

Sistemas de Información Geográfica y Tablero de Datos Covid-19

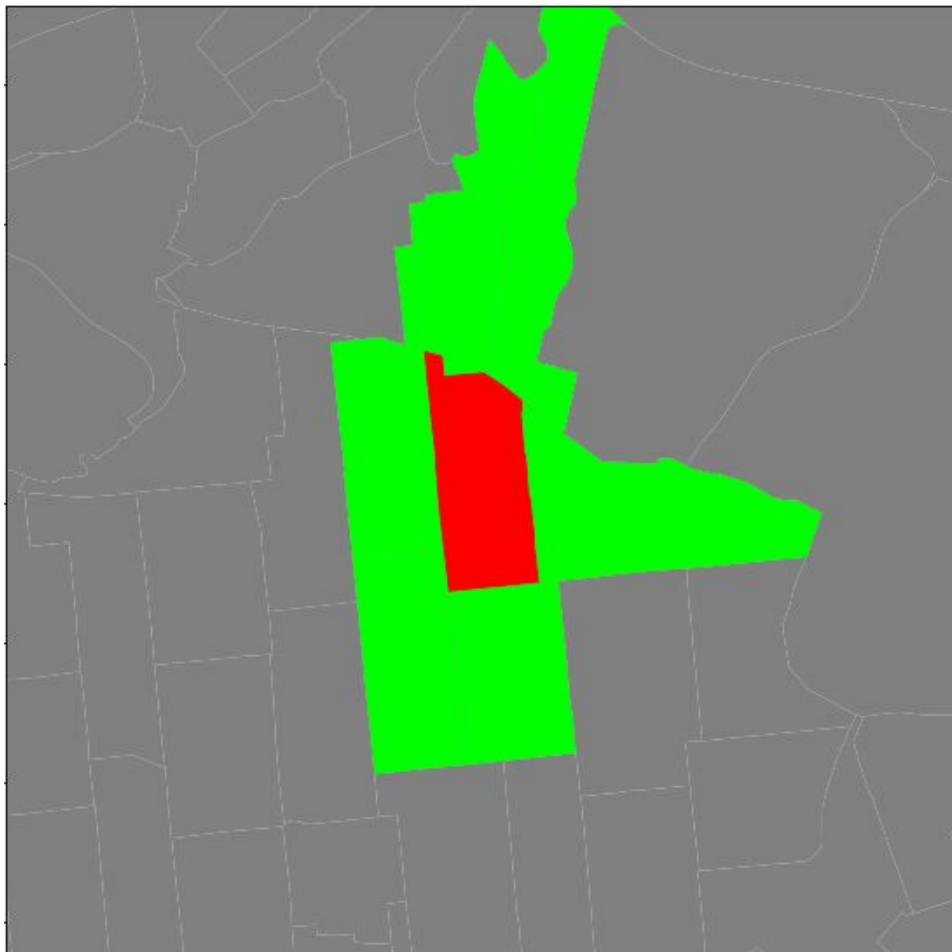
Julio, 2020

Dr. Oscar Sánchez Siordia
Investigador CentroGEO / GeoInt
osanchez@centrogeo.edu.mx

Mtro. Pablo López Ramírez
Investigador CentroGEO / GeoInt
pablo.lopez@centrogeo.edu.mx

Karime González Zuccolotto
Investigador CentroGEO / GeoInt
karime.gonzalez@centrogeo.edu.mx

Asociación espacial



¿Qué tan agrupada está globalmente una variable en el espacio?

I de Moran

$$W = \begin{pmatrix} 0 & w_{12} & \dots & w_{1N} \\ w_{21} & \ddots & w_{ij} & \vdots \\ \vdots & w_{ji} & 0 & \vdots \\ w_{N1} & \dots & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

