



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE ATENCIÓN A LA SALUD

LICENCIATURA EN MEDICINA

INFORME DE SERVICIO SOCIAL

**PROTOCOLO "EVALUACIÓN DE FACTORES DE RIESGO PARA DESARROLLO
DE NEFROPATÍA MESOAMERICANA EN CORTADORES DE CAÑA"**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA, XOCHIMILCO

DEL RIO SOROKO LUHANA

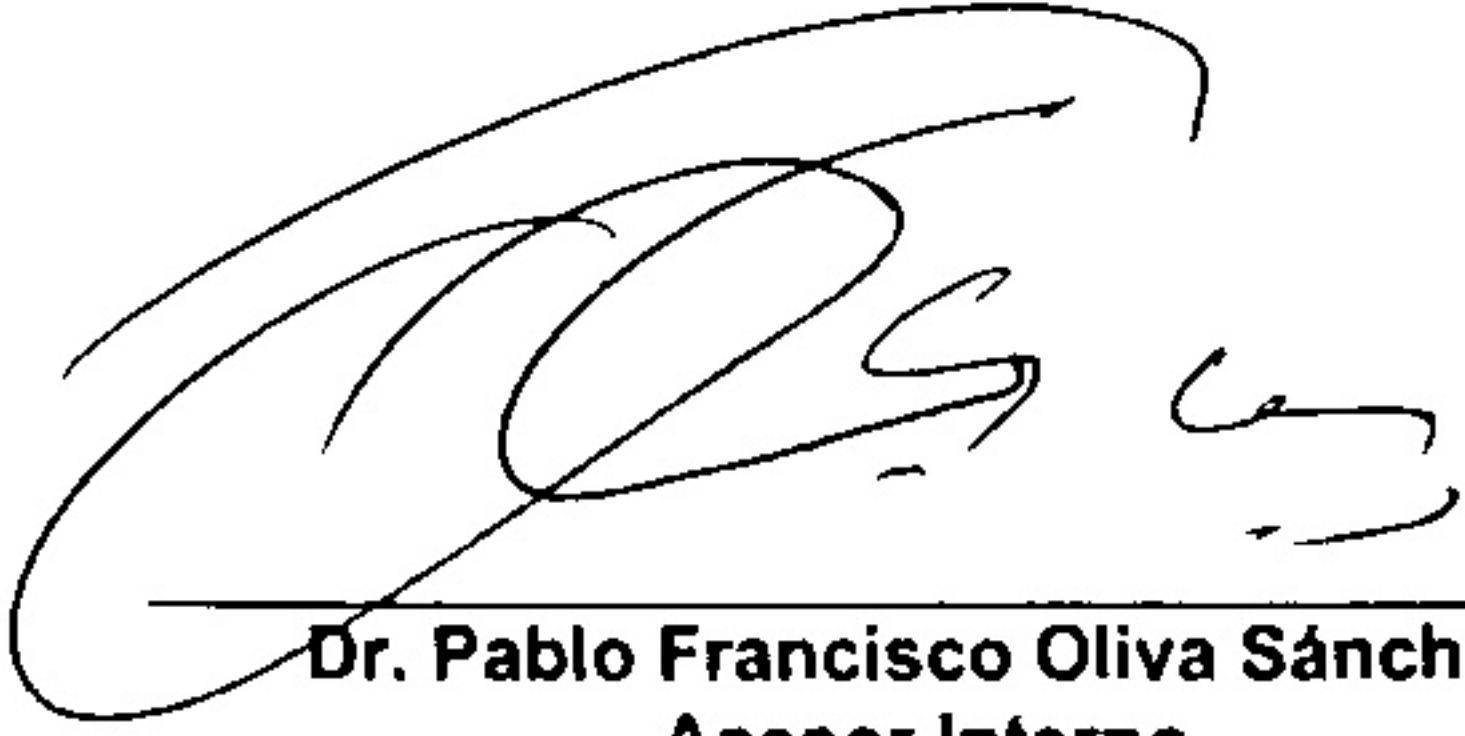
2193029259

1/02/2025 – 31/01/2026

PABLO FLO OLIVERA SANCHEZ
12463



ASESORES



Dr. Pablo Francisco Oliva Sánchez
Asesor Interno



Dra. Magdalena Madero Róvalo
Asesor Externo

Tabla de contenido

1.	RESUMEN DEL INFORME	4
2.	INTRODUCCIÓN GENERAL	4
3.	INVESTIGACIÓN MARCO TEÓRICO	5
3.1.	INTRODUCCIÓN	5
3.2.	MARCO TEÓRICO	5
3.2.1.	<i>Síntesis del proyecto</i>	5
3.2.2.	<i>Antecedentes generales</i>	8
3.2.3.	<i>Antecedentes específicos</i>	8
4.	JUSTIFICACIÓN	9
5.	PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	10
6.	HIPÓTESIS	10
7.	OBJETIVOS	10
7.1.	OBJETIVOS GENERALES	10
7.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
8.	MATERIAL Y MÉTODOS	11
8.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	11
8.2.	CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	11
8.3.	UNIDAD DE POBLACIÓN/INVESTIGACIÓN O UNIVERSO DE TRABAJO	11
8.4.	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MUESTRA	11
8.5.	ESTRATEGIA DE MUESTREO	11
8.6.	TAMAÑO DE LA MUESTRA	11
9.	DEFINICIÓN DE VARIABLES Y ESCALAS	11
9.1.	NOMBRE DE LA VARIABLE:	11
9.2.	CUADRO DE VARIABLES	12
10.	INFORME NUMÉRICO NARRATIVO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	13
11.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	13
11.1.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO:	13
11.2.	ESTRATEGIA DE TRABAJO:	14
11.3.	OBTENCIÓN DE RESULTADOS:	14
11.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS:	14
11.5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	14
12.	RECURSOS	14
13.	RESULTADOS PREMILIMANRES	15
14.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	17
15.	ANEXOS	21
16.	BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN	25

1. RESUMEN DEL INFORME

El riñón es especialmente vulnerable al cambio climático debido a su papel en la regulación de líquidos, electrolitos y a su sensibilidad al estrés por calor y la deshidratación. Se ha observado una epidemia de enfermedad renal crónica de etiología desconocida (ERC-Ed) en regiones de América Central y en Tierra Blanca, Veracruz, que afecta principalmente a trabajadores expuestos a altas temperaturas y trabajo manual intenso, como los cortadores de caña. Se identificó que el estrés por calor y la deshidratación contribuyen al daño renal agudo, además de que existe una rabdomiólisis subclínica, que al presentarse de manera repetida, genera lesión renal aguda continua, que al final favorecen el desarrollo de la enfermedad renal crónica, como lo indican marcadores sanguíneos predictivos de daño renal.

