

# ANÁLISIS DE RIESGOS DE CONTAGIO POR COVID-19 EN LA POBLACIÓN MEXICANA

## Analysis of the Contagion Risk by COVID-19 in Mexican Population

**Autor:** Oralia Nolasco-Jáuregui,  
Ph.D./Posdoctor<sup>1</sup>

**E-mail:** oralianolasco.jauregui@gmail.com



## RESUMEN

Dentro de la hipótesis que motiva a la realización de esta investigación es la vulnerabilidad y predisposición en la salud de la población mexicana es potencialmente la causa que México se encuentre en la lista de los 10 países con mayor número de contagios y es uno de los 5 países con mayor número de muertes por COVID-19 en todo el mundo. El objetivo del presente estudio es analizar el riesgo de contagio por COVID-19 en la población con mayor vulnerabilidad de México del periodo Abril a Octubre del 2020 (1,089,852 pacientes).

Las características del método son del tipo aplicado y según su nivel de profundización en el objeto de estudio se enmarca en una investigación del tipo análisis descriptivo, correlacional y explicativo. Los datos empleados son cuantitativos y son resultado de un instrumento cuestionario constituido por 34 campos y prueba al virus. Se ha elegido un método inductivo ya que parte del razonamiento de una serie de hechos particulares en la sociedad mexicana por cada región del país y con ello se puede hacer una conclusión general.

De los resultados se obtiene que las regiones R4 con el mayor número de pacientes contagiados tanto del tipo Hospitalizados como del tipo No-Hospitalizados, seguida de R5 en hospitalizados y R3 en ambulatorios. La edad promedio en pacientes ambulatorios es alrededor de 40 años y de los hospitalizados es cercano a los 53 años. Las comorbilidades más sensibles en los pacientes Hospitalizados son tres: la EPOC, Renal y Otras Enfermedades. Los pacientes Hospitalizados que ha requerido un respirador mecánico es alrededor de 1.4% a nivel nacional.

---

<sup>1</sup> Dr. Oralia Nolasco-Jáuregui, Doctora en Ingeniería Eléctrica con especialidad en Procesamiento de Señales Bioeléctricas y Bioinformática; Postdoctorado en Bioestadística (2021) en TECANA AMERICAN UNIVERSITY (TAU), of the USA.

Como conclusión hay un mayor riesgo de perder la vida en R4 y R5. Mientras que la R2 es la que registra el menor riesgo de perder la vida de todo el territorio nacional.

**PALABRAS CLAVES:** COVID-19, México, Población Vulnerable, Comorbilidades, Macrodatos, Aprendizaje Máquina.

## **ABSTRACT**

The hypothesis that motivates the realization of this research is the vulnerability and predisposition in the health of the Mexican population is potentially the cause that Mexico is on the list of the 10 countries with the highest number of infections and is one of the 5 countries with the highest number of deaths due COVID-19.

The objective of this study is to analyze the risk of contagion by COVID-19 in the most vulnerable population of Mexico from April to October 2020 (1,089,852 patients).

The characteristics of the method are the applied type and according to its level of deepening in the object of study it is framed in an investigation of the descriptive, correlational, and explanatory analysis type. The data used are quantitative and they are the result of a questionnaire instrument consisting of 34 fields and the virus test. An inductive method has been chosen since it starts from the reasoning of series of particular facts in Mexican society for each 5 regions of the country and with this analysis a general conclusion can be made.

The results show that the R4 has the highest number of infected Hospitalized and ambulatories patients, followed by R5 in hospitalized patients and R3 with NH patients. The average age in Non-Hospitalized patients is around 40 years old, while in hospitalized patients it is close to 53 years old. The most sensitive comorbidities in hospitalized patients are three: COPD, kidney disease and other diseases. The averages of Hospitalized patients who have required a mechanical respirator was 1.4% in the country.

In conclusion, there is a greater risk of losing life in the R4 and R5 regions than in the R2 region.

**KEYWORDS:** COVID-19, Mexico, Vulnerable Population, Probability, Comorbidities, Big-Data, Machine-Learning.

## **INTRODUCCIÓN**

En el último reporte de casos de contagios de COVID-19 en el mes de octubre del año 2020 realizado por la Universidad de John Hopkins (JHU por sus siglas en inglés), los Estados Unidos Mexicanos (México) se encuentra en la lista de los 10 países con mayor número de contagios a nivel mundial y es uno de los 5 países con mayor número de muertes por COVID-19 en todo el mundo (JHU, 2021; ONU, 2021).

La información anterior fuerza a un estudio que analice el riesgo regional y la probabilidad de adquirir el virus por la población mexicana más vulnerable. Es muy importante puntualizar que esta investigación surge por la necesidad de una personalización (Holmes, S., y Huber, W., 2018) ya que cada país tiene una infinidad de variables que no son compartidas entre ellos.

Esta investigación tiene un detallado análisis con múltiples herramientas que permitan desde diferentes perspectivas comparar el fenómeno (Zhou, D., Zhu, S., Yu, K., y et al., 2008), su probabilidad de contagio y riesgo de la población mexicana dependiente de su vulnerabilidad (Índice de Marginación).

El escrito está organizado de la siguiente manera: la sección 1 de INTRODUCCIÓN se hace uso del método científico y se enuncia el planteamiento del problema, justificación, objetivos, alcances, limitaciones y el tipo de investigación seleccionada para esta investigación. En el MARCO REFERENCIAL se describe el histórico y el panorama a la llegada del COVID-19 a México. En la sección de METODOLOGÍA se explica un diagrama general del diseño de la HSP (Herramienta de Software Propia). En el ANÁLISIS DE RESULTADOS se presentan los datos y conclusiones parciales de obtenidos de los resultados obtenidos. En la última sección de CONCLUSIONES se presentan los cierres, objetivos cumplidos y conclusiones generales y particulares de esta investigación.

Es importante destacar el escenario previo de riesgo previo en México ante la llegada de la pandemia. En el 2018 en México se registraron 722 611 defunciones de las cuales el 56.4% fueron hombres, el 43.5% mujeres y en 376 casos el sexo no fue especificado. Del total de defunciones el 88.4% se debieron a enfermedades relacionadas con la salud. Mientras que 11.6% fueron por otras causas, principalmente accidentes, homicidios y suicidios.

Las tres principales causas de muerte tanto para hombres como para mujeres son las enfermedades del corazón, la diabetes mellitus y los tumores malignos. Los homicidios representan la cuarta causa de muerte en hombres (INEGI, 2018).

Es necesario recordar que México se divide en 5 regiones por sus características geográficas y sobre todo culturales: la región Noroeste (R1) establecida por 5 estados, la región Noreste (R2) que agrupa a otros 5 estados, la región Centro (R3) formada por 6 estados, la región Occidente (R4) con 8 estados y la región Sureste (R5) que abarca 7 estados.

### **1.1 Enunciado del Problema**

Cada región geográfica tiene condiciones climáticas, costumbres y orígenes étnicos diferentes. En México hay un registro de más de 68 pueblos indígenas además del mestizaje, es por ello que surge la pregunta: Dada la exposición, comorbilidades (Bansal, M., 2020),

edades y nivel económico en la sociedad mexicana. El enunciado del problema viene planteado de la siguiente manera: ¿Cuál es la probabilidad de contagio para la población dependiente de las condiciones actuales en la sociedad Mexicana?, ¿Es la misma relación? Y si hay variabilidad ¿Cuál es la relación cuantitativa entre las relaciones?. El periodo de estudio abarca casi 203 días de registro con más de un millón de pacientes.

## **1.2 Interrogante Principal**

-¿Cuáles son los riesgos de contagio con COVID-19 en la población con mayor vulnerabilidad de México del periodo Abril a Octubre 2020?

### **1.2.1 Interrogantes Secundarias**

Con base a lo anterior, surgen las siguientes interrogantes:

-¿Cuál es la probabilidad de riesgo de contagio en las 5 regiones de México?,

-¿A qué se debe la variabilidad en las probabilidades de contagio a lo largo del territorio nacional?,

-¿Por qué las comorbilidades de los pacientes son factor en las zonas de mayor contagio? y

-¿Se valúa alguna relación entre las edades de los pacientes, nivel económico y las zonas de mayor contagio?.

## **1.3 Justificación de la Investigación**

La justificación más importante de esta investigación es analizar y brindar la información *nominada* necesaria para enfrentar la terrible pandemia que azota a México por todas y cada una de sus regiones.

Dentro de las aportaciones más significativas de este estudio se encuentran el análisis de los datos con una herramienta propia (HPS) que presente de manera sintetizada las probabilidades de riesgos de contagio por regiones a la población en general.

La presentación de la información por regiones es con el fin de mostrar los datos en pirámide invertida, es decir, de general a lo particular. De manera digerible, amable y de carácter científico a los lectores que consulten la información.

Se pretende hacer pública la herramienta para que cualquier civil que desee saber cuál es la probabilidad de contagio en la zona que habita, sea de manera personalizada y por cada situación que se vive en su entorno.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Analizar el riesgo de contagio por COVID-19 en la población con mayor vulnerabilidad de México del periodo Abril a Octubre del 2020.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

-Definir las probabilidades de contagio por cada región del país.

-Caracterizar las probabilidades de contagio.

-Relacionar la probabilidad de contagio y las comorbilidades de los pacientes por cada región de México.

-Conocer las edades y las probabilidades de contagio de los pacientes por cada región.

#### **1.4 Hipótesis**

La vulnerabilidad en la población mexicana es potencialmente la causa que México se encuentre en la lista de los 10 países con mayor número de contagios y es uno de los 5 países con mayor número de muertes por COVID-19 en todo el mundo.

Dada la exposición al virus, comorbilidades, edades, acceso al sector salud y nivel económico en la sociedad mexicana; es innegable una alta probabilidad de contagio al virus del COVID-19 por las complicaciones que puede traer a los pacientes con un precedente de comorbilidad (Valente-Acosta, B., Hoyo-Ulloa, I., Espinosa-Aguilar, L., y et al., 2020). Dependiente de la morbilidad es el riesgo de contagio y adjunto a ello la edad del paciente son factores fundamentales para indagar cómo va a ser la lucha contra el virus. Lo anterior es una candidatura a ser hospitalizado, necesidad de un respirador artificial e incluso perder la vida ante el contagio. No es la misma relación entre un paciente adulto con padecimientos precedentes al virus a un joven sano.

