

# ESTUDIOS SOCIOTERRITORIALES

Revista de Geografía

ISSN 1853-4392 [en línea]

 revistaest@fch.unicen.edu.ar  
 (0249) 4385771 Int. 5107

Centro de Investigaciones Geográficas (CIG)  
Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales (IGEHCS)  
Facultad de Ciencias Humanas (FCH)  
UNCPBA/CONICET

CONFIGURACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS PADECIMIENTOS RENALES CRÓNICOS EN  
MÉXICO EN RELACIÓN CON SUS DETERMINANTES SOCIO-AMBIENTALES

*SPATIAL AND TEMPORAL EXPRESSIONS OF CHRONIC KIDNEY DISEASE IN MEXICO: A SOCIAL AND  
ENVIRONMENTAL DETERMINANTS APPROACH*

*José Luis MANZANARES RIVERA*

Nº 23 enero-junio 2018, p. 67-82  
Disponible en: <http://revistaest.wix.com/revistaestcig>



Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía disponible en <http://revistaest.wix.com/revistaestcig>  
se distribuye bajo una **Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional**

# Configuración espacial y temporal de los padecimientos renales crónicos en México en relación con sus determinantes socio-ambientales

## *Spatial and temporal Expressions of chronic Kidney Disease in Mexico: A Social and environmental determinants approach*

José Luis Manzanares Rivera<sup>(a)</sup>

Recibido: 4 de septiembre de 2017  
Aprobado: 28 de marzo de 2018

### Resumen

Ante el crecimiento de padecimientos crónicos registrado recientemente en algunas regiones de América Latina como el caso de México, la realización de esta investigación, con un enfoque espacial, se percibe como relevante para comprender los determinantes locales. El objetivo es estudiar la configuración espacial y temporal de los padecimientos renales crónicos en México durante la última década, considerando de manera explícita el papel de determinantes socio-ambientales, y en particular el vínculo con la calidad de los recursos hídricos. Se analizan microdatos oficiales desde la propuesta teórica sobre determinantes socio-ambientales de salud. Los resultados permiten identificar el comportamiento de este padecimiento a escala estatal. En particular para el caso de Aguascalientes, se observó una correspondencia con la configuración de parámetros de calidad de los recursos hídricos a nivel local, lo que sugiere una posible área de oportunidad para generar estrategias preventivas.

### *Palabras clave:*

Calidad de los recursos hídricos  
Padecimientos renales  
México

### Abstract

Given the recent growth trend by chronic diseases taken place in some Latin American countries such as Mexico, conducting research using a spatial approach is consider as a relevant way to provide insight into this public health treat. The aim is to study the temporal and spatial pattern of chronic renal disease in Mexico during the last decade, explicitly considering socioeconomic determents, in particular the link to water quality. Official microdata is analyzed based on the social and environmental determinants of health theoretical paradigm. Results allow to identify patterns at the State geographic scale. For Aguascalientes, one of the highest occurrence states, a relationship between kidney disease occurrence and negative water quality parameters was detected, suggesting possible areas for further research and to develop preventive strategies.

### *Key words:*

Water quality  
Kidney disease  
Mexico

(a) Profesor Investigador Adscrito. Departamento de Estudios Urbanos y Medio Ambiente. El Colegio de la Frontera Norte. Av. Tecnológico No. 241, Local No. 11, Col. Granja, CP 84065, Nogales, México, jlmazanares@colef.mx

## INTRODUCCIÓN

En México, el crecimiento de padecimientos de naturaleza crónica degenerativa registrado en las últimas dos décadas, constituye actualmente un serio problema de salud pública (OECD, 2016). Como parte de este fenómeno, destaca, por su impacto social adverso, la acelerada evolución en los padecimientos renales crónicos (PRC), cuyo tratamiento implica la realización de procedimientos médicos de alto costo como hemodiálisis; o en etapas avanzadas, la necesidad de trasplantes, por lo que se reconoce que comprender sus determinantes constituye un área de investigación relevante.

Como parte de esta línea de investigación en desarrollo, desde una perspectiva territorial, se argumenta en este trabajo que el análisis de los determinantes socio ambientales, y en particular de la distribución geográfica del padecimiento, permitiría contar con elementos para el entendimiento de las posibles causas a nivel local.

A pesar de que esfuerzos recientes de investigación de carácter multidisciplinario, han buscado incorporar elementos geográficos para el entendimiento de la ocurrencia de los PRC en algunos países de América Latina, como los trabajos emblemáticos de Lozier et al (2016) que identifican rasgos únicos en la región de Centroamérica en lo que se ha denominado la enfermedad renal mesoamericana, se reconoce que los trabajos en esta línea son aún escasos.

La importancia de este fenómeno en México se debe en parte a que los impactos sociales se extienden al largo plazo y no se limitan al ámbito del sistema de salud. En particular se plantea como premisa que la ocurrencia de este padecimiento en los 32 estados que integran el país, no tiene un comportamiento homogéneo, por lo que conocer la heterogeneidad espacial se considera importante para examinar la configuración de patrones que ayuden a indagar la presencia de factores de riesgo particulares.

Según se reporta en algunas investigaciones internacionales, como Góngora et al (2008), el problema es particularmente grave en sitios

como Aguascalientes, entidad en la que los PRC registraron un crecimiento de 108,3% durante la última década, en contraste con el incremento observado por el resto de las causas de morbilidad que fue de 27,6%.

Aguascalientes es uno de los estados con mayor crecimiento económico en México en las últimas tres décadas. Derivado de su localización estratégica en el centro del país, ha consolidado una dinámica estructura económica acompañada de una importante atracción de flujos de migración regional, por lo que comprender la evolución de amenazas de salud pública como los padecimientos renales crónicos, permitiría contribuir a la búsqueda de información útil para el diseño de estrategias preventivas de política pública.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo estudiar la configuración espacial de los PRC en México para la última década, considerando de manera explícita el papel de determinantes socio ambientales y en particular se explora como hipótesis el vínculo con la calidad de los recursos hídricos al que acceden los centros poblacionales para abastecer su consumo doméstico. Asimismo, se examinan la evolución temporal y la configuración espacial de padecimientos considerados por la Organización Mundial de la Salud como precursores comunes de PRC como la condición de obesidad-sobrepeso y diabetes.

## CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y ESTUDIOS PREVIOS

Los PRC se definen para efectos de este trabajo, como el conjunto de afecciones de salud motivadas por una falla en el funcionamiento de los riñones, órganos que realizan una función vital para garantizar el equilibrio metabólico.

Los aspectos clínicos asociados al desarrollo de los padecimientos renales a nivel global, han permitido aportar con cierto grado de certidumbre un perfil de los determinantes metabólicos relacionados a la presencia de un conjunto de condiciones de salud en las que obesidad, diabetes, e hipertensión tienen un papel central (Webster et al, 2017). La evidencia aportada en

estudios recientes bajo la perspectiva teórica de los determinantes sociales y ambientales de salud (DSA), sugiere que adicionalmente a los determinantes clásicos, las condiciones sociales y ambientales son de interés para comprender los mecanismos de exposición de las personas a los factores de riesgo, en especial a exposiciones como la calidad de los recursos hídricos.

Considerando la revisión de autores como Ortega-Romero et al (2016), al explorar determinantes alternativos desde la perspectiva ambiental en casos particulares de alta incidencia de PRC, se considera pertinente atender la hipótesis sobre la calidad de los recursos hídricos, por lo que un enfoque de análisis espacial, se precibe como atractivo para comprender mejor este fenómeno.