2. INTRODUCCIÓN GENERAL

El riñón se identificó como un órgano especialmente afectado por el cambio climático debido a su función en la regulación del volumen circulante y el equilibrio de electrolitos, así como por su alta sensibilidad al estrés por calor y la deshidratación (1,2). Representa un importante problema de salud pública a nivel mundial debido a su elevada morbilidad, mortalidad y costos asociados (3). Por ello, se han realizado estudios que se han enfocado en la aparición de epidemias de ERC-Ed, las cuales afectan de manera significativa a poblaciones de la costa del Pacífico de América Central y a la región de Tierra Blanca, Veracruz, en México (4,5). Estas epidemias se presentan principalmente en personas que realizan trabajos físicos intensos en ambientes calurosos, como los trabajadores agrícolas y cortadores de caña de azúcar (6).

La evidencia científica ha identificado al estrés térmico y la deshidratación como factores clave en el desarrollo de esta enfermedad, siendo los primeros en relacionar directamente estas epidemias con el cambio climático. Por otro lado, se sabe que el trabajo físico intenso en condiciones de calor puede causar una lesión renal aguda por rabdomiólisis (6). Aunque previamente no se consideraba un factor de riesgo relevante en trabajadores del campo, investigaciones recientes sugieren que la rabdomiólisis moderada o subclínica podría ser frecuente en esta población. Estudios piloto realizados en Tierra Blanca encontraron que marcadores sanguíneos como la mioglobina y la creatina fosfocinasa (CPK) pueden predecir la aparición de lesión renal aguda incluso sin síntomas clínicos evidentes, lo que sugiere que episodios repetidos de daño renal leve podrían contribuir al desarrollo de enfermedad renal crónica de etiología desconocida.

3. INVESTIGACIÓN MARCO TEÓRICO

3.1. Introducción

La enfermedad renal crónica (ERC) representa un importante problema de salud pública a nivel mundial debido a su elevada morbilidad, mortalidad y costos asociados. Fue identificada inicialmente en El Salvador en 1990 y se visualizó que se presenta con mayor frecuencia en hombres, habiéndose descrito por primera vez en trabajadores jóvenes dedicados al cultivo de caña de azúcar. Se distingue por el deterioro de la función renal con escasa o nula proteinuria y sin la presencia de factores de riesgo clásicos, como la diabetes mellitus (DM2) o la hipertensión arterial sistémica (HAS). (2,3). Sin embargo, en las últimas décadas se ha identificado un patrón emergente de ERC que afecta a poblaciones específicas sin la presencia de estos factores clásicos, particularmente en comunidades agrícolas de regiones cálidas y rurales. Esta entidad ha sido denominada enfermedad renal crónica de etiología no tradicional (ERCnt) y, en el contexto de Mesoamérica, se conoce como Nefropatía Mesoamericana, por sus siglas en inglés, MeN. (1-3).

La MeN se ha convertido en una preocupación creciente debido a su alta prevalencia en hombres jóvenes en edad productiva, su progresión silenciosa y las elevadas tasas de mortalidad observadas en las regiones afectadas. A pesar de los múltiples estudios realizados, su etiología permanece sin esclarecer completamente, aunque existe consenso en que factores ambientales, ocupacionales y sociales desempeñan un papel en su desarrollo. La exposición prolongada al estrés térmico, la deshidratación, el trabajo físico intenso y el contacto con posibles agentes nefrotóxicos han sido consistentemente asociados con esta patología (6).

En este marco, resulta fundamental analizar los antecedentes generales y específicos de la MeN, así como las hipótesis etiológicas, los mecanismos fisiopatológicos propuestos, las características clínicas y las estrategias de prevención y tratamiento descritas hasta el momento, con el fin de contextualizar su impacto en la salud pública y sustentar la relevancia de su estudio, especialmente en regiones como México y Centroamérica, donde esta enfermedad continúa siendo un desafío sanitario y social con gran impacto.

3.2. Marco teórico

3.2.1. Síntesis del proyecto

La Nefropatía Mesoamericana (MeN) por sus siglas en inglés, es una enfermedad tubulointersticial, que progresa enfermedad renal crónica, pero a diferencia de la forma

tradicional, en la MeN no se encuentran los factores de riesgo clásicos en el paciente como la DM2 y la HAS, por otro lado su etiología es desconocida por lo que también se le ha denominado enfermedad renal crónica de etiología no tradicional (ERCnt) o CKDu por sus siglas en inglés (“Chronic Kidney Disease of undertermined cause”) así como nefritis intersticial crónica de comunidades agrícolas (CINAC) por sus siglas en inglés, también ha sido nombrada según la ubicación geográfica de donde se encuentre como; Nefropatía de Sri Lanka o nefropatía mesoamericana (MeN) (3), aunque no existe un consenso claro sobre si realmente ambos nombres se refieren a la misma patología dada su naturaleza desconocida. A pesar de su etiología no identificada aún, los expertos coinciden en que la MeN está fuertemente relacionada con aspectos ambientales como la ocupación laboral y el esfuerzo físico intenso bajo estrés térmico con largos periodos de deshidratación, de igual manera, se ha propuesto la relación del desarrollo de MeN con exposición a agroquímicos, así como enfermedades infecciosas como leptospirosis, hepatitis B y C (6).

Actualmente, la MeN no cuenta con un código específico en la Clasificación Internacional de Enfermedades, décima revisión (CIE-10); por tratarse de una enfermedad de etiología no definida, suele clasificarse dentro de códigos más generales, como el de nefritis tubulointersticial no especificada (N12) o enfermedad renal crónica no especificada (N18.9), ya que afecta principalmente al túbulo renal y al intersticio (7). Esta limitación resalta la necesidad de una clasificación más precisa que permita reconocer y abordar adecuadamente esta epidemia renal.

