



## **CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**“Exposición perinatal a xenobióticos y factores asociados al incremento del volumen renal medido por ultrasonido en el primer año de vida, en lactantes del Estado de Aguascalientes”**

**TESIS PRESENTADA POR**

**Dra. Karina Marisol Gress Montiel**

**Para obtener el grado de especialista en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica**

**ASESORES:**

**Dr. Héctor David Calzada Gallegos**

**Dr. José Manuel Arreola Guerra**

**Aguascalientes, Ags, a 27 de enero del 2026**

**APROBACIONES**

**Exposición perinatal a xenobióticos y factores asociados al incremento del volumen renal medido por ultrasonido en el primer año de vida, en lactantes del estado de Aguascalientes.**

**AUTORIZACIONES:**

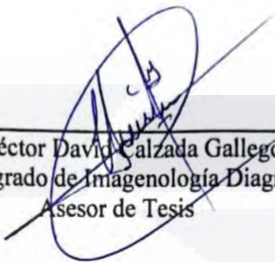
  
\_\_\_\_\_  
Dr. Edwin Oswaldo Vargas Ávila  
Director de Enseñanza e Investigación

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Salvador Israel Macías Hernández  
Encargado de la Presidencia del Comité de Investigación

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Ana Laura González López  
Jefa del Departamento de Auxiliares de Diagnóstico y Tratamiento

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Elvia Patricia Soto Toledo  
Profesora Titular del Posgrado de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica





Dr. Héctor David Calzada Gallegos  
Médico Adscrito del Posgrado de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica  
Asesor de Tesis



Dr. José Manuel Arreola Guerra  
Asesor Metodológico de Tesis



**DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO - ESPECIALIDADES MÉDICAS**



Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 19/01/2026

**NOMBRE:** GRESS MONTIEL KARINA MARISOL **ID** 345451

**ESPECIALIDAD:** IMAGENOLOGÍA DIAGNOSTICA Y TERAPEUTICA **LGAC (del posgrado):** EVALUACION POR IMAGEN DE ENFERMEDADES NEUROVASCULARES, CRONICO-DEGENERATIVAS, TRAUMATICAS, QUIRURGICAS E INFECCIOSAS

**TIPO DE TRABAJO:** ( X ) Tesis ( ) Trabajo práctico

**SEDE HOSPITALARIA:** CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

**TITULO:** EXPOSICION PERINATAL A XENOBIOTICOS Y FACTORES ASOCIADOS AL INCREMENTO DEL VOLUMEN RENAL MEDIDO POR ULTRASONIDO EN EL PRIMER AÑO DE VIDA, EN LACTANTES DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

**IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado):** CONOCIMIENTO SOBRE LOS DETERMINANTES AMBIENTALES Y PERINATALES QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO RENAL TEMPRANO DETERMINADO POR EL VOLUMEN RENAL MEDIDO POR ULTRASONIDO, CON LA POSIBILIDAD DE CREAR ESTRATEGIAS DE PREVENCION Y DETECCION OPORTUNA

**INDICAR SI - NO - NA (No aplica) SEGÚN CORRESPONDA:**

*Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:*

- SI El trabajo es congruente con las LGAC de la especialidad médica
- SI La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
- SI Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
- SI Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
- SI Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
- SI El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
- SI Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
- NO Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
- SI Cumple con la ética para la Investigación (reporte de la herramienta antiplagio)

*El egresado cumple con lo siguiente:*

- SI Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Posgrado
- SI Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios
- SI Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial
- SI Cuenta con la aprobación del (la) Jefe de Enseñanza y/o Hospital
- SI Coincide con el título y objetivo registrado
- SI Tiene el CVU de la SECIHTI actualizado
- SI Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado Sí X  
No \_\_\_\_\_

**FIRMAS**

**Revisó:**   
NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO: MCB.E SILVIA PATRICIA GONZÁLEZ FLORES

**Autorizó:**   
NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO: DR. EN FARM. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ

**Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado**

En cumplimiento con el Art. 136 fracción II, inciso g) del Reglamento General de Posgrado, que a la letra señala: autorización de la persona titular del Decanato del Centro de Ciencias de la Salud.

# GOBIERNO DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES



**El gigante de México**

Centenario Hospital **Miguel Hidalgo**

## COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

CEI-CI/157/25

Aguascalientes, Ags., a 25 de Septiembre del 2025

**DR. HÉCTOR DAVID CALZADA GALLEGOS**  
INVESTIGADOR RESPONSABLE  
**PRESENTE:**

En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Investigación y de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, han decidido **APROBAR** el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

**"EXPOSICIÓN PERINATAL A XENOBIÓTICOS Y FACTORES ASOCIADOS AL INCREMENTO DEL VOLUMEN RENAL MEDIDO POR ULTRASONIDO EN EL PRIMER AÑO DE VIDA, EN LACTANTES DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES"**

**Autores:**

DRA. KARINA MARISOL GRESS MONTIEL  
DR. JOSÉ MANUEL ARREOLA GUERRA

En virtud de que se cumplió con los requisitos establecidos por ambos comités por cual se otorga el número de registro: 2025-R-41

Con tiempo de vigencia: 6 meses de octubre de 2025 a abril de 2026

Sin otro particular, se solicita a los investigadores ajustarse a su periodo de vigencia del proyecto, reportar avance del proyecto de forma semestral en el mes de diciembre mediante el formato de "Avances de protocolos" y al concluirse, reportar estado del estudio, incidencias y eventos, además entregar resumen de resultados obtenidos y de los productos generados.

**ATENTAMENTE**

**DR. SALVADOR ISRAEL MACIAS HERNANDEZ**  
ENCARGADO DE LA PRESIDENCIA DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

**DR. JAIME ASAEL LÓPEZ VALDEZ**  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN  
VOCAL SECRETARIO DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN



449 9 94 67 20  
E0AV/SIM/JALV/DGPG\*

www.issea.gob.mx

Av. Manuel Gómez Morán S/N. Col. Estación Alameda  
C.P. 20259, Aguascalientes, Ags.



Fecha: Aguascalientes, a 23 de octubre 2025

**Dr. Edwin Oswaldo Vargas Ávila**  
**Director de Enseñanza e Investigación**

**PRESENTE**

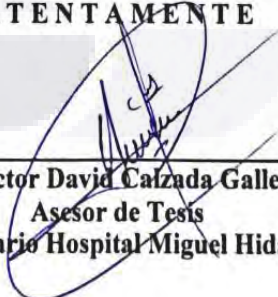
En respuesta a la petición hecha al médico residente Karina Marisol Gress Montiel, relacionado a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

**“EXPOSICIÓN PERINATAL A XENOBIÓTICOS Y FACTORES ASOCIADOS AL INCREMENTO DEL VOLUMEN RENAL MEDIDO POR ULTRASONIDO EN EL PRIMER AÑO DE VIDA, EN LACTANTES DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES”**

Me permito informarle que, una vez leído y corregido el documento, considero que llena los requisitos para ser aceptado e impreso como trabajo final.

Sin más por el momento, le envío un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**



---

**Dr. Héctor David Caizada Gallegos**  
**Asesor de Tesis**  
**Centenario Hospital Miguel Hidalgo**

c.c.p. Coordinador de Investigación CHMH  
c.c.p. Secretaría de Investigación y Posgrado del Centro de Ciencias de la Salud, UAA.

Fecha: Aguascalientes, a 23 de octubre 2025

**Dr. Edwin Oswaldo Vargas Ávila**  
**Director de Enseñanza e Investigación**

**PRESENTE**


En respuesta a la petición hecha al médico residente Karina Marisol Gress Montiel, relacionado a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

**“EXPOSICIÓN PERINATAL A XENOBIÓTICOS Y FACTORES ASOCIADOS AL INCREMENTO DEL VOLUMEN RENAL MEDIDO POR ULTRASONIDO EN EL PRIMER AÑO DE VIDA, EN LACTANTES DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES”**

Me permito informarle que, una vez leído y corregido el documento, considero que llena los requisitos para ser aceptado e impreso como trabajo final.

Sin más por el momento, le envío un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**



---

**Dr. José Manuel Arreola Guerra**  
**Asesor Metodológico de Tesis**

c.c.p. Coordinador de Investigación CHMH  
c.c.p. Secretaría de Investigación y Posgrado del Centro de Ciencias de la Salud, UAA.  
c.c.p. Archivo

DR. EN FARMACOLOGÍA SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTE

Por medio del presente como *ASESOR* designado del estudiante **KARINA MARISOL GRESS MONTIEL** con ID 345451 quien realizó *la tesis* titulado/a: **"EXPOSICIÓN PERINATAL A XENOBIÓTICOS Y FACTORES ASOCIADOS AL INCREMENTO DEL VOLUMEN RENAL MEDIDO POR ULTRASONIDO EN EL PRIMER AÑO DE VIDA, EN LACTANTES DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES"**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en la fracción IX del Artículo 43 del Reglamento General de Posgrados, doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que *ella* pueda continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

**"Se Lumen Proferre"**

**Aguascalientes, Ags., a 24 de octubre de 2025.**

**DR. HÉCTOR DAVID CALZADA GALLEGOS**  
Asesor de tesis

c.c.p.- Interesado

c.c.p.- Coordinación del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.  
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión Integral.  
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-07  
Actualización: 02  
Emisión: 13/08/25


**DR. EN FARMACOLOGÍA SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ**  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

**PRESENTE**

Por medio del presente como *ASESOR* designado del estudiante **KARINA MARISOL GRESS MONTIEL** con ID 345451 quien realizó *la tesis* titulado/a: **"EXPOSICIÓN PERINATAL A XENOBIÓTICOS Y FACTORES ASOCIADOS AL INCREMENTO DEL VOLUMEN RENAL MEDIDO POR ULTRASONIDO EN EL PRIMER AÑO DE VIDA, EN LACTANTES DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES"**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en la fracción IX del Artículo 43 del Reglamento General de Posgrados, doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que *ella* pueda continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**"Se Lumen Proferre"**  
Aguascalientes, Ags., a 24 de octubre de 2025.

  
**DR. JOSÉ MANUEL ARREOLA GUERRA**  
Asesor metodológico de tesis

c.c.p.- Interesado  
c.c.p.- Coordinación del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.  
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión Integral.  
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-07  
Actualización: 02  
Emisión: 13/08/25

contacto1@fmri.org.mx <contacto1@fmri.org.mx>  
Para: sol.gress.31@gmail.com


Estimada Dra. Gress Montiel

Agradecemos el envío de su trabajo y el interés en participar en el CIIS 2025, en esta ocasión su trabajo fue seleccionado para este

Enviamos las correcciones del comité para que por favor nos envíe el trabajo corregido a más tardar el día **jueves 24 de septiembre**

Quedo pendiente a su confirmación.

Saludos

 **DR. GRESS MONTIEL KARINA MARISOL.pdf**  
372K [Visualizar como HTML](#) [Explorar y descargar](#)

Kidney International - Manuscript ID KI-11-25-1918



Kidney International <onbehalf...> lunes, 24 de noviembre de 2025, 8:28 p.m.

Para dr.jmag@gmail.com  
CC: leslie.zm@hotmail.com; dra.lesliezm@outlook.com;  
abecerra@inmegen.edu.mx; rvelazquez@inmegen.gob.mx;  
dr\_genetica@yahoo.com; lilian.guerrero@edu.uaa.mx; tperez@inmegen.edu.mx;  
**gress.mn@hotmail.com** javaldez@correo.uaa.mx; ginecosergioramos@gmail.com;  
dr.jmag@gmail.com; fjavelar@yahoo.com

24-Nov-2025

Dear Dr. Arreola-Guerra:

Your manuscript entitled "Placental methylation profile in women exposed to fluoride and its association with kidney volume at birth" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in Kidney International.

Your manuscript ID is KI-11-25-1918.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <https://mc.manuscriptcentral.com/ki> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <https://mc.manuscriptcentral.com/ki>.

Thank you for submitting your manuscript to Kidney International.

Sincerely,  
Kidney International Editorial Office

## AGRADECIMIENTOS

A lo largo de este proceso he tenido la fortuna de contar con personas que, de distintas formas, han sido fundamentales en mi camino, a todas ellas, gracias.

A mi familia, por su amor incondicional, por enseñarme con el ejemplo y por siempre ser mi base, incluso en la distancia. A mis padres, **Ma. Eugenia Montiel Guzmán, J. Trinidad Gress Ramírez**, que son el corazón de todo lo que soy, gracias por su entrega, por enseñarme el valor del trabajo y la constancia, su apoyo ha sido mi mayor fortaleza y mi motor constante. A mis hermanos: **Sayra y Hugo** por ser pilares, por su cariño y por recordarme siempre de dónde vengo. Estar lejos de ustedes me ha hecho valorar aún más cada palabra, cada gesto, cada consejo y me ha permitido crecer no solo como profesional, sino también como persona.

A mi prometido, **Fernando Jaramillo Arriaga**, por ser mi compañero de vida en todos los sentidos, gracias por tu amor incondicional, por tu apoyo silencioso pero constante, por cada palabra de aliento y por estar presente incluso en el cansancio y la distancia; has sido mi inspiración, mi refugio en los días difíciles y mi alegría en los momentos de logro. Gracias por caminar a mi lado, por impulsarme a ser mejor y recordarme lo lejos que puedo llegar.