##### **1.4.1 Hipótesis Principal**

Las comorbilidades precedentes, edad y condición socioeconómica de los pacientes los convierte en candidatos con alto riesgo de contagio y por ende vulnerables ante el COVID-19.

##### **1.4.2 Hipótesis Secundarias**

-La posibilidad de contagio es definible e identificable.

-Con la caracterización del riesgo de contagio se comprende la relación que con la probabilidad de contagio y la vulnerabilidad.

-La valuación del riesgo de contagio se brinda conocimiento para evitar los contagios en México.

Este estudio se puede tomar como una vía de información confiable apegada al método científico que pretende facilitar la vida de los habitantes de México cuya situación de pandemia ya es por ende complicada.

Esta investigación logra un aporte al estado del conocimiento de tal manera que favorece y contribuye a la difusión de la información sin fines de lucro. Esta investigación toma tecnologías actuales para su desarrollo. Tiene una sustentación cien por ciento científica, utiliza variables que son únicas del país y las enmarca un entorno humanista. La presentación de los datos por región es una de las mejores vías de interpretación visual ya que es rápida y muy amigable para el lector.

#### **1.5 Características de esta Investigación**

Esta investigación es tipo práctica y tiene una inferencia fáctica, es decir, que tiene una preferencia por un marco empírico y se ciñe en los hechos. Esta investigación es procedente de un método inductivo y por verificación. Se ha elegido un método inductivo ya que parte del razonamiento de una serie de hechos particulares en la sociedad

mexicana por cada región del país y con ello se puede hacer una conclusión general. Esta investigación es práctica de tipo secundario y tiene una inferencia fáctica procedente de un método inductivo enfatizando en las variaciones concomitantes por cada región del país y por verificación de variables cuantitativas. Las condiciones de los datos empleados son del tanto del ejemplar necesarias y contingentes. Las técnicas del método empleadas son cuantitativas y longitudinales.

La documentación del método va de lo particular a lo general, bajo un estricto apego al método científico y con una correlación por verificación de variables cuantitativas y semi-cuantitativas.

El tipo de muestreo es deliberado ya que los sujetos no eligieron ser parte del muestreo son sus características (positivo al virus) que poseen que los hacen forzosos para la investigación. La técnica seleccionada es longitudinal ya que estudia el comportamiento del grupo de sujeto de estudio (1, 089,852 pacientes) por un periodo que abarca desde el 12 abril 2019 hasta el 31 de octubre de 2020.

Los datos empleados son del tipo cuantitativos y semi-cuantitativos; ya que son resultado de un instrumento cuestionario constituido por 34 campos y prueba al virus.

Entre la gama de técnicas utilizadas se encuentran las correlaciones, correlogramas, dendogramas, covarianzas y el método Bayesiano (para más detalles ver la tesis postdoctoral de Nolasco-Jáuregui, O., 2021).

El uso de la red bayesiana (Nagarajan, R., Scutari, M., y Lébre, S., 2013; Scutari, M., y Denis, J. B., 2014) se hace con el objetivo que sea una técnica de tal manera que la obtención de las probabilidades sea dinámica y automatizada.

### **1.5 Alcances**

*-Espacial:* la población objeto de estudio está constituida por los pacientes que dieron positivo a COVID-19 en las 5 regiones del territorio nacional.

*-Longitudinal:* los datos empleados pertenecen a la población objeto de Abril 2019 a Octubre del año 2020.

*-Temporal:* el tiempo de investigación de la presente tesis de posgrado será establecido según el cronograma de actividades, con una duración de 6 meses desde el mes de marzo hasta el mes de agosto del 2021.

*-Marco Institucional:* los datos utilizados son de acceso libre y se encuentran en la página web del gobierno federal en la sección de la secretaría de Salud en México (DGE, 2021).

### **1.7 Limitaciones**

*Datos:* la población objeto de estudio está en constante movimiento, es decir, los avances en el conocimiento científicos sobre el COVID-19 han mejorado con respecto a los primeros meses de la pandemia. Debe incluirse el hecho de los medicamentos (los cuales fueron seleccionados por los médicos en su momento para contener el virus) han sido diferentes a lo largo de estos 203 días de registro. Debido a lo

anterior, es que hay fenómenos inmersos en el análisis que es probable que no sean evidentes. También hay una serie de mutaciones del virus que dependen de la región donde fueron descubiertos y de la reacción de los habitantes (Chen, A., Altschuler, K., Zhan, S., y et al., 2021). Incluso si se toma en cuenta el hecho de que se esperan nuevos fenómenos relacionados con la aplicación de la vacuna, número de dosis necesarias, infectados ya vacunados y un gran porcentaje de la población que no quiere vacunarse, entre otros (Chen, J., Gao, K., Wang, R., y Wei, G. W., 2021).

## **MARCO TÉORICO REFERENCIAL**

Para el 28 de febrero el Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológica "Dr. Manuel Martínez Báez" (InDRE, 2020) confirmó el primer caso de COVID-19 en México. Dando seguimiento se encontraron otros cuatro casos de personas que habían viajado a Italia de los cuales tres de ellos habían presentado síntomas leves. Dos de estos pacientes permanecieron en la Ciudad de México y uno en Sinaloa. El cuarto paciente no desarrolló síntomas por lo que sólo quedó como portador. Quizá este fue el primer paciente asintomático registrado en México. Los días siguientes se presentaron nuevos casos positivos al padecimiento. El 29 de febrero de 2020, se reportó un caso positivo en una paciente de sexo femenino que regresó a Torreón Coahuila también procedente de Italia. Sus síntomas son leves y se quedó en casa para cuidados domiciliarios. El siguiente caso que fue confirmado ocurre en Tuxtla Gutiérrez Chiapas a una joven de 18 años con síntomas leves. También llegó de Italia y era contacto del caso de Torreón Coahuila. Por lo que al primero de Marzo del 2020 todos los casos en México eran importados. Una de las principales medidas propuestas por la ONU por el gobierno fue que la población se mantuviera en casa y con ello evitar el incremento de contagios. Entre los sectores prioritarios a proteger fueron las personas adultas así como aquellos con padecimientos crónicos como enfermedades cardiovasculares, la diabetes, las enfermedades respiratorias crónicas, la hipertensión y el cáncer. Estas enfermedades generan un alto riesgo de complicación entre los pacientes que contraían el virus (Aragón-Nogales, M., Vargas-Almanza, I., y Miranda-Novales, R., 2020).

### **2.1 COVID-19 en el Mundo**

La ciudad de Wuhan en China fue el centro de atención mundial debido a un nuevo brote de enfermedad respiratoria denominada COVID-19 (Jordan, R., Adab, P., y Cheng, K., 2020). En diciembre del 2019, en la provincia de Hubei en el mercado mayorista de mariscos de Huanan fue el centro del desarrollo de esta nueva epidemia. La Organización Mundial de la Salud (OMS) fue notificada por las autoridades Chinas

hasta el 31 de diciembre del 2019 sobre este nuevo padecimiento (Hui, D., Azhar, E., Madani, T., y et al., 2020).

El Coronavirus es de una familia extensa de virus que puede causar enfermedad tanto en animales como en los seres humanos (Fang, L., Karakiulakis, G., y Roth, M., 2020). En el caso de los seres humanos hasta donde se conoce varios de estos coronavirus inducen desde un resfriado común hasta enfermedades respiratorias graves como el Síndrome Respiratorio de Oriente Medio (MERS) y el Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SRAS) (Hui, D., Azhar, E., Madani, T., y et al., 2020).

El 11 de marzo ante el número de contagios de 118,000 en 114 países y con 4,291 personas fallecidas la OMS declaró oficialmente como pandemia al COVID-19 (ONU, 2021). El 16 de Marzo del año 2020 en México la Secretaría de Salud anunció la implementación de la sana distancia como medida preventiva (DGE, 2021). A partir de esta medida se suspendieron temporalmente la totalidad de actividades salvo en algunos casos, las actividades prioritarias como salud, seguridad, entre otras (Aragón-Nogales, M., Vargas-Almanza, I., y Miranda-Novales, R., 2020).

## **2.2 Antecedentes**

Para el marco referencial se puntualiza que México tiene una población de casi 126 millones de personas al 2020. Lo que convierte a México en el undécimo país más poblado del mundo. Actualmente México goza de un bono de población debido a que la mayor concentración de la población se encuentra en el intervalo de 10-40 años (Garza, G., y Schteingart, M., 2010).

### **2.2.1 Mexicanos**

México tiene sus orígenes desde la antigua Tenochtitlán. La fundación de la ciudad Mexica fue en el posclásico en el año 1325. Ésta se ubicó en la cuenca del valle de México. La capital Mexica fue una de las ciudades emblemáticas y de mayor jerarquía en Mesoamérica. Destacan los sistemas hidráulicos para aquella época, ya que aprovechaban al máximo de los recursos naturales. Ellos contenían las aguas en canales para evitar inundaciones, además que éstos abastecían de agua dulce que hacían circular al interior de la toda ciudad para sus cultivos y se desplazaban en ellos como medio de transporte mediante chinampas (Molina-Torres, R., Nolasco-Jáuregui, O., Rodríguez-Torres, E., y et al., 2021).

Una de las teorías dice que la palabra *mexicano* se deriva de *mexihco* que significa “lugar donde vive *Hutzilopchtli*” (nombre del dios de la guerra y patrón de los mexicas) (Aguilar-Moreno, M., 2007 y Rosas, F. M., 2005). El término *mexicano* aparece por primera vez impreso en el siglo XVI en Barcelona en 1566. Este documento describe la expedición que partió del puerto de Acapulco a España, refiriéndose a los *mexicanos* como la población que habitaba en los límites geográficos



de la Nueva España (es decir México conquistado por los españoles). Esta línea de navegación que estuvo activa durante casi 250 años fue la ruta preferida para el comercio y se le conoció como el *galón de Manila* (Folch, D., 2013).

Desde principios del siglo XIX los *mexicanos* fueron clasificados como *mestizos* (Barbachano, F., 1964). Lo que significa que no se identifican ni como una cultura indígena ni como el patrimonio cultural heredado por los españoles (Lizcano Fernández, F., 2005).