$$I = \frac{N}{W} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}$$

Asociación espacial

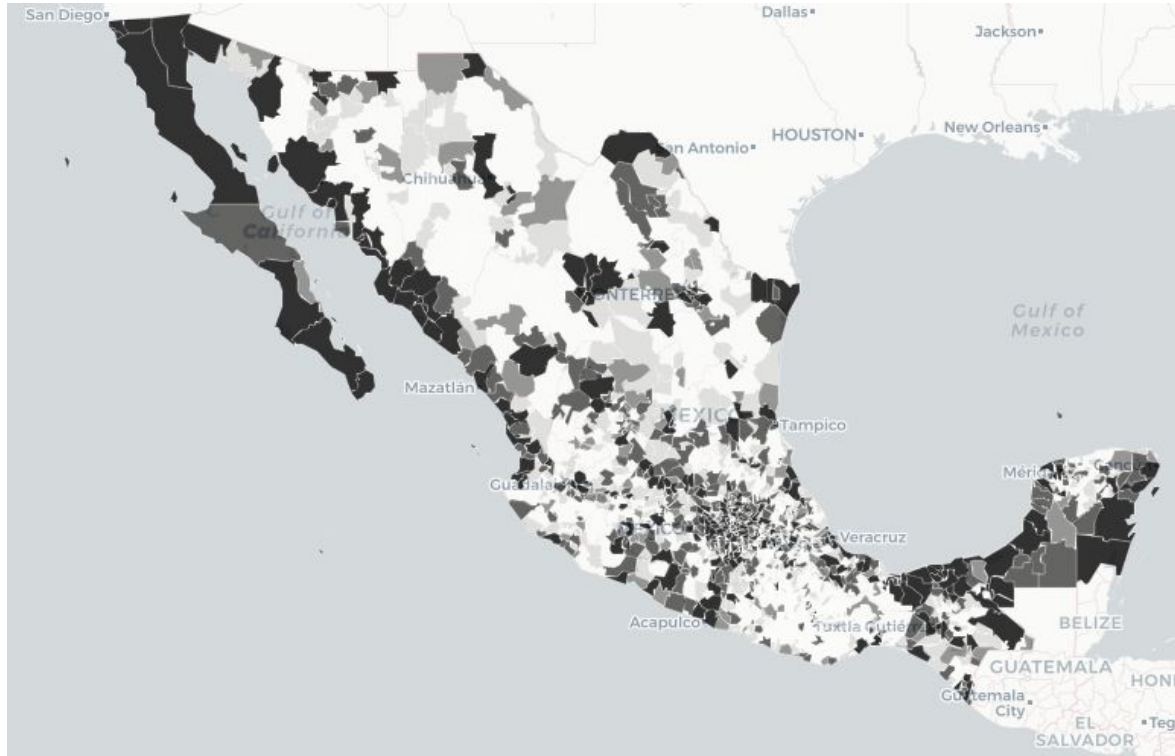


- La cantidad de casos confirmados parece agruparse en el espacio
- Podemos cuantificar la agrupación utilizando la I de Moran:

I de Moran: 0.43
p: 0.001

- El valor es muy alto. Globalmente, el 43% de la varianza se puede explicar por los valores de los vecinos

Asociación espacial

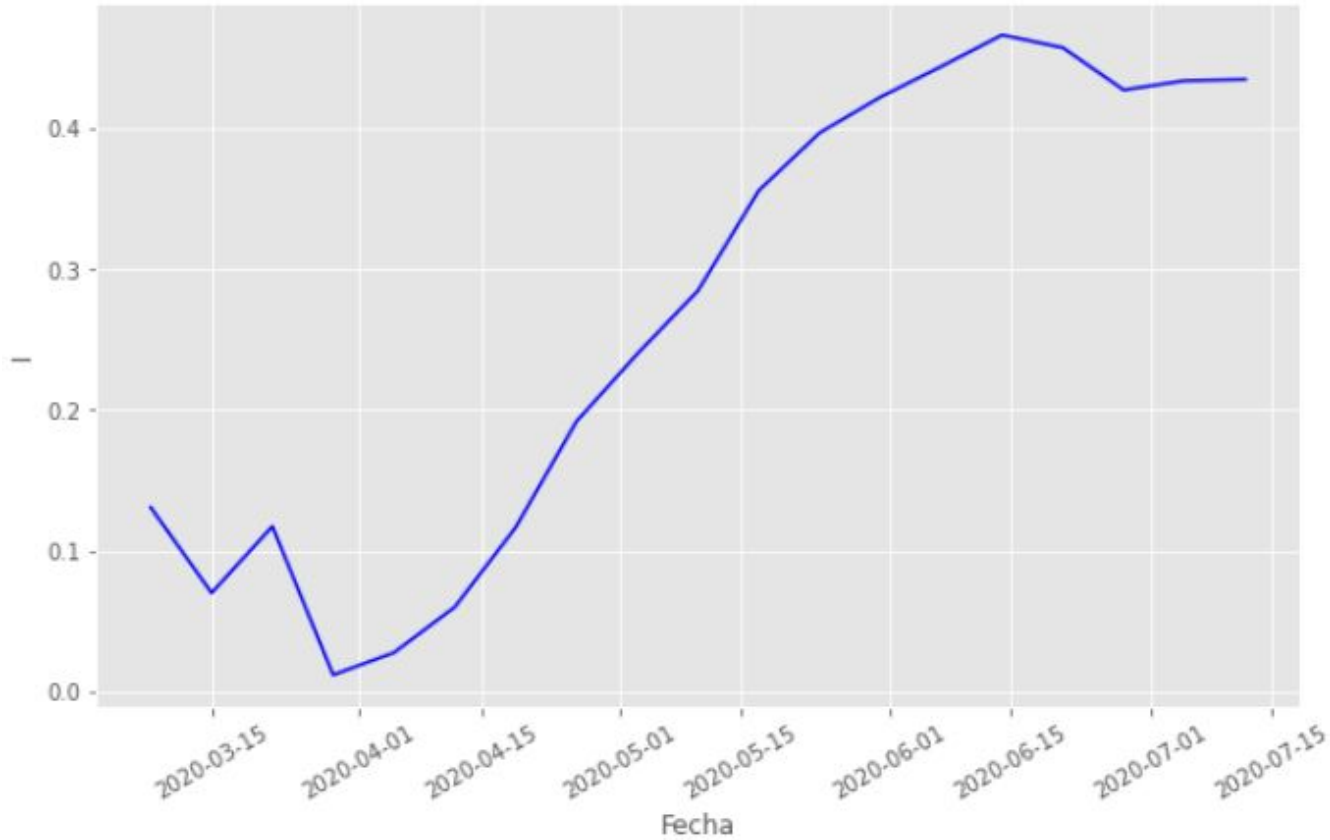


- Las defunciones también exhiben estructura espacial

I de Moran: 0.29
p: 0.001

- La autocorrelación sigue siendo alta, pero menos.
- Diferentes condiciones en los municipios (no exclusivamente contagio)