A mis maestros, los médicos que no solo me han enseñado con conocimiento y experiencia, han transformado mi forma de entender y vivir la medicina; sobre todo a quienes ejercen su profesión con pasión y empatía, logrando transmitir ese gusto por lo que hacen; por recordarme cada día porque elegí esta vocación.

A mis amigas, las que permanecen a pesar del tiempo y la lejanía, gracias por su lealtad. A los nuevos amigos que encontré en este camino, gracias por llegar en el momento justo, por compartir esta etapa tan intensa y por convertirse en parte importante de mi vida.

## **DEDICATORIAS**

A mis padres.

A mi compañero de vida y prometido.

A mis hermanos y sobrinos.

A mis amigas.

A mis maestros.



## INDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	3
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	4
ACRÓNIMOS.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	9
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
<i>DESARROLLO RENAL</i> .....	11
<i>Desarrollo del sistema colector y sistema excretor</i> .....	13
REGULACIÓN DEL CRECIMIENTO RENAL .....	14
HIPERFILTRACIÓN GLOMERULAR .....	14
<i>Resultados de la pérdida de masa renal</i> .....	17
<i>Hipertrofia compensatoria vs glomerulomegalia patológica y correlación por ultrasonido</i> .....	19
SEGUIMIENTO NEFROLÓGICO DE RECIÉN NACIDOS .....	20
XENOBIÓTICOS Y TOXICOLOGÍA AMBIENTAL .....	21
<i>Pesticidas</i> .....	21
FACTORES DE RIESGO PERINATALES .....	22
<i>FACTORES PROTECTORES</i> .....	22
ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA Y SALUD PÚBLICA .....	22
ENFERMEDAD RENAL EN NIÑOS Y ADOLESCENTES .....	23
VOLUMEN RENAL.....	23
ULTRASONIDO RENAL .....	24
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>26</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	26
<b>HIPÓTESIS GENERAL</b> .....	26
<i>Hipótesis específicas</i> .....	26
<b>ESOBJETIVO GENERAL</b> .....	27
<i>Objetivos específicos:</i> .....	27
<b>TIPO DE ESTUDIO:</b> .....	27
<b>POBLACIÓN DE ESTUDIO:</b> .....	27
<b>CRITERIOS DE SELECCIÓN</b> .....	28
<i>Criterios de inclusión:</i> .....	28
<i>Criterios de exclusión:</i> .....	28
<i>Criterios de eliminación:</i> .....	28
<b>DESCRIPCIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:</b> .....	29
<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO:</b> .....	30

<b>MATERIAL, PACIENTES Y MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
<b>PLANEACIÓN DEL ESTUDIO. ....</b>	<b>31</b>
<b>SELECCIÓN DE PACIENTES .....</b>	<b>31</b>
<i>Recolección de datos en la fase inicial:.....</i>	<i>31</i>
<i>Recolección de datos en el seguimiento:.....</i>	<i>31</i>
<b>FLUJO DE PARTICIPANTES.....</b>	<b>32</b>
<i>Diagrama STROBE.....</i>	<i>33</i>
<b>ULTRASONIDO RENAL .....</b>	<b>34</b>
<b>SELECCIÓN DE FUENTES.....</b>	<b>37</b>
<b>UNIVERSO DE XENOBIÓTICOS VALORADOS .....</b>	<b>37</b>
<b>RECURSOS.....</b>	<b>38</b>
<i>Recursos humanos.....</i>	<i>38</i>
<i>Recursos materiales.....</i>	<i>39</i>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>58</b>
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>60</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>61</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción y operacionalización de las variables .....	30
Tabla 2: Laboratorios de primer consulta, xenobióticos valorados .....	38
Tabla 3: Pesticidas medidos.....	38
Tabla 4: Recursos humanos y descripción de funciones en el protocolo .....	39
Tabla 5 : Distribución de frecuencias y porcentajes de los antecedentes clínicos y heredofamiliares de la muestra de 55 lactantes. ....	41
Tabla 6:Distribución de frecuencia y porcentajes de las medidas antropométricas de la muestra de 55 lactantes. ....	44
Tabla 7: Medidas de tendencia central y de dispersión principales de las porciones del riñón izquierdo de los 55 lactantes. ....	47
Tabla 8: Medidas de tendencia central y de dispersión principales de las porciones del riñón derecho de los 55 lactantes. ....	48
Tabla 9: Medidas de tendencia central y de dispersión del VRTSC respecto al sexo y la exposición de xenobióticos durante el periodo perinatal. ....	51
Tabla 10: Medidas de tendencia central y de dispersión del VRTSC en tiempos específicos. ....	52
Tabla 11: Variables independientes ingresadas en el modelo de regresión lineal múltiple..	56
Tabla 12: Interacciones de las variables independientes en el modelo de regresión lineal múltiple con sus estadísticos. Exportado de SPP, versión 31.....	57

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Secciones transversales de embriones en la fase del desarrollo que muestran la formación de los túbulo nefríticos -----	11
Ilustración 2: Desarrollo de la unidad excretora metanéfrica -----	12
Ilustración 3: Desarrollo de la pelvis renal, de los cálices y túbulos colectores en el metanefros. A. 6 semanas. B. Al final de la sexta semana. C. 7 semanas. D. Recién nacido -----	13
Ilustración 4: Representación del desarrollo secuencial del pronefros y mesonefros, así como la inducción de la yema ureteral y el blastema metanéfrico durante el desarrollo renal. ----	14
Ilustración 5: Regeneración y factores de crecimiento-----	19
Ilustración 6: Causas de enfermedad renal en niños, 2022. The United States Renal Data System -----	23
Ilustración 7: Anatomía renal ecográfica normal de los lactantes, obtenidas durante la realización de nuestro estudio. Se observa la medición en los diferentes ejes anatómicos: longitudinal, anteroposterior y transverso. -----	25
Ilustración 8: Diagrama STROBE de flujo de pacientes -----	33
Ilustración 9: Ejemplos de ultrasonidos renales realizados durante el protocolo, ultrasonidos en escala de grises, en modo B. -----	36
Ilustración 10: Distribución de frecuencia y porcentajes de los antecedentes heredofamiliares. Elaboración propia. -----	42
Ilustración 11: Distribución de frecuencias y porcentajes de la exposición de sustancias tóxicas. Elaboración propia. -----	42
Ilustración 12: Histograma que expresa una distribución de datos simétrica en la variable semanas de gestación (SDG)Exportada de SPSS, versión 31. -----	43
Ilustración 13: Histograma que exhibe una asimetría moderada positiva en la variable peso al nacimiento. Exportado de SPSS, versión 31.-----	45
Ilustración 14: Histograma que exhibe una asimetría leve negativa en la variable talla al nacimiento. Exportado de SPSS, versión 31.-----	45

Ilustración 15: Histograma que exhibe una simetría en la distribución de datos de la variable superficie corporal. Exportada de SPSS, versión 31. -----46

Ilustración 16: Histograma que exhibe una asimetría moderada en la distribución de datos de la variable VRTSC. Exportada de SPSS, versión 31. -----46

Ilustración 17: Diagrama de cajas que exhibe los volúmenes renales por segmento.-----48

Ilustración 18: Diagrama de cajas que exhibe los valores de la longitud de los riñones por segmento. -----49

Ilustración 19: Diagrama de cajas que exhibe los valores de la región anteroposterior de los riñones por segmento. -----49

Ilustración 20: Diagrama de caja de la longitud de la región del transverso por segmento. 50

Ilustración 21: Diagrama de caja que exhibe el VRTSC en función del sexo de los lactantes. -----51

Ilustración 22: Diagrama que exhibe el VRTSC en función de la exposición de xenobióticos durante el periodo perinatal de los lactantes.-----51

Ilustración 23: Diagrama de caja que exhibe los valores del VRSTC al nacimiento.-----52

Ilustración 24: Gráfico Q-Q normal del volumen renal total en base en la superficie corporal para contacto con pesticidas – no -----53

Ilustración 25: Gráfico Q-Q normal de volumen renal total con base en la superficie corporal -----54

Ilustración 26: Gráfico Q-Q normal de Z-score\_VRSCT -----55

## ACRÓNIMOS

Ags	Aguascalientes
CHMH	Centenario Hospital Miguel Hidalgo
DM	Diabetes mellitus
ERC	Enfermedad renal crónica
HAS	Hipertensión arterial sistémica
IMC	Índice de masa corporal
KDIGO	Kidney Disease: Improving Global Outcomes
LA	Líquido Amniótico
LME	Lactancia materna exclusiva
RN	Recién nacido
SDG	Semanas de duración gestacional
TFG	Tasa de filtrado glomerular
US	Ultrasonido
VRSC	Volumen renal ajustado a superficie corporal
VRT	Volumen renal total

## **RESUMEN**

### *Antecedentes:*

La evidencia científica ha demostrado que la exposición temprana a agentes químicos (xenobióticos), puede interferir con la nefrogénesis. En Aguascalientes, donde la enfermedad renal crónica representa un problema creciente de salud pública, se ha observado relación entre la exposición perinatal a pesticidas y una reducción del volumen renal en neonatos.

En este contexto, se centra una línea de investigación orientada a identificar determinantes ambientales que pueden generar alteraciones estructurales o funcionales desde el primer año de vida. El estudio tuvo como objetivo evaluar el volumen renal ajustado a superficie corporal (VRSC) mediante ultrasonido en el primer año de vida y analizar su asociación con factores ambientales y perinatales; al cumplir un año, se invitó a los participantes a una segunda ecografía para calcular el cambio en VRSC.

### *Métodos:*

Se realizó un seguimiento en una cohorte infantil evaluando la relación entre factores perinatales, exposición a xenobióticos y el volumen renal, utilizando una muestra aleatoria de 55 lactantes de 93, observando disminución promedio del VRSC de 6.23 ml/mm<sup>3</sup> durante el primer año de vida, sin diferencias significativas entre lactantes expuestos y no expuestos a xenobióticos ni según el tipo de alimentación. Estos resultados indican que el desarrollo renal temprano es un proceso multifactorial aún poco comprendido, resaltando la necesidad de estudios longitudinales adicionales.

### *Resultados:*

La evaluación del volumen renal ajustado a superficie corporal en lactantes durante el primer año de vida destaca la complejidad de los factores que influyen en el desarrollo renal, incluyendo la exposición perinatal a xenobióticos y la lactancia materna exclusiva. Aunque esta última es reconocida como un factor protector, su impacto específico en el volumen renal no fue significativo en esta cohorte. Estos hallazgos subrayan la importancia de investigaciones futuras con diseños longitudinales que permitan esclarecer las relaciones entre factores ambientales y perinatales, así como la implementación de estrategias de

seguimiento temprano para la prevención de enfermedades renales crónicas en poblaciones vulnerables.

*Palabras clave:* xenobióticos, volumen renal, nefrogénesis, ultrasonido.



## **ABSTRACT**

### *Background:*

Scientific evidence has shown that early exposure to chemical agents (xenobiotics) can interfere with nephrogenesis. In Aguascalientes, where chronic kidney disease represents a growing public health concern, a relationship has been observed between perinatal exposure to pesticides and reduced renal volume in neonates. In this context, a line of research has been developed aimed at identifying environmental determinants that may cause structural or functional alterations from the first year of life. The objective of the study was to evaluate renal volume adjusted for body surface area by ultrasound during the first year of life and to analyze its association with environmental and perinatal factors; upon reaching one year of age, participants were invited to undergo a second ultrasound to calculate the change in volume adjusted for body surface area.

### *Methods:*

A follow-up was conducted in a pediatric cohort to evaluate the relationship between perinatal factors, exposure to xenobiotics, and renal volume, using a random sample of 55 infants out of 93. An average decrease of 6.23 ml/mm<sup>3</sup> in volumen adjusted for body Surface area was observed during the first year of life, with no significant differences between infants exposed and not exposed to xenobiotics or according to type of feeding. These results indicate that early renal development is a multifactorial process that remains poorly understood, highlighting the need for additional longitudinal studies.

### *Results:*

The evaluation of renal volume adjusted for body surface area in infants during the first year of life highlights the complexity of factors influencing renal development, including perinatal exposure to xenobiotics and exclusive breastfeeding. Although the latter is recognized as a protective factor, its specific impact on renal volume was not significant in this cohort. These findings underscore the importance of future longitudinal research to clarify the relationships between environmental and perinatal factors, as well as the implementation of early monitoring strategies for the prevention of chronic kidney disease in vulnerable populations.

*Keywords:* xenobiotics, renal volume, nephrogenesis, ultrasound.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento renal durante el primer año de vida es un proceso clave en la maduración del sistema urinario, que refleja tanto el desarrollo fisiológico normal como la adaptación al crecimiento general del niño, con implicaciones directas sobre la función renal a corto y largo plazo. Durante este periodo los riñones experimentan un notable aumento en tamaño y desarrollo estructural, lo cual puede ser evaluado de forma segura, no invasiva y repetible mediante ultrasonido.

La ecografía renal se sigue consolidando como una herramienta diagnóstica de primera línea, permitiendo la evaluación del crecimiento renal a través de parámetros como la longitud, el volumen y la ecogenicidad.

