



**UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS PUEBLA**

**ESCUELA DE CIENCIAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**Licenciatura en enfermería**

**“Revisión integradora: factores sociodemográficos y exposición a metales pesados asociados a la Enfermedad Renal Crónica de causas no tradicionales en América Latina”.**

Tesis del Programa de Honores

Que presenta la alumna Jocelyn Zárate Pérez

Para obtener el grado de Licenciada en Enfermería

**Otoño, 2022**



**UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS PUEBLA**

**ESCUELA DE CIENCIAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**Licenciatura en enfermería**

**“Revisión integradora: factores sociodemográficos y exposición a metales pesados asociados a la Enfermedad Renal Crónica de causas no tradicionales en América Latina”.**

Tesis del Programa de Honores

Que presenta la alumna Jocelyn Zárate Pérez

Para obtener el grado de Licenciada en Enfermería

**Directora (s):**

Dra. Corina Mariela Alba Alba

Dra. Natalia Ramírez Girón

**Otoño, 2022**



**UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS PUEBLA**

**ESCUELA DE CIENCIAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**Licenciatura en enfermería**

**“Revisión integradora: factores sociodemográficos y exposición a metales pesados asociados a la Enfermedad Renal Crónica de causas no tradicionales en América Latina”.**

Tesis del Programa de Honores

Que presenta la alumna Jocelyn Zárate Pérez

Para obtener el grado de Licenciada en Enfermería

**Directora(s):**

Dra. Natalia Ramírez Girón. Departamento de Ciencias de la Salud  
Profesora de tiempo completo, Edificio SL-Oficina 305 Ñ  
Tel.: (222) 229 20 00 ext. 3246 [natalia.ramirez@udlap.mx](mailto:natalia.ramirez@udlap.mx)

Dra. Corina Mariela Alba Alba. Doctora en Ciencias de Enfermería. Investigadora independiente: [cori\\_alba@hotmail.com](mailto:cori_alba@hotmail.com)

**Asesor:**

Dr. Mario Jiménez Hernández. Departamento de Ciencias de la Salud  
Profesor de tiempo completo, Edificio SL-Oficina 305 U  
Tel.: (222) 229 20 00 ext. 2373 [mario.jimenez@udlap.mx](mailto:mario.jimenez@udlap.mx)

**Otoño, 2022**

**UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS PUEBLA**

**Escuela de Ciencias**

**Departamento de Ciencias de la Salud**

**UDLAP®**

**“Revisión integradora: factores sociodemográficos y exposición a metales pesados asociados a la Enfermedad Renal Crónica de causas no tradicionales en América Latina”.**

Tesis que, para completar los requisitos del Programa de Honores presenta la  
alumna

**Jocelyn Zárate Pérez**

**161005**

**Licenciatura en Enfermería**

**Dra. Corina Mariela Alba Alba**

**Dra. Natalia Ramirez Giron**

San Andrés Cholula, Puebla.

**Otoño, 2022**

## **Hoja de firmas**

Tesis que, para completar los requisitos del Programa de Honores presenta la  
estudiante **Jocelyn Zárate Pérez 161005**

### **Director de Tesis**

---

**Dra. Corina Mariela Alba Alba y Dra. Natalia Ramírez Girón**

### **Presidente de Tesis**

---

**M.E. Madai Muñoz Covarrubias**

### **Secretario de Tesis**

---

**M.E. María de las Mercedes Nuri Reyes Vazquez**

## **Dedicatoria**

### **A mis padres:**

Por creer en mí, por su amor y por apoyar mis metas. Este es un esfuerzo compartido, agradezco todo el empeño que han puesto a lo largo de este camino. Los amo.

### **A mi hermana:**

Por enseñarme sobre valentía e impulsarme a dar la mejor versión de mí.

### **A mi directora de tesis:**

Doctora, gracias por todo el tiempo, compromiso y apoyo que ha puesto en este trabajo. Además, usted ha sido una pieza fundamental en mi desarrollo profesional.

## Resumen

Jocelyn Zárate Pérez, candidata para obtener el título de Licenciada en Enfermería por la Universidad de las Américas Puebla, a través de la escuela de ciencias. Con la tesis que lleva por título: “Revisión integradora: factores sociodemográficos y exposición a metales pesados asociados a la Enfermedad Renal Crónica de causas no tradicionales en América Latina”, la cual cuenta con 62 páginas, enfocada en el área de estudio de la Enfermedad Renal de causas no tradicionales.

El **propósito** de esta investigación es conocer la relación entre los factores sociodemográficos, así como la exposición a metales pesados en el padecimiento de la ERCnt en América Latina según la literatura publicada. El **método** utilizado fue a través de los lineamientos PRISMA, para los criterios de elegibilidad se empleó la metodología SPIDER, como fuentes de información se emplearon bases de datos: Scopus, Web of Science, Medigraphic, PubMed Central y Science Direct. Las palabras clave para la búsqueda avanzada, de acuerdo con el MeSh y DeSC fueron Nephritis (Nefritis), Heavy metals (metales pesados) y Risk factor (factor de riesgo).

Los **resultados** combinados de la búsqueda fueron 1,231. De los cuales, al aplicar los criterios de inclusión y exclusión; artículos duplicados; artículos eliminados y artículos seleccionados para lectura completa se obtuvieron 20 artículos incluidos en esta revisión. Donde, se incluyeron revisiones sistemáticas, estudios observacionales y estudios con animales. A través de la elaboración de la presente tesis se concluye que la ERCnt es una patología multifactorial y que los factores sociodemográficos son una variante relevante para la prevención de la aparición de esta patología. Sin embargo, es un factor poco considerado en los artículos que se incluyen en el documento. De ahí la importancia de resaltar el papel que tienen estos factores debido a que, en su mayoría, son modificables y prevenibles. Por lo que, los profesionales de enfermería tienen un

papel importante en el fomento de medidas preventivas y educación para la salud en la población de riesgo, de los cuales se destacan sexo masculino, edad adulta, nivel socioeconómico bajo o pobreza, vivir a baja altitud del mar, ocupación agrícola, acceso limitado a servicios de salud y analfabetismo o nivel educativo bajo.

**ABREVIATURAS.**

ANGII:	Angiotensina II.
DM:	Diabetes Mellitus
ERA:	Enfermedad Renal Aguda.
ERC:	Enfermedad Renal Crónica.
ERCnt:	Enfermedad Renal Crónica de causas no tradicionales.
FSD:	Factores Sociodemográficos.
HAS:	Hipertensión Arterial Sistémica.
HD:	Hemodiálisis.
IRA:	Insuficiencia Renal Aguda.
IRC:	Insuficiencia Renal Crónica.
LEC:	Líquido extracelular.
LRA:	Lesión Renal Aguda.
MeN:	Nefropatía Mesoamericana.
TC:	Túbulo colector.
TFG:	Tasa de Filtración Glomerular.
TRS:	Terapia Renal Sustitutiva.

**Tabla de contenido**

Hoja de firmas	5
Antecedentes (Marco Referencial)	13
Anatomía Renal	16
Anatomía: Vascularización Renal	17
Anatomía Microscópica Del Riñón	18
Fisiología Renal	20
Fisiología: Nefrona	21
Fisiopatología	24
Fisiopatología: Insuficiencia Renal Aguda	24
Fisiopatología: Insuficiencia Renal Crónica	25
Signos y Síntomas	26
Clasificación	26
Diagnóstico	27
Diagnóstico Enfermedad Renal Aguda	27
Diagnóstico Enfermedad Renal Crónica	31
Tratamiento	31
Tratamiento Enfermedad Renal Aguda	32
Tratamiento Enfermedad Renal Crónica	33
Planteamiento del Problema	36

	11
Justificación	39
Pregunta de Investigación	40
Objetivo General	40
Objetivos Específicos	40
Plan de Investigación	40
Materiales y métodos	41
Procesamiento de Datos	44
Recursos Humanos y Materiales	45
Resultados	46
Discusión	49
Metales pesados y ERCnt	49
Factores sociodemográficos y ERCnt	52
Conclusión	54
Cronograma de actividades	55
Referencias	57
Anexos	65

**ÍNDICE DE TABLAS**

TABLA 1	26
TABLA 2	29
TABLA 3	30
TABLA 4	30
TABLA 5	31
TABLA 6	32
TABLA 7	34
TABLA 8	35
TABLA 9	36
TABLA 10	42
TABLA 11	47
TABLA 12	48
TABLA 13	49

### **Antecedentes (Marco Referencial)**

Se reconoce que la enfermedad renal crónica afecta a cerca del 10% de la población mundial. Esta se puede prevenir, pero no tiene cura, suele ser progresiva, silenciosa y no presentar síntomas hasta etapas avanzadas (Organización Mundial de la Salud et al., 2015). De acuerdo con los datos publicados por la Secretaría de Salud (2018) podemos inferir que, debido a la alta prevalencia de esta enfermedad, alta demanda en los servicios de salud y su detección tardía es considerado como un problema de salud pública a nivel mundial.

Dentro de la clasificación de la ERC, se encuentra la ERCnt. Esta definición, surge a partir de la epidemia en comunidades agrícolas de Centroamérica y es determinado como un problema grave de salud pública. Asimismo, se considera que el desarrollo de esta enfermedad no guarda relación con las causas más frecuentes de la ERC, como lo son la DM y la HAS (Organización Panamericana de la Salud, 2017).

El primer registro que se tuvo de la ERCnt fue en el Salvador. Lugar donde incrementó un 50% las hospitalizaciones por enfermedad renal crónica, convirtiéndose en la primera causa de muerte hospitalaria. Además, para el grupo de menores de 19 años, se acumularon casi 1500 casos de hospitalizaciones (Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud, 2013).

En México no se cuentan con datos específicos sobre la cantidad de personas que padecen la ERCnt. No obstante, el panorama epidemiológico de la ERC en nuestro país permite identificar una prevalencia de 6,283.73 casos a nivel nacional (Secretaría de Salud, 2018). Sin embargo, al sur de México se ha observado una elevada prevalencia de la ERCnt, similar a las comunidades en

Centroamérica (García-Trabanino et al., 2017). Pero no existen investigaciones o estudios epidemiológicos que permitan identificar claramente la prevalencia de casos de ERCnt en México.

Con base al artículo de García-Trabanino et al. (2017) podemos definir a los factores sociodemográficos como aquellos elementos intrínsecos y extrínsecos que intervienen en la salud renal del individuo, tales como edad, sexo, lugar de residencia, nivel socioeconómico, ocupación y determinantes sociales de salud. Además, reconocen que la MeN tiene un componente ocupacional y ambiental importante, y que el esfuerzo físico intenso bajo estrés térmico, probablemente esté relacionado con la enfermedad. Así mismo, sugieren que este padecimiento es de carácter multifactorial.

La Organización Panamericana de la Salud (2017) menciona que es necesario reconocer la presencia de un modelo multideterminante para la ERCnt, el cual está condicionado en gran medida por exposición a sustancias tóxicas y el trabajo agrícola. No obstante, también se reconoce en combinación con las condiciones extenuantes de trabajo, consumo de agua contaminada, deshidratación y un contexto de vulnerabilidad social pueden formar parte de este modelo.

Como se ha mencionado, la exposición a metales pesados se relaciona con el padecimiento de la ERCnt, dicha exposición es definida como aquellas actividades o hábitos que realiza un individuo al tener contacto estrecho a metales pesados como cadmio, plomo, arsénico, entre otros, así como, productos agroquímicos. La OPS (2017) refiere que la exposición a sustancias tóxicas puede originarse por la contaminación de ecosistemas (suelo, agua, aire y alimentos) y directamente por exposición laboral, dicha exposición se ha propuesto como un posible factor causal de la ERC en otras regiones geográficas fuera de Centroamérica.

Un estudio estadounidense reciente realizado en 32 000 mujeres cónyuges de aplicadores de plaguicidas, las cuales nunca habían manipulado plaguicidas, evidenció que el riesgo de padecer insuficiencia renal extrema se encontraba correlacionado significativamente con la exposición acumulada del cónyuge a los plaguicidas, donde se sugiere que podría estar implicada la exposición a residuos de líquidos de fumigación sobre la ropa y piel llevados por los hombres a sus hogares (Lebov, 2014 citado por Organización Panamericana de la Salud, 2017).

Con respecto a los registros de ERCnt, Bustamante-Montes et al. (2018) demostraron que la ERCnt en pacientes de 15 a 40 años de edad, sin antecedentes de DM ni HAS, residentes en el poniente del Estado de México, está asociado a factores como consumo de tabaco, exposición laboral (construcción, herrería y en general trabajo pesado), así como exposición a metal nefrotóxico arsénico.

