

# REVISTA DE ESTUDIOS REGIONALES

I.S.S.N.: 0213-7585

2ª EPOCA Enero-Abril 2024



# 129

## SUMARIO

**Javier Turienzo, Jesús F. Lampón y José A. Fraiz-Brea.** Multinationales Extranjeras de Origen Español en México y su Relación con los Proveedores Locales

**Elena Ruiz-Romero de la Cruz, Elena Cruz-Ruiz y Gorka Zamarreño-Aramendia.** La actividad económica de Andalucía a través de los censos (1900-1960): Markets-Shares, participaciones regionales y cocientes de localización

**Nuria Sánchez-Gey Valenzuela, Gloria Jiménez-Marín y Ramón Reig-García.** Treinta años de la producción audiovisual en la región andaluza. Un análisis desde la Estructura Política de la Comunicación

**María Jesús García García.** Del servicio público al mercado regulado: Los servicios de interés económico general (SEIG) como instrumento de transformación

**Francisco Antonio García Márquez, María del Carmen Pérez González y Francisco Javier Maza Ávila.** Public expenditure and business effort in sports and their relation to the territorial development: The case of spanish autonomous communities

**Antonio José Ramírez Melgarejo.** Trabajo, economía moral y crisis de reconocimiento en una comarca agroindustrial del sureste

**Álvaro-Francisco Morote y Jorge Olcina.** Diferentes percepciones del cambio climático en la región mediterránea en el profesorado en formación. Una aproximación desde las Ciencias Sociales

**Manuel De Maya Matallana, Prudencio José Riquelme Perea y María López Martínez.** Sostenibilidad socioeconómica de las Comunidades Autónomas Españolas mediante indicadores objetivos y subjetivos de calidad de vida

**Carlos Gamero Burón, Eileen Alicia Castro Minaya.** Estrés laboral y riqueza. Una visión internacional

**María Jesús García García.** Servicios económicos de interés general y ciudadanía: Garantías de los ciudadanos como usuarios de servicios esenciales

# **COVID-19 y análisis espacial en México**

## **COVID-19 and Spatial Analysis in Mexico**

**Humberto Charles-Leija**

**Tecmilenio y Tecnológico de Monterrey, Monterrey**

Recibido, Agosto de 2021; Versión final aceptada, Junio de 2022

PALABRAS CLAVE: Análisis exploratorio de datos espaciales, Covid-19, Contagios, Agrupamientos espaciales.

KEYWORDS: ESDA, Covid-19, Contagion, Clusters.

Clasificación JEL: C21, C31 R12

### RESUMEN

Esta investigación propone utilizar análisis exploratorio de datos espaciales como herramienta complementaria en la definición de territorios prioritarios para atención gubernamental durante la contingencia originada por el covid-19. El análisis se realiza para todos los municipios de México utilizando datos del censo 2020 y datos abiertos de epidemiología, hasta febrero de 2021. El estudio identifica agrupaciones de municipios que muestran una mayor incidencia de contagios desde que inició la pandemia, así como en la última semana. Los espacios de mayor interés se ubican en el centro del país y es ahí donde se propone realizar los mayores esfuerzos de contención.

### ABSTRACT

#### *Introduction*

The COVID-19 pandemic has caused the death of millions of people in the world. Mexico is one of the countries with the most deaths. The impact has been not only health but also economic and social. The Mexican government's strategy has been based on one epidemiological traffic light per state. However, some states in the country are very large territories and have municipalities that are not close to each other. On the other hand, there are regions that belong to different states and do have proximity. In this way, it may be convenient to complement the health strategy taking into account municipal data, and not only state data. The present study proposes to use Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) as a complementary tool in the definition of priority territories for attention to public policy in Mexico, regarding covid-19 crisis. The ESDA offers the possibility of initially identifying hot spots, that is, points where the variables of interest have the highest values and where an action by an external agent, in this case a health program, can have the greatest impact.

### *Methodology*

The analysis is carried out for the 2,469 municipalities in Mexico. The geographic contiguity data were obtained from the 2020 Population and Housing Census, using shp files that the National Institute of Geography and Statistics (INEGI in Spanish) has available for the population on its website. The data referring to daily infections are from the Official page of the General Directorate of Epidemiology in Mexico. Statistical language, R, is used for data processing and Geoda for exploratory spatial analysis of data and visualization. Although the census data allow a greater level of disaggregation, epidemiological sources only allow reaching the municipal level. The central hypothesis of the study is the following: there is a spatial correlation of infections. To make spatial estimates, it is necessary to previously establish a matrix of spatial weights ( $w$ ). This matrix describes whether there is a neighborly relationship of one region with the rest. Based on this, it is evaluated whether there is a contagion effect in that neighborhood. For the current case, the matrix that is constructed uses the type "queen" of the first order, that is, it considers as neighbors those municipalities that have a line or vertex of adjoining the observation, the advantage of using this criterion is that it considers as neighbors municipalities that have both vertex and extended border (LeSage, 1998). Other possible criteria are "rook" type where contiguity is defined by sharing a border and distance, determined by a maximum value of distance between observations. It is considered that queen-type contiguity can be convenient because it generates greater connectivity between nearby municipalities.

In this research, an ESDA is carried out with the purpose of describing and visualizing spatial distributions, to identify atypical locations, discovering associations (spatial autocorrelation) and structures in geographical space (spatial heterogeneity) (Chasco Yrigoyen, 2003).

### *Results*

Mexico has almost 2,500 municipalities. Among the 25 most affected municipalities, which correspond to about 1% of the total are the 16 that make up Mexico City and municipalities with a small population in Nuevo León, Coahuila, Chihuahua, Sonora, Baja California Sur and Yucatan. Results shows that the rate of infections does not follow a random distribution in the municipalities of Mexico.

To test the hypothesis of spatial independence of a variable, the Moran Index ( $I$ -Moran) is used, this is a scalar value that can reach values between -1 and 1. When it approaches -1 it indicates that there is a negative spatial correlation, when it approaches 1 it represents a positive spatial correlation and when approaching zero it indicates spatial independence of the variable in question (Rupasingha and Goetz, 2007).

The values of univariate global Moran  $I$  show a strong positive spatial autocorrelation, both for the entire period and for the last week of data analyzed. A first-order queen-type contiguity matrix was used for this analysis.

When evaluating the  $I$ -Moran with data on the rate of infections in the municipalities of Mexico, a value of 0.515 was obtained, with a significance level of 99% ( $p$ -value=0.0001), from 9999 permutations. The above supports the hypothesis of the present work, there is a spatial correlation between the rates of contagion of the municipalities of Mexico.

The study identifies clusters of municipalities that show a higher incidence of infections since the pandemic began, as well as in the last week. The groupings of municipalities in the last week should be the priority areas for government intervention. The results show that ESDA can be used to identify priority areas of attention to medical, social and economic needs. The analysis can be replicated in other countries at more disaggregated levels for greater targeting of efforts.

The results show the proposal of priority areas for government attention based on the data available between February 5 and 12, 2021. According to this analysis, it is proposed to prioritize efforts in Mexico City and some municipalities of the State of Mexico since they are the areas with the highest number of recent infections, as well as areas that are highly affected in economic matters. Other candidate municipalities for priority are located in the states of Guanajuato, Nuevo León, Coahuila and Baja California Sur.