Los *mexicanos* que se identifican como *mestizos* son principalmente de ascendencia europea, indígena y africana (el legado de la esclavitud) en la Nueva España. Sin embargo, los genetistas teorizan que en regiones de México que no tenían presencia de esclavos los rastros de la ascendencia africana podrían provenir de colonos españoles y no de los propios esclavos africanos ya que dicha ascendencia tiene su origen en el norte de África. Dependiendo de la región algunos *mestizos* pueden tener pequeños rastros de herencia asiática debido a los miles de filipinos y chinos (esclavos asiáticos de origen diverso, no sólo chinos). La inmigración asiática (específicamente la china) puede ayudar a explicar la contribución relativamente alta de Asia en el noroeste de México (por ejemplo, Sonora en la R1) (Navarrete, F., 2005).

El proyecto del *Mapa del Genoma de los Mexicanos* realizado por el INMIGEN (Instituto Nacional de Medicina Genómica del Instituto Nacional de Salud fundado en el año 2004) constituye un logro indiscutible para nuestro país ya que poco se ha trabajado en este campo en Latinoamérica. En este proyecto intervinieron el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Salud, gobiernos estatales (Yucatán, Zacatecas, Sonora, Veracruz, Guerrero, Guanajuato, Tamaulipas, Durango, Oaxaca, Campeche), universidades estatales, comunidades indígenas, miles de voluntarios participantes y el personal de dicho Instituto. Los fondos para lograr la conclusión de este proyecto los otorgó el Gobierno Federal, la Fundación Mexicana para la salud y la Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. Con el conocimiento generado sobre el *genoma mexicano*, se abren caminos como son la integración de la información genética para la toma de decisiones en materia de salud pública, la creación de legislación como son los esquemas de propiedad intelectual internacional, nacional y su relación con su soberanía. El nivel de acceso-rentabilidad tanto pública como privada y la transferencia de tecnología para llevar a cabo las futuras investigaciones en México (NMED, 2010).

Martha Díaz en su estudio llamado el *genoma mexicano* (NMED, 2010) ha revelado la existencia de componentes ancestrales significativos en las poblaciones de diferentes regiones de México. Así como la identificación de SNPs (polimorfismos de un solo nucleótido) únicos y que el estudio de estos grupos poblacionales será útil para abordar

problemas de estratificación y diseño de estudios complejos como son los campos de la farmacogenética, vacunogenética y la toxicogenómica. Por ejemplo en la vacunogenómica es posible identificar los genes que regulan las respuestas inmunes a las proteínas virales como es el caso de la respuesta de antígeno de superficie de la hepatitis B donde aproximadamente el 10% de las personas mexicanas no responden a la vacunación con HBsAg (es el primer marcador serológico que aparece después de la infección y su persistencia por más de 6 meses indica una hepatitis B crónica). Otro de los campos importantes a desarrollar con el *genoma mexicano* es el de la nutrigenómica la cual estudia la expresión de los genes en relación con los procesos metabólicos y el desarrollo de enfermedades asociadas.

En promedio el mayor componente ancestral genético en *mexicanos* que se identifican a sí mismos como *mestizos* es el indígena. Aunque la diferencia de incidencia entre los compuestos indígenas y europeos es relativamente pequeña con ambos usualmente representando no más del 40% de su composición genética (Gorodezky, C., Alaez, C., Vázquez-García, M., y et al., 2001). Los estudios genéticos realizados sobre *indígenas mexicanos* revelan una ascendencia indígena predominante pero con variaciones más altas de lo esperado en los componentes ancestrales europeos y africanos. Las investigaciones existentes sugieren que la ubicación geográfica juega un papel más significativo en la determinación de la composición genética de la persona indígena promedio que los rasgos culturales. Un ejemplo de esto es la población indígena de Tlapa en el estado de Guerrero que a pesar de que en su mayor parte habla español y tiene las mismas costumbres culturales que los mexicanos no indígenas muestra una ascendencia indígena del 95% (Gorodezky, C., Alaez, C., Vázquez-García, M., et al., 2001). En contraste, los pueblos indígenas de habla náhua del estado de Veracruz tienen una ascendencia media europea del 42% y una ascendencia africana del 22% (Buentello-Malo, L., Peñaloza-Espinosa, R., Salamanca-Gómez, F., y et al., 2008).

Un estudio realizado en 2006 por el INMIGEN que genotipó 104 muestras informó que los *mexicanos mestizos* son 58.96% europeos, 35.05% asiáticos (principalmente amerindios) y 5.03% otros. De los seis estados que participaron en el estudio, el estado de Sonora mostró la ascendencia europea más alta de casi 70%. Mientras que el estado de Guerrero presentaba la ascendencia europea más baja de alrededor de 50% (Schwartz-Marín, E., y Silva-Zolezzi, I., 2010; Valdez-Velazquez, L. L., Mendoza-Carrera, F., Perez-Parra, S., y et al., 2011; Silva-Zolezzi, I., Hidalgo-Miranda, A., Estrada-Gil, J., y et al., 2009).

Un estudio autosómico realizado en *mestizos* de las tres ciudades más grandes de México reportó que los *mestizos* de la ciudad de México tenían en promedio un 50% de ascendencia europea, 1% de ascendencia africana y 49% de ascendencia amerindia. Mientras que

los *mestizos* de las ciudades de Monterrey (Nuevo León) y Guadalajara (Jalisco) tenían en promedio un 60% de ascendencia europea y un 40% de ascendencia indígena. También en *mexicanos* de los estados de Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí se encontró que el promedio de ascendencia indígena era del 22% mientras que el 78% fue de ascendencia genética de origen español/europeo. En la Ciudad de México se reportó que la ascendencia media de los *mestizos mexicanos* era 57% europea, 40% amerindia y 3% africana (Cerdeña-Flores, R., Villalobos-Torres, M., Barrera-Saldaña, H., y et al., 2002).

Canizalez-Román, A., y colaboradores en el 2018 realizaron una serie de tablas donde ilustran las frecuencias de diferentes grupos sanguíneos en varias ciudades y estados mexicanos. Debido a que la población amerindia de México posee exclusivamente el tipo sanguíneo "O" la presencia de otros grupos sanguíneos puede dar una idea aproximada de la cantidad de influencia extranjera que hay en cada estado que ha sido analizado. Los resultados de estos estudios no deben tomarse como estimaciones exactas de los porcentajes de diferentes grupos étnicos que habitan México (por ejemplo, el porcentaje de tipos sanguíneos A, B+ es porcentaje de mexicanos blancos) debido a que un *mexicano mestizo* puede poseer sangre de tipo "A", "B" etc. Se observa que los grupos sanguíneos "A" y "B" son más comunes en voluntarios jóvenes mientras que los grupos "AB" y "O" son más comunes en voluntarios de edad avanzada. El número total de voluntarios analizados en el estudio fue de 271,164 (Canizalez-Román, A., Campos-Romero, A., Castro-Sánchez, J. A., y et al., 2018). Un estudio realizado en hospitales de la Ciudad de México reportó que en promedio el 51.8% de los recién nacidos *mexicanos* presentaban la marca mongólica y el 48.2% de los bebés analizados estaba no presente (Domínguez, L., y Frago, G., 2002). La mancha mongola aparece con una frecuencia muy alta (85-95%) en niños asiáticos nativos americanos y africanos (Ayala Uribe, M. 1970). La lesión de piel casi siempre aparece en niños sudamericanos y *mexicanos* que son racialmente *mestizos*. Mientras que tiene una frecuencia muy baja (5-10%) en niños caucásicos. Según el IMSS (Instituto Mexicano del Seguro social) en el 2012 publica que a nivel nacional alrededor de la mitad de los bebés mexicanos tienen la mancha mongola.

### **2.2.2 Etnias en México**

Según la cifra del INEGI de 2015 se hablan 364 variantes lingüísticas provenientes de 68 agrupaciones en todo México (ver Figura 1). La población étnica en México se divide en dos grandes campos: 1) el porcentaje de población que es hablante de una (o varias lenguas indígenas) y el español; 2) la monolingüe que habla su lengua madre de origen indígena.

La población hablante de lengua indígena tiene un grado de vulnerabilidad por la discriminación de la que es objeto al presentarse

por un servicio de salud y no tener protección social en salud y/o un registro (Leyva-Flores, R., Infante-Xibille, C., Gutiérrez, J. P. y et al., 2013; Vargas, R., Cobos, A. y Saa, T., 2016; Guadarrama-Olivera, R., Hualde-Alfaro, A., y López-Estrada, S., 2012).



Figura 1. Mapa de las variantes lingüistas en México y sus etnias<sup>2</sup>.

*-Porcentaje de población que habla una lengua indígena y español:* el mínimo registro de porcentaje de 0.01% población hablante indígena los tienen 59 municipios del país y el máximo porcentaje de un 100% lo tiene un municipio Theiupango de Veracruz (Lastra, M., González, C., Pérez, M., Guzmán, y et al., 2013).

*-Porcentaje de población que sólo habla lengua indígena:* este grupo tiene una mayor vulnerabilidad debido a la falta de un enfoque de interculturalidad en los programas de salud dirigidos particularmente la monolingüe (Gracia, M. A. y Horbath, J. E., 2019). Lo que reduce sus garantías de derecho de acceso a la información y limitan la atención que se le presta a este sector en instalaciones de servicio de salud (Monroy, R., 2017; Figueroa, A., 2000).

El mínimo porcentaje de 0.01% registro de población monolingüe se tiene en más de 1,327 municipios (de 2,469 municipios totales en México y 16 Alcaldías en la CDMX) y el máximo porcentaje casi 64% del mismo se tiene en Chalchihuitán Chiapas (Lastra, M., González, C., Pérez, M., Guzmán, y et al., 2013).

