



Planeación espacial estratégica

Dra. **Mónica Terán Hernández**

Dra. **Irma Elizabeth González-Curiel**

UASLP

Planeación espacial estratégica

Un caso de aplicación para tomadores de decisiones: escenarios vulnerables del estado de Zacatecas ante COVID-19. Análisis espacio-temporal 2020-2022.



Autora:

Dra. Mónica Terán Hernández, MSc, Ph.D.

Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)
Facultad de Enfermería y Nutrición (FEN).
Research Affiliate, Center on Democracy, Development and the Rule of Law (CDDRL) at Stanford University



Coautora:

Dra. Irma Elizabeth González-Curiel, MSc, Ph.D.

Jefa del Laboratorio de Inmunotoxicología y Terapéutica Experimental
Maestría en Ciencias y Tecnología Química.
Unidad Académica de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de Zacatecas
Francisco García Salinas

Agradecemos de manera especial por su generosidad y apoyo:

Dr. Rubén de Jesús Ibarra Reyes.

Rector de la UAZ

Dr. Alejandro Javier Zermeño Guerra.

Rector de la UASLP

MCE. Luis Antonio Martínez Gurrión.

Director de la Facultad de Enfermería y Nutrición de la UASLP

Dra. María Argelia López Luna.

Directora de la Unidad Académica de Ciencias Químicas de la UAZ

Sindicato del Personal Académico de la Universidad Autónoma de Zacatecas,

SPAUAZ

*Para Genevieve, siempre juntas, juntas lo tenemos todo. Te amo pecas.
(¡Ah! por cierto, muchas gracias por todas tus inspiradoras ideas).
Para Ma. Catalina, José Valentín†, Juan Carlos y Hermanos, iluminan mi vida. Los amo.
Para mis amigos, que abrazan incondicionalmente.*

*Por ser la fuente de inspiración, voluntad y paz, con amor
y gratitud infinita para ustedes.*

Mónica

*Para Elisa, Bruno, Jesús y Bella, no piden nada y lo dan todo.
Gracias por ser la fuente inagotable de motivación y servicio.
Con amor.*

Irma E.

Planeación espacial estratégica

Un caso de aplicación para tomadores de decisiones:
escenarios vulnerables del estado de Zacatecas
ante COVID-19

Autora: Dra. Mónica Terán Hernández

Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Research Affiliate, CDDRL at Stanford University

Coautora: Dra. Irma Elizabeth González-Curiel

Universidad Autónoma de Zacatecas Francisco García Salinas.

Análisis espacio-temporal 2020–2022.

Proyecto de investigación **No. 266256** financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), Estancias Posdoctorales por México “Dinámica espacial de la inmunidad colectiva ante el virus SARS-CoV-2 causante de COVID-19, vulnerabilidad social y violencia: Hot spots del riesgo acumulado y respuestas integrales a nivel local”.

Autora:

Dra. Mónica Terán Hernández, MSc, Ph.D.

Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). Facultad de Enfermería y Nutrición (FEN).

Research Affiliate, Center on Democracy, Development and the Rule of Law (CDDRL) at Stanford University.

Coautora:

Dra. Irma Elizabeth González-Curiel, MSc, Ph.D.

Jefa del Laboratorio de Inmunotoxicología y Terapéutica Experimental.

Maestría en Ciencias y Tecnología Química. Unidad Académica de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Zacatecas

Francisco García Salinas (UAZ).

Cita sugerida:

Terán-Hernández, M. y González-Curiel I.E. (2023). Planeación espacial estratégica

Un caso de aplicación para tomadores de decisiones: escenarios vulnerables del estado de Zacatecas ante COVID-19. Análisis espacio-temporal 2020–2022. Dirección de fomento editorial y publicaciones de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP).

ISBN: 978-607-535-342-5

Diseño editorial: Luis Boix

© 2023, © Mónica Terán Hernández, Irma Elizabeth González-Curiel

Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)

Universidad Autónoma de Zacatecas Francisco García Salinas (UAZ)

Esta obra fue sometida a un proceso de dictaminación externa tipo doble ciego. Todos los capítulos que constituyen este libro fueron sometidos a una revisión y evaluación por una comisión dictaminadora que garantiza un arbitraje de doble ciego, donde participaron especialistas del área involucrada y pares académicos.

Índice

Agradecimientos	1
Prólogo	7
Presentación	9
Introducción	11
Material y método	13
Resultados	
■ I. Análisis del riesgo suavizado: probabilidad posterior >1 (método bayesiano)	19
Mapa 1. SARS-CoV2-COVID-19: Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1	20
Mapa 2. SARS-CoV2-COVID-19 en mujeres: Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1	21
Mapa 3. SARS-CoV2-COVID-19 en hombres: Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1	22
Mapa 4. Obesidad: Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1	24
Mapa 5. Obesidad en mujeres: Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1	25
Mapa 6. Obesidad en hombres: Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1	26
Mapa 7. Hipertensión arterial (HTA): Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1	28
Mapa 8. Hipertensión arterial (HTA) en mujeres: Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1	29
Mapa 9. Hipertensión arterial (HTA) en hombres: Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1	30
Mapa 10. Diabetes mellitus (DM): Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1	32
Mapa 11. Diabetes mellitus (DM) en mujeres: Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1	33
Mapa 12. Diabetes mellitus (DM) en hombres: Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1	34
Mapa 13. Asma: Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1	36
Mapa 14. Asma en mujeres: Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1	37
Mapa 15. Asma en hombres: Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1	38
Mapa 16. Llamadas al 911 por violencia familiar y violencia de género: Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1	41
■ II. Análisis de conglomerados	43
Mapa 17. Proporción de población sin servicios de salud: Conglomerados locales	45
Mapa 18. Proporción de población analfabeta: Conglomerados locales	46
Mapa 19. Obesidad 2020–2022: Conglomerados locales	47
Mapa 20. Diabetes Mellitus (DM) 2020–2022: Conglomerados locales	48
Mapa 21. Llamadas al 911 por violencia familiar y de género 2020–2022: Conglomerados locales	49
Mapa 22. SARS-CoV2-COVID-19 2020–2022: Conglomerados locales	50
Mapa 23. SARS-CoV2-COVID-19 2020–2022 en mujeres: Conglomerados locales	51
Mapa 24. SARS-CoV2-COVID-19 2020–2022 en hombres: Conglomerados locales	52

■ III. Análisis de razón de letalidad SARS-COV2-COVID-19 y conglomerados	53
Mapa 25. Razón de letalidad SARS-CoV2-COVID-19	54
Mapa 26. Letalidad SARS-CoV2-COVID-19: Conglomerados	55
■ IV. Modelado: características sociodemográficas y de salud asociadas a la distribución local de SARS-CoV2-COVID-19: variación espacial regional y local	57
Mapa 27. Análisis de residuales: ajuste del modelo local GWR <i>(Geographically Weighted Regression Models)</i>	61
Mapa 28. Variación espacial local de las relaciones SARS-CoV2-COVID-19 y diabetes mellitus (DM)	64
Mapa 29. Variación espacial local de las relaciones SARS-CoV2-COVID-19 y asma	65
Mapa 30. Variación espacial local de las relaciones SARS-CoV2-COVID-19 y llamadas al 911 por violencia familiar y de género	66
Mapa 31. Variación espacial local de las relaciones SARS-CoV2-COVID-19 y obesidad	67
Mapa 32. Variación espacial local de las relaciones SARS-CoV2-COVID-19 y el índice de marginación	68
Mapa 33. Patrón espacial predictivo de SARS-CoV2-COVID-19: Modelos GWR	69
Figura 1. Área de estudio	14
Figura 2. Modelo GWR. R ² locales	60
Figura 3. Plot de residuales de los modelos GWR local	62
Tabla 1. Significancia estadística del Índice Global de Moran de las variables evaluadas $p \leq 0.05^*$	44
Tabla 2. High Clustering Getis-Ord General	70
Contribuciones	71
Bibliografía	76

Prólogo

Los virus llamados “Coronavirus” representan una gran familia de virus, se caracterizan por tener espigas en forma de corona en su superficie, estos virus son comunes en diferentes especies de animales, incluidos camellos, gatos y murciélagos. En 1965 se descubrió por primera vez la presencia de estos virus en humanos, los tipos 229E (alfa coronavirus), NL63 (alfa coronavirus), OC43 (beta coronavirus) y HKU1 (beta coronavirus) comúnmente causan enfermedades respiratorias leves a moderadas, principalmente en vías respiratorias superiores, mientras que los coronavirus MERS-CoV (coronavirus del síndrome respiratorio del medio oriente) y SARS-CoV (coronavirus del síndrome respiratorio agudo severo), pueden causar enfermedades graves.

Durante 2019 la variante del coronavirus SARS-CoV2 causó la enfermedad COVID-19, la cual generó más de 6.5 millones de muertes en todo el mundo. El virus SARS-CoV2 se propaga cuando una persona infectada exhala gotas microscópicas y partículas respiratorias muy pequeñas que contienen el virus. Estas partículas respiratorias pueden ser inhaladas por otras personas y así infectar. Los síntomas más comunes del COVID-19 incluyen fiebre y tos, algunos pacientes pueden desarrollar problemas para respirar, en pacientes más severos se puede presentar neumonía o síndrome respiratorio agudo grave (SARS), insuficiencia renal, problemas cardíacos y hasta la muerte.

Una de las principales acciones que se realizaron con el fin de evitar la propagación fue el distanciamiento social y el uso de mascarilla. Ante este panorama tan sombrío, la comunidad científica en todo el mundo se propuso como reto desarrollar vacunas que eviten que las personas desarrollen el síndrome SARS y así reducir el índice de mortalidad. Gracias a la cooperación de miles de científicos en todo el mundo se desarrollaron varias vacunas que evitaban el desarrollo del SARS en las personas infectadas, lo cual redujo el índice de mortalidad en todo el mundo.

Sin embargo, el mecanismo del COVID-19 puso en mayor riesgo a la población adulta mayor, así como las personas con alguna comorbilidad como: diabetes, hipertensión, obesidad y enfermedades autoinmunes. El COVID-19 dejó claro que el control de estas comorbilidades juega un papel principal, así mismo denota una necesidad prioritaria a nivel nacional la planeación y política pública del monitoreo y control de las personas con problemas de salud crónicas lo cual permitirá detectar las áreas críticas de acción ante este y futuros problemas de salud.

Es vital abordar con responsabilidad todos los aspectos de la emergencia sanitaria generada por el COVID-19. En este libro se presenta un panorama general de la dinámica espacial de la pandemia por SARS-CoV2, con el fin de coadyuvar en la estrategia nacional de vacunación en el estado y el manejo de la salud pública, la toma de decisiones y el diseño de estrategias de intervención acorde a las características propias de la población.

Dr. Hamurabi Gamboa Rosales

*Director General del Consejo Zacatecano
de Ciencia, Tecnología e innovación (COZCYT).*

Presentación

El SARS-CoV2-COVID-19 es un importante problema de salud pública que representa una carga económica y social mundial.

Esta obra forma parte del proyecto de investigación No. 266256 “Dinámica espacial de la inmunidad colectiva ante el virus SARS-CoV2 causante de COVID-19, vulnerabilidad social y violencia: *hot spots* del riesgo acumulado y respuestas integrales a nivel local”; proyecto desarrollado en el marco del Programa de Estancias Posdoctorales por México, gracias al apoyo del Conacyt.

El proyecto está centrado en el mejor conocimiento de la dinámica espacial de la pandemia por SARS-CoV2, problemática de prioridad nacional. Es importante señalar que en una primera etapa del estudio se trabajó en colaboración directa y corresponsable con los actores políticos del estado de Zacatecas y se desarrolló una serie de cartografía temática que fue aprovechada para la implementación de la Estrategia Nacional de Vacunación en el estado.

Actualmente, se identifica una distribución desigual de la pandemia a lo largo del territorio nacional, ante este contexto y el deseo de contribuir a la generación y transferencia de resultados a tomadores de decisiones que apoye la Estrategia Nacional para la prevención de la COVID-19 analizamos la heterogeneidad espacial a nivel de área geoestadística municipal (Agem) en Zacatecas. Se aplicaron métodos y técnicas de estadística espacial innovadores en ciencia de datos espaciales y desde la perspectiva de la geografía de la salud para identificar patrones geográficos y los factores relacionados.

El análisis espacial y la aplicación de los sistemas de información geográfica (SIG) en el estudio de COVID-19 se realiza para explorar las tasas de incidencia y propagación, el mapeo de enfermedades, la geografía social y de salud, etc. (Franch-Pardo *et al.*, 2020). Esta investigación proporciona información crucial para comprender la geografía de las características del lugar vinculadas a la distribución de esta enfermedad. Los resultados de este estudio implican un esfuerzo por comprender mejor los patrones identificados.

Este libro es un buen ejemplo de combinación de múltiples datos recopilados de una amplia variedad de fuentes para generar un banco de datos espaciales y analizarlos en conjunto para apoyar la salud pública, la toma de decisiones y el diseño de estrategias de intervención dirigi-

das a producir beneficios para la población. Además, podrá contribuir a generar nuevas hipótesis de investigación, a través del análisis de los patrones geográficos continuos, en áreas que comparten factores de riesgo similares, ¿dónde y por qué está pasando?

Deseamos contribuir a la planificación, implementación y evaluación de acciones locales focalizadas. Planeación espacial estratégica un caso de aplicación para tomadores de decisiones: escenarios vulnerables del estado de Zacatecas ante COVID-19. Análisis espacio-temporal 2020–2022 se concibe dentro del marco de la Inteligencia de ubicación (*Location Intelligence*). Esperamos que sea de utilidad y ayude a comprender mejor la dinámica espacial de esta enfermedad, el control y seguimiento de comorbilidades ofreciendo a los tomadores de decisiones escenarios locales que permiten focalizar sus acciones y, por tanto, contribuya a mejorar el nivel de salud y bienestar de toda la población.

Introducción

El seguimiento de la pandemia SARS-CoV2-COVID-19 es crucial, el patrón general de la pandemia hasta ahora ha sido en una serie de oleadas: aumentos repentinos de nuevos casos seguidos de descensos. Hoy por hoy vivimos la quinta ola epidémica, una quinta ola caracterizada por una dinámica espacial similar a las anteriores: con una distribución geográfica desigual.

Olas de COVID-19: ¿Por qué pasó esto? ¿Qué causa este patrón?

A nivel mundial esta enfermedad ha generado un gran impacto en la salud pública y en el contexto económico. Varios factores han tenido un impacto en si los nuevos casos de SARS-CoV2-COVID-19 están aumentando o disminuyendo en lugares particulares (variación local). Estos factores incluyen la eficacia de las vacunas, el comportamiento humano, las políticas de prevención de infecciones, los cambios en el propio coronavirus, la cantidad de personas que son vulnerables, factores socioeconómicos, entre otros.

Los mapas y los sistemas de información geográfica brindan información valiosa para planear y responder a las disparidades en la incidencia y la mortalidad asociada, y respaldar las estrategias de prevención a partir de la aplicación de métodos y técnicas de análisis espacial y temporal.

Desde que se identificó el agente causante de la neumonía desconocida como un coronavirus agudo severo relacionado con el síndrome respiratorio agudo, al que se le denominó SARS-CoV-2, el 7 de enero de 2020 en el Centro Chino para el Control y la Prevención de Enfermedades (CCDC) (Lu *et al.*, 2020), hasta finales de diciembre de 2022, se registraban cerca de 665 126 730 casos confirmados, y más de 6 704 032 muertes a nivel mundial (Center for Systems Science and Engineering, 2022; Worldometer, 2022). De los casos confirmados el 29.62 % se registró en la región de América. En el mismo periodo en México el total nacional de acumulados fue de 7 266 702 con una letalidad del 21.9 % (Conacyt, 2022) con una distribución heterogénea a lo largo del territorio nacional.

COVID-19 se declaró pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 11 de marzo de 2020. El primer caso en México se detectó el 27 de febrero de 2020 en la Ciudad de México (Suárez *et al.*, 2020), se reconoció como problema de atención prioritaria desde el 23 de marzo de 2020, publicándose como decreto en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 27 de

marzo de 2020 y como política nacional el 8 de diciembre del mismo año sentando las bases de la política rectora de vacunación contra COVID-19 (DOF, 2021).

Su representación y análisis espacial es de gran interés para identificar áreas que requieren un estudio detallado y dar cuenta de las diferencias observadas. Hay mapas que han impactado históricamente, como los atlas de mortalidad publicados en muchos países (Cayolla da Mota, 1986; Ferlay *et al.*, 2010; López *et al.*, 2006) estos estudios se limitaban a mapas temáticos en los que se utilizaron grandes áreas como unidades básicas de estudio. Sin embargo, actualmente es posible profundizar en el estudio de cualquier evento a la escala de desagregación territorial más pequeña y de forma puntual (Cordes y Castro, 2020; Jesri *et al.*, 2021; Mollalo *et al.*, 2021; Ramírez-Aldana *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2021).

Diversos estudios reportan patrones espaciales que evidencian una superposición espacial de altas tasas de enfermedades crónicas con altas tasas de COVID-19, donde las comorbilidades se cruzan con la desigualdad de los determinantes sociales de la salud (Bauer *et al.*, 2021; Deguen & Kihal-Talantikite, 2021; Iyanda *et al.*, 2020; Ramírez & Lee, 2020; Raymundo *et al.*, 2021).

Desde las primeras fases de la pandemia de SARS-CoV2-COVID-19, el peor pronóstico se ha asociado con la edad avanzada, el sexo masculino y la presencia de condiciones crónicas preexistentes, como HTA, enfermedades cardiovasculares y DM (Alshukry *et al.*, 2021; Xu *et al.*, 2020).

En este estudio se aplican las técnicas en análisis espacio-temporal y se espera apoyar las decisiones al proporcionar información valiosa. Todo el análisis se trabajó en un Sistema de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) y RStudio calculando parámetros, explorando, modelando y visualizando escenarios para mejorar la salud de la población.

Además de proporcionar una cartografía que permite:

- i.** Identificar patrones espaciales para SARS-CoV2-COVID-19 y cada una de las variables independientes estudiadas.
- ii.** Detectar la existencia de conglomerados (clústeres).
- iii.** Modelar las características sociodemográficas y de salud asociadas a la distribución local de SARS-CoV2-COVID-19.
- iv.** Identificar los escenarios de mayor vulnerabilidad para prioriza las estrategias de intervención.
- v.** Diseñar el mejor escenario: *Location intelligence* y planeación espacial.
- vi.** Explorar la utilidad de la información referente a los municipios en la elaboración de mapas como instrumento de vigilancia (*tracking*).

Material y método

Área de estudio

Este estudio se realizó en el estado de Zacatecas (entidad federativa número 32). Se encuentra entre una longitud 104° 21' 14.40" W a 100° 44' 31.20" W y Latitud 21° 02' 30.84" N a 25° 07' 30.72" N. Entidad con 1 622 138 habitantes, el 48.8 % son hombres y un 51.2 % mujeres (Inegi, 2021a). (Figura 1).

Con base al censo y conteo de población y vivienda 2020 (Inegi, 2021a) los municipios con mayor densidad de población son: Zacatecas con 342.5, Guadalupe con 261.9, Loreto con 126.4, Calera con 119.3, Trancoso con 93.6, Luis Moya con 75.3, Morelos con 73.7 y Ojocaliente con 69.1. Los municipios con menor densidad son: Melchor Ocampo con 1.46, Mazapil con 1.48, Jiménez del Teul con 3.8, el Salvador con 4.0, General Francisco R. Murguía con 4.2, el Plateado de Joaquín Amaro con 4.5, Mezquital del Oro y Concepción del Oro con 5.0 respectivamente.

Unidades espaciales de análisis

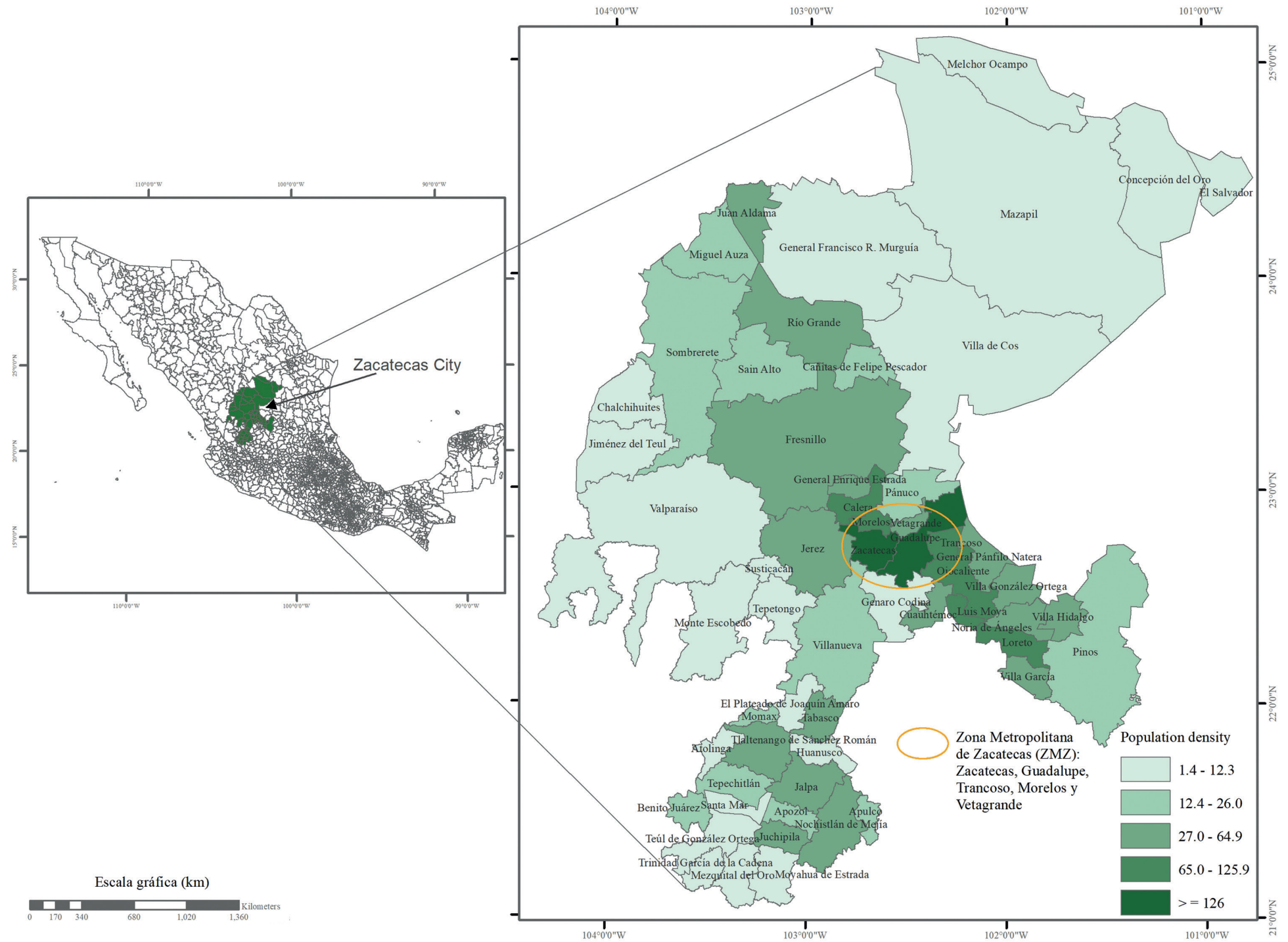
El trabajo se realizó a una escala de desagregación territorial por área. Se agrupó la información por unidad territorial con una secuencia de zooms desde la escala de ciudad a un total de 58 Agem.

Fuente de datos

En total se diseñó y validó una geodatabase espacio-temporal del periodo de estudio febrero 2020–diciembre 2022 con la siguiente información:

1. De la Secretaría de Salud del Estado de Zacatecas (SSZ) para los datos de salud; proporcionado los registros necesarios para este proyecto.
 - 1.1. Acumulados SARS-CoV2-COVID-19 positivos.
 - 1.2. Acumuladas muertes por SARS-CoV2-COVID-19.
 - 1.3. Acumulados de comorbilidades: Obesidad, diabetes mellitus, hipertensión y asma.

FIGURA 1 ÁREA DE ESTUDIO: ESTADO DE ZACATECAS, ESCALA DE DESAGREGACIÓN TERRITORIAL POR ÁREA GEOESTADÍSTICA MUNICIPAL (Agem)



2. De la Secretaría de Seguridad Pública (SSP) de Gobierno del Estado proporcionaron los registros de llamadas al 911 por violencia familiar y violencia de género 2020–2022.

3. El Censo de Población y Vivienda 2020 y Marco Geo estadístico Nacional del Inegi para los datos sociodemográficos.

Este proceso de gestión de la información fue crucial para lograr los objetivos del estudio. Cabe señalar que se implementaron acciones correctivas necesarias para el diseño y validación de nuestra geodatabase espacio-temporal.

Análisis espacial

A. Cálculo de riesgo suavizado. Tasa espacial bayesiana.

Se calculó la tasa bayesiana (SEBS, por sus siglas en inglés) como estimador de riesgo para cada Agem con ponderaciones proporcionales a la población subyacente en riesgo (Anselín *et al.*, 2010).

Donde, la estimación de SEBS para el riesgo en la ubicación i es:

$$\pi_i^{EB} = w_i r_i + (1 - w_i) \theta \quad w_i = \frac{\sigma^2}{(\sigma^2 + \mu/P_i)}$$

P_i : es la población en riesgo en el municipio i , Agem.

μ : media de la distribución *a priori* estimada a partir de los casos de COVID-19 observados.

σ^2 : varianza de la distribución *a priori* estimada a partir de los casos observados por año/mes.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i (r_i - \mu)^2}{\sum_{i=1}^{i=n} P_i} - \frac{\mu}{\sum_{i=1}^{i=n} P_i / n}$$

Cálculo de distribución y variabilidad espacial

i. Autocorrelación espacial.

La autocorrelación espacial es un pilar fundamental para el análisis de la distribución y variabilidad de COVID-19. Se aplicó la estadística espacial del Índice Global de Moran para identificar y caracterizar su comportamiento en uno de los tres patrones espaciales básicos: clúster, disperso o aleatorio en el estado de Zacatecas.

$$\text{Moran's } I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2} \quad S_0 = \sum_{i=1}^n P_i / n$$

Donde z_i es la desviación de un atributo para la característica i de su media ($x_i - \bar{X}$), w_{ij} es el peso espacial entre la característica i y j , n es igual al número total de características y S_0 es el agregado de todas las ponderaciones espaciales.

Se generó una matriz de ponderaciones espaciales para la representación de la estructura espacial de los datos de cada Agem. Se ha utilizado la conceptualización de relaciones espaciales basadas en una contigüidad de polígonos como criterio general de vecindad (Reina: bordes o nodos compartidos). En nuestra experiencia esta conceptualización es una de las mejores opciones y también la más empleada en la literatura (Gatrell & Elliott, 2009; Nakaya, 2019).

Nuestros resultados se interpretan a partir del valor P . Cuando el valor P es estadísticamente significativo y la puntuación z es positiva. La distribución espacial de los valores altos (*High*) y los valores bajos (*Low*) en el dataset está más agrupada espacialmente de lo que se esperaría si los procesos espaciales fueran aleatorios.

ii. Conglomerados locales significativos

Para identificar clústeres espaciales entre los 58 Agem del estado de Zacatecas con valores altos o bajos se aplicó la estadística espacial de Índice local de Moran y método LISA, como indicadores locales a las variables que mostraron un valor P estadísticamente significativo en la autocorrelación espacial global. Los resultados se muestran en un gráfico de dispersión (*scatter plot*) con cuatro categorías o cuadrantes y su respectivo mapa de clúster.

- Q1: Conglomerado o clúster alto-alto
- Q2: Conglomerado o clúster bajo-bajo
- Q3: Valor atípico alto-bajo
- Q4: Valor atípico bajo-alto

$$\text{Local Moran's } I_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{i,j} (x_j - \bar{X})$$

Modelos de regresión local ponderados geográficamente (GWR, por sus siglas en inglés).

Este método se centra en un tipo específico de modelado de regresión para análisis espacial que replica los atributos que varían geográficamente de la asociación entre COVID-19 (variable respuesta) y las variables explicativas, en nuestro estudio se consideran variables sociodemográficas y de salud.

GWR son modelos de regresión que utiliza un predictor lineal y distribuciones de probabilidad de la familia exponencial. Tiene tres componentes: el componente estocástico de la predicción, el predictor lineal que usa variables explicativas y la función de enlace que transforma la expectativa de la respuesta al predictor lineal.

Algunos investigadores han ajustado diferentes distribuciones teóricas como Normal, Binomial Negativa, Poisson, Gamma, Exponencial y Lognormal para diferentes etapas de COVID-19. Datta *et al.* (2020) ajustaron diferentes distribuciones para diferentes etapas y demostraron que, en la mayoría de las etapas, la distribución Lognormal es la distribución que mejor se ajusta entre la clase de distribuciones discretas y continuas para datos mundiales y locales de COVID-19 (Han *et al.*, 2021).