Chapman et al., (2019) realizaron una revisión sistemática, la cual tuvo como objetivo evaluar las posibles asociaciones de la enfermedad renal crónica de etiología incierta o no tradicional (ERCnt) con los agroquímicos, estrés por calor, metales pesados y otros factores señalados en la bibliografía de cualquier región del mundo y en cualquier período. Los resultados de esta revisión sugieren que la exposición a agroquímicos es significativa. Sin embargo, existe una heterogeneidad sustancial en las magnitudes del efecto. Además, reconocen que otros factores de riesgo como la exposición a metales pesados, agua dura y el estrés por calor no son consistentes.

Con base a lo que se conoce actualmente, es importante tener conocimiento sobre los factores que intervienen en el padecimiento de la ERCnt con la finalidad de determinar la relación entre los factores sociodemográficos y la exposición a metales pesados en el padecimiento de la ERCnt en población de América Latina. De ese modo el reconocimiento de los signos y síntomas en etapas tempranas, y los factores de riesgo de la enfermedad permitirán la elaboración de

intervenciones en enfermería para aquellos individuos con riesgo de padecer la ERCnt en América Latina.

### **Anatomía Renal**

Los riñones son dos vísceras localizadas en la parte posterior del peritoneo. En adultos llegan a medir 11 centímetros de alto por 6 centímetros de ancho, el peso aproximado es de 150 – 160 gramos (Arévalo, 2014). Los riñones, están compuestos por diferentes partes las cuales le permiten tener la forma de alubia característica de esta estructura anatómica.

Inicialmente, se identifica el *hilio renal*, por encontrarse en el centro del borde cóncavo y presentar una profunda depresión. Se encuentre limitado por dos labios: anterior y posterior, su continuación llega hasta el *seno renal*, el cual se extiende hacia el interior. Es aquí donde los grandes vasos, nervios renales y el extremo superior del uréter forman la *pelvis renal*, esta se divide en ramas denominadas: *cálices mayores* y *cálices menores* (Arévalo, 2014).

Asimismo, el tejido que envuelve a los riñones se denomina *fascia renal*, la cual está compuesta de grasa y tejido fibroso perirrenal otorgando puntos de anclaje con las estructuras cercanas. Para su estudio, los riñones se dividen en dos grandes zonas: *la corteza* o parte externa y *la médula* o parte interna. *La corteza* se caracteriza por tener una coloración roja – parduzca, esta forma un arco de tejido situado inmediatamente bajo la cápsula de Bowman. De la corteza surgen proyecciones situadas en las unidades individuales de la médula y reciben el nombre de *columnas de Bertín* (Arévalo, 2014).

Mientras que, *la médula* es ligeramente más pálida y está formada por unidades que tienen forma cónica y son conocidas como *pirámides medulares*, el vértice de cada pirámide se dirige hacia el sistema calicial y constituye una papila. Se cree que el riñón tiene entre 12 y 18 pirámides

medulares. Posteriormente, otra zona identificada es el *lóbulo renal* y se caracteriza por ser la unidad morfofuncional constituida por una pirámide medular con su corteza renal asociado (Arévalo, 2014).

### **Anatomía: Vascularización Renal**

La vascularización renal cumple con funciones vitales en el funcionamiento adecuado de los riñones. Dicha estructura se encuentra compuesta de las *arterias renales*, las cuales son ramificaciones de la aorta abdominal, estas llevan el flujo sanguíneo a ambos riñones. Por otra parte, las *venas renales* llevan sangre de los riñones a la vena cava inferior. Se reconoce que el flujo sanguíneo renal es de aproximadamente 1200 ml/minuto, por lo tanto, los riñones poseen una gran vascularización (Arévalo, 2014).

La arteria renal se localiza en el hilio e inmediatamente se ramifica en dos grandes ramas: anterior y posterior. Las *arterias segmentarias* anteriores y posteriores son aquellas que no penetran el tejido renal, mientras que las *arterias interlobulares* se introducen en el parénquima renal. Estas arterias se extienden por las columnas de Bertín hasta la base de las pirámides, es en esta zona, donde aparecen las *arterias arciformes* las cuales se incurvan para colocarse justo en la base de las pirámides medulares y la corteza renal (Arévalo, 2014).

A partir de ahí aparecen ramificaciones localizadas en la base de las pirámides medulares, las cuales se denominan *arterias interlobulillares* y se encuentran colocadas de forma perpendicular ascendentes por la corteza. De estas arterias surgen las *arteriolas aferentes* y se encargan de irrigar al glomérulo renal. Las arteriolas aferentes al entrar en el corpúsculo renal se dividen entre cinco a ocho ramas cortas, donde cada una origina un segmento capilar independiente. El conjunto de la red capilar constituye el *ovillo* o *penacho glomerular* y es aquí donde se lleva a cabo la ultrafiltración de plasma sanguíneo (Arévalo, 2014).

Los capilares glomerulares drenan hacia la *arteriola eferente*, aquí es donde la sangre abandona el glomérulo. Las arteriolas eferentes que proceden de los corpúsculos yuxtamedulares emergen entre 15 y 25 capilares que descienden hacia la médula, en este trayecto se encuentran los *vasos rectos descendentes*. Estos vasos rodean el asa de Henle y los túbulos colectores, los cuales desembocan hasta el sistema venoso (Arévalo, 2014).

Las terminaciones capilares se juntan en los *vasos rectos ascendentes*, hasta desemboca en el sistema venoso. Existen plexos capilares a nivel subescapular que drenan hacia un plexo de venas estrelladas y estas desembocan en las *venas interlobulillares*, estas descienden perpendicularmente hasta la superficie real. Posteriormente se encuentran las *venas arciformes*, aquí desembocan muchos de los vasos medulares. El flujo sanguíneo continua en las *venas interlobulares*, las cuales se encuentran entre las piramides medulares, y luego, siguen su trayecto hacia las venas tributarias mayores del hilio renal para formar finalmente la vena renal (Arévalo, 2014).

### ***Anatomía Microscópica Del Riñón***

La anatomía microscópica de esta estructura está conformada principalmente por *la nefrona*, estructura considerada la unidad morfofuncional del riñón. Existen cerca de 1,5 millones de nefronas repartidas por toda la corteza renal. En la nefrona se pueden distinguir dos componentes principales: *glomérulo renal* y el *sistema tubular* (Arévalo, 2014).

Las nefronas aparecen en la corteza renal, siguiendo un patrón establecido que se repite periódicamente y se denomina *lobulillo renal*. El lobulillo renal, está formado por dos arterias interlobulillares, y está centrado por un *rayo medular* que, a modo de eje, aparece surcado por un *conducto colector principal*. Este conducto desciende verticalmente hacia las pirámides medulares y reciben orina concentrada en las nefronas (Arévalo, 2014).

La *cápsula de Bowman* se encuentra en la porción proximal del sistema tubular de la nefrona, cuenta con una estructura a modo de copa con doble pared. La capsula está compuesta por un epitelio externo o parietal, y es aquí donde se encuentra el *ovillo capilar glomerular* o *glomérulo renal*. El glomérulo renal tiene forma esférica y está compuesto únicamente por el ovillo de capilares y sus elementos asociados. La estructura conjunta entre el glomérulo renal y la cápsula de Bowman recibe el nombre de *corpúsculo renal*. Asimismo, se debe tener en cuenta que el lugar por donde entran y salen los vasos que se encuentran dentro del corpúsculo renal se denomina *polo vascular* (Arévalo, 2014).

El *sistema tubular* forma parte de la nefrona y se distinguen cuatro subdivisiones importantes: el túbulo contorneado proximal, el Asa de Henle, túbulo contorneado distal y los túbulos colectores. Se reconoce que el glomerulo renal continúa con la primera porción del sistema tubular: *el tubulo proximal*, este constituye el segmento más largo de la nefrona, y en conjunto, ocupa la mayor parte de la corteza renal. En sus porciones iniciales se contornea cerca del corpúsculo renal, posteriormente, forma una serie de curvas que se dirigen hacia la superficie del riñón y se localiza ccerca de un rayo medular. Desde ahí se dirige directamente hacia la médula formando la porción recta y el inicio del Asa de Henle (Arévalo, 2014).

El *Asa de Henle* es la continuación del túbulo proximal, es considerada una porción más delgada, debido a que se forma un estrechamiento brusco de la porción descendente recta del túbulo proximal en la parte externa de la médula origina la formación de un Asa. La longitud y la forma de esta porción son diferentes en función del corpúsculo renal de la nefrona a la que pertenezca (Arévalo, 2014).

El sistema tubular continua con el *túbulo distal*, su porción inicial se engruesa y forma la última porción del Asa. Este es más corto y fino que el túbulo proximal, pero el diámetro de la luz

es ligeramente mayor. En un principio es de localización medular para dirigirse directamente hasta la corteza, justamente en la entrada del polo vascular del corpúsculo renal de la nefrona a la que pertenece. En este lugar algunas células de su pared sufren una transformación para originar la *mácula densa*, que va a formar parte de un dispositivo específico denominado *aparato yuxtglomerular* (Arévalo, 2014).

Posteriormente el túbulo distal presenta una serie de tortuosidades para formar la porción contorneada, que se sitúa generalmente por encima del corpúsculo, y que será la que desemboque en el tubo colector. Los túbulos colectores son la transición de los túbulos distales a los colectores, este cambio no se realiza de forma brusca, sino que existe un segmento de conexión en el que se encuentra una combinación de células de ambos túbulos (Arévalo, 2014).

La porción inicial de los túbulos colectores se extiende a lo largo de los rayos medulares, donde unos túbulos se encuentran con otros, similares, para descender hasta la médula interna y unirse cerca de la pelvis en los llamados *conductos papilares de Bellini*, los cuales llegan hasta la papila, donde se abren en la denominada área cribosa (Arévalo, 2014).

Finalmente, el *aparato yuxtamedular* se encuentra en el hilio del corpúsculo renal, es un dispositivo estructural que está constituido por tres partes distintas: en primer lugar, determinadas células de la arteriola aferente que han sufrido una transformación para convertirse en *células mioepitelioides* con gránulos en su interior; en segundo lugar, se encuentra la *mácula densa* la cual está formada por la porción del túbulo distal que dispone a la entrada del corpúsculo renal, y finalmente, un grupo de *células de lacis* o *células de Goormaghtigh* (Arévalo, 2014).

## **Fisiología Renal**

De acuerdo con Silverthorn (2014) la función renal puede dividirse en seis áreas generales:

- A. Regulación del volumen del líquido extracelular y de la presión arterial. Los riñones trabajan de forma integrada con el aparato cardiovascular para asegurar que la presión arterial y la perfusión de los tejidos se mantengan dentro de un rango aceptable.
- B. Regulación de la osmolaridad. El cuerpo integra la función de los riñones con ciertos comportamientos, como la sed, para mantener la osmolaridad de la sangre.
- C. Mantenimiento del equilibrio iónico. Los riñones mantienen las concentraciones de los iones dentro de un rango normal y equilibran la ingesta dietaria con la pérdida urinaria. Donde se reconoce que el sodio (Na) es el principal ion que participa en la regulación del volumen del LEC y la osmolaridad.
- D. Regulación homeostática del pH. Si el LEC se vuelve ácido o alcalino los riñones actúan en la homeostasis del pH. Sin embargo, no corrigen las alteraciones del pH tan rápido como los pulmones.
- E. Eliminación de desechos. Eliminan productos metabólicos de desecho y sustancias extrañas, como medicamentos y toxinas del medio ambiente. Los desechos metabólicos incluyen la creatinina del metabolismo muscular, urea y ácido úrico.
- F. Producción de hormonas. Tienen una función importante en tres vías hormonales. Las células renales sintetizan eritropoyetina, citocina y también liberan renina.

### ***Fisiología: Nefrona***

La nefrona es la unidad funcional básica renal. Cuenta con dos partes fundamentales: el corpúsculo y el túbulo renal, estos en conjunto llevan a cabo tres procesos básicos:

- A. Filtración: desplazamiento de agua y solutos sin proteínas desde el plasma al glomérulo, atravesando la membrana capsular glomerular y hasta alcanzar el espacio capsular de la cápsula de Bowman.

- B. Reabsorción tubular: salida de moléculas de los distintos segmentos del túbulo para su excreción.
- C. Secreción tubular: salida de moléculas de la sangre peritubular hacia el túbulo para su excreción (Patton & Thibodeau, 2013).

*La filtración*, es el primer paso en el procesamiento de la sangre. Cuando la sangre fluye a través de los capilares glomerulares, el agua y solutos pequeños se filtran pasando de la sangre a las cápsulas de Bowman. Los únicos elementos de la sangre que no salen son los sólidos (células) y la mayor parte de las proteínas plasmáticas. Este proceso ocurre a través de la membrana capsular glomerular (Patton & Thibodeau, 2013).

El mecanismo de filtración está condicionado por la existencia de un gradiente de presión entre la sangre de los glomérulos y el filtrado de la cápsula de Bowman, denominada presión hidrostática de la sangre. La presión hidrostática glomerular está regulada por la presión arterial sistémica y la resistencia al flujo de la sangre por los capilares glomerulares (Patton & Thibodeau, 2013).