<sup>2</sup> captura de pantalla de:

<https://www.gob.mx/cultura/es/articulos/lenguas-indigenas?idiom=es>

### **2.2.3 Nivel Económico y urbanización en México**

A inicios del siglo XXI México es uno de los países altamente urbanizado de América Latina. Para el año 2005 tiene 367 ciudades que se caracterizan por la concentración de sus habitantes en 57 zonas metropolitanas de las cuales mantienen el 83% de la población urbana nacional. Por ello el país enfrenta grandes retos sobre todo en las zonas urbanas como: servicios de infraestructura para la población en materia de electricidad, telecomunicaciones, agua, drenaje, vivienda, vialidades, educación, salud y seguridad pública entre las más sustanciales. También es en las urbes mexicanas donde se concentran las empresas de servicios comerciales e industriales que deberán disponer de un conjunto de modernas condiciones, servicios generales de producción urbanos y metropolitanos (Garza, G., y Schteingart, M., 2010).

El desarrollo económico y la urbanización están orgánicamente vinculados ya que son dos procesos inseparables que caracterizan la estructura de la sociedad. La distribución de la población en la actualidad es del 67% que vive en ciudades y los niveles de pobreza es muy alta en las zonas rurales. El 46% de la población es pobre en todo el país y con esta relación México ocupa el primer lugar entre los países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) en cuanto a la diferencia más extensa entre el 10% del más rico y el más pobre.

### **2.2.4 Salud en México**

En México hay más de 30 millones de personas sin protección social en salud. El alto porcentaje de gasto de bolsillo de las familias mexicanas expone a su población a gastos excesivos por motivos de salud. En el año 2000 más de tres millones de hogares mexicanos presentaron gastos catastróficos y/o empobrecedores por motivos de salud (Kassir, R., 2020).

En 2006 esta cifra se había reducido gracias a la implantación de diversos programas sociales. Estudios económicos en salud muestran que los gastos excesivos (catastróficos y empobrecedores) por motivos de salud disminuyeron de 4.1% (alrededor de 2.6 millones de hogares) a 2.7% (alrededor de 1.8 millones de hogares) entre 2004 y 2008 (Knaul, F., Arreola-Ornelas, H., Méndez, O., Lafontaine, L. y Wong, R., 2010). Estos mismos estudios indican que hay gran variación en la prevalencia de estos gastos.

Para el 2008 el 2.05% en los hogares urbanos presentaron gastos ruinosos por motivos de salud. Los hogares que cuentan con seguro de salud presentaron una prevalencia de 2.67% contra 3.53% en los hogares que no cuentan con seguro de salud. Los hogares con adultos mayores presentan una prevalencia de gastos fatales por motivos de salud del casi 6.02% y que contrasta con la prevalencia de los hogares

que no cuentan ni con niños ni con adultos mayores (que es de 1.36%) (Dantés, O., Sesma, S., Becerril, V., y et al., 2011).

### 2.3 Índice de Marginación

El IM (Índice de Marginación) se calcula utilizando el procedimiento estadístico multivariado llamado Análisis de Componentes Principales. Conceptualmente este procedimiento es compatible con la naturaleza multidimensional de la Marginación. Técnicamente se transforma un conjunto de variables correlacionadas en otro no correlacionado. Su expresión algebraica se describe en la ecuación 1.1 (CONAPO, 2016):

$$Y_{i1} = \sum_{j=1}^9 c_j Z_{ij} = IM_i \quad (1.1)$$

Donde:

$Y_{i1}$  = Valor de la unidad de análisis  $i$  en la componente principal estandarizada 1 (primera componente principal).

$c_j$  = Ponderador del indicador estandarizado  $j$ .

$Z_{ij}$  = Indicador estandarizado  $j$  de la unidad de análisis  $i$ .

$IM_{zi}$  = Valor del índice de Marginación de la unidad de análisis  $i$ .

$i = 1, \dots, 32$ . En el caso de que las unidades de análisis sean las entidades federativas, o bien,  $i = 1, \dots$  hasta el número total de municipios que exista en cada año de referencia cuando las unidades de análisis sean los municipios.

$j = 1, \dots, 9$ . Se refiere a los nueve indicadores socioeconómicos seleccionados para el análisis de componentes principales.

De esta manera la situación de cada unidad de análisis descrita inicialmente con la información de nueve variables relacionadas queda ahora descrita con un solo valor dado por el IM. El IM puede tomar valores negativos o positivos. Siendo los valores positivos los más altos niveles de marginación. Calculando el índice es posible ordenar y clasificar a las unidades de análisis para que finalmente mediante la *Técnica de Estratificación Óptima* por Dalenius y Hodges obtener en cinco categorías los *Grados de Marginación (GM)*: Muy Alto, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto.

El IM se ha calculado en México desde el año 1990. En su edición más reciente correspondiente al año 2015 el insumo de información para calcularlo fue en la Encuesta Intercensal 2015 levantada por el INEGI. Para el IM del 2015 no se levantó censo en poblaciones menores a 5 mil habitantes por lo que sólo se tomaron 8 indicadores socioeconómicos (CONAPO, 2016).

#### 2.3.1 Parámetros Índice de Marginación

\**Porcentaje de condición de analfabetismo (ANALF)*. Se refiere a la población de 15 años (y más) que declara saber leer y escribir un recado. Esta condición se clasifica en analfabetas, analfabetas y no especificado.

\* *Porcentaje de 15 años o más sin primaria completa (SPRIM). Porcentaje de Nivel educativo básico.* Cada una de las etapas que conforman el Sistema Educativo Nacional.

\**Ocupantes en Vivienda.* Espacio delimitado generalmente por paredes y techos de cualquier material. Con entrada independiente y construido para la habitación de personas. Que al momento del levantamiento censal la estuvieran usando para vivir. Las viviendas se clasifican en particulares o colectivas. Las casas particulares se dividen en: casa independiente, vivienda en edificio, vivienda en vecindad, vivienda en cuarto de azotea, cochera, vivienda móvil y refugio.

\**Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares con Energía eléctrica (OVSEE).* Distinción de las viviendas particulares habitadas según la existencia de luz eléctrica (independientemente de la fuente que provenga).

\**Porcentaje de ocupantes en viviendas sin agua entubada (OVSAE).* Clasificación de las viviendas particulares habitadas que se abastecen de agua para consumo personal y doméstico. Conforme el acceso de los ocupantes de las viviendas al agua se clasifican en: agua entubada dentro de la vivienda, agua entubada fuera de la vivienda, agua entubada de llave pública, agua entubada que acarrearán de otra vivienda, agua de pipa, agua de pozo, agua de lago, agua de arroyo y no especificado.

\**Porcentaje de viviendas con algún nivel de hacinamiento (VHAC).* Es el cálculo de viviendas con un solo dormitorio y número de ocupantes, con dos dormitorios y número de ocupantes, etc.

\**Porcentaje de ocupantes en viviendas con piso de tierra (OVPT).* En las viviendas particulares el elemento predominante es el piso de: tierra, cemento, madera y no especificado.

\**Porcentaje de población en localidades con menos de 5,000 habitantes (PL<5000).* Es la clasificación de las localidades a nivel nacional según el número de habitantes.

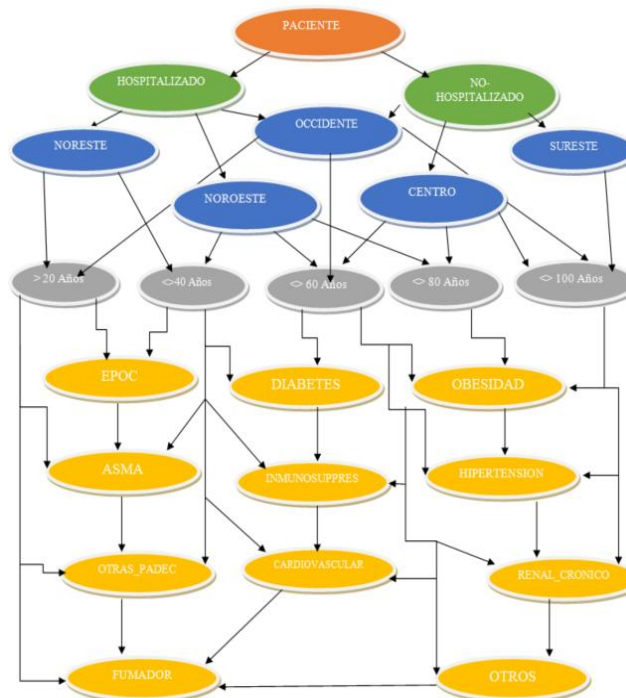
\**Porcentaje de población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos (PO2SM).* Persona mayor de 12 años que en la semana realizó una actividad económica por lo menos una hora y recibió pago económico por ello.

\**Índice de Marginación (IM).* Es una medida-resumen que permite diferenciar entidades federativas y municipios de acuerdo con las carencias que padece la población. La marginación es un fenómeno multidimensional que considera la exclusión de la población al proceso de desarrollo y al disfrute de sus beneficios. Como resultado de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas (CONAPO, 2016). El cálculo del IM involucra la construcción de indicadores de carencias o déficit en

educación, vivienda, ingresos monetarios y en la distribución de la población (Monroy, R., 2017).

El IM surge de la necesidad de la caracterización de todas estas variables que implican la marginación de su población. Sobresalen entidades con un GM *Alto* a *Muy Alto* como Campeche, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Veracruz y Yucatán.

## METODOLOGÍA



*Figura 2.* Red de Jerarquías en la extracción de los datos indicando con colores sus diferentes niveles en orden descendente: naranja, verde, azul, gris y amarillo (captura de pantalla extraída de *Nolasco-Jáuregui, O., Quezada-Téllez, L., Rodríguez-Torres, E., y et al., 2021*).

### 3.1 Jerarquía de las Variables

La jerarquía en las variables se visualizan en la Figura 2; la cual es también la metodología del proceso de extracción de los datos que caracteriza a la HSP. Esta red de extracción asimismo indica la relación entre los niveles y dependencia que hay entre ellos. En el primer nivel de la jerarquía se encuentran todos los pacientes que fueron seleccionados de manera involuntaria al dar positivo al virus (color naranja). Le sigue otro nivel de clasificación de los pacientes: hospitalizados (H) y los que son puestos en cuarentena (NH) en casa bajo supervisión médica (en color verde). La siguiente categoría de



clasificación corresponde a las 5 regiones del país descritas en la subsección anterior (color azul) R1, R2, R3, R4 y R5. La consiguiente categoría son los pacientes clasificados por edades, esto es por cada región y según el tipo de paciente (color gris). Y la última clasificación son las 9 comorbilidades registradas por el Sector Salud Federal (color amarillo).