Diversos factores pueden influir en las medias ecográficas renales en los lactantes, incluyendo características prenatales (peso al nacer, edad gestacional), crecimiento postnatal, estado nutricional, sexo, condiciones como malformaciones congénitas del tracto urinario o antecedentes de infección.

Se plantea analizar los factores asociados al crecimiento renal, contribuir a la detección precoz de problemas potenciales, así como asegurar un desarrollo renal adecuado y prevenir complicaciones futuras.

## MARCO TEÓRICO

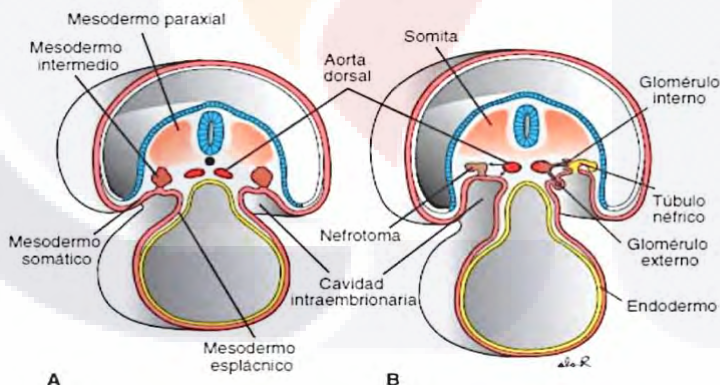
### *Desarrollo renal*

La nefrogénesis y específicamente la glomerulogénesis ocurren intrauterinamente desde la semana 9 hasta la semana 24 a 36 de edad gestacional, con formación de más del 60% de las nefronas en el tercer trimestre de gestación.

El desarrollo sigue un sentido centrífugo, en el que los glomérulos más nuevos aparecen en las capas más externas de la región cortical y las más remotas se preservan en las zonas profundas. La producción de orina fetal se inicia a las 9-10 semanas, formando un componente representativo del volumen del líquido amniótico.

Secundario a la alta resistencia vascular fetal intrauterina, el flujo sanguíneo renal y por ende la velocidad de filtración glomerular (VGF) es baja. En niños de término, el número de nefronas al nacer es muy variable y va de 21,000 hasta 2,7 millones, es un número que se relaciona con el peso al momento del nacimiento y a la edad gestacional.

En el embrión, los riñones se desarrollan a partir de tres sistemas secuenciales superpuestos: el pronefros, el mesonefros y el metanefros, todos los derivados de la cresta urogenital. (1)



*Ilustración 1: Secciones transversales de embriones en la fase del desarrollo que muestran la formación de los túbulo nefríticos (1)*

- **Pronefros:** aparece en la cuarta semana del desarrollo, comenzando en la región cervical del embrión. Las divisiones segmentadas del mesodermo intermedio forman túbulos, conocidos como nefrotomos. En total, se forman de 6 a 10 pares de nefrotomos. Estos túbulos se unen al conducto pronéfrico, un conducto que se

extiende desde la región cervical hasta la cloaca (extremo distal) del embrión. Este sistema temprano no funciona y experimenta una regresión completa al final de la cuarta semana.

- **Mesonefros:** se desarrolla caudalmente (inferiormente) al pronefros. En primer lugar, la presencia del conducto pronefros induce la formación de túbulo mesonéfrico por parte del mesodermo intermedio cercano en la región toracolumbar. Estos túbulo reciben un cúmulo de capilares de la aorta dorsal, lo que permite la filtración de la sangre, y drenan en el conducto mesonéfrico (una continuación del conducto pronefrico). Actúan como un sistema excretor primitivo en el embrión, y la mayoría de los túbulo experimentan regresión al final del segundo mes. Además, el conducto mesonéfrico produce en dirección caudal al brote ureteral, que induce el desarrollo del riñón definitivo.
- **Metanefros:** forma el riñón definitivo, aparece en la quinta semana de desarrollo y se vuelve funcional alrededor de la duodécima semana. (1)

La yema ureteral del conducto mesonéfrico entra en contacto con una región caudal del mesodermo intermedio: el blastema metanéfrico. Estos blastemas forman el sistema metanéfrico, que consta de dos componentes. (2)

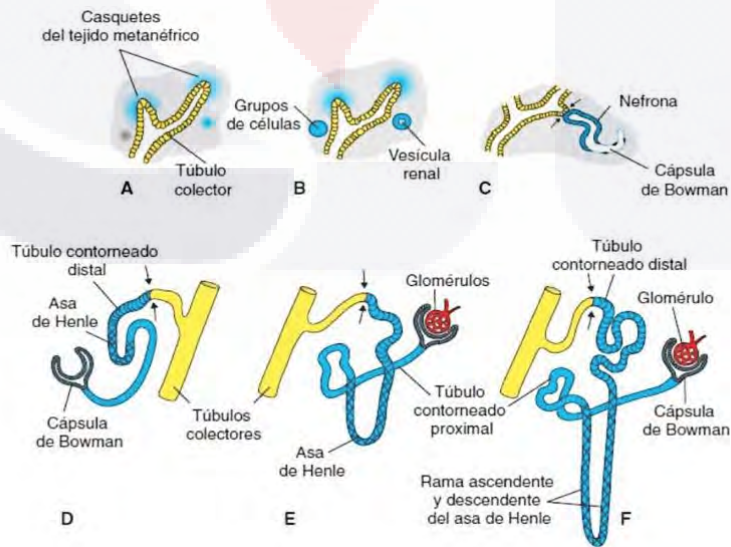


Ilustración 2: Desarrollo de la unidad excretora metanéfrica (1)

## Desarrollo del sistema colector y sistema excretor

- a) Sistema colector: derivado de la yema ureteral, se dilata para crear el uréter, la pelvis renal, los cálices mayores y menores, los túbulos colectores, terminando en el túbulo contorneado distal.

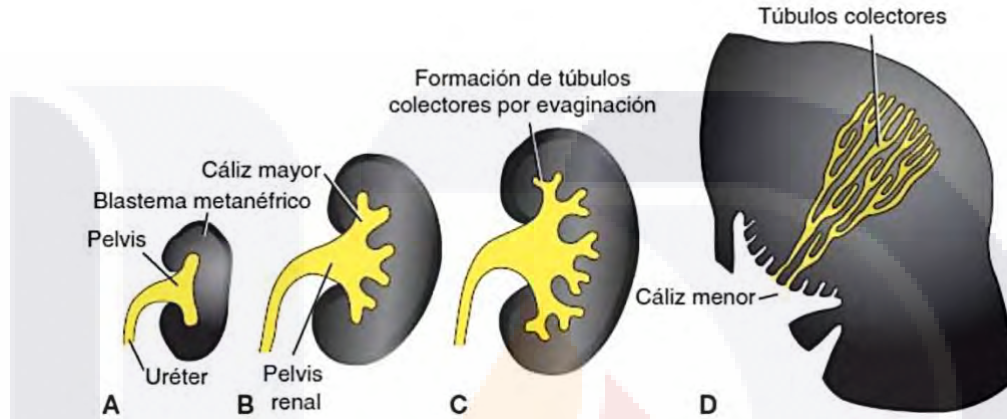


Ilustración 3: Desarrollo de la pelvis renal, de los cálices y túbulos colectores en el metanefros. A. 6 semanas. B. Al final de la sexta semana. C. 7 semanas. D. Recién nacido (2)

- b) Sistema excretor: derivado del blastema metanéfrico. Cada túbulo excretor, junto con los glomérulos en desarrollo forman las unidades funcionales del riñón: la nefrona. El extremo proximal del túbulo excretor forma la cápsula de Bowman alrededor de un glomérulo, mientras que el extremo distal se alarga para formar el túbulo contorneado proximal, el asa de Henle y el túbulo contorneado distal. (3)

El riñón definitivo se desarrolla inicialmente en la región pélvica antes de ascender al abdomen. En la pelvis, el riñón recibe su irrigación sanguínea de una rama pélvica de la aorta abdominal y, a medida que asciende, nuevas arterias de la aorta abdominal irrigan el riñón. Los vasos pélvicos suelen involucionar, pero pueden persistir como arterias renales accesorias. (2)

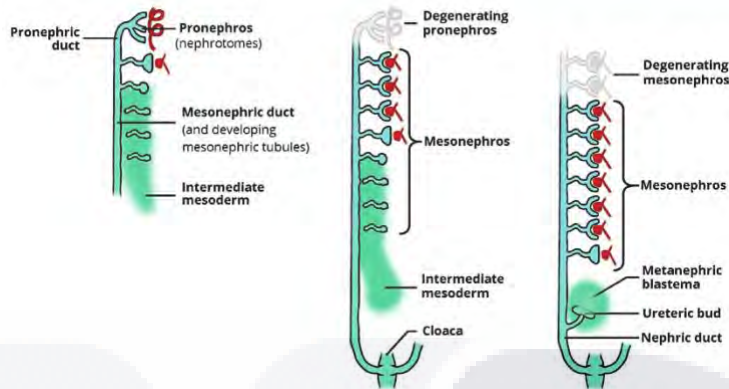


Ilustración 4: Representación del desarrollo secuencial del pronefros y mesonefros, así como la inducción de la yema ureteral y el blastema metanéfrico durante el desarrollo renal. (1)

### Regulación del crecimiento renal

El flujo sanguíneo renal aumenta de manera gradual durante todo el desarrollo, el feto solo destina el 3% de su gasto cardiaco en la perfusión renal, a diferencia del 25% del adulto. La velocidad de filtración glomerular aumenta de manera rápida a partir de las 20 semanas, siendo de 10 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> a las 28-30 semanas de gestación, para alcanzar una meseta a las 35 semanas de 20-30 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> que se mantiene hasta la semana 40. Posterior al pinzamiento del cordón umbilical se produce aumento en el flujo sanguíneo por la disminución de la resistencia vascular renal y al aumento en la presión arterial sistémica, propiciando un proceso de filtración más efectivo. El aumento del filtrado glomerular que ocurre desde el nacimiento se acompaña de un aumento “paralelo” de las funciones tubulares para evitar pérdidas de agua y solutos por orina. (4)

### Hiperfiltración glomerular

La función principal del riñón es mantener la homeostasis en el cuerpo mediante la retención o eliminación de sustancias como: agua, electrolitos y algunos otros solutos, se logra mediante la filtración de sangre circulante a través de la barrera glomerular para formar un ultrafiltrado de plasma en el espacio de Bowman, combinada la reabsorción y secreción selectiva por células que recubren el túbulo renal. (1)

El volumen de filtración glomerular ajustado por el tiempo, se define como la tasa de filtración glomerular TFG y la total es la suma de todas las tasa de filtración de nefrona única

(SNGFR), entonces, un aumento en un riñón con un número normal de nefronas funcionales resultará en una hiperfiltración absoluta, en un aumento en la TFG total, esta hiperfiltración puede ocurrir en personas sanas después de la ingesta alta de proteínas, durante el embarazo o en paciente diabéticos, obesidad o enfermedad renal poliquística autosómica dominante. Cuando se reduce el número de nefronas funcionales, un aumento del SNGFR puede dar lugar a una TFG total normal o reducida en comparación con la del individuo con un número de nefronas y tasa de filtración. Esta hiperfiltración “relativa” puede ocurrir en paciente con un número reducido de nefronas debido a un riñón solitario funcional congénito o a una baja dotación de nefronas debido a un parto prematuro y/o restricción del crecimiento intrauterino, así como en paciente con una reducción en el número de nefronas debido a una cirugía o enfermedad renal. (5)

La hiperfiltración “absoluta” es una elevación supra fisiológica de la tasa de filtración glomerular que ocurre cuando la tasa de filtración glomerular de una sola nefrona aumenta en un riñón con un número normal de nefronas funcionales, definiéndose como una TFG mayor a dos desviaciones estándar por encima de la media para individuos de la misma edad y sexo. La tasa de filtración glomerular única promedio se ha calculado dividiendo la tasa de filtración el filtrado glomerular medido por el número total de nefronas definido como el producto de la densidad de nefronas funcionales determinadas en una muestra de biopsia renal y el volumen cortical renal total evaluado, aunque este enfoque invasivo es difícil de aplicar en la práctica clínica habitual.

La hiperfiltración glomerular se puede identificar indirectamente con base en una evaluación de la pérdida de reserva funcional renal, siendo así, la capacidad del riñón para aumentar su tasa de filtración glomerular en respuesta a estímulos. Cuanto mayor sea la hiperfiltración glomerular basal, menor será el aumento de GFR observado después de un estímulo exógeno.(6)

- Los embarazos sanos se caracterizan por cambios profundos en la función renal y la fisiología, dentro de los factores más importantes están el gasto cardíaco, la expansión del volumen con retención de sodio, agua y vasodilatación. (7)

La hiperfiltración relativa se considera de un aumento del filtrado glomerular de nefrona única en el entorno de un número reducido de nefronas funcionales; en ambas se ha estudiado

la probable relación entre la hiperfiltración de una sola nefrona y la lesión estructural de glomérulos y nefronas individuales; tomando en cuenta las propiedades de permeabilidad de pared capilar y la filtración eficiente de agua y pequeños solutos.

La filtración plasmática normal del agua depende de la estructura de las tres capas de la barrera de filtración glomerular:

- a) Capa de células endoteliales.
- b) Membrana basal glomerular.
- c) Hendidura de filtración podocitaria.