La *reabsorción*, es el segundo paso en la formación de orina, tiene lugar por mecanismos de transporte activos y pasivos en todas las regiones de los túbulos renales. Una parte importante del agua, electrólitos y todos los nutrientes se reabsorben en los túbulos contorneados proximales. Esta reabsorción de agua es obligatoria debido al principio de la ósmosis. Los túbulos contorneados proximales reabsorben nutrientes del líquido tubular, principalmente glucosa y aminoácidos, que pasan a la sangre peritubular mediante un mecanismo especial de transporte activo llamado cotransporte del sodio (Patton & Thibodeau, 2013).

Por otra parte, la reabsorción en el Asa de Henle y los vasos rectos participan en un proceso único, llamado mecanismo contracorriente. El Asa de Henle reabsorbe agua del líquido tubular y capta la urea de líquido intersticial en la rama descendente. Reabsorbe el sodio y el cloruro del líquido tubular en la rama ascendente (Patton & Thibodeau, 2013).

Al reabsorber la sal en la rama ascendente, se consigue diluir el líquido tubular para convertirse en hipotónico. Asimismo, la reabsorción de sal en la rama ascendente también genera y mantiene una presión osmótica elevada o una alta concentración de solutos en el líquido intersticial (Patton & Thibodeau, 2013).

Del mismo modo, la reabsorción en los túbulos distales y túbulos colectores se enfoca principalmente a reducir la concentración de solutos del líquido tubular. Además, las células que forman la pared del TC también impiden que el agua salda del filtrado por ósmosis, pues esta debe ser equilibrada mediante la hormona antidiurética, la cual es excretada por la neurohipófisis (Patton & Thibodeau, 2013).

La reabsorción de urea se produce en el TC, donde el agua se reabsorbe con ayuda de la hormona antidiurética. Conforme se reabsorbe agua del líquido que desciende por el TC, la concentración de urea de este aumenta, la urea sale por difusión en la parte inferior del TC. De ese modo, gran parte de la urea del líquido intersticial medular se difunde hacia la rama descendente del Asa de Henle (Patton & Thibodeau, 2013).

La secreción tubular corresponde al desplazamiento de sustancias que salen de la sangre hacia el líquido tubular. Es así como, los túbulos distales y los túbulos colectores secretan potasio, hidrogeniones y iones amonio. Las células tubulares también secretan distintos iones y compuestos orgánicos (Patton & Thibodeau, 2013).

## **Fisiopatología**

La insuficiencia renal tiene diferentes estadios, cada uno de ellos cuenta con procesos fisiopatológicos específicos y diferente de acuerdo con el grado de daño renal. La insuficiencia renal aguda y crónica son etapas progresivas que dañan directamente la función renal.

### ***Fisiopatología: Insuficiencia Renal Aguda***

La IRA presenta tres categorías: IRA pre-renal, IRA renal o intrínseca e IRA postrenal u obstructiva. Inicialmente, la *IRA pre-renal*, también conocida como azoemia prerrenal, se caracteriza por la presencia de sustancias nitrogenadas en sangre y no se presenta un daño directo al riñón. Esto es producido cuando existe hipoperfusión renal, como consecuencia de esto as sustancias nitrogenadas de desecho (urea y creatinina) se mantienen dentro del organismo ocasionando un desequilibrio y disminución de la TFG (López & Meseguer, 2014).

Por otra parte, en la *IRA renal o intrínseca* el estado de hipoperfusión renal es prolongado y severo. Como consecuencia se ocasiona daño hipóxico y oxidativo en las células tubulares renales, con pérdida de la polaridad, necrosis y apoptosis celular. Las porciones más susceptibles a este daño son las células de la parte recta del túbulo proximal y las del túbulo colector. Si se logra recuperar la adecuada perfusión renal, el fallo puede requerir días o semanas para recuperarse, a esta lesión se le conoce como necrosis tubular aguda. La IRA intrínseca se puede originar por otras causas, no exclusivamente hipoperfusión renal, también se puede relacionar con otras causas, tales como inmunológicas sistémicas o locales, inmunoalérgica o por problemas vasculares (Gaínza, 2017).

Por último, la IRA postrenal u obstructiva se relaciona con aquellas enfermedades asociadas a la obstrucción de las vías urinarias. La obstrucción puede ser de vías bajas, cuando es a la altura de la uretra o la vejiga, mientras que, cuando se trata de vías altas la obstrucción se

localiza en los uréteres o la pelvis renal (López-Marin, y otros, 2014). Lo anterior origina una caída de la TFG, debido a que aumenta la presión intraluminal, el resultado en este aumento de presión produce distensión del uréter proximal, la pelvis renal y los cálices.

### ***Fisiopatología: Insuficiencia Renal Crónica***

La IRC es una etapa avanzada de la insuficiencia renal, tiende a progresar a la uremia terminal en un tiempo más o menos prolongado, aunque no persista la causa de la nefropatía inicial. Existe dos mecanismos básicos responsables de esta tendencia. En primer lugar, las lesiones estructurales residuales producidas por la enfermedad causal. Y, en segundo lugar, los datos de modelos experimentan y clínico-epidemiológicos, abogan por una fisiopatología común: teoría de hiperfiltración, independientemente de la causa primaria (Andrés, 2004).

Las lesiones estructurales se refieren a la reducción de la masa nefrónica, como consecuencia de los cambios adaptativos en las nefronas restantes durante etapas previas. Se considera que los cambios principales son vasodilatación producida en la arteriola aferente, el aumento en la presión intraglomerular y aumento de la fracción de filtración pueden generar lesiones estructurales significativas que afecten la homeostasis renal (Andrés, 2004).

Del mismo modo, se reconoce que los fenómenos de glomerulosclerosis (tejido cicatricial formado en el glomérulo renal) y fibrosis túbulo intersticial (inflamación de los túbulos renales) son provocados por la Ang II. Asimismo, la Ang II también estimula la síntesis de citoquina proinflamatorias y moléculas de adhesión. Se concluye que el daño renal en esta etapa es multicausal y en la mayoría de los casos existe daño renal severo e irreversible. Todo lo anterior, determina una disminución en los procesos fisiológicos de filtración, excreción, reabsorción y secreción (Ribes, 2004).

## Signos y Síntomas

Los signos y síntomas pueden variar en función del grado de daño renal que se presente. Los signos y síntomas son clasificados en etapa aguda y crónica se encuentran en la Tabla 1

**Tabla 1**

### *Signos y Síntomas Enfermedad Renal*

<b>Fases de la insuficiencia renal</b>	<b>Signos y síntomas</b>
<b>Aguda.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anuria u oliguria.</li> <li>- Edema o signos de sobrehidratación (depende de los signos anteriores).</li> <li>- Falta de apetito.</li> <li>- Sistema digestivo: náuseas o vómitos.</li> <li>- Sistema neurológico: mioclonías, debilidad muscular, somnolencia o coma (depende del grado de uremia)</li> <li>- Sistema nervioso: encefalopatía, polineuropatía periférica y disfunción del sistema autónomo.</li> <li>- Sistema hematológico: anemia, disfunción plaquetaria, hipercoagulabilidad, inmunodeficiencia humoral y celular (infecciones y neoplasias).</li> <li>- Sistema cardiovascular: hipertensión, miocardiopatía, cardiopatía isquémica, pericarditis y accidentes cerebrovasculares.</li> </ul>
<b>Crónica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema respiratorio: derrame pleural, edema y calcificaciones pulmonares.</li> <li>- Sistema digestivo: anorexia, náuseas, vómitos, ascitis, ulcus gastroduodenal, angi displasia de colon y diverticulitis.</li> <li>- Bioquímicas: retención nitrogenada (urea y creatinina), hiperuricemia, hiponatremia, hipernatremia, hiperpotasemia, hipopotasemia, acidosis metabólica, alcalosis metabólica, hipocalcemia, hiperfosfatemia y tasas alteradas de enzimas cardiacas, hepáticas, pancreáticas y tumorales.</li> </ul>

Fuente. Elaboración propia. Basado en Andrés Ribes (2004) y Miyahira (2003).

## Clasificación

La clasificación de la enfermedad renal es crónica y aguda. Esta a su vez, se clasifica en relación con el diagnóstico de cada una. Actualmente, existen clasificaciones para la etapa aguda, tales

como clasificación RIFLE y AKIN, las cuales se basan en la retención azoada y la disminución de los volúmenes urinarios que produce la causa y la injuria (Díaz de León, 2014).

Por otra parte, en la etapa crónica se puede clasificar de acuerdo con las guías KDIGO, en función de la capacidad de filtración glomerular. Se reconoce que el objetivo de estas guías es ofrecer una actualización para el diagnóstico, evaluación, manejo y tratamiento del paciente con ERC (Gorostidi et al., 2014). Del mismo modo, es importante tener en cuenta que la ERCnt forma parte de esta clasificación y es caracterizada por presentarse en la población adulta-joven, donde las causas no se atribuye a enfermedades crónicas como HTAS, DM o síndrome de riñones poliquísticos (**Ilustración 1**).

### **Diagnóstico**

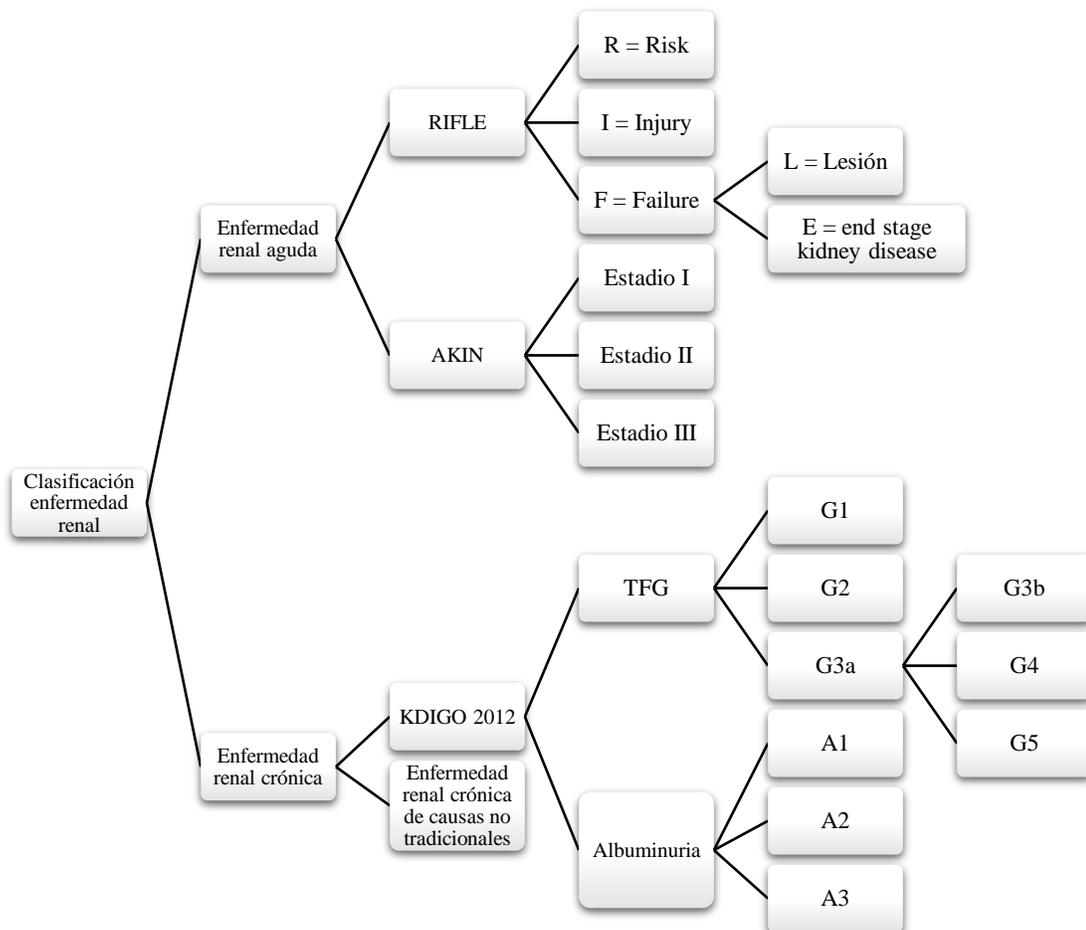
Como se mencionó anteriormente, las clasificaciones de la ERA (RIFLE y AKIN), así como la ERC (KDIGO 2012) son empleadas en el diagnóstico de la enfermedad renal. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la anamnesis, exploración física y datos de laboratorio son fundamentales en el diagnóstico de la enfermedad renal.

#### ***Diagnóstico Enfermedad Renal Aguda***

De acuerdo con Martín-Govantes (2006) el diagnóstico de la enfermedad renal aguda comprende dos apartados: comprobar el deterioro de la función y diferenciar si la alteración es prerrenal, renal, intrínseca o postrenal. Entonces, para comprobar el deterioro de la función, se recomienda utilizar la clasificación RIFLE consultar **Tabla 2** y AKIN.