Ecuación 1: componente estocástico

$$\gamma_i \sim N(\mu_i, \sigma^2)$$

Ecuación 2: componente sistemático, predictor lineal, incluye coeficientes que varían geográficamente

$$\eta_i(\mu_i, \nu_i) = \beta_0(\mu_i, \nu_i) + \beta_1(\mu_i, \nu_i)x_{1,i} + \beta_2(\mu_i, \nu_i)x_{2,i} + \dots = \sum_k \beta_k(\mu_i, \nu_i) x_{k,i}$$

Ecuación 3: Función de enlace (*Link function*)

$$\log \mu_i = \eta_i$$

Los coeficientes varían dependiendo de la coordenada geográfica $i, (\mu_i, \nu_i)$, estos coeficientes que varían geográficamente modelan los efectos locales.

$$\log(\mu_i) = p_i \exp\left(\sum_k \beta_k(\mu_i, \nu_i) x_{k,i}\right)$$

Por lo tanto, interpretamos $\exp \eta_i$ como la tasa de ocurrencia del resultado y el término *offset* p_i el tamaño esperado del resultado o de la población en riesgo en la posición i (Nakaya, 2019).

Cabe señalar que se aplicó GWR con regresiones geográficamente ponderadas, con una caracterización espacial multivariada y el método de ancho de banda más apropiado, el Kernel adaptativo (*Kernel: Adaptive*). Los datos fueron proyectados mediante un sistema de coordenadas proyectadas WGS 1984-UTM. GWR, es un forma local de regresión que se utiliza para modelar las relaciones que varían espacialmente (Fotheringham & Brunson, 2010; O'Sullivan, 2003).

Elaboración de mapas y presentación de los resultados

Para representar nuestros mapas de resultados se utilizó la simbología de un esquema de color continuo para representar el rango o valor y mostrar una diferencia cuantitativa entre las Agem (mapas de coropletas).

Los datos se clasifican en rangos y a cada rango se le asignó un color. El esquema continuo permite aplicar diferentes sombras del mismo color, de modo que las sombras más suaves coincidan con los valores más bajos y las sombras más oscuras con los valores más altos.

Los resultados se presentan en el siguiente orden:

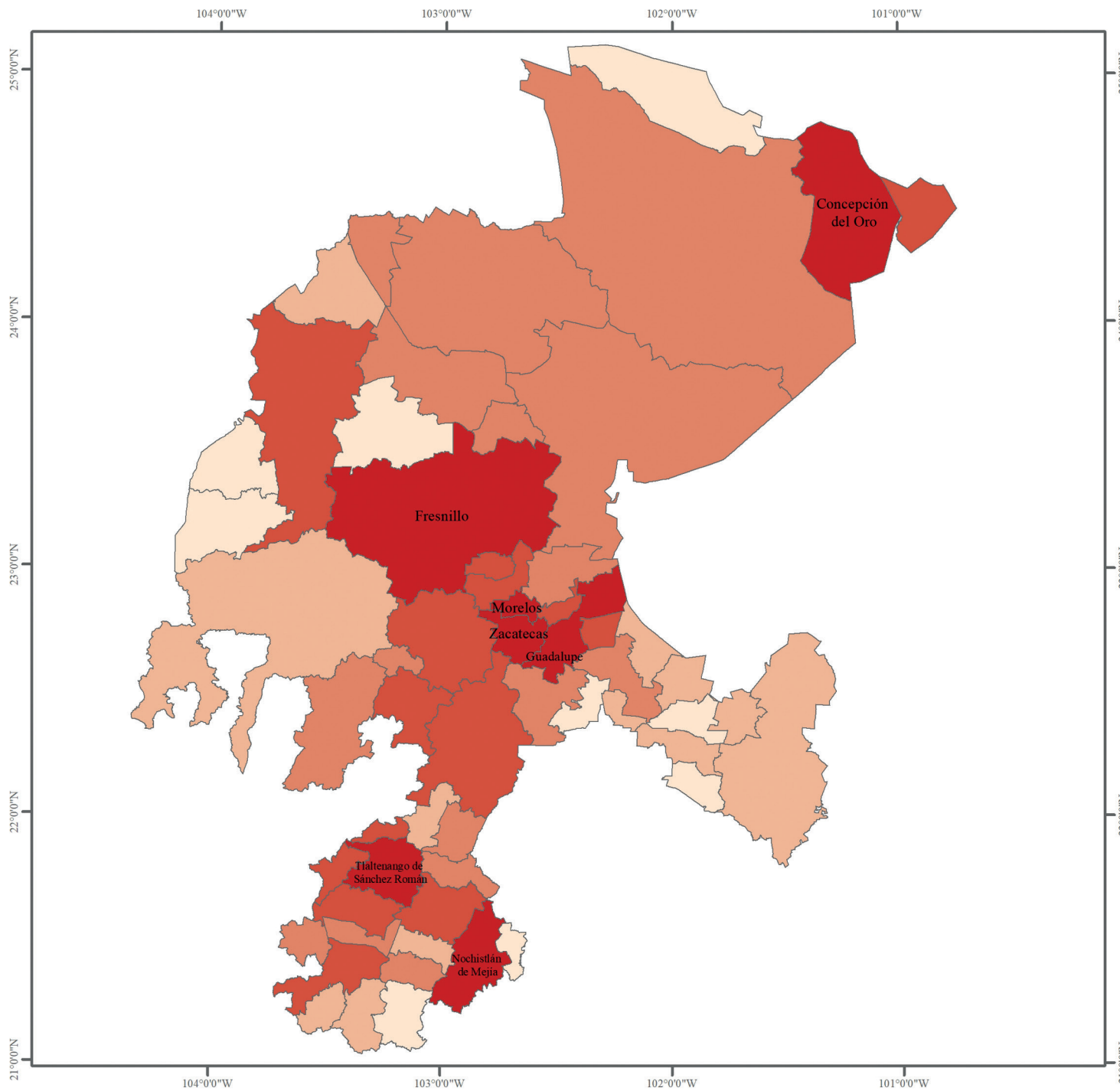
- I. Análisis del riesgo suavizado: Probabilidad posterior >1 (método bayesiano).
- II. Análisis de conglomerados.
- III. Análisis de razón de letalidad SARS-CoV2-COVID-19 y conglomerados.
- IV. Modelado: Características sociodemográficas y de salud asociadas a la distribución local de SARS-CoV2-COVID-19, variación espacial regional y local.

Resultados

I. Análisis del riesgo suavizado: Probabilidad posterior >1 (método bayesiano)

SARS-CoV2- COVID-19: Riesgo suavizado-probabilidad posterior >1

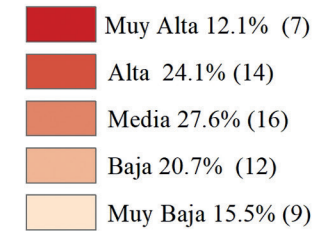
Entre 2020 y 2022 se registraron 72 238 casos confirmados de COVID-19 en el estado de Zacatecas. La tasa cruda de incidencia para el estado actualmente es de 4122.54 por cada 100 000 habitantes y una razón de letalidad de 5.62 % (Johns Hopkins Center for Systems Science and Engineering, 2022). Existen grandes diferencias en la distribución geográfica de la incidencia y mortalidad por COVID-19 en el estado.

MAPA 1 SARS-CoV2-COVID 19 2020-2022 AMBOS SEXOS**Riesgo suavizado - Probabilidad posterior >1**

En el mapa del riesgo suavizado *a posteriori* para ambos sexos se identifica un exceso de riesgo (muy alta) al nororiente en Concepción del Oro; al surponiente de Tlaltenango de Sánchez Román; al sur en Nochistlán de Mejía; al centro en Fresnillo y en tres de los cinco municipios que conforman la Zona Metropolitana de Zacatecas (ZMZ): Morelos, Guadalupe y Zacatecas.

Llama la atención el patrón al surponiente de Tlaltenango de Sánchez Román.

Riesgo suavizado (PP>1)



Escala gráfica (km)



Autor:

Dra. Mónica Terán Hernández
Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
UASLP-UAZ

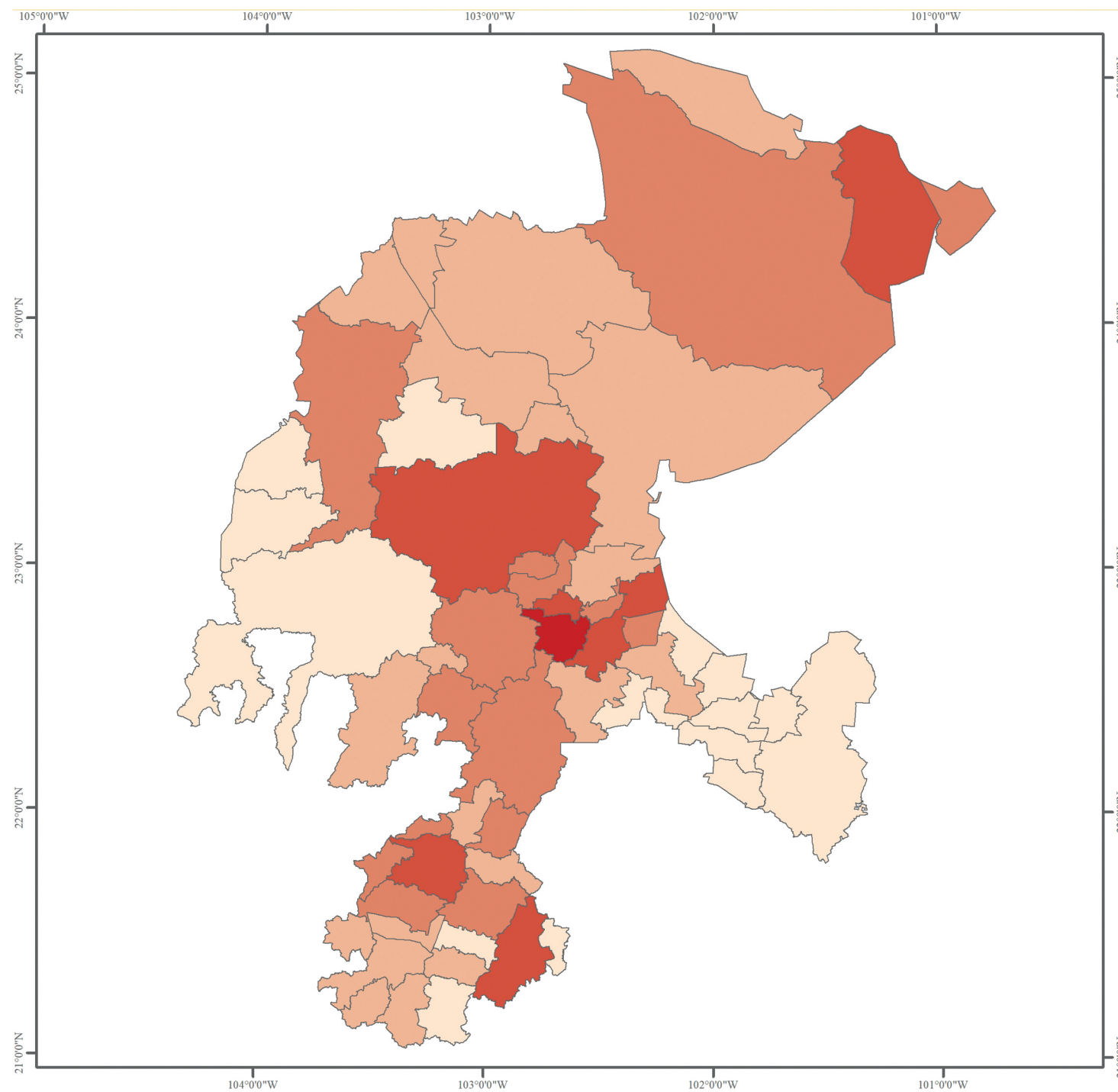
Fuente.

Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría de Salud del Estado de Zacatecas, SSZ
 Acumulados SARS-CoV2- COVID19 positivos 2000-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

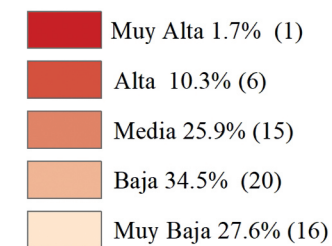
MAPA 2 SARS-CoV2-COVID 19 2020-2022 MUJERES

Riesgo suavizado - Probabilidad posterior >1



En mujeres, el mapa 2 muestra un exceso de riesgo (muy alta) principalmente al centro del estado, en el municipio de Zacatecas.

Riesgo suavizado (PP>1)



Escala gráfica (km)



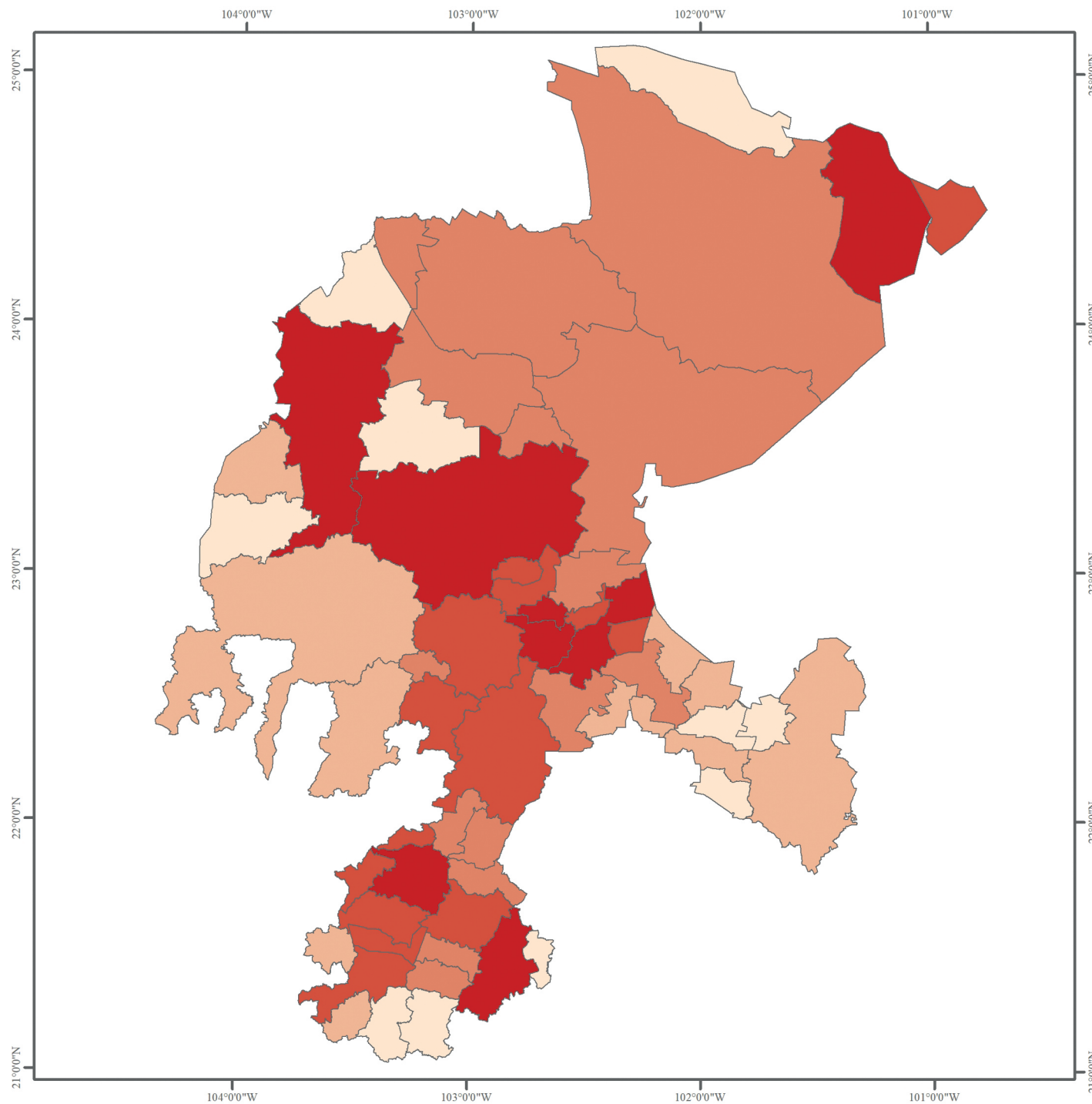
Autor:
 Dra. Mónica Terán Hernández
 Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
 UASLP-UAZ

Fuente:
 Elaboración propia a partir de los
 datos de la Secretaría de Salud del
 Estado de Zacatecas, SSZ
 Acumulados SARS-CoV2- COVID19
 positivos 2000-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020
 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

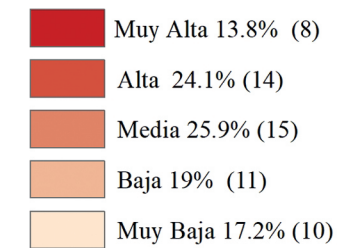
MAPA 3 SARS-CoV2-COVID 19 2020-2022 EN HOMBRES

Riesgo suavizado - Probabilidad posterior >1



En hombres, aparece un exceso de riesgo al nororiente en Concepción del Oro; al poniente en Sombrerete; al centro en Fresnillo, Morelos, Zacatecas, y Guadalupe; al surponiente de Tlaltenango de Sánchez Román y al sur de Nochistlán de Mejía.

Riesgo suavizado (PP>1)



Escala gráfica (km)

*Autor:*

Dra. Mónica Terán Hernández
Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
UASLP-UAZ

Fuente:

Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría de Salud del Estado de Zacatecas, SSZ Acumulados SARS-CoV2- COVID19 positivos 2000-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

Obesidad

La presencia de comorbilidades como la hipertensión, la diabetes mellitus, las enfermedades del sistema respiratorio, cardiovasculares y la obesidad son un factor de riesgo para la gravedad de COVID-19 (Romero-Nájera Danelly Estefanía *et. al.*, 2021). A continuación, se describen los patrones espaciales de algunas de estas comorbilidades en el estado de Zacatecas.

La obesidad afecta a uno de cada tres adultos en nuestro país. El 12.3 % de todas las muertes en el mundo se atribuyen a exceso de peso (Afshin, Forouzanfar, Reitsma, Sur y Estep, 2017). La obesidad no solo aumenta el riesgo de mortalidad o secuelas ante COVID-19, también aumenta el riesgo de desarrollar diabetes, hipertensión y dislipidemias y tiene una alta contribución en la generación de discapacidad y mortalidad temprana.

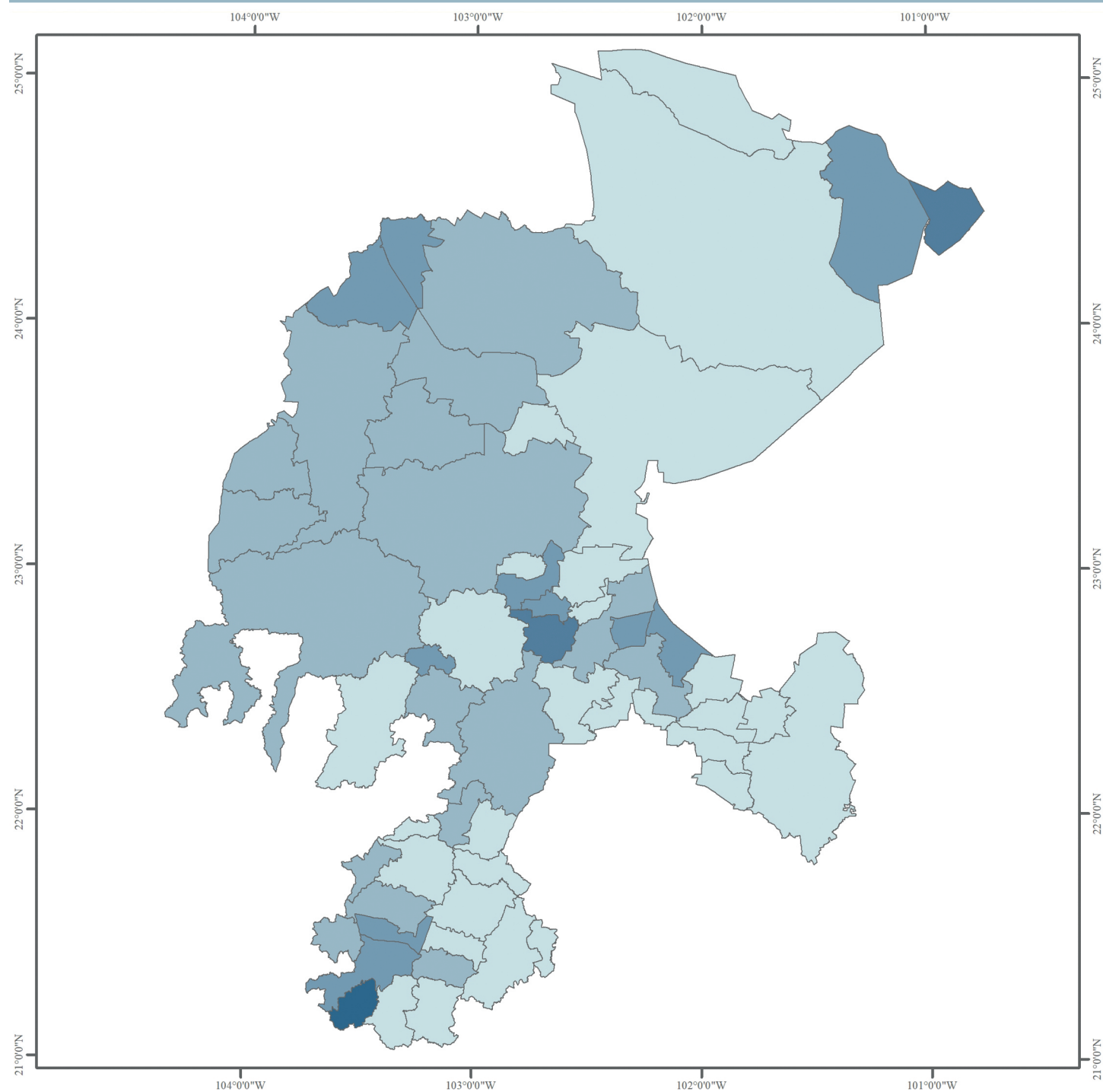
A nivel nacional, 36.1 % de los adultos tienen obesidad. La prevalencia más alta se muestra en la cuarta década de la vida (83.6 %). Con base en las proyecciones de la Organización para la cooperación y el desarrollo económico (OECD) el sobrepeso y la obesidad reducirán la esperanza de vida en más de cuatro años, tendrán mayor impacto en el Producto interno bruto (PIB) entre 2020 y 2050 representando el 8.9 % del gasto en salud (OECD, 2019).

Zacatecas registra una prevalencia de obesidad de 33 %. Entre 2020 a 2022 se registraron 17 075 casos de obesidad, lo que representa el 28.47 % del total de enfermedades crónicas registradas en el estado.

Herrera García F., González-Curiel Irma E., *et. al.* (2021), encontraron que un 31.58 % de la población tamizada en Zacatecas presentaba obesidad como condición de salud previa a padecer COVID-19. Cabe señalar que en ausencia de comorbilidad la prevalencia de letalidad en COVID-19 es 3.8 % y en presencia de obesidad incrementa a 15.0 % (Ángeles Correa MG, *et. al.*, 2022).

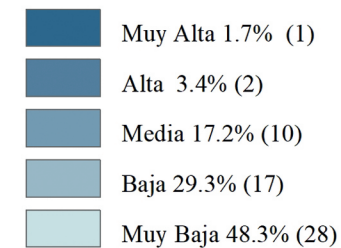
MAPA 4 OBESIDAD 2020-2022 AMBOS SEXOS

Riesgo suavizado - Probabilidad posterior >1



En el mapa del riesgo suavizado *a posteriori* para ambos sexos se identifica un exceso de riesgo al sur del estado en Trinidad García de la Cadena.

Riesgo suavizado (PP>1)



N= 58 municipios

Escala gráfica (km)



Autor:

Dra. Mónica Terán Hernández
Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
UASLP-UAZ

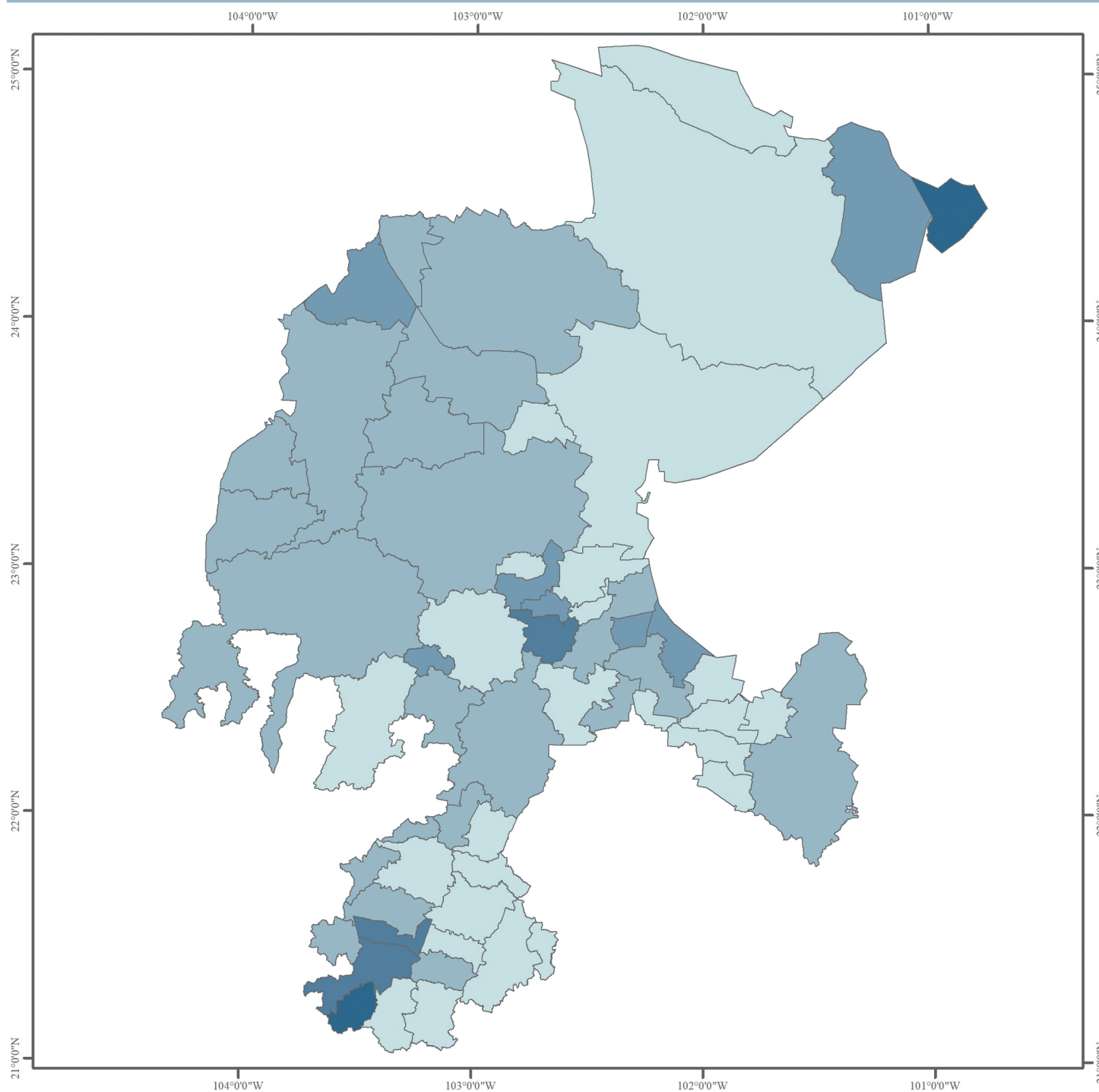
Fuente:

Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría de Salud del Estado de Zacatecas, SSZ Acumulados SARS-CoV2- COVID19 positivos 2000-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

MAPA 5 OBESIDAD 2020-2022 MUJERES

Riesgo suavizado - Probabilidad posterior >1



En mujeres, el mapa 5 muestra un exceso de riesgo, principalmente al nororiente, en el municipio de El Salvador, y al sur, en Trinidad García de la Cadena.