El perfil clásico del paciente con MeN es el de un joven de sexo masculino que habita en zonas rurales de bajos ingresos, situadas en regiones cálidas en la costa del Océano Pacífico, en el sur de México y América Central. Aunque estas características definen al paciente, no son necesariamente presentes en todos los casos. Las condiciones comunes incluyen largas jornadas de trabajo bajo temperaturas muy altas, repetidos lapsos de deshidratación y exposición continua a agroquímicos, además de un alto consumo de analgésicos sin prescripción médica. Debido a estas características, las poblaciones en las que habitan los pacientes con MeN suelen tener un acceso limitado a la atención médica, lo que hace que la patología suele estar infradiagnosticada y, por ende, los datos epidemiológicos sean inexactos (3).

La importancia de la investigación de esta patología radica en detener las altas tasas de mortalidad pues en las regiones donde se han identificado casos de MeN, su mortalidad

por ERC llega a ser hasta 30 veces más alta en comparación a otros países como es el caso de la región del Bajo Lempa en El Salvador, donde la mortalidad es de 387 por cada 100,000 habitantes (3).

Etiología.

Como bien lo indica su nombre ERCnt, su etiología no ha sido bien identificada, sin embargo, se han investigado y propuesto diversas posibles causas, la principal etiología se ha adjudicado al involucro de agroquímicos, debido a la relación de las actividades económicas de las zonas reportadas así como la ocupación laboral de los afectados, en el país de Sri Lanka se ha reportado una relación entre los trabajadores del medio agrícola que están en constante contacto con pesticidas, principalmente aquellos que contenían glifosato, además de estudios que confirman la presencia de dicho compuesto en las aguas del subsuelo, sin embargo, estos niveles han sido muy bajos por lo que se descarta al glifosato como un factor etiológico importante (4).

También se ha propuesto la etiología por metales pesados, principalmente plomo, cadmio y arsénico, minerales con alta presencia en las tierras de Sri Lanka, en Centroamérica se ha propuesto a la sílice como una posible causa, la cual es un metal presente en el ambiente tras la quema de caña de azúcar mineral que también se ha reportado presente en las aguas de Uddaman (4).

Las infecciones también han tomado su importancia en el campo de las posibles causas, ya que la infección por leptospirosis es común en trabajadores de caña de azúcar; sin embargo, hay poca evidencia que apoye esta teoría. Debido a los hábitos identificados en los trabajadores de caña de azúcar como el tabaquismo y el uso indebido de analgésicos, estos se han atribuido como probables causas; sin embargo, ninguno puede explicar el desarrollo de ERC (4).

Por último, se ha propuesto la probable relación genética de los portadores de MeN ya que en algunas regiones se ha identificado antecedentes familiares de MeN además de la presentación en trabajadores jóvenes, esta teoría aún no se ha aceptado o rechazado debido a su poca investigación por lo que bien podría estar implicada (3).

3.2.2. Antecedentes generales

La nefropatía mesoamericana (MeN) es una enfermedad tubulointersticial, que progresa a enfermedad renal crónica de etiología desconocida, la cual afecta predominantemente a comunidades agrícolas en zonas rurales y cálidas. Aunque se reportaron casos aislados desde los años 70, fue a partir de los años 2000 cuando se documentó de manera más sistemática, con una alta prevalencia en países de Centroamérica como El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Guatemala y México. Asimismo, se han identificado casos en otras regiones del mundo, como Sri Lanka, la región de Andhra Pradesh en India, y la región de Isan en Tailandia (8).

En México, Tierra Blanca, Veracruz, destaca como una región con alta prevalencia de ERC, principalmente entre hombres jóvenes que trabajan en actividades agrícolas como la caña de azúcar. De los casos analizados en esta región, solo el 4% se asoció con DM2, lo que sugiere la presencia de factores no tradicionales como causantes principales. Esta enfermedad se caracteriza por su curso insidioso, con una progresión que comienza con lesión renal aguda (LRA) de tipo pre-renal y evoluciona hacia daño renal crónico (9).

3.2.3. Antecedentes específicos

Distribución Geográfica y Población Afectada.

La MeN tiene un impacto significativo en regiones agrícolas de baja altitud y clima cálido tropical. En Centroamérica, afecta a trabajadores agrícolas, especialmente a hombres jóvenes (proporción hombre-mujer $\geq 3:1$) de entre 20 y 50 años, que laboran en actividades intensivas como la caña de azúcar y la construcción. En Sri Lanka Uddanam, los afectados tienen un rango de edad mayor (40-60 años), aunque la enfermedad también predomina en hombres, con factores de exposición similares (9).

Factores de Riesgo Propuestos.

La etiología de la MeN incluye factores ambientales y ocupacionales como:

- Deshidratación recurrente asociada a largas jornadas laborales bajo condiciones de calor extremo.
- Exposición a agentes tóxicos, incluyendo pesticidas, metales pesados, agua con alto contenido de fluoruro, arsénico y cadmio.
- Consumo de analgésicos nefrotóxicos como los antiinflamatorios no esteroideos

(AINE).

- Factores genéticos y ambientales, que podrían interactuar y aumentar la susceptibilidad.

Fisiopatología.

El mecanismo fisiopatológico más aceptado implica la suma de factores ambientales y ocupacionales. Los períodos repetidos de deshidratación ocasionan LRA, que, al volverse recurrentes, provocan daño tubular e intersticial, progresando a ERC. Se ha señalado que la activación de la vía del poliol y el estrés oxidativo derivado del metabolismo de la fructosa, juegan un papel importante en la progresión de la enfermedad. Otros factores como la hipotensión por hipovolemia y el uso de analgésicos nefrotóxicos también contribuyen al daño renal (10).

Hallazgos Clínicos y Diagnóstico.

Los pacientes suelen ser asintomáticos en etapas iniciales, con una tasa de filtración glomerular (TFG) disminuida y proteinuria leve. En casos más avanzados, se observa hipopotasemia, hiperuricemia, hipomagnesemia y alteraciones renales en ultrasonido. El diagnóstico definitivo requiere un examen histopatológico, que suele revelar fibrosis intersticial y atrofia tubular acompañada de glomeruloesclerosis (10).

Prevención y Tratamiento.

Las estrategias preventivas se enfocan en reducir los factores de riesgo como la deshidratación y la exposición a tóxicos, promoviendo la hidratación, el descanso y la sombra durante las jornadas laborales. En algunos países, se han implementado medidas regulatorias como la prohibición de pesticidas específicos. El tratamiento es principalmente de soporte, incluyendo medicamentos como alopurinol, suplementos de potasio y agentes bloqueadores del sistema renina-angiotensina, aunque no existe una terapia específica dada la naturaleza desconocida de la etiología (4).