Asociación espacial en el tiempo

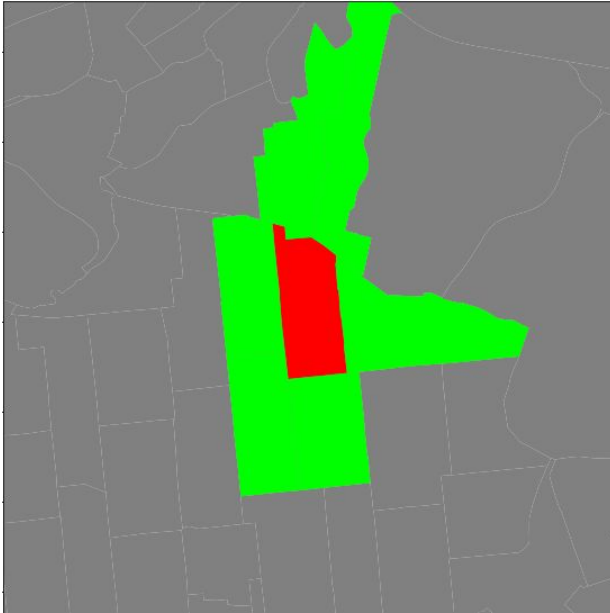


La estructura espacial cambia con el tiempo

Al principio tiene una estructura dispersa (diferentes focos de contagio)

¿Tiende a homogeneizarse?

Indicadores de asociación local

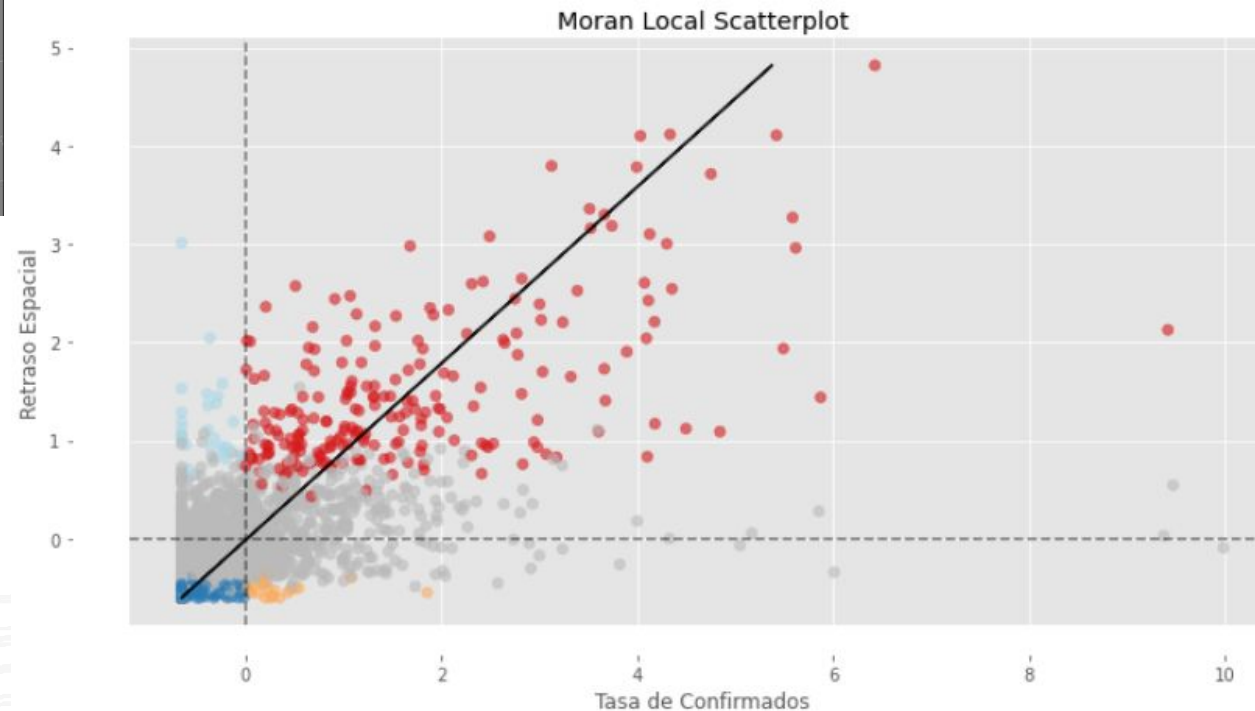


El concepto de autocorrelación también se puede extender a la escala local para encontrar conglomerados