Riesgo suavizado (PP>1)

- Muy Alta 3.4% (2)
- Alta 5.2% (3)
- Media 12.1% (7)
- Baja 36.2% (21)
- Muy Baja 43.1% (25)

N= 58 municipios

Escala gráfica (km)



Autor:

Dra. Mónica Terán Hernández
Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
UASLP-UAZ

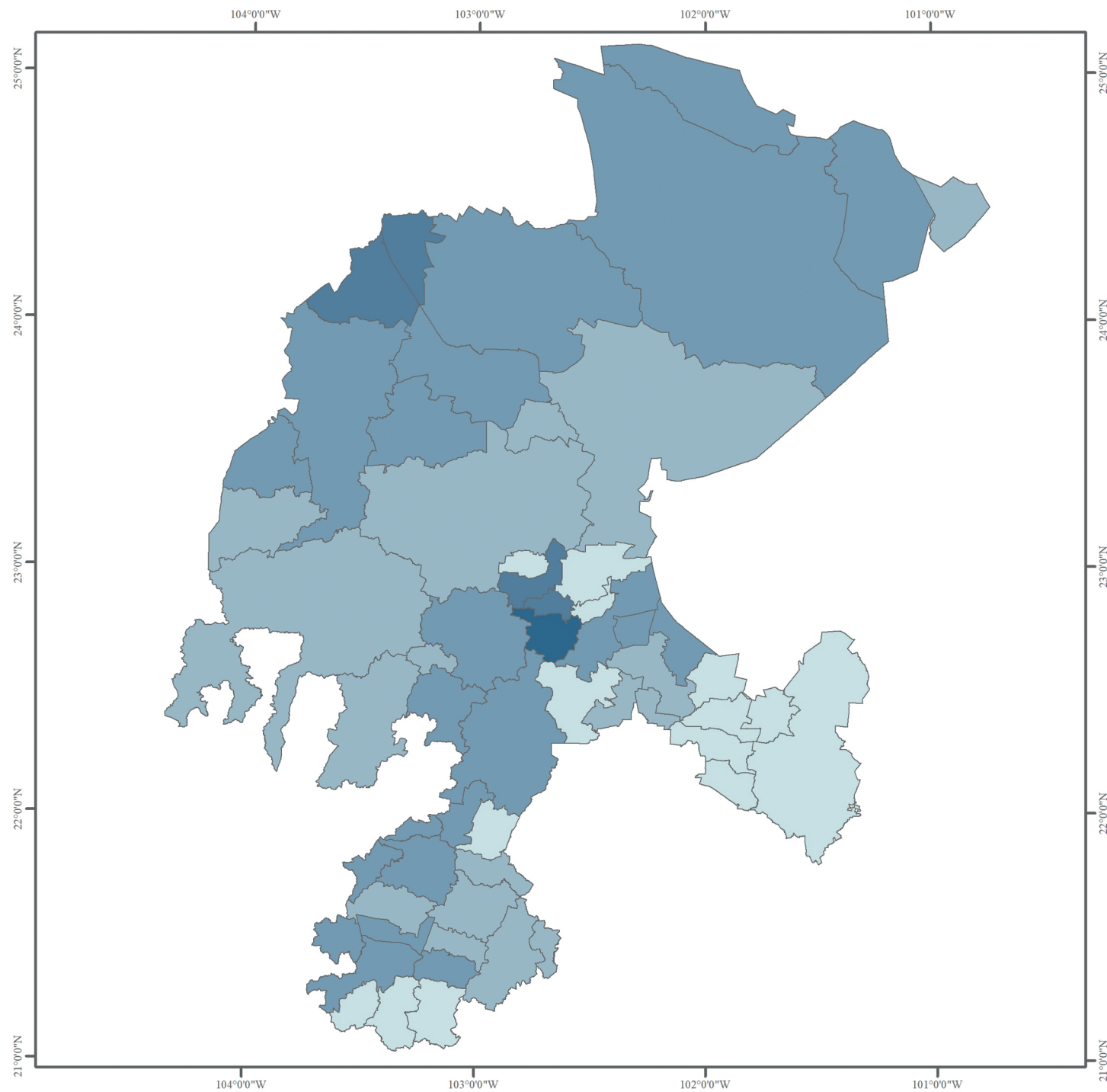
Fuente:

Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría de Salud del Estado de Zacatecas, SSZ Acumulados SARS-CoV2- COVID19 positivos 2000-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

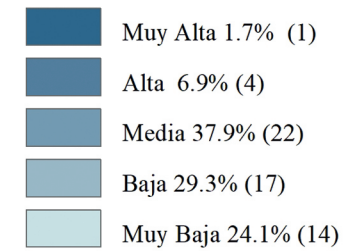
MAPA 6 OBESIDAD 2020-2022 HOMBRES

Riesgo suavizado - Probabilidad posterior >1



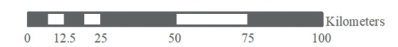
En hombres aparece un exceso de riesgo al centro, en Zacatecas y Morelos, y al norponiente, en Juan Aldama y Miguel Auza.

Riesgo suavizado (PP>1)



N= 58 municipios

Escala gráfica (km)

*Autor:**Dra. Mónica Terán Hernández**Research Affiliate, CDDRL, Stanford University**UASLP-UAZ***Fuente.**

Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría de Salud del Estado de Zacatecas, SSZ Acumulados SARS-CoV2- COVID19 positivos 2000-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

Hipertensión

La hipertensión (HTA) es la comorbilidad más frecuente en el COVID-19, es un factor de riesgo para la gravedad y secuelas (carga de la enfermedad). Se sabe que el SARS-CoV2 usa los receptores de las células pulmonares para causar la infección, se une a la enzima convertidora de angiotensina (ACE2, por sus siglas en inglés). Las personas con HTA pueden tener cambios en esta enzima, ya sea en su estructura o en el número de unidades por célula que favorezcan que el virus pueda causar una infección más grave con una mayor lesión pulmonar (Aronson J. K., 2020). Cabe señalar que todavía no hay evidencia sobre los efectos de los inhibidores de la enzima ACE o los bloqueadores de los receptores de angiotensina (BRA) en el tratamiento de COVID-19 (Tadic *et al.*, 2021).

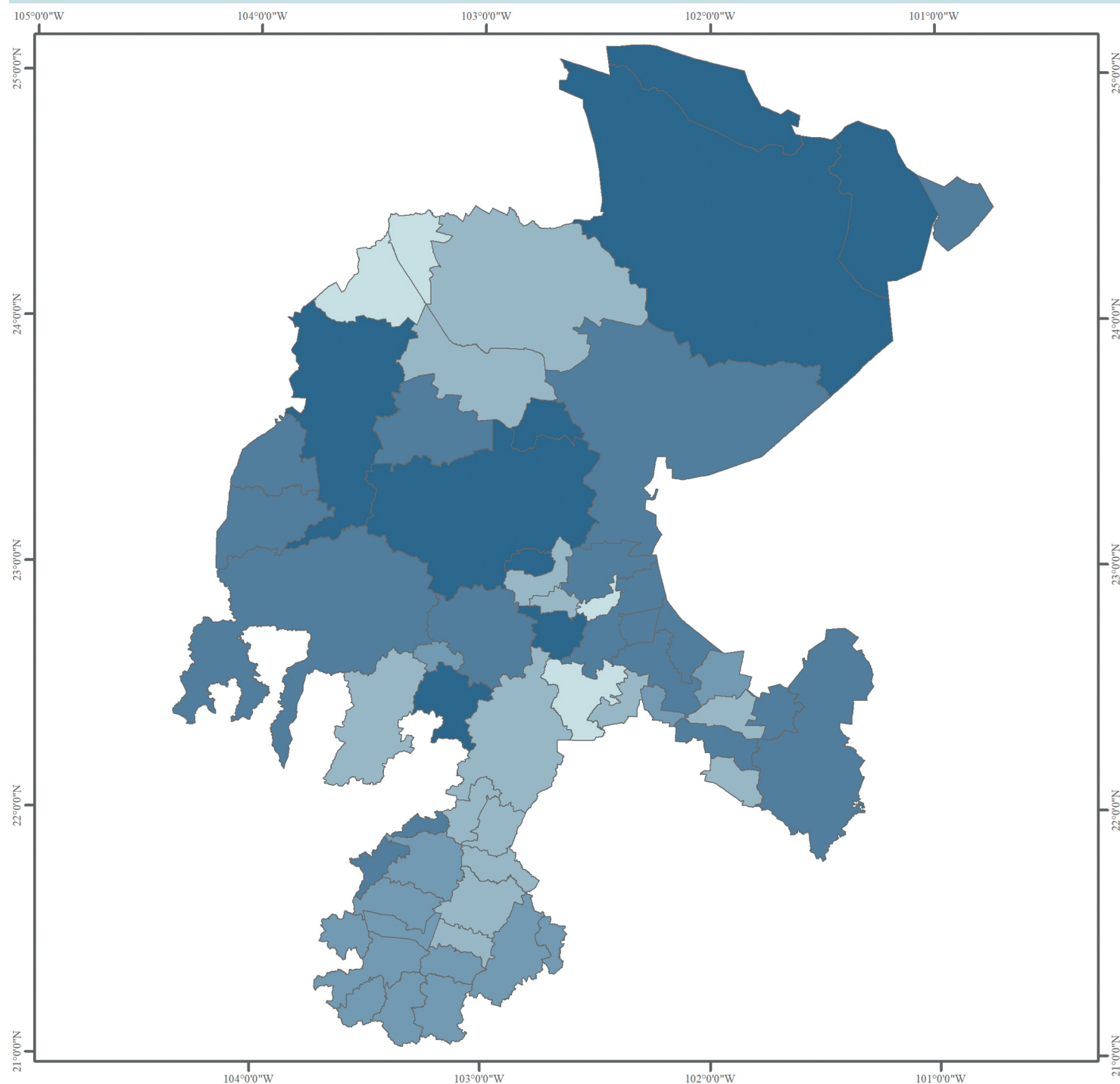
Este problema de salud pública tiene una alta prevalencia en las personas mayores de 40 años de edad, aunque puede presentarse en el grupo de 24 a 30 años. La Organización Mundial de la Salud (WHO, por sus siglas en inglés) reporta un caso de cada cuatro hombres y uno por cada cinco mujeres (WHO, 2022a). En México, tiene una dinámica espacial heterogénea a lo largo del territorio con una prevalencia mayor a 30 % (Campos-Nonato *et al.*, 2019).

Zacatecas registró en el periodo de estudio un total de 20 839 casos, lo que representa el 34.75 % del total de enfermedades crónicas registradas en el estado.

Herrera García F., González-Curiel Irma E., *et al.*, (2021) encontraron que un 11.48 % de la población tamizada en Zacatecas presentaba HTA como condición de salud previa a padecer COVID-19. Cabe señalar que en ausencia de comorbilidad la prevalencia de letalidad en COVID-19 es 3.8 % y que en presencia de HTA incrementa a 15.6 % (Ángeles Correa MG, *et al.*, 2022).

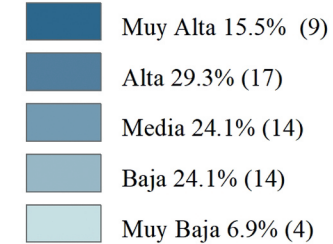
MAPA 7 HIPERTENSIÓN ARTERIAL 2020-2022 AMBOS SEXOS

Riesgo suavizado - Probabilidad posterior >1



En el mapa 7 del riesgo suavizado *a posteriori* para ambos sexos se identifica un exceso de riesgo al nororiente del estado, en los municipios de Melchor Ocampo, Mazapil y Concepción del Oro; al centroponiente de Sombrerete, Fresnillo, Cañitas de Felipe Pescador, General Enrique Estrada y Zacatecas y al sur en Tepetongo.

Riesgo suavizado (PP>1)



N= 58 municipios

Escala gráfica (km)

*Autor:*

Dra. Mónica Terán Hernández
Research Affiliate, CDDRL. Stanford University
UASLP-UAZ

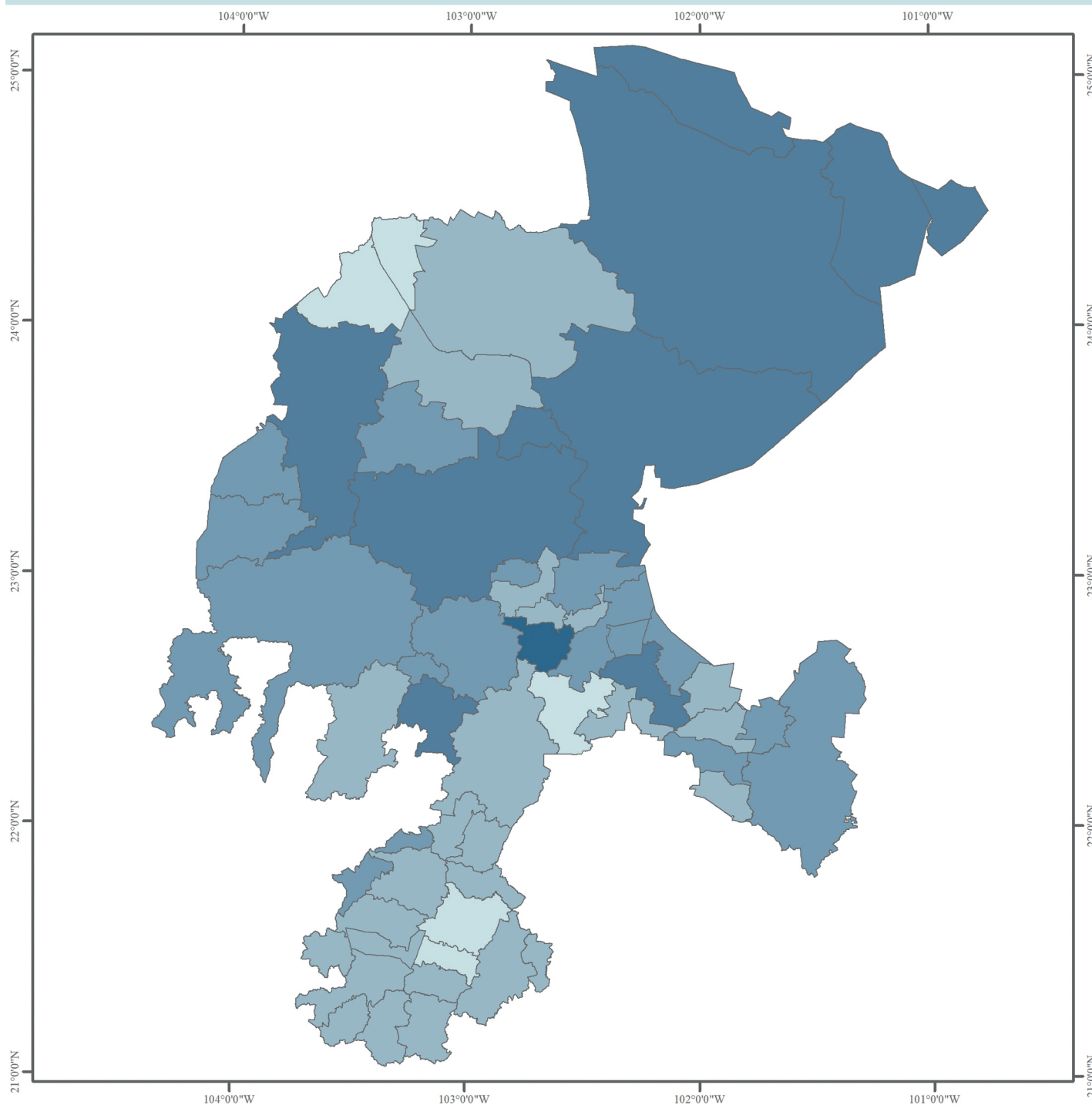
Fuente.

Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría de Salud del Estado de Zacatecas, SSZ
 Acumulados SARS-CoV2- COVID19 positivos 2000-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020
 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

MAPA 8 HIPERTENSIÓN ARTERIAL 2020-2022 MUJERES

Riesgo suavizado - Probabilidad posterior >1



En mujeres, el mapa 8 muestra un exceso de riesgo en el 18.9 % de los municipios, principalmente en Zacatecas, donde llama la atención el clúster al centro-orientado conformado por diez municipios.

Riesgo suavizado (PP>1)

- Muy Alta 1.7% (1)
- Alta 17.2% (10)
- Media 27.6% (16)
- Baja 44.8% (26)
- Muy Baja 8.6% (5)

N= 58 municipios

Escala gráfica (km)



Autor:

Dra. Mónica Terán Hernández
Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
UASLP-UAZ

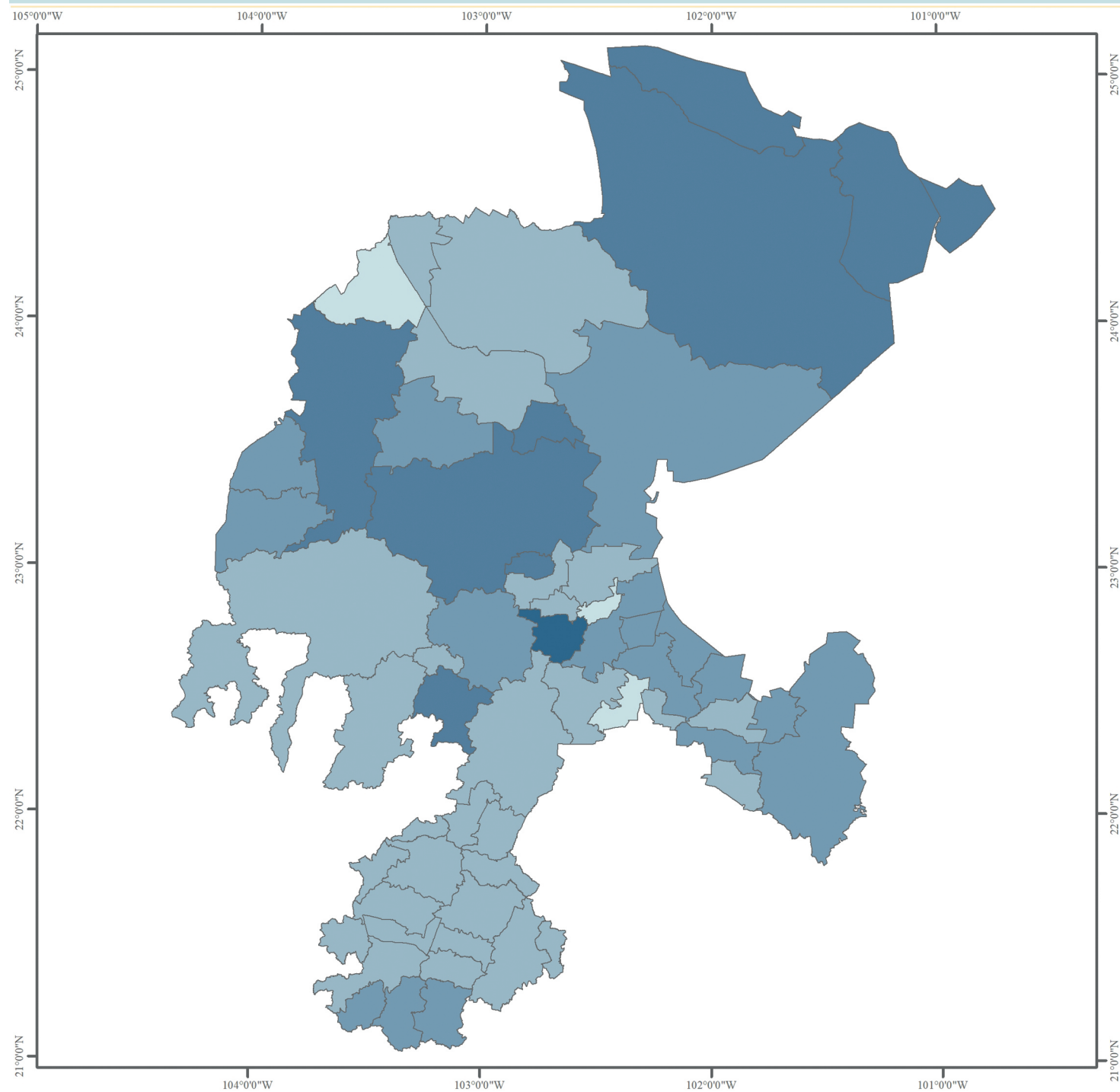
Fuente:

Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría de Salud del Estado de Zacatecas, SSZ Acumulados SARS-CoV2- COVID19 positivos 2000-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

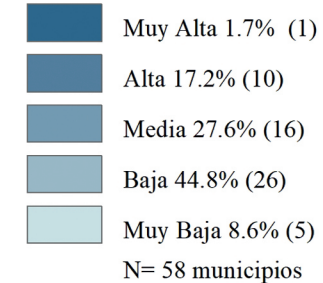
MAPA 9 HIPERTENSIÓN ARTERIAL 2020-2022 HOMBRES

Riesgo suavizado - Probabilidad posterior >1



En hombres aparece un exceso de riesgo al centro.

Riesgo suavizado (PP>1)



Escala gráfica (km)



Autor:

Dra. Mónica Terán Hernández
Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
UASLP-UAZ

Fuente:

Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría de Salud del Estado de Zacatecas, SSZ Acumulados SARS-CoV2- COVID19 positivos 2000-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

Diabetes mellitus

En México, la diabetes (DM) es la primera causa de muerte entre las mujeres y la segunda entre los hombres. Es una enfermedad de primordial importancia para la salud pública, por ser la enfermedad no transmisible más común. Además, es la comorbilidad más frecuente en los casos de COVID-19.

A nivel nacional se reporta una prevalencia de 10.32 en población de 20 años y más. Zacatecas reportó una prevalencia entre 9.89 a 10.90. Para el 2020, la tasa de mortalidad fue de 11.95 por cada 10 mil habitantes, afectando con mayor medida a las personas de 65 años y más. Ese estado reportó una tasa entre 9.26 y 11.42. La Pandemia tuvo un efecto en el incremento de la mortalidad en general de enero a septiembre de 2021 (Inegi, 2022, 2021b).

Zacatecas registró en el periodo de estudio un total de 13 692 casos, lo que representa el 22.8 % del total de enfermedades crónicas registradas en el estado.

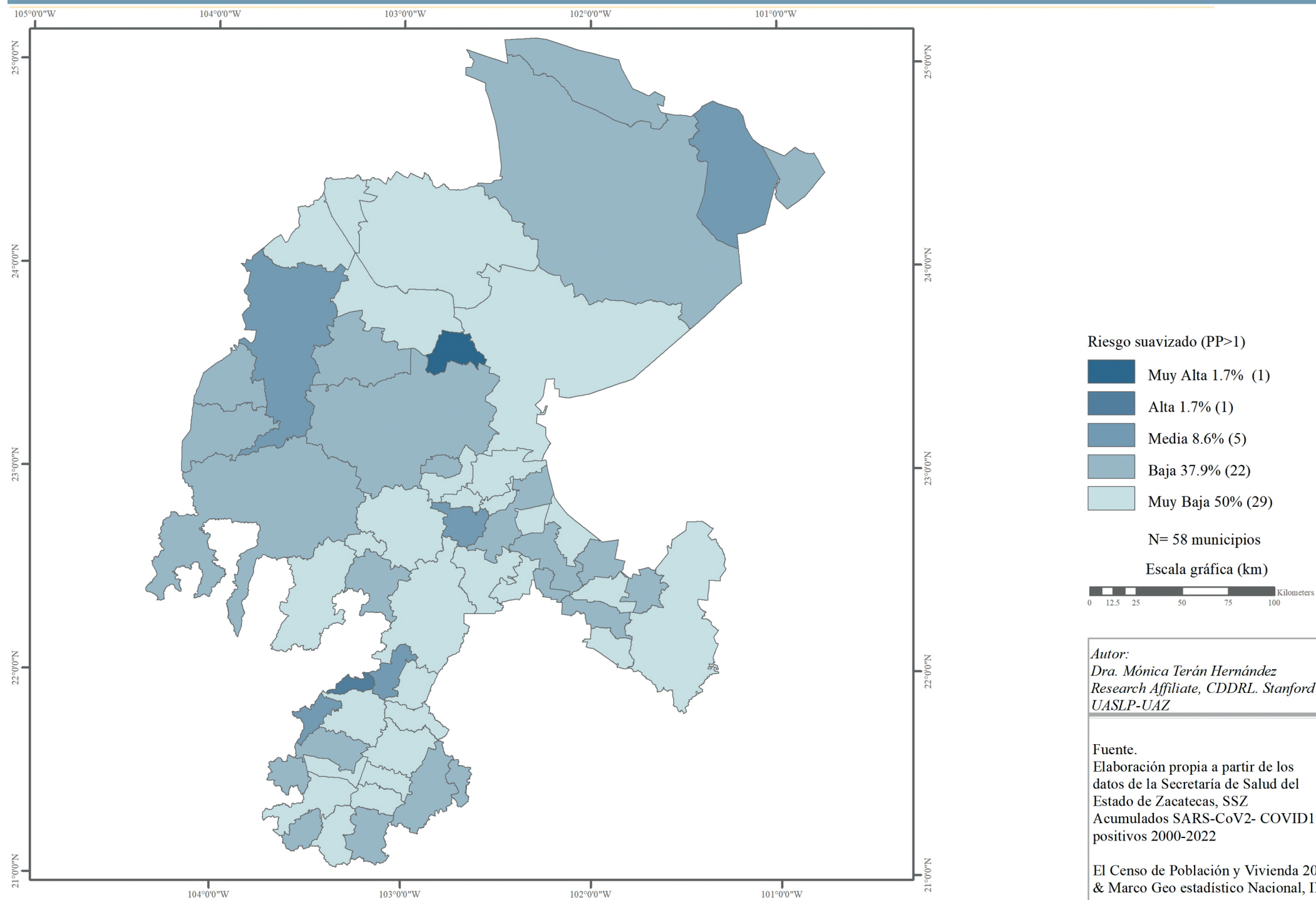
Herrera García F., González-Curiel Irma E., *et. al.*, (2021) encontraron que un 7.17 % de la población tamizada en Zacatecas presentaba DM como condición de salud previa a padecer COVID-19.

Como ya se mencionó, el incremento de la ACE2 en la membrana celular está favorecido por el desarrollo de enfermedades como diabetes, la ACE2 aumenta el riesgo ante el COVID-19. Existe un estado inflamatorio crónico sistémico de menor intensidad, pero persistente, que en conjunto con la inflamación aguda por COVID-19 ocasiona mayor riesgo de respuesta inflamatoria incontrolada y excesiva, escenario que puede asociarse a un mal pronóstico. En ausencia de comorbilidad la prevalencia de letalidad en COVID-19 es 3.8 %; en presencia de DM incrementa a 15.8 % (Ángeles Correa MG, *et. al.*, 2022).

En el mapa 10 del riesgo suavizado *a posteriori* para ambos sexos y en mujeres se identifica un exceso de riesgo en Cañitas de Felipe Pescador, al centro-poniente del estado, y Momax, al sur. En mujeres, el mapa muestra dos conglomerados importantes: uno al sur y otro al centro poniente (mapa 11). En hombres, aparece un patrón totalmente diferente con exceso de riesgo al centro en Zacatecas y al poniente en Sombrerete. Llama la atención que más del 50 % de los municipios agrupan el mayor riesgo (mapa 12). Al respecto, Correa y colaboradores (2022) reportan que a nivel nacional hay un predominio de DM en hombres. Lo cual se evidencia en nuestro patrón espacial observado.