4. JUSTIFICACIÓN

El propósito de esta investigación es evidenciar el deterioro renal y su progresión a nefropatía mesoamericana en este grupo ocupacional de alto riesgo en México a lo largo de una temporada de cosecha (zafra), en relación con las condiciones de estrés térmico,

largas jornadas de trabajo y poca hidratación, los cuales son factores causales señalados en el desarrollo de nefropatía mesoamericana. Con base en los resultados, se podrán emitir una serie de recomendaciones para mitigar estrés térmico y el daño renal agudo evitando su progresión a nefropatía mesoamericana.

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los datos sobre la ocurrencia de nefropatía mesoamericana en México son escasos. Los cortadores de caña quemada han sido una población ocupacional centinela para la detección y el estudio de ERC en Centroamérica, es necesario estudiar los factores de riesgo ocupacionales y su progresión a daño renal que pueden llevarnos a la prevención precoz de esta nefropatía, así como crear recomendaciones para disminuir el riesgo de afección a la salud renal del trabajador durante la producción cañera.

6. HIPÓTESIS

H0: La temporada de cosecha (zafra) no es un factor desencadenante de la nefropatía mesoamericana, y el daño renal que ocurre durante la jornada de corte de caña no está asociada a factores ocupacionales.

HA: La temporada de cosecha (zafra) es un factor desencadenante de la nefropatía mesoamericana, y el daño renal que ocurre durante la jornada de corte de caña está asociado a factores ocupacionales.

7. OBJETIVOS

7.1. Objetivos Generales:

- Determinar la incidencia de lesión renal aguda durante un periodo de corte de caña.

7.2. Objetivos específicos

- Determinar en un grupo de cortadores de caña de azúcar en Tierra Blanca, Veracruz la prevalencia de nefropatía mesoamericana al iniciar un periodo de corte de caña de azúcar.
- Estudiar los efectos agudos de los factores ocupacionales sobre el riñón durante una temporada de trabajo en cortadores de caña de azúcar.
- Observar las prácticas laborales e hidratación.
- Elaborar recomendaciones de salud y seguridad ocupacional relacionadas con protección contra el estrés térmico y la deshidratación.

8. MATERIAL Y MÉTODOS

8.1. Tipo de investigación: Observacional

8.2. Características de diseño

- Por la temporalidad del estudio: Transversal
- Por la lectura de los datos: Retrospectivo
- Por el análisis de los datos: Análítico
- Por el numero de sedes: Unicéntrico
- Por el tipo de población: Población ocupacional

8.3. Unidad de población/investigación o universo de trabajo

- Ubicación espaciotemporal: Sembradíos en Tierra Blanca, Veracruz
- Población fuente: Adultos cortadores de caña quemada en Veracruz
- Población elegible: Adultos cortadores de caña quemada en Tierra Blanca, Veracruz pertenecientes al grupo de trabajo en marzo 2024 y diciembre 2024

8.4. Criterios de selección de muestra

- Criterios de inclusión: Mayores de 18 años, que sean trabajadores en el ingenio participante durante la zafra, firma de consentimiento informado
- Criterios de exclusión: ERC en etapas 4 o 5 según KDIGO, síndrome cardiorrenal tipo 1, cirrosis hepática, diagnóstico de cáncer.
- Criterios de eliminación: Datos incompletos o de veracidad dudosa, retiro de consentimiento informado, que no deseen toma de muestra sanguínea o presente muestra incompleta (matutina y vespertina).

8.5. Estrategia de muestreo: A conveniencia

8.6. Tamaño de la muestra: 102 participantes

9. DEFINICIÓN DE VARIABLES Y ESCALAS

9.1. Nombre de la variable: Nefropatía mesoamericana

- Definición conceptual: Enfermedad renal crónica no tradicional, de etiología desconocida, que afecta predominantemente a trabajadores agrícolas expuestos a condiciones laborales extremas.
- Definición operacional: Presente de enfermedad renal crónica diagnosticada mediante criterios clínicos (filtración glomerular alterada valorada por creatinina) y con historial ocupacional sin factores de riesgo como diabetes o hipertensión.

- Tipo de variable: Cualitativa, dicotómica.

9.2. Cuadro de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables demográficas y bioquímicas

Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Unidad de medición
VARIABLES DEMOGRÁFICAS				
Edad	Tiempo transcurrido en años desde la fecha de nacimiento.	Diferencia entre la fecha del día de la realización del estudio y la fecha de nacimiento.	Cuantitativa discreta	Años solares completos
Sexo	Conjunto de características biológicas que diferencian al hombre de la mujer y que al complementarse tienen la capacidad de reproducción.	Condición de hombre o mujer, asentada en la hoja de datos clínicos.	Cualitativa nominal dicotómica	Categorías 1=Mujer 2=Hombre
VARIABLES OBSERVADAS				
Sodio sérico	Elemento químico de símbolo Na y número atómico 11.	Niveles de sodio obtenidos mediante muestra sanguínea venosa.	Cuantitativa Continua	Miligramos sobre decilitro mg/dL
Potasio sérico	Elemento químico de símbolo K y número atómico 19.	Niveles de potasio obtenidos mediante muestra sanguínea venosa.	Cuantitativa Continua	Miligramos sobre decilitro mg/dL
Cloro sérico	Elemento químico de símbolo Cl y número atómico 17.	Niveles de cloro obtenidos mediante muestra sanguínea venosa.	Cuantitativa Continua	Miligramos sobre decilitro mg/dL
Calcio sérico	Elemento químico de símbolo Ca y número atómico 20.	Niveles de calcio obtenidos mediante muestra sanguínea venosa.	Cuantitativa Continua	Miligramos sobre decilitro mg/dL
Calcio corregido	Niveles de calcio sérico ajustados por el resultado del nivel de albúmina	Resultado de calcio obtenido mediante muestra sanguínea venosa corregido con un aumento de 0.8 mg/dl de calcio por cada gramo de albúmina menor a 4 g/dl.	Cuantitativa Continua	Miligramos sobre decilitro mg/dL
Niveles de albúmina	Proteína producida por el hígado que se encuentra en el plasma sanguíneo	Niveles de albúmina obtenida mediante muestra sanguínea venosa.	Cuantitativa Continua	Gramos por decilitro g/dL
Glucosa	Hexosa monosacárido, principal azúcar que circula en sangre	Niveles de glucosa obtenida mediante muestra sanguínea venosa.	Cuantitativa Continua	Miligramos sobre decilitro mg/dL
Nitrógeno de urea	Cantidad de nitrógeno circulando en forma de urea en el torrente sanguíneo	Niveles de nitrógeno de urea obtenida mediante muestra sanguínea venosa.	Cuantitativa Continua	Miligramos por decilitro mg/dL
Creatinina sérica	Producto final del metabolismo de la creatina que se encuentra en el tejido muscular y sangre de los vertebrados, se excreta por orina	Niveles de creatinina obtenida mediante muestra sanguínea venosa.	Cuantitativa Continua	Miligramos sobre decilitro mg/dL
Ácido úrico	Ácido débil producido en hígado, músculos, intestinos, riñones, y endotelio vascular, como producto final del catabolismo de purinas	Niveles de ácido úrico obtenida mediante muestra sanguínea venosa.	Cuantitativa Continua	Miligramos sobre decilitro mg/dL