$$I_i = \frac{Z_i}{m_2} \sum_j W_{ij} Z_j$$

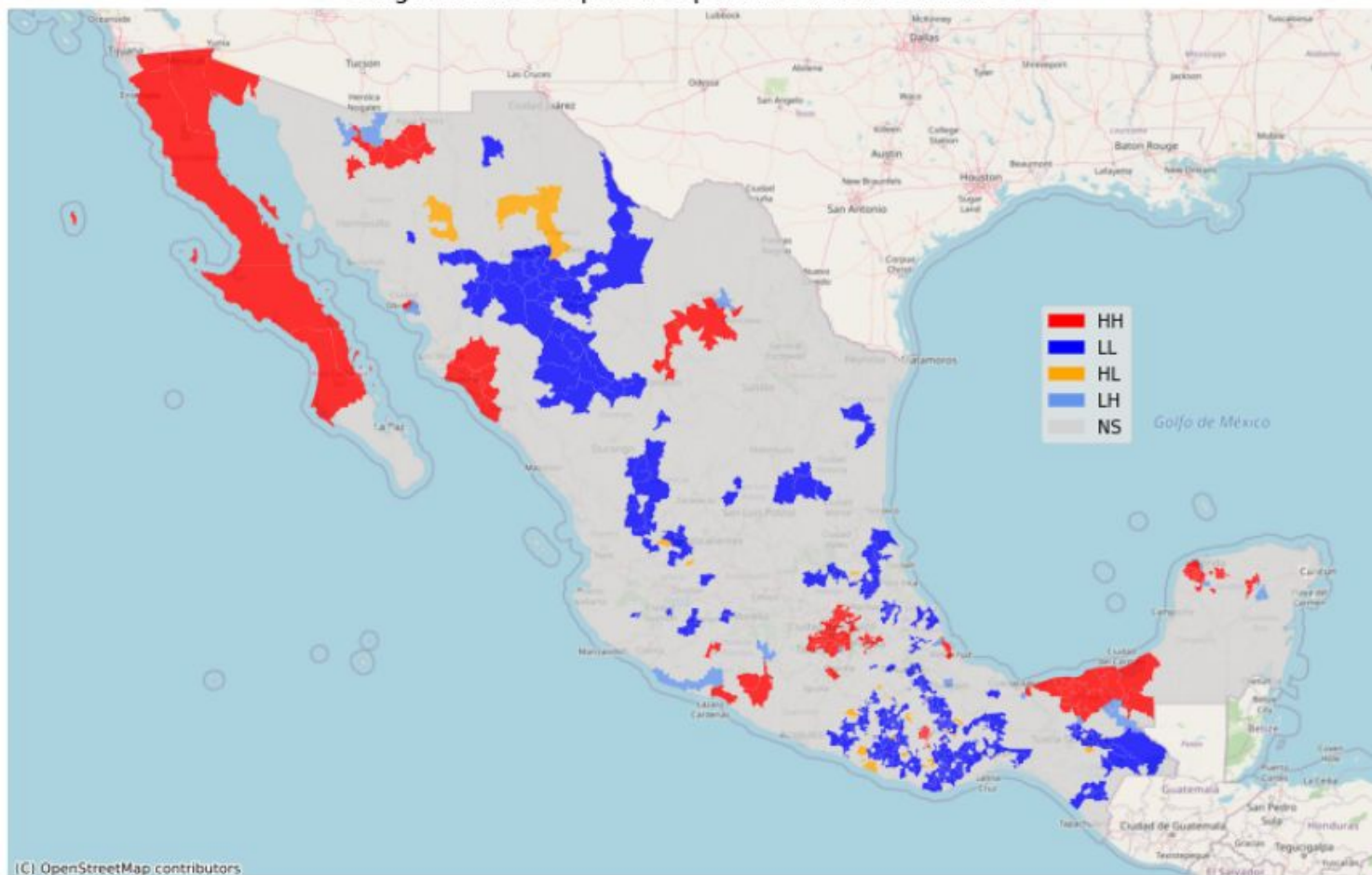
$$m_2 = \frac{\sum_i Z_i^2}{N}$$

LISA: Indicador local de asociación espacial



Clusters de LISA

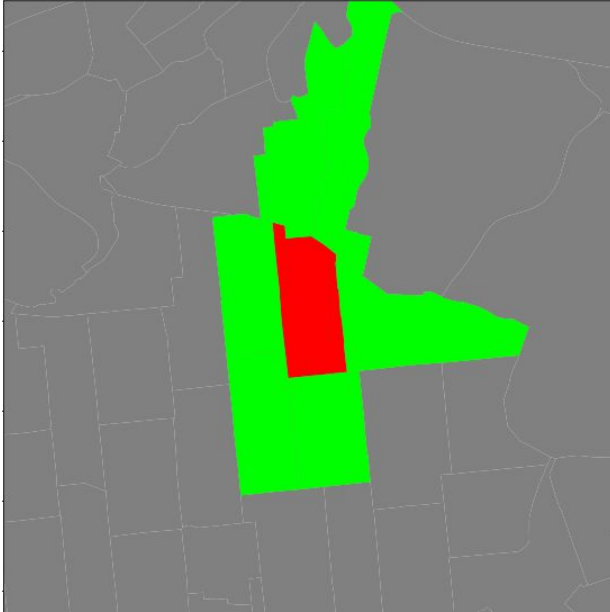
Conglomerados espaciales para la tasa de confirmados