En términos teóricos, se adopta en el presente trabajo la propuesta sobre determinantes sociales y ambientales de salud, ya que es un paradigma que permite incorporar el contexto en el que ocurre el fenómeno de estudio, complementando así la perspectiva clínica, enfoque que resulta inapropiado para detectar patrones en un contexto geográfico.

Acorde con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la concepción teórica de DSA considera aquellos aspectos de la salud humana incluyendo calidad de vida, que son determinados por factores químicos, físicos, biológicos, sociales y sicosociales en el medioambiente (OMS, 2016).

Tal como se documenta por estudios recientes en América Latina (Díaz et al, 2015), se argumenta que el uso del espacio como categoría de análisis, resulta un enfoque con potencial explicativo para comprender problemas de salud. Asimismo la disponibilidad de fuentes oficiales de información con referencia geográfica, como los registros públicos de egresos hospitalarios generados en diversos países de la región, constituye una ventaja para estudiar este fenómeno, si bien se reconoce que la realización de estimaciones de connotación geográfica presenta retos metodológicos concretos, tal como lo documenta Tisnés (2014).

Siendo uno de los desafíos principales la definición del tamaño de las unidades geográficas de análisis, por lo que el empleo de medidas relativas puede ser una alternativa factible para obtener estimados comparables.

Considerando la incidencia global de los PRC en términos empíricos, si bien se ha argumentado que el incremento de este conjunto de padecimientos forma parte de un fenómeno estructural derivado del crecimiento de otros trastornos crónicos como diabetes tipo 2 e hipertensión, un argumento alternativo propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que ha ganado interés, apunta a comprender las causas de las causas. En esta concepción se asocia la evolución de los padecimientos renales crónicos con los cambios en los patrones de alimentación de la población (WHO, 2017, p 102).

Para el caso de México, algunos autores como Loría y Salas (2014), argumentan que la entrada al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) a mediados de 1990, gestó un cambio sustancial en los hábitos de consumo de la población en el país, lo que ha sido acompañado por un incremento exponencial de condiciones como el sobrepeso y la obesidad, ambos factores precursores de padecimientos como diabetes e hipertensión, identificados a su vez como los factores de riesgo principales en el desarrollo de padecimientos renales crónicos (Loría y Salas, 2014).

Una segunda vertiente explicativa que ha cobrado auge en países de América Latina, sobre todo en la región de Centroamérica, se basa en el estudio de la ocurrencia de padecimientos renales en poblaciones que no registran el patrón clásico de factores de riesgo y que de manera aparentemente inexplicada desarrollan enfermedad renal.

Al respecto, estudios de corte empírico se refieren a este fenómeno como la Enfermedad Renal Mesoamericana (ERM). La evidencia en este caso indica la persistencia de condiciones laborales que demandan un esfuerzo físico considerable en entornos con temperaturas elevadas, como es el caso de ocupaciones asociadas

con la actividad agrícola. Así la ocurrencia de esta vertiente en países de Centroamérica, encuentra en estos factores socioambientales una etiología común.

Sin embargo, a pesar de los avances en el entendimiento de la enfermedad y del reconocimiento de la importancia por considerar los factores de localización como lo muestra el caso de la incidencia focalizada en la región de Centroamérica, interrogantes persisten en torno a la incidencia observada en clústers específicos que destacan por su alta incidencia relativa.

Este es el caso del estado mexicano de Aguascalientes en donde la magnitud observada del padecimiento ha despertado el interés de investigadores nacionales e internacionales (Góngora-Ortega et al, 2008), en este contexto se argumenta, que dado su potencial para incidir en el funcionamiento de los riñones, uno de los determinantes de mayor interés son las condiciones de hidratación y específicamente ante periodos prolongados de exposición, la calidad de los recursos hídricos consumidos.

Por lo anterior, en este trabajo se considera explícitamente el papel de los recursos hídricos en un primer esfuerzo por vincular información georreferenciada sobre extracción de agua en los acuíferos, y estimaciones de parámetros de calidad en relación con la distribución espacial de los egresos hospitalarios por enfermedad renal crónica en México.

#### CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS Y DATOS

El presente estudio se basa en un análisis estadístico exploratorio e inferencial de datos y se organiza en dos fases: en la primera se analizan indicadores de salud para estimar la distribución espacial y la evolución temporal de los padecimientos renales en los 32 estados en los que se divide el territorio Mexicano, así como la incidencia de la condición de sobrepeso y diabetes tipo 2, padecimientos en los que se tiene un consenso sobre su vínculo como determinantes.

Para la primera fase del análisis se emplean dos tipos de estructuras de datos: datos de corte transversal y series de tiempo consideran-

do microdatos oficiales que contienen registros de egresos hospitalarios recopilados por el Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS).

Esta fuente de microdatos públicos contiene información referenciada geográficamente con escala de desagregación Estatal y Municipal, e incluye la causa del egreso hospitalario registrada con base en los códigos de la clasificación internacional de enfermedades CIE 2010, lo que permite estimados comparables en el contexto internacional.

Para monitorear la tendencia de morbilidad por PRC en el tiempo, se cubre un total de once años de información (periodo 2004-2015), y para permitir resultados comparables se definen los padecimientos renales crónicos utilizando los siguientes códigos de la clasificación internacional de enfermedades, CIE-10: N18: Enfermedad renal crónica; N180: Insuficiencia renal terminal; N181: Enfermedad renal crónica, etapa 1; N182: Enfermedad renal crónica, etapa 2; N183: Enfermedad renal crónica, etapa 3; N184: Enfermedad renal crónica, etapa 4; N185: Enfermedad renal crónica, etapa 5; N188: Otras insuficiencias renales crónicas; N189: Enfermedad renal crónica, no especificada y N19X: Insuficiencia renal no especificada<sup>[1]</sup>.

Con el propósito de explorar las tendencias de morbilidad así como su distribución en el territorio, se estima el indicador de concentración relativa denominado: *cociente de localización* (LQ). Esta medida relativa permite determinar la concentración de casos por PRC en las diferentes áreas geográficas, controlando el tamaño de la población en cada entidad federativa. Es un indicador que dado su potencial para detectar patrones espaciales, ha sido aplicado previamente por estudios empíricos que analizan tendencias de mortalidad en el contexto geográfico en países de América Latina (Manzanares, 2017).

[1] En el análisis estadístico se incluyen también los padecimientos renales agudos, si bien estos representan una fracción marginal del fenómeno. Los siguientes códigos de la clasificación son incluidos en la estimación: N170: Insuficiencia renal aguda con necrosis tubular; N171: Insuficiencia renal aguda con necrosis cortical aguda; N172: Insuficiencia renal aguda con necrosis medular; N178: Otras insuficiencias renales agudas y N179: Insuficiencia renal aguda, no especificada.

El indicador LQ para un momento determinado se construye usando la siguiente especificación:

$$LQ_t = \left( \frac{C}{T} \right)_j / \left( \frac{C}{T} \right)_N$$

Donde

C corresponde al número de registros por egresos hospitalarios para las causas en el rango (N170-N19X),

T corresponde al número total de registros por egresos hospitalarios en el año  $t$ ,

$j$  representa una entidad federativa particular de la república Mexicana, y

N indica el escenario nacional para un momento  $t$ .

En ambas escalas geográficas, la proporción entre el número de egresos por padecimientos renales crónicos y el total de egresos es comparado para el periodo [ $t_{-2004}$ ,  $t_{-2015}$ ].

Por definición el umbral  $LQ=1$  indica una situación en la que la proporción de egresos observada tanto en la entidad como en la escala nacional (ámbito de referencia) es la misma, de modo tal que valores  $LQ>1$  indican una proporción superior en la entidad  $j$  relativa al nivel nacional y por ende constituyen un área de interés para los fines de este trabajo. Consecuentemente valores  $LQ<1$  indican una proporción menor en el estado  $j$  relativa al escenario nacional, es decir áreas que no representan un incidencia particularmente relevante.