### *Conclusions*

It is possible to generate significant impacts in the reduction of contagion rates from properly targeting the available resources. In Mexico there is a daily monitoring of the conditions of the pandemic caused by covid-19, however, the health strategy can still be improved to give priority in the regions where the crisis is most severe. The present study confirmed the hypothesis raised, there is a spatial correlation in the rate of infections in Mexico. Based on this, it is proposed that spatial data analysis can contribute to establishing a health strategy based on spatial aspects.

Among the findings of the present study are that, taking into account the data until February 2021, when Mexico was just emerging from the most severe wave of infections it has experienced during the health crisis, municipalities in Mexico City and the State of Mexico were the territories of greatest interest. The above, considering the high rates of contagion in these municipalities, on the one hand, but also, integrating into the analysis the rates of contagion of the neighboring municipalities.

The research was proposed from the perspective of regional economics, using a spatial analysis tool. A deeper exploration of epidemiological factors is needed to optimize the criteria for action. However, the present work may be useful for future research in epidemiology to draw on tools used by regional economists. Likewise, future studies can classify populations according to their willingness to receive the vaccine (Becchetti and Salustri, 2021) or focus on identifying the effect of sociodemographic variables on the rate of infections, deaths, etc., in this way the impact of government actions can be more clearly distinguished. Data on population density, overcrowding, etc. can be used. As well as focusing the analysis on particular regions of interest.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

---

El Covid-19 se descubrió y reportó en Wuhan, China en diciembre de 2019 (Ma, Wang, y Wu, 2021). El 11 de marzo de 2020 la Organización Mun-

dial de la Salud (OMS) declaró como pandemia a la crisis sanitaria originada por el covid-19 (Ghosh y Cartone, 2020), dicha enfermedad es provocada por el Síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2) (Andersen et al., 2021). El covid-19 ha cobrado la vida de más de 2 millones de personas a nivel mundial (Helliwell et al., 2021), impactando seriamente aspectos sanitarios y económicos de casi todos los países del mundo (Huesca Reynoso, Calderón Villarreal, Ochoa, & Torres-García, 2020; Moreno-Mencia, Sánchez-Ruiz, Cantarero-Prieto, Lanza-León, & González-Rodríguez, 2022).

Al inicio de la pandemia surgieron algunos estudios que buscaban predecir las tasas de contagios (Fanelli y Piazza, 2020), posteriormente algunos otros trabajos se enfocaron en evaluar el impacto de las políticas de contención de la pandemia (Dickson, Espa, Giuliani, Santi, y Savadori, 2020). El enfoque de la presente investigación es diferente. Se realiza a la luz de más de un año de la llegada del primer caso de coronavirus en México y se propone identificar las áreas prioritarias para enfocar los esfuerzos de contención del contagio.

México ha sido uno de los países más golpeados por el virus SARS-CoV2, hasta el 12 de febrero de 2021 se contaban con más de 170 mil fallecimientos oficiales, y casi dos millones de contagios. A esta fecha México ocupaba el tercer lugar mundial entre los países con mayor número de fallecimientos totales. Los espacios geográficos con mayor número de fallecimientos han sido la Ciudad de México y el Estado de México y el impacto del covid-19 en México se aprecia en aspectos económicos, sociales y educativos (Valencia et al., 2021). La mayor afectación económica también se dio en la Ciudad de México, así como en las poblaciones de menores ingresos (Monroy-Gómez-Franco, 2021).

Existen diversas razones por las cuales es relevante establecer una jerarquía espacial en las regiones con mayor incidencia de covid-19: identificar las áreas que requieren provisión de vacunas y atención médica en general, ya que el país posee un territorio muy amplio. En ese sentido, el presente estudio contribuye a identificar los municipios prioritarios. Un punto importante a considerar es que las acciones concretas en un municipio generan *spillovers* en favor (o perjuicio) de los vecinos. Investigaciones previas han identificado que el covid-19 tiene implicaciones espaciales (Kang, Choi, Kim, y Choi, 2020) y algunos estudios han apuntado que las regiones donde hay baja calidad del aire pueden incrementar la mortandad asociada al covid-19 (Konstantinou et al., 2021). Otros estudios se han enfocado en indagar

sobre los factores espaciales asociados a la propagación del covid-19, en Estados Unidos han abordado aspectos como edad, idioma, raza, ocupación y estatus de urbanidad.

El enfoque econométrico tradicional ignora los elementos espaciales y de cercanía que pueden estar involucrados en los fenómenos económicos (Agudelo, Franco Ceballos, y Franco Arbeláez, 2015). Los fenómenos económicos, sociales y sanitarios ocurren en espacio y territorios específicos y es fundamental buscar comprender dichos espacios y territorios (Galaso, Miranda, & Goinheix, 2018; Sánchez, Sánchez, & Ruiz-Muñoz, 2018). En el presente estudio es crucial identificar la presencia de agrupamientos espaciales, es decir, grupos de regiones con atributos similares que poseen una interrelación espacial entre ellos y comparten un área geográfica determinada (Geronimo Antonio, 2016). A partir de lo anterior es posible reconocer espacios de interés sobre los cuales incidir. Este estudio pretende responder la siguiente pregunta: ¿existe una correlación espacial en la tasa de contagios por covid-19? La respuesta afirmativa a esa pregunta permitiría sugerir herramientas relevantes para complementar los esfuerzos de atención a la emergencia sanitaria.

Los estudios de análisis exploratorios de datos espaciales (AEDE) cuentan con la ventaja de utilizar información georreferenciada, la cual permite la visualización de componentes espaciales claves para entender fenómenos sociales y económicos (López Vizcaíno, Iglesias Patiño, & Calvo Ocampo, 2020). La presente investigación pretende aprovechar dichas visualizaciones para identificar las áreas de mayor incidencia del virus. Para los AEDE no solo es importante el fenómeno sino la ubicación de éste y la relación que puede haber con el espacio cercano, es por ello que considerar el espacio permite entender mejor diversas dinámicas en las regiones (Geronimo Antonio, 2016).

El AEDE brinda la posibilidad de identificar inicialmente *hot spots*, es decir, puntos donde las variables de interés tienen los valores más elevados y donde una acción de un agente externo, en este caso un programa de salud, puede tener mayor impacto.

El efecto que tuvo la pandemia en México está influido por la situación en la que se encontraba el país antes de la llegada de la enfermedad, el país ya sufría estragos en temas de salud derivados de una elevada proporción de la población con problemas de obesidad y sobrepeso (Padilla, Maya, y Ferman, 2020). Asimismo, había carencias muy serias en los hospitales del sistema público, afectando a la mayoría de la población (Ñamendys-Silva,

Gutiérrez-Villaseñor, y Romero-González, 2020). Problemas que si bien, no son exclusivos de México (Turnes Abelenda & Vence Deza, 2022), sí representan una situación de mayor vulnerabilidad para la población del país.

Con la llegada de la pandemia se promovió una campaña de mercadotecnia social enfocada en el distanciamiento social enmarcada en la promoción de un personaje de caricatura llamado “Susana Distancia”. Dicho personaje también destacaba la importancia de evitar salir de casa y un lavado de manos frecuente. Desde la comunicación del gobierno federal no se promovió con tanta intensidad la recomendación del uso de cubrebocas (Valencia et al., 2021).

En los primeros meses de contingencia sanitaria el gobierno de México implementó estrategias de índole económico. Se suspendieron las actividades no esenciales, eventos masivos y clases presenciales en todos los niveles educativos (Padilla et al., 2020). Sin embargo, a partir de junio de 2020 se justificó la apertura de algunas actividades económicas en el marco de una “nueva normalidad” donde se mantenían las recomendaciones de distanciamiento social y lavado de manos.