- **HH** Valores altos de tasa de confirmados en vecindades de valores altos. *Hotspots*
- **LL** Valores bajos de la tasa en vecindades con valores bajos. *Cold Spots*
- **HL** Valores altos en vecindades con valores bajos
- **LH** Valores bajos en vecindades con valores altos

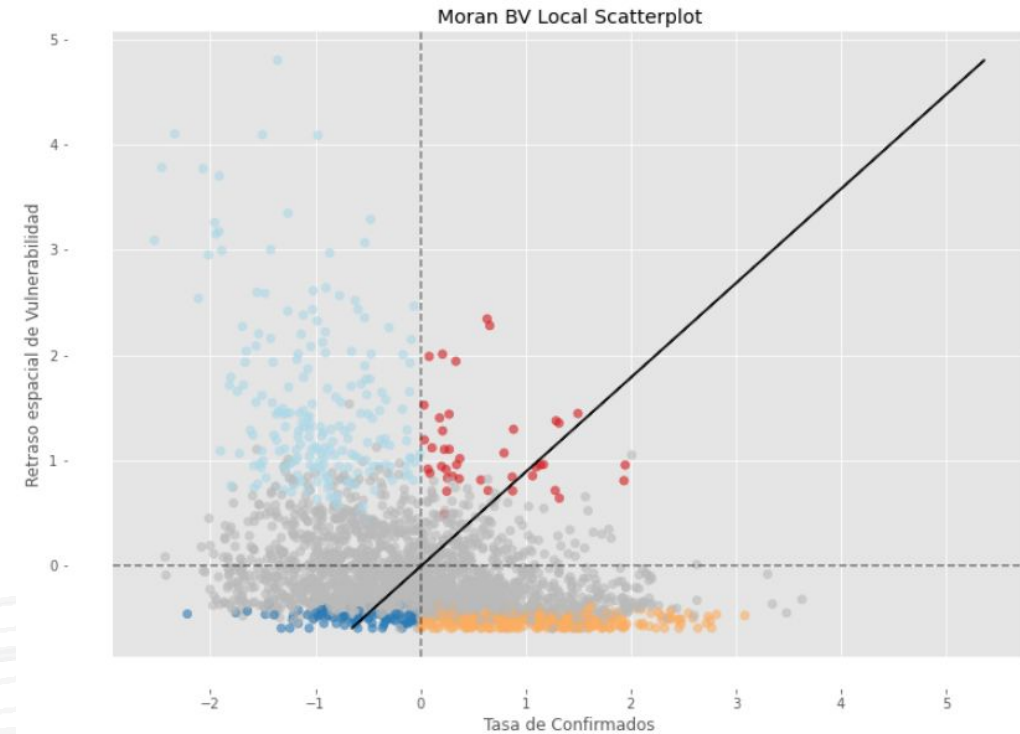
- **HH** Valores altos de tasa de confirmados en vecindades de valores altos. *Hotspots*
- **LL** Valores bajos de la tasa en vecindades con valores bajos. *Cold Spots*
- **HL** Valores altos en vecindades con valores bajos
- **LH** Valores bajos en vecindades con valores altos

Relación local con el índice de vulnerabilidad



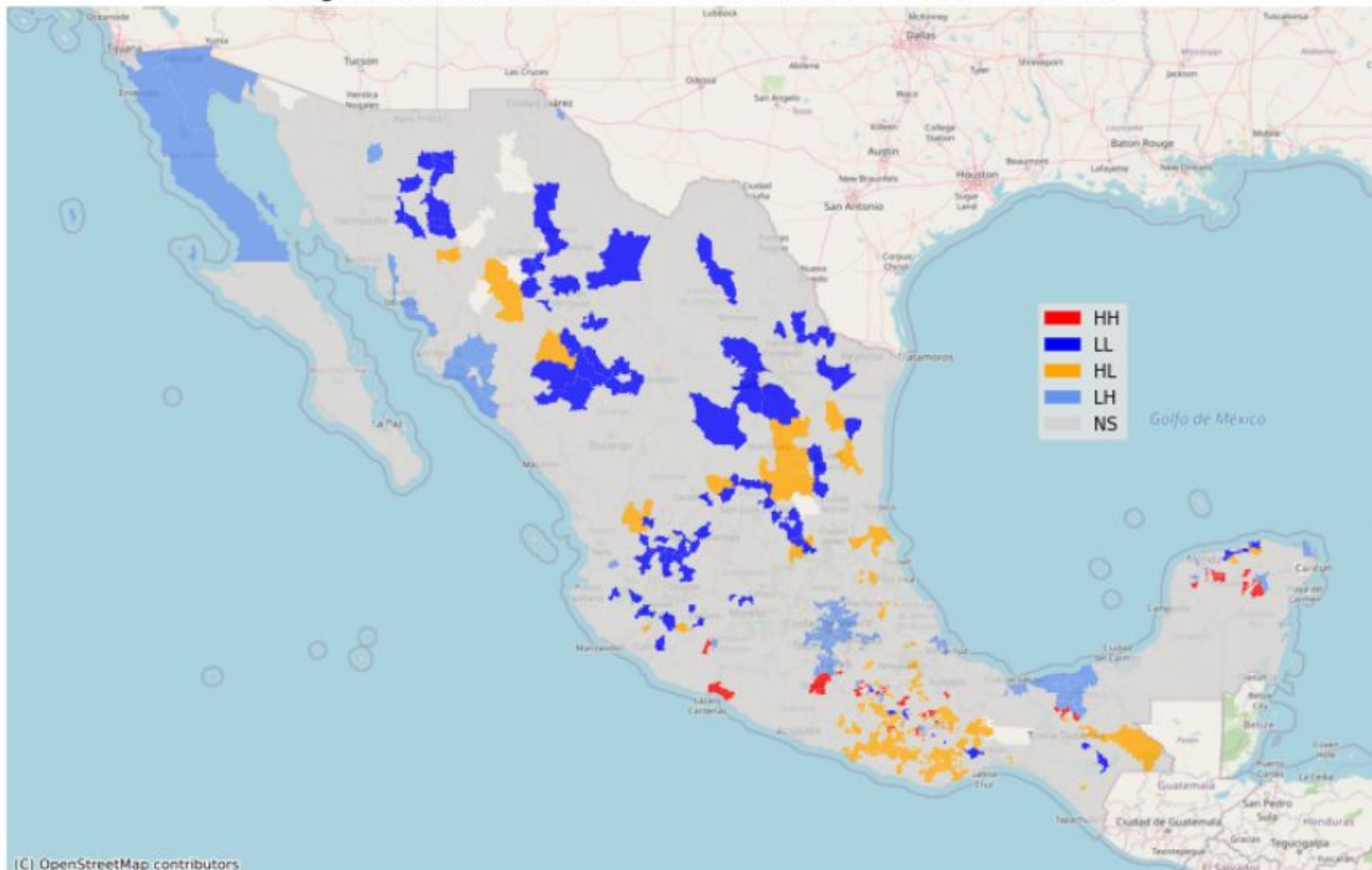
En lugar de medir la autocorrelación, podemos estimar la relación con el retraso espacial de una segunda variable

