



Patrones espacio-temporales de la mortalidad por mala nutrición en México de 2000 a 2020 a nivel municipal

Dr. Mauricio Galeana Pizaña



CentroGeo  
19°17'30"N 99°13'17"O 2489m

**CENAPRECE**

# La mala nutrición

- Constituye uno de los mayores desafíos de salud pública a nivel global.
- Representa un factor de riesgo relacionado con las **enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT)** y la **desnutrición infantil**.
- Tiene repercusiones en la salud y el bienestar de las personas, así como en el desarrollo físico y cognitivo y los medios de subsistencia durante el ciclo vital individual.

**REFLEJA LAS AMPLIAS BRECHAS SOCIOECONÓMICAS**

**Gasto en alimentos para una semana:**

\$1.23



breidjing camp, CHAD

\$341.98



Carolina del Norte, USA

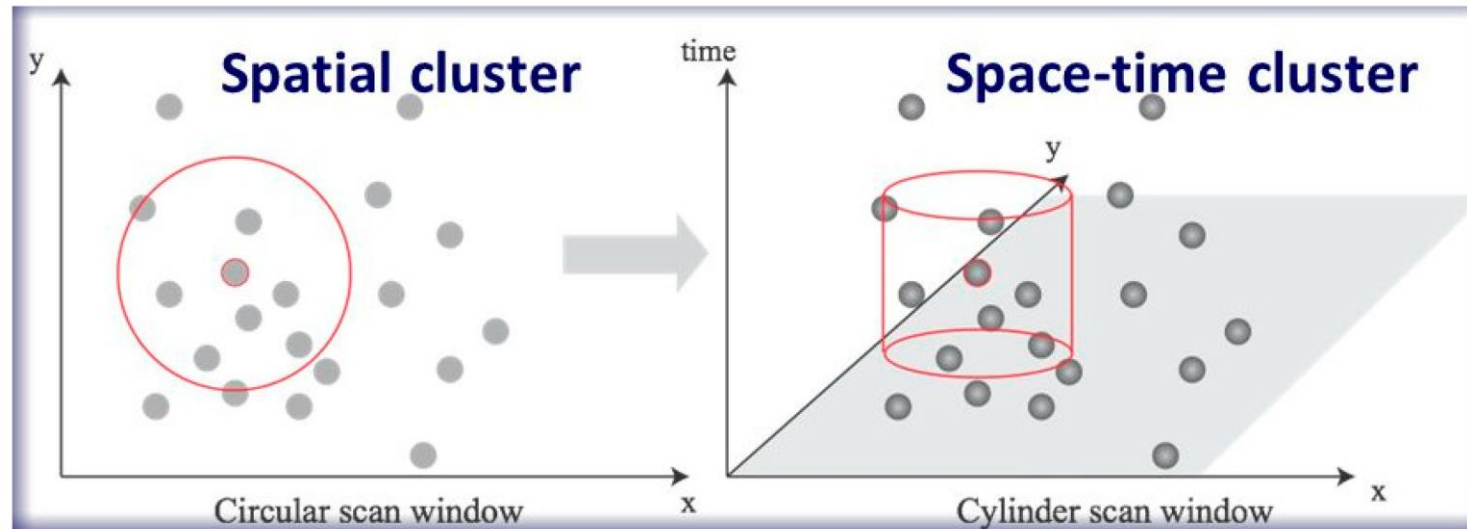
# La mala nutrición en México



- Aumento acelerado de desnutrición y sobrepeso u obesidad año con año. El 75.2% de adultos mayores de 20 años a nivel nacional presentan sobrepeso y obesidad
- Respecto a la desnutrición crónica infantil (0-4 años): 4.4% de los infantes presentan bajo peso, 14.9% desnutrición crónica y 1.5% emaciación.
- La mala nutrición ha sido relacionada con las ECNT como diabetes mellitus tipo II, hipertensión arterial, enfermedades isquémicas del corazón y enfermedades cerebrovasculares.

# Análisis espacio-temporal (SaTScan)

- La ventana de exploración para las estadísticas de espacio-tiempo es una ventana cilíndrica con una base geográfica circular y con una altura correspondiente al tiempo (Kulldorff et al., 1998).



- El método estadístico de escaneo de espacio-tiempo retrospectivo (Kulldorff et al., 1998) fue usado para incluir una dimensión de tiempo en el análisis e identificar dónde y cuándo (y durante cuánto tiempo) los conglomerados (activos o pasados).

# Análisis espacio-temporal (SaTScan)

- Emplea un modelo de Bernoulli o Poisson discreto para analizar grupos espacio-temporales de casos para identificar los conglomerados espacio-temporales de los casos asociados a una enfermedad. Bajo la hipótesis nula, **que el número esperado de casos en cada área es proporcional a su tamaño poblacional.**

$$\mu = p * \frac{C}{P}$$

Donde  $p$  es la población del rango de edad  $x$  dentro del cilindro,  $C$  el número total de defunciones del rango  $x$  y  $P$  la población total del rango de edad  $x$  observado en las entidades espaciales (municipios) durante un período de tiempo particular.

# Análisis espacio-temporal (SaTScan)

- El número de casos esperados y observados para cada cilindro con la hipótesis nula  $H_0$ : “**No hay diferencia en el riesgo de cada enfermedad entre el interior y exterior del cilindro**”, y como hipótesis alternativa  $H_A$ :” **Existe un mayor riesgo de las enfermedades dentro del cilindro**”.
- La proporción de casos observados con respecto a los esperados representa el riesgo dentro del cilindro, y el riesgo relativo representa el riesgo dentro de cilindro en comparación con el riesgo fuera de éste (Linton et al., 2014).