Durante la crisis sanitaria el gobierno mexicano no realizó esfuerzos para dar un seguimiento cercano de los posibles casos de covid-19, ni de sus familiares. Por otra parte, la promoción del uso de mascarilla fue más intenso por parte de gobiernos estatales y locales que del gobierno federal (Valencia et al., 2021).

El presente estudio contribuye al entendimiento de la dinámica sanitaria en México, la cual no sólo está influenciada por elementos sociodemográficos, sino también por componentes espaciales que no pueden ignorarse. Para los hacedores de política es crucial identificar los efectos de contigüidad en temas de contagios.

Las vacunas son escasas los primeros meses de aplicación, por ello es fundamental elegir de una manera óptima una estrategia de vacunación que permita maximizar los beneficios de la aplicación de dosis. Una estrategia posible es priorizar las ciudades o regiones que ofrezcan la minimización del riesgo para las poblaciones más afectadas por la enfermedad. Grauer, Löwen, y Liebchen (2020) sugieren como estrategia darle prioridad a las regiones con mayores nuevos casos de infección durante cierto periodo de tiempo.

El presente estudio se divide en cinco secciones, la primera es introductoria, la segunda presenta una revisión de literatura, en la tercera se describen

la metodología, fuentes de datos e hipótesis, en la cuarta se muestran los resultados y finalmente se plantean las conclusiones describiendo algunas limitantes del trabajo y posibles estudios futuros.

---

## 2. DESARROLLO

---

Los estudios centrados en el espacio parten de la suposición de que la distancia entre unidades geográficas es relevante, se plantea que, todo está relacionado, pero las cosas cercanas están más relacionadas entre sí que las lejanas (Tobler, 1970). Aunado a lo anterior, en la actualidad se dispone de gran cantidad de información con referencia geográfica, es decir, a las observaciones se les pueden asociar atributos espaciales.

Desde la economía, los estudios basados en técnicas de análisis espacial han permitido aproximar el aspecto espacial a variables como el desempeño económico (Patacchini y Rice, 2007), la distribución del ingreso (Haili, Tianfeng, Xiaodong, y Xiaobin, 2014; Rey y Sastré-Gutiérrez, 2010; Sastré Gutiérrez y Rey, 2013), innovación (Torres-Preciado, Polanco-Gaytán, y Tinoco-Zermeño, 2014), crimen (Valdivia y Castro, 2013), productividad (Valdivia, 2008) e inseguridad alimentaria (Espinoza-Ramos y Rodríguez Gámez, 2018), etc.

De manera breve, se puede señalar que los estudios de economía con enfoque espacial son un conjunto de técnicas estadísticas que incorporan los efectos de ubicación de las observaciones en sus estimaciones. Estos análisis son útiles en contextos donde existe una dependencia espacial entre las observaciones, así como cuando existe heterogeneidad espacial en las relaciones que se modelan (LeSage, 1998). El AEDE es una herramienta útil cuando existen relaciones espaciales entre las unidades de estudio, es decir, cuando la cercanía física entre observaciones resulta un aspecto importante para las variables de interés.

Un concepto clave de los estudios de análisis espacial es la dependencia espacial, la cual plantea que una observación de la localidad  $i$  puede estar correlacionada con otra de la localidad  $j$  cuando  $i \neq j$ . Esta dependencia espacial puede manifestarse en aspectos de precios de vivienda (Dubin, 1998), desempleo (LeSage, 1998), o elecciones (Lacombe y Shaughnessy, 2007).

La autocorrelación temporal normalmente es corregida por los investigadores utilizando técnicas tradicionales de series de tiempo, sin embargo,

no siempre ocurre lo mismo con la autocorrelación espacial (Dubin, 1998). La autocorrelación espacial es más difícil de modelar que la temporal debido a factores de orden, el tiempo corre en línea recta pero el espacio no. Dado lo anterior, los análisis espaciales emplean rezagos espaciales, es decir, efectos de vecinos, para estimar la influencia que las unidades de observación puedan ejercer entre sí.

En México aún hace falta aprovechar en mayor medida las técnicas espaciales. Entre los trabajos que han echado mano de las herramientas se encuentran algunos de carácter teórico (Pérez Pineda, 2006), algunos más para temas de desarrollo humano (Geronimo Antonio, 2016; Gerónimo Antonio, Marina Clemente, y Vázquez Hernández, 2020), electorales (Charles-Leija, Torres García, y Colima Valadez, 2018), pobreza (Charles-Leija, 2019; Treviño Cantú, 2016) y provisión de servicios públicos (Soto Zazueta, 2021).

---

### 3. METODOLOGÍA

---

Los datos de contigüidad geográfica se obtuvieron del Censo de Población y Vivienda 2020, utilizando los archivos tipo *shp* que el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) tiene disponibles para la población en su página web<sup>1</sup>. Los datos referentes a contagios diarios de la página de Oficial de la Dirección General de Epidemiología<sup>2</sup>. La variable principal del presente estudio es la tasa de contagios por cada 100,000 habitantes del municipio. Conviene señalar que el presente estudio no profundiza en el perfil sociodemográfico de los pacientes enfermos de covid-19.

Se utiliza el lenguaje de programación R (versión 3.6.3) para el procesamiento de los datos y Geoda (versión 1.18.0) para el análisis espacial exploratorio de datos y su visualización. Si bien los datos del censo permiten un mayor nivel de desagregación las fuentes epidemiológicas solamente permiten llegar a nivel municipal. La hipótesis central del estudio es la siguiente: existe correlación espacial de los contagios.

Una situación recurrente cuando se trabaja con datos a nivel región es que éstos presentan dependencia espacial y heterogeneidad espacial, sin

1 <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463807469>

2 <https://covid19.sinave.gob.mx/>

embargo, muchos estudios no la toman en consideración (Anselin y Griffith, 1988). Cuando los datos de análisis son regiones y se ignoran las posibles dependencias espaciales los resultados obtenidos pueden presentar sesgos y generar recomendaciones de política ineficientes en referencia al fenómeno de estudio (Rupasingha y Goetz, 2007).

Los estudios que se enfocan en temas espaciales deben incorporar entre sus consideraciones los factores de dependencia y de heterogeneidad espaciales (Anselin, 1988). La primera refiere a una relación espacial entre los valores de una variable y puede ser causada por externalidades espaciales y efectos de *spillover*, la segunda apunta a que las formas funcionales y los parámetros pueden variar de locación en locación y que no son homogéneos en todo el conjunto de datos. La correlación espacial se puede definir como la coincidencia de valores similares con localización similar y dicha relación podría o no mantenerse en el tiempo (Anselin, 1988).

Para realizar estimaciones de índole espacial se requiere previamente establecer una matriz de pesos espaciales ( $W$ ). Dicha matriz describe si existe una relación de vecindad de una región con el resto. A partir de ello se evalúa si en esa vecindad existe un efecto de contagio. Para el caso actual, la matriz que se construye emplea el criterio tipo “*queen*” de primer orden, es decir, considera como vecinos aquellos municipios que tengan un lado o vértice de colindancia con la observación, la ventaja de usar este criterio es que considera como vecinos a municipios que tienen colindancia tanto vértice como en una frontera extendida (LeSage, 1998). Otros criterios posibles son tipo “*rook*” donde la contigüidad se define por compartir una frontera y de distancia, determinados por un valor máximo de distancia entre observaciones. Se considera que la contigüidad tipo *queen* puede ser conveniente porque genera mayor conectividad entre municipios cercanos. En el presente estudio se incluyó también una matriz de distancia.