## Ilustración 1

### Clasificación de la Enfermedad Renal



Fuente: Elaboración propia. Basado en Gorostidi et al., (2014) y Díaz de León-Ponche et al., (2017).

**Criterios RIFLE.** Se establecen los criterios RIFLE, donde los primeros tres estadios corresponden al nivel de severidad y los dos últimos son criterios de pronóstico (Restrepo et al., 2012). Las tres primeras categorías de la clasificación RIFLE “Riesgo (Risk), Lesión (Injury) e Insuficiencia (Failure)” permiten detectar fácilmente la LRA, debido a que son indicadores de gran sensibilidad. Las dos últimas categorías correspondiente a Pérdida (Loss) y a Nefropatía terminal (End-stage renal disease) describen una evolución clínica muy específica. Los criterios Riesgo, Lesión e Insuficiencia son equivalentes a los estadios 1, 2 y 3 (Williams, 2015).

**Tabla 2**

*Criterios Diagnósticos para la ERA*

Clasificación RIFLE		
Estadio	Tasa de filtración glomerular	Gasto urinario
Riesgo	Incremento creatinina sérica x 1.5 Disminución de >25% FR	<0.5ml/Kg/h x 6 h
Injuria	Incremento creatinina sérica x 2 Disminución >50% FR	<0.5ml/Kg/h x 12 h
Falla	Incremento creatinina sérica x3 O creatinina sérica >4mg/dL Disminución de >75 FR	<0.3ml/Kg/h x 24 h Anuria x 12 h
Loss (Pérdida)	Falla renal aguda que persiste por más de 4 semanas	
Estadio terminal	Enfermedad renal en estadio terminal que requiere TRR por más de 3 meses	

Fuente: Recuperado de Restrepo et al. (2012).

**Escala AKIN y cinética.** Una de las tareas de AKIN y la cinética fue hacer más clara la definición de la IRA (

**Tabla 3 y Tabla 4).** En 2017 se publicó la versión modificada de la clasificación RIFLE, conocida como la clasificación AKIN, esta cuenta con cuatro modificaciones:

- A. Las etapas de riesgo, lesión e insuficiencia se reemplazaron por las etapas 1, 2 y 3 respectivamente.

- B. Se añadió un aumento absoluto de creatinina al menos 0.3 mg/dL a la etapa 1, pero nuevamente no se especificó el valor de la depuración de creatinina y el uso de biomarcadores.
- C. Los pacientes que inician terapia de reemplazo renal automáticamente se clasifican como etapa 3, independientemente de la creatinina y el gasto urinario.
- D. Se eliminaron las categorías de pérdida y enfermedad renal en etapa terminal (Díaz de León-Ponce et al., 2017).

**Tabla 3***Criterios Diagnósticos de la ERA: AKIN*

<i>Estadio</i>	<b>Creatinina mg/dL</b>	<b>Diuresis mL/hora</b>	<b>Comentario</b>
<b>I</b>	Cr x 1.5 o Cr $\geq$ 0.3	<0.5 durante 6 horas	Disfunción renal
<b>II</b>	Cr x 2	<0.5 durante 12 horas	Disfunción renal
<b>III</b>	Cr x 3 o bien Cr $\geq$ 4 con aumento $\geq$ 0.5	<0.3 durante 24 horas Anuria por 12 horas	Probable insuficiencia

Fuente: Recuperado de Díaz de León-Ponce et al. (2017).

**Tabla 4***Criterios Diagnósticos de la ERA: Cinética*

<b>Estadio</b>	<b>Creatinina en 24 horas</b>	<b>Creatinina en 48 horas</b>	<b>Comentario</b>
<b>I</b>	0.3 mg/dL	0.5 mg/dL	Disfunción renal
<b>II</b>	0.5mg/dL	1 mg/dL	Disfunción renal
<b>III</b>	1 mg/dL	1.5mg/dL	Disfunción renal A descartar insuficiencia

Fuente: Recuperado de Díaz de León-Ponce et al. (2017).

### **Diagnóstico Enfermedad Renal Crónica**

De acuerdo con Lorenzo (2020), refiere que el diagnóstico de la enfermedad renal crónica se ve influenciado por la historia clínica, exploración física y parámetros bioquímicos, diagnóstico por imagen y biopsia renal. No obstante, se reconoce que las nuevas guías Internacionales del consorcio KDIGO sobre la ERC ofrecen una guía actualizada para el diagnóstico, evaluación, manejo y tratamiento del paciente con ERC (Gorostidi et al., 2014).

**Guías KDIGO.** The Kidney Disease: Improving Global Outcomes KDIGO (2012), en la Guía de Práctica Clínica para la Evaluación y Manejo de la Enfermedad Renal Crónica (ERC), define a la ERC como aquellas anormalidades en la estructura o función del riñón, presente por más de tres meses con implicaciones para la salud. Esta guía reúne los criterios diagnósticos para la ERC, los cuales contemplan parámetros bioquímicos, características de la orina, estudios de imagen y la historia clínica.

#### **Tabla 5**

##### *Diagnóstico de la ERC (KDIGO)*

<b>Criterios para ERC (cualquiera de los siguientes presentes por &gt;3 meses)</b>	
<b>Marcadores de daño renal (uno o más)</b>	Albuminuria (AER $\geq$ 30mg/24 horas; ACR $\geq$ 30 mg/g)
	Alteraciones en el sedimento urinario
	Alteraciones electrolíticas u otras alteraciones de origen tubular
	Alteraciones estructurales histológicas
	Alteraciones estructurales en pruebas de imagen
	Trasplante renal
<b>TFG disminuida</b>	TFG $<$ 60ml/min/1.73m <sup>2</sup> (TFG categorías G3a-G5)

Fuente: Recuperado de KDIGO (2012).

#### **Tratamiento**

El tratamiento de la enfermedad renal depende de la clasificación aguda o crónica, debido a que la fisiopatología y etiología son diferentes en cada una de las etapas de la enfermedad renal. Como tratamiento, se reconocen las terapias de sustitución renal: diálisis, hemodiálisis y trasplante renal.

### ***Tratamiento Enfermedad Renal Aguda***

De acuerdo con Ojeda et al. (2019), el primer escalón en el tratamiento de la IRA es actuar sobre la causa. Se dice que, en el fallo funcional prerrenal producido por deshidratación, conviene iniciar en etapas precoces la administración de cristaloides. En esta etapa, el tratamiento se ajusta con base a la gravedad del cuadro clínico. El objetivo terapéutico es mantener una tensión arterial media superior a 60 mmHg para evitar el fracaso multiorgánico y la elevada mortalidad.

**Tabla 6**

#### *Tratamiento en la ERA*

<b>Causa</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios adicionales</b>
Prerrenal: deshidratación (etapas precoces)	Administración de cristaloides	Suero fisiológico en concentración de 0,9% o suero hipotónico al 0,45%
	Administración de <i>ringer</i> lactato	En situaciones de extrema gravedad
	Evitar hidroxietil-almidón, puede producir un mayor riesgo para el paciente (insuficiencia renal grave y mayor mortalidad)	
Prerrenal: infección grave con/sin datos de sepsis	En caso de sobrecarga de volumen: utilizar diuréticos de asa y dopamina	
	Antibioticoterapia adecuada a cada caso y sueroterapia	Es frecuente que se requiera administración de fármacos vasoactivos
Parenquimatosa por necrosis tubular aguda	Antagonistas de la endotelina, péptido natriurético atrial, dopamina, calcio-antagonistas, diuréticos del asa y anticuerpos	Se han ensayado, con mayor o menor éxito, en animales diversos tratamientos que en el ser humano no han resultado ventajosos
Parenquimatosa por enfermedades autoinmunes: vasculitis, glomerulonefritis extracapilar pauciinmune y lupus eritematoso	Inmunosupresores (glucocorticoides, ciclofosfamida, rituximab) e incluso la realización de plasmaféresis	Para eliminar del plasma los anticuerpos circulantes que actúan en la fisiopatología de la enfermedad

<b>Causa</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios adicionales</b>
Parenquimatosa por enfermedades autoinmunes: nefritis inmunoalérgica por fármacos	Empleo de esteroides	Parece acortar la evolución y disminuir la fibrosis residual que puede quedas después de ceder la actividad inflamatoria
Insuficiencia renal aguda obstructiva o posrenal	Sondaje uretral, cateterización uretral o nefrostomía. Después de la corrección de la obstrucción se debe vigilar la hidratación y el control de electrolitos	Con el objetivo de resolver la obstrucción.

Fuente: Elaboración propia. Basado en Ojeda (2019).

Cuando el tratamiento médico anterior es insuficiente o falla, se debe considerar el inicio de la TRS. De acuerdo con Ojeda (2019) las indicaciones para el inicio de la TRS son:

- A. Situaciones en las que se requiere un mejor manejo de los líquidos (oliguria/anuria, necesidad de aporte elevado, o en situaciones de sobrecarga de volumen con/sin edema agudo de pulmón).
- B. Para la corrección de alteraciones electrolíticas y de pH (hiperpotasemia:  $K >6,5$  mEq/l; alteraciones del sodio; acidosis metabólica severa  $pH <7,1$ ).
- C. Para el tratamiento de alteraciones clínicas secundarias a la uremia (miopatía, encefalopatía o pericarditis).

### ***Tratamiento Enfermedad Renal Crónica***

El manejo de la ERC consiste en siete puntos principales: trata las causas específicas de la enfermedad renal, identificar y resolver las causas reversibles de daño, tratar los factores de progresión, manejar y controlar los factores de riesgo cardiovascular, evitar los nefrotóxicos, tratar las complicaciones urémicas y preparar al paciente para alguna técnica de sustitución renal (Orozco, 2010).

**Tabla 7***Tratamiento en la ERC*

<b>Causa</b>	<b>Tratamiento</b>
Enfermedad Renal Crónica no diabética	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presión arterial menor de 130/80 mmHg.</li> <li>- Controlar la presión arterial para reducir la progresión de la ERC.</li> <li>- Empleo de fármacos para retardar la progresión de la ERC: inhibidores de la enzima de conversión (IECA), son la primera línea de tratamiento.</li> <li>- Pacientes con ERC requieren varios tipos de antihipertensivos distintos para lograr un buen control de la HTA.</li> <li>- Mantener la presión arterial dentro de los parámetros normales.</li> <li>- Uso de fármacos como:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ IECA: DMT1+Nefropatía establecida.</li> <li>○ ARB: DMT2+Nefropatía establecida.</li> <li>○ Terapia combinada (IECA+ARN): reducen proteinuria significativamente.</li> </ul> </li> <li>- Control estricto de la glicemia.</li> </ul>
Enfermedad Renal Crónica diabética	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ IECA: DMT1+Nefropatía establecida.</li> <li>○ ARB: DMT2+Nefropatía establecida.</li> <li>○ Terapia combinada (IECA+ARN): reducen proteinuria significativamente.</li> <li>- Control estricto de la glicemia.</li> </ul>

Abreviaturas: ERC, Enfermedad Renal Crónica; IECA, inhibidores de la enzima de conversión; ARB, bloqueadores del receptor de angiotensina 2; DMT1, Diabetes Mellitus 1; DMT2, Diabetes Mellitus 2.

Fuente: Elaboración propia. Basado en Orozco (2010).

***Diálisis peritoneal.*** Es un procedimiento terapéutico por medio del cual se eliminan sustancias tóxicas presentes en la sangre. Esta técnica utiliza el recubrimiento del abdomen (peritoneo) y una solución conocida como dializado. Este líquido ingresa a la cavidad peritoneal a través de un catéter previamente implantado quirúrgicamente, y se extrae una vez pasado un tiempo, en el que se ha producido el intercambio de solutos en la membrana (Pereira-Rodríguez et al., 2019).

***Hemodiálisis.*** Consiste en dializar la sangre a través de una máquina que hace circular la sangre, desde una arteria del paciente hacia el filtro de diálisis o dializador, donde las sustancias tóxicas de la sangre se difunden en el líquido de diálisis. La sangre libre de toxinas vuelve luego al organismo a través de una vena canulada. Esto sustituye las funciones del riñón, como: excreción

de solutos, eliminación del líquido retenido y regulación del equilibrio ácido-base y electrolítico (Pereira-Rodríguez et al., 2019).