Se estiman dos medidas adicionales para obtener mayor información sobre los registros de egresos hospitalarios por PRC. Primero se muestra la estructura de edad mediante la construcción de funciones de densidad Kernel. Este cálculo permite comparar la distribución por edades e identificar posibles grupos vulnerables. En segundo lugar se realiza la estimación de las tasas de morbilidad ajustadas por estructura de edad y sexo, aplicando el método directo para los 32 estados del país a partir de las cifras del Censo General de Población y Vivienda (2010) como población estándar. Este análisis es útil para detectar la magnitud relativa de la presencia del padecimiento en el contexto nacional.

Asimismo para determinar la influencia que tienen variables demográficas como el sexo y la

edad, se construye un modelo de regresión logística con información de 9.227.200 pacientes correspondiente al año más reciente de la base de datos (2015). Se determinan los ratios de momios (OR) y el contraste con las probabilidades asociadas entre el escenario nacional y entidades de alta incidencia. La especificación del modelo es la siguiente:

$$Y = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \sum \beta_i x_i)}}$$

Donde la variable binaria dependiente  $y$  toma el valor 1 si se trata de un individuo en el rango CIE [N170-N19x], 0 en caso contrario, las variables de control  $x_1$ =Sexo con valores: 1: Hombre, 2: Mujer,  $x_2$ =Edad expresada en años,  $x_3$ =1, si la entidad es de alta incidencia, 0 en caso contrario.

La segunda fase del estudio consiste en aplicar técnicas de análisis espacial para aproximar la calidad de los recursos hídricos que abastecen la demanda para consumo doméstico, para lo cual se consideran microdatos generados por el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) en la categoría de concesiones por descargas de agua de residual. Esta fuente de información es un registro oficial y referencia estándar en estudios sobre calidad de agua en México. Aplicando el método estadístico Kriging empírico Bayesiano (Pilz y Spöck, 2007), se construye una superficie para mostrar la densidad de estas descargas y determinar áreas potenciales de contaminación.

Esta fase se complementa con el análisis de la información generada por la Comisión Nacional del Agua, como parte del proyecto de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad de las Aguas Nacionales 2016, que incluye una muestra de 5.000 sitios a nivel nacional para evaluar la calidad del agua en el país (CONAGUA, 2016). Esta base de datos incluye los siguientes parámetros básicos de calidad de agua:

DBO\_mg/L: Demanda Bioquímica de Oxígeno, DQO\_mg/L: Demanda Química de Oxígeno, SST\_mg/L: Sólidos Suspendidos Totales, SDT\_mg/L: Sólidos Disueltos Totales.

Acorde con los niveles de los contaminantes

detectados en cada sitio de la muestra, la base de datos permite definir el siguiente semáforo de clasificación:

- »Verde: El agua del sitio se encuentra dentro de los rangos de calidad excelente, buena calidad y aceptable, en todos los indicadores
- »Amarillo: El agua del sitio se encuentra contaminada con Sólidos Suspendidos Totales (SST).
- »Rojo: El agua del sitio se encuentra contaminada con Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) o con Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- »Morado: El agua del sitio no se encuentra dentro del rango de cumplimiento en Sólidos Disueltos Totales (SDT)
- »Azul: El agua del sitio se encuentra dentro del rango de cumplimiento en Sólidos Disueltos Totales (SDT).

RESULTADOS

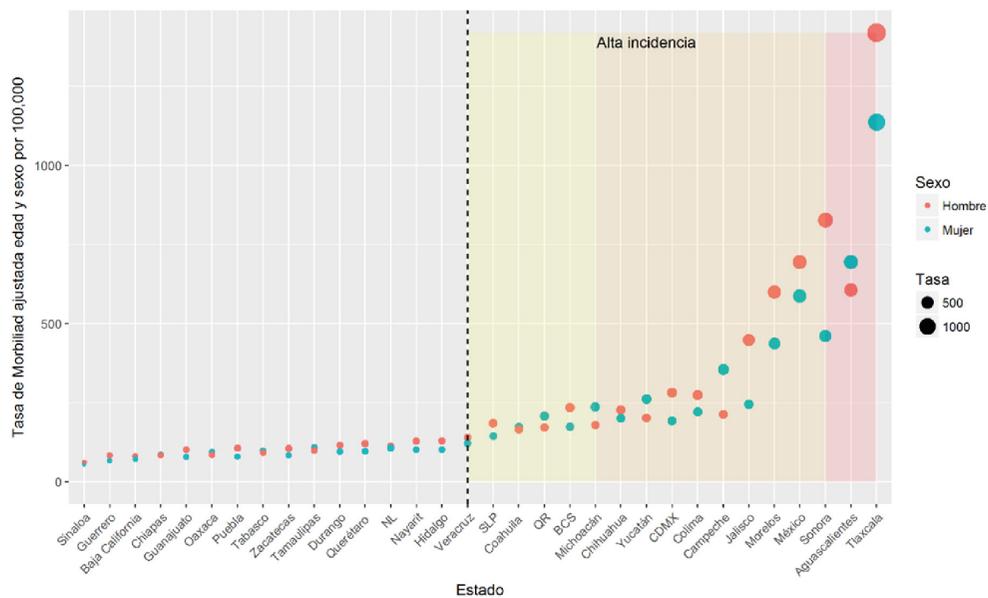
Para contextualizar la incidencia del padecimiento en el territorio nacional, en primera instancia, se presenta la estimación de la tasa de morbilidad ajustada por estructura de edad

para los 32 estados que integran el país, utilizando la información más reciente disponible. Este es un indicador de referencia clásico que permite cuantificar la magnitud del fenómeno y ofrece un escenario base de contraste. La Figura 1 muestra el resultado de la estimación.

La estimación permite dimensionar la magnitud del fenómeno y destacar la diferencia a escala estatal; la línea punteada en el centro corresponde al valor promedio de la tasa de morbilidad en el país en 2015, año en que registró un valor de 143 personas por cada 100.000 habitantes.

Aquellas entidades que se encuentran a la derecha de esta línea punteada presentan una tasa superior a la media nacional y se consideran, para efectos de este trabajo, como de alta incidencia. Este conjunto a su vez se clasificó en tres grupos siguiendo la distribución de la tasa observada. Así, el primer grupo, representado en amarillo, se clasifica como de incidencia alta temprana, el siguiente representado en color naranja se denomina de incidencia alta moderada y el tercer grupo, en color rojo, denominado de incidencia alta extrema, incluye a las entidades con las tasas de mayor magnitud.

Figura 1. Tasa de morbilidad ajustada por estructura de edad y sexo por entidad, 2015



Fuente: estimación propia con datos de SINAIS 2015

La gráfica nos indica que los estados de Sonora, Aguascalientes y Tlaxcala presentaron en 2015 la mayor incidencia. Asimismo se encuentra un patrón asociado al género, con el 60% de las entidades del país en donde los PRC parecen afectar en mayor medida al sexo masculino. Una notable excepción a esta regularidad es el caso de Aguascalientes, donde los PRC afectan con mayor proporción a las mujeres con una tasa de 694 mujeres por cada 100.000 habitantes en contraste con 606 para el sexo masculino.

Para observar con mayor detenimiento el caso particular de Aguascalientes y la evolución temporal de este padecimiento en la última década, en la Figura 2 se estima la tasa de crecimiento del número de casos; para ello se utiliza una escala logarítmica normalizada tomando al 2004 como año base.