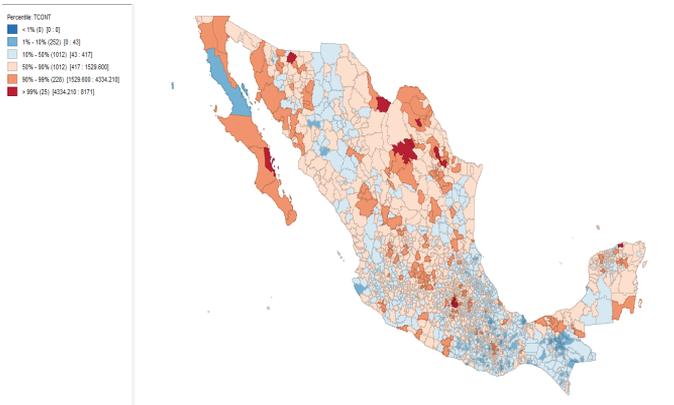
En esta investigación se realiza un AEDE con el propósito de describir y visualizar distribuciones espaciales, para identificar localizaciones atípicas, descubriendo asociaciones (autocorrelación espacial) y estructuras en el espacio geográfico (heterogeneidad espacial) (Chasco Yrigoyen, 2003).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Geografía de la pandemia en México

México cuenta con casi 2,500 municipios. El Mapa 1 muestra los municipios de México según la tasa de contagio desde el primer caso, el 27 febrero de 2020 hasta el 12 de febrero de 2021. Entre los 25 municipios más afectados, que corresponden a cerca del 1% del total se encuentran los 16 que integran la Ciudad de México y municipios de poca población en Nuevo León, Coahuila, Chihuahua, Sonora, Baja California Sur y Yucatán. En el Mapa 1 se aprecia que la tasa de contagios no sigue una distribución aleatoria en los municipios de México.

MAPA 1  
**DISTRIBUCIÓN DE TASA DE CONTAGIOS POR COVID-19 EN MÉXICO DE FEBRERO DE 2020 A FEBRERO DE 2021**



Color	Cantidad de municipios	Tasa de contagio estimada
	0	0
	252	Hasta 43
	1012	43 a 417
	1012	417 a 1529
	228	1529 a 4334
	25	4334 o superior

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2020 y Dirección General de Epidemiología.

Para contrastar la hipótesis de independencia espacial de una variable se emplea el Índice de Moran (I-Moran), éste es un valor escalar que puede alcanzar valores entre -1 y 1. Cuando se aproxima -1 indica que existe una correlación espacial negativa, cuando se aproxima a 1 representa una correlación espacial positiva y al aproximarse a cero indica independencia espacial de la variable en cuestión (Rupasingha y Goetz, 2007).

En el Cuadro 1 se presentan los estadísticos de I-Moran global univariado, los valores muestran una fuerte autocorrelación espacial positiva, tanto para el periodo completo como para la última semana de datos analizados. Para este análisis se utilizó una matriz de contigüidad tipo *queen* de primer orden.

**CUADRO 1**  
**ESTADÍSTICO DE AUTOCORRELACIÓN ESPACIAL UNIVARIADO,**  
**PERIODO COMPLETO Y ÚLTIMA SEMANA**

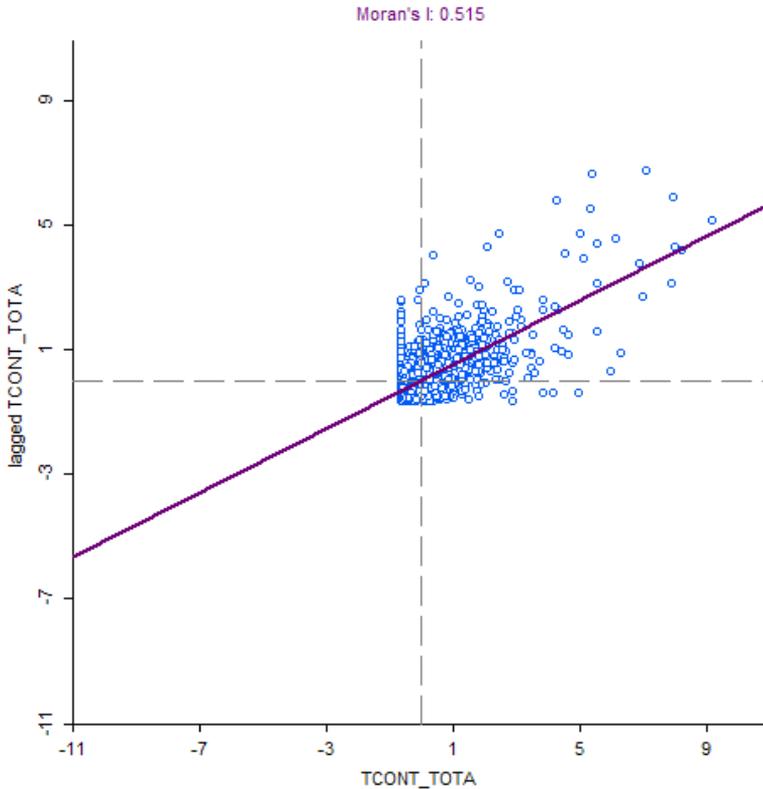
Periodo	I. de Moran	Desviación estándar	Z-valor	p-valor
Periodo completo	0.515	0.0118	43.57	0.0001
Última semana	0.394	0.0172	22.93	0.0001

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2020 y Dirección General de Epidemiología.

Al evaluar el I-Moran con datos de tasa de contagios en los municipios de México se obtuvo un valor de 0.515, con un nivel de significancia de 99% ( $p\text{-valor}=0.0001$ ), a partir de 9999 permutaciones. Lo anterior respalda la hipótesis del presente trabajo, existe una correlación espacial entre las tasas de contagio de los municipios de México.

En la Figura 1 se muestra el Índice de Moran, el cual describe la asociación espacial de la tasa de contagios de los municipios de México. Esta gráfica representa la autocorrelación espacial presente en los datos (Rupasingha y Goetz, 2007). Los cuatro cuadrantes de la Figura 1 simbolizan los cuatro tipos de asociaciones espaciales. El cuadrante superior derecho representa a las observaciones de valores altos que se encuentran rodeadas con las mismas características (*High-High*). El cuadrante superior izquierdo muestra a los municipios con valores bajos de tasas de contagio rodeados de municipios con valores altos (*Low-High*). Las observaciones de valores bajos de contagio que se encuentran rodeadas por observación en situación

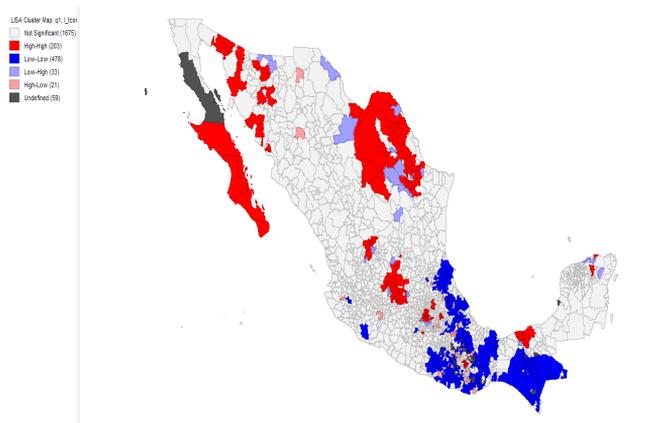
FIGURA 1  
**ÍNDICE DE MORAN UNIVARIADO PARA LA TASA DE CONTAGIO  
POR COVID-19 DE LOS MUNICIPIOS DE MÉXICO, 2020-2021**



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2020 y Dirección General de Epidemiología.

similar se observan en el cuadrante inferior izquierdo (Low-Low). Finalmente, los municipios de valores altos que están rodeados de municipios de valores bajos, en cuanto a tasa de contagio, están representados en el cuadrante inferior derecho (*High-Low*).