**Tabla 8**

*Indicaciones y contraindicaciones de TRS*

<b>Diálisis peritoneal</b>	<b>Hemodiálisis</b>
<b>Indicaciones</b>	<b>Indicaciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificultad de acceso vascular.</li> <li>- Problemas transfuncionales.</li> <li>- Insuficiencia cardiaca refractaria.</li> <li>- Función renal preservada.</li> <li>- Larga distancia del hospital.</li> <li>- Preferencia.</li> <li>- Necesidad de autonomía.</li> <li>- Diabetes Mellitus.</li> <li>- Enfermedad cardiovascular: angina, enfermedad valvular, arritmias y prótesis valvular.</li> <li>- Enfermedades crónicas: hepatitis, VIH, hemosidietosis, enfermedad vascular periférica, coagulopatía.</li> <li>- Candidatos a trasplante.</li> <li>- Vida activa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Síntomas urémicos mayores.</li> <li>- Serositis.</li> <li>- Encefalopatía urémica.</li> <li>- Hiperpotasemia persistente refractaria a tratamiento médico</li> <li>- Acidosis persistente refractaria a tratamiento médico.</li> <li>- Edema agudo de pulmón refractario.</li> <li>- Hipertensión arterial refractaria</li> </ul>
<b>Contraindicaciones</b>	<b>Contraindicaciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enfermedad inflamatoria intestinal grave: diverticulitis aguda activa, absceso abdominal e isquemia activa.</li> <li>- Transporte peritoneal bajo.</li> <li>- Depresión grave.</li> <li>- Drogodependencia.</li> <li>- Necesidad de soporte social.</li> <li>- Poca adhesión al tratamiento.</li> <li>- Demencia.</li> <li>- Psicosis o depresión grave activa.</li> <li>- Deficiencia mental grave sin apoyo familiar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estado vegetatibo-comatoso irreversible.</li> <li>- Dolor-sufrimiento intratable.</li> <li>- Accidente vascular cerebral con secuelas graves.</li> <li>- Enfermedades malignas con metástasis.</li> <li>- Cirrosis hepática con encefalopatía.</li> <li>- Demencia</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia. Basado en (Pereira-Rodríguez et al., 2019).

### Planteamiento del Problema

El enfoque de la carga global de la enfermedad (GBD) en 2015 estima que en 1990 hubo, en promedio, 592 921 muertes en el mundo, para el 2013 aumentaron a 1 234 931. Y finalmente, para el 2015 a nivel mundial representó el 1.24% de todas las muertes. Mientras que, para la región de América Central la ERC ocasiono el 4.6% de todas las muertes (Torres-Toledano et al., 2017).

En México el perfil epidemiológico de ERC estima que el número de casos prevalentes son de 8,085,268.96. Sin embargo, la estimación realizada por la Global Health Data Exchange muestran que tanto la prevalencia como la incidencia de ERC en nuestro país van en aumento.

En 2016 se estimó que once estados del país reportaron una prevalencia por encima de la nacional (Tabla 9), la cual fue reportada de 6,283.73 casos.

**Tabla 9**

*Prevalencia por estados*

<b>Estados</b>	<b>Prevalencia</b>
<b>Distrito Federal</b>	7,828.26 casos
<b>Veracruz</b>	7,493.74 casos
<b>Morelos</b>	6,755.78 casos
<b>Coahuila</b>	6,537.2 casos
<b>Jalisco</b>	6,525.19 casos
<b>Hidalgo</b>	6,492.09 casos
<b>Oaxaca</b>	6, 472.71 casos
<b>Puebla</b>	6,471.57 casos
<b>Michoacán</b>	6,405.72 casos
<b>Estado de México</b>	6,305.67 casos
<b>Guanajuato</b>	6,283.91 casos

Fuente: Elaboración propia. Basado en Secretaria de Salud (2018).

Por otra parte, en México la prevalencia de ERC por grupo de edad incrementa conforme aumenta la edad. A partir de los 55 años la prevalencia sobrepasa los 10,000 casos. De acuerdo

con la prevalencia de ERC en México por sexo se encontró mayor prevalencia en el sexo masculino con un total de 6,414.37 casos, lo que representa el 51% del total (Secretaría de Salud, 2018).

De acuerdo con el perfil epidemiológico de ERC informa que en el año 2016 se estimó una tasa de incidencia de 558.6 nuevos casos de ERC, esto representó un incremento del 99.3% con respecto a la tasa reportada en 1990. Asimismo, de acuerdo con Global Health Data Exchange en 2016 la Enfermedad Renal Crónica ocupa la tercera causa de muerte en nuestro país (Secretaría de Salud, 2018). Por otro lado, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2017 informó que la insuficiencia renal ocupa el décimo lugar dentro de las principales causas de muerte en México (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2018).

A nivel mundial la ERCnt ha sido registrada en América Central, desde los inicio de la década de 1990, con afectación predominante en las comunidades agrícolas y en el hombre agricultor. Mientras que en el 2000 en Sri Lanka se hizo evidente que una ERC de causa desconocida estaba afectando a hombres agricultores cultivadores de arroz (Herrera et al., 2014). Asimismo, la Organización Panamericana de la Salud (2017) menciona que la presencia de esta nefritis ha sido evidenciada en los Balcanes, China, algunas zonas de Europa y en comunidades agrícolas de Egipto, la India, Pakistán y Túnez.

En México, la ERCnt no cuenta con un registro epidemiológico establecido. No obstante Bustamante-Montes et al. (2018) realizaron un estudio exploratorio en el occidente del Estado de México, donde se reconoce que la mitad de los ingresos hospitalarios por insuficiencia renal crónica no asociada a DM ni HAS corresponden a personas menores de 40 años. Los autores concluyen que existe una asociación estadísticamente significativa entre la ERCnt y el consumo de tabaco, exposición ocupacion a sustancias nefrotoxicas.

En Puebla, no existen estudios que evidencien la prevalencia de la ERCnt asociada a factores sociodemográficos y la exposición a metales pesados. Sin embargo, Castro-González et al. (2019) llevaron a cabo una investigación donde se evidenció la contaminación por metales pesados en los suelos agrícolas de la región centro sur del Estado de Tlaxcala y el sureste del Estado de Puebla, México.

Por lo anterior, es considerado importante conocer los factores predisponentes de la ERCnt en nuestro Estado, se reconoce que el problema con la contaminación en las zonas de Tlaxcala y Puebla se encuentra presente. Sin embargo, no existen estudios que evidencien el estado de salud renal de los individuos que viven en esas regiones y quienes trabajan esos suelos.

Las variables de esta investigación son factores sociodemográficos y exposición a metales pesados relacionados en el padecimiento de la ERCnt. La variable factores sociodemográficos puede definirse como aquellos elementos extrínsecos e intrínsecos que influyen en el estado de salud de una persona y hacen referencia a la edad, sexo, lugar de residencia, nivel socioeconómico, ocupación y determinantes sociales de salud.

Del mismo modo, la variable exposición a metales pesados se definen como aquellas actividades, acciones o hábitos que ponen en riesgo el funcionamiento renal de un individuo. Finalmente, la variable Enfermedad Renal Crónica de causas no tradicionales se refiere a la falla renal crónica e irreversible en la población adulta-joven, donde la etiología no está relacionada con otros padecimientos crónicos como la diabetes mellitus, hipertensión arterial o síndrome de riñones poliquísticos.

## **Justificación**

Tal como se ha mencionado, la ERCnt es un problema de salud pública a nivel mundial. Debido a que se presenta en la población adulta joven, edad económicamente activa, esto es un indicador clave en el desarrollo económico de cada país.

A nivel mundial, la ERCnt fue registrada por primera vez en el Salvador. Posteriormente, se ha registrado en otros lugares como China, Estados Unidos, India, Sri Lanka, entre otras. Asimismo al sur de México se cree que los campesinos, quienes cultivan caña de azúcar, tienen riesgo de padecer esta enfermedad. Por tal razón es importante llevar a cabo investigaciones, las cuales permitan evidenciar la presencia de este padecimiento y su relación con los factores sociodemográficos y exposición a metales pesados en la población latinoamericana.

Relevancia social. Mediante la información resumida en este documento se pretende informar a la sociedad latinoamericana sobre los factores desencadenantes de la ERCnt, debido a que se identifican como elementos que pueden ser modificados con la intención de prevenir el desarrollo de dicha patología.

Relevancia científica. Las enfermedades renales son un problema de salud pública a nivel mundial. Por tal razón, es importante conocer sobre los factores que predisponen la ERCnt para instar a la comunidad científica a implementar herramientas que permitan resolver la problemática actual de contaminación ambiental en relación con los metales pesados, y al mismo tiempo, evidenciar a los FSD como un elemento etiológico a considerar.

Relevancia disciplinar. Con base a esta investigación se busca proporcionar información útil para emplear intervenciones de enfermería enfocadas en educación para la salud, con la intención de prevenir la aparición de ERCnt en la población de estudio. Y al mismo tiempo, poder

contribuir a la definición de los FSD para ser considerada como una variable de investigación. Lo anterior, debido a que no se encontraron como una palabra clave registrada, por lo tanto no es considerada como una variable de investigación.

### **Pregunta de Investigación**

¿Qué se sabe sobre la relación entre los factores sociodemográficos y la exposición a metales pesados en el padecimiento de la Enfermedad Renal Crónica de Causas no tradicionales (ERCnt) en América Latina?

### **Objetivo General**

Revisar sistemáticamente la relación entre los factores sociodemográficos y la exposición a metales pesados con la Enfermedad Renal Crónica de Causas no Tradicionales en población de América Latina.

### **Objetivos Específicos**

- A. Agrupar los resultados de la búsqueda bibliográfica en tablas sobre la asociación entre factores sociodemográficos y exposición a metales pesados en el padecimiento de la ERCnt en la población latinoamericana.
- B. Describir el impacto que tienen los factores sociodemográficos y la exposición a metales pesados en el padecimiento de la ERCnt en la población latinoamericana.

### **Plan de Investigación**

- A. Someter a consideración del comité de ética la idea de protocolo.
- B. Desarrollo del protocolo de investigación.
- C. Definición de la estrategia de búsqueda de datos.
- D. Definición de la pregunta de investigación.

- E. Análisis de artículos para ser integrados.
- F. Procesamiento de información mediante la metodología de una revisión integradora (Metodología PRISMA).
- G. Procesamiento de la información mediante paquetería Office (Excel).
- H. Obtención de resultados.
- I. Emisión de conclusiones.

### **Materiales y métodos**

Las revisiones sistemáticas deben establecerse sobre la base de un protocolo que describa la justificación, hipótesis y métodos planificados de la revisión, antes de su realización o publicación. Asimismo, se reconoce que la preparación de un protocolo es un componente esencial en el proceso de revisión sistemática debido a que promueve la actuación coherente del equipo de revisión, la responsabilidad, integridad de la investigación y transparencia de esta (Moher et al., 2016).

PRISMA-P, son una serie de directrices que orientan a los autores en la preparación de protocolos con la finalidad de planificar las revisiones sistemáticas y metaanálisis, a través de un conjunto mínimo de ítems de inclusión en el protocolo. Cuyo objetivo, es proporcionar tanto la justificación de la revisión como el enfoque previamente planificado de la metodología y el análisis de la revisión (Moher et al., 2016).

Para esta revisión integradora, se decide emplear la metodología PRISMA (**Tabla 10**) porque cumple con los objetivos que se plantean en este documento, los cuales, buscan responder a la pregunta de investigación.

Tabla 10

## Metodología PRISMA

Sección/tema	N° de ítem	Ítem de la lista de verificación
<b>INFORMACIÓN ADMINISTRATIVA</b>		
Título	1a	Tesis: Revisión integradora: factores sociodemográficos y exposición a metales pesados asociados a la ERCnt en América Latina”.
<b>Identificación</b>		
<b>Actualización</b>	1b	La presente tesis se encuentra destinada a la actualización de una revisión sistemática previa.
Registro	2	Aún no se encuentra registrado.
Autores		
<b>Contacto</b>	3a	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Estudiante: Jocelyn Zárate Pérez (<a href="mailto:jocelyn.zaratepz@udlap.mx">jocelyn.zaratepz@udlap.mx</a>)</li> <li>b. PhD. Corina Mariela Alba Alba (<a href="mailto:cori_alba@hotmail.com">cori_alba@hotmail.com</a>) y Dr. Mario Jiménez Hernández (<a href="mailto:mario.jimenez@udlap.mx">mario.jimenez@udlap.mx</a>)</li> <li>c. PhD. Natalia Ramírez Girón (<a href="mailto:natalia.ramirez@udlap.mx">natalia.ramirez@udlap.mx</a>)</li> </ul>
<b>Contribuciones</b>	3b	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Investigador principal – responsable de la revisión.</li> <li>b. Director(es) de tesis.</li> <li>c. Asesor de tesis.</li> </ul>
<b>Correcciones</b>	4	<p>Las estrategias empleadas para las correcciones son elaborar avances significativos, los cuales cumplan alrededor de 120 horas semestrales. Una vez cumplido con el avance, se acude a revisión con los director(es) de tesis.</p> <p>La documentación de las correcciones son almacenadas en una carpeta de OneDrive personal por la investigadora principal y se tiene una copia en el correo institucional, en conjunto con la directora de tesis.</p>
<b>Apoyo</b>		
Fuentes	5a	No existen fuentes de financiación para la elaboración de esta revisión sistemática.
Patrocinador	5b	No existe un patrocinador.
Papel del patrocinador	5c	No aplica.
<b>INTRODUCCIÓN</b>		
<b>Justificación</b>	6	Justificación 39
<b>Objetivos</b>	7	Objetivo General y Objetivos Específicos 40
<b>MÉTODOS</b>		
<b>Criterios de elegibilidad</b>	8	SPIDER:

Sección/tema	N° de ítem	Ítem de la lista de verificación
		<p>S (muestra): artículos de investigación publicados en revistas indexadas y de acceso abierto.</p> <p>PI (fenómeno de interés): enfermedad renal crónica de causas no tradicionales.</p> <p>D (diseño): revisión integradora.</p> <p>E (evaluación): análisis por la revisora principal y una investigadora colaboradora con base en los criterios de calidad metodológica.</p> <p>R (tipo de investigación): cuantitativa.</p> <p>Duración del seguimiento: dos años.</p> <p>Los artículos seleccionados deben ser de los últimos cinco años, en idioma español e inglés publicados en revistas indexadas de acceso abierto.</p> <p><b>Criterios de Inclusión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Artículos de texto completo.</li> <li>- Artículos publicados en revistas indexadas.</li> <li>- Artículos de Open Access.</li> <li>- Artículos realizados en Latinoamérica.</li> </ul> <p><b>Criterios de Exclusión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Artículos donde la población de estudio sean niños.</li> <li>- Artículos que no cumplan con los criterios de calidad.</li> <li>- Artículos que no incluyan las palabras clave dentro del texto.</li> </ul> <p><b>Criterios de Eliminación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se eliminarán todos los artículos que no cumplan con los criterios de inclusión y exclusión</li> <li>- Artículos duplicados</li> </ul>
Fuentes de información	9	Bases de datos: Scopus, Web of Science, Medigraphic, PubMed Central y Science Direct. Para el registro de los estudios se va a emplear una base de datos en Excel.
Estrategia de búsqueda	10	Búsqueda avanzada en las bases de datos mencionadas, utilizando las palabras clave: Nephritis (Nefritis), Heavy metals (metales pesados) y Risk factor (factor de riesgo) Estas palabras clave registradas, fueron elegidas mediante herramientas digitales como MeSh y DeSC.
Registros de estudios Gestión de datos	11a	La gestión de los datos y el registro fue mediante la paquetería de Office: Excel.
Proceso de selección	11b	Los artículos fueron evaluados de acuerdo con criterios de calidad metodológica de manera independiente cada revisor. Basándose en la metodología propuesta por prisma (Anexo 1)

Sección/tema	N° de ítem	Ítem de la lista de verificación
Proceso de extracción de datos	11c	Revisión de manera síncrona, se realizó la búsqueda de artículos en la misma base de datos, con la misma ruta de búsqueda en el mismo día y a la misma hora.
Lista de datos	12	Las variables para las que se buscarán datos son a. Metodología SPIDER: es empleada en la búsqueda de estudios cualitativos mediante la adecuación de PICO. b. Variable(s) independiente(s): Factores sociodemográficos y exposición a metales pesados. c. Variables dependiente: Enfermedad Renal de Causas no tradicionales.
Resultados esperados y priorización	13	Los resultados esperados mediante la elaboración de esta revisión sistemática son a. Encontrar información relevante al fenómeno de estudio, la cual permita evidenciar el problema planteado en América Latina. b. Evidenciar el problema de salud pública a través de este documento en América Latina. c. Agrupar la información mediante uso de tablas. d. Realizar un análisis de los resultados obtenidos, tanto los resultados relevantes, como los resultados adicionales
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	14	El riesgo de sesgo se evaluó a través de una puntuación del 1 al 10 para definir la calidad del estudio en alta, moderada o deseable.
DATOS Síntesis	15a	Se emplearon los siguientes criterios para sintetizar cuantitativamente los datos en tablas: a. Autores. b. Diseño. c. Muestra. d. Variables de la investigación. e. Calidad. f. Hallazgos.
Confianza en la evidencia acumulada	17	Se emplearon instrumentos como: PRISMA, STROBE y ARRIVE, de acuerdo con el diseño de los artículos incluidos.

Fuente: Elaboración propia. Basado en Moher et al. (2016).

### Procesamiento de Datos

Después de la identificación de todos los artículos se realizó un análisis para seleccionar cuales cumplen con los criterios de exclusión e inclusión y responden a la pregunta de investigación.

Esta extracción se evaluó por los títulos y resúmenes. En caso de que el título y resumen no sean suficientes para la selección inicial se procedió a leer por texto completo el artículo. La evaluación de los artículos fue realizada por la revisora principal y una investigadora colaboradora.

La revisión se realizó de manera síncrona. Cada una en su computadora llevo a cabo la búsqueda de artículos en la misma base de datos, con la misma ruta de búsqueda, el mismo día y a la misma hora. En caso de existir un desacuerdo entre la evaluación de un artículo, la directora de tesis participó con una tercera evaluación para ayudar en la toma de decisión. Los estudios fueron evaluados según criterios de calidad metodológica de manera independiente cada revisor, basándonos en el esquema que propone PRISMA (**Ilustración 2**).

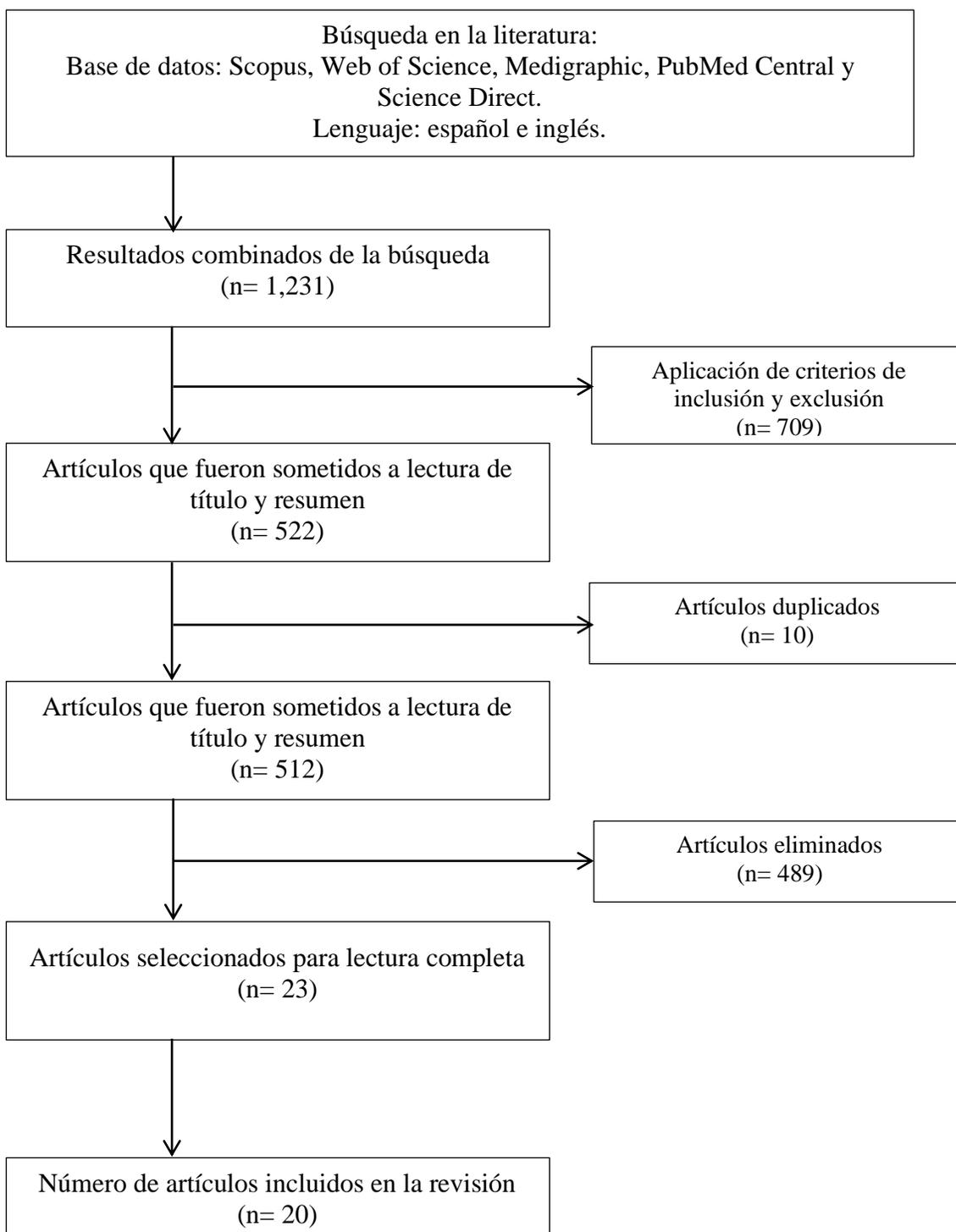
### **Recursos Humanos y Materiales**

- Humanos: 1 investigador principal, 2 directoras de tesis, 1 asesor de tesis y 1 investigadora colaboradora.
- Materiales: 1 computadora con acceso a internet.
- Tiempo: 1 año.

## Resultados

### Ilustración 2

Diagrama de atrición



**Tabla 11***Resultados: Revisiones Sistemáticas*

<b>Autor (es) y Año</b>	<b>Diseño</b>	<b>Muestra</b>	<b>Variables de la Investigación<sup>a</sup></b>	<b>Calidad</b>	<b>Hallazgos</b>
Redmon et al. 2021	RS	147 artículos	B	Alta	En Asia y América Latina, se identificaron 82 y 65 artículos en total. En Asia, la investigación se centró en el agua potable, metales pesados y el uso de agroquímicos como posibles factores de riesgo. En América Latina, la investigación se centró principalmente en el estrés por calor/deshidratación y el uso de agroquímicos como posibles factores de riesgo.
Orr y Bridges, 2017	RS	Ausente	B	Deseable	Los tóxicos ambientales de especial preocupación para la salud renal son el arsénico, el cadmio, el plomo y el mercurio.
Wimalawansa y Wimalawansa, 2016	RS	Ausente	B	Deseable	El uso prudente y seguro de agroquímicos, programas de agricultura y desarrollo sostenibles son algunas acciones fundamentales tanto para un medio ambiente más saludable como para la salud de las personas que viven en ese entorno. Reduciendo así la aparición y propagación de enfermedades no transmisibles, como la ERCnt.
Vicente-Vicente et al. 2010	RS	Ausente	B	Deseable	La exposición crónica a uranio no puede relacionarse fácilmente con la aparición de nefrotoxicidad y que, en caso de que el metal sea el responsable, puede revertirse con el tiempo.
Ramos Vázquez y Sánchez Orta, 2019	RS	Ausente	C	Deseable	Las enfermedades renal están condicionadas por la pobreza en muchos sectores poblacionales. Se reafirma la ERC como un problema medio ambiental en un orden socioeconómico global.
Briffa et al. 2020	RS	Ausente	B	Moderada	Se observó que altos niveles de mercurio inorgánico provocan efectos no letales en las células renales. El plomo se relaciona con el padecimiento de insuficiencia renal.
Rana et al. 2018	RS	Ausente	B	Deseable	Se evidenció alteración por metales pesados excepto el arsénico, que resulta en proteinuria y disfunción renal.
Tsai et al. 2021	RS	Ausente	B	Deseable	Los contaminantes ambientales, incluidos los metales pesados, partículas y otros productos químicos son importantes en la etiología de la ERC.
Fevrier-Paul et al. 2018	RS	Ausente	B	Deseable	La ERC es una enfermedad multifactorial, afectada en parte por procesos endógenos y exógenos que influyen en cambios elementales que pueden potenciar la progresión de la enfermedad.
Sanchez Polo et al. 2020	RS	Ausente	B	Deseable	Se proponen múltiples hipótesis para su etiología como estrés por calor, agroquímicos, pesticidas y otros factores de riesgo.
Ekong et al. 2006	RS	17 artículos	B	Alta	La nefropatía por plomo, caracterizada por nefritis tubulointersticial crónica, es un riesgo bien conocido de exposición crónica al alto nivel de plomo. Los datos revisados indican que el plomo contribuye a la nefrotoxicidad,

incluso a niveles de plomo en sangre inferiores a 5 µg / dl.

**Nota:** Elaboración propia. Abreviaturas: RS = Revisión sistemática; ERCnt = Enfermedad Renal Crónica de causas no tradicionales.

Variables de investigación <sup>a</sup>: B = metales pesados; C = factores sociodemográficos.