A lo largo del tiempo de hiperfiltración de una sola nefrona, los glomérulos experimentan progresivamente cambios en la permeabilidad de la membrana capilar al agua y a las macromoléculas que de manera final dan como resultado una menor filtración de agua y mayor fuga de proteínas por la lesión a los podocitos, secundario a que los podocitos tienen una capacidad limitada de auto regeneración, se genera pérdida inevitable de éstas células por desprendimiento o muerte celular provocando daño irreversible y cicatrización de las unidades de filtración renal, *resultando a largo plazo en una disminución evolutiva de la tasa de filtrado glomerular.*

En su estudio, “Munich Wistar Frömter” que es un modelo experimental con ratas, de proteinuria espontánea y glomeruloesclerosis, sugiere que la pérdida de la función de filtración glomerular depende en gran medida de la desorganización de los podocitos, que causa la expansión del espacio subpodocitario, genera un aumento de la resistencia hidráulica, desprendimiento subsecuente de los podocitos, pérdida de los mismos, daño a la pared glomerular y finalmente glomeruloesclerosis, con estas teorías se puede describir un aumento de la excreción urinaria de podocitos en la enfermedad renal crónica. Asimismo, se respalda la hipótesis de que la destrucción final de las nefronas remanentes hiperfiltrantes se ve exacerbada por las adaptaciones hemodinámicas glomerulares iniciales a una reducción de la masa renal. (8)

## **Resultados de la pérdida de masa renal**

El riñón sano normalmente experimenta hipertrofia compensatoria, comienza durante la semana 20 de gestación y para la semana 36 produce un aumento del 11% del tamaño, teniendo la desnutrición materna y fetal un papel central en los defectos de dicha programación.

Se estudia que independientemente de la causa inicial, los neonatos con un número de nefronas congénitamente reducido tiene un mayor riesgo de: hipertensión arterial, proteinuria y pérdida progresiva de la función renal con el tiempo.

El riesgo de senescencia glomerular prematura parece estar mediado por la hiperfiltración glomerular compensatoria y la glomerulomegalia, que pueden resultar en proteinuria y destrucción renal progresiva, existiendo ciertos factores que pueden acelerar la disfunción renal, como: enfermedad glomerular sobrepuesta, por incremento de las demandas metabólicas como en la obesidad, la diabetes, consumo excesivo de alcohol, consumo de tabaco. En países australianos, incluso, se ha encontrado que el sexo femenino sugiere ser un factor de riesgo independiente adicional para insuficiencia renal, en probable relación a un número menor de nefronas en las mujeres que en los hombres.

El proseguir con el estudio de la hiperfiltración glomerular podría conducir a una mejor detección de la enfermedad renal progresiva, e incluso brinda oportunidad para el desarrollo de terapias basadas en mecanismos que regulen la hemodinamia glomerular o limiten la disfunción subyacente de la barrera glomerular para prevenir la enfermedad renal crónica progresiva. (1,4)

La masa nefronal que se logre en ese momento será con la que un individuo afronta el resto de su vida. Una excepción a esto ocurre en recién nacidos prematuros, en los que la nefrogénesis continua en la vida posnatal hasta 40 días más, siempre y cuando el entorno y el estado clínico sean óptimos, en los que se incluyen buena oxigenación, hemodinamia, nutrición adecuada y eludir nefrotóxicos. Algunos nefrones son anómalos, envejecen de forma apresurada. Si el recién prematuro sobrevive con una disminución marcada del número de nefronas por la detención de la nefrogénesis intra o extra-útero, se aplica el concepto de “Oligonefropatía del prematuro” congénita o adquirida, respectivamente. Esto puede

conducir a riñones de menor tamaño, aunque generalmente con igual velocidad de filtración glomerular (VFG) que un niño de término de igual edad, debido a un estado de hiperfiltración de cada glomérulo remanente. Para lograr esta hiperfiltración, los glomérulos usualmente aumentan de tamaño (glomerulomegalia). (8)

#### *Factores de crecimiento y regeneración renal*

Cuando se produce una pérdida significativa de la masa renal, las nefronas residuales sufren hipertensión intraglomerular, fenómeno que activa diversos sucesos, tales como: el sistema renina – angiotensina – aldosterona (SRAA), generando factor de crecimiento de transformación beta 1 y produciendo matriz extracelular que termina por ampliar el fenómeno de pérdida de masa renal, todo este concepto es lo que se conoce como teoría de la hiperfiltración.

El riñón es considerado como un órgano incapaz de regenerarse, no obstante, tiene cierto grado de regeneración que varía según la especie. En los seres humanos no se forman nuevas nefronas después de 36 semanas de gestación, el riñón es uno de los órganos que sufre transición de mesénquima a epitelio durante el desarrollo, regido por factores de crecimiento tales como el factor de crecimiento de hepatocitos (HGF) y de proteína 7 de médula ósea. Por lo anterior, el desarrollo renal en los mamíferos requiere un proceso de reconversión de las células del mesénquima metanéfrico en células epiteliales polarizadas. Uno de los procedimientos que intervienen en la progresión de las nefropatías es la transición de epitelio a mesénquima capaz de producir matriz extracelular, precisamente, se trata del proceso inverso al que se produce durante en desarrollo fetal del riñón.

La regeneración renal podría abordarse de diferentes estrategias, como la administración de factores de crecimiento, capaces de revertir la transición de epitelio mesénquima e incluso a partir de la movilización o infusión de células madre exógenas (derivadas de la médula ósea), al poseer una arquitectura compleja con heterogeneidad celular y renovación lenta, resulta difícil, requiriendo métodos precisos enfocados a la reparación de cada uno de los compartimentos renales dañados. Existen teorías como la descripción de nichos de células madre con propiedades regenerativas, que proliferarían y se diferenciarían en células epiteliales durante la regeneración tubular, identificando la papila y la cápsula de Bowman como parte de ellos. (4)

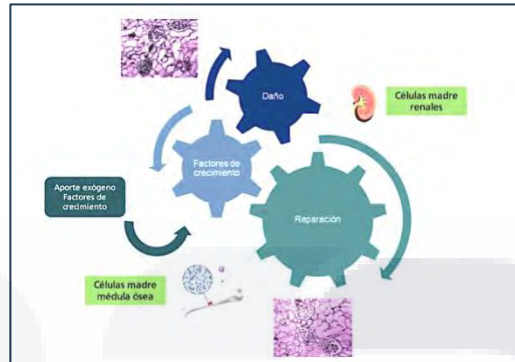


Ilustración 5: Regeneración y factores de crecimiento(4)

Cuando se produce daño renal agudo o crónico se activan mecanismos de reparación, como la liberación de factores de crecimiento, sin embargo cuando predomina el efecto de factores reparadores destinados a la síntesis de matriz extracelular, el proceso podría revertirse únicamente por el aporte exógeno de factores de crecimiento como HGF, siendo capaz de inhibir la síntesis de matriz extracelular, activar metaloproteasas y favorecer la angiogénesis, facilitando además el reclutamiento de células madre de la médula posea hacia el órgano dañado las cuáles a través de un mecanismo paracrino liberarían otros factores que facilitarían la reparación.(8)

### **Hipertrofia compensatoria vs glomerulomegalia patológica y correlación por ultrasonido**

En el presente estudio, el volumen renal será evaluado mediante ecografía y ajustado a la superficie corporal (VRSC) como indicador morfométrico general del tamaño renal. Si bien un aumento del VRSC podría sugerir distintos fenómenos fisiopatológicos como hipertrofia compensatoria en respuesta a una menor masa nefronal, o glomerulomegalia patológica asociada a hiperfiltración o daño estructural, es importante destacar que la ecografía no permite diferenciar entre estas condiciones de manera específica, ya que no ofrece información directa sobre la estructura glomerular ni sobre la función renal.

De esta manera, los hallazgos ecográficos se interpretarán como indicadores de variación del tamaño renal, sin asumir que representan necesariamente una adaptación fisiológica o una alteración patológica. Esta limitación metodológica será considerada al momento del análisis e interpretación de resultados, reconociendo que el aumento del volumen renal observado en algunos lactantes puede deberse a múltiples causas no distinguibles por ultrasonido.

En este contexto, el estudio se enfoca en identificar factores asociados al volumen renal en el primer año de vida, sin atribuir causalidad directa ni realizar inferencias diagnósticas sobre la naturaleza del crecimiento renal (compensatoria vs patológica).

### **Seguimiento nefrológico de recién nacidos**

Los pediatras que hacen el seguimiento clínico de los niños, especialmente los prematuros, deben tener una alta sospecha de detección de disfunción renal dados los antecedentes expuestos. Si bien el antecedente de prematuridad o BPN puede ser fácilmente obtenido de su registro clínico, muchas veces los eventos de daño renal agudo durante el período neonatal son escasamente documentados (9,10). Como recomendaciones generales para preservar función renal en este grupo de niños están:

- Incluir historia perinatal en anamnesis a cualquier edad.
- Hay que aconsejar que eviten potenciales nefrotóxicos (ej. antiinflamatorios no esteroideos, aminoglucósidos) y otros factores agravantes (deshidratación, infecciones urinarias).
- Mantener la PA bien controlada. Adecuar dieta sana, especialmente bajo consumo de sal.
- Promover lactancia materna.

Reducir otros factores de riesgo de enfermedad renal crónica, incluyendo obesidad, diabetes y dislipidemia.

- Para los potenciales donantes vivos de riñón, cautela porque tienen mayor susceptibilidad de disfunción renal en el riñón remanente. (5,7)

## **Xenobióticos y toxicología ambiental**

Se definen xenobióticos como sustancias químicas externas al organismo, incluidas las pesticidas, metales pesados que alteran procesos biológicos normales. Especialmente en el periodo neonatal, los órganos del desarrollo, en este caso el riñón es vulnerable por la inmadurez de los sistemas de filtración y eliminación. Los transportadores de aniones y cationes orgánicos tienen un rol importante en la acumulación de xenobióticos en el riñón y la susceptibilidad de la lesión. (11)

En la población de riesgo, el contacto con dichas sustancias puede constituir el primer evento de agresión renal, que puede conducir al número de nefronas o alterar la estructura renal, aumentando la susceptibilidad a daño posterior.

### *Pesticidas*

Derivados de compuestos químicos, que están enfocados en desintegrar y/o controlar organismos que son considerados como nocivos para la salud pública en general, la Organización Mundial de la Salud <sup>(23)</sup> incluye una amplia gama que abarca insecticidas, herbicidas, fungicidas, entre otros, que, desde la visión toxicológica, se pueden clasificar según la función o composición química. Son considerados como xenobióticos persistentes. (12)

Lamentablemente su uso incontrolado y en ocasiones, no regulado, ha incrementado la exposición humana directa e indirecta, especialmente en zonas de cultivo, siendo por vía dérmica, inhalada o digestiva, inclusive en forma transplacentaria durante el periodo gestacional. (7)

Hernández y Menéndez en su estudio de 2016, identificaron que los pesticidas organofosforados pueden inducir a muerte celular epitelial del túbulo proximal, con disminución subsecuente de la filtración glomerular (13).

Se mencionan mecanismos de toxicidad renal inducida por pesticidas como: estrés oxidativo, disfunción mitocondrial, alteraciones epigenéticas, daño tubular y glomerular directo, así como disrupción endocrina y metabólica (13).

## **Factores de riesgo perinatales**

El desarrollo renal es cambiante y se ve afectado por influencias ambientales y fisiológicas durante el periodo perinatal, considerando que, en esta etapa, la nefrogénesis ocurre. Se ha estudiado factores de riesgo asociados con alteraciones renales en los neonatos, se incluye a la hipertensión gestacional, diabetes mellitus, infecciones materna durante el embarazo, uso de fármacos nefrotóxicos, exposición a xenobióticos o pesticidas. Dentro de los factores neonatales y/o fetales se describen la prematurez, la restricción del crecimiento intrauterino, asfisia o hipoxia perinatal y la deshidratación o sepsis neonatal. Finalmente, los factores ambientales como la exposición a contaminantes previamente descritos, las fórmulas infantiles contaminadas o con alto contenido de proteínas e importantemente la ausencia de lactancia materna exclusiva. (14)

### *Factores protectores*

En la vida intrauterina y en el primer año, los riñones permanecen en una fase importante y crítica de desarrollo y adaptación, se estipula que durante esta etapa, múltiples factores neonatales y ambientales pueden participar como efectos protectores, así determinado la formación correcta de nefronas, maduración tubular, etc.

- Leche materna.
- Control prenatal adecuado, nutrición materna adecuada.
- Promover que el embarazo llegue a término.
- Ambientación postnatal saludable.