Fósforo	No metal multivalente, como fósforo inorgánico forma parte de moléculas de ADN y ARN, se utiliza para almacenar y transportar energía.	Niveles de fósforo obtenido mediante muestra sanguínea venosa.	Cuantitativa Continua	Miligramos sobre decilitro mg/dL
Tasa de filtrado glomerular	Volumen de fluido filtrado por unidad de tiempo desde los capilares glomerulares renales hacia el interior de la cápsula de Bowman.	Estimación del Filtrado glomerular mediante el aclaramiento plasmático de la creatinina utilizando la fórmula CKD-EPI.	Cuantitativa Continua	Mililitros por minuto por metro cuadrado de superficie corporal. ml/min/m ²
Mioglobina	Proteína que se encuentra principalmente en el músculo esquelético y músculo cardíaco, que se encuentra en plasma sanguíneo	Niveles de mioglobina obtenido mediante muestra sanguínea venosa.	Cuantitativa Continua	Nanogramos por mililitro Ng/mL
CPK-MB	Isoenzima de la creatinfosfoquinasa (CPK) que se encuentra principalmente en el músculo cardíaco	Niveles de CPK -MB obtenido mediante muestra sanguínea venosa.	Cuantitativa Continua	Nanogramos por mililitro Ng/mL

10. INFORME NUMÉRICO NARRATIVO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Tabla 2. Cronograma de actividades programadas durante el desarrollo de estudio (12 meses)

Actividades para realizar	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Diseño y desarrollo técnico del protocolo	✓											
Capacitación en expediente clínico electrónico institucional	✓											
Aproximación a laboratorio y equipo de refrigeración y procesamiento de muestras	✓											
Revisión de bibliografía sobre temas generales de nefrología	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Retroalimentación sobre bibliografía y avances del protocolo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Curso de Metodología de la Investigación en Salud							✓					
Procesamiento de muestras sanguíneas y de orina en el instituto	✓	✓										
Redacción del informe final, graficas, tablas y elección de variables más significativas										✓	✓	✓
Reporte preliminar del protocolo												✓

11. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

11.1. Análisis estadístico: Se realizará un análisis descriptivo de las variables

cuantitativas mediante medidas de tendencia central y dispersión según la naturaleza de las variables en media y dispersión estándar o en mediana y rango intercuartílico, así mismo para variables cualitativas se utilizarán frecuencias absolutas y relativas.

11.2. Estrategia de trabajo: Se realizarán mediciones mediante muestras de sangre durante una jornada laboral de los cortadores de caña para evaluar las posibles variables analíticas asociadas al desarrollo de nefropatía mesoamericana.

11.3. Obtención de resultados: La información será organizada y clasificada en función de las variables del estudio, utilizando criterios preestablecidos. Posteriormente, los datos serán procesados y analizados empleando el programa Excel para las etapas iniciales de depuración y tabulación, antes de ser transferidos a software estadístico avanzado como GraphPrism 9.1 o R para el análisis detallado.

11.4. Análisis de resultados: Los datos serán analizados mediante un enfoque estadístico mixto. En la etapa descriptiva, se evaluarán frecuencias, promedios, y distribuciones. En la etapa inferencial, se aplicarán pruebas de asociación y modelos multivariados para identificar factores ocupacionales relacionados con el desarrollo de nefropatía mesoamericana. Se realizará un análisis comparativo de individuos en dos tiempos (inicio y fin de la zafra) con una prueba t pareada y se evaluará la significancia estadística ($p < 0.05$) y para las variables no paramétricas se utilizará la prueba de Wilcoxon.

11.5. Interpretación de resultados: Los resultados obtenidos serán interpretados a la luz de la evidencia científica disponible sobre nefropatía mesoamericana. Se analizarán las posibles coincidencias o discrepancias con estudios previos. Si los resultados confirman las hipótesis planteadas, se discutirá el impacto de los factores ocupacionales sobre la salud renal en el contexto local. En caso contrario, se considerará una posible nueva línea de investigación para explicar los hallazgos.

12. RECURSOS

- **Humanos:** Investigadores principales: Médico investigador con experiencia en nefrología; personal de apoyo: 6 voluntarios (2 estudiantes de medicina) para la aplicación de encuestas y toma de mediciones; 4 técnicos de laboratorio: para la recolección y análisis inicial de muestras biológicas.
- **Materiales:** Dispositivos médicos: material de laboratorio: tubos de recolección, insumos para análisis sanguíneos y urinarios; equipo de oficina: Computadoras,

impresora, y papelería; transporte: vehículo tipo Van para traslado del equipo desde las áreas de trabajo a laboratorio local para centrifugación y almacenamiento.

- **Financieros:** La financiación del proyecto principal se llevará a cabo por la Institución World Vision financiada por el Departamento de Trabajo de Estados Unidos que se encargará del pago de la recolección, procesamiento y análisis de laboratorios, así como el equipo de análisis de los trabajadores de zafra.

13. RESULTADOS

Durante el periodo de zafra 2023–2024 se obtuvo el consentimiento informado de 102 cortadores de caña; sin embargo, cuatro participantes fueron excluidos del análisis final por negarse a tomar muestras sanguíneas. La población analizada quedó conformada por 98 sujetos. Las características demográficas y antropométricas de la población de estudio se resumen en la Tabla 3. La población en estudio, estuvo constituida casi en su totalidad por hombres, con una edad predominantemente joven, concentrada en el grupo etario de 18 a 39 años. En cuanto al estado nutricional, la mayoría de los participantes presentó un índice de masa corporal normal, aunque una proporción relevante se clasificó con sobrepeso u obesidad.

