

## **Métodos**

### ***Origen de los datos***

El estudio se realizó utilizando los datos de mortalidad por causa múltiple 2010 a 2020 que provee la Dirección General de Información en Salud (DGIS)- Secretaría de Salud en México. Estos integran todas las causas listadas en el certificado de defunción (DGIS, 2022). Para la construcción de las tasas de mortalidad se incluyó el número de casos de acuerdo a los códigos correspondientes con base en la décima versión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10): enfermedades infecciosas intestinales (A00-A09), diabetes mellitus tipo 2 (E11), desnutrición (E40-E46), hipertensión arterial (I10), enfermedades isquémicas de corazón (I20-I25), enfermedades cerebrovasculares (I60-I69) y enfermedad renal crónica (N18).

Las unidades comerciales minoristas de alimentos se clasificaron en tres grupos: supermercados, tiendas de conveniencia, tiendas de abarrotes. Además, se clasificaron los restaurantes según nivel de venta de alimentos ultra procesados en tres grupos: a) cadenas y franquicias de comida rápida, b) restaurantes de antojitos mexicanos y c) fondas, cocinas económicas y restaurantes de menú a la carta. Las tipologías se obtuvieron de la Clasificación Industrial Internacional del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte.

### ***Estandarización de los datos***

De acuerdo con los resultados de los censos y el conteo de población y vivienda levantados en la última década de este siglo, el número de alcaldías y municipios de México aumentó de 2,456 unidades en el año 2010 a 2,469 unidades en 2020. Para calcular la población de estos nuevos municipios en los años censales e intercensales previos a su creación, se revisó la ubicación geográfica de las localidades del país en los años 2010, 2015 y 2020, con respecto a la división municipal existente en 2020. A su vez, esta población se restó de la población total de los municipios de los que provienen dichas localidades, de tal forma que solo se llevó a cabo una redistribución de la población censada en el año original. Con base en los factores obtenidos, se estandarizaron las bases de datos de las enfermedades crónicas no transmisibles, de tal forma que se tuviera la distribución tanto de estos como de la población con base en el marco geoestadístico nacional 2020.

Una vez estandarizada la base de datos poblacional, se realizó una conciliación demográfica para tener una armonización de las tendencias de los componentes del cambio demográfico con la

población por edad enumerada en los censos de población y vivienda a partir de la cual se determinó la población base las proyecciones de población a mitad de año. Para la conciliación demográfica se estimó la participación relativa de cada municipio en la población total de la entidad federativa a la que pertenece, para cada evento censal e intercensal comprendido entre los años 2010 y 2020. Es decir, para cada municipio se obtuvo la proporción que representa de la población estatal respectiva en 2010, 2015 y 2020; y posteriormente estas proporciones se interpolaron linealmente para estimar las participaciones correspondientes a cada año.

Finalmente, las proporciones anuales estimadas se multiplicaron por los datos de población de cada entidad federativa, arriba mencionados, para obtener las estimaciones equivalentes a nivel municipal. Sean  $P_t$  y  $P_{t+5}$  las poblaciones enumeradas de una misma entidad federativa en dos eventos censales e intercensales consecutivos, p.ej. 2010 y 2015; y  $p_t$  y  $p_{t+5}$  las cifras correspondientes a nivel municipal (ecuación 1).

$$P_t = \sum_{i=1}^n p_{i,t} \quad \text{y} \quad P_{t+5} = \sum_{i=1}^n p_{i,t+5} \quad (\text{Eq. 1})$$

Las proporciones municipales censales e intercensales (de cada evento) se calcularon como se muestra en la ecuación 2.

$$w_{i,t} = \frac{p_{i,t}}{P_t} \quad \text{y} \quad w_{i,t+5} = \frac{p_{i,t+5}}{P_{t+5}} \quad (\text{Eq. 2})$$

## ***Análisis estadístico***

### **Estadísticas de escaneo temporal**

Se utilizó el método estadístico de escaneo temporal, que utiliza una ventana que se mueve en una dimensión, el tiempo, definida de la misma manera que la altura del cilindro utilizada por la estadística de exploración de espacio-tiempo (Kulldorff et al., 1998). Se empleó un modelo de Poisson discreto para analizar grupos temporales de casos de Desnutrición, Diabetes Mellitus tipo 2, Hipertensión, Enfermedad renal crónica, Enfermedades isquémicas del corazón, Enfermedades infecciosas intestinales y Enfermedades cerebrovasculares usando SaTScan v 10.0 (Kulldorff e Information Management Services Inc., 2018). Los análisis se implementaron utilizando el año como unidad de tiempo, un nivel de significación de 0,05 y un tamaño de grupo temporal máximo del 25% del período de estudio para años de tasas altas de riesgo relativo.

## Estadísticas de exploración espacial de forma flexible

Una vez identificado los años con mayor riesgo relativo, se estimaron las estadísticas de exploración espacial de forma flexible propuesto por Tango y Takahashi (2005). Este algoritmo puede detectar conglomerados de forma irregular, a diferencia de los algoritmos basados en una ventana circular, que tienden a sobre estimar la extensión de un conglomerado (Tango & Takahashi, 2005; Tango & Takahashi, 2012).