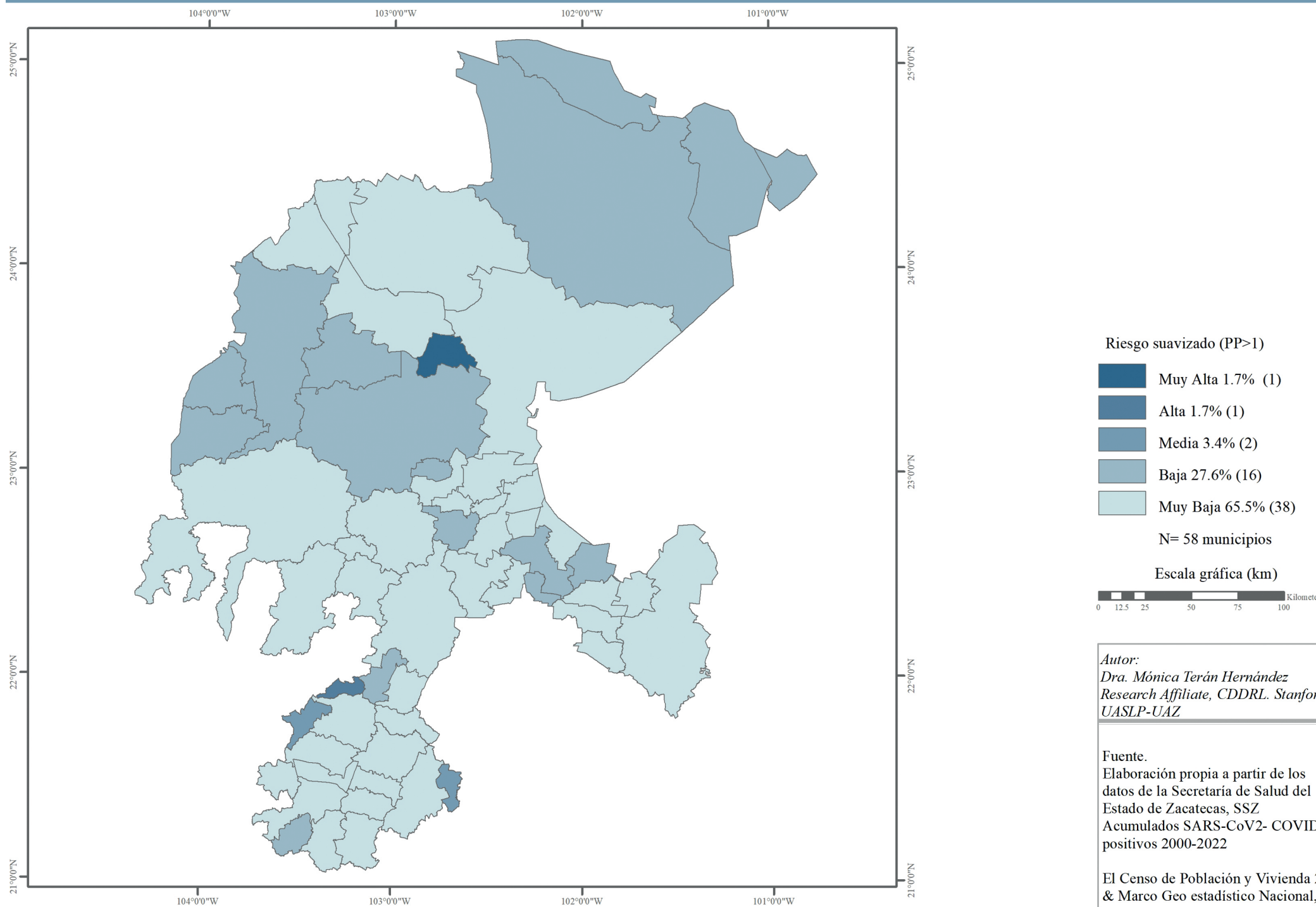
MAPA 10 DIABETES MELLITUS 2020-2022

Riesgo suavizado - Probabilidad posterior >1



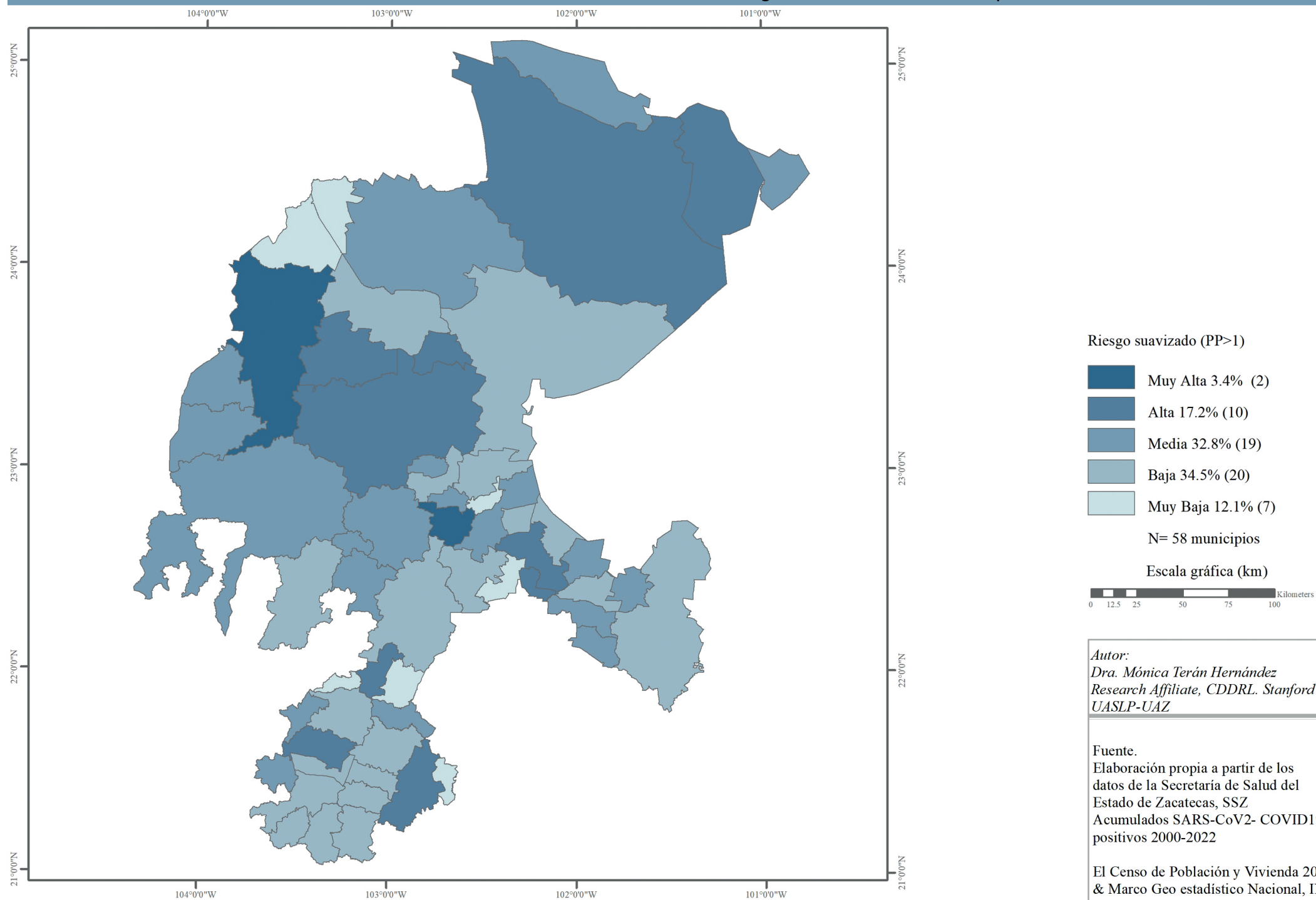
MAPA 11 DIABETES MELLITUS 2020-2022 MUJERES

Riesgo suavizado - Probabilidad posterior >1



MAPA 12 DIABETES MELLITUS 2020-2022 HOMBRES

Riesgo suavizado - Probabilidad posterior >1



Asma

En México, el 8 % de la población vive con asma, padecimiento que se ubica dentro de las primeras 20 causas de enfermedad (Gobierno de México, 2020).

El asma es una de las enfermedades que complican la infección por COVID-19 y aumenta el riesgo de síntomas más severos, específicamente el grave de fenotipo neutrofílico (Rome-ro-Nájera Danelly Estefanía, *et. al.*, 2021). Cabe señalar, que las personas con tratamiento adecuado tienen resultados de COVID-19 menos graves que las personas con asma no controlada (Huang *et al.*, 2021).

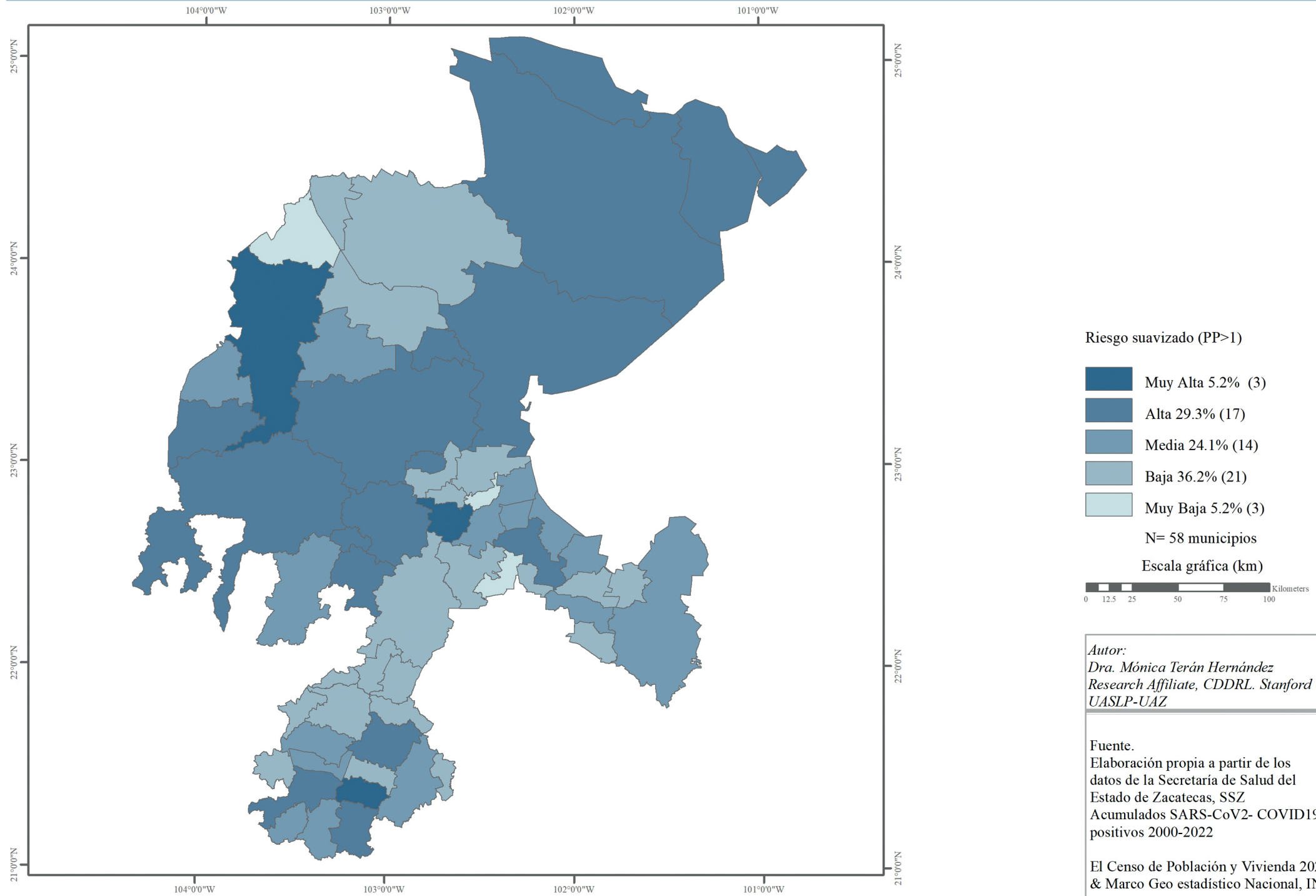
Los pacientes con asma leve expresan menos receptores de la ACE2 y aquellos con asma neutrofílica expresan mayor proporción, lo que sugiere presentaciones más severas de COVID-19. El tratamiento convencional del asma modula la respuesta inmunitaria del SARS-CoV-2-COVID-19, por lo cual, los pacientes con asma controlados tienen manifestaciones no graves de COVID-19, aunque los mecanismos no están claros (López-Tiro *et al.*, 2022a; Sarioğlu, 2020).

Se ha demostrado que la eosinofilia y la inflamación de linfocitos TH2, debido a su efecto inmunológico antivírico son factores protectores contra SARS-CoV-2-COVID-19 severo (López-Tiro *et al.*, 2022b).

Zacatecas registró en el período de estudio un total de 11 143 casos, representa el 18.6 % del total de enfermedades crónicas registradas en el estado.

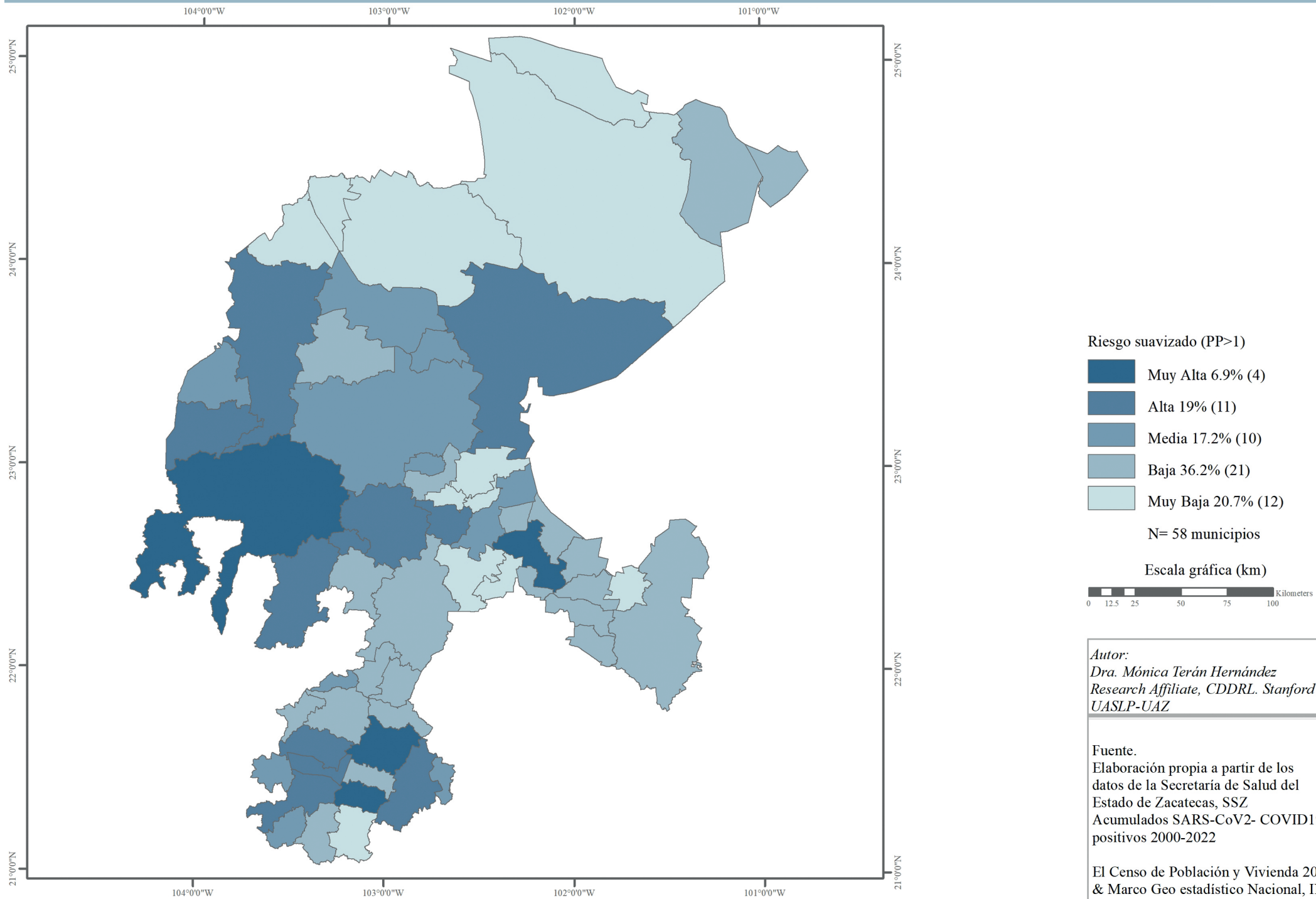
Herrera García, González Curiel y colaboradores (2021), encontraron que un 3.83 % de la población tamizada en Zacatecas presentaba asma como condición de salud previa a padecer COVID-19.

La evidencia actual disponible señala que el 9 % de la mortalidad entre los pacientes con COVID-19 tenían antecedentes de asma. La gravedad y la mortalidad de los pacientes con comorbilidad de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) tuvieron una mortalidad mayor que los pacientes con comorbilidad de asma (Waszczykowska *et al.*, 2021). Esta podría ser un área de oportunidad de suma importancia para futuros estudios similares.

MAPA 13 ASMA 2020-2022**Riesgo suavizado - Probabilidad posterior >1**

MAPA 14 ASMA 2020-2022 MUJERES

Riesgo suavizado - Probabilidad posterior >1



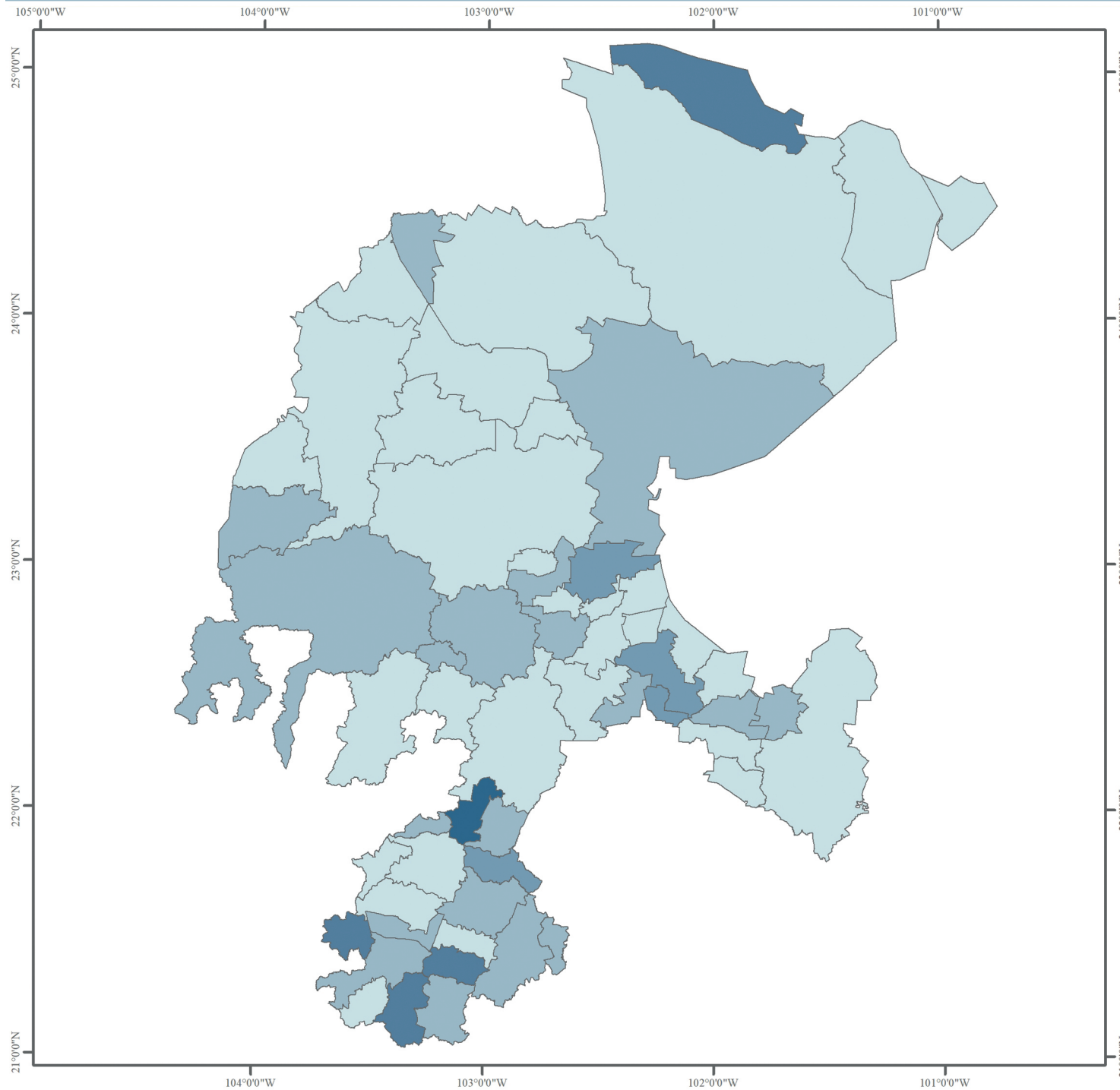
Autor:
 Dra. Mónica Terán Hernández
 Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
 UASLP-UAZ

Fuente:
 Elaboración propia a partir de los
 datos de la Secretaría de Salud del
 Estado de Zacatecas, SSZ
 Acumulados SARS-CoV2- COVID19
 positivos 2000-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020
 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

MAPA 15 ASMA 2020-2022 HOMBRES

Riesgo suavizado - Probabilidad posterior >1



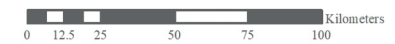
En el mapa 13 del riesgo suavizado *a posteriori* para ambos sexos se identifica un exceso de riesgo en Sombrerete, al poniente, en Zacatecas al Centro y en Juchipila. En mujeres, el mapa 14 muestra un exceso de riesgo en los municipios de Valparaíso (al poniente), Ojo-caliente (al oriente) y al sur en Jalpa y Juchipila. En hombres aparece un patrón totalmente diferente con exceso de riesgo al sur, en el Plateado de Joaquín Amaro, y con riesgo alto al norte, en Melchor Ocampo, y al sur, en Benito Juárez, Juchipila y Mezquital del Oro.

Riesgo suavizado (PP>1)

- Muy Alta 1.7% (1)
- Alta 6.9% (4)
- Media 6.9% (4)
- Baja 32.8% (19)
- Muy Baja 51.7% (30)

N= 58 municipios

Escala gráfica (km)



Autor:
 Dra. Mónica Terán Hernández
 Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
 UASLP-UAZ

Fuente:
 Elaboración propia a partir de los
 datos de la Secretaría de Salud del
 Estado de Zacatecas, SSZ
 Acumulados SARS-CoV2- COVID19
 positivos 2000-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020
 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

Violencia familiar

La violencia familiar se ha convertido en un grave problema de salud pública por los daños a la salud física y mental que ésta ocasiona. Esta modalidad de la violencia se exacerbó durante la pandemia de SARS-CoV2-COVID-19; COVID-19 ha tenido consecuencias en las familias mexicanas y de todo el mundo debido al confinamiento y lo que conlleva: el encierro, la restricción de movilidad, la incertidumbre, el estrés, la presión por la situación económica, el cambio de roles de poder, la educación a distancia de manera improvisada y, por ende, la necesidad de las madres de abandonar sus empleos para regresar al cuidado del hogar y de los hijos, la pérdida de empleo, entre otros, que se consideran detonantes de la violencia.

El Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública registró de enero a marzo de 2020 3 963 866 llamadas al 911, de las cuales, las llamadas por incidentes en seguridad representaron el 60.68 %. La cuarta posición de estos incidentes la ocupa la violencia familiar; las llamadas por violencia familiar han ido en aumento a nivel nacional desde inicios de la pandemia (Gómez & Sánchez, 2020).

Existen varios tipos de manifestaciones de violencia dentro del hogar como la física, psicológica, económica, patrimonial, sexual infantil, sexual de género, pareja y otras (Banavim, 2022; WHO, 2022b).

El Banco nacional de datos e información sobre Casos de Violencia contra las Mujeres (Banavim, 2022) reporta una prevalencia de 1 199 252 casos registrados a nivel nacional, en donde el 74.78 % de los casos son agresores hombres, un 3.62 % agresores mujeres y un 21.59 % sexo no especificado. En Zacatecas la prevalencia es 38 551 casos registrados con un patrón similar al nacional, donde el mayor porcentaje de la violencia es perpetuada por agresores hombres, en 85.62 %. Cabe señalar que en el estado, la violencia familiar es la principal modalidad, y dentro de los tipos de violencia registrados son: psicológica, física, económica y sexual (Banavim, 2022)¹.

La violencia familiar es un problema que aumentó en tiempos de pandemia, por distanciamiento social obligatorio o confinamiento por COVID-19 (Bedoya Paucar *et al.*, 2020; Espi-

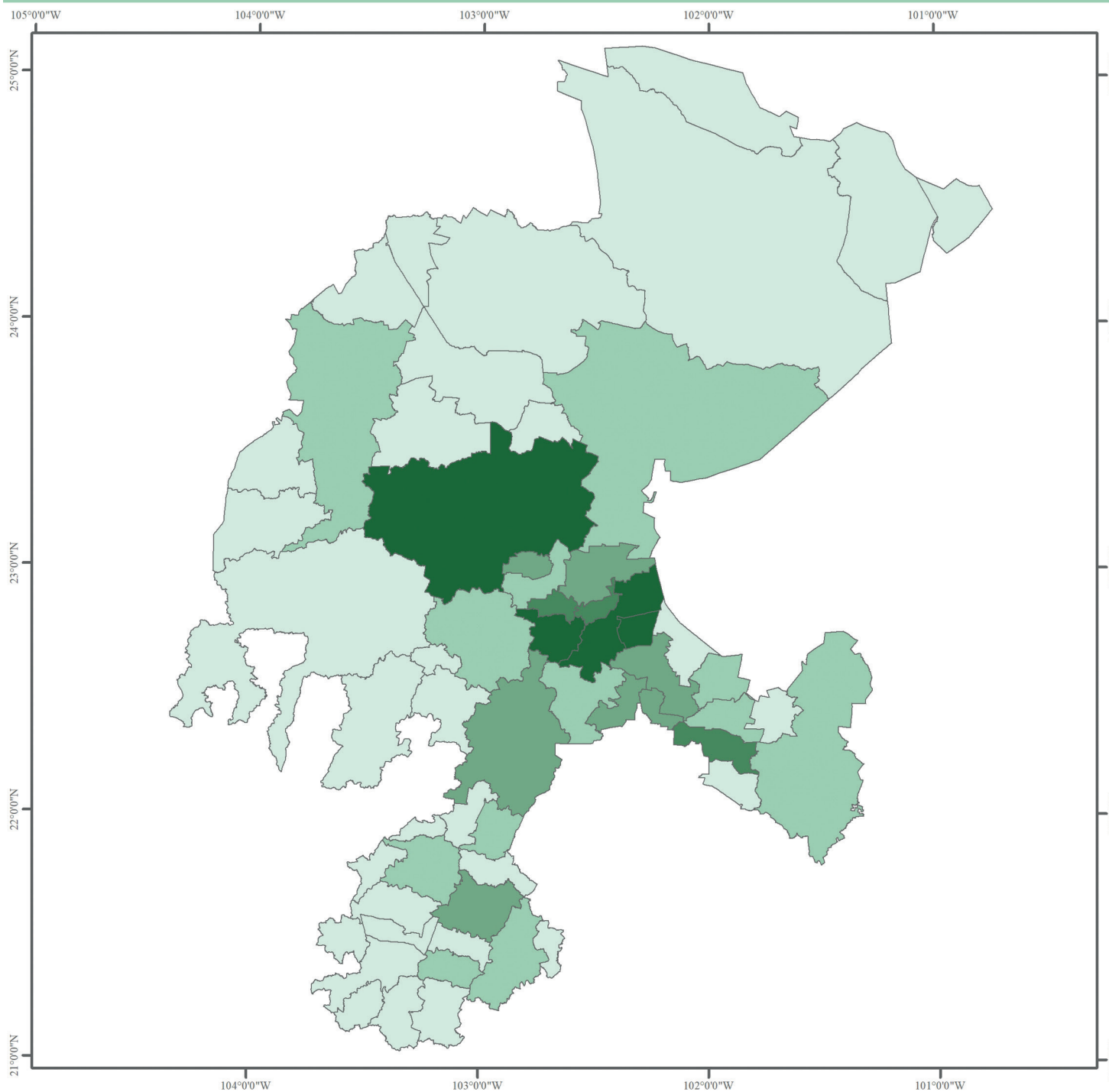
¹ Información proporcionada por los miembros del Sistema Nacional para Prevenir, Atender, Sancionar y Erradicar la Violencia contra las Mujeres (SNPASEVM) y las instituciones de gobierno de las entidades federativas.

noza Rocha *et al.*, 2021; Gómez & Sánchez, 2020; Terán & Bravo, 2020; Trajano *et al.*, 2021). Cabe señalar que existen factores que predisponen este tipo de violencia como: las tendencias culturales machistas de transmisión intergeneracional de los países latinoamericanos, el nivel educativo y socioeconómico, el abuso de sustancias, entre otros (López-Hernández y Rubio-Amores, 2020).

La exposición a la violencia puede aumentar el riesgo a fumar, consumir alcohol o usar drogas, sufrir enfermedades mentales o tendencias de suicidio, así como enfermedades crónicas (como del corazón, diabetes o cáncer), infecciosas (como VIH) y problemas sociales como el crimen o más violencia (WHO, 2022b).

Sin embargo, la violencia se puede prevenir. Estudios de la evaluación del comportamiento de la violencia ante COVID-19, bajo un análisis espacial, aluden que existen agentes del entorno que podrían estar relacionados con determinantes sociales de la salud, así como con el origen de este padecimiento, que son la base para establecer e incrementar en escala intervenciones focalizadas que resultan más efectivas (Singer Merrill, 2020).

MAPA 16 LLAMADAS AL 911 POR VIOLENCIA FAMILIAR Y VIOLENCIA DE GÉNERO Riesgo suavizado - Probabilidad posterior >1



En el mapa 16 del riesgo suavizado *a posteriori* se identifica un exceso de riesgo en Fresnillo, Zacatecas, Guadalupe y Trancoso, al centro del estado; con riesgo alto, principalmente al suroriente, en el municipio de Loreto, y al centro, en Morelos y Vetagrande.

Riesgo suavizado (PP>1)

	Muy Alta 6.9% (4)
	Alta 5.2% (3)
	Media 12.1% (7)
	Baja 20.7% (12)
	Muy Baja 55.2% (32)



Autor:
 Dra. Mónica Terán Hernández
 Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
 UASLP-UAZ

Fuente:
 Elaboración propia a partir de los
 datos de la Secretaría de Seguridad Pública
 (SSP) de Gobierno del Estado 2020-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020
 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

Resultados

II. Análisis de conglomerados

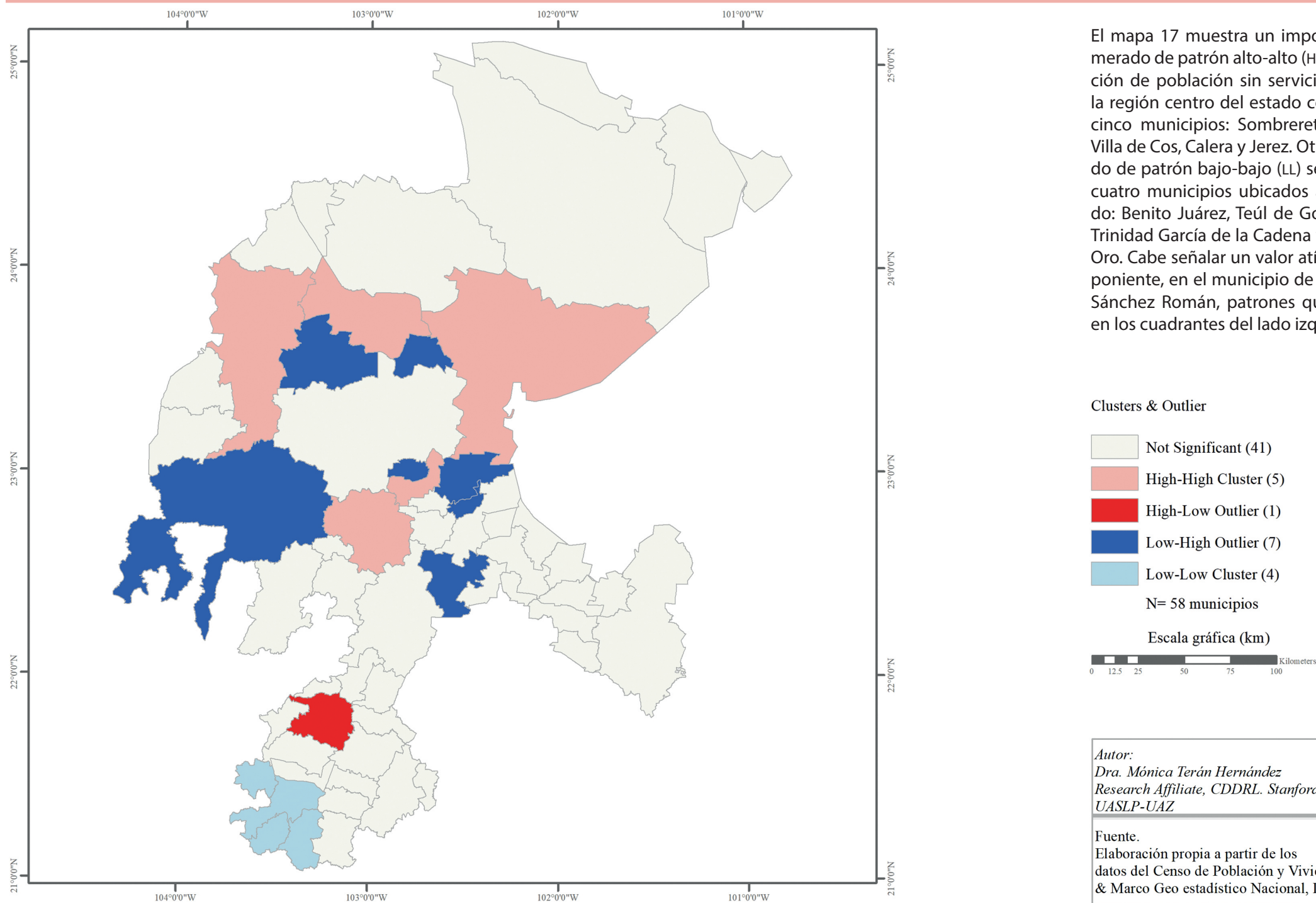
Al aplicar el Índice Global de Moran entre los 58 municipios que conforman el estado de Zacatecas con referencia a las variables de estudio se encontró una autocorrelación espacial global significativa en cinco variables (tabla 1).