Tabla 3. Características demográficas, antropométricas y de función renal de la población de estudio

VARIABLE	n (%)
Sexo	
Masculino	101 (99.0)
Femenino	1 (1.0)
Grupo etario (años)	
18-39	51 (52.0)
40-49	6 (6.1)
50-59	21(21.4)
60-69	7 (7.1)
70-79	2 (2.0)
Índice de masa corporal	
Normal	41.1
Sobrepeso	37.3
Obesidad	21.6

En relación con la función renal, se observó que el 31% de los participantes presentó una tasa de filtrado glomerular estimada (TFGe) preservada pero inferior a 90 ml/min/1.73 m², lo que sugiere una disminución subclínica de la función renal. De estos casos, nueve se clasificaron en estadios KDIGO¹ 3 a 5. Asimismo, se identificó la presencia de lesión renal aguda en el 20.4% de la población analizada.

Con respecto a los biomarcadores de daño muscular, la Figura 1 muestra los niveles plasmáticos de mioglobina y creatinfosfoquinasa (CPK) medidos antes y después de la jornada laboral. Podemos observar un incremento de los niveles de mioglobina plasmática al finalizar la jornada, con una tendencia al aumento en la mayoría de los participantes (Figura 1A). El análisis de las diferencias post-pre evidenció una amplia dispersión de valores, lo que sugiere una respuesta heterógena al esfuerzo físico, con algunos sujetos que presentaron incrementos marcados. De manera similar, la Figura 1B muestra un incremento en los niveles de creatina fosfocinasa (CPK) tras la jornada laboral, con variabilidad interindividual y valores elevados compatibles con daño muscular inducido por esfuerzo físico intenso. Estos cambios bioquímicos sugieren la presencia de rabdomiólisis leve o subclínica, hallazgos que son concordantes con la naturaleza extenuante del trabajo realizado durante la zafra.

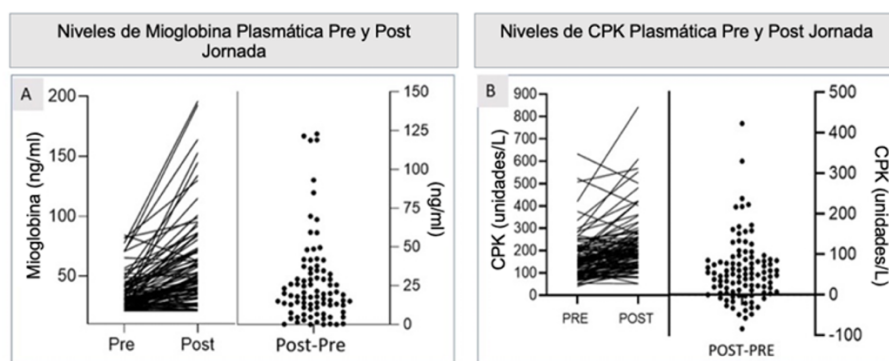


Figura 1. Cambios pre y post jornada laboral en los niveles plasmáticos de mioglobina y creatina fosfocinasa en cortadores de caña de azúcar

Además de los hallazgos en biomarcadores de daño muscular, se evaluaron cambios matutino-vespertinos en glucosa sérica, proteinuria y ácido úrico, cuyos resultados se resumen en la Figura 2. En el caso de la glucosa sérica, la cual nos ayuda a descartar un origen metabólico de la proteinuria y confirmar que las alteraciones renales que se observan, se deben al estrés térmico y al esfuerzo físico, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre

¹ KDIGO (Kidney Disease: Improving Global Outcomes) es una organización global sin fines de lucro que desarrolla e implementa guías de práctica clínica basadas en evidencia sobre enfermedad renal.

las mediciones de la mañana y la tarde ($p = 0.089$), lo que indica una distribución homogénea de los valores y sin tendencia marcada hacia incremento o disminución a lo largo de la jornada laboral (Figura 2A).

En contraste, la proteinuria mostró un incremento significativo al finalizar el día de trabajo ($p = 0.023$), evidenciando un patrón ascendente consistente en la mayoría de los participantes (Figura 2B). Este hallazgo sugiere un impacto agudo de la carga física y posiblemente del estrés térmico sobre la permeabilidad glomerular, incluso en ausencia de elevaciones significativas en glucosa o ácido úrico.

Por último, los niveles de ácido úrico no mostraron cambios relevantes entre el periodo matutino y vespertino ($p = 0.9354$), con una variabilidad interindividual mínima y sin indicios de aumento asociado directamente con la jornada laboral (Figura 2C). En conjunto, estos resultados indican que, mientras algunos parámetros metabólicos permanecen estables a lo largo del día, la proteinuria se ve claramente afectada tras la actividad intensa.

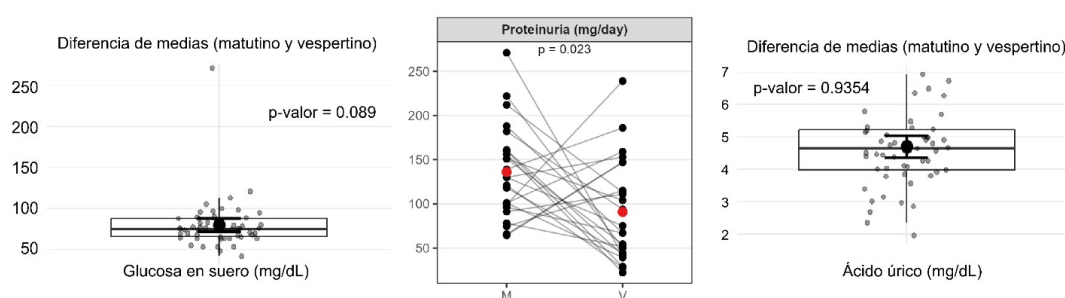


Figura 2. Efectos de la jornada laboral sobre marcadores metabólicos y de función renal temprana.

14. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El presente estudio analiza el impacto de los factores ocupacionales asociados a la temporada de corte de caña de azúcar sobre la función renal en una población agrícola de alto riesgo en Tierra Blanca, Veracruz. Durante la zafra 2023–2024, se incluyeron inicialmente 102 cortadores de caña, de los cuales 98 completaron el protocolo tras la exclusión de 4 participantes que no aceptaron la toma de muestras sanguíneas. La población estudiada estuvo conformada predominantemente por hombres (99%), con una distribución etaria concentrada principalmente entre los 18 y 39 años, lo que coincide con el perfil demográfico descrito en regiones endémicas de nefropatía mesoamericana (MeN) (1–3).

Con respecto al estado nutricional, una proporción considerable de los trabajadores presentó sobrepeso u obesidad (58.9%), hallazgo relevante debido a su posible interacción con el estrés térmico y la deshidratación en la susceptibilidad al daño renal. No obstante, la MeN se ha descrito clásicamente en individuos sin comorbilidades metabólicas importantes, por lo que estos resultados sugieren la coexistencia de factores no tradicionales y condiciones nutricionales que podrían modificar la respuesta renal al estrés ocupacional (3,6).

Uno de los hallazgos más relevantes del estudio fue la identificación de alteraciones basales en la función renal. Se observó que el 31% de los participantes presentó una tasa de filtración glomerular estimada (TFGe) preservada pero inferior a 90 ml/min/1.73 m², lo que sugiere daño renal subclínico previo. De manera preocupante, nueve trabajadores se clasificaron en estadios KDIGO 3–5, a pesar de no contar con factores de riesgo tradicionales como diabetes mellitus o hipertensión arterial. Este hallazgo respalda la hipótesis de daño renal acumulativo asociado a exposiciones laborales repetidas en temporadas previas de zafra, tal como se ha descrito en poblaciones agrícolas de Centroamérica y Sri Lanka (3,9).

Durante la temporada de corte de caña, el 20.4% de los trabajadores desarrolló lesión renal aguda (LRA), lo que evidencia el impacto agudo de las condiciones laborales sobre la función renal. Este resultado es consistente con estudios previos que documentan una alta incidencia de LRA en trabajadores agrícolas expuestos a calor extremo y deshidratación, incluso en jornadas laborales relativamente cortas (6,10). La presencia de LRA en este contexto refuerza el modelo fisiopatológico que propone episodios repetidos de daño renal agudo como el principal mecanismo de progresión hacia fibrosis tubulointersticial y enfermedad renal crónica de etiología no tradicional.

El aumento de los niveles plasmáticos de mioglobina y CPK observado tras la jornada laboral aporta evidencia adicional sobre el papel del daño muscular inducido por esfuerzo físico intenso como un mecanismo relevante en el desarrollo de lesión renal aguda en trabajadores agrícolas. Tal como se muestra en la Figura 1, la elevación post jornada de ambos biomarcadores sugiere episodios de rabdomiólisis leve o subclínica, un fenómeno previamente subestimado en esta población, pero cada vez más reconocido en estudios recientes (6,10).

Con respecto a los parámetros metabólicos evaluados a lo largo del día aportan información adicional sobre el impacto agudo del trabajo. La glucosa sérica matutina y vespertina no mostró cambios estadísticamente significativos, lo que sugiere estabilidad en el metabolismo energético pese al esfuerzo físico prolongado. Por el contrario, la proteinuria presentó un aumento significativo al final de la jornada ($p = 0.023$), lo cual constituye un hallazgo

particularmente relevante, ya que la proteinuria transitoria inducida por ejercicio y estrés térmico se ha asociado con disfunción glomerular y tubular temprana en trabajadores expuestos a altas temperaturas. Este incremento podría representar un marcador sensible de estrés renal agudo y un fenómeno precursor de daño crónico si se repite de manera sostenida.

En el caso del ácido úrico, no se observaron diferencias matutino-vespertinas significativas, lo cual puede interpretarse como ausencia de un aumento agudo del catabolismo purínico o de alteraciones tubulares manifestadas en el corto plazo. Sin embargo, la importancia del ácido úrico radica en que constituye un marcador de riesgo para disfunción endotelial, estrés oxidativo y daño tubular cuando se eleva crónicamente; por lo tanto, su estabilidad diaria no descarta un papel relevante en exposiciones prolongadas.

Asimismo, los resultados ponen de manifiesto la importancia de las prácticas laborales y de hidratación como factores modificables. La alta frecuencia de LRA observada sugiere que las medidas actuales de protección contra el estrés térmico son insuficientes, lo que coincide con reportes internacionales que destacan la efectividad de intervenciones basadas en hidratación estructurada, pausas regulares y acceso a sombra para reducir el daño renal ocupacional (4,6). Entre las limitaciones del estudio se encuentra la ausencia de confirmación histopatológica, lo que impide establecer un diagnóstico definitivo de MeN; sin embargo, la utilización de criterios clínicos, bioquímicos y ocupacionales es consistente con estudios epidemiológicos previos y permite una aproximación válida al problema de salud pública que representa esta entidad (7,10). A pesar de estas limitaciones, el análisis retrospectivo y la evaluación durante la zafra aportan información valiosa sobre los efectos agudos del trabajo agrícola en condiciones extremas.

La temporada de corte de caña de azúcar se asocia con una elevada frecuencia de lesión renal aguda en trabajadores agrícolas expuestos a estrés térmico, deshidratación y esfuerzo físico intenso. En este estudio, uno de cada cinco cortadores de caña desarrolló LRA durante la zafra, y una proporción significativa presentó alteraciones basales de la función renal, incluyendo estadios avanzados de enfermedad renal crónica según KDIGO, en ausencia de factores de riesgo tradicionales.

Los hallazgos respaldan la hipótesis de que el daño renal inducido por factores ocupacionales desempeña un papel central en el desarrollo y progresión de nefropatía mesoamericana. Los cortadores de caña de Tierra Blanca, Veracruz, constituyen una población ocupacional altamente vulnerable y comparable a las descritas en otras regiones endémicas, lo que posiciona a esta enfermedad como un problema emergente de salud pública en México.

La identificación de daño renal subclínico y de episodios agudos de LRA subraya la necesidad de implementar estrategias preventivas dirigidas a mejorar las condiciones laborales, reducir el estrés térmico, garantizar una hidratación adecuada y establecer pausas regulares durante la jornada de trabajo. Finalmente, estos resultados aportan evidencia local que puede orientar políticas de salud y seguridad ocupacional y servir como base para estudios longitudinales futuros que evalúen la progresión del daño renal y el impacto de intervenciones preventivas en esta población.