$$I_B = \frac{\sum_i (\sum_j w_{ij} y_j \times x_i)}{\sum_i x_i^2}$$



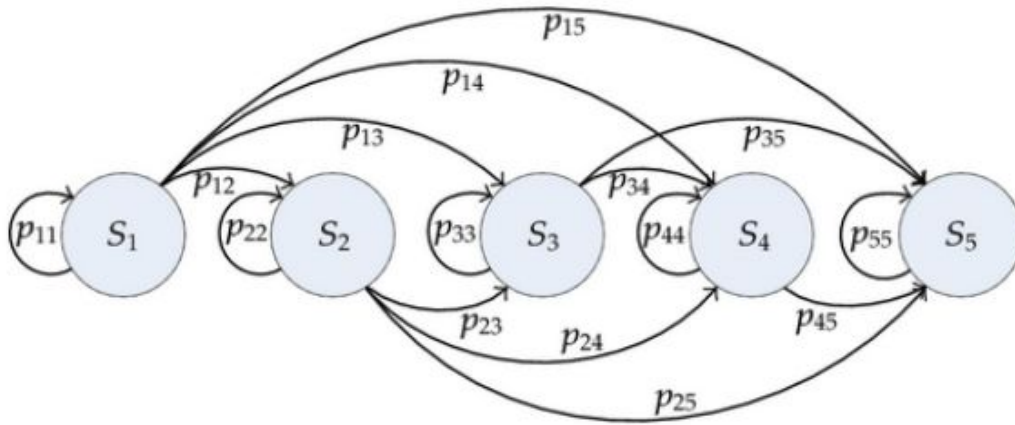
Relación local con el índice de vulnerabilidad

Conglomerados bivariados. Tasa de defunciones Vs. Vulnerabilidad



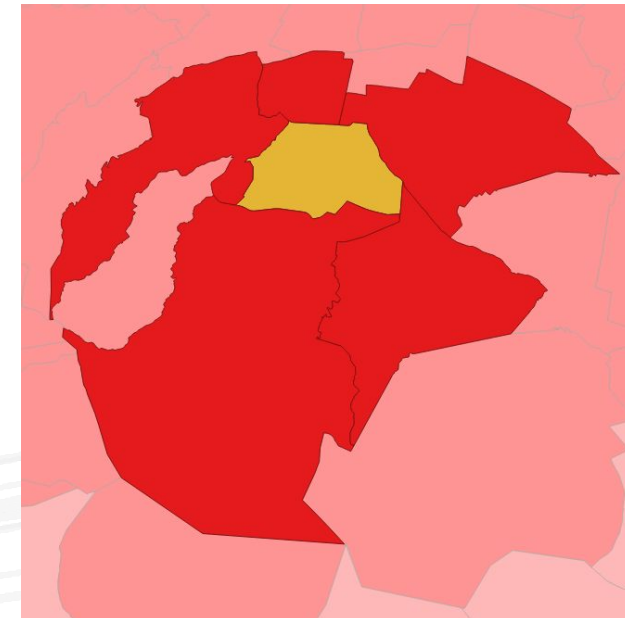
- **HH** Valores altos de tasa de confirmados en vecindades de valores altos de **vulnerabilidad**
- **LL** Valores bajos de la tasa en vecindades con valores bajos de **vulnerabilidad**
- **HL** Valores altos en vecindades con valores bajos de **vulnerabilidad**
- **LH** Valores bajos en vecindades con valores altos de **vulnerabilidad**