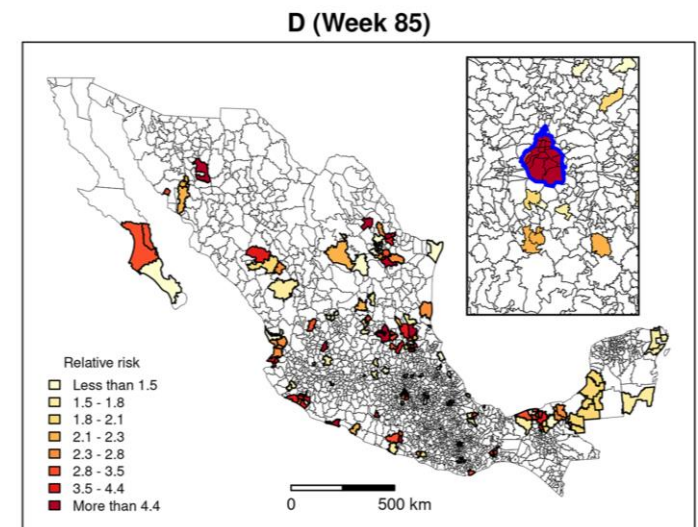
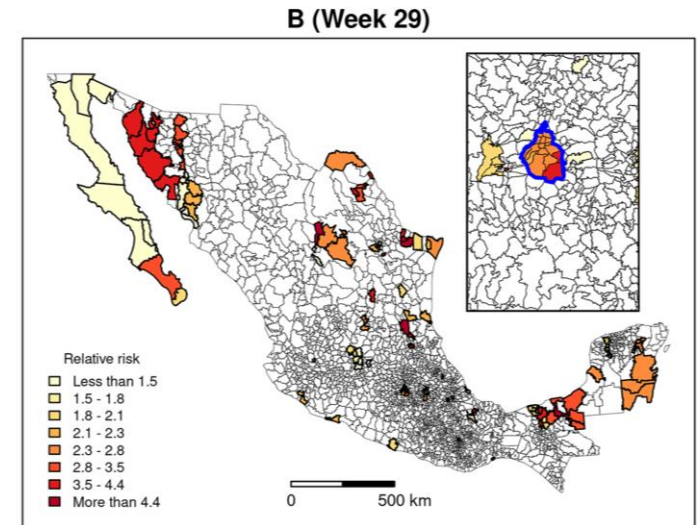
$$\frac{L(Z)}{L_0} = \frac{\left(\frac{n_z}{\mu(Z)}\right)^{n_z} \left(\frac{N - n_z}{N - \mu(Z)}\right)^{N - n_z}}{\left(\frac{N}{\mu(T)}\right)^N}$$

Donde  $L(Z)$  es la función de verosimilitud para un cilindro  $Z$ ,  $L_0$  la función de verosimilitud para  $H_0$ ,  $n_z$  es el número de casos dentro del cilindro,  $\mu(Z)$  es el número de casos esperados en el cilindro  $Z$ ,  $N$  es el número de casos observados para toda el área de estudio durante el periodo  $N$ , y  $\mu(T)$  es el total de casos esperados en toda el área de estudio a través de todos los periodos de tiempo.

# Análisis espacio-temporal (SaTScan)

- En epidemiología, los métodos scan son utilizados para monitorear un incremento en las tasas de mortalidad o morbilidad.
- En México se han usado para el análisis de los patrones espacio-temporales de la tuberculosis, dengue, e incluso Covid-19. Sin embargo, no se han usado para rastrear ECNT.

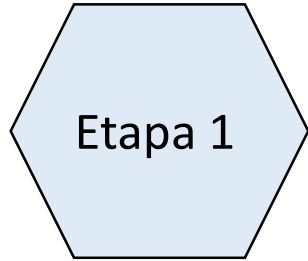
## Clusters y riesgo relativo de infección Covid 19 en distintas semanas



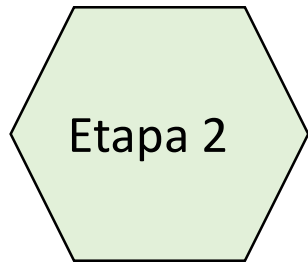
**Explorar la dinámica espacio temporal de la mortalidad asociada a las ECNT (diabetes mellitus tipo II, hipertensión arterial, enfermedades isquémicas del corazón y enfermedades cerebrovasculares) para los grupos de edad: 20-59 años y 60 y más años; así como la desnutrición infantil (0-4 años) durante el periodo 2000 al 2020 a escala municipal.**



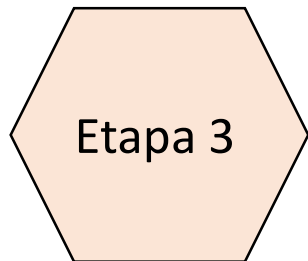




**Se recopiló y estandarizó la información** de las bases de datos de mortalidad de las enfermedades crónicas no transmisibles asociadas a la mala nutrición, así como la desnutrición infantil, provenientes de la Dirección General de Información en Salud.

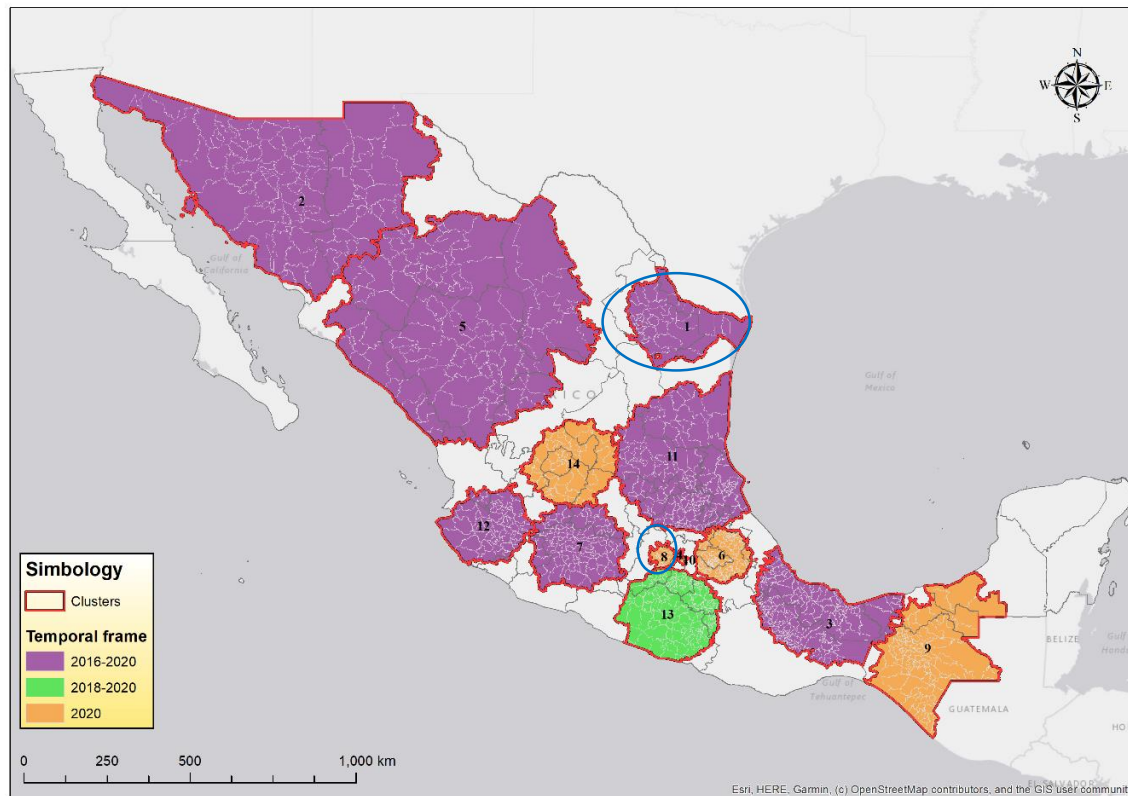


**Se realizó la estandarización y conciliación demográfica** de los censos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Ambos insumos para consolidar una serie de tiempo de 21 años (2000 al 2020) a escala municipal.