15. ANEXOS



Salud
Secretaría de Salud



**La Secretaría de Salud
a través de la Dirección General
de Calidad y Educación en Salud
Otorga el presente**

CONSTANCIA

a

Luhana Del Rio Soroko

Por haber concluido satisfactoriamente el Curso a Distancia

**Acciones Esenciales para
la Seguridad del Paciente**

con una duración de 8 horas,

obteniendo una Calificación de 9.00

Se extiende la presente constancia el 17 de febrero de 2025



DRA. MAGDALENA DELGADO BERNAL
Directora de Educación en Salud



a5681840-ed52-11ef-ada1-67fd7d5edec5



NIDA Clinical Trials Network

Certificate of Completion

is hereby granted to

Luhana Del Rio Soroko

to certify your completion of the six-hour required course on:

GOOD CLINICAL PRACTICE

MODULE:

Introduction
Institutional Review Boards
Informed Consent
Confidentiality & Privacy
Participant Safety & Adverse Events
Quality Assurance
The Research Protocol
Documentation & Record-Keeping
Research Misconduct
Roles & Responsibilities
Recruitment & Retention
Investigational New Drugs

STATUS:

N/A
Passed
Passed
Passed
Passed
Passed
Passed
Passed
Passed
Passed
Passed

Course Completion Date: 2 June 2025

CTN Expiration Date: 2 June 2028

Eve Jelstrom

Eve Jelstrom, Principal Investigator
NDAT CTN Clinical Coordinating Center

Good Clinical Practice, Version 5, effective 03-Mar-2017

This training has been funded in whole or in part with Federal funds from the National Institute on Drug Abuse, National Institutes of Health, Department of Health and Human Services, under Contract No. HHSN27201201000024C.



Salud
Secretaría de Salud



**La Secretaría de Salud
a través de la Dirección General
de Calidad y Educación en Salud
Otorga el presente**

CONSTANCIA

a

Luhana Del Rio Soroko

Por haber concluido satisfactoriamente el Curso a Distancia

**Programa de capacitación en Metodología de la Investigación
en Salud con orientación en Atención Primaria de Salud**

**con una duración de 32 horas,
obteniendo una Calificación de 100.00 %**

Se extiende la presente constancia el 8 de agosto de 2025



DRA. MAGDALENA DELGADO BERNAL
Directora de Educación en Salud



4a1d84f0-74cb-11f0-a0d1-d75c46e37bd5

Outline

Images

Download

Cite

Share

PUBLICATION ONLY: ABSTRACTS - PUBLICATION ONLY

Tubular Function After Elective Nephrectomy in Living Kidney Donors

PUB392

Castro Martínez, Daniela¹; Fernandez Yepez, Ana K.¹; Del Rio Soroko, Luhana¹; Hernández Carrasco, Adriana¹; Carabeo, Grecia Bejarano¹; Meléndez Mendoza, Adrián¹; Rodríguez-Iturbe, Bernardo^{1,2}; Madero, Magdalena¹

[Author Information](#) ⓘ

¹Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chavez, State of Mexico, Méx., Mexico;

²Instituto Nacional de Ciencias Medicas y Nutricion Salvador Zubiran, Mexico City, CDMX, Mexico.

Journal of the American Society of Nephrology 36(10S):10.1681/ASN.2025hpd8w8h, October 2025. | DOI: 10.1681/ASN.2025hpd8w8h

16. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Johnson, R. J.; Sánchez-Lozada, L. G.; Newman, L. S.; Lanaspa, M. A.; Diaz, H. F.; Lemery, J.; Rodriguez-Iturbe, B.; Tolan, D. R.; Butler-Dawson, J.; Sato, Y.; et al.. Climate Change and the Kidney. *Annals of nutrition & metabolism*. 2019; 74(3): 38-44. DOI: 10.1159/000500344 From NLM.
2. Young, S. E.; Khoshnaw, L. J.; Johnson, R. J. Climate and the Nephrologist: The Intersection of Climate Change, Kidney Disease, and Clinical Care. *Clinical journal of the American Society of Nephrology*. 2023; 18(3): 411-417. DOI: 10.2215/CJN.08530722 From NLM Medline.
3. Sanchez Polo V, Garcia-Trabanino R, Rodriguez G, Madero M. Mesoamerican Nephropathy (MeN): What We Know so Far. *International Journal of Nephrology and Renovascular Diseases (IJNRD)*. 2020 octubre; 13: 261-272. DOI: 10.2147/IJNRD.S270709
4. Johnson, R. J.; Wesseling, C.; Newman, L. S. Chronic Kidney Disease of Unknown Cause in Agricultural Communities. *The New England journal of medicine*. 2019 Mayo; 380(19): 1843-1852. DOI: 10.1056/NEJMra1813869
5. Aguilar-Ramirez, D.; Rana-Custodio, A.; Villa, A.; Rubilar, X.; Olvera, N.; Escobar, A.; Johnson, R. J.; Sanchez-Lozada, L.; Obrador, G. T.; Madero, M. Decreased kidney function and agricultural work: a cross-sectional study in middle-aged adults from Tierra Blanca, Mexico.. *Nephrology, dialysis, transplantation : official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association*. 2021 Mayo; 36(6): 1030–1038. DOI: 10.1093/ndt/gfaa041
6. García-Trabanino R, Cerdas M, Madero M, Jakobsson K, Barnoya J, Crowe J, et al. 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*. 2017; 14(1): 39-45. DOI: 10.2147/IJNRD.S270709
7. Organización Panamericana de la Salud. Clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud. 2018; 1(10): 63.
8. Valdivia Mazeyra MF, Muñoz Ramos P, Serrano R, Alonso Riaño M, Gil Giraldo Y, Quiroga B. Nefropatía endémica mesoamericana: una enfermedad renal crónica de origen no tan desconocido. *Nefrología*. 2021; 41(6): 605-712. DOI
9. Aguilar, D. J., & Madero, M. Other Potential CKD Hotspots in the World: The Cases of Mexico and the United States. *Seminars in nephrology*. 2019; 39(3): 300-307. DOI: 10.1016/J
10. Marín, D., Guadamuz, S., Suarez, G & Salas, F. Nefropatía Mesoamericana. *Medicina Legal de Costa Rica*. 2020; 37(1): 121-129.