Actúan manteniendo correcta perfusión, favorecen la maduración de las nefronas, previenen daño oxidativo. (15)

## **Enfermedad renal crónica y salud pública**

En la guía práctica clínica de la Enfermedad Renal Crónica, KDIGO define a la ERC como las anomalías de la estructura y función renal presentes durante más de 3 meses con implicaciones para la salud, estos estadios se determinan en base a las estimaciones de TFG y albumina. (16)

La incidencia y prevalencia de la enfermedad renal crónica se lleva a cabo por algunos sistemas encargados de coleccionar, analizar y distribuir datos de la patología renal, en estándares universales, una de las organizaciones que llevan a cabo esta recolección es el sistema americano de enfermedad renal (The United States Renal Data System, SRDSK <https://www.usrds.org/>) y específicamente en el estado de Aguascalientes se cuenta con el registro estatal único de enfermedad renal crónica del estado REUDERC <http://www.issea.gob.mx>. (17)

### Enfermedad renal en niños y adolescentes

Los niños con enfermedad renal son más comúnmente varones, y predominan los extremos de edad, de 1 a 5 años y de 13 a 17 años. Asimismo, mencionar que presentan con mayor frecuencia patologías relacionadas como hipertensión arterial sistémica, retraso del crecimiento, baja estatura y anemia; los trastornos estructurales fueron la causa más común. (17)

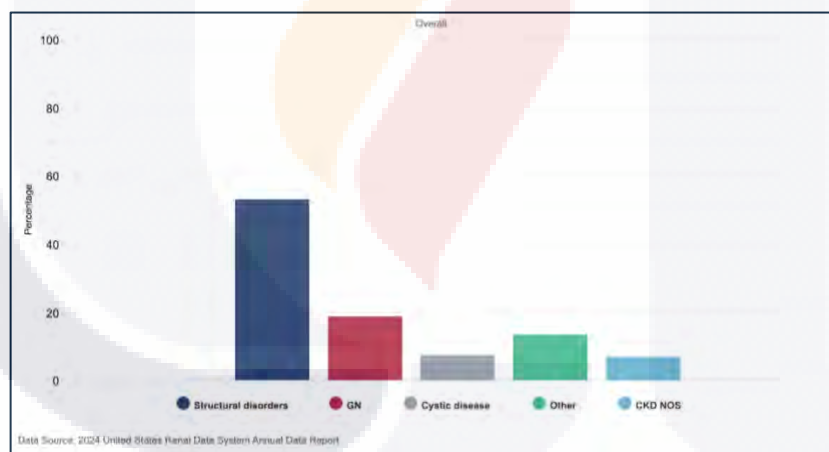


Ilustración 6: Causas de enfermedad renal en niños, 2022. The United States Renal Data System (17)

### Volumen renal

En su artículo de “Determinación del tamaño y volumen renal en recién nacidos considerados normales según criterios de la OMS mediante ecografía, Victoria Bianchi apoya la teoría de Barry Brenner, que describe que la masa renal y el número de glomérulos se correlaciona significativamente en niños menores de tres meses y en adultos normales, en estudios

realizados “ex vivo”. El volumen renal (VR) de igual manera brinda la masa, obtenido por ecografía, se ha aceptado como un sustituto del número de glomérulos “in vivo”. Se determina el VR por la fórmula del elipsoide o de Dinkel, que requiere el cálculo de los diámetros longitudinal, diámetro anteroposterior y diámetro transversal. Asimismo, plantean el cuestionamiento acerca de ¿Cuál es el tamaño y el VR en neonatos considerados normales obtenidos mediante ecografía? Siendo una respuesta compleja que requiere concretar algunas definiciones, una de ellas, ¿a qué grupo de neonatos se denomina normal o de bajo riesgo?, en base a la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) que pertenece a la OMS, un neonato normal se define teniendo en cuenta el peso al nacer de 2500 a 4000 gramos, peso para la edad gestacional entre los percentiles 10 a 90 y edad gestacional de 37 a 42 semanas, de esta manera la edad gestacional modifica la interpretación del peso al nacer, como sucede con el prematuro. Dichas variables implican diferentes condiciones del estado de salud intrauterino y por lo tanto del tamaño renal.

El VR se correlaciona con el peso para la edad gestacional a los 0,3 y 18 meses, en niños nacidos pretérmino o con peso bajo al nacer para la edad gestacional. (18)

### **Ultrasonido renal**

Dentro del estudio imagenológico, la ecografía renal destaca por su accesibilidad, costo bajo, ausencia de efectos adversos, evita el uso de radiación o medios de contraste. Permite la visualización de estructuras en tiempo real, además de fácil manejo con respecto a otros equipos para estudios de imagen y ofrece una gran cantidad de información capaz de orientar el diagnóstico, guiar terapéuticas y seguir la evolución de la patología. (10,18)

En virtud de todas estas ventajas, es la prueba más usada y útil para la detección y orientación rápida y eficaz para la patología renal. Se define por un sistema de transmisión de ondas a través de cristales que generan ondas sónicas. (19)

Las características por evaluar en el ultrasonido renal son: tamaño renal en los ejes longitudinal, anteroposterior y transversal; otros parámetros que se pueden valorar son ancho de la corteza, diferencia cortico – medular, ecogenicidad, compromiso pieloureteral y la vascularidad. (20–22)

Para el estudio ecográfico se utiliza un transductor convexo, con el paciente en decúbito supino o decúbito lateral (derecho o izquierdo). Se prefiere un periodo de ayuno.

En relación con la anatomía ecográfica de recién nacidos y lactantes, la corteza renal es semejante o ligeramente hiperecoica a la ecogenicidad hepática o esplénica, la relación corteza médula es mayor: 1,6:1, además son características las lobulaciones de los márgenes renales hasta los 4-5 años de edad, después de esta edad es habitual que los lóbulos se fusionen y los contornos renales se vuelvan lisos. (20)

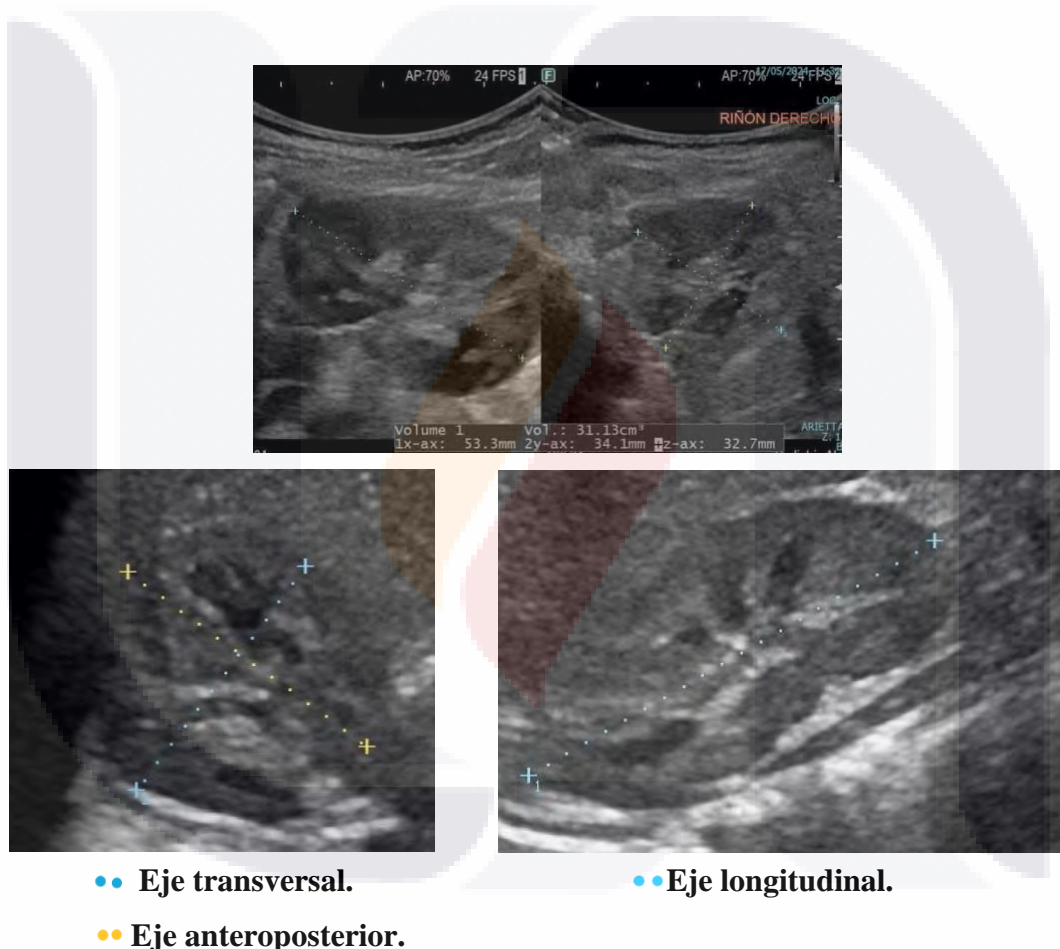


Ilustración 7: Anatomía renal ecográfica normal de los lactantes, obtenidas durante la realización de nuestro estudio. Se observa la medición en los diferentes ejes anatómicos: longitudinal, anteroposterior y transverso.

## **METODOLOGÍA**

### **Justificación**

El desarrollo renal en la etapa perinatal es un proceso sensible a factores ambientales, incluyendo la exposición a xenobióticos, los cuáles pueden alterar la estructura y función renal desde etapas tempranas de la vida.

Aguascalientes se encuentra entre los estados con mayor incidencia y mortalidad por enfermedad renal crónica en México, dicho fenómeno ha generado el interés y la inquietud de la comunidad científica y médica por investigar posibles factores de riesgo desde etapas tempranas de la vida, el identificar determinantes perinatales, como la exposición a xenobióticos podría ser clave para comprender parte del origen temprano de esta enfermedad. Sin embargo, los estudios en población pediátrica son limitados, particularmente aquellos que analizan el impacto de la exposición perinatal a xenobióticos sobre el volumen renal ajustado a superficie corporal, medido por ultrasonido, un parámetro confiable y no invasivo que permite evaluar el desarrollo renal de forma precisa.

Además, el estudio de factores asociados permitirá identificar grupos de riesgo y establecer estrategias preventivas en salud materno – infantil.

Se considera, por tanto, este estudio con relevancia clínica, preventiva y social de manera significativa, contribuyendo al entendimiento del posible origen temprano de la enfermedad renal en una población especialmente afectada como la de Aguascalientes.

### **Hipótesis general**

“La exposición perinatal a xenobióticos, así como otros factores perinatales y ambientales, se asocian con un incremento del volumen renal ajustado a superficie corporal, medido por ultrasonido durante el primer año de vida, en lactantes del estado de Aguascalientes”

### **Hipótesis específicas**

- Los lactantes expuestos a xenobióticos durante el periodo perinatal presentan un volumen renal ajustado a superficie corporal (VRSC) significativamente diferente, en comparación con los lactantes no expuestos, durante el primer año de vida.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Factores maternos y neonatales, como el uso de medicamentos durante el embarazo, el tipo de alimentación, el peso y talla al nacer, la presencia de infecciones o enfermedades durante el primer año de vida, así como otros factores ambientales, se asocian significativamente con el volumen renal ajustado a superficie corporal en lactantes.

### **EsObjetivo general**

- Evaluar el volumen renal ajustado a superficie corporal (VRSC) mediante ultrasonido durante el primer año de vida en lactantes y determinar su asociación con factores clínicos, antropométricos, antecedentes y la exposición perinatal a xenobióticos.

#### *Objetivos específicos:*

- Determinar el volumen renal ajustado a superficie corporal (VRSC) en lactantes durante el primer año de vida, mediante ecografía.
- Describir el volumen renal en función de variables como edad, peso, superficie corporal y sexo.
- Analizar la asociación entre el volumen renal ajustado a superficie corporal y factores perinatales, clínicos y ambientales, como edad gestacional, peso y talla al nacer, tipo de alimentación, antecedentes familiares y exposición a xenobióticos.
- Explorar si existen diferencias en el volumen renal ajustado a superficie corporal entre lactantes expuestos y no expuestos a xenobióticos durante el periodo perinatal.
- Comparar el volumen renal ajustado a superficie corporal al nacimiento y al final del primer año de vida, en los lactantes evaluados.

#### **Tipo de estudio:**

Estudio longitudinal, observacional, de cohorte prospectivo.

#### **Población de estudio:**

Neonatos sanos, de embarazo a término, normoevolutivo, nacidos entre febrero 2022 y agosto 2023 en el Hospital de la Mujer del Estado de Aguascalientes, con segunda evaluación

al año de vida; de los 299 individuos incluidos en el primer estudio, acudieron a nueva valoración 93.

## **Criterios de selección**

### *Criterios de inclusión:*

- Neonatos nacidos a término (<37 semanas de gestación), con madres de 18 a 40 años.
- Neonatos sanos.
- Previa autorización de los padres.
- Que puedan cumplir con el seguimiento al año de vida.
- Lactantes que fueron evaluados en el estudio inicial como recién nacidos.

### *Criterios de exclusión:*

- Neonatos y lactantes con malformaciones congénitas ya conocidas.
- Neonatos con enfermedades crónicas congénitas o perinatales.
- Prematurez.
- Bajo peso al nacer.
- Uso crónico de medicamentos nefrotóxicos.
- Incapacidad de realizar el seguimiento durante el primer año de vida por cuestiones logísticas, sociales o personales.
- Padres que no otorguen consentimiento informado.

### *Criterios de eliminación:*

- Pacientes con pérdida de seguimiento clínico y/o ecográfico.
- Diagnóstico posterior de enfermedad renal o condición médica que pueda afectar la función o el crecimiento renal.
- Fallecimiento del lactante durante el seguimiento.
- Retiro voluntario del estudio por parte de los padres o tutores.
- Con datos incompleto o inválidos.
- Recién nacidos y lactantes con patología renal detectada por ultrasonido.
- Identificación posterior de una exposición relevante a un factor excluyente.