## MAPA 2 ANÁLISIS LOCAL DE DEPENDENCIA ESPACIAL (LISA) DE LA TASA DE CONTAGIOS, MÉXICO, DE FEBRERO 2020 A FEBRERO 2021



Color	Cantidad de municipios	Relación
	1675	No significativo
	203	High-High
	478	Low-Low
	33	Low-High
	21	High-Low
	59	Indefinido

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2020 y Dirección General de Epidemiología.

El Mapa 2 representa un Indicador de Asociación Espacial Local (*LISA*, en inglés), el cual cumple el propósito de proporcionar un indicador del grado de significancia del agrupamiento espacial de valores similares alrededor de la observación. Asimismo, la suma de los valores del *LISA* de todas las observaciones es proporcional al indicador global de la asociación espacial (Anselin, 1995). En el Mapa 2 se puede apreciar que la tasa de contagio sigue patrones espaciales de agrupamiento.

Los datos del Mapa 2 muestran que existen 203 municipios altamente afectados, es decir están en situación de alta tasa de contagios y se encuentran rodeados de municipios en el mismo escenario. Por otra parte,

existen 478 municipios que muestran baja afectación, tanto propia como de los municipios vecinos. En el presente estudio se representan de azul claro los municipios con bajas tasas de contagio que se rodean de municipios en condiciones de alto contagio. Por otro lado, en rojo claro se representan municipios con tasas elevadas de contagio que se rodean de municipios en condiciones de bajas tasas de contagio. El mapa permite focalizar de mejor manera los agrupamientos de municipios con tasas de contagio a partir de que inició la pandemia. Cabe resaltar que aún es necesario hacer un análisis con datos de un periodo breve reciente para identificar los municipios que en la actualidad enfrentan los mayores retos en términos de atención médica, y que puede considerarse los lugares prioritarios.

A partir del Mapa 1 se puede observar que, en términos de tasa de contagios, la región norte de Coahuila es uno de los territorios más afectados hasta el momento por la pandemia en México. Esto ocurrió debido a un brote surgido en una clínica del municipio de Monclova y a la falta de disponibilidad de equipo médico para atender la situación<sup>3</sup>.

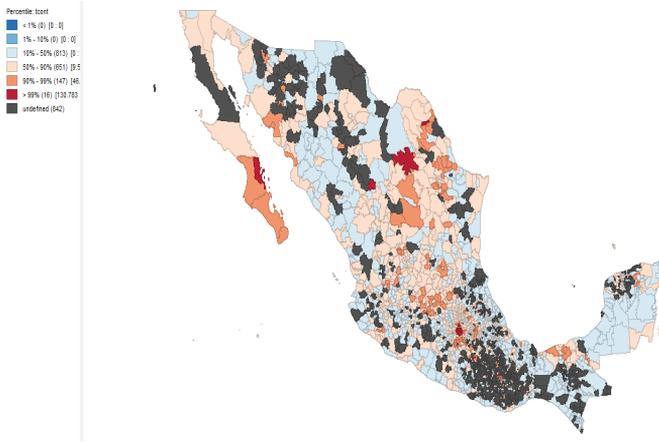
#### *4.2. Geografía de la última semana*

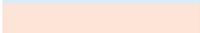
A continuación, se presenta el análisis exploratorio de datos de la última semana en México, corresponde al periodo entre el 5 y el 12 de febrero de 2021. El Mapa 3 representa la distribución de los contagios, en rojo se muestra el 1% de los municipios con mayor afectación. Nuevamente se ubica a la Ciudad de México como una de las entidades geográficas más afectadas por la pandemia durante la última semana.

La Figura 2 muestra el Índice de Moran de la última semana de datos disponibles. Utilizando esta herramienta es posible observar que la correlación espacial de los siete días recientes es menor, en comparación con el periodo completo. Sin embargo, sigue siendo significativa.

3 <https://elpais.com/sociedad/2020-04-02/un-brote-de-covid-19-entre-el-personal-de-un-hospital-de-mexico-deja-dos-muertos-y-al-menos-20-contagios.html>

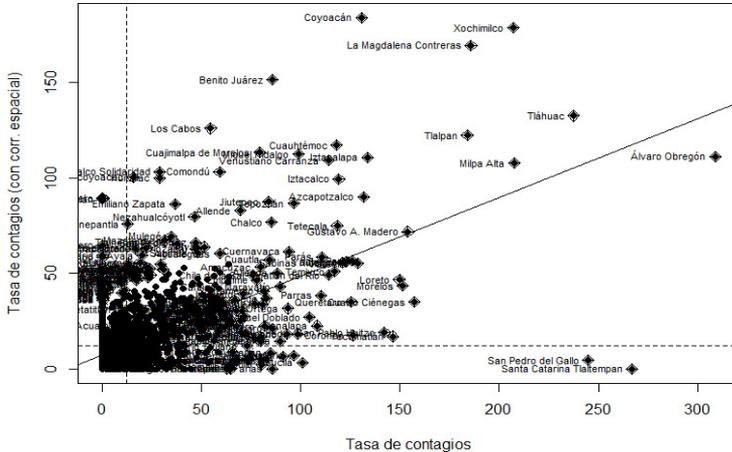
### MAPA 3 DISTRIBUCIÓN DE TASA DE CONTAGIOS POR COVID-19 EN MÉXICO DEL 5 AL 12 DE FEBRERO DE 2021



Color	Cantidad de municipios	Tasa de contagio estimada
	842	0
	813	0 a 9.5
	651	9.5 a 46
	147	46 a 130
	16	130 o superior

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2020 y Dirección General de Epidemiología.

FIGURA 2  
**ÍNDICE DE MORAN UNIVARIADO PARA LA TASA DE CONTAGIO  
 POR COVID-19 DE LOS MUNICIPIOS DE MÉXICO, 5 AL 12 DE  
 FEBRERO, 2021**



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2020 y Dirección General de Epidemiología.

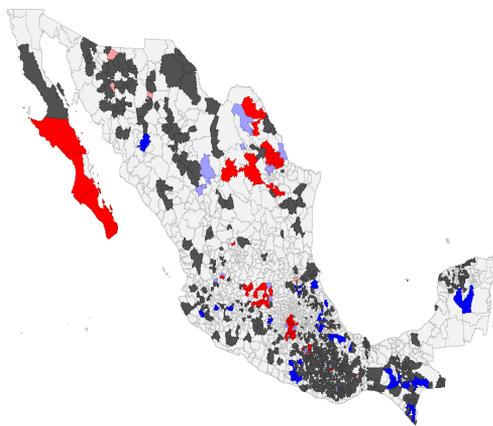
En la Figura 3 se puede observar el nombre de los municipios de mayor interés. Corresponde a municipios de la Ciudad de México: Álvaro Obregón, Tiáhuac, Xochimilco, Milpa Alta, Magdalena Contreras y Coyoacán.