TABLA 1 Significancia Estadística del Índice Global de Moran de las variables evaluadas $p < 0.05$ *

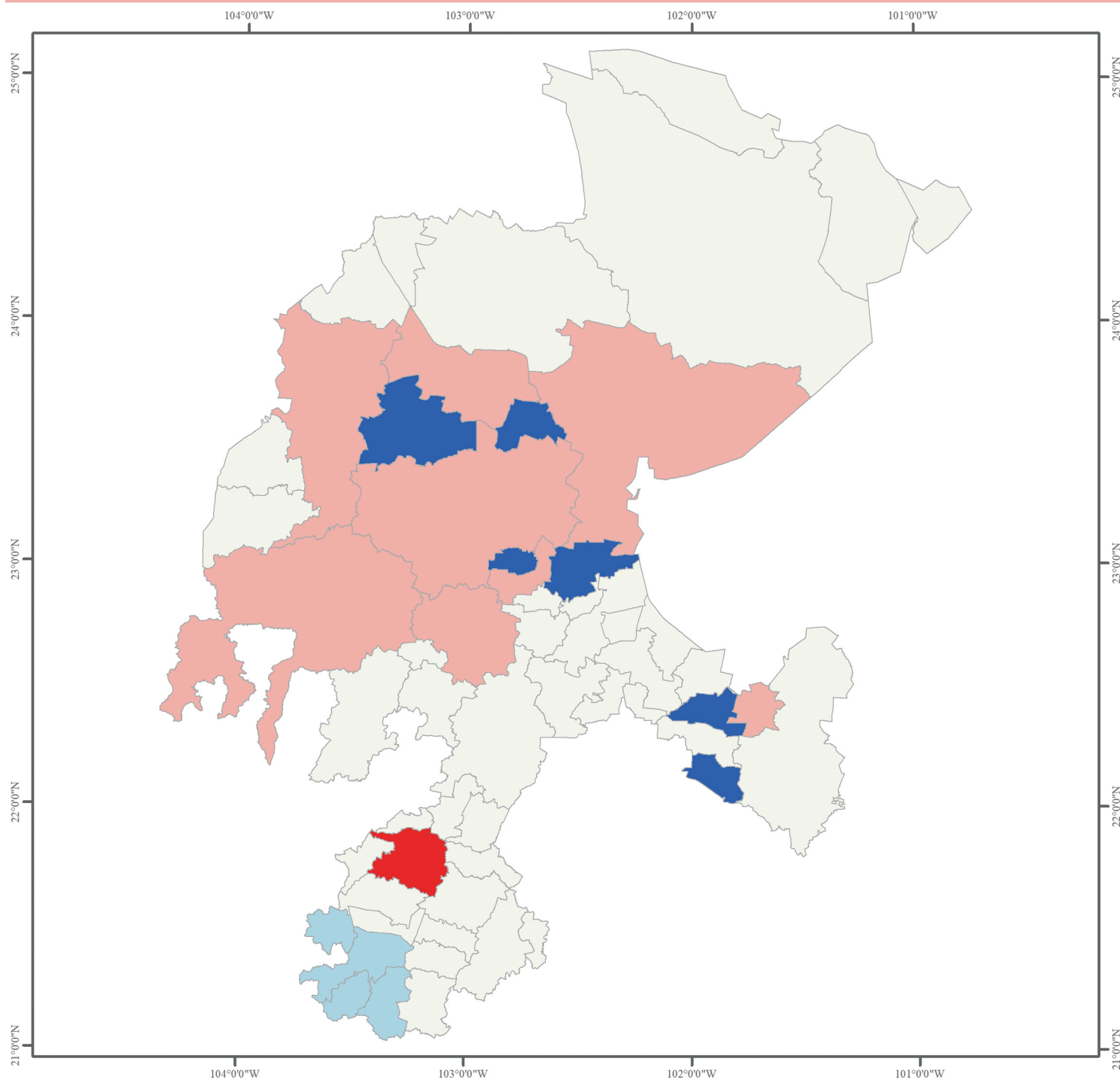
CARACTERÍSTICA	INDEX	<i>p-value</i>
<i>Sociodemográficas</i>		
MUJER	0.104199	0.091699
HOMBRE	0.106863	0.087226
SIN SERVICIOS DE SALUD	0.140001	0.032520*
MARGINACIÓN	0.078486	0.253677
ANALFABETISMO	0.170033	0.014019*
<i>Salud: Comorbilidades</i>		
OBESIDAD	0.099490	0.013064*
DIABETES MELLITUS (DM)	0.139314	0.038596*
HIPERTENSIÓN	0.096449	0.108479
ASMA	0.094102	0.115764
LLAMADAS 911 DE VIOLENCIA FAMILIAR Y DE GÉNERO	0.351550	0.000013*

La identificación de los conglomerados y los valores atípicos locales de cada una de las cinco variables con autocorrelación significativa (Moran's I $p < 0.05$) se presentan en los siguientes diagramas de dispersión; donde Q1 representa el conglomerado alto-alto, Q2 el conglomerado bajo-bajo, Q3 el outlier alto-bajo y Q4 el outlier bajo-alto. Se acompañan de sus respectivos mapas de conglomerados.

MAPA 17 PROPORCIÓN DE POBLACIÓN SIN SERVICIOS DE SALUD: CONGLOMERADOS LOCALES



MAPA 18 PROPORCIÓN DE POBLACIÓN ANALFABETA: CONGLOMERADOS LOCALES



El mapa 18 muestra un importante conglomerado de patrón HH de la proporción de población analfabeta en la región centro poniente del estado conformado por ocho municipios: Sombrerete, Río Grande, Villa de Cos, Fresnillo, Calera, Jerez, Villahidalgo y Valparaíso. Otro conglomerado de patrón LL se conforma por cuatro municipios ubicados al sur del estado: Benito Juárez, Teúl de González Ortega, Trinidad García de la Cadena y Mezquital del Oro. Cabe señalar un valor atípico (HL) al surponiente, en el municipio de Talténango de Sánchez Román.

Clusters & Outlier

- Not Significant (39)
- High-High Cluster (8)
- High-Low Outlier (1)
- Low-High Outlier (6)
- Low-Low Cluster (4)

N= 58 municipios

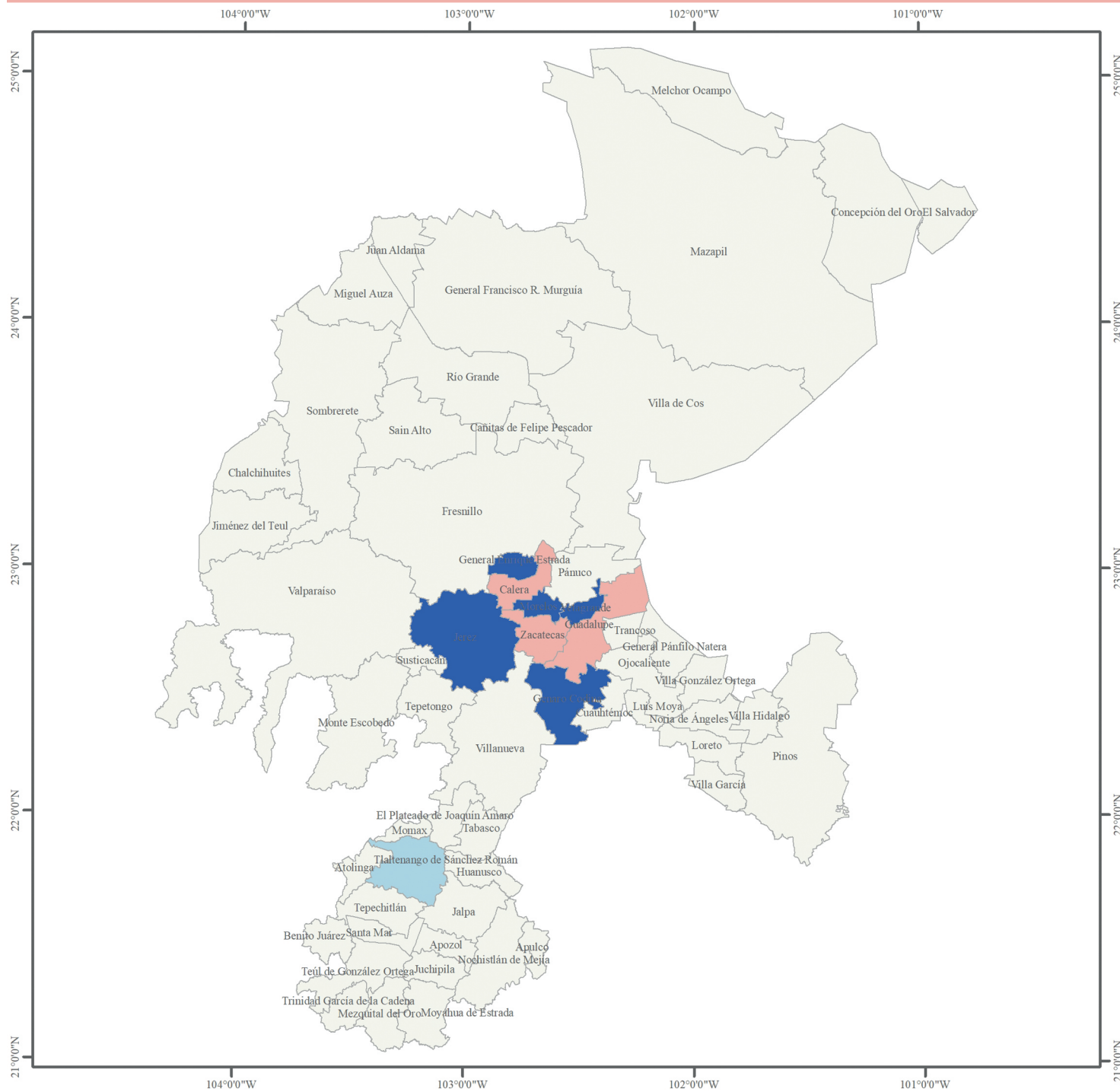
Escala gráfica (km)



Autor:
Dra. Mónica Terán Hernández
Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
UASLP-UAZ

Fuente.
Elaboración propia a partir de los
datos del Censo de Población y Vivienda 2020
& Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

MAPA 19 OBESIDAD 2020-2022: CONGLOMERADOS LOCALES



La distribución de la tasa bayesiana de obesidad muestra un patrón HH conformado por tres municipios localizados al centro-oriente: Calera, Zacatecas y Guadalupe. Otro conglomerado de patrón LL lo conforma el municipio de Tlaltenango de Sánchez Román, al sur del estado.

Clusters & Outlier Obesidad

- Not Significant (49)
- High-High Cluster (3)
- High-Low Outlier (0)
- Low-High Outlier (5)
- Low-Low Cluster (1)

N= 58 municipios

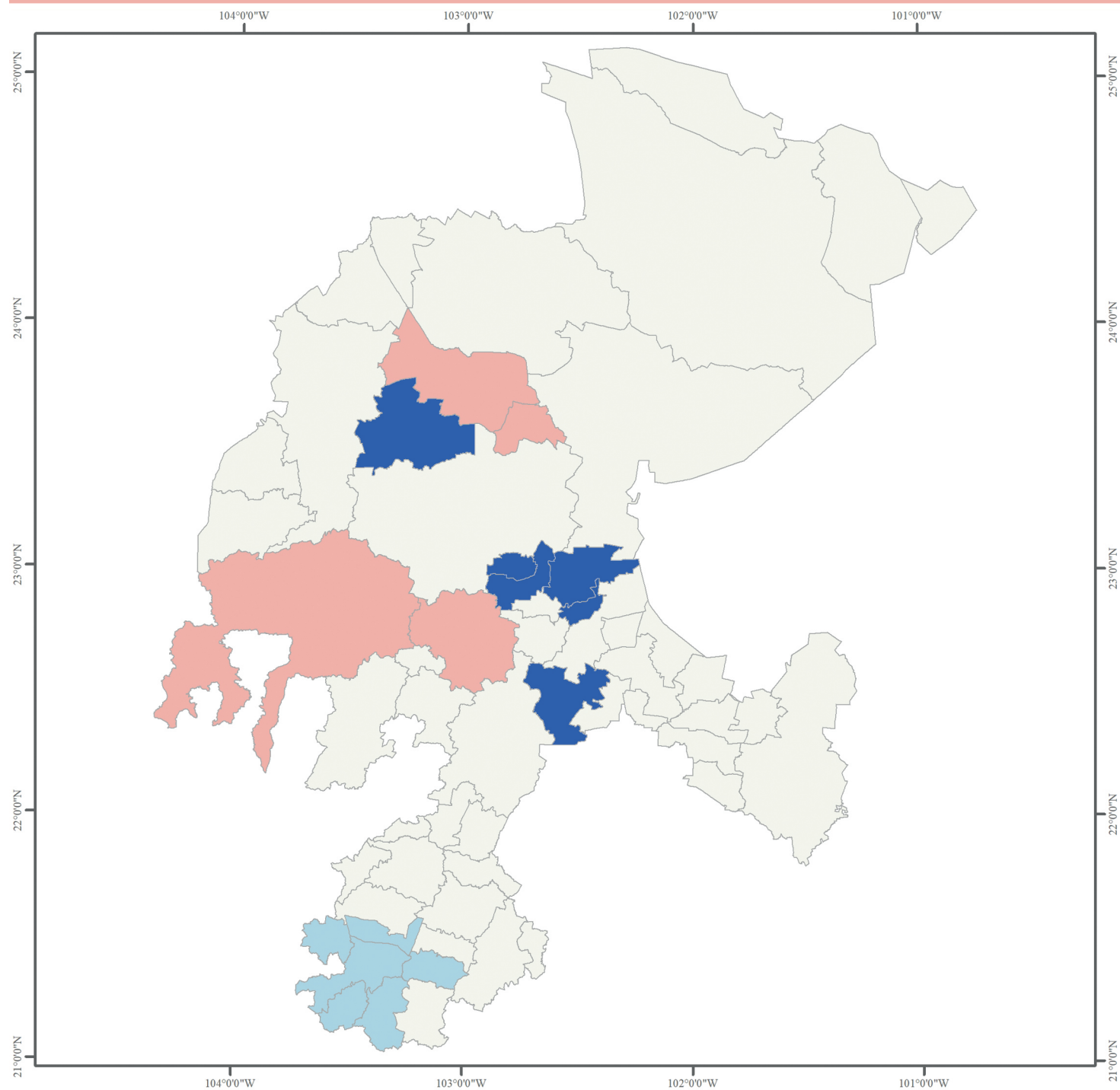
Escala gráfica (km)



Autor:
 Dra. Mónica Terán Hernández
 Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
 UASLP-UAZ

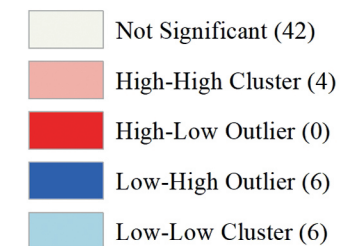
Fuente.
 Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría de Salud del Estado de Zacatecas, SSZ
 Acumulados SARS-CoV2- COVID19 positivos 2000-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

MAPA 20 DIABETES MELLITUS 2020-2022: CONGLOMERADOS LOCALES

La distribución de la tasa bayesiana de DM muestra un patrón alto-alto conformado por 4 municipios localizados al centro-poniente: Río Grande, Cañitas de Felipe Pescador, Jerez y Valparaíso. Otro conglomerado de patrón LL se conforma por seis municipios al sur del estado: Benito Juárez, Santa Mar, Teul de González Ortega, Trinidad García de la Cadena, Juchipila y Mezquital del Oro.

Clusters & Outlier Diabetes Mellitus



N= 58 municipios

Escala gráfica (km)

*Autor:*

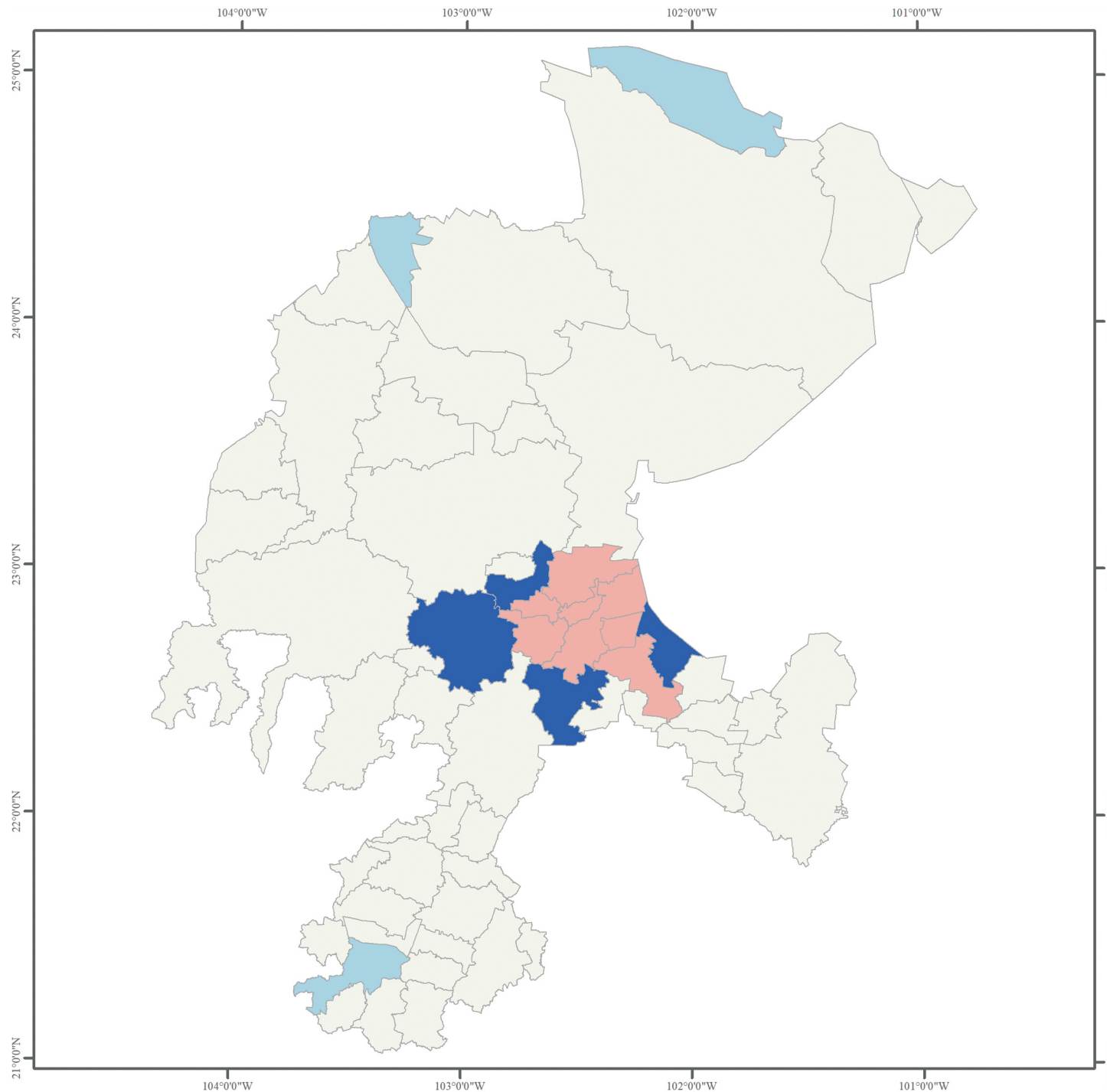
Dra. Mónica Terán Hernández
Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
UASLP-UAZ

Fuente:

Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría de Salud del Estado de Zacatecas, SSZ Acumulados SARS-CoV2- COVID19 positivos 2000-2022

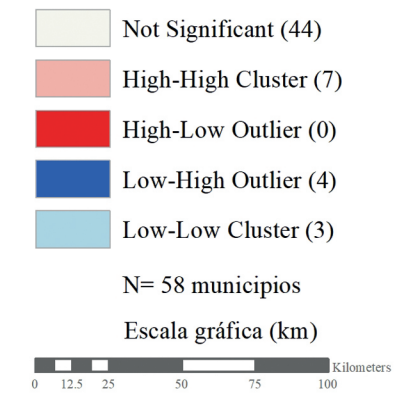
El Censo de Población y Vivienda 2020 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

MAPA 21 LLAMADAS AL 911 POR VIOLENCIA FAMILIAR Y VIOLENCIA DE GÉNERO 2020-2022: CONGLOMERADOS LOCALES



La distribución muestra un patrón HH conformado por siete municipios localizados al Centro-Oriente: Pánuco, Morelos, Zacatecas, Vetagrande, Guadalupe, Trancoso y Ojocaliente. Otro conglomerado de patrón LL se conforma por tres municipios: Al norte en Melchor Ocampo, al norponiente en Juan Aldama y al sur en Teul de González Ortega.

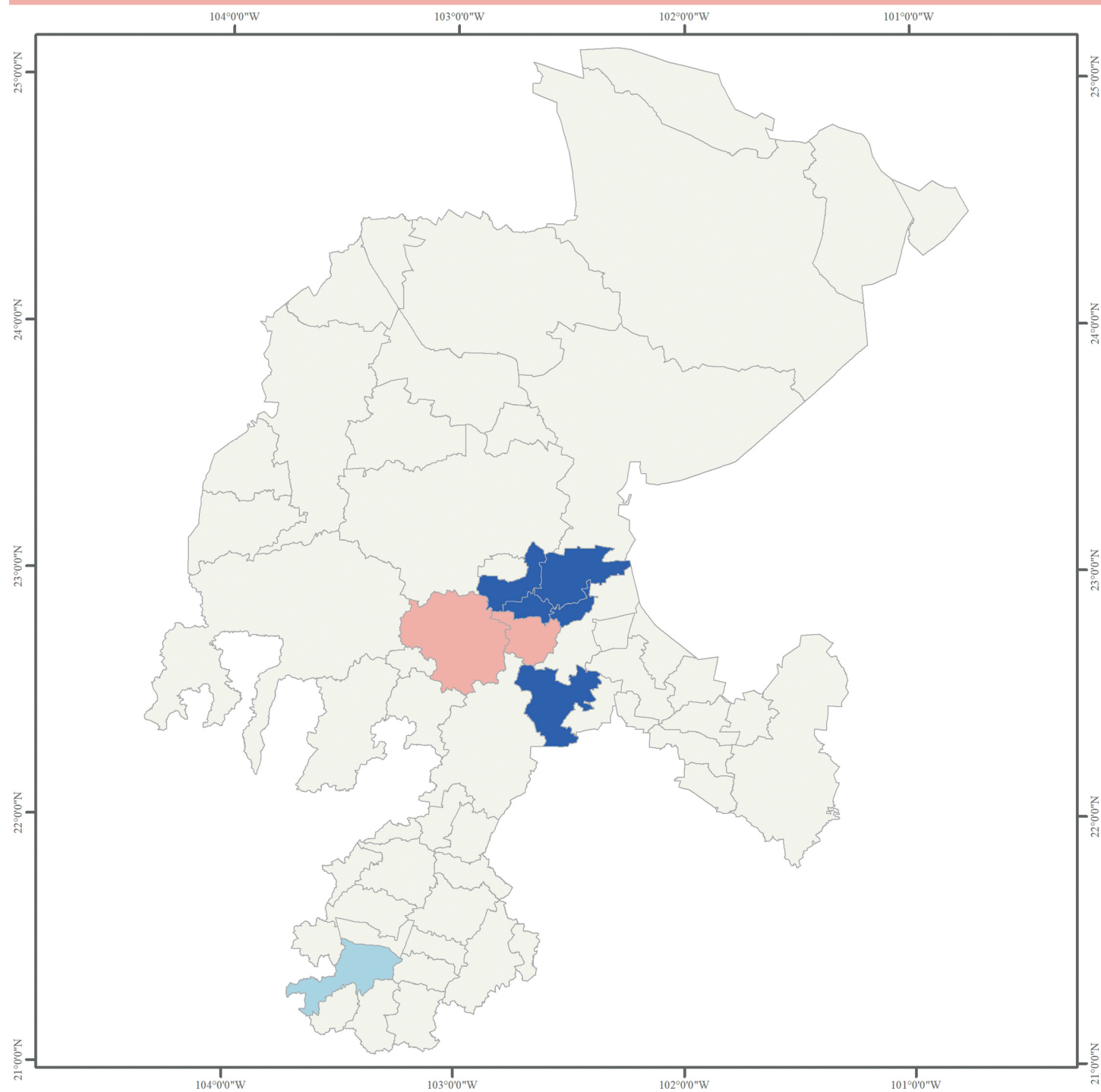
Clusters & Outlier Llamadas al 911 por violencia familiar & violencia de género



Autor:
 Dra. Mónica Terán Hernández
 Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
 UASLP-UAZ

Fuente.
 Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría de Seguridad Pública (SSP) de Gobierno del Estado 2020-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

MAPA 22 SARS-COV-2 COVID-19 2020-2022: CONGLOMERADOS LOCALES

El análisis de conglomerados de SARS-CoV2- COVID-19 para ambos sexos y en mujeres evidencia un patrón HH al centro del estado, conformado por los municipios: Jerez y Zacatecas. Y un patrón LL al sur, este conglomerado se conforma por dos municipios: Mezquital del Oro y Teul de González Ortega (mapas 22 y 23). Al analizar el patrón en hombres, el mapa 24 muestra solo un cambio en el patrón HH al centrosur del estado conformado por los municipios de Jerez, Calera y Zacatecas.

