



CONACYT



CIMAT



2022 *Ricardo Flores*
Año de Magón

PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

Proyecto 10667

Análisis espacio-temporal y sociodemográfico de enfermedades crónicas no-transmisibles (ECNT) en la Cuenca del Alto Atoyac y evaluación de las capacidades de atención de acuerdo a los padecimientos detectados: elementos esenciales para la formulación de estrategias de atención-prevención en beneficio de la salud de los habitantes.

Metodología del índice de riesgo municipal para la Cuenca del Alto Atoyac

Centro de Investigación en Matemáticas, A.C.
Gerencia de Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial

07 de noviembre de 2022





Tabla de Contenidos

1	Objetivo del documento	4
2	Terminología	5
3	Índice de Riesgo para la Cuenca del Alto Atoyac	6
3.1	Definición de una medida de Riesgo	6
3.2	Factores del índice de riesgo	7
3.2.1	Factores externos para Insuficiencia Renal Crónica.	8
3.2.2	Factores externos para Leucemia Linfoide	11
3.2.3	Factores externos para Malformaciones	14
3.3	Construcción del índice de Riesgo	18
3.4	Insuficiencia Renal Crónica	20
3.5	Leucemia Linfoide	21
3.6	Malformaciones	22



1. Objetivo del documento

El presente documento tiene como objetivo describir la metodología del índice de riesgo municipal para la enfermedad renal crónica, la leucemia linfocítica y las malformaciones congénitas.



2. Terminología

A lo largo del documento, se utilizarán los siguientes términos de manera equivalente:

- | | |
|---|---|
| "Malformaciones" | Para referirse al grupo de causas "Malformaciones congénitas, deformidades y anomalias cromosómicas", correspondiente a los códigos CIE-10: Q00-99 [1]. |
| "Insuficiencia renal"
"Enfermedad Renal" | o Para referirse a la enfermedad "Insuficiencia Renal Crónica" correspondiente al código CIE-10: N18 [1]. |
| "Leucemia" | Para referirse a la enfermedad "Leucemia Linfoide" correspondiente al código CIE-10: C91 [1]. |



3. Índice de Riesgo para la Cuenca del Alto Atoyac

En esta sección se describen la definición y construcción del índice de riesgo de los grupos de causa consideradas en este proyecto: malformaciones en la infancia, insuficiencia renal crónica en adolescencia y juventud, y Leucemia en adolescencia y juventud.

3.1 Definición de una medida de Riesgo

El índice de riesgo considera la información histórica de mortalidad y la posible situación futura de salud, con base en factores ambientales y de vulnerabilidad, correlacionados con la mortalidad, para ordenar los municipios de la Cuenca del Alto Atoyac con respecto a la situación de salud y mortalidad. A través de dicho índice, es posible identificar los municipios que requieren mayor atención para la prevención o tratamiento de la insuficiencia renal crónica y leucemia linfocítica en adolescentes y jóvenes, y de malformaciones en infantes.

El índice de Riesgo fue inspirado por el modelo de rankings de salud construido por el Instituto de Salud Pública de la Universidad de Wisconsin de Estados Unidos[2]. De la misma forma que en dicho modelo, se consideran dos ingredientes principales: los indicadores de salud y los factores de salud. Como indicador de la salud, se seleccionó el índice de mortalidad, ya que resume la situación de salud de la Cuenca. Para los factores de salud, se consideraron variables relacionadas con la contaminación ambiental, de vulnerabilidad social o de servicios básicos de las viviendas y de tamaño de la población expuesta. A partir de dichas variables, como se explicará más adelante, se construyen tres factores externos de salud: el de exposición, el ambiental y el de vulnerabilidad. En la Figura 3.1, se muestra el modelo utilizado con sus respectivos pesos.

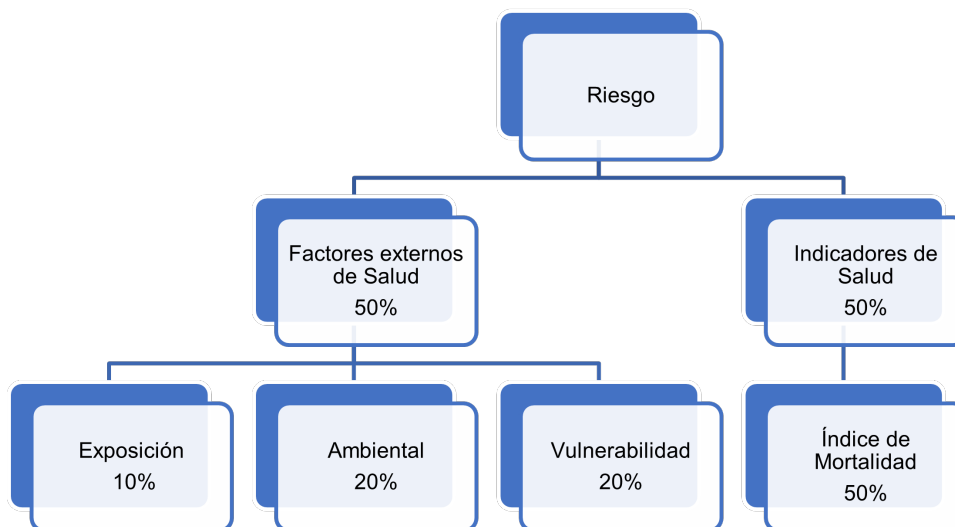


Fig. 3.1: Índice de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles en la Cuenca del Alto Atoyac.

3.2 Factores del índice de riesgo

El índice de Riesgo tiene como objetivo representar en un sólo número la información de la situación de salud de los municipios y de factores externos que pueden poner en riesgo la salud de las personas. Como se mencionó anteriormente, para la construcción del índice de riesgo se consideran dos tipos de factores principales: los que indican la situación de salud en la Cuenca y los factores externos que pueden tener un impacto en la salud de la población en un futuro. El indicador de la salud corresponde al índice de mortalidad. Los factores externos, con base en la literatura y en la información disponible, se dividieron en 3 factores: el de exposición, el ambiental y el de vulnerabilidad.

No se cuenta con la información exacta de qué parte de la población en cada municipio está expuesta a cada contaminante, por lo que se decidió utilizar el tamaño de población municipal como una medida aproximada. Dado que el interés es la mortalidad en infantes, adolescentes y jóvenes, únicamente la población en estos grupos de edad fue considerada. Además, para suavizar la diferencia extrema entre la población del municipio de Puebla (21-114) y el resto de municipios, se utilizó el logaritmo de la población.

Para la construcción de los factores ambientales y de vulnerabilidad, se examinaron varias opciones de variables que según la literatura pudiesen estar relacionadas con la prevalencia o mortalidad por los diferentes grupos de causa. Además, se examinó la relación entre cada una de estas y el índice de mortalidad correspondiente, mediante pruebas de correlación de Pearson y Spearman a un nivel $\alpha = 0.05$ y la correlación con los índices de mortalidad de los 3 grupos de causa mediante análisis de correlación canónica. Finalmente, se seleccionaron aquellas variables con una correlación estadística significativa para alguna de las edades consideradas. En las siguientes secciones se presentan las variables seleccionadas y la construcción de los factores externos para cada enfermedad.

3.2.1 Factores externos para Insuficiencia Renal Crónica.

Los factores ambiental y de vulnerabilidad se construyeron a partir de variables correlacionadas con la insuficiencia renal, mediante un análisis de componentes principales. A continuación, se describen las variables utilizadas y el resultado del análisis de componentes principales.