**Tabla 12**

*Resultados: Estudios Observacionales*

Autor (es) y Año	Diseño	Muestra	Variables de la Investigación <sup>a</sup>	Calidad	Hallazgos y Conclusión
Valdés et al. 2020	CH	2.388 personas	C	Moderada	La ERCnt representó el 51,9% de los casos. Para los factores sociodemográficos a través se confirmó una asociación significativa entre ERC y el sexo masculino, edad avanzada, agricultores e historial familiar de ERC. Asimismo, demostró una asociación de 3,8% entre ERC y exposición a agroquímicos.
Scammell et al. 2020	CH	115 personas	B y C	Moderada	Todas las muestras de orina tenían niveles detectables de bario, cesio, cobalto, plomo, molibdeno y estroncio. Las concentraciones de la mayoría de los metales fueron más altas entre los hombres nicaragüenses en comparación con los hombres navajos y la población de EE.UU.
Dally et al. 2020	O	181 personas	C	Alta	De 181 trabajadores con una mediana de edad de 19 años, se identificó que el 22% tenían una función renal no estable ajustada por edad.
Butler-Dawson et al. 2018	O	330 personas	C	Alta	Se observó una disminución en la función renal durante la cosecha en el 36% de los participantes. Los factores de riesgo asociados incluyeron el trabajo en una plantación particular, trabajadores del área local en comparación con los trabajadores de las tierras altas y los fumadores actuales.
Fischer et al. 2020	CC	54 personas	B	Alta	Las concentraciones de níquel se correlacionaron positivamente con los niveles de creatinina sérica y negativamente con la TFG. Este estudio proporciona pruebas convincentes del papel del Ni en la insuficiencia renal aguda observada en esta población de riesgo alto de ERCnt
López-Marin et al. 2014	T	46 personas	C	Moderada	La fibrosis intersticial fue la lesión fundamental observada en las muestras y se asoció con el sexo masculino. La ERCnt se debe a diversos factores como: extrema pobreza, contaminación medioambiental por agroquímicos, condiciones inadecuadas de trabajo con exposición a altas temperaturas y sustancias tóxicas.

**Nota:** Elaboración propia. Abreviaturas: CH = cohorte; O = observacional; CC = casos y control; T = transversal; ERCnt = Enfermedad Renal Crónica de causas no tradicionales.

Variables de investigación <sup>a</sup>: B = metales pesados; C = factores sociodemográficos.

**Tabla 13**  
*Estudios con animales*

Autor (es) y Año	Diseño	Muestra	Variables de la Investigación <sup>a</sup>	Calidad	Hallazgos y Conclusión
Bandiera et al. 2021	EA	40 ratas Wistar	B	Alta	La exposición a tabaco mostró un aumento en los niveles plasmáticos de creatinina. Asimismo, la asociación entre el alcohol y el humo del tabaco fue casi dos veces más perjudicial para el riñón.
Xia et al. 2018	EA	12 cerdos sanos	B	Alta	La concentración de Cd en hígado y riñón de cerdos alimentados con arroz contaminado aumentó en 4,00 y 2,94 veces, respectivamente. El arroz contaminado con Cd puede causar daño e inflamación en el hígado y los riñones.
Wasana et al. 2017	EA	120 ratones hembra	B	Moderada	Se notó la presencia de lesiones necróticas multifocales en los riñones y lóbulos hepáticos. Al evaluar los resultados histopatológicos, solo las lesiones más graves se asociaron a ERC. Los resultados presentados indican claramente la toxicidad de metales pesados: As, Al, F y la dureza del agua potable en tejidos renales.

**Nota:** Elaboración propia. Abreviaturas: EA = Estudios con animales; ERCnt = Enfermedad Renal Crónica de causas no tradicionales; As= arsénico; Al= cobre; F= flúor; Cd= cadmio

Variables de investigación <sup>a</sup>: B = metales pesados; C = factores sociodemográficos.

## Discusión

### Metales pesados y ERCnt

De acuerdo con las revisiones sistemáticas incluidas en el presente trabajo, se considera que, la mayoría de estas cuentan con una baja e incluso nula rigurosidad metodológica y esto tiene como consecuencia que la evidencia resultante sea cuestionable. Por lo que, es necesario incorporar las directrices PRISMA en el desarrollo de estas, con la finalidad de mejorar los resultados y obtener información confiable.

Mientras que, para los estudios observacionales existe una rigurosidad metodológica moderada y alta. No obstante, los resultados no son consistentes para probar la relación entre metales pesados y el padecimiento de la ERCnt debido a que existen limitaciones como: tamaño

de la muestra insuficiente; deficiencia de recursos materiales y humanos; escasez de financiación; entre otros.

En estudios clínicos realizados con animales han evaluado la exposición a metales nefrotóxicos y han evidenciado daño a nivel renal. Un estudio realizado por Bandiera et al, (2021) demostró que la exposición a tabaco y alcohol suele ser perjudicial para la salud renal, estos dos factores concuerdan con los hábitos dañinos a la salud renal que han considerado otros autores como Bustamante-Montes et al. (2018), pues refieren que la exposición a tabaco es uno de los factores etiológicos en el desarrollo de ERCnt. Esto debido a que dentro de los componentes que integran el tabaco encontramos metales pesados, tales como: aluminio, arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo, cobre, hierro, plomo, manganeso, mercurio, silicio, níquel y cobalto.

Debido a que todos los estudios incluidos, no solo se evalúan la salud renal, también evalúan la salud hepática se considera relevante realizar estudios clínicos con animales que evalúen las diferentes hipótesis etiológicas planteadas en el desarrollo de la ERCnt en América Latina, tales como: estrés por calor y exposición a agroquímicos debido a que estos dos factores han demostrado ser de importancia en el padecimiento de la ERCnt en América Latina.

Por lo anterior, se considera que los metales pesados han demostrado influir en el desarrollo de la ERCnt mediante la exposición a estos, la cual puede estar relacionada con la contaminación del suelo, atmósfera y el agua potable. Esto coincide con las propuestas de diversos autores como Campese (2021), la OPS (2017) y Lebov (2014) donde se mencionan que la exposición a estas sustancias nefrotóxicas puede encontrarse en el suelo, agua, aire, alimentos y a través de la exposición laboral directa e indirecta.

Además, es indispensable reconocer que otra de las hipótesis etiológicas de la ERCnt es un factor de exposición laboral, pues las condiciones de trabajo pueden influir en el desarrollo de la ERCnt. Scammell et al. (2020) y Bustamante-Montes et al. (2018) concuerdan con la hipótesis etiológica de exposición laboral, especialmente en aquellas personas que se dedican a la agricultura, construcción, herrería y en general trabajo pesado. Los resultados sugieren que la exposición laboral de los trabajadores en América Latina se relaciona con los factores de riesgo por desconocimiento y exposición a sustancias nefrotóxicas. Por tal razón, es importante contar con el conocimiento sobre aquellas sustancias que pueden generar daño renal.

Chapman et al. (2019) sugieren que los factores de riesgo como metales pesados, agua dura y estrés por calor no son consistentes en el desarrollo de la ERCnt en todo el mundo. Esto concuerda con los resultados encontrados en este documento, pues se considera que los metales pesados pueden ser un factor etiológico de la ERCnt.

Sin embargo, este factor por sí solo es irrelevante, ya que para inducir un daño renal significativo tienen que cumplir con dos puntos principales. El primero de ellos, estar expuesto a altas cantidades de metales nefrotóxicos y estos no se reconocen como un factor exclusivamente etiológico. Esto quiere decir que, los metales pesados deben actuar en conjunto con otros factores etiológicos relacionados con la ERCnt, tales como: estrés por calor, consumo de AINEs, predisposición genética, población de riesgo (hombre agricultor), exposición a agroquímicos o contaminantes, nivel socioeconómico bajo y hábitos dañinos para la salud renal

Por lo anterior, se considera que los metales pesados son un factor etiológico poco relevante en el desarrollo de la ERCnt y como consecuencia se sugiere investigar con mayor profundidad los FSD y la hipótesis de estrés por calor debido a que estos dos factores carecen de información científica relevante y pueden estar relacionados con el desarrollo de ERCnt en América Latina.

### **Factores sociodemográficos y ERCnt**

De acuerdo con los artículos revisados, se considera que los FSD más relevantes en el padecimiento de la ERCnt son: sexo masculino, edad adulta, nivel económico bajo o pobreza, ocupación agrícola, acceso limitado a servicios de salud y analfabetismo o nivel educativo bajo. Esto coincide con la propuesta de la OPS (2017) al considerar un modelo multideterminante en el desarrollo de la ERCnt, donde se habla del contexto de vulnerabilidad social.

De todas las revisiones sistemáticas incluidas en el presente documento, solo una considera a los FSD como una hipótesis etiológica en el desarrollo de la ERCnt. De ahí la importancia y necesidad de realizar investigaciones que permitan evidenciar la relación entre FSD y la ERCnt. Ramos Vázquez et al. (2019) consideran que la pobreza condiciona la aparición de enfermedades renales debido a que no existe la posibilidad de solucionar los problemas actuales de salud renal.

Por otra parte, los estudios observacionales han demostrado una asociación significativa entre los FSD y la ERCnt. Con base a los resultados obtenidos en la presente revisión se pueden mencionar los siguientes FSD: sexo masculino, edad  $\geq 19$  años, ocupación agrícola, extrema pobreza y condiciones inadecuadas de trabajo con exposición a altas temperaturas y sustancias tóxicas. Lo anterior coincide con lo mencionado por García-Trabanino et al. (2017), pues reconocen que la ERCnt tiene un componente ocupacional y ambiental importante, además el esfuerzo físico intenso bajo estrés térmico también puede estar relacionado.

Los FSD no han demostrado ser un elemento etiológico relevante en el desarrollo de ERCnt, esto puede deberse a que existe un número limitado de publicaciones científicas que respalden esta hipótesis. Además, la evidencia que existe cuenta con una rigurosidad metodológica moderada, y en algunos casos, alta. Sin embargo, debido a limitaciones como: tamaño de la

muestra insuficiente; escasez de recursos humanos y materiales; poca información sobre FSD y la ausencia de una definición clara de «factores sociodemográficos» obstaculizan su investigación.

La importancia de considerar a los FSD como un factor predisponente en el desarrollo de la ERCnt es debido a que, la mayoría de estos suelen ser modificables mediante educación en salud adecuada y oportuna. Por tal razón, y con base a los resultados obtenidos mediante el presente documento se considera que el desarrollo de la ERCnt puede ser prevenible cuando se tiene un conocimiento claro y amplio de aquellos factores etiológicos relacionados con esta enfermedad.

Por lo que, con base a esta revisión coincidimos con la propuesta de la OPS (2017) donde, es necesario reconocer la presencia de un modelo multideterminante para la ERCnt, el cual está condicionado en gran medida por exposición a sustancias tóxicas y el trabajo agrícola. No obstante, también se reconocen otros factores como: condiciones extenuantes de trabajo, consumo de agua contaminada, deshidratación y un contexto de vulnerabilidad social, los cuales pueden formar parte de este modelo.

## Conclusión

Mediante la elaboración del presente trabajo se reconoce que el padecimiento de la ERCnt se debe a múltiples elementos etiológicos que deben actuar entre ellos para implicar un daño renal significativo. Pues, los metales pesados han demostrado ser un factor de bajo impacto en el desarrollo de la ERCnt. Mientras que, los FSD son elementos poco estudiados y analizados en el desarrollo de esta enfermedad.

Es importante mencionar que la metodología propuesta por PRISMA permite realizar revisiones sistemáticas con alta rigurosidad y esto permite que los resultados incluidos en esta revisión aporten información oportuna, confiable y basada en la evidencia. Por lo tanto, es indispensable que las siguientes revisiones sistemáticas elaboradas en el tema se lleven a cabo bajo las directrices PRISMA.

Asimismo, se reconoce que existe suficiente información sobre la ERCnt como un problema relevante de salud pública a nivel mundial. Además, diversos autores han propuesto suficientes hipótesis etiológicas en el desarrollo de la ERCnt, por lo tanto, se considera necesario explorar otras líneas de investigación en el área de enfermería como la elaboración de un plan de cuidados enfocado a la prevención de este padecimiento, el cual incluya a los FSD como un elemento importante en el diagnóstico y tratamiento oportuno de esta.