**Clusters & Outlier
SARS-COV2- COVID-19**

- Not Significant (48)
- High-High Cluster (2)
- High-Low Outlier (0)
- Low-High Outlier (6)
- Low-Low Cluster (2)

N= 58 municipios

Escala gráfica (km)


Autor:

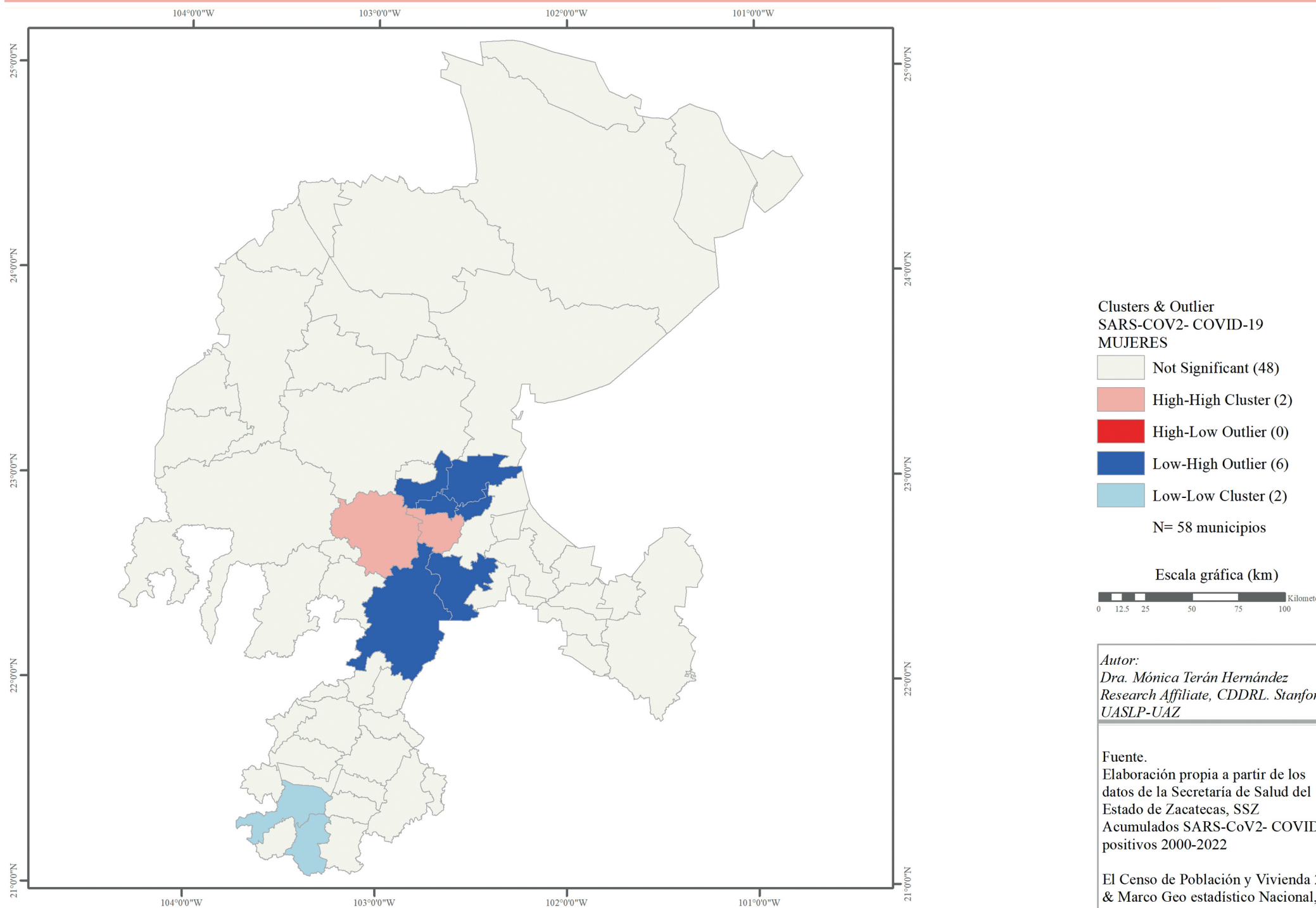
Dra. Mónica Terán Hernández
Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
UASLP-UAZ

Fuente:

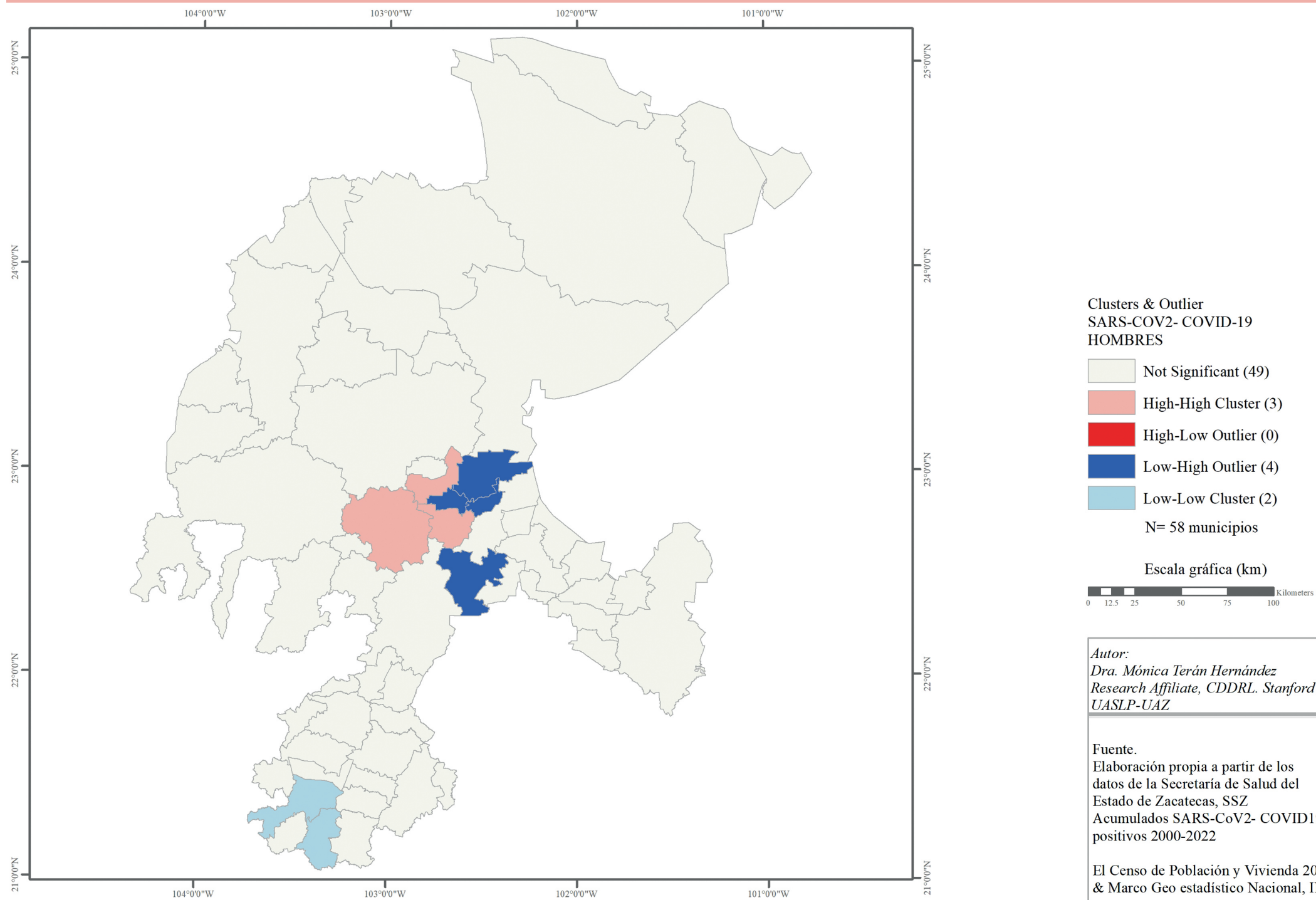
Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría de Salud del Estado de Zacatecas, SSZ Acumulados SARS-CoV2- COVID19 positivos 2000-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

MAPA 23 SARS-COV-2 COVID-19 2020-2022 EN MUJERES: CONGLOMERADOS LOCALES

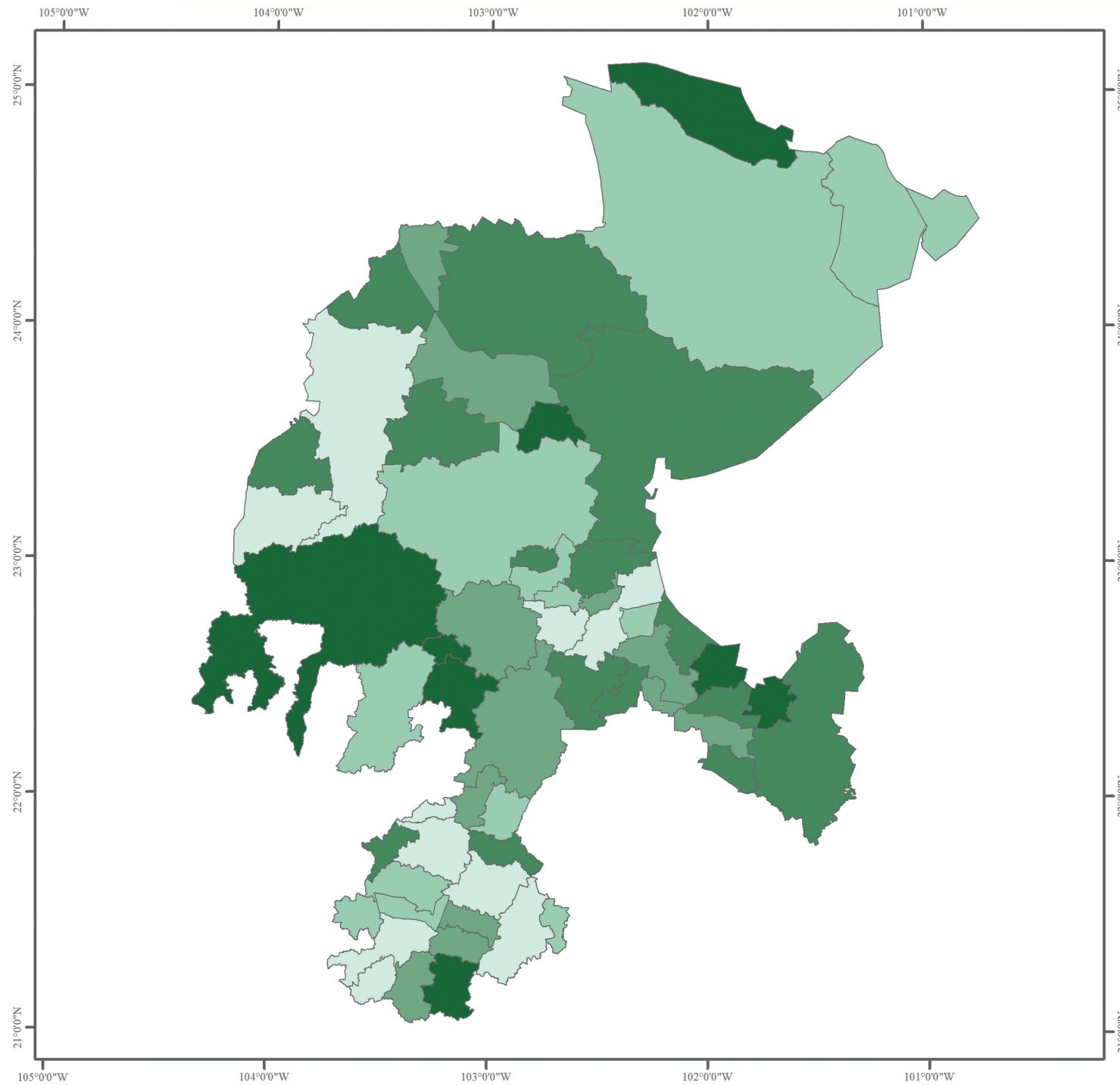


MAPA 24 SARS-COV-2 COVID-19 2020-2022 EN HOMBRES: CONGLOMERADOS LOCALES



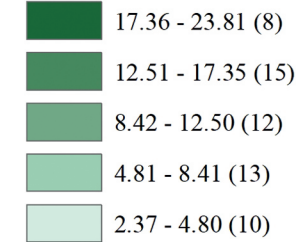
Resultados

III. Análisis de razón de letalidad SARS-CoV2-COVID-19 y conglomerados

MAPA 25 RAZÓN DE LETALIDAD SARS-COV-2 COVID-19

En el mapa 25 se observa que la distribución más alta de letalidad corresponde a ocho municipios: Melchor Ocampo al norte y Cañitas de Felipe Pescador al centronorte, Valparaíso, Sustiacán y Tepetongo al surponiente, Villa González Ortega y Villa Hidalgo al suroriente y Moyahua de Estrada al sur.

Razón de letalidad
SARS-CoV2- COVID-19



N= 58 municipios

Escala gráfica (km)



Autor:

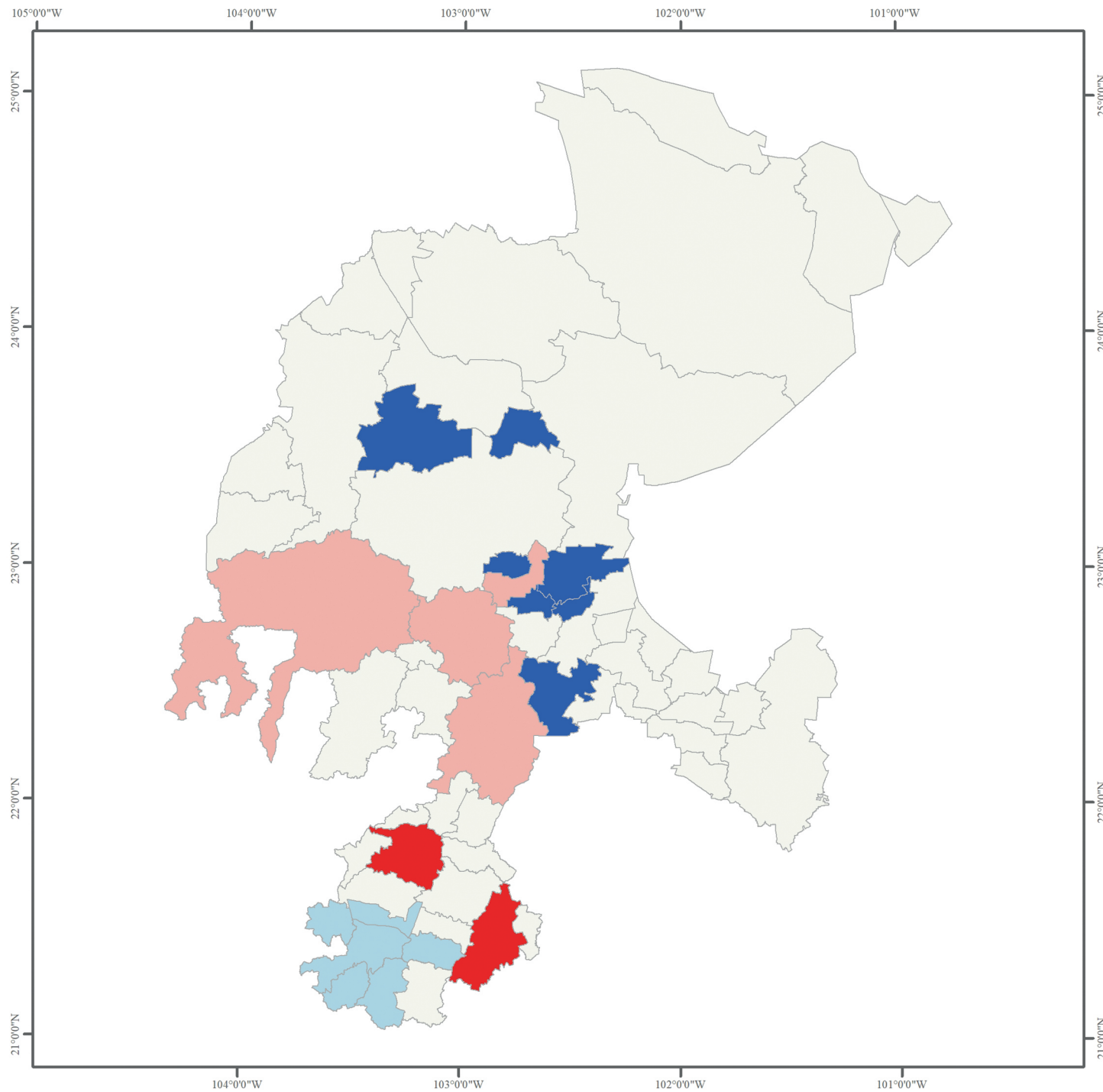
Dra. Mónica Terán Hernández
Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
UASLP-UAZ

Fuente:

Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría de Salud del Estado de Zacatecas, SSZ Acumulados SARS-CoV2- COVID19 positivos 2000-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

MAPA 26 LETALIDAD 2020-2022 SARS-COV-2 COVID-19: CONGLOMERADOS

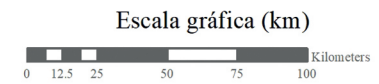


El análisis de conglomerados evidencia un patrón HH al surponiente conformado por cuatro municipios: Calera, Jerez, Valparaíso y Villanueva, y un patrón LL al sur, este conglomerado se conforma por seis municipios: Benito Juárez, Juchipila, Mezquital del Oro, Santa Mar, Teul de González Ortega y Trinidad García de la Cadena.

Clusters & Outliers Letalidad SARS-CoV2- COVID-19

- Not Significant (39)
- High-High Cluster (4)
- High-Low Outlier (2)
- Low-High Outlier (7)
- Low-Low Cluster (6)

N= 58 municipios



Autor:
 Dra. Mónica Terán Hernández
 Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
 UASLP-UAZ

Fuente:
 Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría de Salud del Estado de Zacatecas, SSZ
 Acumulados SARS-CoV2- COVID19 positivos 2000-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

Resultados

IV.

Modelado: características sociodemográficas y de salud asociadas a la distribución local de SARS-CoV2-COVID-19

Variación espacial regional y local

Con base a los resultados anteriores de los métodos y técnicas de estadística espacial aplicados a este estudio (tasa espacial bayesiana y análisis de conglomerados) se identificó que la dinámica espacial del COVID-19 es heterogénea, que este problema de salud pública y cinco de las variables de estudio (porcentaje de población sin servicios de salud, porcentaje de población analfabeta, tasa de obesidad, de diabetes mellitus y llamadas al 911 por violencia familiar y de género) presentan conglomerados y valores atípicos locales con autocorrelación global significativa (Moran's I $p < 0.05$).

Por lo anterior, se aplicó los modelos GWR con regresiones geográficamente ponderadas con una caracterización espacial multivariada (se corren los modelos con todas y cada una de las variables de estudio hasta dar con el mejor ajuste del modelo local) y el método de ancho de banda más apropiado, el Kernel adaptativo (*Kernel: Adaptive*). Los modelos GWR son una forma local de regresión que se utiliza para modelar las relaciones que varían espacialmente (Fotheringham and Brunsdon, 2010; O'Sullivan, 2003).

El mejor ajuste de los modelos permitió responder las siguientes preguntas:

- 1. ¿La relación entre SARS-CoV2- COVID-19 y $\beta_1 X_1, \beta_2 X_2, \dots$, es uniforme en toda el área de estudio?
- 2. ¿Cuáles son las variables clave que explican la dinámica espacial de SARS-CoV2- COVID-19?
- 3. ¿Dónde es más importante cada característica localmente?
- 4. ¿Dónde se encuentran los Agem en los que los casos de SARS-CoV2- COVID-19 están alcanzando las incidencias más altas?

¿La relación entre SARS-CoV2- COVID-19 y $\beta_1 X_1, \beta_2 X_2, \dots$, es uniforme en toda el área de estudio?

La relación entre SARS-CoV2- COVID-19 y las variables de estudio no es Uniforme. GWR se corrió en varias ocasiones con todas las variables de estudio.

1. Sociodemográficas

- Porcentaje de población analfabeta
- Porcentaje de población sin servicios de salud
- Índice de marginación

2. Salud (comorbilidades)

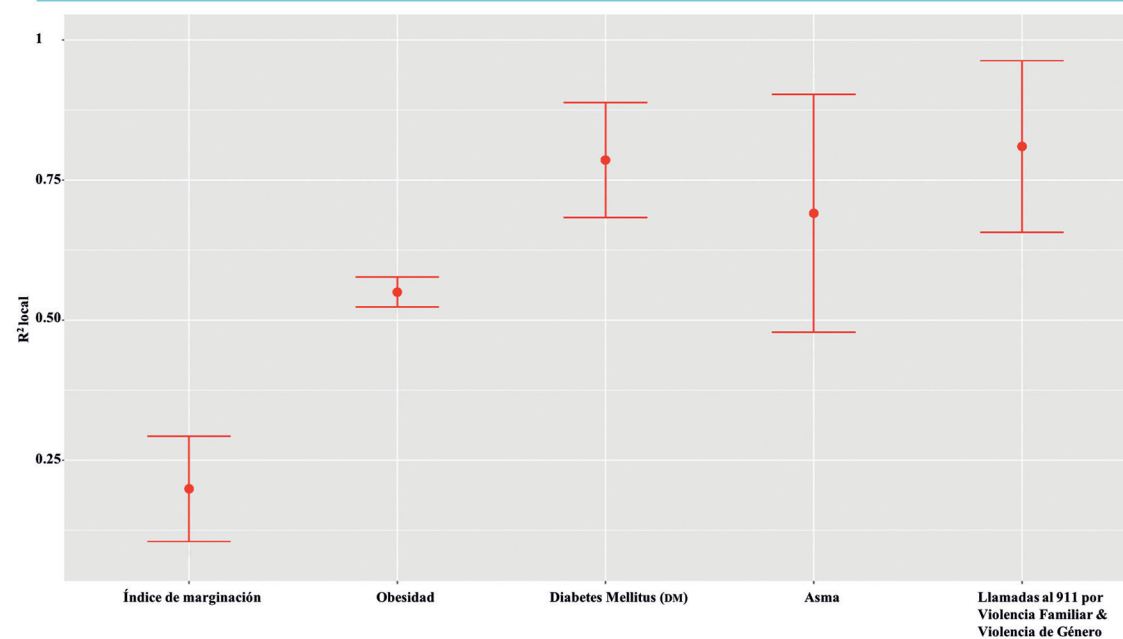
- Diabetes mellitus
- Obesidad
- Asma
- Llamadas al 911 por violencia familiar y de género

Algunas de ellas se excluyeron, al no ser estadísticamente significativas para el mejor ajuste.

¿Cuáles son las variables clave que explican la dinámica espacial de SARS-CoV2-COVID-19?

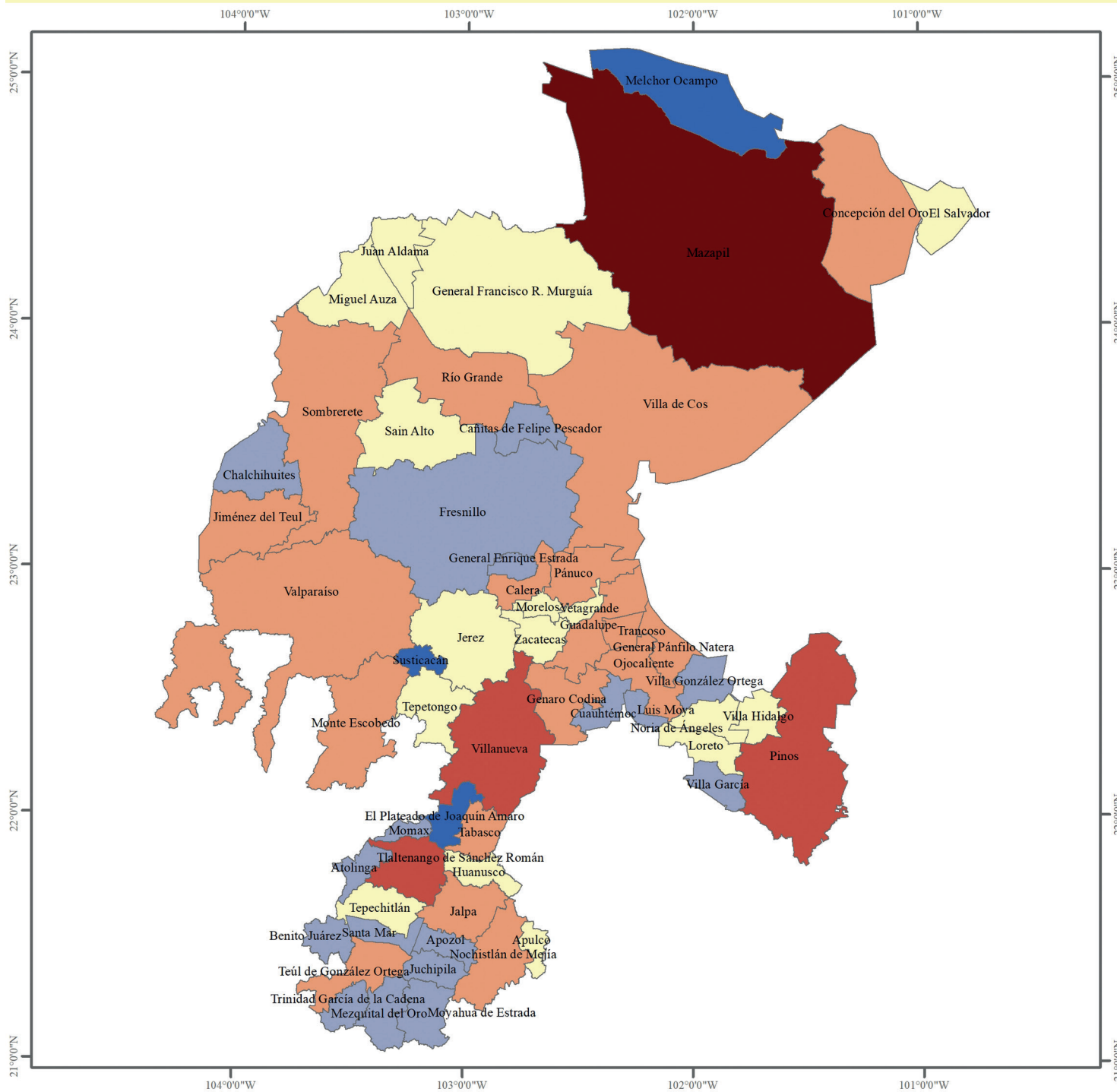
La modelación a nivel local (GWR) muestra un R^2 ajustado de 0.89 esto significa que con las variables seleccionadas se explica la variabilidad de SARS-CoV2-COVID-19 con una precisión de más del 80% a lo largo del territorio zacatecano. En la figura 2 se muestran los ajustes locales que permiten conocer las variables clave que explican la dinámica espacial observada (R^2 entre 0.8 a 1.0): La diabetes Mellitus, el asma y llamadas al 911 por violencia familiar y de género tienen los coeficientes más altos. El índice de marginación muestra el impacto más bajo.

FIGURA 2 MODELO GWR. R^2 locales



Corroboramos la correcta especificación de los modelos al aplicar la estadística de autocorrelación espacial (I de Moran = -0.104202) en los residuales. Los patrones en los residuales son espacialmente aleatorios y las predicciones muestran un buen ajuste como se evidencia en la figura 3 y el mapa 27.

MAPA 27 ANÁLISIS DE RESIDUALES: AJUSTE DEL MODELO LOCAL GWR



En el mapa 27 se observa la distribución espacial de los ajustes locales producidos por los modelos de regresión GWR. Donde, el 27.6 % de los municipios presentan el mejor ajuste a media desviación estándar (-0.5 – 0.5 DE) y el 60.3 % de los municipios a -1.5 – 0.5 DE. Con menor capacidad explicativa el 5.2 % de los municipios con una DE < -0.5: Melchor Ocampo al norte, El Plateado de Joaquín Amaro al sur y Susticacán al oeste. El 5.2% con una DE 1.5 – 1.96 corresponde a los municipios de Tlaltenango de Sánchez Román y Villanueva al sur y Pinos al sureste. Llama la atención al norte del estado el patrón atípico del municipio de Mazapil con una DE > 1.96.

Mazapil se ubica al norte del estado, se caracteriza por ser un municipio minero con minas de litio y oro, con un impacto ambiental, social y económico importante. Es importante resaltar que colinda al norte con municipios del estado de Coahuila, al este con el municipio de Vanegas del estado de SLP y al oeste con San Juan de Guadalupe del estado de Durango.

Análisis de Residuales

- > 1.96 Std. Dev. (1)
- 1.5 - 1.96 Std. Dev. (3)
- 0.50 - 1.5 Std. Dev. (18)
- 0.50 - 0.50 Std. Dev. (16)
- 1.5 - -0.50 Std. Dev. (17)
- < -1.5 Std. Dev. (3)

Escala gráfica (km)

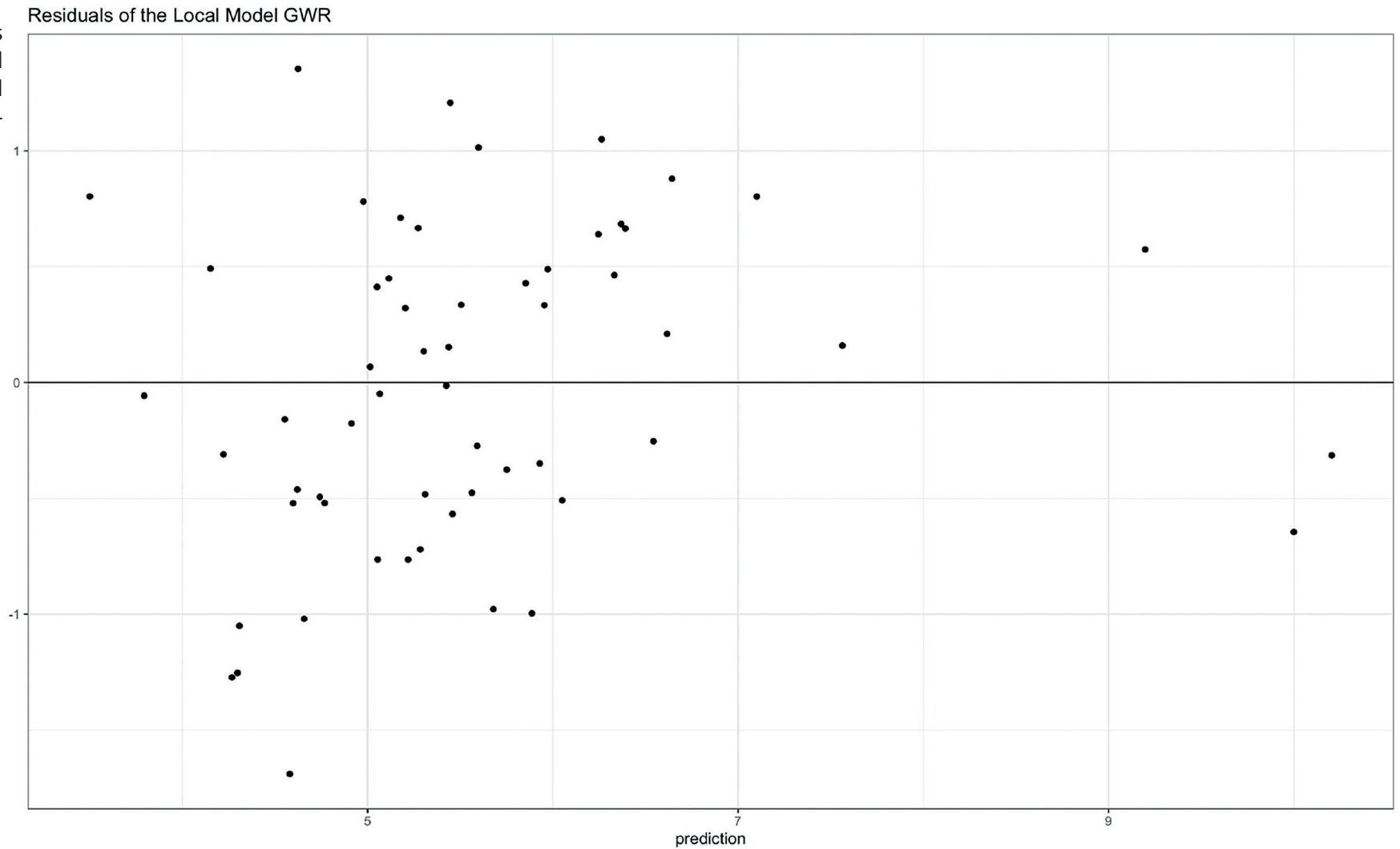


Autor:
 Dra. Mónica Terán Hernández
 Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
 UASLP-UAZ

Fuente:
 Elaboración propia.

