 51 años.

Los gráficos del análisis posterior entre relación entre variables tanto cualitativas como cuantitativas, se realizó por medio de la prueba de *Wilcoxon*, la cual permitió estratificar las variables cuantitativas en más de dos grupos de variables cualitativas.

Los gráficos realizados para observación de variables fueron los mencionados a continuación:

- **Duración de síntomas (días) vs Grupos etarios:** En donde no se observó asociación estadísticamente significativa.
- **Duración de síntomas vs sexo:** No existe relación estadísticamente significativa.
- **Saturación de oxígeno vs disnea:** Se observó que los pacientes que presentaron disnea tuvieron menor porcentaje de saturación de oxígeno, por consecuencia se fueron pacientes que requirieron hospitalización, esto nos muestra una asociación estadísticamente significativa entre las variables.
- **Saturación de oxígeno vs taquipnea:** Existe diferencia estadísticamente significativa entre variables, es decir que existe relación entre la saturación de oxígeno durante la enfermedad y aceleración de la respiración, observándose cuatro datos con saturación menor al 70% de pacientes que recurrieron a terapia de oxígeno.

Al observar el registro de análisis de saturación de oxígeno en los pacientes, se realizó una *correlación de Spearman* (gráfico 9) entre saturación de oxígeno y cada una de las variables cuantitativas (síntomas) para la observación de la interacción entre variables en el cual se observó lo siguiente:

- Los pacientes con una saturación mayor a 90%, presentaron menor cantidad de síntomas durante su contagio, por otro lado, los pacientes a los cuales se les fue registrando una menor saturación de oxígeno, los síntomas fueron aumentando, el gráfico nos muestra cinco puntos fuera del coeficiente de correlación, lo cual indica que estos datos están fuera del grado de asociación lineal entre las dos variables, lo cual nos indica pacientes que requirieron hospitalización

En los resultados de análisis por *chi-cuadrada* entre las variables cualitativas y lugar de residencia (rural/urbana), se obtuvieron datos con asociación estadísticamente significativa entre las variables cefalea, molestia ocular y debilidad/cansancio por lo tanto el lugar de residencia, influirá en la duración y presencia de síntomas, esto podría asociarse a la movilidad urbana, presencia de partículas contaminantes en el ambiente, acceso a servicios de salud básicos y uso correcto de medicamentos para COVID-19.

Los resultados obtenidos, descritos anteriormente, tienen estrecha relación en el estudio realizado por SanJuan Reyes y colaboradores, en donde menciona la importancia de los contaminantes atmosféricos y evidentemente la capacidad de transmisión será mayor en un ambiente urbano a diferencia del ambiente rural aunado a la persistencia de los

síntomas. Por otro lado, en la ciudad de México se realizó un estudio de gran importancia para las ciencias ambientales, López Feldman y colaboradores, tomaron en cuenta el aspecto de importancia entre la contaminación y mortalidad en rangos de edad adulta, impulsada por la exposición a largo plazo de las PM2.5, resultados que sustentan la información obtenida en la presente investigación, ya que los análisis realizados arrojaron mayor sensibilidad a sintomatología en rangos de edad adulta en la población urbana.

Así mismo la Secretaría de Salud, impulsada por el Gobierno de la Ciudad de México sustenta la información antes mencionada, es decir, el ambiente al cual estemos expuestos en el transcurso de nuestra vida, influirá de manera positiva o negativa en nuestra salud. En la pandemia por COVID-19 no existe excepción alguna, la contaminación ambiental y los factores a los cuales estemos expuestos, estarán ligados con las infecciones respiratorias.

Es importante mencionar que las actividades antropogénicas han impactado en el medio ambiente en la aparición de nuevos patógenos (Aleta. L, et. al), la zoonosis es el resultado de la actual pandemia que sigue siendo un problema actual y seguirá requiriendo del trabajo interdisciplinario alrededor del mundo para erradicar y posteriormente, evitar la aparición de nuevos patógenos que pongan en riesgo la salud de las poblaciones.