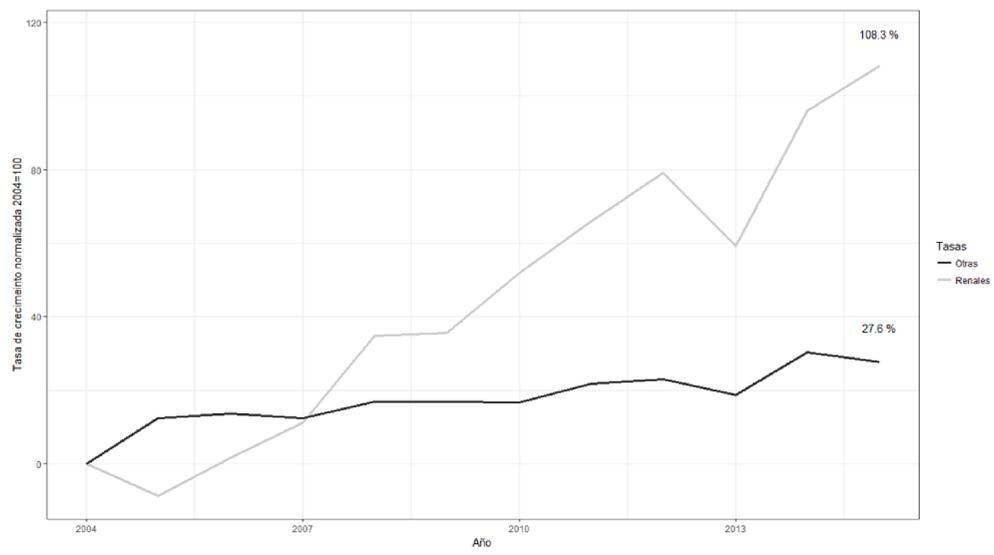
Se encuentra una trayectoria de crecimiento acelerado particularmente a partir del año 2007, lo cual se traduce en un incremento a un ritmo del 9,8% anual, lo que contrasta con la tasa de crecimiento del resto de las causas de morbilidad en dicha entidad, que fue del 2,5% promedio anual en el periodo de referencia.

Como se ha discutido, una hipótesis extensamente documentada para explicar el surgimiento de los padecimientos renales crónicos en tanto un problema de salud pública en el mundo, apunta al crecimiento de factores de riesgo como la condición de obesidad y en particular el diagnóstico de diabetes tipo 2 como el principal padecimiento asociado.

Sin embargo, ante la evidencia reportada en países de Centroamérica en el contexto de la denominada enfermedad renal mesoamericana cuya etiología no necesariamente concuerda con los determinantes tradicionales, es conveniente explorar la distribución espacial de diabetes tipo 2, padecimiento comúnmente vinculado con el desarrollo de PRC.

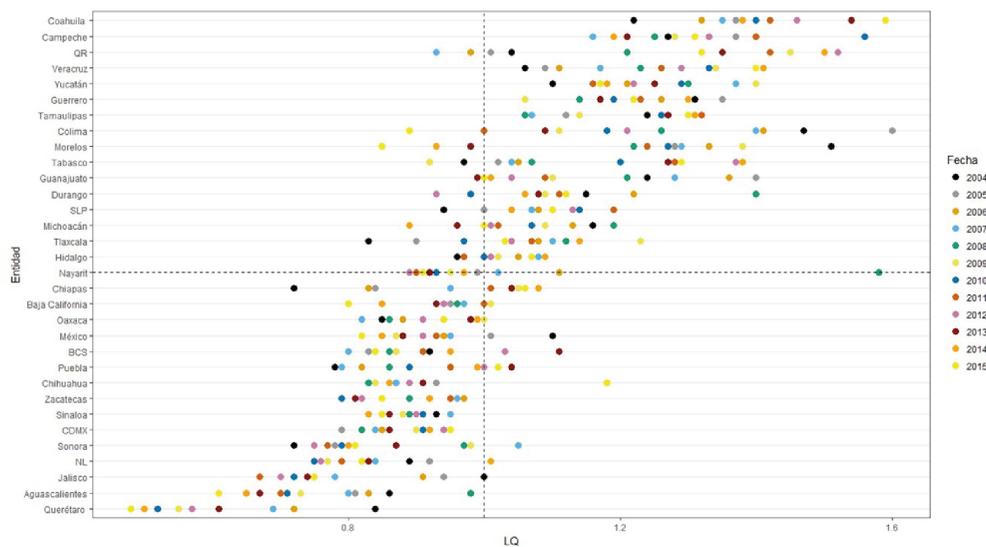
Para abordar este aspecto, se estima a continuación el indicador de concentración relativa denominado *cociente de localización* (LQ) para los casos por diabetes tipo 2 en los 32 estados, en cada uno de los once años comprendidos en el periodo 2004-2015. La Figura 3 muestra este cálculo. La expectativa es contar con un patrón que permita valorar el comportamiento territorial de las tasas de morbilidad de los PRC observado inicialmente.

Figura 2. Tasa de crecimiento de casos por padecimientos renales en Aguascalientes, 2004-2015



Fuente: estimación propia con datos de SINAIS 2004-2015

Figura 3. Cociente de localización (LQ). Egresos hospitalarios por diabetes 2004-2015 según entidad federativa



Fuente: estimación propia con datos de SINAIS 2004-2015

La estimación de la Figura 3 aporta un conjunto de rasgos de interés. Para facilitar su interpretación, se divide la figura utilizando dos líneas de referencia. La primera corresponde al valor  $LQ=1$ , (línea punteada vertical), acorde con la discusión presentada en la metodología, este valor se corresponde con la proporción observada en el contexto nacional, por lo que aquellos años en los que las entidades registraron una incidencia superior al escenario nacional, se encuentran a la derecha de esta línea. Una segunda línea punteada (horizontal), se emplea para mostrar aquellas entidades que durante el periodo estudiado mostraron una incidencia en diabetes tipo 2 superior al nivel nacional. Con base en estos límites, se puede observar que a pesar de que en 17 entidades se tuvo un patrón sistemático de altos niveles de diabetes tipo 2 relativo al contexto nacional, se encuentra que existe un grupo de 15 entidades en donde este padecimiento ha tenido una incidencia relativa inferior al comportamiento en el país; y en este grupo se hallan estados como Aguascalientes y Sonora, entidades que registran las mayores tasas de morbilidad por padecimientos renales crónicos en México.

Un análisis más detallado del comportamiento temporal en la estimación del LQ, revela que la hipótesis de crecimiento en diabetes tipo 2 no es consistente con la evolución observada en algunos estados, concretamente el caso de Aguascalientes, es un ejemplo claro de este rasgo, así el valor que toma el LQ para los años más recientes de la muestra es inferior al correspondiente valor de los años iniciales, por ejemplo  $LQ_{2015}=.61$  (punto amarillo),  $LQ_{2014}=.65$  (punto naranja),  $LQ_{2013}=.67$  (punto rojo) en contraste con el año inicial  $LQ_{2004}=.86$  (punto negro).

En este caso particular el nivel de máxima incidencia se alcanza hacia el año 2008,  $LQ_{2008}=.98$  (punto verde). Este comportamiento indica que de hecho en esta entidad, no se observa una incidencia superior al contexto nacional, ni su evolución temporal muestra un comportamiento ascendente, evidencia que sugiere que la elevada magnitud de problema de padecimientos renales en estados como Aguascalientes, o Sonora, México podría tener una explicación diferente a la hipótesis de la etiología tradicional. La Figura 4 muestra con mayor claridad estas diferencias en la evolución temporal de la concentración de diabetes tipo 2.