El Mapa 4 muestra la propuesta de zonas prioritarias para atención gubernamental a partir de los datos disponibles entre el 5 y 12 de febrero de 2021. De acuerdo al presente análisis, se propone priorizar la vacunación en la Ciudad de México y algunos municipios del Estado de México, ya que son las áreas con mayor cantidad de contagios recientes. Otros municipios candidatos a ser prioritarios se ubican en los estados de Guanajuato, Nuevo León, Coahuila y Baja California Sur. Este resultado es cambiante y es preciso integrar variables adicionales al estudio. Sin embargo, el propósito del estudio es resaltar la utilidad que pueden tener diversas herramientas de análisis espacial para los datos específicos de México.

El presente estudio pasó por un proceso de revisión por pares y es preciso hacer una breve actualización de la información para noviembre de 2021 (fecha en que se redactan estas líneas). El gobierno federal ha señalado que el total de las personas mayores de 18 años, que así lo han querido, han

### MAPA 4 ANÁLISIS LOCAL DE DEPENDENCIA ESPACIAL (LISA) DE LA TASA DE CONTAGIOS, MÉXICO (CONTIGÜIDAD QUEEN), 5 AL 12 DE FEBRERO, 2021

LISA Cluster Map of Mexico  
 Not Significant (1457)  
 High-High (84)  
 Low-Low (40)  
 Low-High (22)  
 High-Low (14)  
 Neighbors (10)  
 Undefined (842)



Color	Cantidad de municipios	Relación
	1457	No significativo
	84	High-High
	40	Low-Low
	22	Low-High
	14	High-Low
	10	Sin vecinos
	842	Indefinido

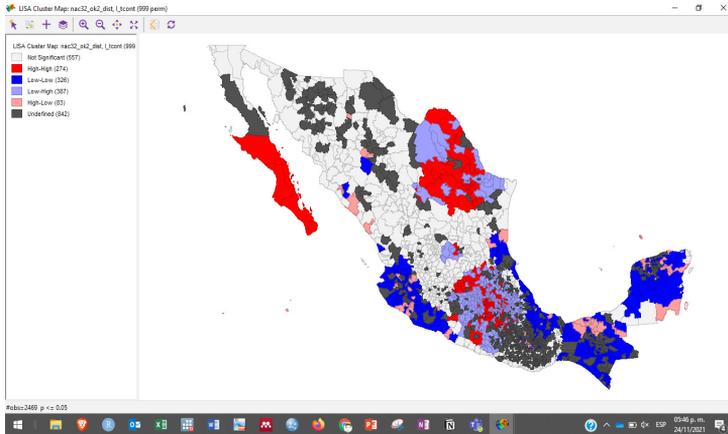
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2020 y Dirección General de Epidemiología.

recibido al menos una dosis de alguna vacuna contra el covid-19<sup>4</sup>. Asimismo, 31 entidades federativas se encuentran en semáforo epidemiológico verde<sup>5</sup>. La vacunación se llevó a cabo dando prioridad a municipios de la Ciudad

4 <https://www.forbes.com.mx/politica-cumplimos-meta-de-vacunacion-con-al-menos-una-dosis-amlo/>

5 <https://datos.covid-19.conacyt.mx/>

MAPA 5  
**ANÁLISIS LOCAL DE DEPENDENCIA ESPACIAL (LISA) DE LA TASA DE CONTAGIOS, MÉXICO (CONTIGÜIDAD DISTANCIA), 5 AL 12 DE FEBRERO, 2021**



Color	Cantidad de municipios	Relación
	557	No significativo
	274	High-High
	326	Low-Low
	387	Low-High
	83	High-Low
	0	Sin vecinos
	842	Indefinido

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2020 y Dirección General de Epidemiología.

de México<sup>6</sup> y el Estado de México<sup>7</sup> durante el mes de marzo de 2021. Los grupos poblacionales prioritarios para la vacunación fueron: los médicos

6 <https://www.salud.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/603/3ef/86d/6033ef86d6b3d033001085.pdf>

7 [https://salud.edomex.gob.mx/isem/ac\\_boletines\\_informativos](https://salud.edomex.gob.mx/isem/ac_boletines_informativos)

de primera línea (1), personas mayores de 60 años (2), personas de 50 a 59 años y personas embarazadas mayores de 18 años (3), personas de 40 a 49 años (4), y finalmente el resto de la población (5)<sup>8</sup>. En este sentido, es importante destacar que la prioridad sugerida en el presente estudio muestra semejanzas con la prioridad seguida por los hacedores de política del país. Cabe resaltar que las autoridades nacionales cuentan con equipos especializados en temas de epidemiología que favorecen la determinación de prioridades. Sin embargo, es importante notar que la herramienta propuesta en el presente estudio, puede ser útil como un acercamiento al fenómeno.

Finalmente, el Mapa 5 muestra los resultados si se considera una matriz de pesos espaciales basada en la distancia. El criterio de selección fue la distancia mínima que permitiera que todos los municipios contaran con al menos un vecino. El criterio mostró un total de más de 270 municipios en situación de valores altos, rodeados de vecinos con valores altos. Mostrando también a municipios de la Ciudad de México y el Estado de México como zonas de atención.

Se considera que los grupos de mayor riesgo son los adultos mayores de 60 años y que cuentan con comorbilidades como obesidad, diabetes y problemas cardíacos (Andersen et al., 2021; Valencia et al., 2021), a partir de lo anterior, estudios futuros pueden centrar su análisis en este tipo de poblaciones. La diabetes es considerada el principal riesgo de salud en México (Parra-Bracamonte, Lopez-Villalobos, y Parra-Bracamonte, 2020). Cabe señalar que, la pandemia sigue en curso y que el virus puede mutar y afectar de manera diferente a grupos poblacionales diferentes.

La pandemia ha dejado al descubierto diversos problemas sociales en México y el mundo (Padilla et al., 2020). Hay elementos culturales como el uso de cubrebocas que pudieron reducir la tasa de propagación de la pandemia, sin embargo, el gobierno federal no implementó suficientes estrategias mediáticas promoviendo dicha medida (Valencia et al., 2021). Aunado a lo anterior, diversos sectores de la población son renuentes a la información oficial, consumen y difunden noticias falsas que contribuyen a generar desinformación y comportamientos de riesgo en términos de salud pública. La difusión de noticias falsas ha vuelto a la población vulnerable, todavía más vulnerable (Galarza Molina y Muñoz, 2021).

8 <http://vacunacovid.gob.mx/wordpress/>

Otro segmento importante de la población es el de los trabajadores informales (Padilla et al., 2020). Las personas que no tenían otra opción para comer más que salir a trabajar fueron otro grupo de alta vulnerabilidad. En los hogares con mayor hacinamiento se pudo observar que no es posible aislar al enfermo (Suárez Lastra et al., 2020). Todos en la vivienda incrementan su riesgo de contagio y así se detona una serie de contagios que lleva a la muerte a uno o más miembros del hogar. El hacinamiento es un tema serio para las personas más pobres de México (Ortega Díaz, Armenta Menchaca, García López, y García Viera, 2021).

---

## 5. CONCLUSIONES

---

La estrategia gubernamental mexicana se ha basado en un semáforo epidemiológico por entidad federativa. Sin embargo, algunos estados del país son territorios muy amplios y tienen municipios que no están cercanos entre sí. Por otro lado, hay regiones que pertenecen a estados diferentes y sí tienen cercanía. De esta manera, puede resultar conveniente, complementar la estrategia sanitaria tomando en consideración datos municipales, y no solamente estatales.