## **9.0. CONCLUSIONES.**

-1. El análisis estadístico de datos permitió observar la relación existente entre los síntomas y los factores que influyen en la enfermedad COVID-19. Los resultados obtenidos arrojan relación entre síntomas (debilidad/cansancio, cefalea y molestia ocular) y el lugar de residencia de los pacientes. Esta relación pudiera estar asociada a que en las zonas urbanas existe mayor movilidad y contaminación, sin embargo, en zonas rurales se presentaron aumento de síntomas que, de acuerdo con las entrevistas realizadas, la seguridad alimentaria y acceso a servicios de salud sigue siendo un problema para los pacientes que resultan positivos a SARS CoV-2.

-2. La asociación entre sintomatología (fiebre, anosmia y debilidad/cansancio) presenta relación con los distintos rangos de edad, por lo que estos factores en el ambiente juegan un papel importante en el curso de la enfermedad de la comunidad poblana.

-3. El presente estudio transversal y observacional, presenta análisis de datos que durante o después de la pandemia, pudieran seguir siendo estudiados y así mismo obtener un panorama más amplio del papel que juegan los factores ambientales en la sintomatología de la enfermedad.

## **10.0. PERSPECTIVAS DEL TRABAJO.**

Aumento del número de historias clínicas para la verificación de la significancia estadística de los resultados presentados en esta investigación.

Seguimiento de pacientes para observación de posibles secuelas de COVID-19.

## 11.0. BIBLIOGRAFÍA.

- (1) Eslami, H., & Jalili, M. (2020). The role of environmental factors to transmission of SARS-CoV-2 (COVID-19). *AMB Express*, 10(1), 92.
- (2) Rosas Arango, S. M., Del Ángel-Caraza, J., & Soriano-Vargas, E. (2020). Infección por COVID-19, una mirada a los factores ambientales relacionados con la pandemia. *Nova*, 18(35), 101–105.
- (3) Gorr, M. W., Falvo, M. J., & Wold, L. E. (2017). Air pollution and other environmental modulators of cardiac function. *Comprehensive Physiology*, 7(4), 1479–1495.
- (4) Azuma, K., Yanagi, U., Kagi, N., Kim, H., Ogata, M., & Hayashi, M. (2020). Environmental factors involved in SARS-CoV-2 transmission: effect and role of indoor environmental quality in the strategy for COVID-19 infection control. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 25(1), 66.
- (5) Maciorowski, D., Sharma, D., & Kunamneni, A. (2021). Environmental factors and their role in the transmission of SARS-CoV-2. *Biosafety and Health*, 3(5), 235–237.
- (6) Aleya, L., Gu, W., & Howard, S. (2021). Environmental factors and the epidemics of COVID-19. *Environmental Science and Pollution Research International*, 28(30), 40308–40310.
- (7) José. E. Oliva. M. (2020). SARS-CoV-2: origin, structure, replication and pathogenesis. Departamento de Gobernanza y Gestión del Conocimiento del Instituto Nacional de Salud, San Salvador, El Salvador, DOI: <https://doi.org/10.5377/alerta.v3i2.9619>.
- (8) Abbasi F, Samaei MR, Manoochehri Z, Jalili M, Yazdani E (2020) The effect of incubation temperature and growth media on index microbial fungi of indoor air in a hospital building in Shiraz, Iran. *J Build Eng* 31:101294. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101294>
- (9) Askari SG, Khatbasreh M, Ehrampoush MH, Sheikha MH, Eslami H, Taghavi M, Shahrokhi S, Andishmand S (2018) The relationship between environmental exposures and hormonal abnormalities in pregnant women: an epidemiological study in Yazd, Iran. *Women Birth* 31:204–209. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2017.09.002>
- (10) Bhattacharjee S (2020) Statistical investigation of relationship between spread of coronavirus disease (COVID-19) and environmental factors based on study of four mostly affected places of China and five mostly affected places of Italy. arXiv preprint [arXiv:2003.11277](https://arxiv.org/abs/2003.11277)
- (11) Bin SY, Heo JY, Song M-S, Lee J, Kim E-H, Park S-J, Kwon H-i, Sm Kim, Kim Y-i, Si Y-J (2016) Environmental contamination and viral shedding in MERS patients during MERS-CoV outbreak in South Korea. *Clin Infect Dis* 62:755–760
- (12) Bowdle A, Munoz-Price LS (2020) Preventing infection of patients and health-care workers should be the new normal in the era of novel coronavirus epidemics. *Anesthesiology*. <https://doi.org/10.1097/ALN.00000000000003295>
- (13) Card KJ, Crozier D, Dhawan A, Dinh M, Dolson E, Farrokhan N, Gopalakrishnan V, Ho E, King ES, Krishnan N (2020) UV sterilization of personal protective equipment with idle laboratory biosafety cabinets during the Covid-19 pandemic. medRxiv. <https://doi.org/10.1101/2020.03.25.20043489>
- (14) CDC (2020c) How flu spreads. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/flu/about/disease/spread.htm>. Accessed 15 Feb 2020
- (15) CDC (2020d) Interim infection prevention and control recommendations for patients with suspected or confirmed coronavirus disease 2019 (COVID-19) in healthcare settings. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/infectioncontrol/>. Accessed 21 March 2020
- (16) CDC (2020e) Evaluating and reporting persons under investigation (PUI). Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-nCoV/clinical-criteria.html>. Accessed 19 Feb 2020
- (17) Chang L, Yan Y, Wang L (2020) Coronavirus disease 2019: coronaviruses and blood safety. *Transfus Med Rev*. <https://doi.org/10.1016/j.tmv.2020.02.003>
- (18) Chin A, Chu J, Perera M, Hui K, Yen H-L, Chan M, Peiris M, Poon L (2020) Stability of SARS-CoV-2 in different