### **3.2 Acrónimos de las Variables**

Primero recordemos que los Estados Unidos Mexicanos (México) son 32 entidades federativas y cada uno de ellos tiene una situación política, económica, poblacional y social particular (Holmes, S., y Huber, W., 2018; Michonneau, F., y Fournier, A., 2018).

La región Noroeste de México (R1) agrupa las siguientes entidades federativas: Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sinaloa y Sonora. En la región Noreste (R2) se encuentran: Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí y Tamaulipas. Para la región Centro (R3) están: la Ciudad de México, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Morelos, Puebla y Tlaxcala. En la región Occidente (R4) se encuentra: Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Querétaro y Zacatecas. Por último la región Sureste (R5) abarca los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

## **RESULTADOS**

Cabe señalar que la base de datos analizada en esta investigación son a partir del 12 de abril al 31 de Octubre del 2020 (1,809,852 pacientes) dando un total de 3,654 archivos. Esto debido a que son 203 registros diarios por dos tipos de pacientes por 9 comorbilidades. Es decir, casi 56 GB de datos (más detalles en Nolasco-Jáuregui, O., 2021).

Del total de infectados 1,809,852 se tienen (NH=1,018,518 y H=71,334). En la R1 se han infectado a 110,856 pacientes (NH=102,559 y H=8,297), en la R2 han sido 150,691 pacientes (NH=143,170 y H=7,521), para la R3 se tienen 180,375 (NH=170,030 y H=10,345), la R4 con 515,670 (NH=482,407 y H=33,263) y la R5 con 132,260 (NH=120,352 y H=11,908).

### **4.1 Resultados de Análisis de las Edades de los Pacientes**

Para el análisis de edades se tienen 5 intervalos. El primer intervalo es de 0-20 años, el segundo de 21-40 años, el tercero de 41-60 años, el cuarto de 61-80 y el quinto 81-100 años (ver Figura 2).

Una vez obtenido la media y la desviación estándar por día, se calcularon las distribuciones de edades de los pacientes N y NH para los 203 días estudiados en las cinco regiones geográficas en el nivel 2 de la HSP.

Se puede mencionar que en la R1 los pacientes NH tienen una mediana de los promedios de la edad de 39.838 años y en el caso de los

pacientes H es de 55.105 años. En la R2 los pacientes NH la mediana de los promedios de la edad de los registros diarios es de 38.9691 años y para los pacientes H es de 53.207 años. Para la R3 los pacientes NH es de 38.1323 años y para los H es de 53.4386. En R4 los pacientes NH es de 40.3153 años y los pacientes H es de 52.871. Para la R5 la edad de los pacientes NH es de 40.123 años y para los pacientes H es de 53.3629 años.

Se puede destacar que aquellas personas que han adquirido el COVID-19 se encuentran en los intervalos de edades de 20-40 y de 40-60 años. Para los casos positivos a COVID-19 en edades de 20-40 años no han requerido hospitalización, por lo que los síntomas presentados son leves y estos pueden ser tratados en casa. Ante una falta de monitoreo estricto se presume que este sector pasa a ubicarse en cuarentena para su recuperación. Por otro lado, aquellos pacientes que han sido hospitalizados se encuentran en el intervalo de edades de 40-60 años. La evidencia empírica muestra que estas distribuciones se mantienen independientemente de la región analizada, es significativo encontrar que el promedio de las edades y su desviación estándar son valores numéricos similares en todas las regiones.

#### **4.2 Resultados con COVID-19 y sin Comorbilidades en México**

La Tabla 1 describe los pacientes que dieron positivo al examen de COVID-19 y reportaron no tener ninguna comorbilidades (se describe por cada región de México). En total se tienen 717,824 infectados sin tener antecedentes de ninguna de las 9 comorbilidades con los siguientes resultados: NH=689,369 y H=28,455.

Ahora se menciona el desglose de los pacientes sin comorbilidad infectados por cada región: en la R1 se infectaron 69,606 pacientes (NH=66,762 y H=2,844), en la R2 han sido 98,979 pacientes (NH=95,886 y H=3,093), para la R3 se tienen 123,519 (NH=119,661 y H=3,858), la R4 con 348,531 (NH=333,919 y H=14,612) y la R5 con 77,189 (NH=73,141 y H=4,048). De estos, cerca de alrededor del 95% al 96% son pacientes tipo NH y del 5% al 4% requieren hospitalización respectivamente por cada región.

<b>Región</b>	<b>NH (%)</b>	<b>H (%)</b>
R1	95.91	4.085
R2	96.88	3.12
R3	96.88	3.12
R4	95.81	4.19
R5	94.76	5.24

*Tabla 1. Porcentajes de los pacientes COVID-19 por cada región de México sin comorbilidades.*

#### **4.3 Porcentajes de Infectados con Comorbilidades en México**

Las enfermedades crónicas degenerativas han sido un factor de riesgo en el desarrollo del COVID-19. Dependiendo del padecimiento, conlleva

a presentar un mayor o menor riesgo en mostrar complicaciones a la enfermedad (e incluso, hasta la muerte). Para todas las regiones destacan al menos tres enfermedades degenerativas más frecuentes entre los pacientes H y NH: EPOC, Renal y otras enfermedades. Cabe señalar que en la R4 sus valores son mayores a diferencia de la R2 (ya que la densidad de población es mayor en la R4 que en la R2). Por ello, se puede observar los mayores casos de pacientes con estos padecimientos.

De las 9 comorbilidades que han presentado los pacientes atendidos por COVID-19 se tienen las siguientes frecuencias relativas del total de pacientes por cada región analizada: Región={No-hospitalizado y Hospitalizado}.

1) El asma son 7,565 con (NH= 5,394 y H=2,171) de ellos se ha tenido una frecuencia entre los pacientes por región de: R1={0.5% y 2.7%}, R2={0.48% y 2.55%}, R3={0.548% y 5.094%}, R4={0.54% y 2.78%} y R5={0.5182% y 2.494%}.

2) Los problemas cardiovasculares son 17,268 con (NH= 13,817 y H=3,451) de ellos se ha tenido una frecuencia entre los pacientes por región de: R1={1.70% y 6.38%}, R2={1.55% y 4.613%}, R3={1.55% y 5.27%}, R4={1.14% y 4.75%} y R5={1.30% y 3.77%}.

3) Para el caso de hipertensión son 8,533 con (NH= 6,506 y H=2,027) de ellos se ha tenido una frecuencia entre los pacientes por región de: R1={0.629% y 2.9%}, R2={0.574% y 2.16%}, R3={0.678% y 3.093%}, R4={0.659% y 3.051%} y R5={0.584% y 2.418%}.

4) En el EPOC son 93,256 con (NH= 74,316 y H=18,940) de ellos se ha tenido una frecuencia entre los pacientes por región de: R1={7.6% y 28.55%}, R2={7.25% y 28.94%}, R3={6.684% y 27.675%}, R4={7.175% y 24.113%} y R5={8.52% y 29.475%}.

5) La Diabetes Mellitus son 9,800 con (NH= 8,569 y H=1,231) de ellos se ha tenido una frecuencia entre los pacientes por región de: R1={0.402% y 1.084%}, R2={0.664% y 0.491%}, R3={0.43% y 1.275%}, R4={0.630% y 1.415%} y R5={2.84% y 4.207%}.

6) Para el caso de la Inmunosupresión se son 32,651 con (NH= 30,787 y H=1,864) de ellos se ha tenido una frecuencia entre los pacientes por región de: R1={3.9362% y 3.4831%}, R2={3.13% y 2.79%}, R3={3.30% y 3.39%}, R4={2.429% y 1.93%} y R5={4.083% y 3.115%}.

7) La obesidad son 14,806 con (NH= 11,688 y H=3,118) de ellos se ha tenido una frecuencia entre los pacientes por región de: R1={1.34% y 6.05%}, R2={0.95% y 4.002%}, R3={1.209% y 5.21%}, R4={1.164% y 3.848%} y R5={1.025% y 4.165%}.

8) Los problemas Renales son 159,256 con (NH= 142,619 y H=16,637) de ellos se ha tenido una frecuencia entre los pacientes por región de: R1={16.93% y 25.539%}, R2={13.284% y 21.632%},

R3={13.347% y 23.6829%}, R4={13.065% y 20.6535%} y R5={17.0425% y 29.982%}.

9) Otras enfermedades son 133,867 con (NH= 112,131 y H=21,736) de ellos se ha tenido una frecuencia entre los pacientes por región de: R1={13.42% y 38.773%}, R2={11.0623% y 32.2563%}, R3={10.509% y 32.875%}, R4={10.029% y 25.914%} y R5={13.522% y 34.1954%}.

Cabe señalar que las principales comorbilidades que presentan los pacientes que han dado positivo a COVID-19 son los problemas renales en todas las regiones.

#### **4.4 Resultados SuperHeat y algoritmo de Machine-Learning**

La Figura 3 tiene en su eje izquierdo el dendrograma que indica en sus líneas más alejadas la representación de la jerarquía superior y hacia el centro del mapa las jerarquías de menor relación entre todos los elementos. En el mapa *SuperHeat* se pueden ver 3 grandes grupos resultantes de un algoritmo de *Aprendizaje de Máquinas* (de su traducción *Machine Learning*) llamado *K-means*. Es un tipo de algoritmo de *Agrupamiento* (cuya traducción es *clustering*) que se caracteriza por indicar qué tan semejantes son, es decir el coeficiente de similaridad. El coeficiente de similaridad se logra con una distancia llamada *Distancia Euclídeana* (Barter, R., y Yu, B., 2018).

En la Figura 3 el eje derecho indica el número de día con pandemia (inicio el 12 de Abril 2019 en México hasta el 31 de Octubre del 2020) y su densidad de infectados en este caso son 203 días de análisis. La escala de colores al lado derecho del mapa indica la densidad de infectados que van desde 1000 en azul hasta 200 en rosa correspondiente a los casos diarios. El día con menor número de contagios en todas las regiones se originó el día 178.