La estimación indica que el comportamiento de este importante determinante para el desarrollo de PRC, no ha sido homogéneo en la última década en México; y mientras estados como Chiapas, Quintana Roo o Tabasco que se ubican en la frontera sur del país, han experimentado un evidente incremento, otros estados exhiben una tendencia claramente decreciente; entre estos, el comportamiento registrado en Aguascalientes es de interés por su elevada tasa de morbilidad en PRC.

Con el objetivo de examinar con mayor detenimiento el comportamiento de los factores de riesgo que propone la hipótesis de etiología tradicional, se integra al análisis la variable *proporción de población en condición de sobrepeso*<sup>[2]</sup> por entidad, esta variable es de importancia ya que se ha documentado que la condición de sobre-

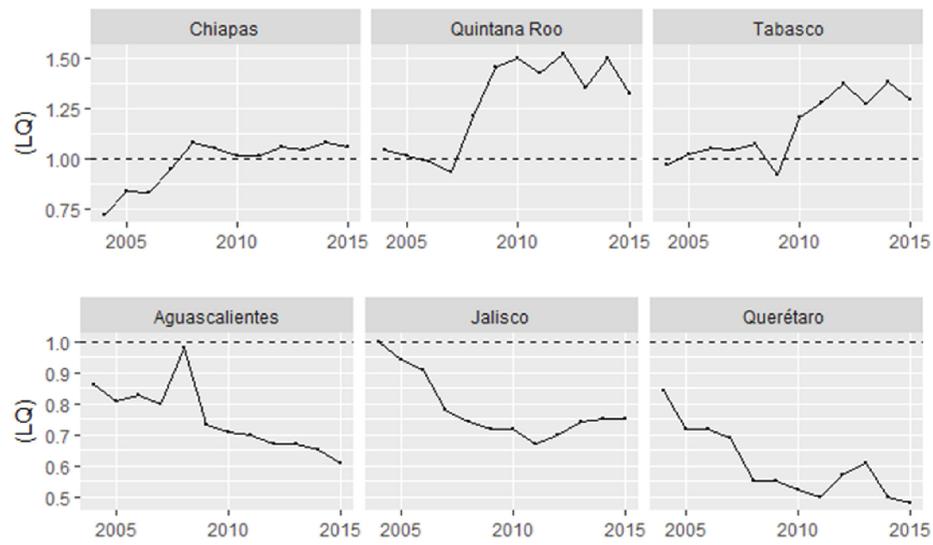
[2] Acorde con los estándares internacionales, la condición de sobrepeso se define para aquellos valores en el índice de masa corporal en el rango  $[25 < \text{IMC} \leq 29.9]$ . El IMC a su vez considera el cociente entre las variables peso expresado en kilogramos y estatura expresada en metros al cuadrado.

peso es un factor de riesgo clave en el desarrollo de diabetes tipo 2 que a su vez, exhibe una relación positiva con el desarrollo de padecimientos renales crónicos en la hipótesis de etiología tradicional. La Figura 5 integra estos elementos.

La información permite apreciar que existen comportamientos regionales diferenciados en torno a esta relación con los determinantes tradicionales, mientras existe una relación positiva consistente con el comportamiento esperado entre las variables sobrepeso y ocurrencia de diabetes en las entidades de la región centro y sur del país, este no parece ser el caso para las entidades de la región Frontera Norte.

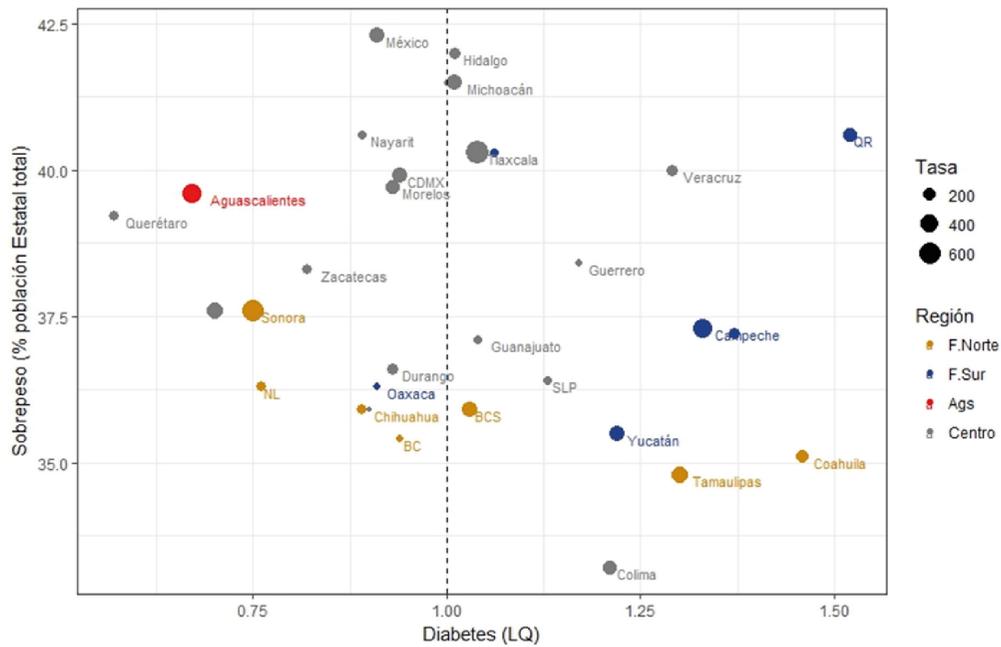
Adicionalmente, se observa que las entidades de mayor tasa de morbilidad ajustada de PRC son Aguascalientes y Sonora. Estas entidades presentan un nivel de concentración relativa inferior al nacional para el factor de riesgo diabetes, lo que refuerza el cuestionamiento sobre la hipótesis tradicional en el caso de estas entidades.

Figura 4. Comportamiento de egresos hospitalarios por Diabetes tipo 2 entidades seleccionadas en México, 2004-2015



Fuente: estimación propia con datos de SINAI 2004-2015

Figura 5. Tasa de morbilidad ajustada por edad y sexo de padecimientos renales y relación con incidencia de determinantes clínicos tradicionales: diabetes y sobrepeso según región del país, 2012



Nota: Las regiones se definen: F. Norte: Frontera Norte, comprende aquellos estados que colindan con Estados Unidos de América; F. Sur: Frontera Sur, comprende aquellos estados en la península de Yucatán o que se colindan con Guatemala y Belice.

Fuente: estimación propia con datos de SINAIS 2012 y Encuesta Nacional de salud y Nutrición

### CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Uno de los elementos que ha generado mayor interés desde la perspectiva teórica de los determinantes sociales y ambientales de salud, es el relativo a la calidad de los recursos hídricos. Si bien se reconoce que el mecanismo de contaminación de las fuentes de agua es complejo e intervienen múltiples factores, la evidencia de estudios en este sentido muestra que ciertas actividades de origen antropogénico, tienen el potencial de incrementar el riesgo de exposición de las fuentes de abastecimiento por vía de contaminación del subsuelo, o al contaminar las fuentes someras de abastecimiento del agua de los centros poblacionales, como los ríos. Este aspecto se explora a continuación considerando el caso de Aguascalientes, entidad que como se ha mostrado, no parece ajustarse a la hipótesis de la etiología tradicional en la evolución de los padecimientos renales crónicos.

En primera instancia se construye una superficie para mostrar la densidad de concesiones por

descargas de aguas residuales. Éstas constituyen fuentes puntuales de contaminación que inciden negativamente en la calidad de los recursos hídricos locales. Se utiliza una escala estatal que permite ubicar los límites municipales, en el caso de Aguascalientes la división geográfica integra once municipios, incluido el municipio donde se asienta la ciudad capital que toma el mismo nombre del estado, y en donde se localiza el centro de actividad económica y poblacional de la entidad.