Evolución espacio-temporal: Markov Espacial

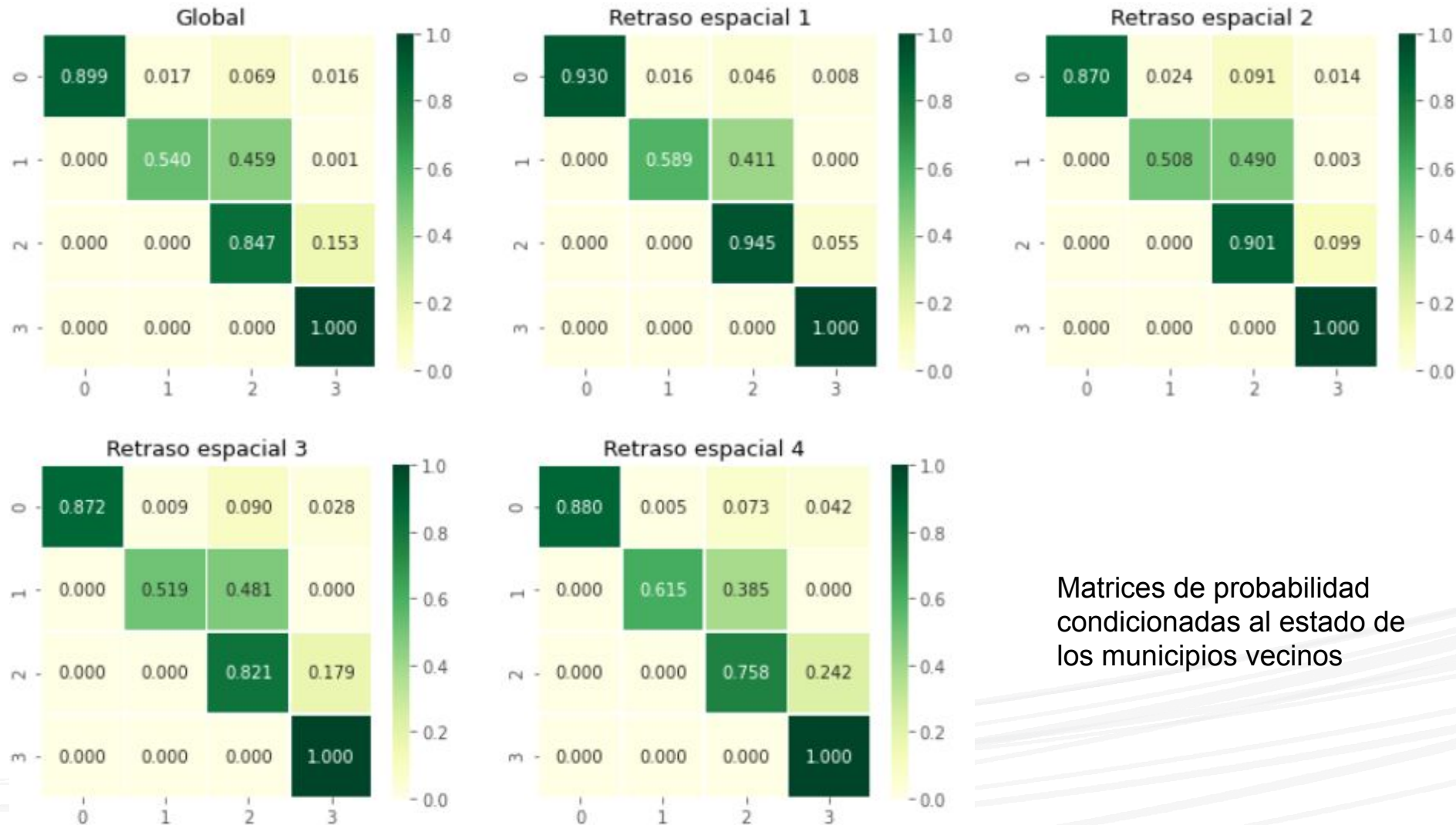


$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} & p_{15} \\ 0 & p_{22} & p_{23} & p_{24} & p_{25} \\ 0 & 0 & p_{33} & p_{34} & p_{35} \\ 0 & 0 & 0 & p_{44} & p_{45} \end{bmatrix} \text{ where } p_{ij} \geq 0 \text{ and } \sum_j p_{ij} = 1$$

- Podemos estudiar la evolución para cada municipio como una *cadena de Markov*
- Para K estados discretos, la transición entre ellos depende del estado anterior
- Una forma de extender al caso espacial es modelar la transición entre estados (cuantiles de casos confirmados) condicionada al estado de los municipios vecinos