Factor Ambiental

El factor ambiental relacionado con la Insuficiencia Renal Crónica se construyó a partir de las siguientes variables:

1. Densidad industrial de medianas y grandes industrias: papel, cartón, madera y tabaco del 2020.
2. Densidad industrial de medianas y grandes industrias: fábricas de equipos eléctricos y accesorios relacionados del 2020.
3. Densidad industrial de micro industrias: fábricas de productos químicos, gases industriales, petroquímica, asfalto, pinturas y equipos de refrigeración del 2020.
4. Densidad industrial de micro industrias: textil, confección de cuero, calzado e impresos del 2020.
5. Densidad industrial de pequeñas industrias: fábricas de equipos eléctricos y accesorios relacionados del 2020.
6. Densidad industrial de pequeñas industrias: fábricas de productos de plástico, PVC y llantas del 2020.
7. Densidad industrial de pequeñas industrias: maquinarias y otros productos hechos con metales del 2020.
8. Densidad industrial de pequeñas industrias: textil, confección de cuero, calzado e impresos del 2020.
9. Densidad industrial de pequeñas industrias: agroquímicos del 2020.
10. Índice de Shannon de pequeñas industrias.
11. Richness de Pequeñas industrias.
12. Exposición a ríos contaminados.
13. Incendios forestales (COV).

Se realizó un análisis de componentes principales con las variables anteriores, de forma tal que la primera componente principal representa el factor ambiental.

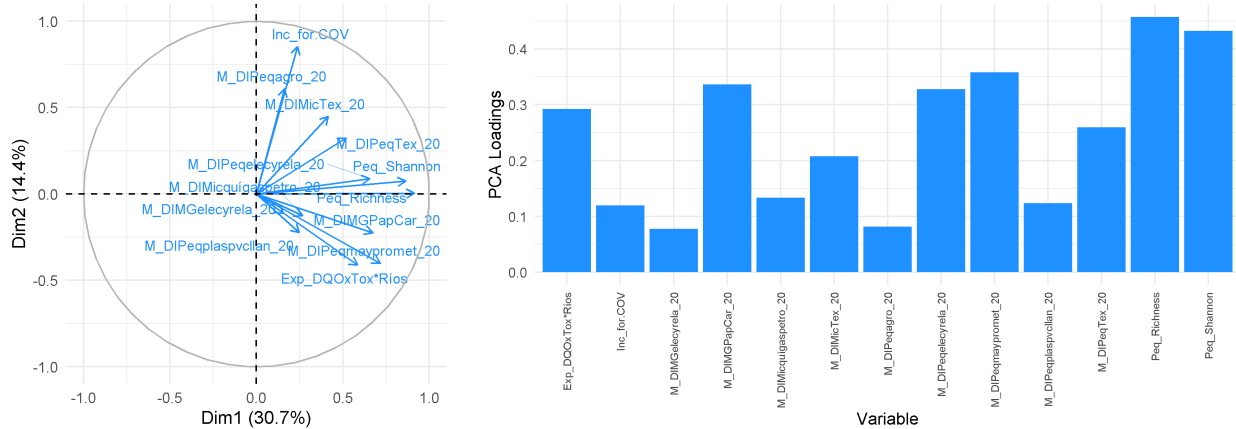


Fig. 3.2: Variables seleccionadas para el factor ambiental de Insuficiencia Renal Crónica. Izq.: Variables en el espacio generado por las primeras dos componentes. Der.: Loadings o pesos de cada variable en la primera componente principal (factor ambiental).

En la Figura 3.2, se puede observar que todas las variables se encuentran en la misma dirección en la primera componente principal. Para todas las variables se tiene que entre mayor su valor, hay un mayor número de industrias o mayor exposición a contaminantes, por lo que el factor ambiental tiene una interpretación directa: entre mayor el valor del factor ambiental, peor la situación de la contaminación ambiental en el municipio. Con el fin de agrupar los municipios y visualizar de mejor manera los factores externos de salud, se construyó una estratificación del factor ambiental utilizando el método de Dalenius y Hodges[3]. El método de Dalenius y Hodges, construye estratos de forma tal que estos sean lo más homogéneos posible: varianza mínima al interior de cada estrato y máxima entre cada uno de ellos. En la Figura 3.3, se pueden visualizar los valores del factor ambiental para Insuficiencia Renal Crónica y los 5 estratos construidos con el método de Dalenius y Hodges [3].

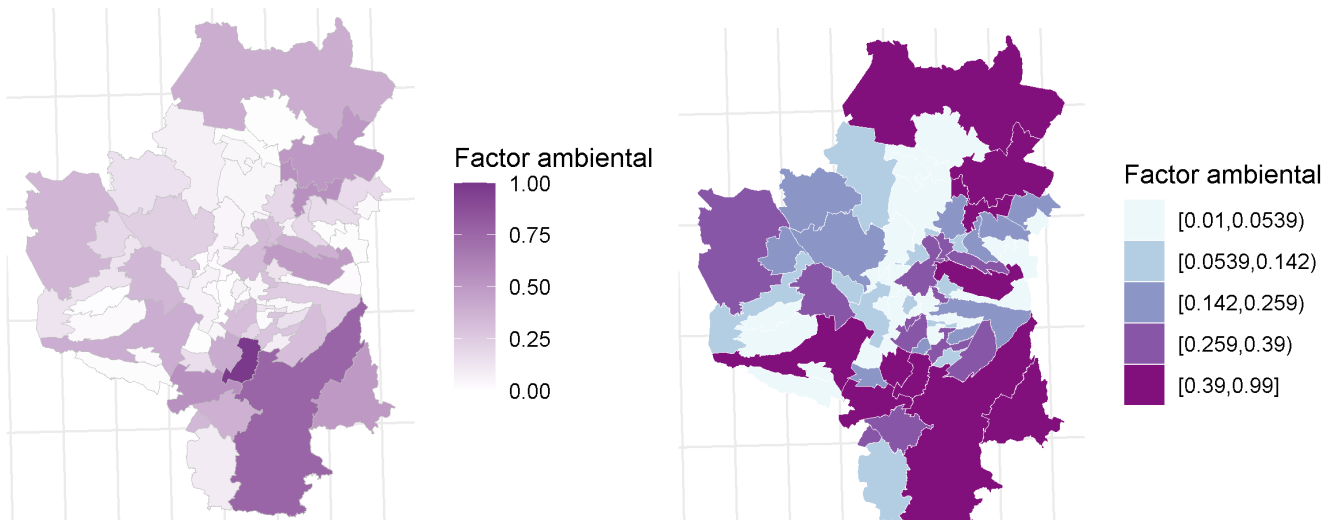


Fig. 3.3: Factor ambiental de Insuficiencia Renal Crónica. Izq.: Valor del factor. Der.:Estratos creados con el Método de Dalenius y Hodges [3].

Los municipios con mayor valor en el factor ambiental para insuficiencia renal crónica

corresponden a los municipios: Cuautlancingo (21-041) y Puebla (21-114), ambos del estado de Puebla.

Factor de vulnerabilidad

El factor de vulnerabilidad para la Insuficiencia Renal Crónica se construyó con base en las siguientes variables:

1. Porcentaje de analfabetismo.
2. Porcentaje de población de habla indígena.
3. Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica, agua entubada, ni drenaje.

Se realizó un análisis de componentes principales con las variables anteriores, de forma tal que la primera componente principal representa el factor de vulnerabilidad.