**Se estimaron los conglomerados espacio-temporales** para cada una de las ECNT y desnutrición infantil mediante el software SaTScan y softwares de información geográfica.

# Conglomerados espacio temporal de la mortalidad por enfermedades isquémicas de corazón de población entre 20 y 59 años.

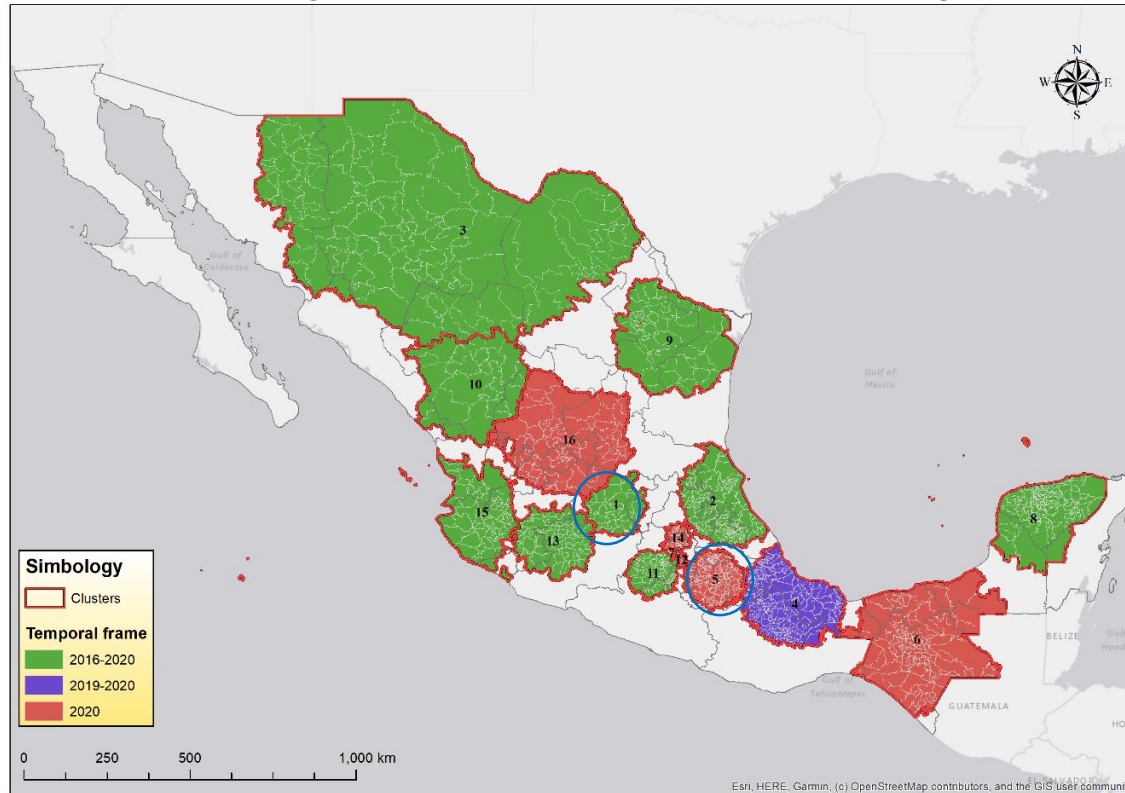


Se identificaron **14 conglomerados** estadísticamente significativos en el periodo de estudio.

- El conglomerado más probable se ubicó en el municipio de **Camargo, Tamaulipas**.
- El conglomerado con mayor riesgo relativo estimado estuvo asociado al municipio **Otzolotepec - Estado de México**.

CLUSTER	LOC_ID	RADIUS	START_DATE	END_DATE	NUMBER_LOC	LLR	P_VALUE	OBSERVED	EXPECTED	REL_RISK	POPULATIO N
1	28007	164.9	01/01/2016	31/12/2020	47	1,178.22	<0.0001	6434	3303.34036	1.972	1,471,024
2	26035	464.1	01/01/2016	31/12/2020	100	1,152.36	<0.0001	6332	3258.14747	1.967	1,472,858
3	30032	208.6	01/01/2016	31/12/2020	233	505.48	<0.0001	5158	3210.67415	1.619	1,474,971
4	9005	11.4	01/01/2016	31/12/2020	6	478.62	<0.0001	4585	2806.07577	1.646	1,412,819
5	10011	341.9	01/01/2016	31/12/2020	109	474.95	<0.0001	5015	3148.52176	1.605	1,434,838

# Conglomerados espacio temporales de la mortalidad por enfermedades isquémicas de corazón de población entre 60 años y más.