FIGURA 3 PLOT DE RESIDUALES DE LOS MODELOS GWR LOCAL

En términos de población la tabla de los ajustes locales evidencia que la capacidad explicativa de los modelos GWR concentra el 90.5% del porcentaje acumulado de la población del territorio zacatecano ($\pm 1.96DE$).



Ajuste del Modelo local GWR

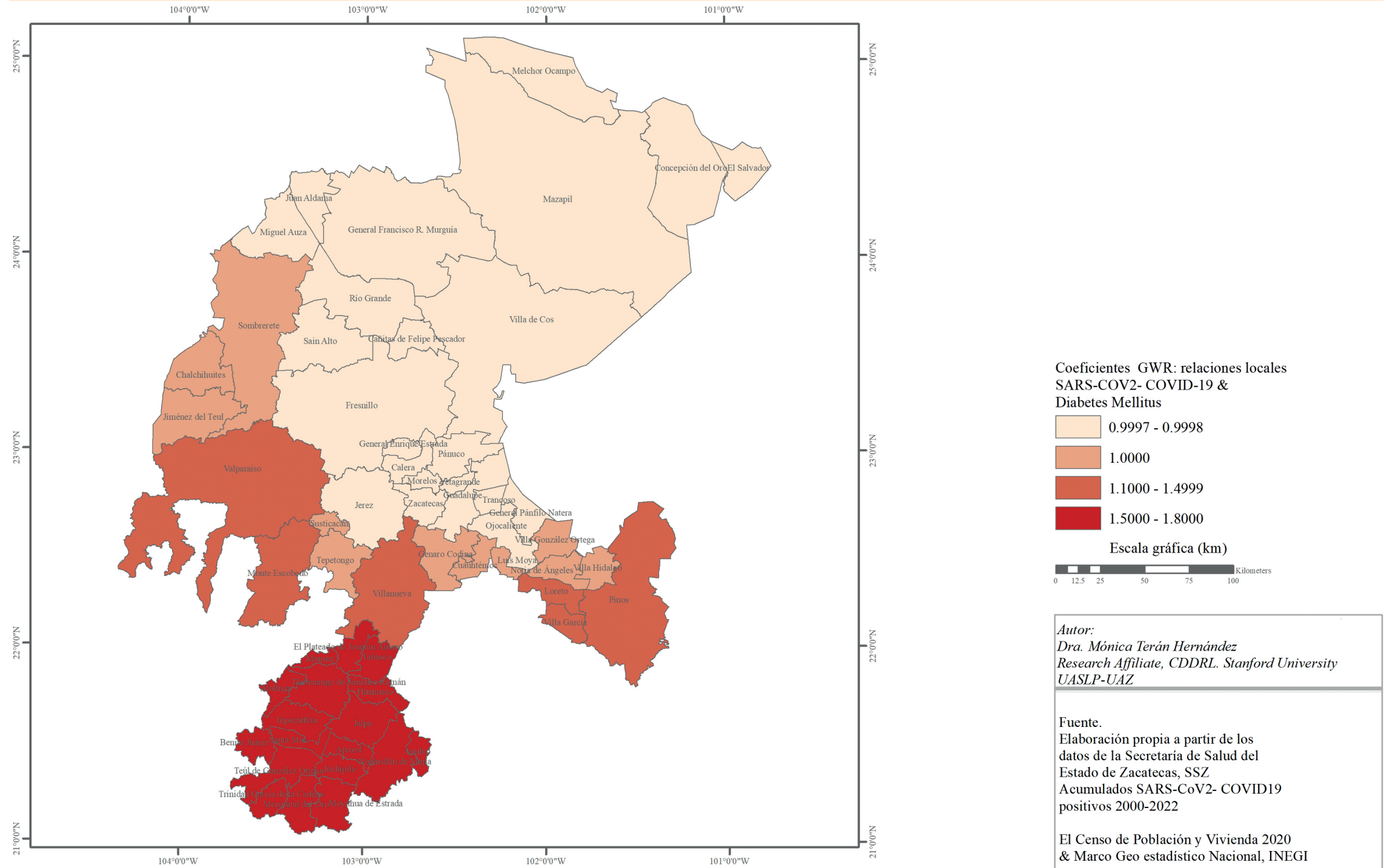
Ajuste	Desviación estándar (DE)	Población absoluta	Población relativa %	Porcentaje acumulado
Ajuste evidente	-0.50 – 0.50	434 745	26.8	26.8
Ajuste moderado	0.50 - 1.50 y - 1.50 - -0.50	1 032 838	63.7	90.5
Ajuste menor	< -1.5	5 680	0.4	90.9
	1.5 - 1.96	148 875	8.1	99
Atípico	> 1.96	17 774	1.0	100

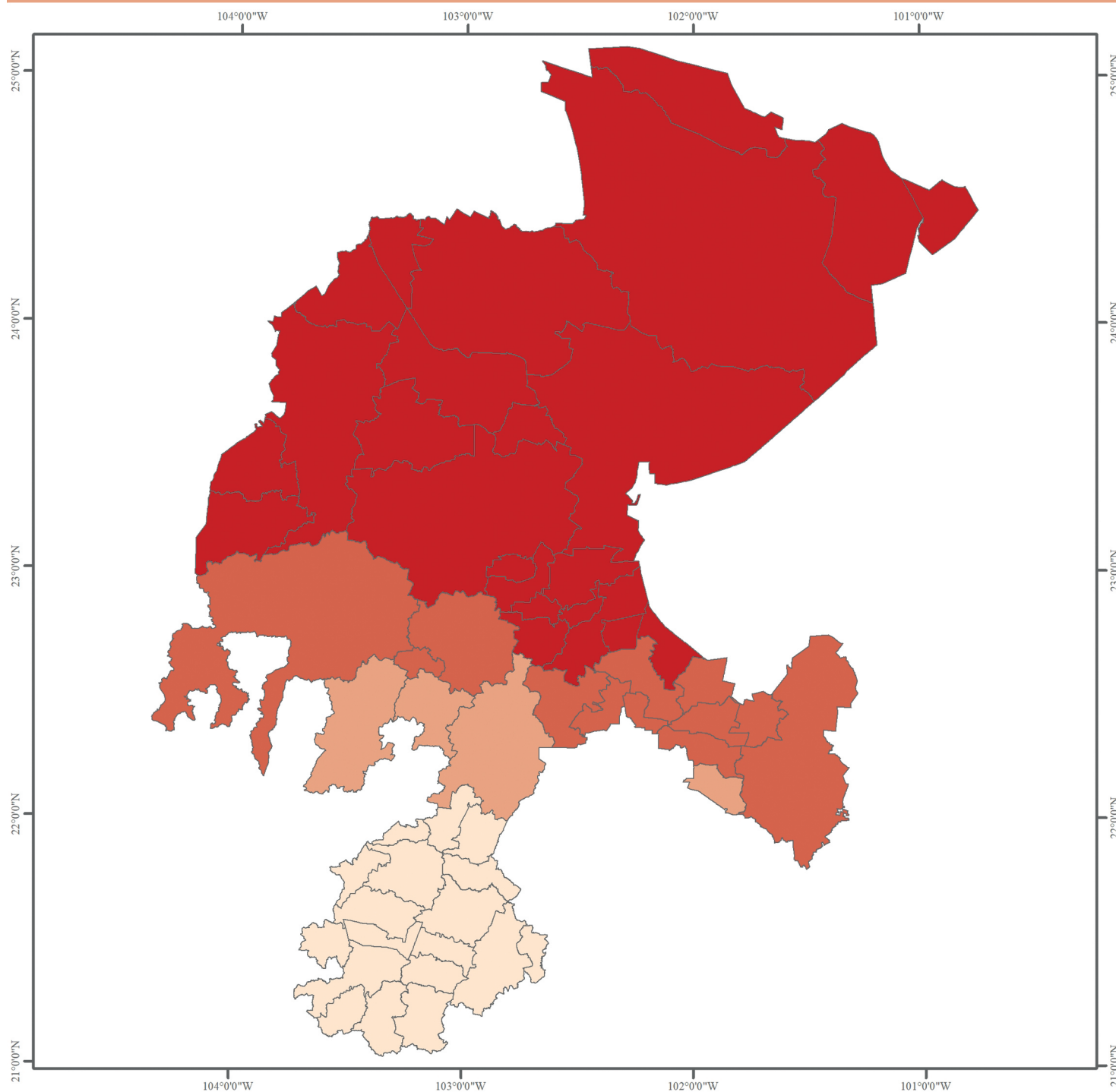
¿Dónde es más importante cada característica localmente?

Con respecto a los predictivos, la variación regional y local en las variables explicativas del modelo se muestra en los mapas 28 al 32, donde se mapeó el coeficiente de cada una de las covariables.

La diabetes mellitus afecta la heterogeneidad espacial del COVID-19 en el estado (presenta una correlación positiva y esta relación es variable espacialmente) como se muestra en el mapa 28. El área de mayor rango de coeficientes > 1.5 se distribuye en el sur, principalmente en 18 municipios que colindan con Jalisco y Aguascalientes. Este resultado se vincula con el conglomerado de patrón LL al sur del estado (mapa 20). De los municipios con coeficientes entre 1-1.5, llama la atención Valparaíso, ubicado al surponiente forma parte del conglomerado de patrón HH de esta morbilidad en el estado. Los valores más bajos se concentran hacia el norte, centro y oriente del estado. Esto indica que en estas áreas esta variable influye en menor medida sobre los casos de COVID-19. A nivel internacional y nacional es la comorbilidad más frecuente en los casos positivos de COVID-19.

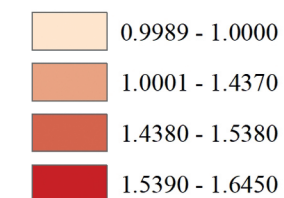
MAPA 28 VARIACIÓN ESPACIAL LOCAL DE LAS RELACIONES SARS-COV-2 COVID-19 Y DIABETES MELLITUS



MAPA 29 VARIACIÓN ESPACIAL LOCAL DE LAS RELACIONES SARS-COV-2 COVID-19 Y ASMA

El área de mayor rango de coeficientes >1.5 de las relaciones SARS CoV2 y asma (mapa 29) se distribuye en el norte y centro del estado. Colinda con los límites de Saltillo y al norte del estado de San Luis Potosí (Real de Catorce, Vanegas, históricamente zonas mineras importantes). Los valores más bajos se concentran hacia el sur del estado. Esto indica que en estas áreas esta variable influye en menor medida sobre los casos de COVID-19.

Coefficientes GWR: relaciones locales
SARS-COV2- COVID-19 & ASMA



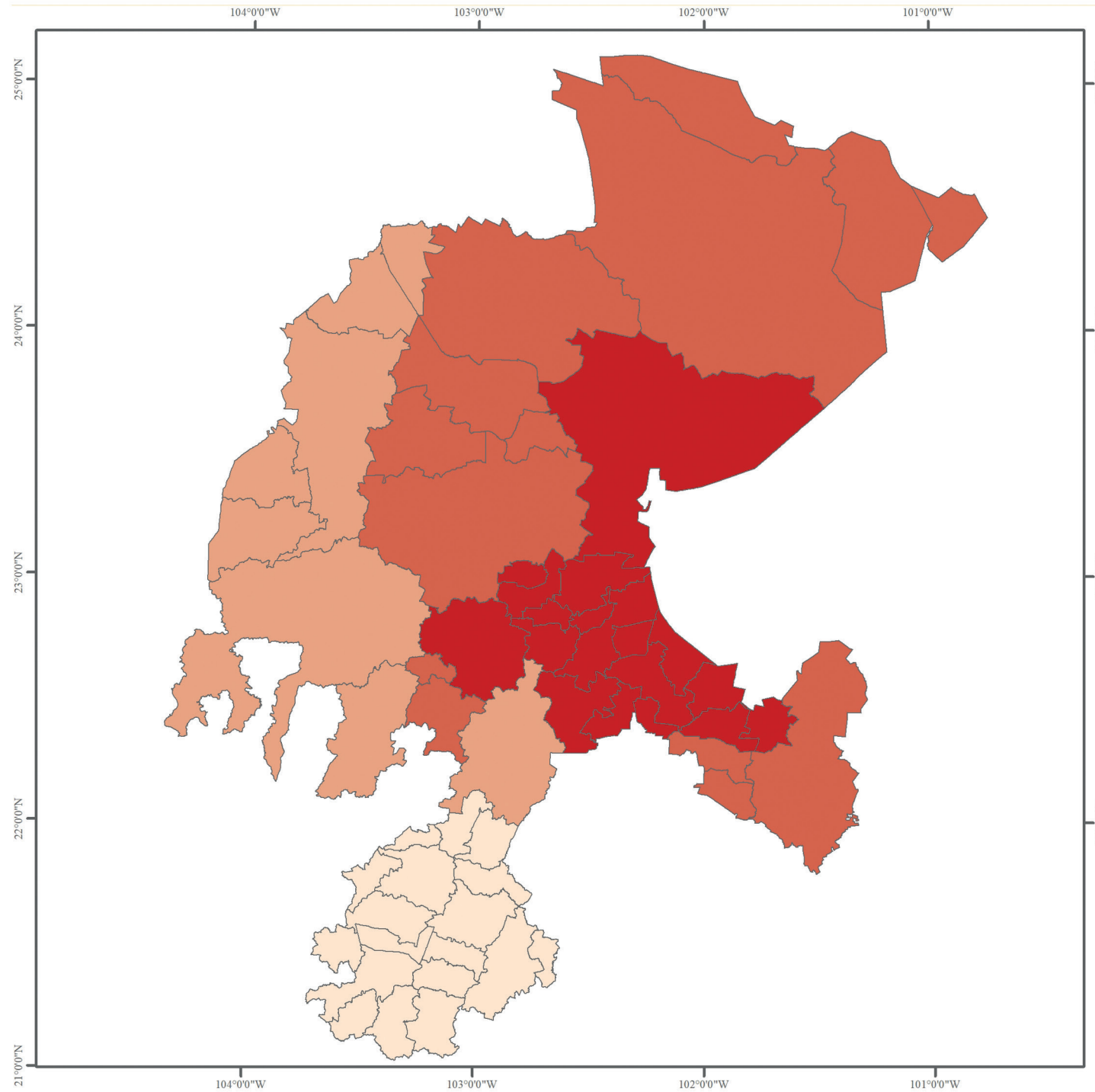
Escala gráfica (km)



Autor:
Dra. Mónica Terán Hernández
Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
UASLP-UAZ

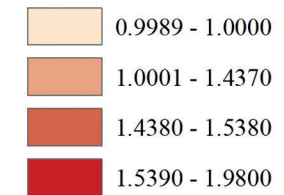
Fuente:
Elaboración propia a partir de los
datos de la Secretaría de Salud del
Estado de Zacatecas, SSZ
Acumulados SARS-CoV2- COVID19
positivos 2000-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020
& Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

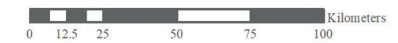
MAPA 30 VARIACIÓN ESPACIAL LOCAL DE LAS RELACIONES SARS-COV-2 COVID-19 Y LAS LLAMADAS AL 911 POR VIOLENCIA FAMILIAR Y VIOLENCIA DE GÉNERO

El área de coeficientes >1.5 de las relaciones SARS-CoV2-COVID-19 y Violencia familiar y de género (mapa 30) se distribuye en centro oriente del estado. Colinda con los límites de Saltillo y al norte con el estado de San Luis Potosí. Los valores más bajos se concentran hacia el sur del estado.

Coefficientes GWR: relaciones locales SARS-COV2- COVID-19 & Llamadas al 911 por violencia familiar y violencia de género



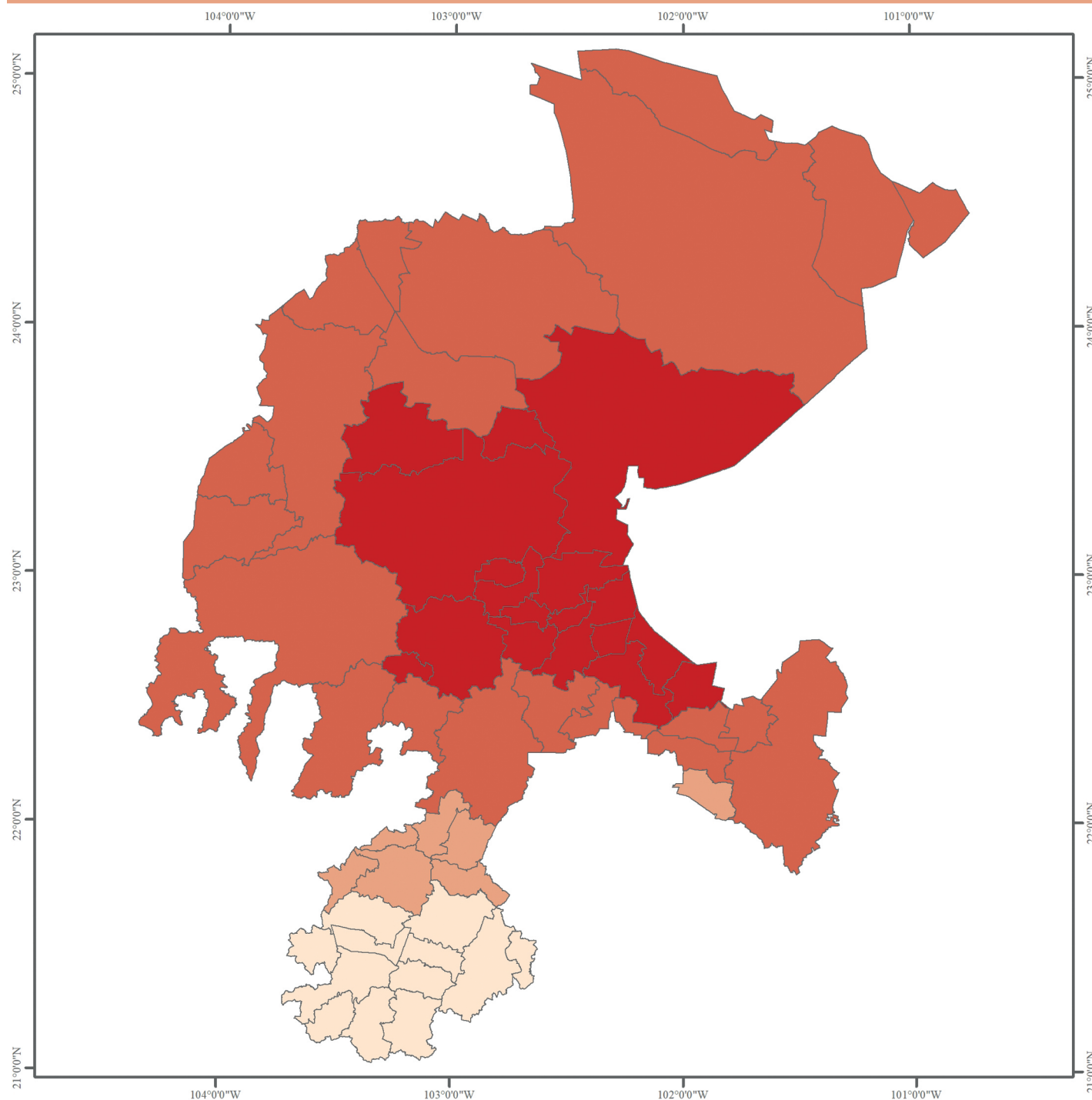
Escala gráfica (km)



Autor:
Dra. Mónica Terán Hernández
Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
UASLP-UAZ

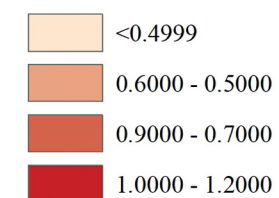
Fuente.
Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría de Seguridad Pública (SSP) de Gobierno del Estado 2020-2022

El Censo de Población y Vivienda 2020 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

MAPA 31 VARIACIÓN ESPACIAL LOCAL DE LAS RELACIONES SARS-COV-2 COVID-19 Y OBESIDAD

En el mapa 31 se observa la asociación positiva entre la obesidad y COVID-19. El área de mayor rango de coeficientes se distribuye en el centro-orientado, principalmente en 17 municipios que colindan con el estado de San Luis Potosí. Este resultado se vincula con el patrón espacial que esta enfermedad mostró en el análisis de conglomerados de patrón HH en el mapa 19. Los valores más bajos se concentran hacia el sur del estado en 12 municipios, algunos de ellos son Tepechitlán, Jalpa, Apozol, Benito Juárez, Teul de González y Mezquital del Oro. Esto indica que en estas áreas esta variable influye en menor medida sobre los casos de COVID-19.

Coefficientes GWR: relaciones locales
SARS-COV2- COVID-19 & Obesidad



Escala gráfica (km)

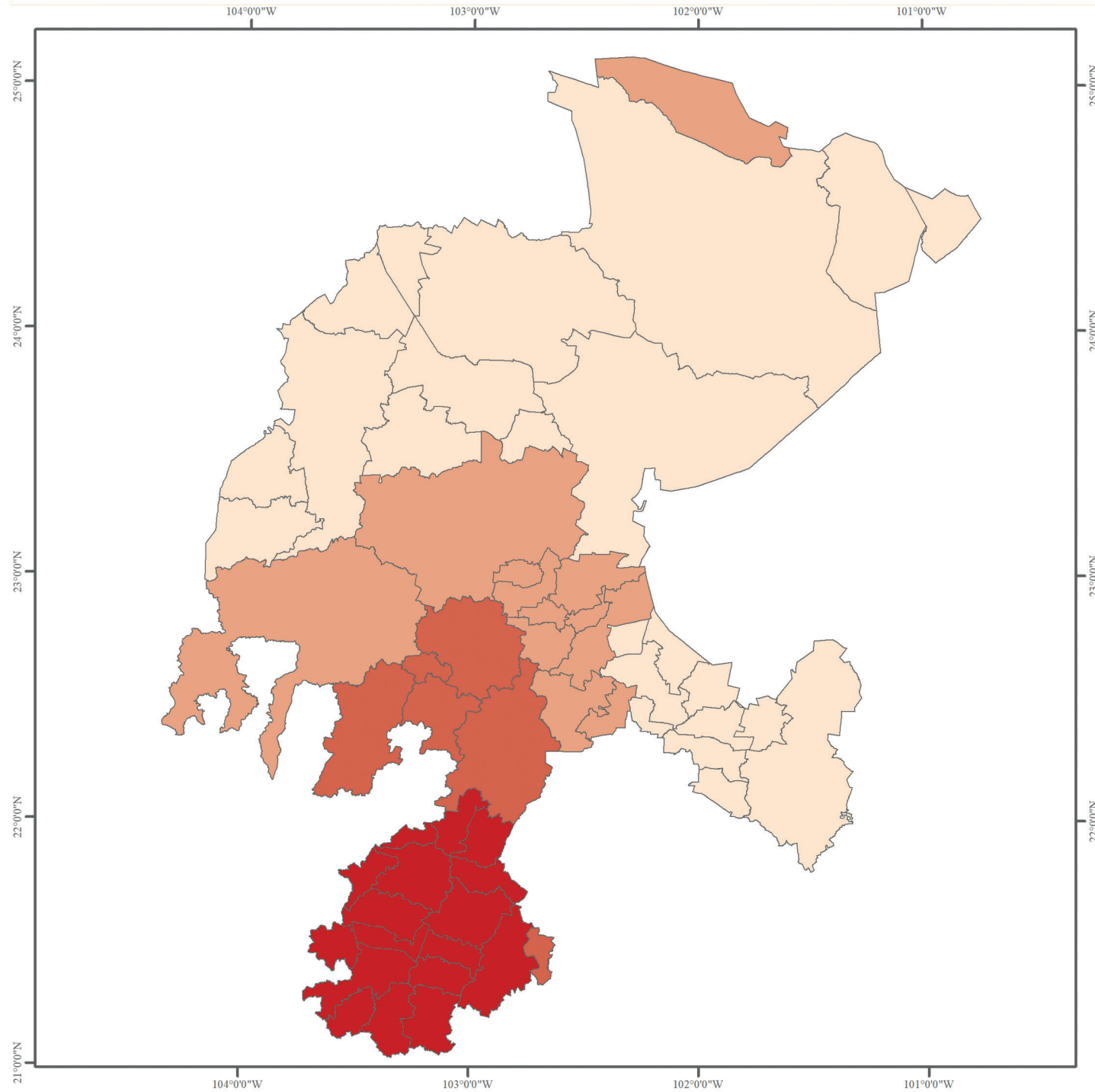


Autor:
Dra. Mónica Terán Hernández
Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
UASLP-UAZ

Fuente:
Elaboración propia a partir de los
datos de la Secretaría de Salud del
Estado de Zacatecas, SSZ
Acumulados SARS-CoV2- COVID19
positivos 2000-2022

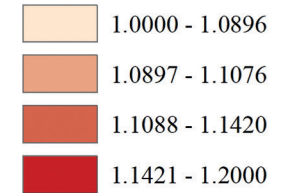
El Censo de Población y Vivienda 2020
& Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

MAPA 32 VARIACIÓN ESPACIAL LOCAL DE LAS RELACIONES SARS-COV-2 COVID-19 Y EL ÍNDICE DE MARGINACIÓN



En el mapa 32 se observa la asociación positiva entre el IM y COVID-19. El área de mayor rango de coeficientes se distribuye al norte del estado. Los valores más bajos se concentran hacia el sur y el oriente del estado. Esto indica que en estas áreas esta variable influye en menor medida sobre los casos de COVID-19. Llama la atención el municipio de Melchor Ocampo al norte y Apulco al noroeste ambos con patrón espacial diferente.

Coeficientes GWR: relaciones locales SARS-COV2- COVID-19 & Índice de Marginación



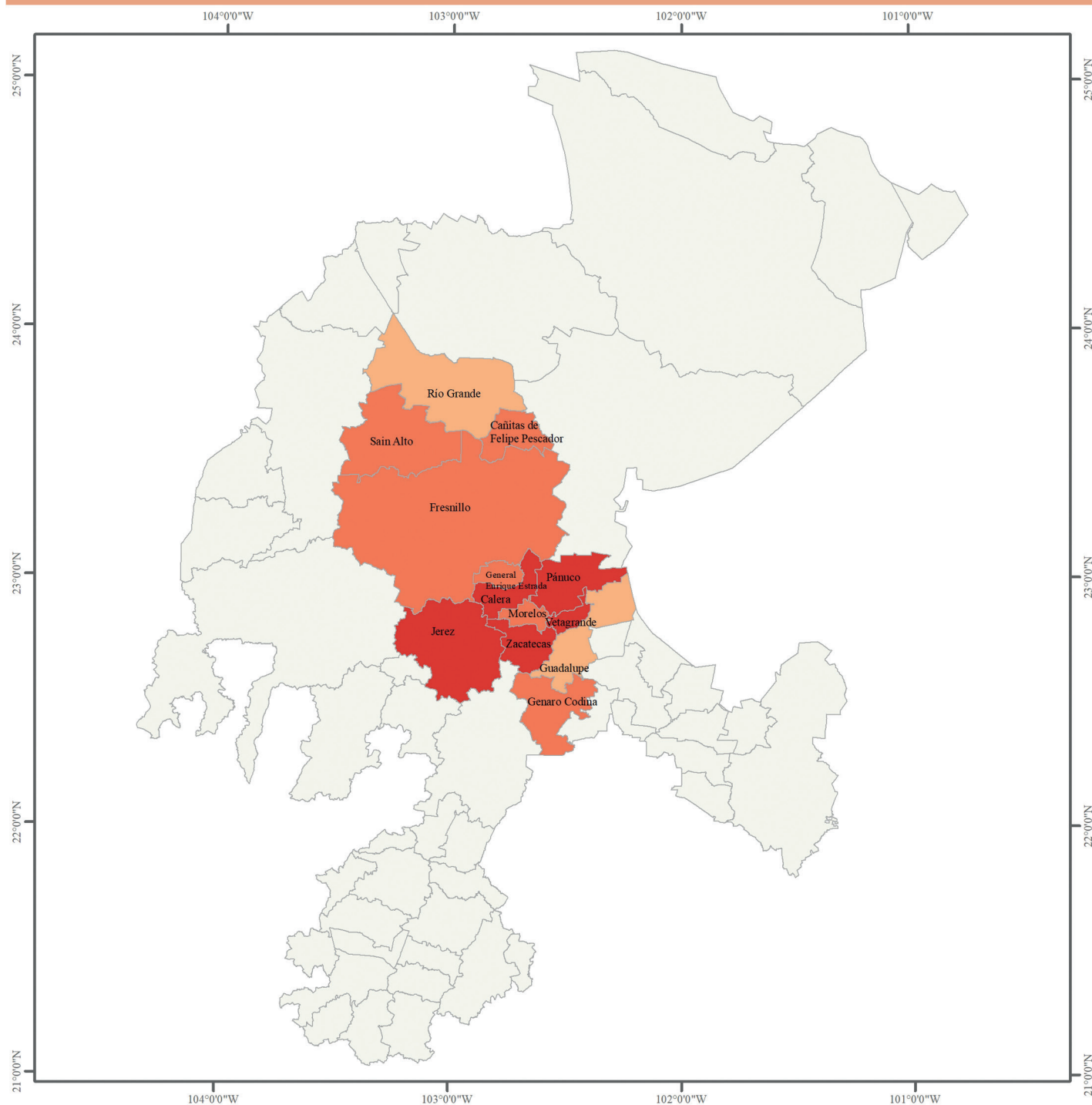
Escala gráfica (km)



Autor:
Dra. Mónica Terán Hernández
Research Affiliate, CDDRL. Stanford University
UASLP-UAZ

Fuente:
Elaboración propia a partir de los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 & Marco Geo estadístico Nacional, INEGI

MAPA 33 PATRÓN ESPACIAL PREDICTIVO DE SARS-COV-2 COVID-19: MODELO GWR



Finalmente, el mapa 33 muestra el patrón espacial predictivo de SARS-CoV2-COVID-19 con base a los modelos GWR. Tiende a concentrarse en zonas particulares y revela el "Núcleo Urbano" (*Urban Core*).