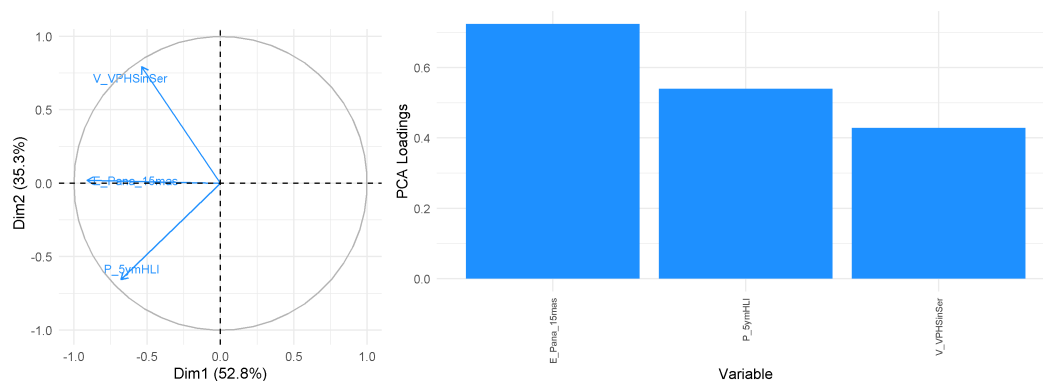


Fig. 3.4: Variables seleccionadas para el factor de vulnerabilidad de Insuficiencia Renal Crónica. Izq.: Variables en el espacio generado por las primeras dos componentes. Der.: Loadings o pesos de cada variable en la primera componente principal (factor de vulnerabilidad).

En la Figura 3.4, se puede observar que todas las variables se encuentran en la misma dirección en la primera componente principal. Para todas las variables se tiene que entre mayor su valor hay más población viviendo con deficiencias en su vivienda o educación, o es vulnerable socialmente, por lo que el factor de vulnerabilidad tiene una interpretación directa: entre mayor el valor del factor de vulnerabilidad, más vulnerable la población en el municipio.

En la Figura 3.5, se pueden visualizar los valores del factor de vulnerabilidad para Insuficiencia Renal Crónica y los 5 estratos construidos con el método de Dalenius y Hodges [3].

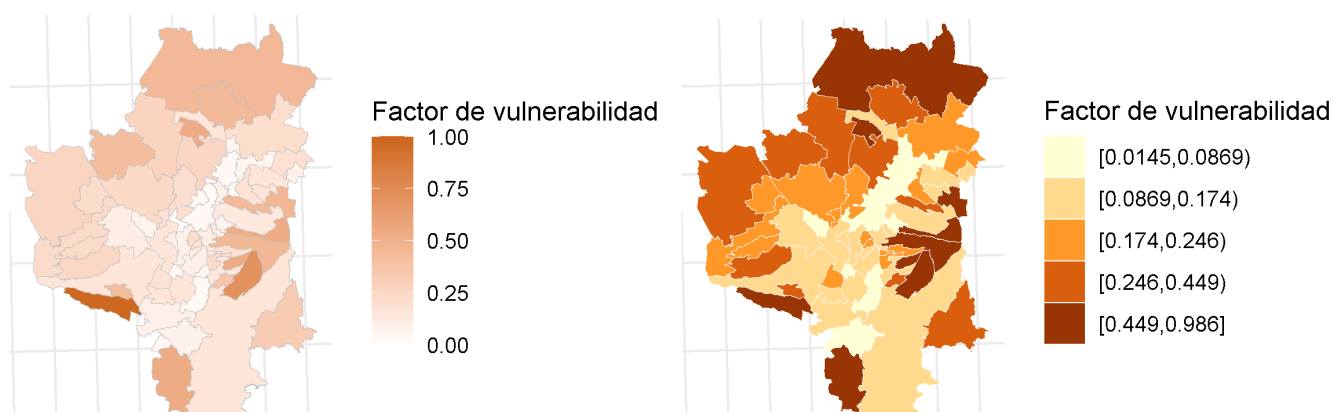


Fig. 3.5: Factor de vulnerabilidad de Insuficiencia Renal Crónica. Izq.: Valor del factor. Der.: Estratos creados con el Método de Dalenius y Hodges [3].

Los municipios con mayor valor en el factor de vulnerabilidad para insuficiencia renal crónica corresponden a los municipios: Calpan (21-026) del estado de Puebla y San Pablo del Monte (29-025), del estado de Tlaxcala.

3.2.2 Factores externos para Leucemia Linfoide

Los factores ambiental y de vulnerabilidad se construyeron a partir de variables correlacionadas con la leucemia linfoide, mediante un análisis de componentes principales. A continuación, se describen las variables utilizadas y el resultado del análisis de componentes principales.

Factor ambiental

El factor ambiental relacionado con la Leucemia Linfoide se construyó a partir de las siguientes variables:

1. Superficie de siembra con fertilizante.
2. Calidad del aire del promedio de los 4 componentes para julio, agosto y septiembre del 2018 a 2021.
3. Densidad vehicular público.
4. Voltaje de luz.
5. Asfaltado (COV).
6. Combustión agrícola (COV).
7. Exposición a ríos contaminados.
8. Densidad industrial de medianas industrias de 12 giros del 2020.
9. Densidad industrial de medianas y grandes industrias: : maquinarias y otros productos hechos con metales del 2020.
10. Densidad industrial de medianas y grandes industrias: papel, cartón, madera y tabaco del 2020.
11. Densidad industrial de medianas y grandes industrias: fábricas de productos químicos, gases industriales, petroquímica, asfalto, pinturas y equipos de refrigeración del 2020.
12. Densidad industrial de medianas y grandes industrias: textil, confección de cuero, calzado e impresos del 2020.
13. Densidad industrial de micro industrias: fábricas de equipos eléctricos y accesorios relacionados del 2020.
14. Densidad industrial de micro industrias: otras industrias manufactureras del 2020
15. Densidad industrial de micro industrias: papel, cartón, madera y tabaco del 2020

16. Densidad industrial de micro industrias: fábricas de productos de plástico, PVC y llantas del 2020.
17. Densidad industrial de pequeñas industrias: alimentos, embotelladoras, productos de higiene del 2020.
18. Densidad industrial de pequeñas industrias: fábrica de concreto, yeso, ladrilleras, azulejos y vidrio del 2020.
19. Densidad industrial de pequeñas industrias: fábricas de productos químicos, gases industriales, petroquímica, asfalto, pinturas y equipos de refrigeración del 2020
20. Richness para todos los tamaños de industrias.
21. Índice de Shannon para todos los tamaños de industrias.

Se realizó un análisis de componentes principales con las variables anteriores, de forma tal que la primera componente principal representa el factor ambiental.

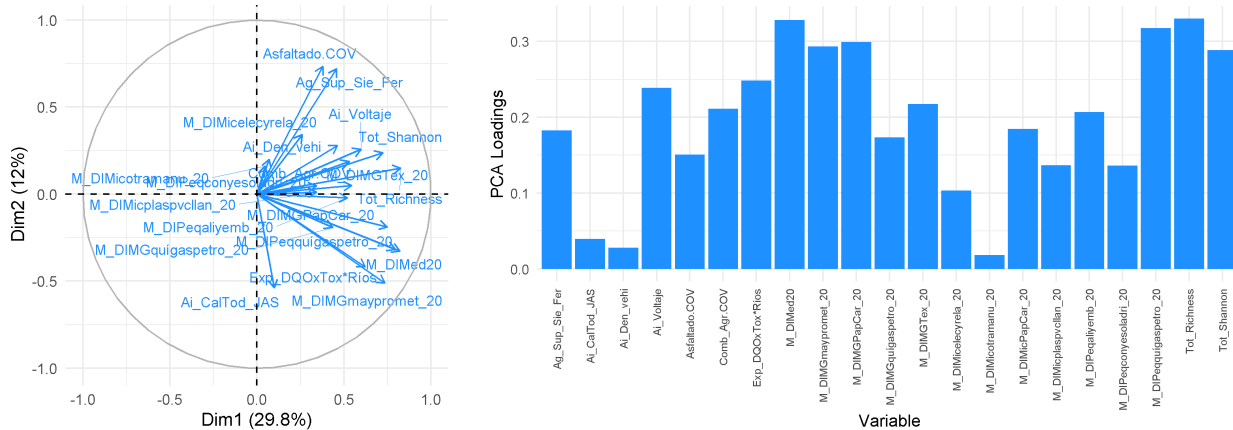


Fig. 3.6: Variables seleccionadas para el factor ambiental de Leucemia Linfóide. Izq.: Variables en el espacio generado por las primeras dos componentes. Der.: Loadings o pesos de cada variable en la primera componente principal (factor ambiental).