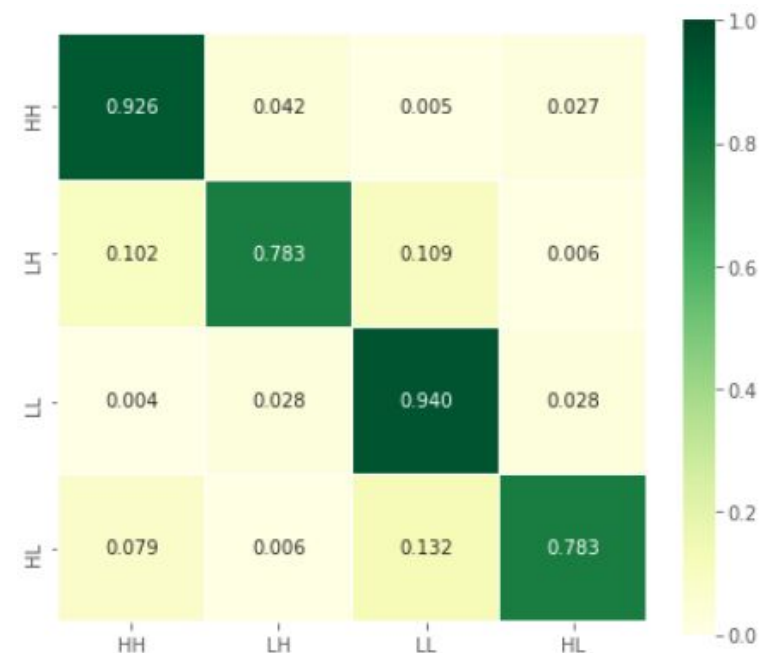
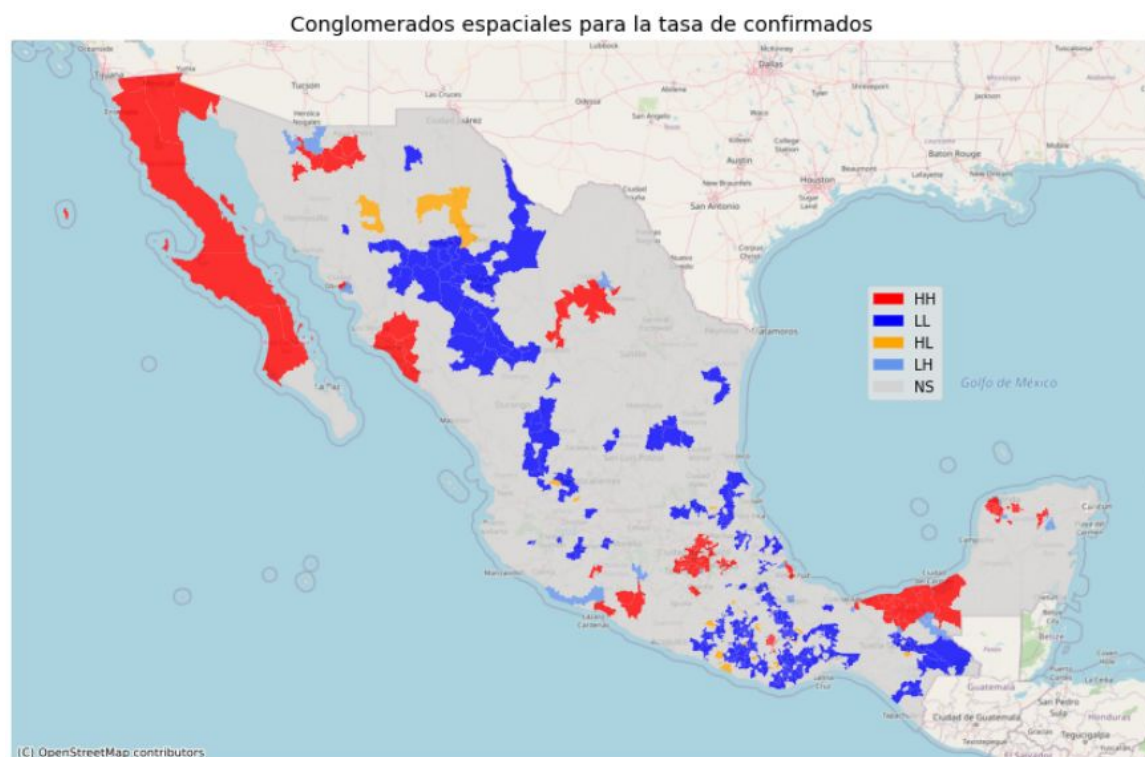


Evolución espacio-temporal: Markov Espacial



Matrices de probabilidad
condicionadas al estado de
los municipios vecinos

Evolución espacio-temporal: LISA Markov



En lugar de cuantizar por cuantiles, podemos usar los clusters de LISA y obtener la matriz de transición

Gracias

El código del análisis lo pueden consultar en:

<https://github.com/CentroGeo/covid-spatial-analysis>

Sistemas de Información Geográfica y Tablero de Datos Covid-19

Gracias por su atención

Dr. Oscar Sánchez Siordia
Investigador CentroGEO / Geolnt
osanchez@centrogeo.edu.mx

Mtro. Pablo López Ramírez
Investigador CentroGEO / Geolnt
pablo.lopez@centrogeo.edu.mx

Karime González Zuccolotto
Investigador CentroGEO / Geolnt
karime.gonzalez@centrogeo.edu.mx