## Descripción y operacionalización de las variables:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Unidades de medida	Instrumento de medición
Volumen renal	Tamaño funcional y anatómico del riñón	Volumen por ecografía	Cuantitativa continua	Centímetros cúbicos	Ecografía renal
Edad	Tiempo de vida desde el nacimiento	Edad en meses en la segunda valoración	Cuantitativa discreta	Meses	Registro clínico
Edad gestacional al nacer	Tiempo de gestación completado	Semanas completas de gestación	Cuantitativa discreta	Meses	Registro clínico
Peso	Masa corporal del lactante	Peso en gramos	Cuantitativa continua	Gramos	Báscula calibrada
Talla	Estatura al nacimiento y como lactante	Longitud en centímetros al momento del control	Cuantitativa continua	Centímetros	Infantometro
Superficie corporal	Estimación del área total	En base al peso y talla del lactante	Cuantitativa continua	m <sup>2</sup>	Cálculo matemático
Volumen renal ajustado a superficie corporal	Tamaño renal en relación con el área corporal total	Cociente entre el volumen renal total y superficie corporal total	Cuantitativa continua	cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Cálculo matemático
TFG	Medida o aproximación de la función renal global.	Calculada por fórmula de Schwartz modificada.	Cuantitativa continua	MI/min/1.73 m <sup>2</sup>	Registro clínico. Creatinina.
TFG por creatinina	Refleja el flujo plasmático desde el glomérulo hacia el espacio de Bowman, siendo la principal medida de función renal.	Calculada por fórmula de Schwartz modificada.	Cuantitativa continua	MI/min/1.73 m <sup>2</sup>	Registro clínico. Creatinina.
TFG por cistatina C	Biomarcador filtrado libremente por los glomérulos y reabsorbido por los túbulos proximales.	Calculada por fórmula de Schwartz modificada.	Cuantitativa continua	MI/min/1.73 m <sup>2</sup>	Registro clínico. Cistatina C.

Hiperfiltración glomerular	Elevación anormal de la TFG asociado a sobrecarga o disfunción renal temprana.	TFGe por encima del percentil 90 esperado para la edad, sin causa fisiológica conocida.	Cualitativa dicotómica	Presente / ausente	Curvas de referencia pediátricas.
Exposición a xenobióticos	Contacto con sustancias químicas externas.	Presencia de al menos un marcador	Cualitativa dicotómica	Presente / ausente	Cuestionarios, análisis de orina.
Tipo de alimentación	Método de nutrición del lactante.	Lactancia materna exclusiva, fórmula o mixta.	Cualitativa nominal.	Categoría	Encuesta estructurada.
Sexo	Identidad biológica del lactante.	Masculino o femenino	Cualitativa nominal	Categoría	Registro clínico
Infecciones en el embarazo	Infecciones presentadas por la madre durante el periodo gestante.	Descripción de la madre sobre presencia / ausencia de infecciones comunes.	Presente / ausente. Tipo.	Nominal dicotómica. Razón.	Encuesta / registro clínico.
Infecciones en el primer año	Enfermedades infecciosas que presenta el lactante el primer año de vida	Presencia de una o más infecciones comunes: respiratorias, urinarias, gastrointestinales.	Presente / ausente. Tipo.	Nominal dicotómica. Razón.	Historia clínica pediátrica.
Medicamentos en el embarazo	Uso de fármacos durante la gestación.	Reporte materno sobre el consumo de fármacos durante el embarazo.	Sí / No. Tipo.	Nominal dicotómica Razón.	Historia clínica.

Tabla 1 Descripción y operacionalización de las variables

### Análisis estadístico:

- Análisis descriptivo de todas las variables.
- Distribución de VRSC y  $\Delta$ VRSC
- Calcular la diferencia entre el VRSC final menos el inicial (delta de VRSC).
- Se realizará regresión lineal múltiple para evaluar los factores asociados al delta de VRSC.
- Tomando como referentes algunas de las variables independientes.

## MATERIAL, PACIENTES Y MÉTODOS

### Planeación del estudio.

Se diseñó un estudio de cohorte prospectivo con el objetivo de evaluar los factores asociados al incremento del volumen renal durante el primer año de vida. El volumen renal fue medido por ultrasonido por médicos residentes de Imagenología Diagnóstico y Terapéutica involucrados en el protocolo de estudio del Centenario Hospital Miguel Hidalgo. El volumen renal se ajusta a superficie corporal.

### Selección de pacientes

Aplicando los criterios de inclusión, exclusión y eliminación; obteniendo el consentimiento informado de los padres o tutores.

#### *Recolección de datos en la fase inicial:*

- Maternos: antecedentes clínicos, del embarazo, incluyendo uso de medicamentos, infecciones, exposición a xenobióticos.
- Muestras biológicas: orina materna, orina del recién nacido y/ líquido amniótico para análisis de xenobióticos.
- Datos del neonato: sexo, edad, peso, talla, superficie corporal estimada.
- Ecografía renal: para determinar el volumen renal inicial y calcular volumen renal inicial ajustado a superficie corporal.

#### *Recolección de datos en el seguimiento:*

- Se invitó a los padres de los lactantes a participar en una segunda valoración al año de vida.
- Se amplió la base de datos agregando algunas situaciones clínicas relevantes, tales como. Infecciones, hospitalizaciones, uso de medicamentos.
- Tipo de alimentación: lactancia materna, fórmula o mixta.
- A los 12 meses se realizó una nueva ecografía renal, calculando el volumen renal ajustado a superficie renal final.
- Se obtuvo el incremento del volumen renal ajustado ( $\Delta$ VRSC).

## **Flujo de participantes**

Esta información se presentará mediante un diagrama de flujo, siguiendo las recomendaciones de la declaración STROBE, con la finalidad de mostrar de forma clara como se seleccionó y siguió a la población del estudio.

En el estudio se reclutaron inicialmente 299 recién nacidos, quienes fueron valorados con ecográfica renal en el periodo neonatal. Se invitó a todos a participar en una segunda valoración ecográfica al cumplir un año de edad, de estos, 93 lactantes (31%) completaron la segunda evaluación ecográfica, mientras que 206 lactantes (69%) no acudieron a la segunda valoración, las causas específicas de esta pérdida de seguimiento no pudieron ser determinadas en todos los casos, pero se atribuyen principalmente a decisión personal de los padres o tutores, cambio de residencia, dificultades logísticas y otros factores relacionados con la asistencia.

Para evaluar el impacto de esta pérdida en los resultados, se realizará una comparación de las características basales entre los lactantes que completaron el seguimiento y aquellos que no lo hicieron, con el objetivo de identificar posibles diferencias que puedan generar sesgo de selección.

**Diagrama STROBE**

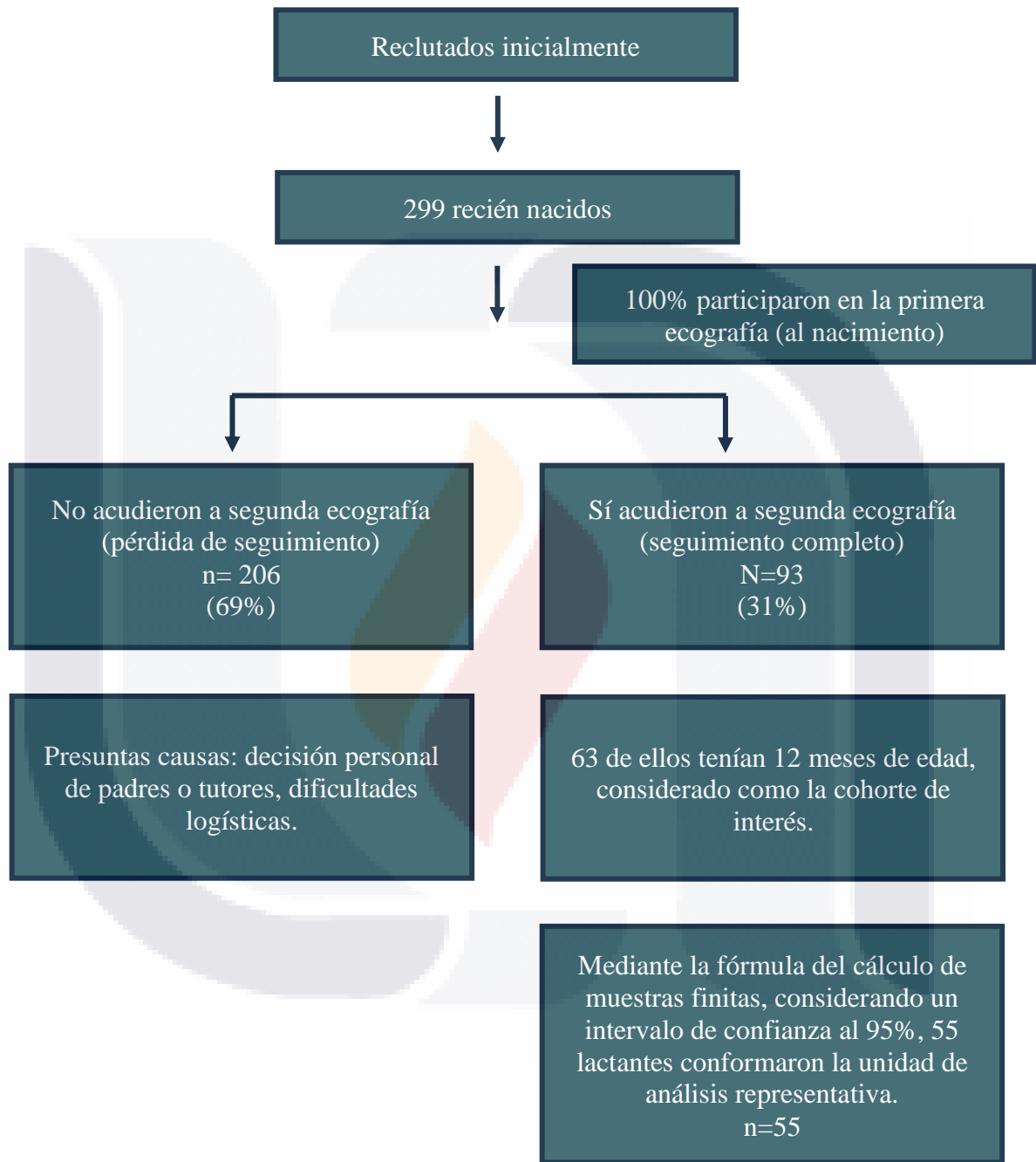


Ilustración 8: Diagrama STROBE de flujo de pacientes

## Ultrasonido renal

Las mediciones del volumen renal se realizaron mediante ultrasonido abdominal con transductor convexo en modo B, en escala de grises, en tres diferentes equipos, todos con tecnología de alta resolución adecuada para estudios pediátricos:

- Philips Affiniti 70 G con transductor convexo C5-1
- Siemens Acuson ABVS, Helx Evolution con transductor convexo 6C1
- Fujifilm Arietta 50, con transductor convexo C252A

$$\text{Volumen renal (cm}^3\text{)} = \text{Largo (cm)} \times \text{Ancho (cm)} \times \text{Grosor (cm)} \times 0.523$$

Las mediciones fueron realizadas por residentes del servicio de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, con previa autorización por padres o tutores firmando el consentimiento informado, siguiendo un protocolo estandarizado previamente validado por el servicio de Imagenología, con supervisión de médicos adscritos. Se tomaron siempre las tres dimensiones del riñón (longitud, ancho y grosor) en cortes ortogonales, en ambos riñones.

Para asegurar la calidad y consistencia interobservador, se implementaron las siguientes medidas:

- Entrenamiento previo de los operadores en el protocolo de medición.
- Supervisión por parte de radiólogos experimentados.
- Realización de mediciones duplicadas por médicos adscritos para corroborar datos en muestra aleatoria.
- Cálculo del Coeficiente de Correlación Intraclass (ICC) para evaluar la concordancia intra e interobservador.

Las mediciones fueron ajustadas a la superficie corporal (SC) utilizando la fórmula de Dubois para calcular el volumen renal ajustado (VRSC), expresado en  $\text{cm}^3/\text{m}^2$ .

Se utilizó la fórmula de elipsoide para el cálculo del volumen renal:

$$\text{SC (m}^2\text{)} = 0.007184 \times \text{peso (kg)}^{0.425} \times \text{talla (cm)}^{0.725}$$

Aunado a la toma de muestras sanguíneas y a la realización del ultrasonido renal bilateral, se llevó a cabo evaluación antropométrica de los lactantes, que incluyó la medición de peso, talla, circunferencia cefálica y superficie corporal. Asimismo, se aplicó un interrogatorio dirigido a los padres o tutores, con el fin de recabar información sobre factores perinatales y factores ambientales (exposición a posibles xenobióticos, uso de medicamentos durante el embarazo y el primer año de vida, tipo de alimentación, lactancia materna, ablactación, vacunación, infecciones, entre otros), recabando información en la base de datos.