En la Figura 3.6, se puede observar que todas las variables se encuentran en la misma dirección en la primera componente principal. Para todas las variables se tiene que entre mayor su valor hay un mayor número de industrias o mayor exposición a contaminantes, por lo que el factor ambiental tiene una interpretación directa: entre mayor el valor del factor ambiental, peor la situación de la contaminación ambiental en el municipio. En la Figura 3.7, se pueden visualizar los valores del factor ambiental para leucemia linfóide y los 5 estratos construidos con el método de Dalenius y Hodges [3].

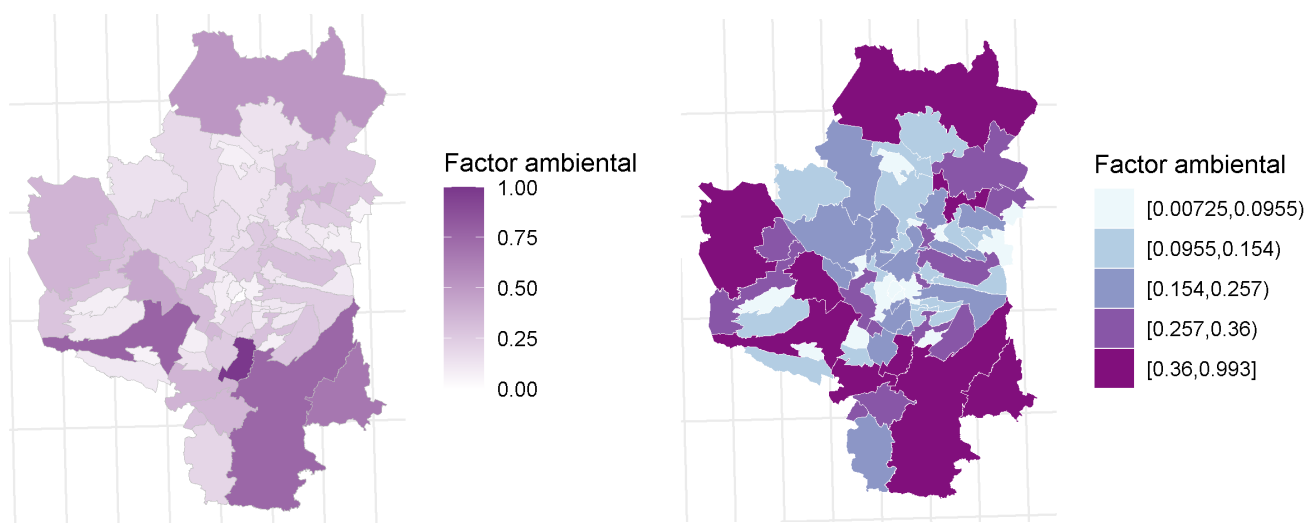


Fig. 3.7: Factor ambiental de Leucemia Linfoide. Izq.: Valor del factor. Der.:Estratos creados con el Método de Dalenius y Hodges [3].

Los municipios con mayor valor en el factor ambiental para Leucemia Linfoide corresponden a los municipios: Cuautlancingo (21-041), Huejotzingo (21-074) y Puebla (21-114), todos del estado de Puebla.

Factor de vulnerabilidad

El factor de vulnerabilidad para la Leucemia Linfoide se construyó con base en las siguientes variables:

1. Porcentaje de población no derechohabiente.
2. Porcentaje de población de habla indígena.
3. Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica, agua entubada, ni drenaje.
4. Porcentaje de población de 15 años y más sin escolaridad.
5. Porcentaje de población de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir.

Se realizó un análisis de componentes principales con las variables anteriores, de forma tal que la primera componente principal representa el factor de vulnerabilidad.

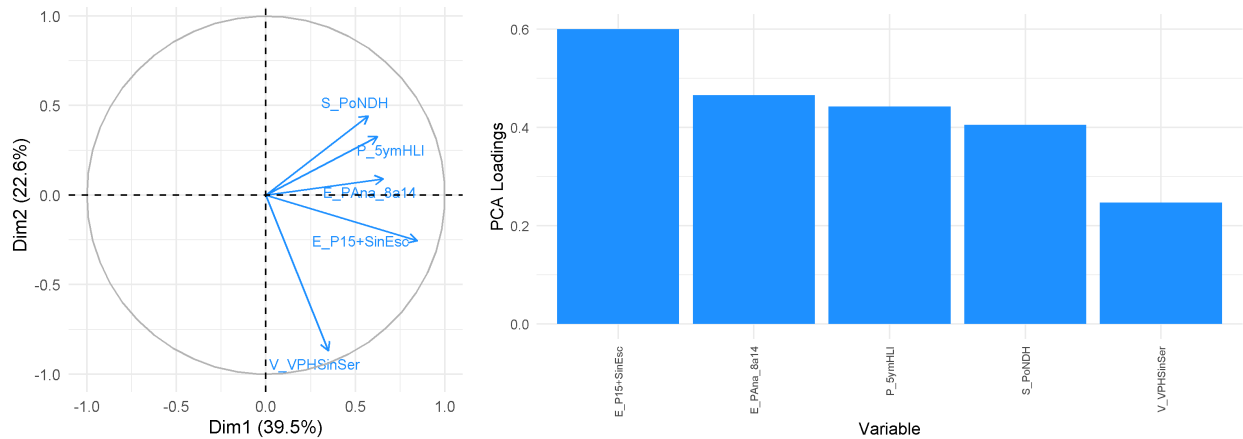


Fig. 3.8: Variables seleccionadas para el factor de vulnerabilidad de Leucemia Linfoide. Izq.: Variables en el espacio generado por las primeras dos componentes. Der.: Loadings o pesos de cada variable en la primera componente principal (factor de vulnerabilidad).

En la Figura 3.8, se puede observar que todas las variables se encuentran en la misma dirección en la primera componente principal. Para todas las variables se tiene que entre mayor su valor hay más población viviendo con deficiencias en su vivienda o su educación o vulnerable socialmente, por lo que el factor de vulnerabilidad tiene una interpretación directa: entre mayor el valor del factor de vulnerabilidad, más vulnerable la población en el municipio.

En la Figura 3.9, se pueden visualizar los valores del factor de vulnerabilidad para leucemia linfoide y los 5 estratos construidos con el método de Dalenius y Hodges [3].