### Cronograma de actividades

Actividades	Cronograma de actividades: 2020																			
	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Propuesta de investigación																				
Elaboración del marco conceptual																				
Selección de metodología																				
Aplicación de PRISMA																				
Definir metodología de revisión con colaboradora																				
Ajustes del protocolo																				
Entrega y exposición de protocolo																				

Actividades	Cronograma de actividades: 2021																							
	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Búsqueda en la literatura																								
Creación de base de datos																								
Extracción de datos																								
Elaboración de resultados																								
Elaboración de discusión y conclusión																								

Cronograma de actividades: 2022																
Actividades	Junio				Julio				Agosto				Septiembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Envío a sinodales	■	■	■													
Realizar correcciones			■	■	■	■	■	■								
Entrega final a sinodales									■	■						
Presentación de examen profesional													■			

## Referencias

- Andrés Ribes, E. (2004). Fisiopatología de la insuficiencia renal crónica. *Anales de Cirugía Cardíaca y Vasculat*, 10(1), 8-76.
- Arévalo Gómez, M. Á. (2014). Nefrología Clínica. En M. Arias Rodríguez, *Nefrología Clínica* (Cuarta ed., págs. 13-21). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Bandiera, S., Pulcinelli, R. R., Huf, F., Almeida, F. B., Halmenschlager, G., Bitencourt, P. E., . . . Nin, M. S. (2021). Hepatic and renal damage by alcohol and cigarette smoking in rats. *Toxicological Research*, 209-219. doi:10.1007/s43188-020-00057-y
- Briffa, J., Sinagra, E., & Blundell, R. (2020). Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*, 6(9). doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e04691
- Bustamante-Montes, L. P., Flores-Polanco, J. A., Isaac-Olive, K., Hernández-Téllez, M., Campuzano-González, M. E., & Ramírez-Durán, N. (2018). Estudio exploratorio sobre la asociación de metales pesados y la nefropatía de etiología desconocida en el poniente del estado de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(4), 555-564.
- Butler-Dawson, J., Krisher, L., Asensio, C., Cruz, A., Tenney, L., Weitzenkamp, D., . . . Newman, L. (2018). Risk Factors for Declines in Kidney Function in Sugarcane Workers in Guatemala. *Journal of occupational and environmental medicine*, 60(6), 548-558. doi: 10.1097/JOM.0000000000001284
- Castro-González, N. P., Calderón-Sánchez, F., Moreno-Rojas, R., Tamariz-Flores, J. V., & Reyes-Cervantes, E. (2019). Nivel de contraminación de metales y arsénico en aguas residuales y suelos en la subcuenca del Alto Balsas en Tlaxcala y Puebla, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 335-348.

- Chapman, E., Haby, M., Illanes, E., Sanchez-Viamonte, J., Elias, V., & Reveiz, L. (2019). Factores de riesgo para la enfermedad renal crónica de causas no tradicionales: una revisión sistemática. *Pan American Journal of Public Health*, 43. doi:<https://doi.org/10.26633/RPSP.2019.35>
- Dally, M., Butler-Dawson, J., Cruz, A., Krisher, L., Johnson, R., Asensio, C., . . . Newman, L. (2020). Longitudinal trends in renal function among first time sugarcane harvesters in Guatemala. *PLoS One*, 15(3). doi:10.1371/journal.pone.0229413
- Díaz de León Ponce, M. A., Briones Garduño, J. C., & Aristondo Magaña, G. (2014). Clasificaciones de la insuficiencia renal aguda. *Asociación Mexicana de Medicina Critica y Terapia Intensiva*, 28(1), 28-31.
- Díaz de León-Ponce, M. A., Briones-Garduño, J. C., Carrillo-Esper, R., Moreno-Santillán, A., & Pérez-Calatayud, Á. A. (2017). Insuficiencia renal aguda (IRA) clasificación, fisiopatología, histopatología, cuadro clínico, diagnóstico y tratamiento una versión lógica. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 280-287.
- Ekong, E., Jaar, B., & Weaver, V. (2006). Lead-related nephrotoxicity: A review of the. *Kidney International*, 70(12), 2074-2084. doi:<https://doi.org/10.1038/sj.ki.5001809>
- Fevrier-Paul, A., Soyibo, A. K., Mitchell, S., & Voutchkov, M. (2018). Role of Toxic Elements in Chronic Kidney Disease. *Journal of Health & Pollution*. doi:10.5696/2156-9614-8.20.181202
- Fischer, R., Unrine, J. M., Vangala, C., Sanderson, W., Mandayam, S., & Murray, K. (2020). Evidence of nickel and other trace elements and their relationship to clinical findings in

acute Mesoamerican Nephropathy: A case-control analysis. *PLoS One*, 15(11).  
doi:10.1371/journal.pone.0240988

Gáinza de los Ríos, F. J. (11 de Noviembre de 2017). *Insuficiencia Renal Aguda*. Obtenido de Nefrología al día:  
<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:XUBcfABLmI8J:https://www.revistanefrologia.com/index.php%3Fp%3Drevista%26tipo%3Dpdf-simple%26pii%3DXX342164212001843+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx>

García-Trabanino, R., Cerdas, M., Madero, M., Jakobsson, K., Barnoya, J., Crowe, J., . . . Correa-Rotter, R. (2017). Nefropatía mesoamericana: revisión breve basada en el segundo taller del Consorcio para el estudio de la Epidemia de Nefropatía en Centroamérica y México (CENCAM). *Nefrología Latinoamericana*, 14(1), 39-45. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.nefrol.2016.11.001>

Gorostidi, M., Santamaría, R., Alcázar, R., Fernández-Fresnedo, G., Galcerán, J. M., Goicoechea, M., . . . Ruilope, L. (2014). Documento de la Sociedad Española de Nefrología sobre las guías KDIGO para la evaluación y el tratamiento de la enfermedad renal crónica. *Nefrología*, 302-316.

Herrera, R., M. Orantes, C., Almaguer, M., Alfonso, P., D. Bayarre, H., M. Leyva, I., . . . Aparicio, C. (2014). Características clínicas de la enfermedad renal crónica de causas no tradicionales en las comunidades agrícolas salvadoreñas. *MEDICC Review*.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (31 de Octubre de 2018). *Características de las defunciones registradas en México durante 2017*. Obtenido de INEGI.

KDIGO. (2012). KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Oficial Journal of the International Society of Nephrology*, 4.

López-Marin, L., Chávez Muñoz, Y., M. Flores, W., Flores Flores, W. M., García Zamora, Y., Herrera Valdés, R., . . . Serpas, L. (2014). Histopatología de la enfermedad renal crónica de etiología desconocida en comunidades agrícolas salvadoreñas. *MEDICC Review*, 16(2), 49-54. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=63895&id2=>

Lorenzo Sellarés, V. (2020). Enfermedad renal crónica. *Nefrología al día* .

Martín-Govantes, J. (2006). Insuficiencia renal aguda. *Anales de Pediatría*, 4(3), 151-158.

Miyahira Arakaki, J. M. (2003). Insuficiencia renal aguda. *Revista Medica Herediana*, 14(1), 36-43. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1018-130X2003000100006](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2003000100006)

Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., . . . PRISMA-P Group. (2016). Ítems de referencia para publicar Protocolos de Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis: Declaración PRISMA-P 2015. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 20(2), 148-160. Obtenido de [www.renhyd.org](http://www.renhyd.org)

NANDA Internacional. (2018-2020). *Diagnósticos Enfermeros: definiciones y clasificación* (Undécima edición ed.). Barcelona, España: ELSEVIER.

Ojeda López, R., Moyano Peregrín, C., Pendón Ruiz de Mier, V., García-Montemayor, V., & Martín-Malo, A. (2019). Insuficiencia renal aguda (II). Trtamiento. Terapia renal

sustitutiva. Situaciones especiales. Ancianos. Insuficiencia cardíaca. Cirrosis. *Medicine*, 4672-82.

Organización Mundial de la Salud y Sociedad Latinoamericana de Nefrología e Hipertensión. (10 de Marzo de 2015). *La OPS/OMS y la Sociedad Latinoamericana de Nefrología llaman a prevenir la enfermedad renal y a mejorar el acceso al tratamiento*. Obtenido de OPS: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10542:2015-opsoms-sociedad-latinoamericana-nefrologia-enfermedad-renal-mejorar-tratamiento&Itemid=1926&lang=fr](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10542:2015-opsoms-sociedad-latinoamericana-nefrologia-enfermedad-renal-mejorar-tratamiento&Itemid=1926&lang=fr)

Organización Panamericana de la Salud. (Junio de 2017). *Epidemia de Enfermedad Renal Crónica en comunidades agrícolas de Centroamérica*. Obtenido de OPS: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/34132>

Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. (4 de Octubre de 2013). *La enfermedad renal crónica en comunidades agrícolas de Centroamérica*. Obtenido de OPS: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2013/CD52-8-s.pdf>

Orozco B., R. (2010). Prevención y tratamiento de la Enfermedad Renal Crónica (ERC). *Revista Médica Clínica Condes*, 779-789.

Orr, S., & Bridges, C. (2017). Chronic kidney disease and exposure to nephrotoxic metals. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(5). doi:10.3390/ijms18051039

Patton, K., & Thibodeau, G. (2013). *Anatomía y fisiología* (Octava ed.). Barcelona: ELSEVIER.

Pereira-Rodríguez, J., Boada-Morales, L., Peñaranda-Florez, D., & Torrado-Navarro, Y. (2019). *Diálisis y hemodiálisis. Una revisión actual según la evidencia*. Obtenido de Asociación

de Farmacéuticos Municipales de la Ciudad de Buenos Aires:  
[http://www.afam.org.ar/textos/material\\_junio\\_2019/dialisis\\_y\\_hemodialisis\\_revison\\_seg\\_un\\_la\\_evidencia.pdf](http://www.afam.org.ar/textos/material_junio_2019/dialisis_y_hemodialisis_revison_seg_un_la_evidencia.pdf)

Ramos Vázquez, J., & Sánchez Orta, Y. (2019). Salud, enfermedad renal y pobreza: un reto actual. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 23(4), 587-598. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/pinar/rcm-2019/rcm194n.pdf>

Rana, M. N., Tangpong, J., & Rahman, M. (2018). Toxicodynamics of Lead, Cadmium, Mercury and Arsenic- induced kidney. *Toxicology Reports*, 5, 704-713. doi:10.1016/j.toxrep.2018.05.012

Redmon, J. H., Levine, K. E., Lebov, J. F., Harrington, J. M., & Kondash, A. J. (2021). A comparative review: Chronic Kidney Disease of unknown etiology (CKDu) research conducted in Latin America versus Asia. *Environmental Research*, 192. doi:10.1016/j.envres.2020.110270

Restrepo V., C., Buitrago V., C., Torres S., J., & Serna F., J. (2012). *Nefrología Básica 2* (Segunda ed.). Colombia: La Patria S.A.

Sanchez Polo, V., Garcia-Trabanino, R., Rodriguez, G., & Madero, M. (2020). Mesoamerican Nephropathy (MeN): What We Know so Far. *International Journal of Nephrology and Renovascular Disease*, 261-272. doi:10.2147/IJNRD.S270709

Scammell, M., Sennett, C. M., Laws, R., Rubin, R., Brooks, D., Amador, J. J., . . . O'donald, E. (2020). Urinary metals concentrations and biomarkers of autoimmunity among navajo and nicaraguan men. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(15), 1-17. doi:10.3390/ijerph17155263

Secretaria de Salud. (2018). *Perfil epidemiológico de Enfermedad Renal Crónica en México*.

Obtenido de Secretaria de Salud:

<https://epidemiologia.salud.gob.mx/gobmx/salud/documentos/perfiles-epid/enf-renal-cronica/perfilepid-enfrenalcronica2018.pdf>

Silverthorn, D. (2014). *Fisiología Humana. Un enfoque integrado*. México: Panamericana.

Torres-Toledano, M., Granados-García, V., & López-Ocaña, L. R. (2017). Carga de la enfermedad renal crónica en México. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 55, 118-123.

Tsai, H.-J., Wu, P.-Y., Huang, J.-C., & Chen, S.-C. (2021). Environmental Pollution and Chronic Kidney Disease. *International Journal of Medical Sciences*, 18(5), 1121-1129. doi: 10.7150/ijms.51594

Valdés, R. H., López, M. A., Orantes-Navarro, C. M., Marín, L., Brizuela-Díaz, E., Veá, H. B., . . . Méndez, R. B. (2020). Chronic interstitial nephritis of nontraditional causes in Salvadoran agricultural communities. *Clinical Nephrology*, S60-S67. doi:10.5414/CNP92S110

Vicente-Vicente, L., Quirós, Y., Pérez-Barriocanal, F., López-Novoa, J. M., López-Hernández, F. J., & Morales, A. (2010). Nephrotoxicity of uranium: pathophysiological, diagnostic and therapeutic perspectives. *Toxicological Sciences*, 118(2), 324-347. doi:10.1093/toxsci/kfq178

Wasana, H., Perera, G., Gunawardena, P., & Bandara, J. (2017). WHO water quality standards Vs Synergic effect(s) of fluoride, heavy metals and hardness in drinking water on kidney tissues. *Scientific Reports*. doi:10.1038/srep42516

Williams, L.-M. (2015). Criterios RIFLE para la lesión renal aguda. *Nursing*, 22-27.

Wimalawansa, S., & Wimalawansa, S. (2016). Environmentally induced, occupational diseases with emphasis on chronic kidney disease of multifactorial origin affecting tropical countries. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 28(1). doi:10.1186/s40557-016-0119-y

Xia, Y., Li, J., Ren, W., Feng, Z., Huang, R., & Yin, Y. (2018). Transcriptomic analysis on responses of the liver and kidney of finishing pigs fed cadmium contaminated rice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(8), 2964-2972. doi:10.1002/jsfa.8793

## Anexos

Anexo 1 PRISMA 2009 Flow Diagram