Como se puede observar a grandes rasgos el SuperHeat tiene tres grandes *agrupamientos* ó *clusterings*. La más alta densidad de contagios se dio en los primeros días de pandemia (desde el día 1 hasta el día 150), prácticamente en todas las regiones y en todas las comorbilidades los pacientes (N y H) se contagiaron (hubo cerca de 1000 casos diarios de contagios, en color azul).

Por orden descendente en el SuperHeat de la Figura 3 se tiene:

-El primer *agrupamiento* resultante del algoritmo *k-means* selecciona a los días que tienen el mayor número de transiciones de contagios que van desde la escala mayor de contagios (1000) a la menor (200). En este primer grupo se encuentran los contagios alrededor de los días 151 a 174 de pandemia en México.

-En el segundo *agrupamiento* se tiene el menor número de contagios y se encuentran entre un rango de 400 a menos de 200 contagios diarios en todas las regiones y por el tipo de comorbilidad de los pacientes (se encuentra entre los días 175 y 203 de pandemia).

-El tercer *agrupamiento* es el que concentra la mayor densidad de contagios y va desde el día 1 hasta el día 150 de pandemia.

En el primer grupo, se hace el análisis de casos diarios que van del día 151 al día 174 y se describe a continuación: la R1 en pacientes H con Asma y Diabetes tiene una prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados de casi 1000 casos diarios. La R2 en pacientes H con Diabetes, Hipertensión, Inmunosupresión tiene una prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados de casi 1000 casos diarios. R3 en pacientes H con Diabetes tiene una prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados de casi 1000 casos diarios. Seguidos de R1 en pacientes H con Hipertensión e Inmunosupresión tiene una prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados por mayor tiempo de casi 800 casos diarios. R2 en pacientes H con enfermedades Cardiovasculares, Obesidad e Inmunosupresión tiene una prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados de casi 800 casos diarios. R3 en pacientes H con Hipertensión tiene una prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados de casi 800 casos diarios. R5 en pacientes H con Hipertensión y Asma tiene una prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados de casi 800 casos diarios. Le sigue, R1 en pacientes H con Obesidad tiene una prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados de casi 600 casos diarios que van del día 151 al día 174. R3 en pacientes H con Asma, Obesidad, Cardiovascular hospitalizados tiene una prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados de casi 600 casos diarios. R4 en pacientes H con Diabetes tiene una prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados de casi 600 casos diarios. R5 en pacientes H con Diabetes, enfermedades Cardiovasculares, Inmunosupresión y Obesidad tiene una prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados de casi 600 casos diarios. Característicamente, el resto de las comorbilidades con densidad de infectados alrededor de 200 casos diarios se encuentran los pacientes Ambulatorios.

En el segundo grupo, se tienen 4 casos que tiene una prolongación de promedio de densidad de pacientes NH infectados por casi todos los 28 días alternando entre 800 y 600 casos diarios: R1 en pacientes con EPOC e Inmunosupresión; y R2 en pacientes H con Inmunosupresión. Hay sólo 3 casos que tiene una prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados por casi todos los 28 días de casi 600 casos diarios: R1 en pacientes H con Inmunosupresión, R5 en H con Inmunosupresión y R5 en pacientes NH con Inmunosupresión. El resto de las regiones y comorbilidades entre los pacientes hospitalizados y ambulatorios se encuentran alternando con una densidad de infectados alrededor de 400 y menos 200 casos diarios.

En el tercer grupo, en todas las regiones tanto en pacientes NH y H con tienen su mayor densidad de contagios alrededor de 1000 diarios en los días 1 a 20 aproximadamente de pandemia. Para pacientes No Hospitalizados, la R1 en pacientes con EPOC, Inmunosupresión, Renal tienen la prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados por mayor tiempo que van desde 1000 a 800 diarios de casi 150 días de pandemia. La R2 en pacientes con enfermedades Cardiovasculares, EPOC, Renal, Otras Enfermedades e Inmunosupresión con NH tienen la prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados por mayor tiempo que van desde 1000 a 800 diarios de casi 150 días de pandemia. La R3 en pacientes con enfermedades Cardiovasculares, EPOC, Renal, Inmunosupresión con NH tienen la prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados por mayor tiempo que van desde 1000 a 800 diarios de casi 150 días de pandemia. La R5 en pacientes con enfermedades Cardiovasculares, EPOC, Inmunosupresión y Renal con NH tienen la prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados por mayor tiempo que van desde 1000 a 800 diarios de casi 150 días de pandemia. Para los pacientes Hospitalizados, la R2 es la única región que tiene la prolongación de promedio de densidad de pacientes infectados por mayor tiempo que van desde 1000 a 800 diarios de casi 150 días de pandemia, en comorbilidades como Asma, enfermedades Cardiovasculares, EPOC e Inmunosupresión.

#### **4.5 Resultados Índice Marginal**

Para evaluar la situación de marginación en cada región en México se utiliza el IM. El IM puede tomar valores negativos o positivos (mediante la Técnica de Estratificación Óptima por Dalenius y Hodges). Y la clasificación del GM es en cinco categorías de *Grados de Marginación*: Muy Alto, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. El análisis de entidad federativa será: {IM y GM}.

Para la R1 tiene a Baja California Norte con {-1.1 y Muy Bajo}, Baja California Sur {-0.6 y Bajo}, Chihuahua {-0.6 y Bajo}, Sinaloa {-0.24 y Medio} y Sonora {-0.7 y Bajo}. La R1 en promedio tiene un IM de -0.648 por ende un GM Bajo con tendencia a *Muy Bajo*.

La R2 tiene a Coahuila con {-1.1 y Muy Bajo}, Durango {0.05 y Medio}, Nuevo León {-1.39 y Muy Bajo}, San Luis {0.58 y Alto} y Tamaulipas {-0.62 y Bajo}. La R2 en promedio tiene un IM de -0.496 por ende un GM es *Bajo*.

En la R3 la Ciudad de México tiene {-1.45 y Muy Bajo}, Estado de México {-0.57 y Bajo}, Guerrero {2.56 y Muy Alto}, Hidalgo {0.5 y Alto}, Morelos {-0.2 y Medio}, Puebla {0.69 y Alto} y Tlaxcala {-0.2 y Medio}. La R3 en promedio tiene un IM de 0.19 por ende GM es Medio con tendencia a *Alto*.

La R4 tiene a Aguascalientes con {-0.89 y Bajo}, Colima {-0.73 y Bajo}, Guanajuato {-0.07 y Medio}, Jalisco {-0.82 y Bajo}, Michoacán {0.5 y

Alto}, Nayarit {0.31 y Medio}, Querétaro {-0.49 y Bajo} y Zacatecas {0.01 y Medio}. La R4 en promedio tiene un IM de -0.2725 por ende GM es Medio con tendencia a *Bajo*.

La R5 tiene a Campeche con {0.46 y Alto}, Chiapas {2.41 y Muy Alto}, Oaxaca {2.12 y Muy Alto}, Quintana Roo {-0.37 y Medio}, Tabasco {0.3 y Medio}, Veracruz {1.14 y Alto} y Yucatán {0.51 y Alto}. La R5 en promedio tiene un IM de 0.938571 por ende GM es *Alto*.

En orden ascendente por valores de IM y los GM las regiones quedan ordenadas como: R1, R2, R4, R3 y R5. Es decir, la R5 tiene un *Alto* grado de marginación y R1 tiene un grado de marginación *Muy Bajo*.

#### **4.6 Resultados de Defunciones**

Para la frecuencia relativa del número de defunciones a nivel nacional se toma primero al número de contagiados 1,089,852 y las 105,365 defunciones totales con lo que se tiene el 9.6678 % nacional.

Para la R1 se tienen 15,638 defunciones (NH=1,126 y H=14,512), R2 con 13,748 con (NH=2,204 y H=11,544), R3 con 15,884 (NH=1,827 y H=14,057), R4 con 42,826 (NH=3,727 y H=39,099) y R5 tiene 17,269 defunciones (NH=2,074 y H=15,195). Destacando R4 por tener el mayor número de defunciones tanto en H como para NH. Seguida muy de cerca por R5 también con el mayor número de defunciones (en NH y H en todo el país) y le sigue R3. Es importante mencionar que la R3 tiene la metrópoli de la Ciudad de México y abarca gran porcentaje de la población total de R3 (Molina-Torres, R., Nolasco-Jáuregui, O., Rodríguez-Torres, E., Quezada-Téllez. L., 2021).

#### **4.7 Resultados de Hospitalizados en UCI**

La frecuencia relativa del número de defunciones a nivel nacional se tienen 1,089,852 contagiados con 15,507 pacientes tipo H que entraron a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI); lo cual es 1.4228% en el territorio nacional.

Para la R1 se tienen 8,297 pacientes hospitalizados de los cuales 2,361 necesitaron un respirador artificial. Por lo tanto tiene una frecuencia relativa de 28.4560%. De estos 2,361 fallecieron 1,194 en UCI en consecuencia el 50.57% del total.

En R2 se tienen 7,521 de los cuales 1,816 entraron a UCI entonces el 24.1457% de los hospitalizados. De estos 1,816 fallecieron 695 por lo tanto el 24.68%.

En R3 tiene 10,345 totales hospitalizados 2,545 entraron a UCI es decir el 24.60125%. De los 2,545 fallecieron 1,239 esto es el 48.68%.

La R4 tiene 33,263 de los cuales 5,882 entraron a UCI en consecuencia el 17.68331% de los hospitalizados. De estos 5,882 fallecieron 3,323 por lo tanto el 56.49%.

En R5 tiene 11,908 totales hospitalizados 2,903 entraron a UCI en pocas palabras el 24.3785%. De estos 2,903 fallecieron 1,507 es decir el 51.911%. Por lo que el mayor riesgo de perder la vida siendo un paciente hospitalizado por COVID-19 en México es en R1, R5 y R4

(seguida muy cerca de R3). Y la R2 tiene el menor porcentaje de pacientes que fallecieron en UCI.

## CONCLUSIONES

La **hipótesis principal** que motivó a la realización de esta investigación es la vulnerabilidad y la predisposición en la salud de la población mexicana. Se prevé que son potencialmente la causa que México se encuentre en la lista de los 10 países con mayor número de contagios y es uno de los 5 países con mayor número de muertes por COVID-19 en todo el mundo.