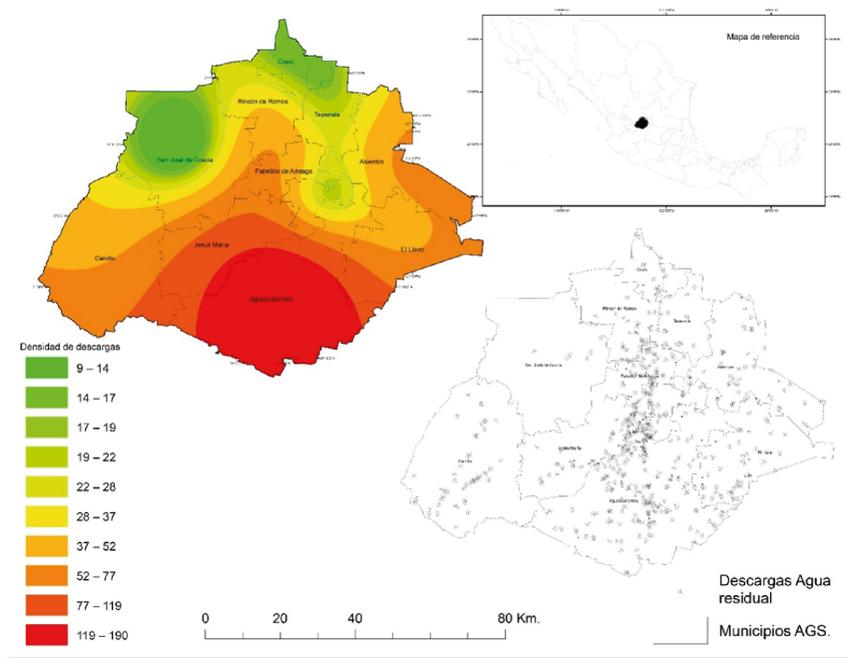
La Figura 6 permite notar que existe un patrón focalizado en la distribución geográfica de este indicador. Observamos que el impacto a nivel municipal se orienta hacia el sur y hacia la porción central del estado, y encuentra el punto de mayor concentración en el municipio de Aguascalientes. En la parte inferior derecha de la figura se muestran los sitios puntuales de descargas, mientras en el mapa superior izquierdo la densidad de los sitios en el contexto de la división municipal.

Luego se muestra para el caso de Aguascalientes la distribución geográfica de los sitios de

muestreo del proyecto de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad de las Aguas Nacionales 2016. La Figura 7 representa la localización de estos sitios así como el balance de calidad resultado de la medición de parámetros básicos

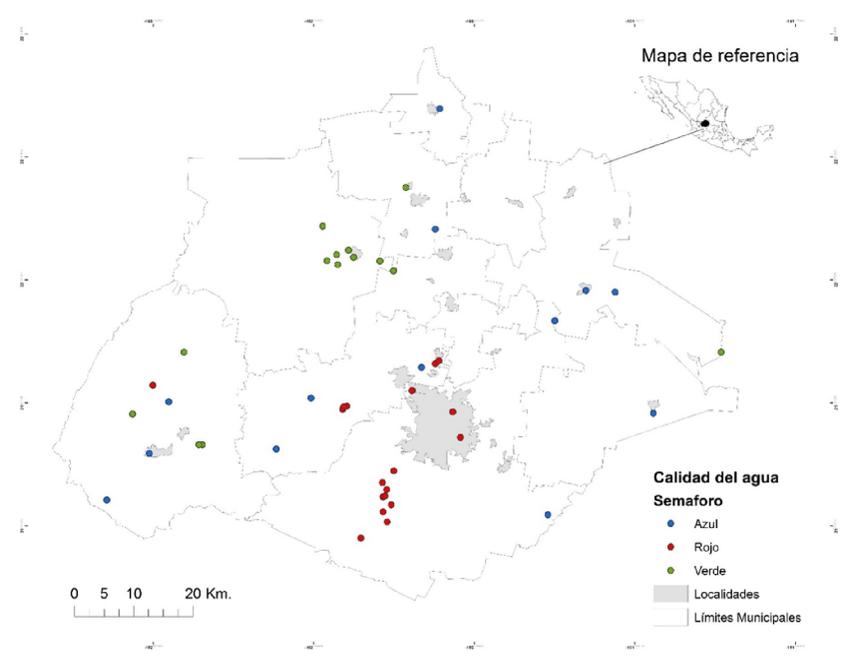
de calidad como: la Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO<sub>mg/L</sub>, la Demanda Química de Oxígeno, DQO<sub>mg/L</sub> Sólidos Suspendedos Totales, SST<sub>mg/L</sub> y Solidos Disueltos Totales SDT<sub>mg/L</sub>.

Figura 6. Densidad de concesiones por descargas de agua residual Aguascalientes, 2015



Fuente: elaboración personal con datos del CONAGUA 2015, Registro Público de derechos de agua REPDA, 2015

Figura 7. Calidad de los recursos hídricos Aguascalientes, 2016



Fuente: elaboración personal con datos de CONAGUA 2016. Red Nacional de Monitoreo de la Calidad de las Aguas Nacional

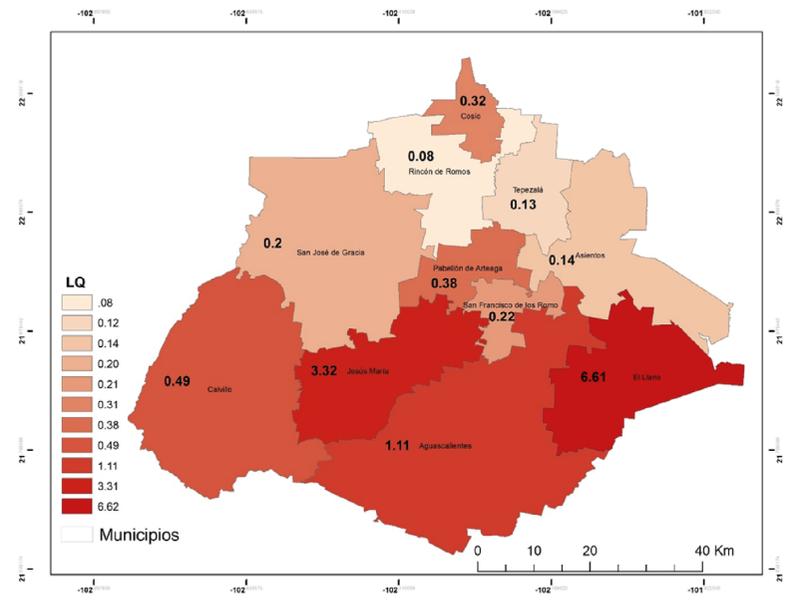
La configuración resultante es un indicativo claro del potencial de esta variable en el estudio de afecciones de salud relacionadas a la calidad de los recursos hídricos, y como es evidente la principal concentración poblacional del estado, la ciudad de Aguascalientes que albera una población total estimada de 1.304.641 habitantes según las proyecciones de población del Consejo Nacional de Población CONAPO (2016), presenta los indicadores de menor cali-

dad en la entidad.

La evidencia generada con la estimación, muestra que la mayor incidencia ocurre en los municipios ubicados en la región centro y sur del estado, específicamente en los Municipios de El Llano, Jesús María y Aguascalientes.

La Figura 8 permite mostrar a escala municipal los indicadores estimados para la concentración relativa de casos por padecimientos renales crónicos en la entidad.