Se utilizó una prueba de razón de verosimilitud (likelihood ratio test) para identificar los conglomerados espaciales. Se calculó 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 señalada anteriormente entre el interior y exterior del conglomerado”, y como hipótesis alternativa  $H_A$ : “Existe un mayor riesgo de las enfermedades dentro del conglomerado”. Ambas hipótesis bajo el supuesto de que el tamaño de un conglomerado no puede conocerse a priori y la población en riesgo no está distribuida uniformemente.

El cálculo del número de casos esperados  $\mu$  se realizó mediante la ecuación 3.

$$\mu = p * \frac{C}{P} \quad (\text{Eq. 3})$$

Donde  $p$  es la población  $x$  dentro del conglomerado,  $C$  el número total de defunciones por causas múltiples del rango  $x$  y  $P$  la población total  $x$  observado en las entidades espaciales (municipios) durante un período de tiempo particular (Linton et al., 2014). La proporción de casos observados con respecto a los esperados representa el riesgo dentro del conglomerado, y el riesgo relativo representa el riesgo dentro del conglomerado en comparación con nacional (Linton et al., 2014). El riesgo relativo dentro de cada conglomerado se estimó a partir de la ecuación 4.

$$RR = \frac{c/\mu}{(C-c)/(C-\mu)} \quad (\text{Eq. 4})$$

Donde  $RR$  es el riesgo relativo para un conglomerado  $Z$ ,  $c$  es el número total de casos dentro del conglomerado,  $\mu$  es el número total de casos esperados dentro del conglomerado, y  $C$  es el número total de casos en el país. Para probar si los conglomerados son estadísticamente significativos, se estimó la razón de verosimilitud logarítmica mediante la aleatorización Monte Carlo con 999 repeticiones (Kulldorff y Nagarwalla, 1995). El conglomerado con la mayor razón de verosimilitud será el conglomerado más probable (Hohl et al., 2020). El valor  $p$  se estima comparando el rango de probabilidad del conjunto de datos reales con los valores de probabilidad de los conjuntos de datos

aleatorios. La representación espacial de los resultados se realizó a través de un software de información geográfica.

### ***Análisis de conglomerados con mayor riesgo relativo y disponibilidad de alimentos***

Para explorar las diferencias entre los conglomerados con mayor riesgo relativo y la relación entre la disponibilidad física de alimentos, primero se estimó la densidad anual por cada cien mil habitantes a nivel municipal de cada una de las unidades comerciales minoristas de supermercados, tiendas de conveniencia, tiendas de abarrotes, cadenas y franquicias de comida rápida, restaurantes de antojitos mexicanos y de fondas, cocinas económicas y restaurantes de menú a la carta.

Posteriormente se integraron estas estimaciones con conglomerados identificados a través de las estadísticas de exploración espacial de forma flexible. El análisis de diferencias se llevó a cabo a través de la prueba de Kruskal Wallis. Esta prueba identifica si existe una diferencia estadística en  $k$  grupos independientes para cada indicador (densidad de unidades comerciales minoristas y restaurantes). Una de las ventajas de esta prueba es que permite que variables identifiquen las diferencias. Cuando la prueba es estadísticamente significativa, el resultado muestra una diferencia en al menos dos grupos y, por lo tanto, no es un resultado aleatorio (Núñez, 2018).

### **Referencias**

- DG de I en S (DGIS), 2020. Subsistema de Prestación de Servicios. Cubos dinámicos de Servicios Otorgados SIS. México: Secretaría de Salud. Available from: [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/da\\_de\\_funciones\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/da_de_funciones_gobmx.html) Accessed: August 10, 2020.
- Hohl A, Delmelle EM, Desjardins MR, LanY, 2020. Daily surveillance of COVID-19 using the prospective space-time scan statistic in the United States. *Spatial Spatiotemp Epidemiol* 34:100354.
- Kulldorff M, Nagarwalla N, 1995. Spatial disease clusters: detection and inference. *Stat Med* 14:799-810.
- Kulldorff M, AthasWF, Feurer EJ, Miller BA, Key CR, 1998. Evaluating cluster alarms: a space-time scan statistic and brain cancer in Los Alamos, New Mexico. *Am J Public Health* 88:1377-80.
- Kulldorff, M., Heffernan, R., Hartman, J., Assunçao, R., & Mostashari, F. (2005). A space-time permutation scan statistic for disease outbreak detection. *PLoS medicine*, 2(3), e59.
- Linton, S. L., Jennings, J. M., Latkin, C. A., Gomez, M. B., & Mehta, S. H. (2014). Application of space-time scan statistics to describe geographic and temporal clustering of visible drug activity. *Journal of Urban Health*, 91(5), 940-956.
- Núñez, C. Análisis de varianza no paramétrica: Un punto de vista a favor para utilizarla. *Acta Agrícola y Pecu.* 2018, 4, 69–79.
- Tango, T., & Takahashi, K. (2005). A flexibly shaped spatial scan statistic for detecting clusters. *International journal of health geographics*, 4(1), 1-15.

Takahashi, K., Kulldorff, M., Tango, T., & Yih, K. (2008). A flexibly shaped space-time scan statistic for disease outbreak detection and monitoring. *International Journal of Health Geographics*, 7(1), 1-14.