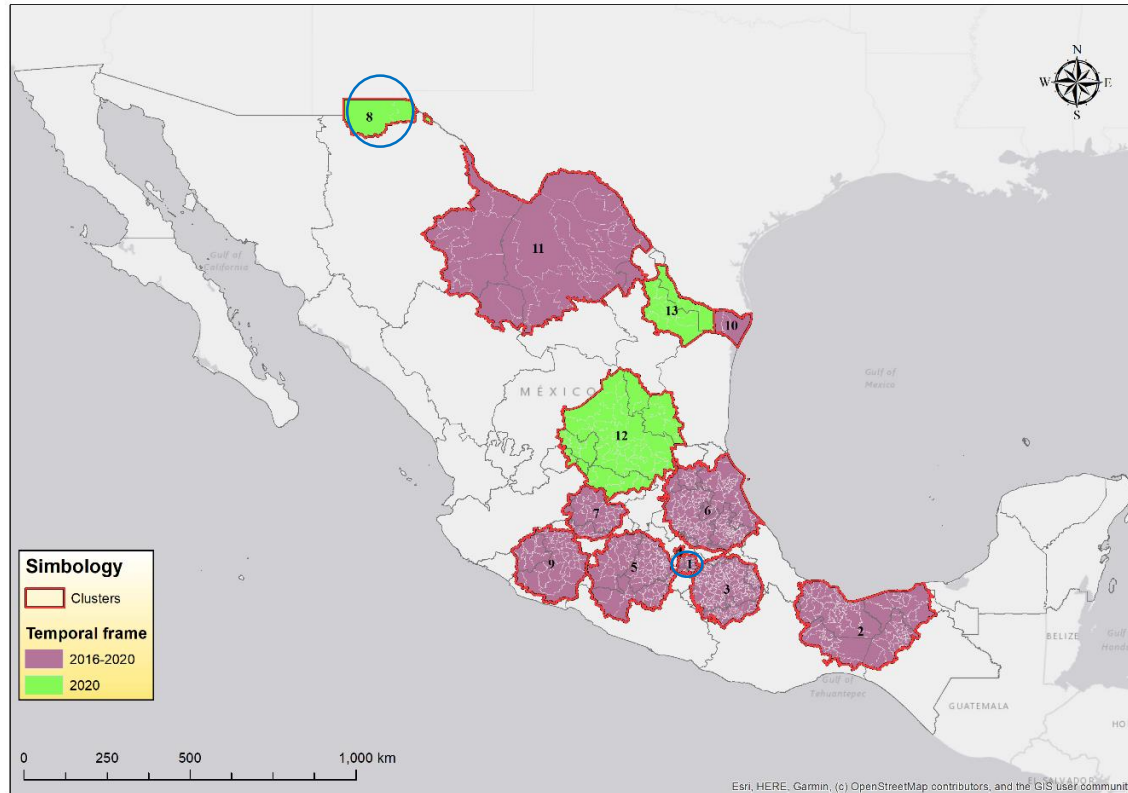


Se identificaron **16 conglomerados** estadísticamente significativos en el periodo de estudio.

- El conglomerado más probable (Cluster 1), según la razón de verosimilitud, se ubicó en el municipio de **Comonfort – Guanajuato**.
- El conglomerado con mayor riesgo relativo estimado estuvo asociado al municipio **Huehuetlán el Grande – Puebla**.

CLUSTER	LOC_ID	RADIUS	START_DATE	END_DATE	NUMBER_LOC	LLR	P_VALUE	OBSERVED	EXPECTED	REL_RISK	POPULATIO N
1	11009	88.0	01/01/2016	31/12/2020	43	2,873.07	<0.0001	24014	14156.1258	1.710	208,476
2	30160	144.5	01/01/2016	31/12/2020	171	2,703.87	<0.0001	26466	16300.7803	1.637	250,273
3	8015	507.1	01/01/2016	31/12/2020	149	2,564.92	<0.0001	27237	17131.7445	1.603	257,986
4	30045	150.9	01/01/2019	31/12/2020	276	2,017.01	<0.0001	13204	7201.27682	1.843	261,632
5	21150	86.0	01/01/2020	31/12/2020	194	1,628.03	<0.0001	7837	3813.59179	2.062	262,725

# Conglomerados espacio temporales de la mortalidad por diabetes mellitus tipo II de población entre 20 y 59 años.

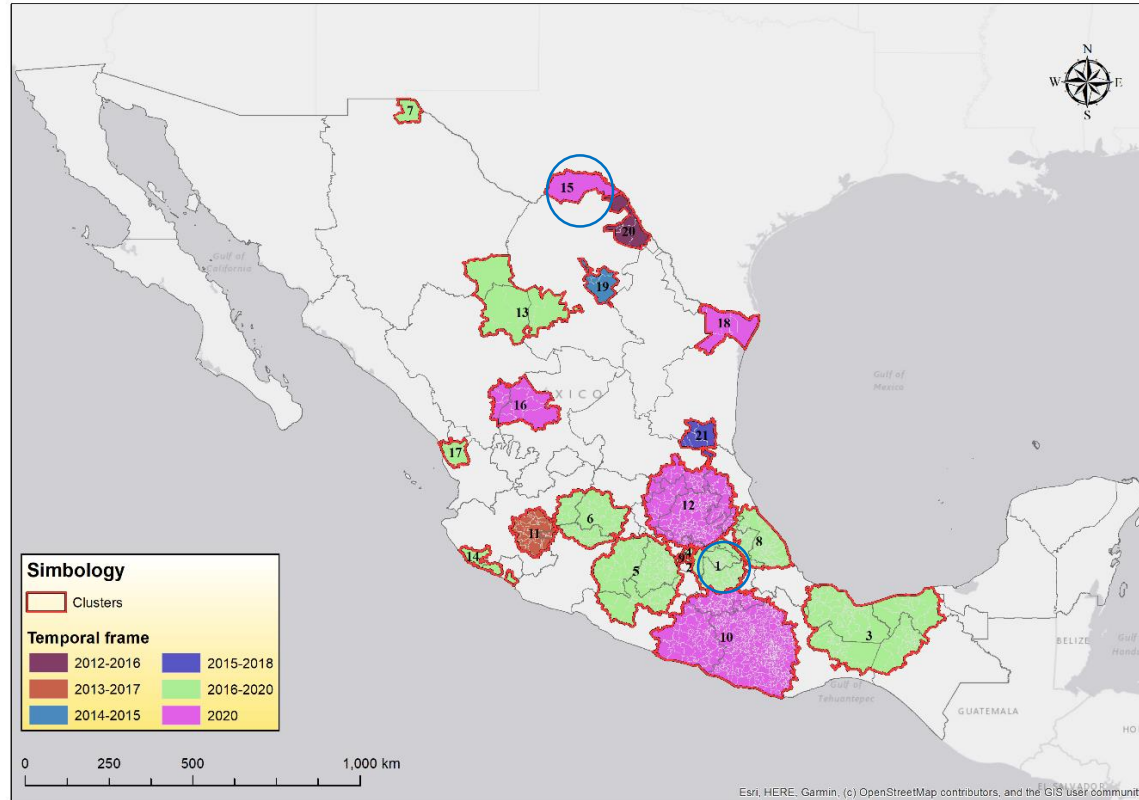


Se identificaron **13 conglomerados** estadísticamente significativos en el periodo de estudio.

- El conglomerado más probable se ubicó en el municipio **Tenango del Aire - Estado de México**.
- El conglomerado con mayor riesgo relativo estimado estuvo asociado al municipio **Juárez – Chihuahua**.