Figura 8. Cociente de localización (LQ) escala Municipal, Aguascalientes 2015



Fuente: elaboración personal con datos de SINAIS 2015

#### ESTRUCTURA POR EDAD EN LOS PADECIMIENTOS RENALES CRÓNICOS

Uno de los elementos de mayor interés en el estudio de los determinantes de los padecimientos renales es la estructura de edades en la que ocurre esta afección. Fundamentalmente este rasgo tiene implicaciones sobre el proceso de causalidad. Así, la hipótesis denominada en este trabajo como etiología tradicional supone un periodo de desarrollo de la patología de largo plazo en el que comorbilidades como sobrepeso, diabetes, hipertensión, inciden en el equilibrio metabólico a nivel vascular impactando la función renal, lo que se traduce en que los PRC se observen tradicionalmente en edades avanzadas en la vida de las personas.

Por el contrario, cuando el padecimiento aparece en edades tempranas, la posibilidad de vincularse con otros determinantes, incluidos aquellos de índole ambiental como la exposición a recursos hídricos de mala calidad, adquiere mayor pertinencia. Por este motivo, resulta de interés determinar la distribución de la edad de los individuos que presentan esta condición de salud y contrastarla desde un enfoque espacial.

En la Figura 9 se utilizan curvas de densidad para mostrar la distribución de las edades de los casos registrados para el caso de Aguascalientes y se contrasta con la distribución observada por el resto de causas.

La estimación permite identificar un comportamiento diferenciado respecto de las otras

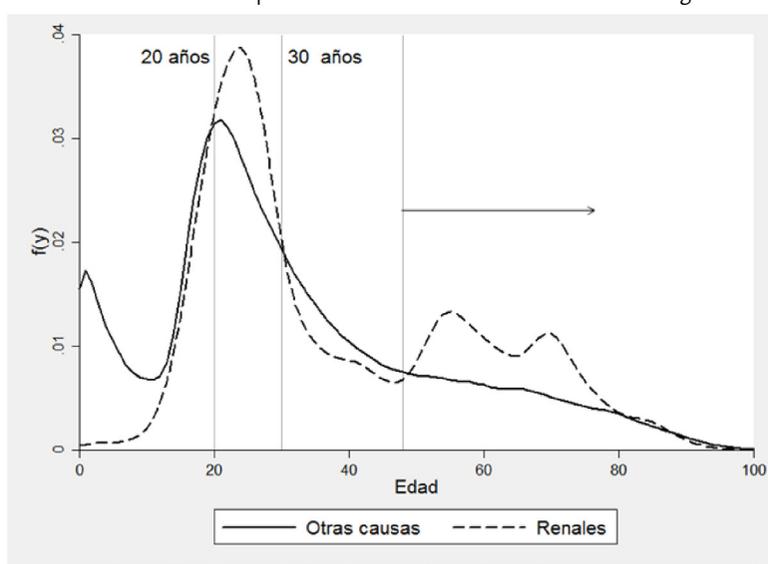
causas de morbilidad. Específicamente se encuentra que en Aguascalientes los padecimientos renales son particularmente elevados en el rango de edad entre 20 y 30 años. Asimismo, se encuentra una elevada incidencia en individuos mayores de 47 años. La implicación de este patrón puede sugerir la presencia de determinantes específicos para cada grupo.

Para contrastar el escenario nacional con el observado en Aguascalientes, se construye un modelo logístico que incorpora las variables demográficas edad y sexo para mostrar la vulnerabilidad en ambos espacios geográficos mediante el cálculo de ratio de momios

(RM) y sus probabilidades asociadas. Los resultados del modelo de regresión logística se muestran en la Tabla 1 y las probabilidades asociadas en la Figura 10.

La estimación muestra, en efecto, un conjunto de elementos de contraste que validan el análisis exploratorio realizado en la sección previa. Se observa que existe para el caso de Aguascalientes una mayor probabilidad de desarrollar padecimientos renales, tanto para hombres como para mujeres y esta probabilidad aumenta con la edad (Figura 10 derecha), si bien, los hombres parecen exhibir la mayor vulnerabilidad incluida la escala nacional.

Figura 9. Distribución de edades en padecimientos Renales versus otras causas. Aguascalientes, 2015



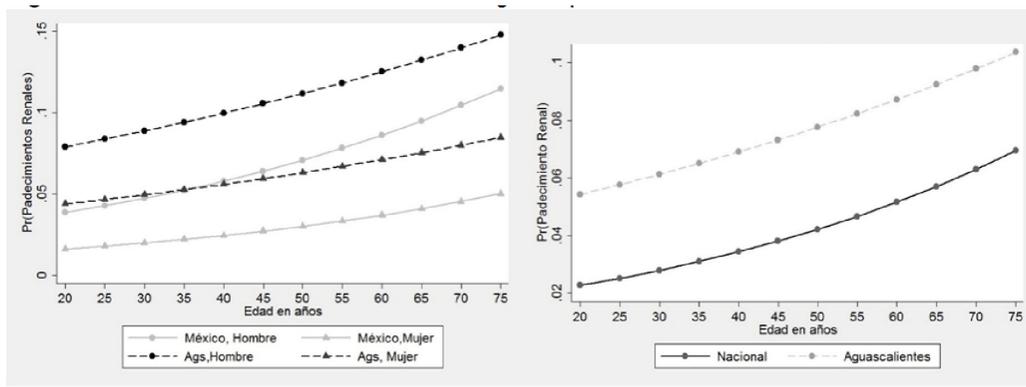
Fuente: elaboración personal con datos de SINAIS 2015

Tabla 1. Modelo de regresión logística. Padecimientos renales crónicos, México 2015

Variables dependiente: PRC	RM	SE	Z	P>z	[95% CI]	
Edad	1.02	0.00	278.33	0.00	1.02	1.02
Ags.	2.54	0.07	34.78	0.00	2.41	2.68
Categoría base: incidencia nacional						
Ags-Edad	0.99	0.00	-17.42	0.00	0.99	0.99
Categoría base: Aguascalientes						
Sexo	0.41	0.00	-242.15	0.00	0.40	0.41
Categoría base: Hombres						
Sexo-Ags	1.31	0.03	11.64	0.00	1.25	1.37
Categoría base: Nacional						
Constante	0.03	0.00	-788.51	0.00	0.03	0.03

Fuente: elaboración personal con datos de SINAIS 2015

Figura 10. Probabilidades estimadas, modelo logístico padecimientos renales, México 2015



Fuente: elaboración personal con datos de SINAIS 2015

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Si bien los resultados identifican un conjunto de estados de alta incidencia entre los que destacan Aguascalientes, Tlaxcala o Sonora, una vez que se integran elementos explicativos sobre la incidencia de determinantes clásicos como diabetes y sobrepeso en el marco de entender la evidencia, sugiere que esta explicación podría ser inadecuada para entender el fenómeno en estos casos particulares.

En este mismo sentido la estructura de edades observada en el caso específico de Aguascalientes, apunta hacia una incidencia a temprana edad, lo que complementa el argumento sobre el limitado alcance del enfoque tradicional que se asocia más bien con edades generalmente avanzadas y pone de manifiesto la utilidad del enfoque sobre determinantes ambientales y la perspectiva territorial para indagar posibles determinantes locales con mayor profundidad en estos estados identificados.

El análisis de la distribución de los parámetros de calidad de agua, revela que el presente estudio considera un conjunto restringido de parámetros, y este aspecto constituye una importante limitación del trabajo.

A pesar de la limitada diversidad en los parámetros de calidad de agua reportados en el presente trabajo, es posible identificar áreas de contaminación de interés asociadas con áreas focalizadas de alta ocurrencia de PRC a escala municipal.