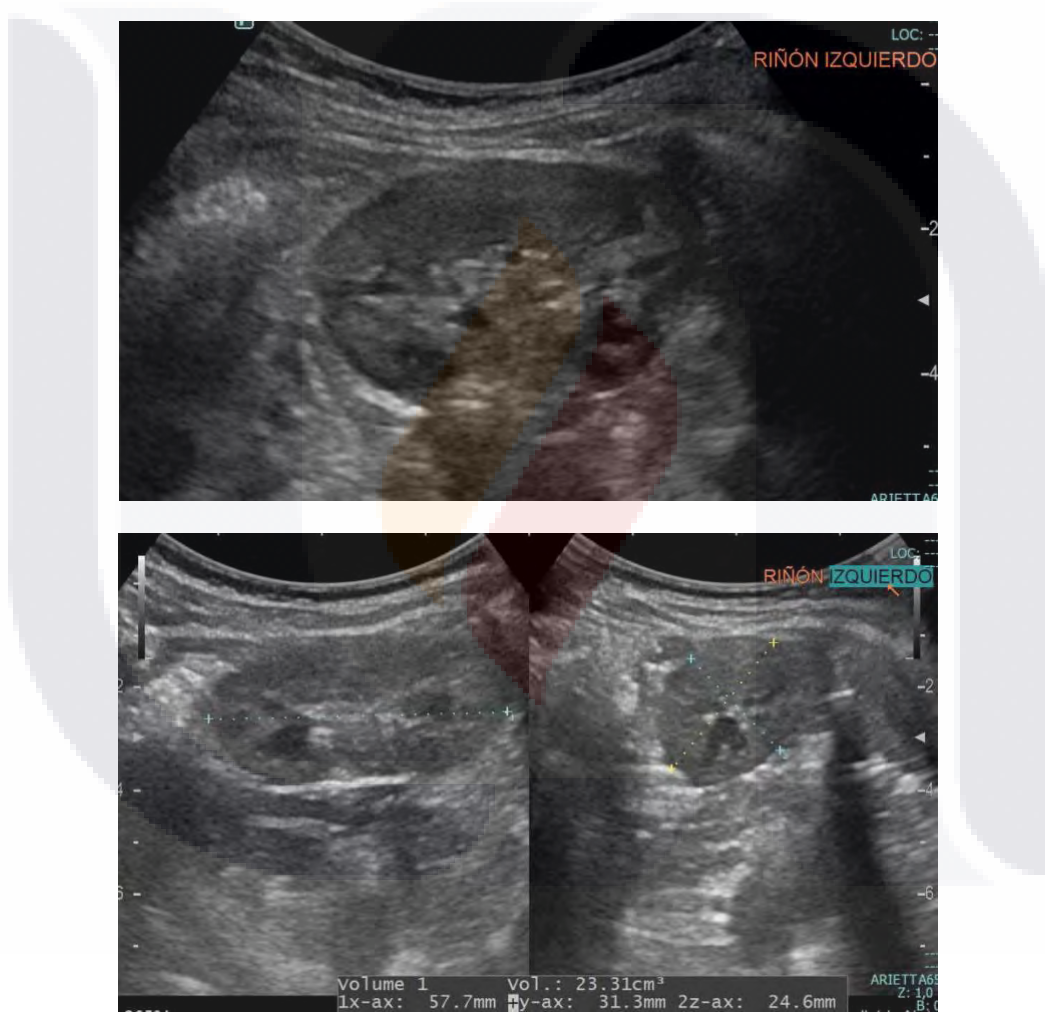




Ilustración 9: Ejemplos de ultrasonidos renales realizados durante el protocolo, ultrasonidos en escala de grises, en modo B.

## **Registro y codificación de los datos:**

- Todos los datos fueron ingresados en una base electrónica estructurada.
- Utilizando hojas de recolección de datos estandarizada y previamente establecida con campos definidos.
- Se aplicó control de calidad para detectar y corregir errores o datos faltantes antes del análisis.

## **Selección de fuentes**

- Las fuentes principales serán artículos científicos originales que aborden los temas de volumen renal, exposición a xenobióticos, factores involucrados en el crecimiento y desarrollo renal; revisiones sistemáticas y de guías de práctica clínica.
- Una de suma importancia es la base de datos generada en éste y estudios previos, que contiene registros clínicos de los recién nacidos del estudio inicial, de los lactantes en la segunda valoración, incluidas las determinaciones de volúmenes renales, así como información de historia clínica materna y perinatal.
- Synapse PACS de Fujifilm, que corresponde al archivo de imágenes médicas del servicio de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.
- Revisión en libros académicos sobre pediatría, diagnóstico por imagen basado en ultrasonido, fisiología renal, epidemiología.
- Tesis previas relacionadas.
- La selección de datos se basará en actualidad, relevancia con el tema y la calidad científica.
- Se cuenta con el registro clínico y resultado de evaluaciones en base de datos general, con formato sugerido en Excel para automatizar cálculos.
- Ecografía renal como método único para determinación de volumen renal, el cuál será ajustado a superficie corporal.

## **Universo de xenobióticos valorados**

Determinación de creatinina y cistatina mediante química sérica y determinación de cistatina urinaria.

- La determinación de pesticidas y metales pesados se llevó a cabo en orina.
- Se obtuvieron 1.5 ml de muestra sanguínea, 500 mcl para tubo morado pediátrico y 1 ml para tubo ámbar.

Laboratorios de primer consulta (12 meses)									
CR	TFG	Cystatina C	TFG cys	BUN	Urea	Albumina	Hierro sérico	CTF hierro	% sat transferrina
Ferritina	ECO2	Cr orina	Microalbuminuria	HB	HCT	Albumina en orina	CVM	HCM	Relación albumina /cratinina

Tabla 2: Laboratorios de primer consulta, xenobióticos valorados

Pesticidas medidos
dimethoate
malationOM
methomylyporla
oxandrolonaOM
picloramOM
fluoOM

Tabla 3: Pesticidas medidos

## Recursos

### Recursos humanos

Nombre del participante	Funciones dentro del protocolo
Dr. Héctor David Calzada Gallegos	Supervisar el desarrollo y la implementación del estudio; garantizar la validez de las mediciones ecográficas.
Dr. José Manuel Arreola Guerra	Coordinar el trabajo de investigación, supervisar el desarrollo y la implementación del estudio. Definir el tipo de estudio. Valorar el análisis estadístico.
Dra. Karina Marisol Gress Montiel	Realizar ultrasonidos a los lactantes el día establecido para el registro clínico. Definir

	el tipo de estudio, población, variables. Realizar el análisis estadístico y desarrollo de la investigación.
Médicos residentes de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.	Realizar ultrasonidos a los lactantes el día establecido para el registro clínico.
Médicos pasantes del servicio social del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.	Realizar y completar el registro clínico de pacientes lactantes, con padres o tutores.
Lic. en Análisis Químico – Biológicos.	Recolección y análisis de muestras biológicas.

Tabla 4: Recursos humanos y descripción de funciones en el protocolo

*Recursos materiales*

Especificar los recursos institucionales con los que cuenta para hacer factible la realización de la investigación (consultas, equipo, tecnología, insumos, estudios de laboratorio etc.). Cuando se requieran recursos institucionales se deberá especificar que se cuenta con la aprobación del área correspondiente para el uso de recursos.

- Equipos de ultrasonido del área de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica para la medición de volúmenes renales.
- Synapse PACS de Fujifilm, que corresponde al archivo de imágenes médicas del servicio de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.
- Equipos de laboratorio.
- Equipos de cómputo.
- Báscula.
- Estadímetro.
- Camilla de exploración.

## RESULTADOS

Los resultados del presente trabajo derivan de una población de 93 lactantes (N=93) entre los 12 y 17 meses que asistieron a una consulta de seguimiento al haber participado en un estudio de parametrización de segmentos renales en el estado de Aguascalientes por Alcalde & cols (22). Del número mencionado (N=93), 63 de ellos (n=63) tenían 12 meses de edad –cohorte de interés–.

Aplicando la fórmula del cálculo de muestras finitas, considerando un intervalo de confianza al 95%, se determinó que 55 lactantes (n=55) conformarían la unidad de análisis representativa para analizar la relación entre factores de riesgo perinatales y crianza respecto al incremento del volumen renal ajustado a la superficie corporal (VRTSC). Los productos fueron escogidos mediante un muestreo aleatorio simple. Por otro lado, la primera parte de los resultados se enfoca en los antecedentes clínicos de los lactantes.

De acuerdo con el interrogatorio realizado a los padres o tutores de los lactantes, se observó que el cáncer fue la condición crónica degenerativa – hasta el segundo grado de familiares– más frecuente (n=26, 34.2%) (**tabla 5, figura 10**) seguida de la enfermedad renal crónica y diabetes (n=15, 27.3%) (**tabla 5, figura 10**). De todas, la hipertensión resultó como la menos común (**tabla 5, figura 10**).

En segundo lugar, fueron contempladas la exposición a sustancias nocivas en el desarrollo perinatal; al respecto, el uso de alcohol o la combinación de dos o más sustancias como tabaco o metanfetamina resultaron en igualdad de prevalencia, presente en el 30.9% (n=17) de los casos (**tabla 5, figura 11**). Por otro lado, el 18.2% (n=10) (**tabla 5, figura 11**) de los lactantes fueron expuestos a xenobióticos o pesticidas en su crecimiento y 23.6% (n=13) a cultivos.

La última parte consideró algunos antecedentes gineco obstétricos, entre ellos, la ingesta de medicamentos y las infecciones durante el embarazo, los eventos se presentaron en el 76.4% (n=42) y el 74.5% (n=41) de los casos respectivamente (**tabla 5**). A pesar de los factores de riesgo mencionados, resultó que el promedio de tiempo de semanas de gestación (SDG) fue de 39.03 ( $\bar{x}=39.03$  semanas, D.E.  $\pm 1.50$  semanas) (**tabla 5, figura 12**), es decir, un embarazo a término completo.

Antecedentes clínicos		
Variable	Frecuencia ( <i>fr</i> )	Porcentaje (%)
<b>Antecedentes heredofamiliares</b>		
Diabetes	11	20%
Hipertensión	4	7.3%
Cáncer	18	32.7%
Enfermedad renal crónica	15	27.3%
Neurológicas	10	18.2%
Alergias	14	25.5%
<b>Exposición a sustancias tóxicas</b>		
Alcohol	17	30.9%
Tabaco	9	16.4%
≥ 2 drogas	17	30.9%
Pesticidas	10	18.2%
Contacto con cultivos	13	23.6%
<b>Antecedentes gineco obstétricos</b>		
Infecciones durante el embarazo	41	74.5%
Ingesta de medicamentos durante el embarazo	42	76.4%
Semanas de gestación (SDG) ( $\bar{x}$ =39.03 semanas, D.E. $\pm$ 1.50 semanas)		

Tabla 5 : Distribución de frecuencias y porcentajes de los antecedentes clínicos y heredofamiliares de la muestra de 55 lactantes.

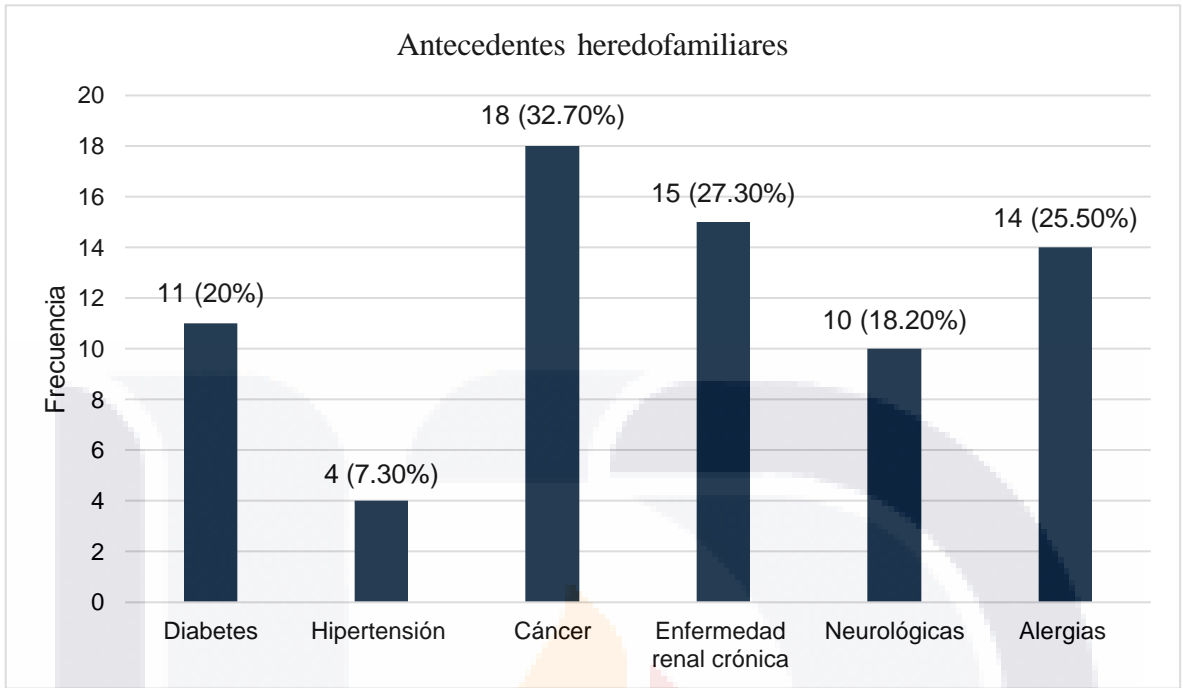


Ilustración 10: Distribución de frecuencia y porcentajes de los antecedentes heredofamiliares. Elaboración propia.