CLUSTER	LOC_ID	RADIUS	START_DATE	END_DATE	NUMBER_LOC	LLR	P_VALUE	OBSERVED	EXPECTED	REL_RISK	POPULATION
1	15089	32.4	01/01/2016	31/12/2020	29	1,988.04	<0.0001	7723	3446.94862	2.276	1,463,711
2	30204	183.0	01/01/2016	31/12/2020	106	1,941.10	<0.0001	6911	2957.5886	2.371	1,234,186
3	21082	100.7	01/01/2016	31/12/2020	260	1,616.86	<0.0001	7476	3598.30437	2.108	1,467,335
4	9005	11.4	01/01/2016	31/12/2020	6	1,239.88	<0.0001	6134	3030.11444	2.048	1,412,819
5	15123	119.8	01/01/2016	31/12/2020	116	968.05	<0.0001	6438	3539.98651	1.838	1,444,710

# Conglomerados espacio temporales de la mortalidad por diabetes mellitus tipo II de población entre 60 años y más.

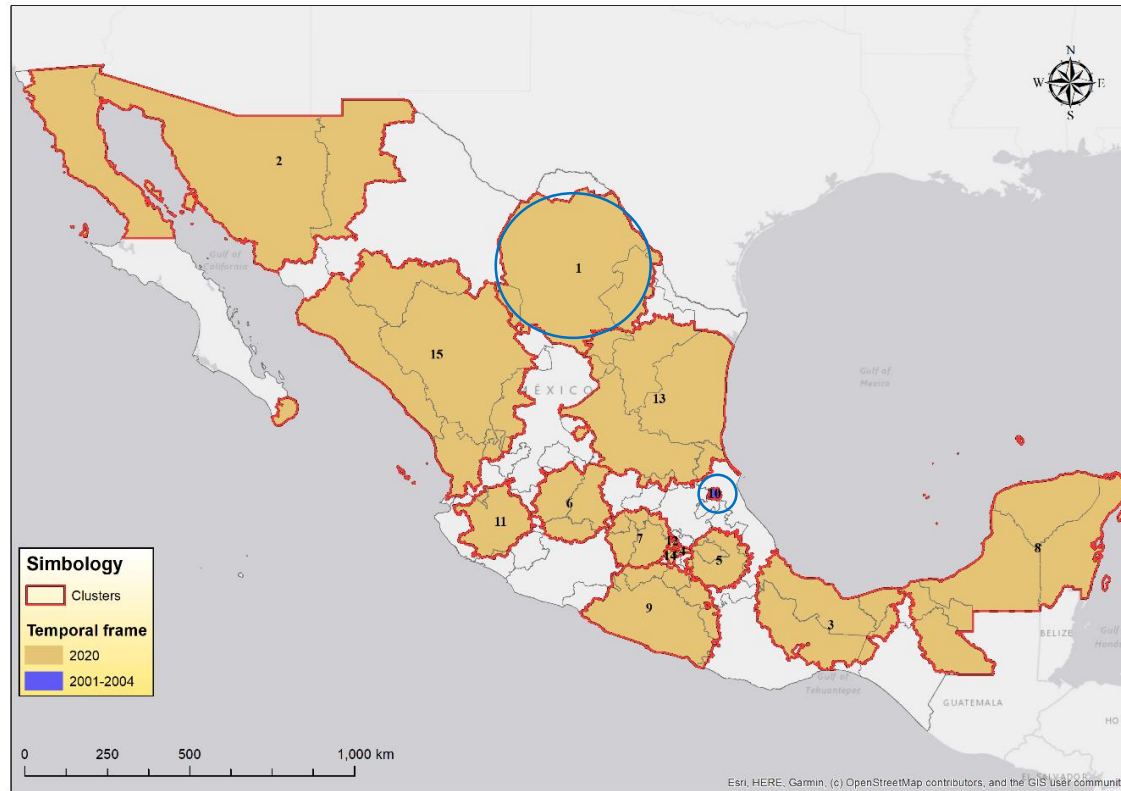


Se identificaron **21 conglomerados** estadísticamente significativos en el periodo de estudio.

- El conglomerado más probable se ubicó en el municipio **Santa Catarina Ayometla-Tlaxcala**.
- El conglomerado con mayor riesgo relativo estimado estuvo asociado al municipio **Acuña – Coahuila**.

CLUSTER	LOC_ID	RADIUS	START_DATE	END_DATE	NUMBER_LOC	LLR	P_VALUE	OBSERVED	EXPECTED	REL_RISK	POPULATIO N
1	29058	75.5	01/01/2016	31/12/2020	171	3,900.98	<0.0001	23427	12460.967	1.907	257,112
2	15058	9.9	01/01/2016	31/12/2020	6	1,903.29	<0.0001	17934	10937.7495	1.655	231,167
3	30204	183.0	01/01/2016	31/12/2020	106	1,810.29	<0.0001	16453	9933.02028	1.670	207,559
4	15033	16.4	01/01/2016	31/12/2020	12	1,593.11	<0.0001	18680	12039.9494	1.565	242,641
5	15123	120.5	01/01/2016	31/12/2020	117	1,557.42	<0.0001	18372	11857.4369	1.563	258,160