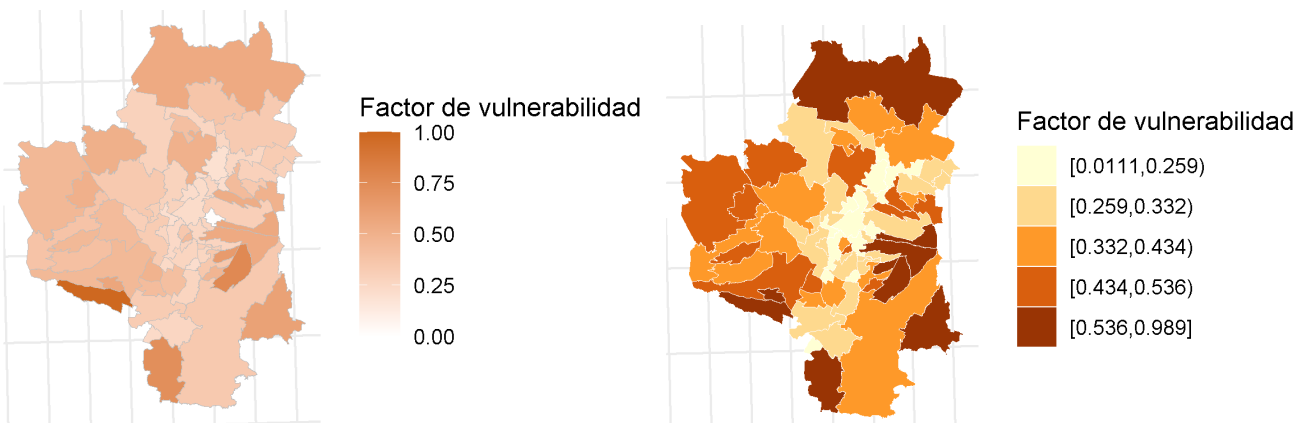


Fig. 3.9: Factor de vulnerabilidad de Leucemia Linfoide. Izq.: Valor del factor. Der.: Estratos creados con el Método de Dalenius y Hodges [3].

Los municipios con mayor valor en el factor de vulnerabilidad para Leucemia Linfoide corresponden a los municipios: Calpan (21-026) del estado de Puebla y San Pablo del Monte (29-025), del estado de Tlaxcala.

3.2.3 Factores externos para Malformaciones

Los factores ambiental y de vulnerabilidad se construyeron a partir de variables correlacionadas con las malformaciones, mediante un análisis de componentes principales. A

continuación, se describen las variables utilizadas y el resultado del análisis de componentes principales.

Factor ambiental

Para la construcción del factor ambiental para el grupo de malformaciones, se consideraron las siguiente variables:

- Superficie de siembra con fertilizante.
- Plaguicidas (Agr_Plug_COV).
- Densidad de gasolineras 2020.
- Voltaje de luz.
- Exposición a ríos contaminados.
- Densidad industrial de medianas industrias de 12 giros del 2020.
- Densidad industrial de medianas y grandes industrias: alimentos, embotelladoras, productos de higiene del 2020.
- Densidad industrial de medianas y grandes industrias: : maquinarias y otros productos hechos con metales del 2020.
- Densidad industrial de medianas y grandes industrias: papel, cartón, madera y tabaco del 2020.
- Densidad industrial de medianas y grandes industrias: textil, confección de cuero, calzado e impresos del 2020.
- Densidad industrial de micro industrias: fábrica de concreto, yeso, ladrilleras, azulejos y vidrio del 2020.
- Densidad industrial de pequeñas industrias: fábrica de concreto, yeso, ladrilleras, azulejos y vidrio del 2020.
- Densidad industrial de medianas y grandes industrias: papel, cartón, madera y tabaco del 2020.
- Densidad industrial de pequeñas industrias: fábricas de productos de plástico, PVC y llantas del 2020.
- Densidad industrial de pequeñas industrias: textil, confección de cuero, calzado e impresos del 2020.
- Índice de Shannon para medianas y grandes empresas.
- Richness de medianas y grandes empresas.
- Índice de Shannon para pequeñas empresas.
- Richness de pequeñas empresas.

Se realizó un análisis de componentes principales con las variables anteriores, de forma tal que la primera componente principal representa el factor ambiental.

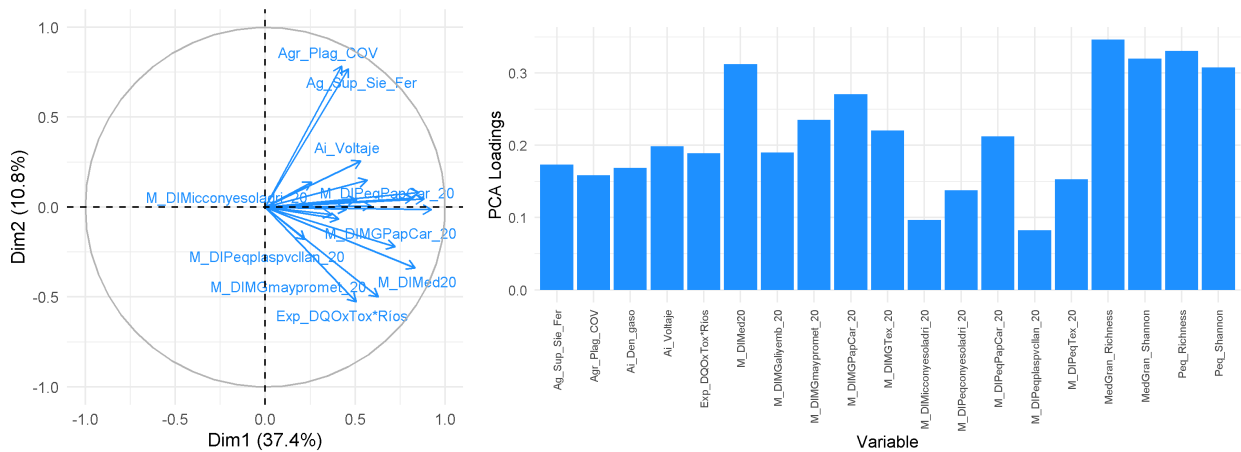


Fig. 3.10: Variables seleccionadas para el factor ambiental de Malformaciones. Izq.: Variables en el espacio generado por las primeras dos componentes. Der.: Loadings o pesos de cada variable en la primera componente principal (factor ambiental).

En la Figura 3.10, se puede observar que todas las variables se encuentran en la misma dirección en la primera componente principal. Para todas las variables se tiene que entre mayor su valor hay un mayor número de industrias o mayor exposición a contaminantes, por lo que el factor ambiental tiene una interpretación directa: entre mayor el valor del factor ambiental, peor la situación de la contaminación ambiental en el municipio.

En la Figura 3.11, se pueden visualizar los valores del factor ambiental para el grupo de Malformaciones y los 5 estratos creados con el método de Dalenius y Hodges [3].

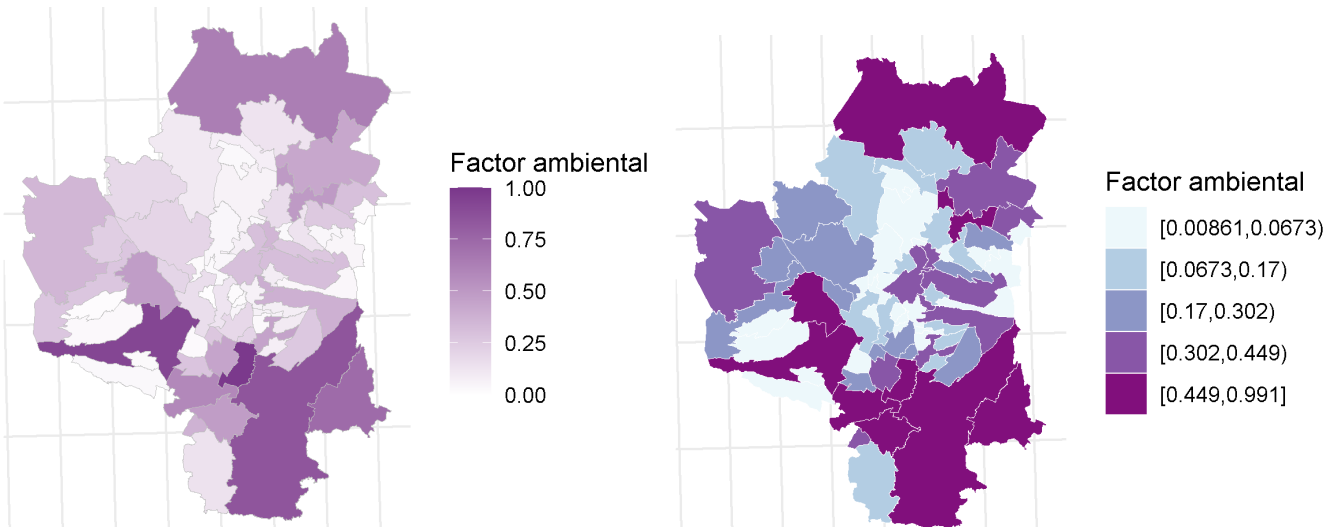


Fig. 3.11: Factor ambiental de Malformaciones. Izq.: Valor del factor. Der.:Estratos creados con el Método de Dalenius y Hodges [3].