Haciendo uso de la matriz de operacionalización de variables se plantea por cada objetivo secundario el instrumento a codificar y utilizar. Se garantiza que todos ellos se lograron con la HSP. En el primer de los **objetivos secundarios** se pretendía *definir* las probabilidades de contagio por cada región del país. Por lo que se codificó en el nivel 3 de la HSP con la red bayesiana. Por lo que se puede concluir que dependiente de la morbilidad es el riesgo de contagio y adjunto a ello la edad del paciente son factores fundamentales para indagar cómo va a ser la lucha contra el virus, candidatura a ser hospitalizado, necesidad de un respirador artificial e incluso perder la vida ante el contagio. No es la misma relación entre un paciente adulto con padecimientos precedentes al virus a un joven sano.

En el segundo de los **objetivos secundarios** se pretendía *caracterizar* las probabilidades de contagio por cada región del país. Se utilizaron métodos de covarianzas, los resultados se analizan en la sección anterior se puede concluir que dada la exposición, comorbilidades, edades, acceso al sector salud, nivel económico en la sociedad mexicana, entre otros. La alta probabilidad de contagio al virus del COVID-19 por las complicaciones que puede traer a los pacientes con un precedente de comorbilidad (Valente-Acosta, B., Hoyo-Ulloa, I., Espinosa-Aguilar, L., y et al., 2020).

En el tercer de los **objetivos secundarios** se pretendía *relacionar* las probabilidades de contagio por cada región del país. Se codificaron correlaciones entre los coeficientes de probabilidad día a día, ver Figura 3. Se puede concluir que el primer *agrupamiento* resultante del algoritmo *k-means* en el mapa SuperHeat selecciona a los días que tienen el mayor número de transiciones de contagios que van desde la escala mayor de contagios (1000) a la menor (200). En este primer grupo se encuentran los contagios alrededor de los días 151 a 174 de pandemia en México de los 203 analizados.

En el tercer de los **objetivos secundarios** se pretendía *conocer* las edades y probabilidades de contagio por cada región. Se utilizaron las curvas de distribución por los 203 días de registro y 3,654 archivos



totales (ver sección 4.1). Se puede concluir que en edades de 20-40 años no han requerido hospitalización (pacientes ambulatorios) y los que han sido hospitalizados se encuentran en el intervalo de edades 40-60 años. Todos estos resultados son constantes en todas las regiones.

Es muy importante puntualizar que **el objetivo principal** que pretendía *analizar* el riesgo de contagio por COVID-19 en la población con mayor vulnerabilidad de México se logró cuantificar y dar respuesta por medio de los siguientes 2 puntos analizados. Se resume que la verificación de la vulnerabilidad de la población se hace por medio de las siguientes variables cuantitativas enfatizando las variaciones concomitantes por cada región del país. Como conclusiones se tiene que:

1) La mayor concentración de las diferentes etnias que son monolingües y los que hablan su lengua indígena y español se concentran en la región R3, R5 y una sección de la R4, ver Figura 1.

2) Según el análisis de marginación calculado en la ecuación 1.1 por componentes principales resulta que la R5 por poseer 5 entidades federativas con grados de marginación con una tendencia a *Muy Alto* tales como: Campeche (GM=Alto), Chiapas (GM=Muy Alto), Oaxaca (GM=Muy Alto), Veracruz (GM=Alto) y Yucatán (GM=Alto). Seguido en orden descendente por la R3 por tener 3 entidades federativas con grados de marginación de *Alto a Muy Alto*. Tales como Guerrero (GM=Muy Alto), Hidalgo (GM=Alto) y Puebla (GM=Alto).

Coincidentemente la densidad de etnias en el territorio nacional y el IM tienden a mostrar a R3 y R5 como las regiones con la población más vulnerable. De las **interrogantes secundarias surgen** las siguientes cuestiones: *¿Se valúa alguna relación entre las edades de los pacientes, nivel económico y las zonas de mayor contagio?*. Para dar respuesta a la pregunta anterior es importante puntualizar que México tiene un bono y es que su población es relativamente joven, lo cual ha sido un factor muy favorable ante el COVID-19 y se demuestra con el gran porcentaje de pacientes ambulatorios casi 93.454% (NH) contra 6.54% (H) que están hospitalizados:

1) Se concluye que en R4 tiene una mediana de los promedios de edad de los pacientes NH es de 40.3153 años y los pacientes H es de 52.871. Para la R5 la edad de los pacientes NH es de 40.123 y para los pacientes H es de 53.3629. Edades mayores que en el resto de las regiones, casualmente R4 tiene el mayor número de pacientes contagiados tanto del tipo H como del tipo NH y se encuentra seguida muy de cerca de R5 en hospitalizados. Desafortunadamente, el análisis de defunciones correlaciona que los contagiados en R4 tienen un alto riesgo a perder la vida tanto NH como H seguidos de los H en R5.

2) Como consecuencia, el riesgo más alto de perder la vida se infiere

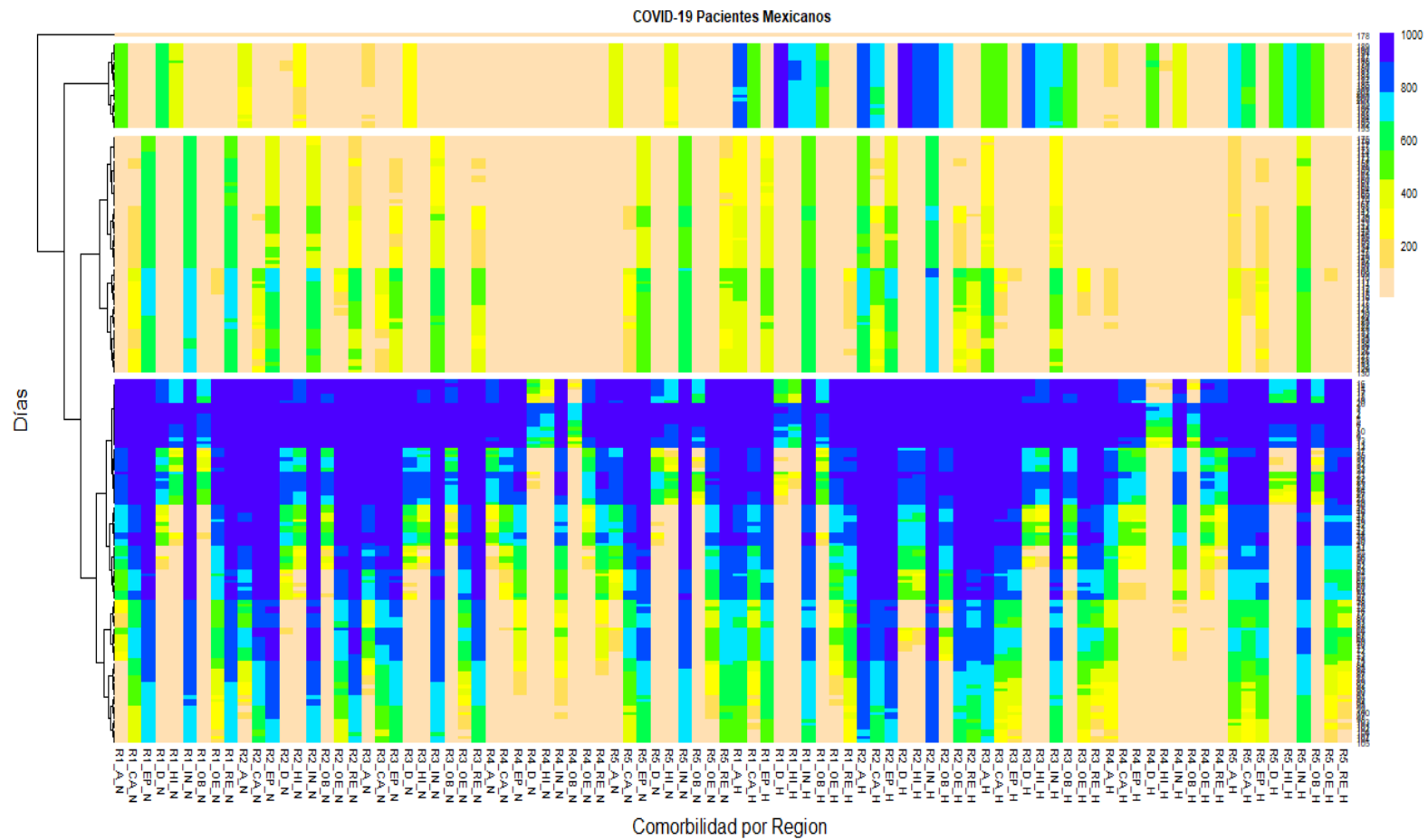


Figura 3. Mapa de de densidad de pacientes correlacionado con comorbilidades y regiones en México.

con el análisis de los pacientes hospitalizados y la relación con la UCI; esto potencializa el uso de un respirador artificial y con ello los porcentajes tienen una tendencia de fallecer por más del 50% de sus hospitalizados en R1, R4 y R5.

De las **interrogantes secundarias surgen** las siguientes cuestiones: *¿Cuál es la probabilidad de riesgo de contagio en las 5 regiones de México?, ¿A qué se debe la variabilidad en las probabilidades de contagio a lo largo del territorio nacional? y ¿Por qué las comorbilidades de los pacientes son factor en las zonas de mayor contagio?. Para dar respuesta:*

1) Como resultado, es indispensable recordar que la inferencia fáctica se hace por medio del análisis de comorbilidades que ratifica que la preexistencia a ser un paciente hospitalizado por COVID-19 y características particulares en la sociedad mexicana genera cambios de un fenómeno como es la dispersión de la pandemia. Es debido a lo primero que México es vulnerable ante el virus condición necesaria para el segundo fenómeno (México encabeza las listas a nivel mundial en contagios y muertes). Destacan tres comorbilidades en todo el territorio nacional EPOC con EPOC son 93,256 con (NH= 74,316 H=18,940), los problemas renales son 159,256 con (NH= 142,619 H=16,637) y otras enfermedades con 133,867 con (NH= 112,131 H=21,736).