# Conglomerados espacio temporales de la mortalidad por enfermedades cerebrovasculares de población entre 20 y 59 años.

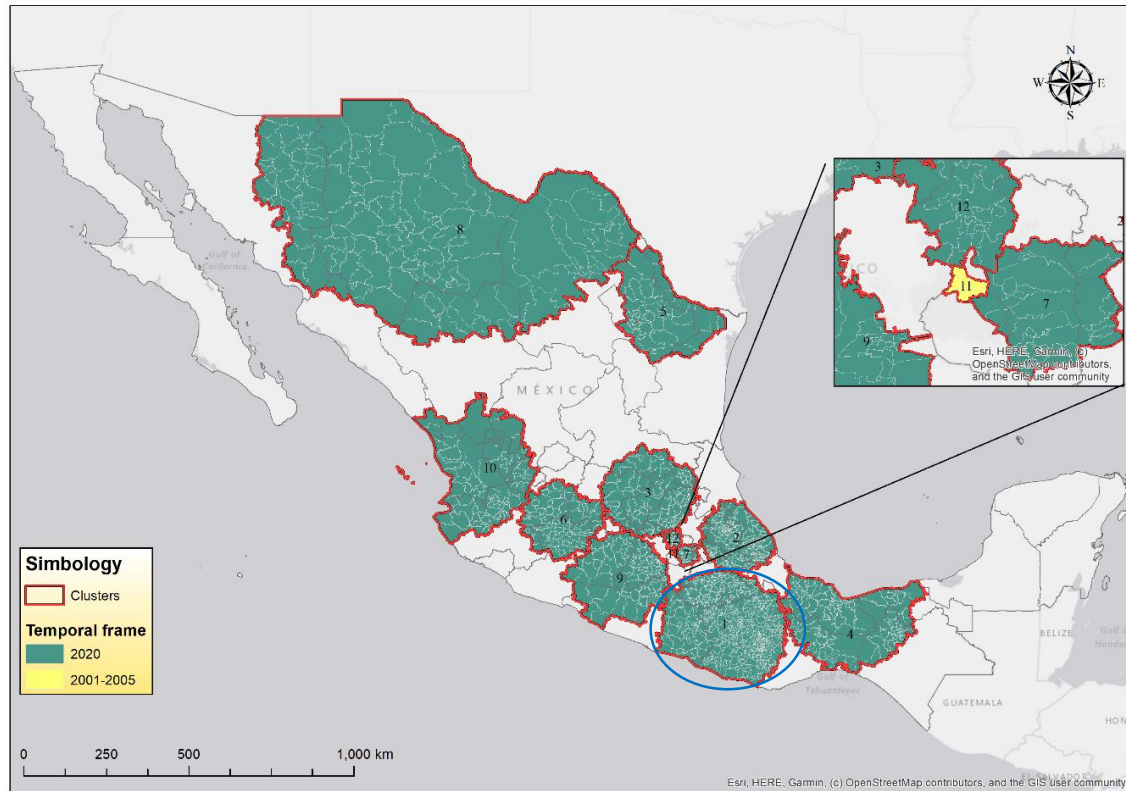


Se identificaron **14 conglomerados** estadísticamente significativos en el periodo de estudio.

- El conglomerado más probable se ubicó en el municipio **Lamadrid – Coahuila**.
- El conglomerado con mayor riesgo relativo estimado estuvo asociado al municipio **Chicontepec – Veracruz**.

CLUSTER	LOC_ID	RADIUS	START_DATE	END_DATE	NUMBER_LOC	LLR	P_VALUE	OBSERVED	EXPECTED	REL_RISK	POPULATIO N
1	5016	231.3	01/01/2020	31/12/2020	57	186.62	<0.0001	386	119.607148	3.246	1,413,443
2	26060	471.6	01/01/2020	31/12/2020	85	165.92	<0.0001	370	120.662861	3.083	1,440,237
3	30149	211.1	01/01/2020	31/12/2020	235	159.77	<0.0001	363	119.841418	3.045	1,474,669
4	15031	14.8	01/01/2020	31/12/2020	9	156.94	<0.0001	341	109.26514	3.136	1,439,898
5	29037	86.2	01/01/2020	31/12/2020	186	143.90	<0.0001	361	126.907063	2.859	1,476,125

# Conglomerados espacio temporales de la mortalidad por enfermedades cerebrovasculares de población entre 60 años y más.

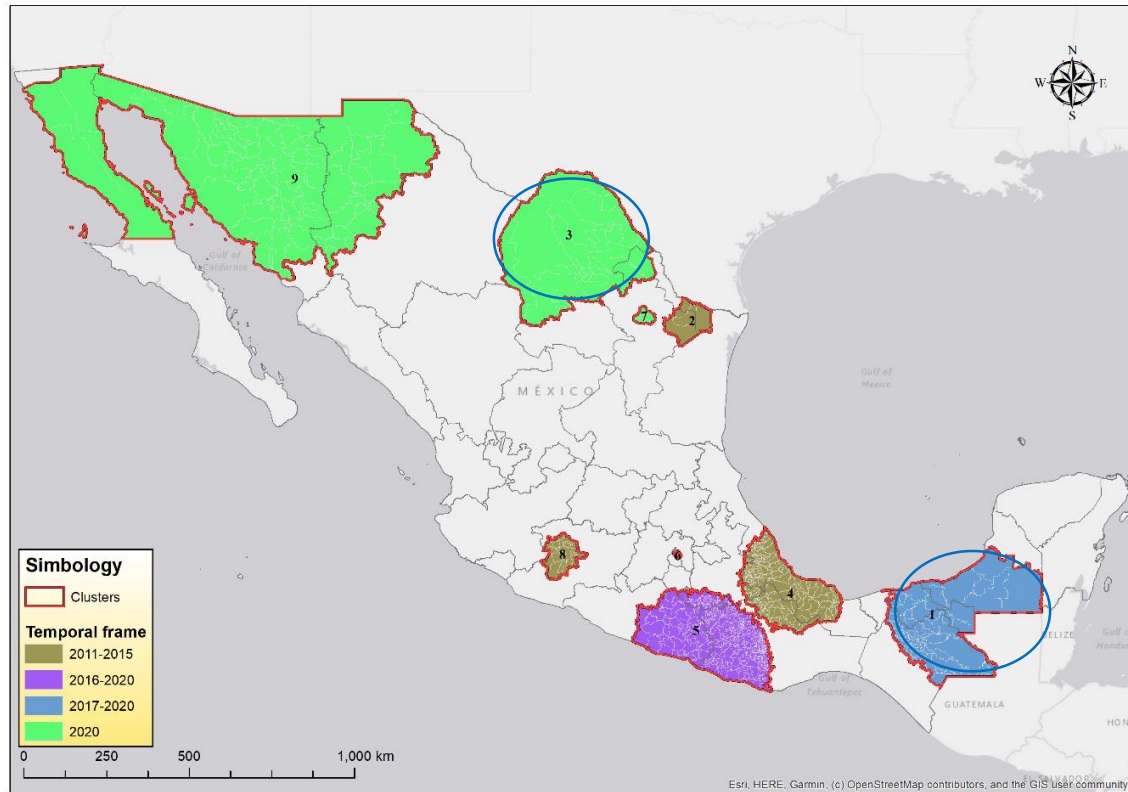


Se identificaron **12 conglomerados** estadísticamente significativos en el periodo de estudio.

- El conglomerado más probable se ubicó en el municipio **San Martín Itunyoso - Oaxaca**.
- El conglomerado con mayor riesgo relativo estimado estuvo asociado al municipio **San Martín Itunyoso - Oaxaca**.

CLUSTER	LOC_ID	RADIUS	START_DATE	END_DATE	NUMBER_LOC	LLR	P_VALUE	OBSERVED	EXPECTED	REL_RISK	POPULATIO N
1	20240	189.0	01/01/2020	31/12/2020	622	717.33	<0.0001	1951	719.719402	2.724	262,525
2	21174	109.4	01/01/2020	31/12/2020	206	551.63	<0.0001	1803	735.357248	2.462	256,581
3	22013	134.9	01/01/2020	31/12/2020	114	451.12	<0.0001	1691	737.79952	2.301	252,095
4	30111	193.6	01/01/2020	31/12/2020	140	420.63	<0.0001	1723	783.024153	2.209	257,714
5	28025	166.0	01/01/2020	31/12/2020	54	388.05	<0.0001	1687	786.876118	2.152	252,933

# Conglomerados espacio temporales de la mortalidad por hipertensión de población entre 20 a 59 años.



Se identificaron **9 conglomerados** estadísticamente significativos en el periodo de estudio.