Patrón espacial predictivo de SARS-CoV2-COVID-19: Análisis de puntos calientes (Hot spot)

- No Significativo
- Hot spot con un nivel de confianza del 90%
- Hot spot con un nivel de confianza del 95%
- Hot spot con un nivel de confianza del 99%

Escala gráfica (km)



Autor:
 Dra. Mónica Terán Hernández
 Research Affiliate, CDDRL, Stanford University
 UASLP-UAZ

Fuente:
 Elaboración propia.

¿Dónde se encuentran los Agem en los que los casos de SARS-CoV2-COVID-19 estarán alcanzando las tasas más altas?

Se identifican tres importantes áreas de hot spots que estarán alcanzando las tasas más altas si la caracterización espacial multivariada se conserva (mapa 33 y figura 2), por lo que la implementación de acciones focalizadas de prevención es importante. Se aplicó la estadística espacial de Getis-Ord (tabla 2).

TABLA 2 Puntos calientes de agrupamientos de mayor intensidad (High Clustering Getis-Ord)

	Nivel de confianza	<i>z-score</i>	<i>p-value</i>	Agem's
Hot spot 1	99%	>2.58	<0.01	centro: Jerez (suroeste del municipio de Zacatecas) centro oeste: Calera, Pánuco, Vetagrande y Zacatecas
Hot spot 2	95%	1.96- 2.58	<0.05	Además de los municipios del Hot spot 1 se agregan los siguientes municipios: noroeste: Saín Alto centro norte: Cañitas de Felipe Pescador y Fresnillo centro: General Enrique Estrada y Morelos suroeste: Genaro Codina
Hot spot 3	90%	1.65- 1.96	<0.10	Además de los municipios del Hot spot 2 se agregan los siguientes municipios: centro este: Guadalupe norte: Río grande
<i>z-score</i> =3.629848 <i>p-value</i> =0.000284				

Contribuciones

Con base al patrón predictivo y la variación espacial local de las covariables que influye en menor o mayor medida sobre los casos de COVID-19 a lo largo del territorio del estado de Zacatecas y dentro del marco de los cuatro ejes de priorización de la Política Nacional Rectora de Vacunación contra el virus SARS-CoV2 para la prevención de la COVID-19 en México (Gobierno de México, 2022) las recomendaciones informadas para mejores prácticas de política pública son:

a) Planificación espacial focalizada a Escenarios Vulnerables (bajo un Modelo proactivo). Las acciones de alcance local deberían ser focalizadas con base al patrón espacial predictivo de SARS-CoV2, donde se identifican tres escenarios prioritarios que facilitan la ubicación de los Agem con alto riesgo:

ESCENARIOS	DISTRIBUCIÓN
1	Sur-oeste: Jerez Centro-oeste: Calera, Pánuco, Vetagrande y Zacatecas
2	Norte-oeste: Saín Alto Centro-norte: Cañitas de Felipe Pescador, Fresnillo Centro: General Enrique Estrada, Morelos Sur-oeste: Genaro Codina
3	Centro-este: Guadalupe Norte: Río Grande

Estos escenarios aún pueden ser trabajados a diferentes escalas de intervención, por ejemplo, construir una geodatabase puntual con los casos confirmados, muertes y alcance de la política de vacunación.

b) Vinculación con los programas estatales y municipales de enfermedades crónicas marcadas como condiciones específicas para la vacunación en la Política Nacional Rectora contra COVID-19: hipertensión arterial, asma, diabetes mellitus, obesidad grave (igual o superior a tres desviaciones estándar). Los mapas 28 al 31 evidencian la probabilidad a posteriori de nuevos casos de COVID-19 si las condiciones de comorbilidad continúan.

Por una parte, los tomadores de decisiones podrán planear con base a la variación espacial local de las relaciones SARS-CoV2- COVID-19 y condiciones específicas de la población con comorbilidades.

Como se conoce, el COVID-19 afecta desproporcionadamente a ciertos grupos demográficos, como las personas con problemas de salud subyacentes. Por lo tanto, los mapas de nuestro apartado IV ayuda a monitorear los grupos y áreas locales de mayor riesgo.

c) Una necesidad prioritaria a nivel nacional es una planeación y política pública desde una geografía de la accesibilidad temprana y oportuna (SIG) factor clave en la evolución y prevención de este y cualquier otro problema de salud pública (Terán Hernández, 2017). Lo anterior, si bien permite prevenir también apoya el seguimiento y monitoreo.

El georreferenciar a las personas con problemas de salud crónicas, permitirá generar mapas puntuales del riesgo y el rastreo (*tracking system*). Los mapas del apartado I. Análisis del riesgo suavizado (Mapas 4- 15) y II. Análisis de conglomerados (Mapas 19 y 20) evidencian la dinámica a posteriori con datos agregados por Agem y pueden apoyar la toma de decisiones.

Una planeación espacial dentro del marco normativo vigente para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus (NOM-015-SSA2-2010), hipertensión arterial (NOM-030-SSA2-2009), enfermedades respiratorias crónicas como el asma (Programa Institucional 2020-2024, acuerdo 0-02/2020-1) y obesidad (NOM-008-SSA3-2017).

La hipertensión, la diabetes mellitus, las enfermedades del sistema respiratorio, cardiovasculares, y la obesidad son un factor de riesgo para la gravedad de COVID-19 (Romero Nájera *et al.*, 2021). Diversos estudios, muestran que la diabetes representa el predictor más fuerte para morbilidad por COVID-19 seguido de la obesidad, la hipertensión y la insuficiencia renal crónica (Alarcón, 2020; Alves *et al.*, 2022; Assiut, 2020; Barquera *et al.*, 2020; Ejaz *et al.*, 2020; GBDO *et al.*, 2017; Raymundo *et al.*, 2021; Schiffrin *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2021). A nivel nacional existe una alta presencia de estas enfermedades crónicas degenerativas (ECD).

De los casos confirmados de COVID-19 en nuestro País (6 089 600), el 52.43 % son mujeres y 47.57 % hombres estos, el 12.35 % padece hipertensión, 10.21 % obesidad, 9.23 % diabetes y 5.78 % tabaquismo. Se registraron 339 744 muertes (razón de letalidad = 5.35 %) (Gobierno de México, 2022) . Cabe señalar que el 80 % de las personas que murieron tenían dos comorbilidades asociadas, principalmente hipertensión, diabetes y obesidad. En ausencia de comorbilidad la prevalencia de letalidad en COVID-19 es 3.8 %; en presencia de hipertensión y diabetes la letalidad incrementa a 54.1 %, diabetes y obesidad 36.8 % y en obesidad e hipertensión 28.1 % (Ángeles Correa *et al.*, 2022).

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 sobre COVID-19 reporta como segunda necesidad de salud nacional las enfermedades crónicas (25 %) en adultos de 20 años y más. Las enfermedades crónicas comparten dos características: el estado proinflamatorio y la atenuación de la respuesta inmune innata, situación que aumenta el riesgo de muerte y de secuelas ante SARS-CoV2- COVID19.

d) Mejorar la plataforma de mapeo y las soluciones de geoanálisis. Todos los mapas de resultados que presentamos en esta obra se pueden automatizar de tal manera que la Secretaría de Salud y actores clave en la toma de decisiones de salud y política pública tengan acceso a este tipo de modelos predictivos espacio-temporales a través de los tableros (*dashboard*) que ya existen pero que se pueden mejorar para contar con una plataforma de mapeo y las soluciones de geoanálisis.

La creación y gestión de un sistema de datos georeferenciados puntual (individual) podrá maximizar los beneficios de los programas. Los tableros que funcionan actualmente:

<https://datos.covid-19.conacyt.mx/>
<https://datos.covid-19.conacyt.mx/fHDMMap/mun.php>
<https://www.saludzac.gob.mx/home/>

e) Anticiparse y aumentar la resiliencia en las Agem con comunidades con mayor vulnerabilidad social (entornos de pobreza y desigualdad social). Del apartado II (mapas 17 y 18), apartado III (mapas 25 y 26) y apartado IV (mapa 32).

f) Respecto a la dinámica espacial de las relaciones locales de COVID-19 y llamadas al 911 por violencia familiar y de género (mapas 21, 16 y 21) su distribución es heterogénea. Esto indica que esta variable se ve afectada en menor o mayor medida en tiempos de confirmamiento, en nuestro estudio, durante la pandemia de COVID-19. Se sugiere un estudio de superposición espacial como indicador de la dimensión territorial del acceso potencial 24/7 a los recursos y el apoyo (centros de atención, refugios, servicios de llamadas al 911), para priorizar poblaciones críticas y monitoreo. Donde es fundamental la vinculación con actores clave para robustecer la intervención inmediata y evitar el deterioro en el sistema familiar e impacto en salud integral.

Actores clave:

- La Secretaría de Seguridad Pública del Estado de Zacatecas
- Banco Nacional de Datos e información sobre Casos de Violencia contra las Mujeres (BANAVIM) <https://banavim.segob.gob.mx/?AspxAutoDetectCookieSupport=1>
- Instituto Municipal de las Mujeres Zacatecanas para la Igualdad
- Secretaría de las Mujeres del Estado de Zacatecas. Banco Estatal de Datos sobre Violencia contra las Mujeres. <https://banevim.zacatecas.gob.mx/Banevim/index.php/directorio/>

La violencia es un problema de Salud Pública grave no solo en Zacatecas, también a nivel nacional y mundial. Este problema sigue siendo un foco de interés durante esta pandemia. Se reporta un incremento de violencia en el período de confinamiento, con prevalencia de violencia de género y maltrato infantil.

g) En el caso de los municipios con patrón atípico como Mazapil y Tlaltenango de Sánchez Román se sugiere desarrollar e incorporar variables territoriales como el Índice de accesibilidad espacial, distancia social, y flujos espaciales de movilidad cotidiana. Principalmente en municipios que como Tlaltenango, que se caracteriza por ser una zona comercial importante (mercados de productos que cultivan y elaboran en sus comunidades).

El Network análisis de redes permite descifrar las interconexiones, estructuras, asociaciones y sus determinantes para prevenir y predecir el contagio social.

El análisis geoestadístico espacio y/o temporal de SARS-CoV2- COVID-19 a través de los modelos GWR permite exponer escenarios reales en el estado de Zacatecas.

Estas mejores prácticas de política pública deben adaptarse a los Agem del estado de Zacatecas y sus localidades.

Es importante incorporar especialistas en análisis de datos espaciales, no solo en el sector salud, también es crucial capacitar técnica y operativamente a profesionistas de las disciplinas de salud ambiental y seguridad pública de todos los niveles de gobierno para avanzar en el uso de herramientas de análisis geoespacial y temporal enfocados en respaldar las prioridades de atención.

Sin duda la información que proporciona este libro, facilitaría la toma de decisiones de las autoridades pertinentes al identificar las zonas de atención prioritaria a través de métodos genuinamente espaciales.

Por lo tanto, se evidencian sus ventajas: ubicación, asignación, idoneidad, entre otras, para mejorar la resiliencia y orientar acciones que generen un mayor beneficio social. Apoyo a la gobernanza mediante políticas públicas locales eficaces (PPLE), dirigirse a las comunidades vulnerables, asignar recursos y la reingeniería de los sistemas de respuesta y vigilancia epidemiológica, así como incidir en la toma de decisiones para un desarrollo justo, democrático y sostenible en todo el estado de Zacatecas, para posteriormente reproducir la metodología en otros estados del país.

Bibliografía

-
- Afshin, A., Forouzanfar M.H., Reitsma M.B., Sur P., Estep K. (2017). Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. *New England Journal of Medicine*, 377(1), 13–27. <https://doi.org/https://doi.org/10.1056/nejmoa161436>
- Alarcon I. (2020). México: las enfermedades crónico degenerativas (diabetes melitus e hipertensión) y la vulnerabilidad ante el COVID-19. *Posición*, 3(May), 5–15. www.posicionrevista.wixsite.com/inigeo
- Alshukry, A., Bu Abbas, M., Ali, Y., Alahmad, B., Al-Shammari, A. A., Alhamar, G., Abu-Farha, M., AbuBaker, J., Devarajan, S., Dashti, A. A., Al-Mulla, F., & Ali, H. (2021). Clinical characteristics and outcomes of COVID-19 patients with diabetes mellitus in Kuwait. *Heliyon*, 7(4). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06706>
- Alves, A. T. J., Raposo, L. M., & Nobre, F. F. (2022). Spatial Analysis of the Sociodemographic Characteristics, Comorbidities, Hospitalization, Signs, and Symptoms Among Hospitalized Coronavirus Disease 2019 Cases in the State of Rio De Janeiro, Brazil. *International Journal of Health Services*, 52(1). <https://doi.org/10.1177/00207314211044991>
- Ángeles Correa MG, Villarreal Ríos E, Galicia Rodríguez L, Vargas Daza ER, Frontana Vázquez G, M. A. S. et al. (2022). Enfermedades crónicas degenerativas como factor de riesgo de letalidad por COVID-19 en México. *Rev Panam Salud Publica*, 46(40). <https://doi.org/https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.40>
- Aronson J K, F. R. E. (2020). Drugs and the renin-angiotensin system in covid-19. *BMJ*, 369. <https://doi.org/https://doi.org/10.1136/bmj.m1313>
- Assiut, U. (2020). Association of Comorbidities With COVID19. *ClinicalTrials.Gov*. BANAVIM. (2022). Banco Nacional de Datos e información sobre Casos de Violencia contra las Mujeres.
- Barquera, S., Hernández-Barrera, L., Trejo-Valdivia, B., Shamah, T., Campos-Nonato, I., & Rivera-Dommarco, J. (2020). Obesidad en México, prevalencia y tendencias en adultos. Ensanut 2018-19. *Salud Publica de Mexico*, 62(6). <https://doi.org/10.21149/11630>
- Bauer, C., Zhang, K., Lee, M., Fisher-Hoch, S., Guajardo, E., McCormick, J., de la Cerda, I., Fernandez, M. E., & Reininger, B. (2021). Census tract patterns and contextual social determinants of health associated with COVID-19 in a hispanic population from South Texas: A spatio-temporal perspective. In *JMIR Public Health and Surveillance* (Vol. 7, Issue 8). <https://doi.org/10.2196/29205>
- Bedoya Paucar, M. D. P., Bedoya Paucar, B. O., & Baquero Piloso, O. X. (2020). Covid-19 y la violencia contra la mujer. *RECIMUNDO*, 4(4). [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.242-249](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.242-249)

- Campos-Nonato, I., Hernández-Barrera, L., Flores-Coria, A., Gómez-Álvarez, E., & Barquera, S. (2019). Prevalencia, diagnóstico y control de hipertensión arterial en adultos mexicanos en condición de vulnerabilidad. Resultados de la Ensanut 100k. *Salud Pública de México*, 61(6, nov-dic). <https://doi.org/10.21149/10574>
- Cayolla da Mota, L. (1986). O caso contra o tabaco o tabaco e a Saude em Portugal. *Acta Medica Portuguesa*, 7(4).
- Center for Systems Science and Engineering. (2022). *COVID-19 Map - Johns Hopkins Coronavirus Resource Center*. Johns Hopkins Coronavirus Resource Center.
- CONACYT. (2022). *No Title*. Covid-19 México. <https://datos.covid-19.conacyt.mx/>
- Cordes, J., & Castro, M. C. (2020). Spatial analysis of COVID-19 clusters and contextual factors in New York City. *Spatial and Spatio-Temporal Epidemiology*, 34. <https://doi.org/10.1016/j.sste.2020.100355>
- Datta, R.; Trivedi, P.K.; Kumawat, A.; Kumar, R.; Bhardwaj, I.; Kumari, N.; Agiwal, V.; Kumar, S.; Kumar, A.; Shukla, A.; Kumar, J. (2020). Statistical Modeling of COVID-19 Pandemic Stages Worldwide. *Preprints*. <https://doi.org/10.20944/preprints202005.0319.v1>
- Deguen, S., & Kihal-Talantikite, W. (2021). Geographical pattern of COVID-19-related outcomes over the pandemic period in France: A nationwide socio-environmental study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph18041824>
- DOF. (2021). *No Title*. Diario Oficial de La Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609647&fecha=08/01/2021#gsc.tab=0
- Ejaz, H., Alsrhani, A., Zafar, A., Javed, H., Junaid, K., Abdalla, A. E., Abosalif, K. O. A., Ahmed, Z., & Younas, S. (2020). COVID-19 and comorbidities: Deleterious impact on infected patients. In *Journal of Infection and Public Health* (Vol. 13, Issue 12). <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.07.014>
- Espinoza Rocha, F. M., Velasco Vega, V. V., & Acero Leon, E. (2021). La otra pandemia: violación de la libertad sexual de menores en un contexto intra familiar, análisis criminológico ante el incremento de casos durante el confinamiento por el covid-19. *Revista de derecho*, 6(1). <https://doi.org/10.47712/rd.2021.v6i1.110>
- Ferlay, J., Shin, H.-R., Bray, F., Foreman, D., Mathers, C., & Parkin, D. M. (2010). *GLOBOCAN 2008 v1.2, Cancer Incidence and Mortality Worldwide: IARC CancerBase No. 10 [Internet]*. International Agency for Research on Cancer.
- Fotheringham, A. S., & Brunson, C. (2010). Local Forms of Spatial Analysis - Fotheringham - 2010 - Geographical Analysis - Wiley Online Library. *Geographical Analysis*.
- Franch-Pardo, I., Napolitano, B. M., Rosete-Verges, F., & Billa, L. (2020). Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. A review. *Science of the Total Environment*, 739. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140033>
- García, C. F. H. (2021). *Monitoreo de la respuesta inmunológica dependiente de la producción de IgG en pacientes recuperados de la COVID-19 como estrategia de vigilancia epidemiológica*. Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Gatrell, A. C., & Elliott, S. J. (2009). *Geographies of health: An introduction* (2nd ed.). [References]. (2009).

- GBDO, AfshinA, Forouzanfar MH, Reitsma MB, Sur P, Estep K, et al. (2017). Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. *New England Journal of Medicine*, 377(1), 13–27. <https://doi.org/https://doi.org/10.1056/nejmoa1614362>
- Gobierno de México. (2022). Política nacional rectora de vacunación contra el SARS-CoV-2 para la prevención de la COVID-19 en México. Documento rector. In *Documento Rector. Versión 9.0*.
- Gómez, C. A., & Sánchez, M. C. (2020). Violencia familiar en tiempos de Covid. *Mirada Legislativa*, 187(187).
- Han, Y., Yang, L., Jia, K., Li, J., Feng, S., Chen, W., Zhao, W., & Pereira, P. (2021). Spatial distribution characteristics of the COVID-19 pandemic in Beijing and its relationship with environmental factors. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144257>
- Huang, B. Z., Chen, Z., Sidell, M. A., Eckel, S. P., Martinez, M. P., Lurmann, F., Thomas, D. C., Gilliland, F. D., & Xiang, A. H. (2021). Asthma Disease Status, COPD, and COVID-19 Severity in a Large Multiethnic Population. *Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 9(10). <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2021.07.030>
- INEGI. (2021a). *México en Cifras*. Ciudad de México. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=09>
- INEGI. (2022). *Estadística de Defunciones registradas*. Boletín.
- INEGI. (2021b). No Title. *Estadísticas a propósito del día mundial de la diabetes. Datos nacionales*, 1/5.
- Iyanda, A. E., Adeleke, R., Lu, Y., Osayomi, T., Adaralegbe, A., Lasode, M., Chima-Adaralegbe, N. J., & Osundina, A. M. (2020). A retrospective cross-national examination of COVID-19 outbreak in 175 countries: a multiscale geographically weighted regression analysis (January 11-June 28, 2020). *Journal of Infection and Public Health*, 13(10). <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.07.006>
- Jesri, N., Saghafipour, A., Koohpaei, A., Farzinnia, B., Jooshin, M. K., Abolkheirian, S., & Sarvi, M. (2021). Mapping and Spatial Pattern Analysis of COVID-19 in Central Iran Using the Local Indicators of Spatial Association (LISA). *BMC Public Health*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12267-6>
- Lope, V., Pollán, M., Pérez-Gómez, B., Aragonés, N., Ramis, R., Gómez-Barroso, D., & López-Abente, G. (2006). Municipal mortality due to thyroid cancer in Spain. *BMC Public Health*, 6. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-6-302>
- López-Hernández, E., & Rubio-Amores, D. (2020). Reflexiones sobre la violencia intrafamiliar y violencia de género durante emergencia por COVID-19. *CienciAmérica*, 9(2). <https://doi.org/10.33210/ca.v9i2.319>
- López-Tiro, J. J., Contreras-Contreras, E. A., Cruz-Arellanes, N. N., Camargo-Pirrón, M. A., Cabrera-Buendía, E. O., Ramírez-Pérez, G. I., & Vega-Acevedo, G. (2022a). Asthma and COVID-19. *Revista Alergia Mexico*, 69. <https://doi.org/10.29262/ram.v69iSupl1.1009>
- López-Tiro, J. J., Contreras-Contreras, E. A., Cruz-Arellanes, N. N., Camargo-Pirrón, M. A., Cabrera-Buendía, E. O., Ramírez-Pérez, G. I., & Vega-Acevedo, G. (2022b). Asthma and COVID-19. *Revista Alergia Mexico*, 69, S15–S23. <https://doi.org/10.29262/ram.v69iSupl1.1009>

- Lu, H., Stratton, C. W., & Tang, Y. W. (2020). Outbreak of pneumonia of unknown etiology in Wuhan, China: The mystery and the miracle. In *Journal of Medical Virology* (Vol. 92, Issue 4). <https://doi.org/10.1002/jmv.25678>
- México, C. & G. de. (2022). *Covid-19 México*. Gobierno de México.
- México, G. de. (2020). *Anuario de Morbilidad 1984 - 2020*. 20. Principales causas de Enfermedad Nacional.
- Mollalo, A., Mohammadi, A., Mavaddati, S., & Kiani, B. (2021). Spatial analysis of COVID-19 vaccination: A scoping review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 22). <https://doi.org/10.3390/ijerph182212024>
- Nakaya, T. (2019). Geographically Weighted Generalised Linear Modelling. In *Geocomputation: A Practical Primer*. <https://doi.org/10.4135/9781473916432.n12>
- O'SULLIVAN, D. (2003). Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships, by A. S. Fotheringham, C. Brunson, and M. Charlton. *Geographical Analysis*, 35(3). <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.2003.tb01114.x>
- OECD. (2019). *The Heavy Burden of Obesity: The Economics of Prevention, OECD Health Policy Studies* (OECD Publi). <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/67450d67-en>.
- Ramírez-Aldana, R., Gomez-Verjan, J. C., & Bello-Chavolla, O. Y. (2020). Spatial analysis of COVID-19 spread in Iran: Insights into geographical and structural transmission determinants at a province level. In *medRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.04.19.20071605>
- Ramírez, I. J., & Lee, J. (2020). COVID-19 emergence and social and health determinants in Colorado: A rapid spatial analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11). <https://doi.org/10.3390/ijerph17113856>
- Raymundo, C. E., Oliveira, M. C., de Araujo Eleuterio, T., André, S. R., da Silva, M. G., da Silva Queiroz, E. R., & de Andrade Medronho, R. (2021). Spatial analysis of COVID-19 incidence and the sociodemographic context in Brazil. *PLoS ONE*, 16(3 March). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247794>
- Romero-Nájera Danelly Estefanía, Puertas-Santana Naomi, Rivera-Martínez Montserrat, Baddillo-Alviter Gerardo, R.-V. P. (2021). Covid-19 and chronic diseases; an analysis in Mexico. *REVMEDUAS*, 11(1). <https://doi.org/dx.doi.org/10.28960/revmeduas.2007-8013.v11.n1.008>
- Sarioğlu, N. (2020). Asthma and covid-19: What do we know? *Tuberkuloz ve Toraks*, 68(2), 141–147. <https://doi.org/10.5578/tt.69775>
- Schiffrin, E. L., Flack, J. M., Ito, S., Muntner, P., & Webb, R. C. (2020). Hypertension and COVID-19. In *American Journal of Hypertension* (Vol. 33, Issue 5). <https://doi.org/10.1093/ajh/hpaa057>
- Suárez, V., Suarez Quezada, M., Oros Ruiz, S., & Ronquillo De Jesús, E. (2020). Epidemiología de COVID-19 en México: del 27 de febrero al 30 de abril de 2020. *Revista Clínica Española*, 220(8). <https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.05.007>
- Tadic, M., Saeed, S., Grassi, G., Taddei, S., Mancia, G., & Cuspidi, C. (2021). Hypertension and COVID-19: Ongoing Controversies. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 8. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.639222>

- Teran-Hernandez, M. (2017). Spatial Accessibility to cervical-cancer prevention and control services in San Luis Potosi. A proposal from the Geography of Health. *Investigaciones Geográficas*, 2017(94). <https://doi.org/10.14350/rig.56936>
- Terán, J., & Bravo, L. (2020). Diagnóstico psicopatológico en mujeres expuestas a violencia intrafamiliar durante la pandemia. *Dominio de Las Ciencias*, 6(08).
- Trajano, R. K. N., Lyra, C. V. V., Sá, T. Y. G. e, & Gomes, A. C. A. (2021). Comparativo de casos de violência sexual contra criança e adolescente no período 2018-2020. *Research, Society and Development*, 10(1). <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11384>
- Wang, Q., Dong, W., Yang, K., Ren, Z., Huang, D., Zhang, P., & Wang, J. (2021). Temporal and spatial analysis of COVID-19 transmission in China and its influencing factors. *International Journal of Infectious Diseases*, 105. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.03.014>
- Waszczykowska, K., Węgierska, M., Drygała, R., & Pawliczak, R. (2021). Asthma, chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and asthma-COPD overlap syndrome and the risk of severe COVID-19. *Alergologia Polska - Polish Journal of Allergology*, 8(1). <https://doi.org/10.5114/pja.2021.104655>
- WHO. (2022a). *No Title*.
- WHO, O. (2022b). *No Title*. COVID-19 and Violence against Women.
- Worldometer. (2022). *No Title*. Coronavirus Worldwide. <https://www.worldometers.info/coronavirus/worldwide-graphs/>
- Xu, X. W., Wu, X. X., Jiang, X. G., Xu, K. J., Ying, L. J., Ma, C. L., Li, S. B., Wang, H. Y., Zhang, S., Gao, H. N., Sheng, J. F., Cai, H. L., Qiu, Y. Q., & Li, L. J. (2020). Clinical findings in a group of patients infected with the 2019 novel coronavirus (SARS-Cov-2) outside of Wuhan, China: Retrospective case series. *The BMJ*, 368. <https://doi.org/10.1136/bmj.m606>



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí



**FACULTAD DE
ENFERMERÍA
Y NUTRICIÓN**



“Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things.”

–Waldo Tobler, 1970

Esta edición destaca la Planeación espacial estratégica como una innovación en el abordaje de un problema desde la perspectiva de la Geografía de Salud. En este sentido las autoras ilustran un caso de aplicación para tomadores de decisiones en el campo de la salud pública, en un ejemplo centrado en el mejor conocimiento de la dinámica espacial de la pandemia por SARS-CoV2 en el estado de Zacatecas.

Se hizo uso de tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica (GIS), el desarrollo de una geodatabase y la aplicación de métodos estadísticos espaciales. Con ello, fue posible identificar los escenarios vulnerables en la entidad con el fin de coadyuvar en la Estrategia Nacional de Vacunación en el estado y el manejo de la salud pública.

En este sentido, Gobierno del Estado, el Secretario de Salud y directores de las áreas correspondientes que integran la Secretaría de salud de Zacatecas, a partir del uso de la cartografía temática se diseñaron estrategias locales de intervención para el manejo y control de COVID-19. En esta obra se pone en manifiesto la importancia de utilizar nuevas herramientas que permitan focalizar las acciones gubernamentales a favor de la sociedad.

Dra. Mónica Terán Hernández

Dra. Irma Elizabeth González-Curiel



DIRECCIÓN DE
FOMENTO EDITORIAL
Y PUBLICACIONES
UASLP

*Tecnología
y ciencias aplicadas*