La cercanía física es un aspecto crucial de la propagación de los contagios entre personas. Por ello es fundamental que cada persona tome acciones de manera individual para evitar contagiarse o bien contagiar a otros. También es fundamental que, desde la política pública se identifiquen los espacios geográficos donde se está generando la mayor tasa de contagio entre municipios vecinos.

Es posible generar impactos significativos en la reducción de las tasas de contagio a partir de focalizar adecuadamente los recursos disponibles. En México existe un monitoreo diario de las condiciones de la pandemia provocada por el covid-19, sin embargo, aún se puede mejorar la estrategia de vacunación para dar prioridad en las regiones donde se vive más severamente la crisis sanitaria. El presente estudio confirmó la hipótesis planteada, existe una correlación espacial en la tasa de contagios en México. A partir de ello, se plantea que los análisis de datos espaciales pueden contribuir a establecer una estrategia de focalización de la vacunación basada en aspectos espaciales.

Entre los hallazgos del presente estudio están que, tomando en consideración los datos hasta febrero de 2021, cuando México apenas salía

de la ola de contagios más severa que ha vivido durante la crisis sanitaria, municipios de la Ciudad de México y del Estado de México eran los territorios de mayor interés. Lo anterior, considerando las elevadas tasas de contagio en dichos municipios, por una parte, pero también, integrando al análisis las tasas de contagio de los municipios vecinos.

La investigación fue planteada desde el enfoque de la economía regional, utilizando una herramienta de análisis espacial. Hace falta una exploración más profunda de factores epidemiológicos para optimizar los criterios de acción. Sin embargo, el presente trabajo puede ser la base para que investigaciones futuras en epidemiología puedan echar mano de herramientas utilizadas por los economistas regionales. Asimismo, estudios futuros pueden clasificar a las poblaciones de acuerdo a su disposición a recibir la vacuna (Becchetti y Salustri, 2021) o enfocarse en identificar el efecto de las variables sociodemográficas en la tasa de contagios, fallecimientos, etc., de esta manera se puede distinguir más claramente el impacto de las acciones gubernamentales. Se pueden usar datos de densidad poblacional, hacinamiento, etc. Así como centrar el análisis en regiones particulares de interés.

Un elemento importante de cuantificar es qué efecto de difusión podía darse si se combate la tasa de contagio en municipios particulares. A partir de la propuesta de esta investigación se pueden establecer los ejes que atenúen la propagación del virus en algunos municipios clave para reducir el impacto económico y sanitario provocado por el covid-19.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUDELO, G., FRANCO CEBALLOS, L. E., & FRANCO ARBELÁEZ, L. C. (2015). "Aplicación de la econometría espacial para el análisis de la miseria en los municipios del departamento de Antioquia". *Semestre Económico*, 18(37), 103–128.
- ANDERSEN, L. M., HARDEN, S. R., SUGG, M. M., PH, D., RUNKLE, J. D., PH, D., & LUNDQUIST, T. E. (2021). "Analyzing the spatial determinants of local Covid-19 transmission in the United States". *Science of the Total Environment*, 754.
- ANSELIN, L. (1988). *Spatial econometrics: methods and models*. Retrieved from <http://books.google.com/books?id=3dPIXClv4YYC&pgis=1>
- ANSELIN, L. (1995). "Local indicators of spatial association — LISA". *Geographical Analysis*, 27(2), 93–115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- ANSELIN, L., & GRIFFITH, D. A. (1988). "Do Spatial Effects Really Matter in Regression-Analysis". *Papers in Regional Science*, Vol. 65, pp. 11–34. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.1988.tb01155.x>
- BECCHETTI, L., & SALUSTRI, F. (2021). "Optimal Policies for Vaccine Campaign: The Case of COVID-19". Available at SSRN 3760388.
- CHARLES-LEIJA, H. (2019). "Efectos Sociodemográficos en la pobreza municipal en México. Un estudio de econometría espacial". *Revista de Economía*, XXXVI (92), 129–163.
- CHARLES-LEIJA, H., TORRES GARCÍA, A. J., & COLIMA VALADEZ, L. M. (2018). "Características sociodemográficas del voto para diputados 2015: Un análisis de econometría espacial". *Revista de El Colegio de San Luis*. <https://doi.org/10.21696/rcsl8172018809>
- CHASCO YRIGOYEN, C. (2003). *ECONOMETRÍA ESPACIAL APLICADA A LA PREDICCIÓN-EXTRAPOLACIÓN DE DATOS MICROTERRITORIALES*. Retrieved from <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005618.pdf>
- DICKSON, M. M., ESPA, G., GIULIANI, D., SANTI, F., & SAVADORI, L. (2020). "Assessing the effect of containment measures on the spatio-temporal dynamic of COVID-19 in Italy". *Nonlinear Dynamics*, 101(3), 1833–1846. <https://doi.org/10.1007/s11071-020-05853-7>
- DUBIN, R. A. (1998). "Spatial Autocorrelation: A Primer". *Journal of Housing Economics*, 7(4), 304–327. <https://doi.org/10.1006/jhec.1998.0236>
- ESPINOZA-RAMOS, J., & RODRÍGUEZ GÁMEZ, L. I. (2018). "La geografía de la pobreza alimentaria en México". *Estudios Sociales*, 28(52), 1–26.
- FANELLI, D., & PIAZZA, F. (2020). "Analysis and forecast of COVID-19 spreading in China, Italy and France". *Chaos, Solitons and Fractals*, 134, 1–6.
- GALARZA MOLINA, R., & MUÑIZ, C. (2021). "2La creencia en fake news y su rol en el acatamiento de medidas contra COVID-19 en México". *Universitas*, (35), 19–38. <https://doi.org/10.17163/uni.n35.2021.01>
- GALASO, P., MIRANDA, A. R., & GOINHEIX, S. (2018). "Local development, social capital and social network analysis: Evidence from Uruguay". *Revista de Estudios Regionales*, 3, 137–163.
- GERÓNIMO ANTONIO, V. M. (2016). "Disparidades municipales en desarrollo humano en Oaxaca: evidencia desde un enfoque espacial municipal". *Revista de Economía*, XXXIII (86), 9–44.
- GERÓNIMO ANTONIO, V. M., MARINA CLEMENTE, J. A., & VÁZQUEZ HERNÁNDEZ, A. R. (2020). "Patterns and spatial dynamics of human development in Mexico's municipalities". *Desarrollo y Sociedad*, 2020(85), 111–155. <https://doi.org/10.13043/DYS.85.3>
- GHOSH, P., & CARTONE, A. (2020). "A Spatio-temporal analysis of COVID-19 outbreak in Italy". *Regional Science Policy & Practice*, (November), 1047–1062. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12376>