Los municipios con mayor valor en el factor ambiental para Malformaciones corresponden a los municipios: Cuautlancingo (21-041), Huejotzingo (21-074) y Puebla (21-114), todos del estado de Puebla.

Factor de vulnerabilidad

El factor de vulnerabilidad para Malformaciones se construyó con base en las siguientes variables:

1. Porcentaje de población no derechohabiente.
2. Porcentaje de población de habla indígena.
3. Porcentaje de analfabetismo.
4. Déficit de la vivienda.
5. Porcentaje viviendas particulares con piso de tierra.
6. Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica, agua entubada, ni drenaje.
7. Porcentaje de viviendas sin servicio de agua.

Se realizó un análisis de componentes principales con las variables anteriores, de forma tal que la primera componente principal representa el factor de vulnerabilidad.

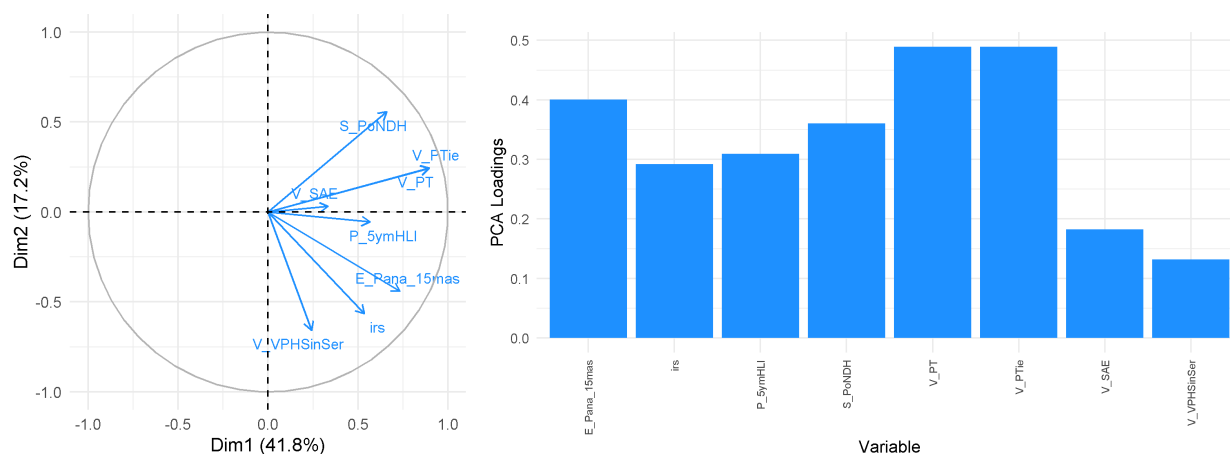


Fig. 3.12: Variables seleccionadas para el factor de vulnerabilidad de Malformaciones. Izq.: Variables en el espacio generado por las primeras dos componentes. Der.: Loadings o pesos de cada variable en la primera componente principal (factor de vulnerabilidad).

En la Figura 3.12, se puede observar que todas las variables se encuentran en la misma dirección en la primera componente principal. Para todas las variables se tiene que entre mayor su valor hay más población viviendo con deficiencias en su vivienda o su educación o vulnerable socialmente, por lo que el factor de vulnerabilidad tiene una interpretación directa: entre mayor el valor del factor de vulnerabilidad, más vulnerable la población en el municipio.

En la Figura 3.13, se pueden visualizar los valores del factor de vulnerabilidad para el grupo de Malformaciones y los 5 estratos construidos con el método de Dalenius y Hodges [3].

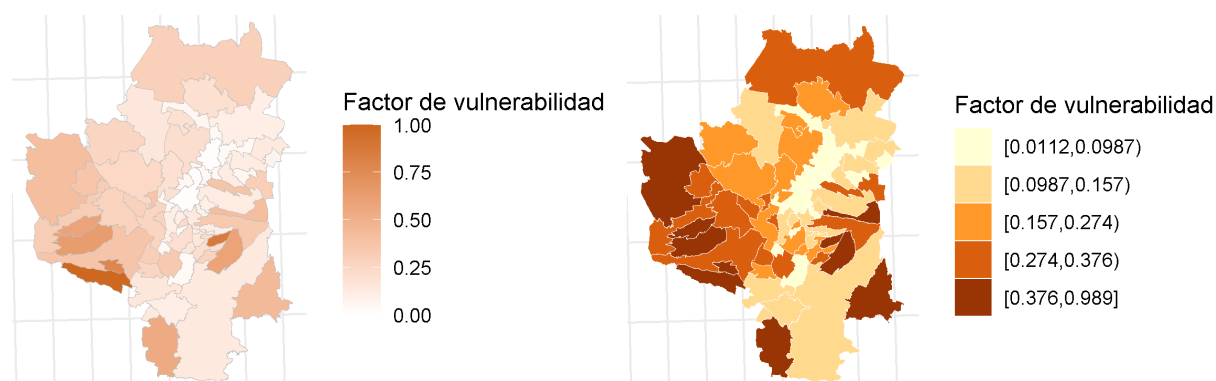


Fig. 3.13: Factor de vulnerabilidad de Malformaciones. Izq.: Valor del factor. Der.:Estratos creados con el Método de Dalenius y Hodges [3].

Los municipios con mayor valor en el factor de vulnerabilidad para Malformaciones corresponden a los municipios: Calpan (21-026) del estado de Puebla y Mazatecochco de José María Morelos (29-017), del estado de Tlaxcala.

3.3 Construcción del índice de Riesgo

A partir de los indicadores de salud y los factores externos de salud se construye el índice de riesgo en la forma en que se muestra en la Figura 3.1. Como se mencionó anteriormente, el indicador de salud corresponde al índice de mortalidad y los factores externos de salud, al factor de exposición (logaritmo de la población), factor ambiental y factor de vulnerabilidad.

Las variables que componen los factores externos están correlacionados positivamente con el índice de mortalidad, es decir a mayor valor de las variables mayor el índice de mortalidad. Por lo anterior, se hace el supuesto de que los factores deben tener un peso positivo.

Como puede verse en los artículos sobre la construcción del ranking de salud creado por el Instituto de Salud Pública de la Universidad de Wisconsin[2] [4], la elección de dichos pesos no es obvia. Al igual que para la creación de dicho ranking (Wisconsin)[2][4], se consideraron diferentes enfoques para asignar los pesos al índice de riesgo. Desde la perspectiva analítica, se intentaron diversas estrategias: análisis de componentes principales, regresión lineal, pesos dados por las correlaciones de los factores con el índice de mortalidad y análisis de componentes principales no negativos. Sin embargo, no se obtuvieron resultados adecuados bajo la definición del modelo, en el cual los factores tienen un peso positivo y son consistentes entre las enfermedades consideradas.