2) A manera de cierre se comenta que se destaca la EPOC R5 con 8.52% en pacientes NH seguido muy de cerca con R2 y R4 con alrededor del 7% ambas. En EPOC en pacientes H tiene R5 casi de 29.475%, seguido muy de cerca por R3 con 27.675%. En problemas renales, R5 con 17.04% en pacientes NH. En pacientes H tiene R5 casi de 29.982%, seguido muy de cerca por R3 con 23.6829% y R1 con 25.539%. Otras enfermedades aparece de nuevo R5 con el mayor porcentaje en pacientes NH con 13.522% y también en pacientes H con 34.1954%, R3 con 32.875% y R1 con 38.773%.

3) En consecuencia, los pacientes con mayor porcentaje de comorbilidad tales como EPOC, enfermedades renales y otras enfermedades son los pacientes hospitalizados por lo que se deduce que la comorbilidad los hace vulnerables al virus. El riesgo a perder la vida aumenta al ser hospitalizado por COVID-19 y necesitar un respirador artificial.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Aguilar-Moreno, M. (2007). **Handbook to life in the Aztec world**. Oxford University Press, USA.

Aragón-Nogales, M., Vargas-Almanza, I., y Miranda-Novales, R. (2020). **COVID-19 por SARS-CoV-2: La Nueva Emergencia de Salud**. Revista Mexicana de Pediatría, 86(6), pp. 213-218.

Bansal, M. (2020). **Cardiovascular disease and COVID-19**. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(3), 247-250.

Barbachano, f. c. (1964). **El mestizaje en México**. *Revista de Indias*, 24, 95.

Barter, R., and Yu, B. (2018). **Superheat: An R package for creating beautiful and extendable heatmaps for visualizing complex data**. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 27(4), pp. 910-922.

Buentello-Malo, L., Peñaloza-Espinosa, R. I., Salamanca-Gómez, F., & Cerda-Flores, R. M. (2008). **Genetic admixture of eight Mexican indigenous populations: Based on five polymarker, HLA-DQA1, ABO, and RH loci**. *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association*, 20(6), 647-650.

Canizalez-Román, A., Campos-Romero, A., Castro-Sánchez, J. A., López-Martínez, M. A., Andrade-Muñoz, F. J., Cruz-Zamudio, C. K., ... & Alcántar-Fernández, J. (2018). **Blood groups distribution and gene diversity of the ABO and Rh (D) loci in the Mexican population**. *BioMed research international*, 2018.

Cerda-Flores, R. M., Villalobos-Torres, M. C., Barrera-Saldaña, H. A., Cortés-Prieto, L. M., Barajas, L. O., Rivas, F., ... & Chakraborty, R. (2002). **Genetic admixture in three Mexican Mestizo populations based on D1S80 and HLA-DQA1 loci**. *American Journal of Human Biology*, 14(2), 257-263.

Chen, A., Altschuler, K., Zhan, S., and et al. (2021). **COVID-19 CG enables SARS-CoV-2 mutation and lineage tracking by locations and dates of interest**. *Elife*, 10, p. e63409.

Chen, J., Gao, K., Wang, R., and Wei, G. W. (2021). **Prediction and mitigation of mutation threats to COVID-19 vaccines and antibody therapies**. *Chemical science*, 12(20), pp. 6929-6948.

Dantés, O., Sesma, S., Becerril, V., and et al. (2011). **Sistema de salud de México**. *Salud pública de México*, 53, pp. 220-232.

Domínguez, L. P. I., & Fragoso, G. F. (2002). **Mongolian spot frequency in newborns**. *Revista Mexicana de Pediatría*, 69(4), 144-145.

Fang, L., Karakiulakis, G., and Roth, M. (2020). **Are patients with hypertension and diabetes mellitus at increased risk for COVID-19 infection?** *The Lancet. Medicina Respiratoria*, 8(4), p. e21.

Folch, D. (2013). **El galeón de Manila**. Universitat Pompeu Fabra, Shanghai, Instituto Cervantes.

Garza, G., y Scheingart, M. (2010). **Los grandes problemas de México. Desarrollo urbano y regional**. Tomo 2. El Colegio de México AC.

Gorodezky, C., Alaez, C., Vázquez-García, M. N., de la Rosa, G., Infante, E., Balladares, S., ... & Muñoz, L. (2001). **The genetic structure of Mexican Mestizos of different locations: tracking back**

**their origins through MHC genes, blood group systems, and microsatellites.** *Human immunology*, 62(9), 979-991.

Gracia, M. A. y Horbath, J. E. (2019). **Condiciones de vida y discriminación a indígenas en Mérida, Yucatán, México.** *Estudios sociológicos*, 37(110), pp. 277-307.

Guadarrama-Olivera, R., Hualde-Alfaro, A., y López-Estrada, S. (2012). **Precariedad laboral y heterogeneidad ocupacional: una propuesta teórico-metodológica.** *Revista mexicana de sociología*, 74(2), pp. 213-243.

Holmes, S., and Huber, W. (2018). **Modern statistics for modern biology.** Cambridge University Press.

Hui, D., Azhar, E., Madani, T., and et al. (2020). **The continuing 2019-nCoV epidemic threat of novel coronaviruses to global health -The latest 2019 novel coronavirus outbreak in Wuhan, China.** *Journal Internacional de Enfermedades Infecciosas*, 91, pp. 264-266.

Jordan, R., Adab, P., and Cheng, K.(2020). **COVID-19: risk factors for severe disease and death.**

Kassir, R. (2020). **Risk of COVID19 for patients with obesity.** *Obesity Reviews*, 21(6).

Knaul, F., Arreola-Ornelas, H., Méndez, O., Lafontaine, L. y Wong, R. (2010). **Prevalencia de gasto catastrófico y empobrecedor por motivos de salud en México. México, DF: Fundación Mexicana para la Salud.** Documento de Trabajo.

Lastra, M., González, C., Pérez, M., Guzmán, y et al. (2013). **Índice de vulnerabilidad ante el COVID-19 en México.**

Leyva-Flores, R., Infante-Xibille, C., Gutiérrez, J. P. y et al. (2013). **Inequidad persistente en salud y acceso a los servicios para los pueblos indígenas de México, 2006-2012.** *Salud pública de México*, 55, pp. 123-128.

Lizcano Fernández, F. (2005). **Composición étnica de las tres áreas culturales del continente americano al comienzo del siglo XXI.** *Convergencia*, 12(38), 185-232.

Molina-Torres, R., Nolasco-Jáuregui, O., Rodríguez-Torres, E., and et al. (2021). **A comparative analysis of urban development, economic level, and COVID-19 cases in Mexico City.** *Journal of Urban Management*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jum.2021.06.007>

Monroy, R. (2017). **La occidentalización de los asentamientos indígenas en Morelos, México.** *Revista Biodiversidad Neotropical*, 7(1), pp. 22-29.

Nagarajan, R., Scutari, M., and Lébre, S. (2013). **Bayesian networks in r.** Springer, Vol.122, pp. 125-127.

Navarrete, F. (2005). **El mestizaje y las culturas regionales.** *Las Relaciones Interétnicas*.

Nolasco-Jáuregui, O., Quezada-Téllez, L., Rodríguez-Torres, E., and et al. (2021). **COVID-19 Patients Analysis using Superheat Map and**

**Bayesian Network to identify Comorbidities Correlations under Different Scenarios.** MedRxiv.

Nolasco-Jáuregui, O. (2021). **Análisis de riesgo de contagio por COVID-19 en la población con mayor vulnerabilidad de México del periodo Abril a Octubre de 2020.** Tesis postdoctoral, Tecana American University.

Scutari, M., and Denis, J. B. (2014). **Bayesian networks: with examples in R.** CRC press.

Valente-Acosta, B., Hoyo-Ulloa, I., Espinosa-Aguilar, L., and et al. (2020). **COVID-19 severe pneumonia in Mexico City-First experience in a Mexican hospital.** MedRxiv.

Vargas, R., Cobos, A. y Saa, T. (2016). **El contexto sí importa. Violencia de género hacia las estudiantes en escuelas secundarias y preparatorias en Guanajuato.** La Manzana de la discordia, 8(2), pp. 17-30.

Zhou, D., Zhu, S., Yu, K., and et al. (2008). **Learning multiple graphs for document recommendations.** In Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web, pp. 141-150.

## **WEBGRAFÍA**

CONAPO (2016). **Índices de marginación.** Consejo Nacional de Población en México. Sitio Web: [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices\\_de\\_Marginacion](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion)

DGE (2021). **Datos Abiertos Dirección General de Epidemiología.** Bases históricas COVID-19. Gobierno de México. Sitio Web: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/604001/Datos\\_abiertos\\_hist\\_ricos\\_2020.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/604001/Datos_abiertos_hist_ricos_2020.pdf)

InDRE (2020). **Evaluaciones de pruebas COVID-19.** Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos Dr. Manuel Martínez Báez. Sitio Web: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/instituto-de-diagnostico-y-referencia-epidemiologicos-indre>

INEGI (2018). **Encuesta Intercensal 2015.** Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica en México. Sitio Web: <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/>

JHU (2021). **COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University.** Sitio Web: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>

NMED (2010). **El genoma Mexicano.** Word.Press.com. Sitio Web: <https://nutriologamarthaedithdiaz.wordpress.com/about/>

ONU (2021). **La enfermedad del Coronavirus, una emergencia mundial.** Organización de las Naciones Unidas. Sitio Web: <https://www.un.org/es/coronavirus>

OraliaNJ (2021). **COVID-19 Portafolios Análisis.** Consulta 15 Febrero 2021, de GitHub, Inc. Sitio Web: [https://github.com/OraliaNJ/COVID-19\\_Portfolios\\_Analysis](https://github.com/OraliaNJ/COVID-19_Portfolios_Analysis)

.....  
**Research Article**

**TAU e-Journal of Multidisciplinary Research**

<https://tauniversity.org/journal/tau-journal-multidisciplinary-research>

**Trabajo de investigación desarrollado en el marco del  
Post-doctoral Program in Biostatistics (2021), TECANA AMERICAN  
University, of the USA.**

**Recibido el: 17 de enero de 2022**

**Aprobado el: 26 de enero de 2022**

**Vol.: 16**

**Nro: 1**  
.....