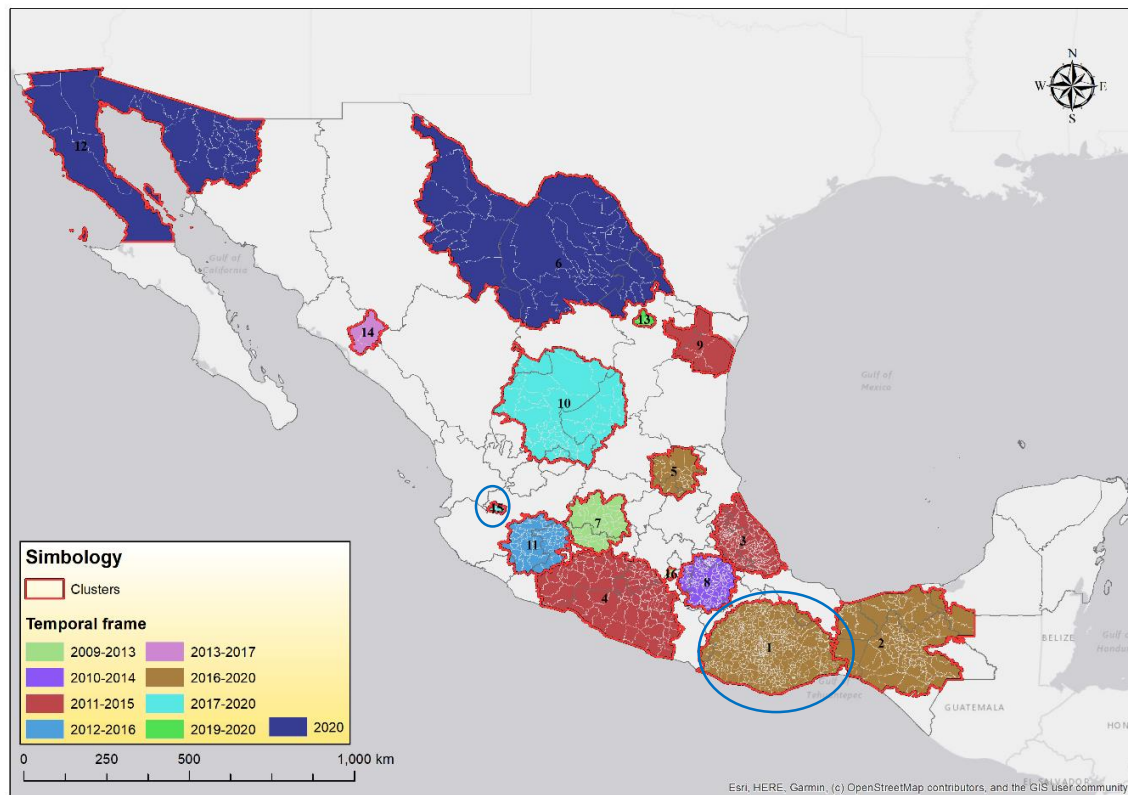
- El conglomerado más probable se ubicó en el municipio **Balancán – Tabasco**.
- El conglomerado con mayor riesgo relativo estimado estuvo asociado al municipio **San Buenaventura – Coahuila**.

CLUSTER	LOC_ID	RADIUS	START_DATE	END_DATE	NUMBER_LOC	LLR	P_VALUE	OBSERVED	EXPECTED	REL_RISK	POPULATIO N
1	27001	209.8	01/01/2017	31/12/2020	87	137.39	<0.0001	296	94.848237	3.173	1,035,676
2	19020	48.0	01/01/2011	31/12/2015	6	90.62	<0.0001	99	17.437949	5.715	173,463
3	5031	207.5	01/01/2020	31/12/2020	33	77.95	<0.0001	58	6.204501	9.388	293,461
4	30011	160.2	01/01/2011	31/12/2015	221	58.85	<0.0001	291	143.771597	2.049	1,448,672
5	12023	211.4	01/01/2016	31/12/2020	407	53.21	<0.0001	245	117.493509	2.107	1,090,639





## Conglomerados espacio temporales de la mortalidad por hipertensión de población entre 60 años y más.

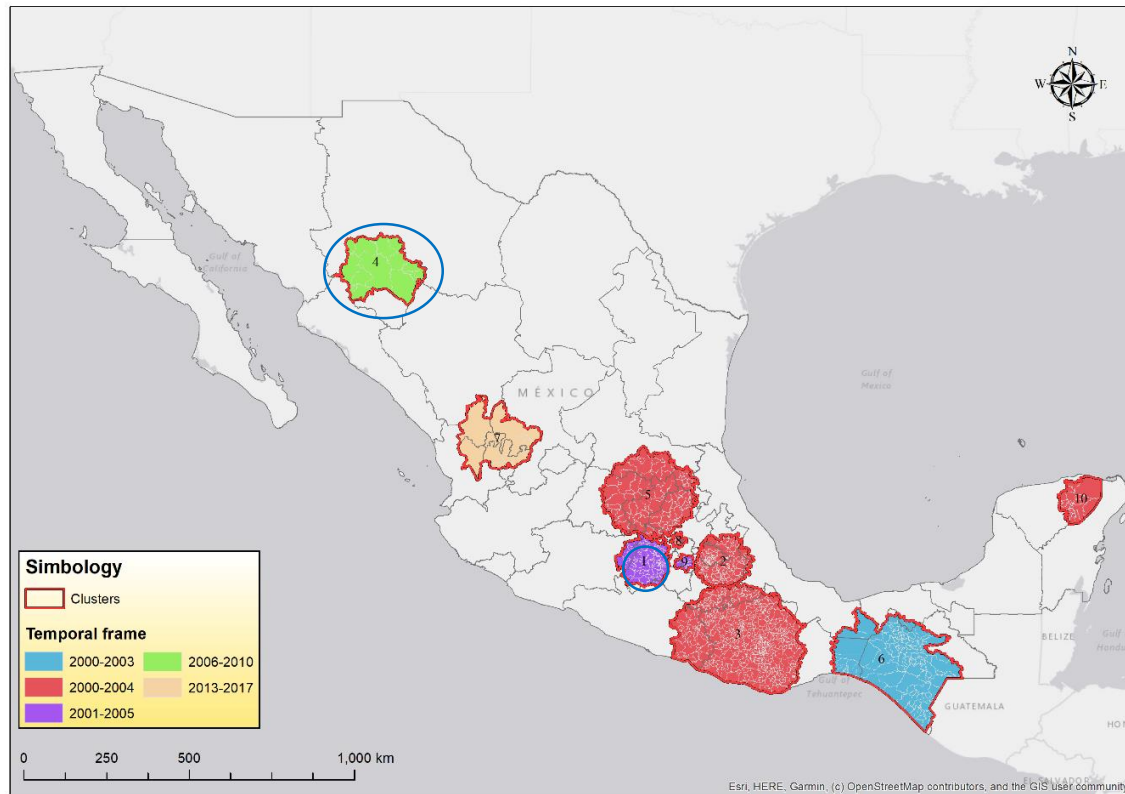
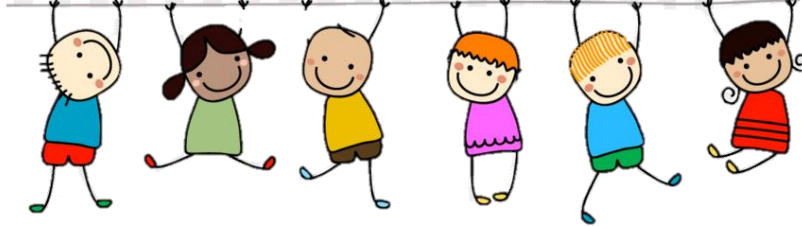