- GRAUER, J., LÖWEN, H., & LIEBCHEN, B. (2020). "Strategic spatiotemporal vaccine distribution increases the survival rate in an infectious disease like Covid-19". *Scientific Reports*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78447-3>
- HAILI, W., TIANFENG, Y., XIAODONG, H., & XIAOBIN, Q. (2014). "Analysis of Regional Economic Disparities in Guizhou Province Based on ESDA-GIS". *SHS Web of Conferences*, 7, 01006. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20140701006>
- HELLIWELL, J. F., LAYARD, R., SACHS, J. D., NEVE, J. DE, AKNIN, L. B., & WANG, S. (2021). *World Happiness Report 2020*. Sustainable Development Solutions Network.
- HUESCA REYNOSO, L., CALDERÓN VILLARREAL, C., OCHOA, G. L., & TORRES-GARCÍA, A. J. (2020). "Efecto Del Covid-19 En El Empleo Digital En México: Un Análisis Con Cadenas De Markov". *Panorama Económico*, XVI(32), 151–168. Retrieved from <http://www.panoramaeconomico.mx/ojs/index.php/PE/article/view/277/225>
- KANG, D., CHOI, H., KIM, J., & CHOI, J. (2020). "International Journal of Infectious Diseases Spatial epidemic dynamics of the COVID-19 outbreak in China". *International Journal of Infectious Diseases*, 94(January), 96–102. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.03.076>
- KONSTANTINOUDIS, G., PADELLINI, T., BENNETT, J., DAVIES, B., EZZATI, M., & BLANGIARDO, M. (2021). "Long-term exposure to air-pollution and COVID-19 mortality in England : A hierarchical spatial analysis". *Environment International*, 146(December 2020), 106316. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106316>
- LACOMBE, D. J., & SHAUGHNESSY, T. M. (2007). "Accounting for Spatial Error Correlation in the 2004 Presidential Popular Vote". *Public Finance Review*, 35(4), 480–499. <https://doi.org/10.1177/1091142106295768>
- LESAGE, J. P. (1998). *Spatial econometrics. A Companion to Theoretical Econometrics*, 273. Retrieved from [http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=xs55E7FsMHMC&oi=fnd&pg=PA310&dq=Spatial+Econometrics&ots=gmeqR22yDp&sig=ugD\\_uXGfnM6ekZsAufZnJWbP81o](http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=xs55E7FsMHMC&oi=fnd&pg=PA310&dq=Spatial+Econometrics&ots=gmeqR22yDp&sig=ugD_uXGfnM6ekZsAufZnJWbP81o)
- LÓPEZ VIZCAÍNO, M. E., IGLESIAS PATIÑO, C. L., & CALVO OCAMPO, M. E. (2020). "Propuesta metodológica para la georreferenciación de la población y primeras aplicaciones en Galicia". *Revista de Estudios Regionales*, (117), 17–43.
- MA, M., WANG, S., & WU, F. (2021). "COVID-19 Prevalence and Well-being: Lessons from East Asia" in *World Happiness Report 2021*, 57.
- MONROY-GÓMEZ-FRANCO, L. A. (2021). "Los impactos distributivos del COVID-19 en México: Un balance preliminar". *Revista de Economía Mexicana*, (6), 135–168.
- MORENO-MENCIA, P., SÁNCHEZ-RUIZ, L., CANTARERO-PRIETO, D., LANZA-LEÓN, P., & GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, I. (2022). "Efectos económicos regionales de la COVID19 en los autónomos: el caso de Cantabria". *Revista de Estudios Regionales*.
- ÑAMENDYS-SILVA, S. A., GUTIÉRREZ-VILLASEÑOR, A., & ROMERO-GONZÁLEZ, J. P. (2020). "Hospital mortality in mechanically ventilated COVID-19 patients in Mexico". *Intensive Care Medicine*, 46(11), 2086–2088. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06256-3>
- ORTEGA DÍAZ, A., ARMENTA MENCHACA, C., GARCÍA LÓPEZ, H. A., & GARCÍA VIERA, J. R. (2021). "Índice de vulnerabilidad en la infraestructura de la vivienda ante el COVID-19 en México". *Notas de Población*.
- PADILLA, F., MAYA, L., & FERMAN, F. (2020). "COVID-19 en México Panorama Epidemiológico". *Revista Cadena de Cerebros*. 4(1), 31–42. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3926806>
- PARRA-BRACAMONTE, G. M., LOPEZ-VILLALOBOS, N., & PARRA-BRACAMONTE, F. E. (2020). "Clinical characteristics and risk factors for mortality of patients with COVID-19 in a large data set from Mexico". *Annals of Epidemiology*, 52, 93–98.

- PATACCHINI, E., & RICE, P. (2007). "Geography and economic performance: Exploratory spatial data analysis for Great Britain". *Regional Studies*, 41(4), 489–508. <https://doi.org/10.1080/00343400600928384>
- PÉREZ PINEDA, J. A. (2006). "Econometría espacial y ciencia regional". *Investigación Económica*, 65(258), 129–160.
- REY, S. J., & SASTRÉ-GUTIÉRREZ, M. L. (2010). "Interregional Inequality Dynamics in Mexico". *Spatial Economic Analysis*, 5(3), 276–298. <https://doi.org/10.1080/17421772.2010.493955>
- RUPASINGHA, A., & GOETZ, S. J. (2007). "Social and political forces as determinants of poverty: A spatial analysis". *Journal of Socio-Economics*, 36(4), 650–671. <https://doi.org/10.1016/j.socec.2006.12.021>
- SÁNCHEZ, F. J., SÁNCHEZ, A. M., & RUIZ-MUÑOZ, D. (2018). "Análisis estadístico sociolaboral de los municipios en Andalucía". *Revista de Estudios Regionales*, 2, 153–175.
- SASTRÉ GUTIÉRREZ, M. L., & REY, S. J. (2013). "Space-time income distribution dynamics in Mexico". *Annals of GIS*, 19(3), 195–207. <https://doi.org/10.1080/19475683.2013.806354>
- SOTO ZAZUETA, I. M. (2021). "Provisión de servicios públicos locales en México: La influencia de municipios vecinos y concentración de la población". *Revista de Estudios Regionales*, 3, 15–48.
- SUÁREZ LASTRA, M., VALDÉS GONZÁLEZ, C., GALINDO PÉREZ, M. C., SALVADOR GUZMÁN, L. E., RUIZ RIVERA, N., ALCÁNTARA-AYALA, I., ... GARNICA-PEÑA, R. J. (2020). "Índice de vulnerabilidad ante el COVID-19 en México". *Investigaciones Geográficas*, 0–2. <https://doi.org/10.14350/rig.60140>
- TOBLER, W. R. (1970). "A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region". *Economic Geography*, 46, 234–240.
- TORRES-PRECIADO, V. H., POLANCO-GAYTÁN, M., & TINOCO-ZERMEÑO, M. Á. (2014). "Technological innovation and regional economic growth in Mexico: A spatial perspective". *Annals of Regional Science*, 52(1), 183–200. <https://doi.org/10.1007/s00168-013-0581-1>
- TREVIÑO CANTÚ, J. A. (2016). "Mapa y jerarquía espacial de la pobreza en México. Un nuevo procedimiento para identificar el patrón espacial de los problemas sociales". *El trimestre económico*. <https://doi.org/10.20430/ete.v83i332.236>
- TURNES ABELANDA, A., & VENCE DEZA, X. (2022). "Financiación Autonómica y gasto público en el período 2009-2017. ¿Están las CCAA preparadas para hacer frente a la Covid-19?". *Revista de Estudios Regionales*.
- VALDIVIA, M. (2008). "Desigualdad regional en el centro de Mexico: Una exploracion espacial de la productividad en el nivel municipal durante el periodo 1988-2003". *Investigaciones Regionales*, 13(12), 5–38.
- VALDIVIA, MARCOS, & CASTRO, R. (2013). "Gender bias in the convergence dynamics of the regional homicide rates in Mexico". *Applied Geography*, 45, 280–291. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.09.015>
- VALENCIA, J. E., M. SARMIENTO PÁEZ, D., ROMERO GALINDO, R., SAUCEDO ALFONZO, D., LÓPEZ DE LEÓN, E., & HERNÁNDEZ AGUILAR, C. (2021). "Impact of COVID-19 in Mexico: A vision". *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, 12, 15–28. <https://doi.org/10.22545/2021/00145>