- environmental conditions. medRxiv. <https://doi.org/10.1101/2020.03.15.20036673>
- (19) Cramer A, Tian E, Sherryl HY, Galanek M, Lamere E, Li J, Gupta R, Short MP (2020) Disposable N95 masks pass qualitative fit-test but have decreased filtration efficiency after Cobalt-60 gamma irradiation. medRxiv. <https://doi.org/10.1101/2020.03.28.20043471>
  - (20) Dai X (2020) Peking University Hospital Wang Guangfa disclosed treatment status on Weibo and suspected infection without wearing goggles. Xinjing Newspaper. [http://www.bjnews.com.cn/news/2020/01/23/67818\\_9.html](http://www.bjnews.com.cn/news/2020/01/23/67818_9.html), <https://doi.org/10.20944/preprints202003.0271.v2>. Accessed 24 Jan 2020
  - (21) Dehghani R, Kassiri H (2020) A Brief Review on the Possible Role of Houseflies and Cockroaches in the Mechanical Transmission of Coronavirus Disease (COVID-19). Arch Clin Infect Dis 15:e102863. <https://doi.org/10.5812/archcid.102863>
  - (22) Eslami H, Marzban A, AkramiMohajeri F, Rezaei Z, Rafati Fard M (2015) Students' knowledge and attitude of hygiene and food safety at Shahid Sadoughi University of Medical Sciences in Yazd, Iran. J Community Health Res 4:159–167
  - (23) Eslami H, Ehrampoush MH, Falahzadeh H, Hematabadi PT, Khosravi R, Dalvand A, (24) Esmaili A, Taghavi M, Ebrahimi AA (2018) Biodegradation and nutrients removal from greywater by an integrated fixed-film activated sludge (IFAS) in different organic loadings rates. AMB Express 8:3. <https://doi.org/10.1186/s13568-017-0532-9>
  - (24) Feldmann F, Shupert WL, Haddock E, Twardoski B, Feldmann H (2019) Gamma irradiation as an effective method for inactivation of emerging viral pathogens. Am J Trop Med Hygiene 100:1275–1277
  - (25) Goralanya AE (2020) Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus– The species and its viruses, a statement of the Coronavirus Study Group. BioRxiv. <https://doi.org/10.1101/2020.02.07.937862>
  - (26) Graczyk TK, Knight R, Tamang L (2005) Mechanical transmission of human protozoan parasites by insects. Clin Microbiol Rev 18:128–132
  - (27) Harrell CR, Djonov V, Fellabaum C, Volarevic V (2018) Risks of using sterilization by gamma radiation: the other side of the coin. Int J Med Sci 15:274
  - (28) Henwood AF (2020) Coronavirus disinfection in histopathology. J Histotech. <https://doi.org/10.1080/01478885.2020.1734718>
  - (29) Holshue ML, DeBolt C, Lindquist S, Lofy K, Wiesman J, Bruce H (2019) Washington State 2019-nCoV Case Investigation Team. First Case of 2019 Novel Coronavirus in the United States. N Engl J Med. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001191>
  - (30) Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, Zhang L, Fan G, Xu J, Gu X (2020) Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. Lancet 395:497–506 Iwen PC, Stiles KL, Pentella MA (2020) Safety considerations in the laboratory testing of specimens suspected or known to contain the severe acute respiratory syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2). Am J Clin Pathol 153:567–570. <https://doi.org/10.1093/ajcp/aqaa047>
  - (31) Jobara MSB (2016) Isolation of *Staphylococcus aureus* can be transmitted by house fly *Musca domestica* collected from flies breeding sites in Wad Medani, Gezira State, Sudan, 2016, University of Gezira
  - (32) Jones RM, Xia Y (2018) Annual Burden of Occupationally-Acquired Influenza Infections in Hospitals and Emergency Departments in the United States. Risk Anal 38:442–453
  - (33) Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E (2020) Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and its inactivation with biocidal agents. J Hosp Infect 104:246–251. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.01.022>
  - (34) Kenney P, Chan BK, Kortright K, Cintron M, Havill N, Russi M, Epright J, Lee L, Balcezak T, Martinello R (2020) Hydrogen peroxide vapor sterilization of N95 respirators for reuse. medRxiv. <https://doi.org/10.1101/2020.03.24.20041087>
  - (35) Kobayashi M, Sasaki T, Saito N, Tamura K, Suzuki K, Watanabe H, Agui N (1999) Houseflies: not simple mechanical vectors of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157: H7. The American journal of tropical medicine and hygiene 61:625–629
  - (36) Schwartz A, Stiegel M, Greeson N, Vogel A, Thomann W, Brown M, Sempowski GD, Alderman TS, Condrey JP,