Se identificaron **16 conglomerados** estadísticamente significativos en el periodo de estudio.

- El conglomerado más probable se ubicó en el municipio **Sitio de Xitlapehua – Oaxaca**.
- El conglomerado con mayor riesgo relativo estimado estuvo asociado al municipio **Ahualulco de Mercado – Jalisco**

CLUSTER	LOC_ID	RADIUS	START_DATE	END_DATE	NUMBER_LOC	LLR	P_VALUE	OBSERVED	EXPECTED	REL_RISK	POPULATIO N
1	20538	209.5	01/01/2016	31/12/2020	521	934.70	<0.0001	2638	999.718463	2.682	187,366
2	7084	192.1	01/01/2016	31/12/2020	128	388.80	<0.0001	2679	1491.14518	1.818	257,446
3	30114	130.7	01/01/2011	31/12/2015	156	335.36	<0.0001	2139	1159.17291	1.863	246,588
4	12048	222.2	01/01/2011	31/12/2015	101	229.36	<0.0001	1706	970.716334	1.770	206,214
5	24003	72.3	01/01/2016	31/12/2020	30	199.55	<0.0001	626	249.827371	2.515	47,535

# Conglomerados espacio temporales de la mortalidad por desnutrición infantil (0-4 años)



Se identificaron **10 conglomerados** estadísticamente significativos en el periodo de estudio.

- El conglomerado más probable se ubicó en el municipio **Amanalco - Estado de México**.
- El conglomerado con mayor riesgo relativo estimado estuvo asociado al municipio **Guachochi – Chihuahua**.

CLUSTER	LOC_ID	RADIUS	START_DATE	END_DATE	NUMBER_LOC	LLR	P_VALUE	OBSERVED	EXPECTED	REL_RISK	POPULATIO N
1	27001	209.8	01/01/2017	31/12/2020	87	137.39	<0.0001	296	94.848237	3.173	1,035,676
2	19020	48.0	01/01/2011	31/12/2015	6	90.62	<0.0001	99	17.437949	5.715	173,463
3	5031	207.5	01/01/2020	31/12/2020	33	77.95	<0.0001	58	6.204501	9.388	293,461
4	30011	160.2	01/01/2011	31/12/2015	221	58.85	<0.0001	291	143.771597	2.049	1,448,672
5	12023	211.4	01/01/2016	31/12/2020	407	53.21	<0.0001	245	117.493509	2.107	1,090,639

# Contribuciones

- Existe evidencia de que la **variación geográfica en la mortalidad** a causa de ECNT y desnutrición infantil, **podría atribuirse a las estructuras demográficas y a posibles factores socioambientales subyacentes** a los patrones de agrupación encontrados.
- **Nuestros resultados contribuyen a la potencial priorización espacial de la asignación de recursos y campañas de prevención y tratamiento de las ECNT y la desnutrición infantil.** Centrarse en los **conglomerados activos** es importante para el país, ya que son estos los que representan actualmente una amenaza para la salud pública.
- **La inclusión de factores contextuales**, tales como la utilización de los servicios de salud, patrones de consumo, estilos y preferencias dietarias, nivel de ingreso y educación en análisis futuros, **aportará pertinencia más allá de la real distribución geográfica de las ECNT y la desnutrición infantil, a las causas y posibles soluciones.**

Plataforma de  
información  
Geoespacial

Análisis nacionales

Econometría  
espacial  
(determinantes)

Modelo de  
ecuaciones  
estructurales

Entornos  
alimentarios

## Plataforma geoespacial del sistema agroalimentario y la nutrición en México

A) Inicio/Presentación del proyecto (Estructura/Acerca de la plataforma)

B) ¿Qué es el sistema agroalimentario?

C) Indicadores de Nutrición

- a. Enfermedades crónicas no transmisibles
- b. Desnutrición infantil
- c. Tablero de indicadores

D) Sistema agroalimentario

- a. Tablero de indicadores del sistema agroalimentario
- b. Estrategia Nacional para una Alimentación Saludable, Justa y Sostenible
- c. Estudios de caso

E) Indicadores demográficos

F) Análisis geoespacial

- a. Clusters espacio-temporales 2000-2020
- b. Determinantes espaciales
- c. Modelo de ecuaciones estructurales del sistema agroalimentario y la nutrición
- d. Entornos alimentarios

G) Participantes

<http://salud.centrogeo.org.mx/>

Vicio ¿Qué es el Sistema Alimentario? Indicadores de Nutrición Sistema Agroalimentario Indicadores Demográficos Análisis Geoespacial Participantes

RECE CONACYT CentroGeo

Plataforma Geoespacial del sistema agroalimentario y la nutrición en México

Novedades

31 DE FEBRERO Integración, difusión e implementación de datos de salud en México

23 DE FEBRERO Determinantes socioeconómicos de la salud

20 DE FEBRERO El Impacto de la Cultura de Datos y Salud en la Política de Alimentos (¿Por qué?)

WEBINARIO CIENCIA DE DATOS Y SALUD

Instituciones participantes

CentroGeo CENAPRECE CENEA EL COLEGIO DE MEXICO

Próximos pasos



# SALUD

SECRETARÍA DE SALUD

Gracias!!!

[mgaleana@centrogeo.edu.mx](mailto:mgaleana@centrogeo.edu.mx)



## CentroGeo

19°17'30"N 99°13'17"O 2489m