Este aspecto amerita mayor consideración en la búsqueda por determinar la etiología de este problema de salud en zonas de alta ocurrencia en México como lo es el estado de Aguascalientes.

Sobre este aspecto y en línea con los resultados de estudios de autores como Ortega-Romero et al (2016) que apuntan hacia el papel de sustancias presentes en el agua disponible para consumo humano en los centros poblacionales, como el fluoruro, se plantea que este elemento constituye un foco de atención para comprender mejor el proceso causal en el caso de Aguascalientes.

En esta entidad se detectó una alta ocurrencia de PRC en edades tempranas y al mismo tiempo es una entidad reconocida como zona de elevada presencia de fluoruro por las alteraciones reportadas en la población local.

Algunas manifestaciones propias del consumo de agua con altas concentraciones de este elemento incluyen la condición de fluorosis dental, tal como lo reportan Hernández-Montoya et al (2003), por lo que se considera que la validación de este aspecto constituye un área prioritaria por desarrollar en este caso.

El análisis muestra también que no es posible descartar la teoría más reciente sobre la denominada enfermedad renal mesoamericana que vincula la ocurrencia de PRC a condiciones ambientales, incluidas las prácticas de hidratación asociadas a entornos laborales particularmente demandantes con temperaturas extremas.

De hecho, con relación a las diferencias de

género encontradas, el análisis exploratorio de datos indica mayores tasas de morbilidad para el sexo masculino en 60% de las entidades del país, lo que se corrobora con la aplicación de métodos inferenciales. Asimismo, las estimaciones sobre la estructura de edad permiten identificar un comportamiento diferenciado respecto de las otras causas de morbilidad, específicamente en Aguascalientes los padecimientos renales son particu-

larmente elevados en el rango de edad entre 20 y 30 años, un posible indicativo de rol de género en el mercado laboral, donde los hombres en edad productiva parecen tener una mayor vulnerabilidad. Sin embargo, esta conjetura asociada con la hipótesis sobre el fenómeno de enfermedad renal mesoamericana, requiere de un análisis formal que se propone como línea futura en la agenda de investigación en este tema.

#### AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se llevó a cabo en el marco de la estancia académica 2017 realizada en el Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE) región centro, y fue posible gracias al apoyo del Dr. José Jaime Sainz Santamaría y el Dr. Alfonso Miranda, catedráticos de dicha institución. Asimismo,

se agradece el valioso apoyo recibido para la realización de este trabajo por parte del Dr. Rafael Reyes Acevedo, Jefe del Servicio de Trasplante Renal del hospital Centenario Miguel Hidalgo de la ciudad de Aguascalientes por su orientación sobre las condiciones locales de este padecimiento.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CENSO GENERAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA (2010). Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2010. Disponible en <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/> (consulta 20 de mayo 2017).
- CONAGUA (COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA) (2016). *Red Nacional de Monitoreo de la Calidad de las Aguas Nacional*. Disponible en <http://catalogo.datos.gob.mx/dataset/red-nacional-de-monitoreo-de-la-calidad-de-las-aguas-nacionales> (consulta 21 de agosto 2017).
- CONAPO (CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN) (2016). *Proyecciones de población*. Disponible en [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones\\_Datos](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos) (consulta 15 de mayo 2017).
- DÍAZ FUENZALIDA, M.; MIRANDA, M. Y COBS, V. (2015). Desigualdades en el daño en salud. Evidencia en menores de 5 años residentes en municipios del centro sur de Chile. *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía*, (18), julio-diciembre, pp. 101-113.
- ENCUESTA NACIONAL DE SALUD Y NUTRICIÓN (2012). Disponible en [http://ensanut.insp.mx/ensanut2016/descarga\\_bases.php#.WaoKkMjyiCg](http://ensanut.insp.mx/ensanut2016/descarga_bases.php#.WaoKkMjyiCg) (consulta 2 de marzo 2017).
- GÓNGORA-ORTEGA, J.; SERNA-VELA, F.; GUTIÉRREZ-MENDOZA, I.; PÉREZ-GUZMÁN, C.; HERNÁNDEZ-GARDUÑO, E. Y RON-TORRES, O. (2008). Prevalencia de enfermedad renal crónica en niños de Aguascalientes, México. *Salud Pública de México*, 50 (6), 436-437.
- HERNÁNDEZ MONTOYA, V.; BUENO LÓPEZ, J.I.; SÁNCHEZ RUELAS, A.M.; GARCÍA SERVÍN, J.; TREJO VÁZQUEZ, R.; BONILLA PETRICIOLET, A. Y MÁRQUEZ ALGARA, C. (2003). Fluorosis y caries dental en niños de 9-11 años del estado de Aguascalientes, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 19 (4), 197-204.
- LORÍA, E. Y SALAS, E. (2014). Sobrepeso e integración económica en México. *Economía Informa*, 389, 3-18. DOI [https://doi.org/10.1016/S0185-0849\(14\)72171-1](https://doi.org/10.1016/S0185-0849(14)72171-1).
- LOZIER, M.; TURCIOS RUIZ, R.; NOONAN, G. Y ORDUNEZ, P. (2016). Chronic kidney disease of nontraditional etiology in Central America: a provisional epidemiologic case definition for surveillance and epidemiologic studies. *Rev Panam Salud Publica*, 40 (5), 294-300.
- MANZANARES RIVERA, J.L. (2017). Type 2 diabetes mortality at Mexican borders. *Población y Sa-*

- lud en Mesoamérica*, (14), 2. DOI <http://dx.doi.org/10.15517/psm.v14i2.27028>.
- OECD (ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO) (2016). *Reviews of health Systems: Mexico*. OECD, Publishing, Paris. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1787/9789264230491> (consulta 28 de mayo 2017).
- OMS (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD) (2016). *Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks*. / Annette Prüss-Üstün ... [et al] Disponible en [http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/preventing-disease/en/](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventing-disease/en/) (consulta 20 de junio 2017).
- ORTEGA ROMERO, M.S.; SÁNCHEZ, A.M.; MEDEIROS DOMINGO, M. Y BARBIER, O. (2016). Evaluation of risk factors for renal disease in a pediatric Mexican meztizo population from Apizaco in Tlaxcala Mexico. *Toxicology Letters*, (259), S242. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.toxiclet.2016.07.581>.
- PILZ, J. Y SPÖCK, G. (2007). Why Do We Need and How Should We Implement Bayesian Kriging Methods. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 22 (5), 621-632.
- SINAIS (SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN EN SALUD) (2015). *Egresos Hospitalarios, Bases de Datos en Formato Estándar*. Disponible en [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/s\\_index.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/s_index.html) (consulta 15 de junio 2017).
- TISNÉS, A. (2014). Análisis espacial de la mortalidad por cáncer en Tandil 2003-2005 utilizando métodos Bayesianos. *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía*, (15), enero-junio, pp 45-76.
- WEBSTER, A.C.; NAGLER, E.V.; MORTON, R.L. Y MASSON, P. (2017). Chronic Kidney Disease. *The Lancet*, 389 (10075), 1238-1252. DOI [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32064-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32064-5).
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION) (2017). *Ten Years in Public Health 2007-2017*. In WHO (Ed.), (pp. 142). Geneva: WHO.

---

**José Luis Manzanares Rivera** es Profesor Investigador Adscrito al Departamento de Estudios Urbanos y Medio Ambiente en El Colegio de la Frontera Norte. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Sus intereses de investigación incluyen la aplicación de Sistemas de Información Geográfica para el estudio de la relación calidad de recursos hídricos y salud. Sus áreas de especialización en docencia son: interpretación de imágenes de percepción remota para el estudio de los recursos hídricos, métodos cuantitativos, estadística aplicada mediante R.

---