- Burch J (2020a) Decontamination and reuse of N95 respirators with hydrogen peroxide vapor to address world-wide personal protective equipment shortages during the SARS-CoV-2 (COVID-19) pandemic. *Appl Biosaf.* <https://doi.org/10.1177/1535676020919932>
- (37) Seymour N, Yavelak M, Christian C, Chapman B, Danyluk M (2020c) COVID-19 and Food Safety FAQ: Is Coronavirus a Food Safety Issue? *EDIS 2020*, <https://journals.flvc.org/edis/article/view/121194>
- (38) Vazirianzadeh B, Dehghani R, Mehdinejad M, Shariffard M, Nasirabadi N (2014) The first report of drug resistant bacteria isolated from the brown-banded cockroach, *Supella longipalpa*, in Ahvaz, south-western Iran. *J Arthropod-Borne Dis* 8:53
- (39) Viscusi DJ, Bergman MS, Eimer BC, Shaffer RE (2009) Evaluation of five decontamination methods for filtering facepiece respirators. *Ann Occup Hyg* 53:815–827
- (40) Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, Liu X, Zhang J, Wang B, Xiang H, Cheng Z, Xiong Y (2020a) Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China. *JAMA* 323:1061–1069. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.1585>.
- (41) Secretaría de Salud. *Contaminación ambiental aumenta susceptibilidad a infecciones bacterianas y respiratorias.* (s/f). Gob.mx. Recuperado el 15 de diciembre de 2021, de <https://coronavirus.gob.mx/2020/07/24/contaminacion-ambiental-aumenta-susceptibilidad-a-infecciones-bacterianas-y-respiratorias/>
- (42) Rwezaura, H., Tchoumi, S. Y., & Tchuenche, J. M. (2021). Impact of environmental transmission and contact rates on Covid-19 dynamics: A simulation study. *Informatics in Medicine Unlocked*, 27(100807), 100807. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2021.100807>.
- (43) SanJuan-Reyes, S., Gómez-Oliván, L. M., & Islas-Flores, H. (2021). COVID-19 in the environment. *Chemosphere*, 263(127973), 127973. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127973>.
- (44) López-Feldman, A., Heres, D., & Marquez-Padilla, F. (2021). Air pollution exposure and COVID-19: A look at mortality in Mexico City using individual-level data. *The Science of the Total Environment*, 756(143929), 143929. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143929>.