También se consideraron pesos utilizados en la literatura para este tipo de modelos, por lo que se asignó el 50% del peso al índice de mortalidad y el otro 50% a los factores externos de salud, de la misma forma que se hizo para los rankings de salud de Estados Unidos[4][2]. Recuérdese que el índice de mortalidad está basado en datos de muertes por cada enfermedad y por tanto, es un representante sólido de la situación de salud municipal. Debido a que no se cuenta con información empírica y teórica de la influencia de los factores ambientales y de vulnerabilidad (factores externos) sobre las tasas de mortalidad, y solo se cuenta con las correlaciones positivas con la mortalidad, hace sentido que el índice de

mortalidad tenga un peso considerablemente mayor al de los otros factores.

Recuérdese que el tamaño de población se considera como una medida aproximada de la población expuesta a contaminantes. Sin embargo, dado que varios municipios son grandes y suponer que toda la población está expuesta de la misma forma es un supuesto muy fuerte, se decidió darle un menor peso que a los otros dos factores externos. Las variables que componen los factores externos de salud difieren de las consideradas en los modelos de salud antes mencionados y, hasta donde sabemos, no hay estudios previos similares en el caso de México, por lo que se decidió repartir el peso restante de forma equitativa entre los factores externos de salud. De esta manera, el índice de riesgo está dado por:

$$\begin{aligned} \text{Riesgo} &= 0.5\text{Índice de Mortalidad} + 0.2\text{Factor de Vulnerabilidad} & (3.1) \\ &+ 0.2\text{Factor Ambiental} + 0.1\text{Factor de exposición.} \end{aligned}$$

Antes de calcular el índice de Riesgo, todos los factores son reescalados a $[0, 1]$ de forma tal que el índice de riesgo toma valores entre cero y uno. Entre mayor el valor del índice de riesgo, peor la situación de mortalidad por el grupo de causa considerado y mayor presencia de factores externos que pueden poner en riesgo la salud de las personas en el municipio.

3.4 Insuficiencia Renal Crónica

En la Figura 3.14, se pueden visualizar los valores del índice de riesgo de Insuficiencia renal crónica y los 5 estratos construidos con el método de Dalenius y Hodges [3].

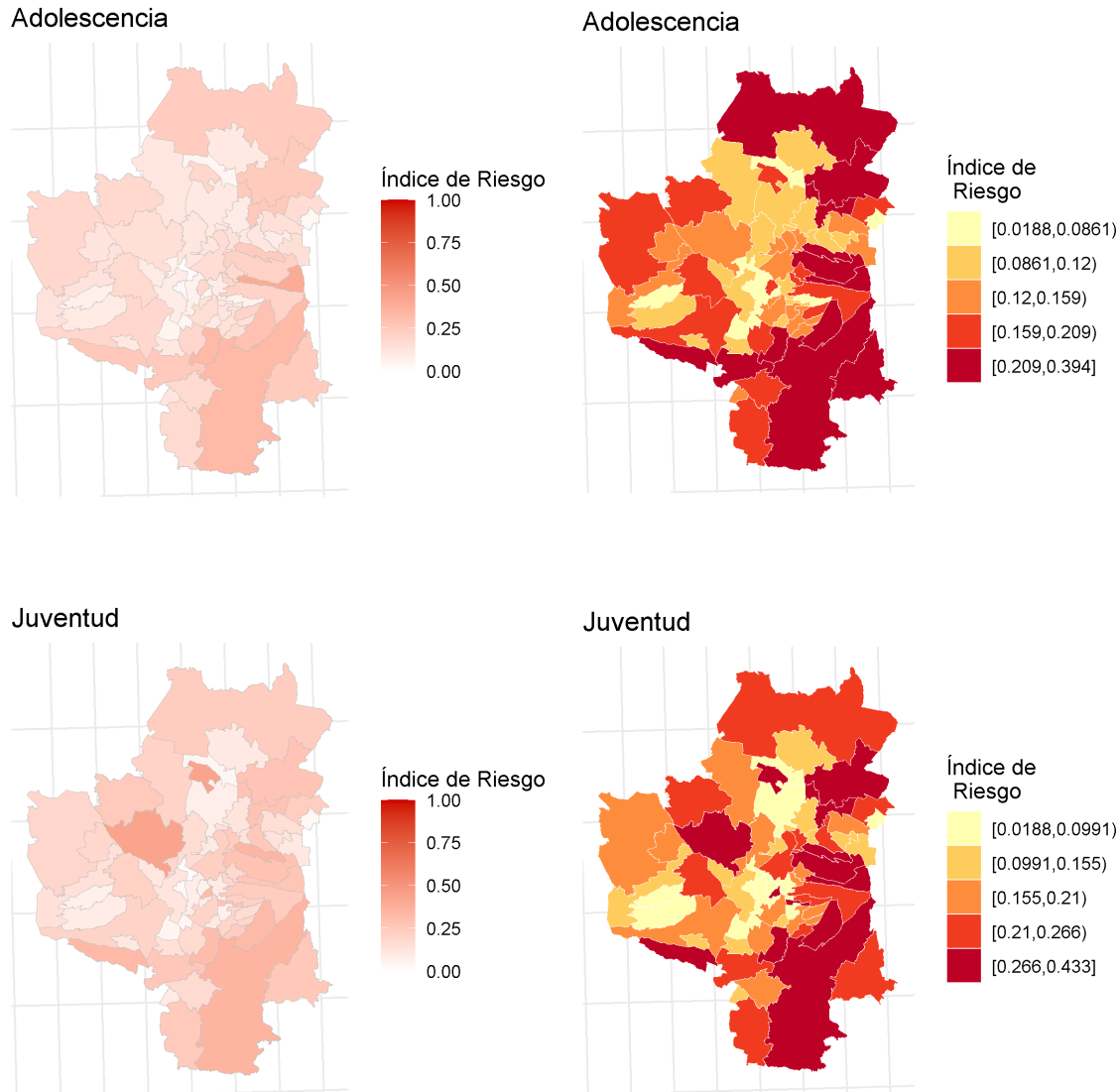


Fig. 3.14: Índice de riesgo de Insuficiencia renal crónica. Arriba: Adolescencia. Abajo: Juventud. Izq.: Valor del índice. Der.:Estratos creados con el Método de Dalenius y Hodges [3].

Los municipios con mayor valor en el índice de riesgo de Insuficiencia renal crónica en adolescentes son: San Francisco Tetlanohcan (29-050) del estado de Tlaxcala y, Puebla (21-114) y Cuautlancingo (21-041) del estado de Puebla. En juventud, los municipios con mayor índice de riesgo de insuficiencia renal son: San Lucas Tecopilco (29-055) e Ixtacuixtla de Mariano Matamoros (29-015) del estado de Tlaxcala y, Puebla (21-114) del estado de Puebla. Para ambas edades se pueden identificar tres "zonas rojas": una en Puebla y sus alrededores, una en San Francisco Tetlanohcan y sus alrededores, y otra por Apizaco y sus

alrededores.

3.5 Leucemia Linfoide

En la Figura 3.15, se pueden visualizar los valores del índice de riesgo de Leucemia Linfoide y los 5 estratos creados con el método de Dalenius y Hodges [3].

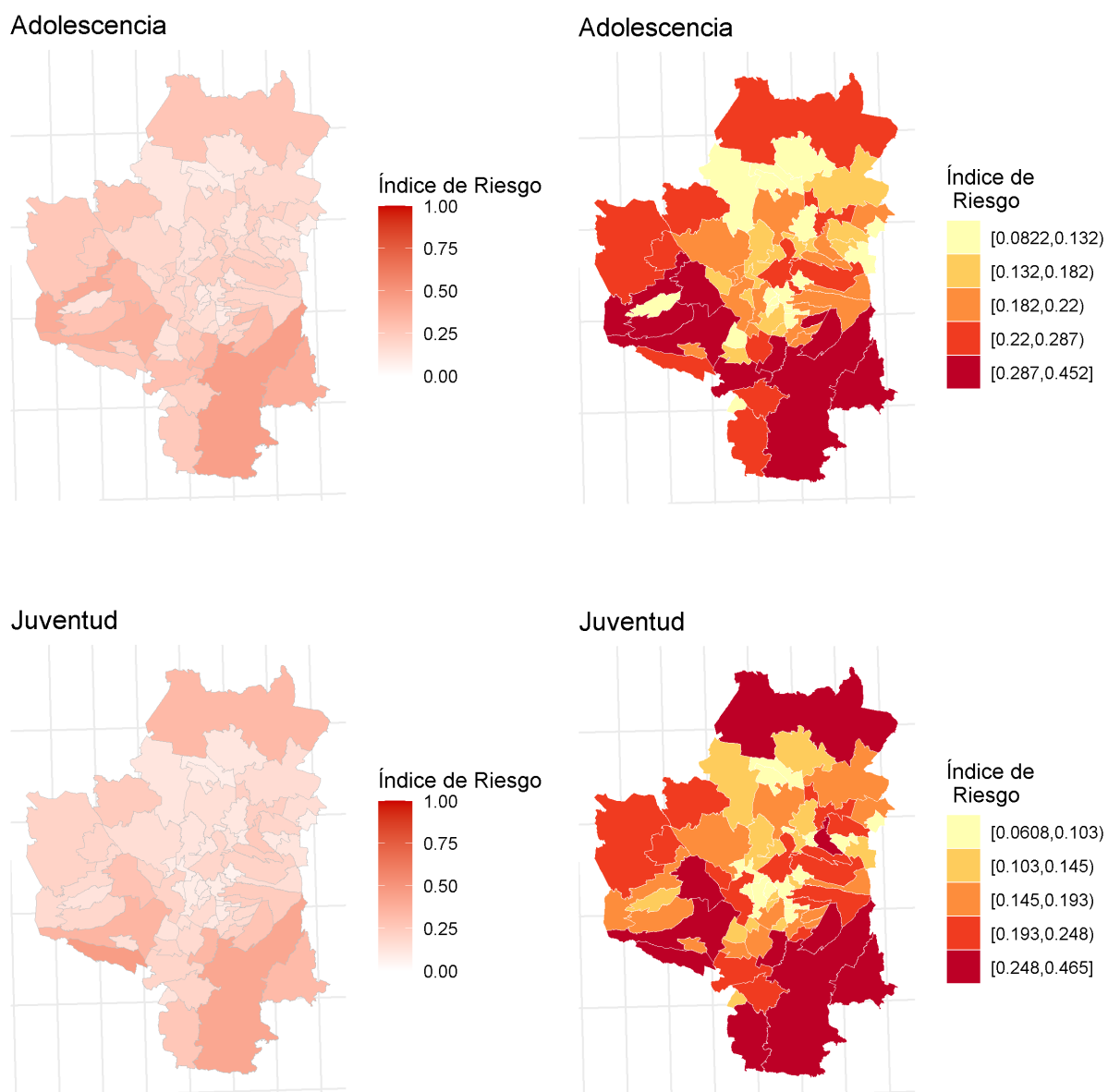


Fig. 3.15: Índice de riesgo de leucemia linfoide. Arriba: Adolescencia. Abajo: Juventud. Izq.: Valor del índice. Der.:Estratos creados con el Método de Dalenius y Hodges [3].

Los municipios con mayor valor en el índice de riesgo de leucemia linfoide en adolescentes son: Puebla (21-114) y San Salvador el Verde (21-143), ambos del estado de Puebla.

En juventud, los municipios con mayor índice de riesgo son: Calpan (21-026) y Puebla (21-114), ambos también del estado de Puebla. Para ambas edades se pueden identificar dos "zonas rojas": una en Puebla y sus alrededores y la otra alrededor de Calpan y San Salvador el Verde.

3.6 Malformaciones

En la Figura 3.16, se pueden visualizar los valores del índice de riesgo de malformaciones y los 5 estratos construidos con el método de Dalenius y Hodges [3].

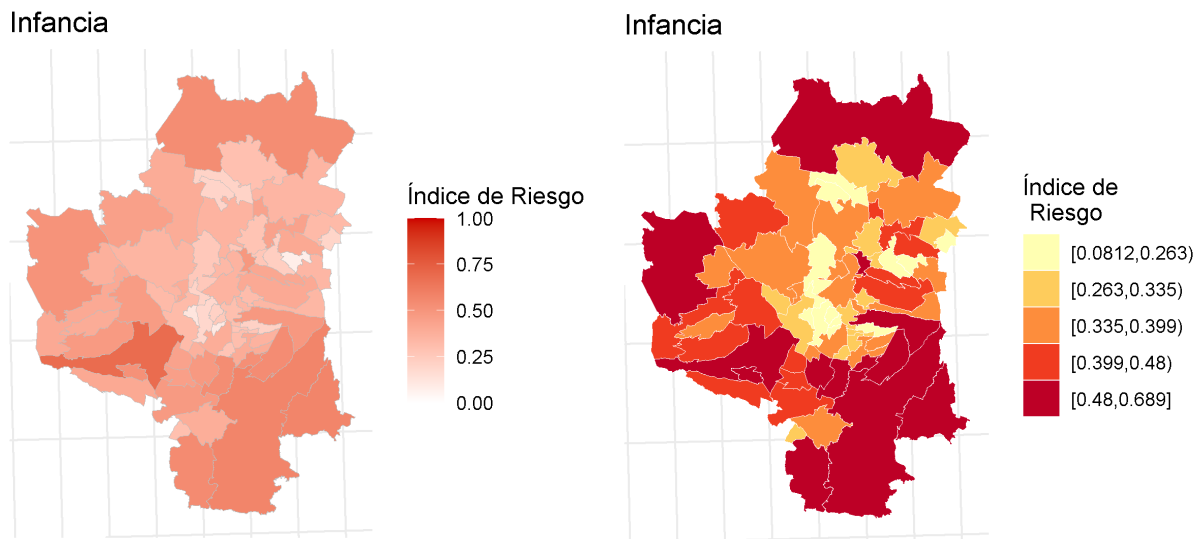


Fig. 3.16: Índice de riesgo de malformaciones. Izq.: Valor del índice. Der.:Estratos creados con el Método de Dalenius y Hodges [3].

Los municipios con mayor valor en el índice de riesgo de malformaciones en la infancia son: Huejotzingo (21-074) y Puebla(21-114), ambos del estado de Puebla. Al igual que para las enfermedades anteriores, pueden observarse zonas rojas en dichos municipios y sus alrededores.



Referencias

- [1] "World health organization. icd-10 : international statistical classification of diseases and related health problems : tenth revision, 2nd edition," *World Health Organization*, 2004.
- [2] "County Health Rankings Model." <https://www.countyhealthrankings.org/explore-health-rankings/measures-data-sources/county-health-rankings-model>. Acceso: 2022-10-26.
- [3] T. Dalenius and J. L. H. Jr, "Minimum variance stratification," *Journal of the American Statistical Association*, vol. 54, no. 285, pp. 88–101, 1959.
- [4] B. Catlin, J. Athens, D. Kindig, and P. Remington, "Different perspectives for assigning weights to determinants of health," 01 2010.