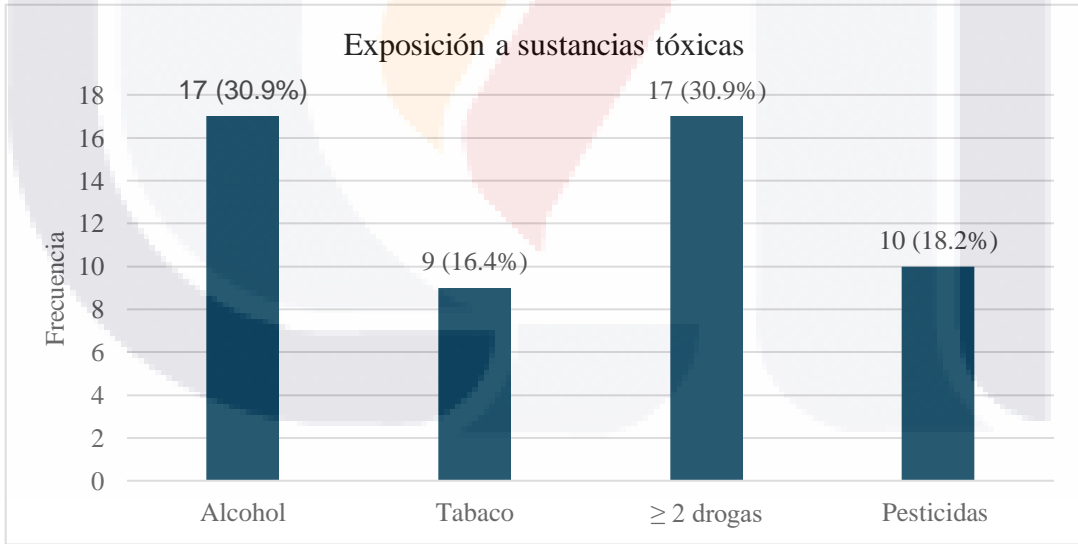


Ilustración 11: Distribución de frecuencias y porcentajes de la exposición de sustancias tóxicas. Elaboración propia.

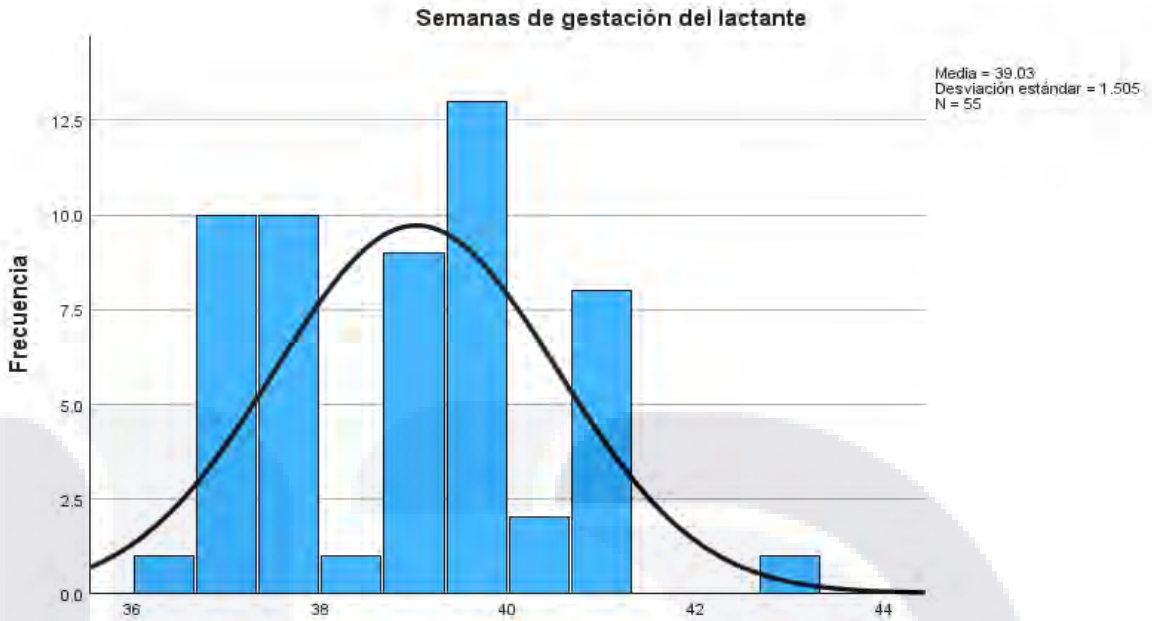


Ilustración 12: Histograma que expresa una distribución de datos simétrica en la variable semanas de gestación (SDG)Exportada de SPSS, versión 31.

Respecto a las medidas antropométricas al nacimiento, se encontró que el promedio del peso de los participantes fue de 3255.18 g –o 3.25 kg– ( $\bar{x}$ =3255.18 g, D.E.  $\pm$ 341.75 g) (**tabla 6, figura 13**); el peso más bajo registrado de la muestra fue de 2690 g –2.69 kg– ( $l_i$ = 2690 g) y el más alto de 4235 g – 4.235 kg– ( $l_s$ =4235 g). Por otra parte, se encontró que el promedio de la talla fue de 51.31 cm ( $\bar{x}$ =51.31 cm, D.E.  $\pm$ 2.31 cm) (**tabla 6, figura 14**); el límite inferior de esta variable fue de 46 cm ( $l_i$ = 46 cm), mientras que el límite superior de 57 cm ( $l_s$ = 57 cm). El 58.2% (n=32) se constituyó de participantes del sexo femenino.

Al transformar la medida antropométrica a puntuaciones Z (*z scores*) y posteriormente interpretadas en percentiles de acuerdo con los parámetros de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 2006, se encontró que todos los participantes gozaban de un peso adecuado al nacimiento (n=55, 100%) (**tabla 6**). Dicha prevalencia fue similar en la talla, en donde el 96.4% (n=53) (**tabla 6**) se ubicaron en una talla adecuada al nacimiento.

Nacimiento		
Variable	Frecuencia ( <i>fr</i> )	Porcentaje (%)
<b>Sexo</b>		
Masculino	23	41.8%
Femenino	32	58.2%
<b>Peso</b> ( $\bar{x}$ =3255.18 g, D.E. $\pm$ 341.75 g)		
Peso bajo para la edad (P-0.1 - P<3)	0	0%
Peso adecuado para la edad (P3 – P97)	55	100%
Peso elevado para la edad (P97 – P99)	0	0%
Obesidad (P99)	0	0%
<b>Talla</b> ( $\bar{x}$ =51.31 cm, D.E. $\pm$ 2.31 cm)		
Talla muy baja (<P0.1)	0	0%
Talla baja (P0.1 – < P3)	1	1.8%
Talla normal (P3 – P97)	53	96.4%
Talla muy elevada para la edad (>P97)	1	1.8%
<b>Superficie corporal</b> ( $\bar{x}$ = 0.20 mm <sup>2</sup> , D.E. $\pm$ 0.014 mm <sup>2</sup> )		
<b>Volumen renal de acuerdo con la superficie corporal</b> ( $\bar{x}$ = 116.39 mm <sup>3</sup> , D.E. $\pm$ 22.79 mm <sup>3</sup> )		

Tabla 6: Distribución de frecuencia y porcentajes de las medidas antropométricas de la muestra de 55 lactantes.

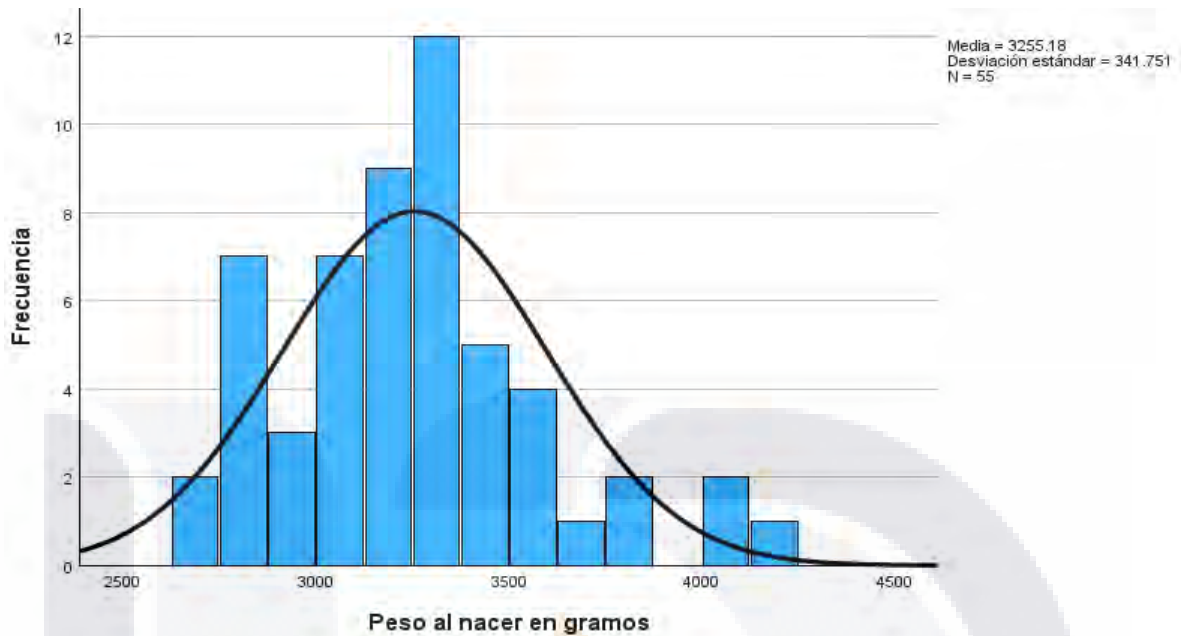


Ilustración 13: Histograma que exhibe una asimetría moderada positiva en la variable peso al nacimiento. Exportado de SPSS, versión 31.

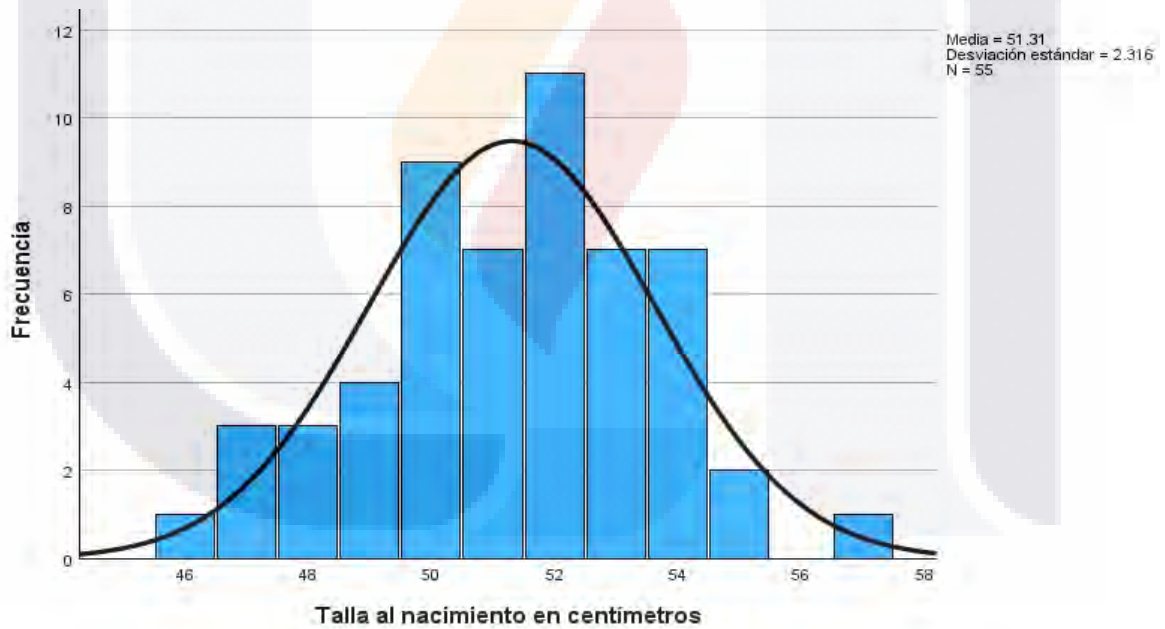


Ilustración 14: Histograma que exhibe una asimetría leve negativa en la variable talla al nacimiento. Exportado de SPSS, versión 31.

En el presente estudio fueron prioritarios dos parámetros al nacimiento adicionales: superficie corporal y el volumen renal ajustado a la superficie corporal (VRTSC), observando

que el promedio de la superficie corporal de la muestra de 55 lactantes ( $n=55$ ) fue de  $0.20 \text{ mm}^2$  ( $\bar{x}= 0.20 \text{ mm}^2$ , D.E.  $\pm 0.014 \text{ mm}^2$ ) (tabla 6; figura 15). En el caso del VRSTC, el promedio observado fue de  $116.39 \text{ mL/mm}^3$ , con valores entre  $77 \text{ mm}^3$  ( $l_i= 77 \text{ mL/mm}^3$ ) y  $177$  ( $l_s= 177 \text{ mL/mm}^3$ ) (tabla 6, figura 16); el 20% ( $n=11$ ) de la muestra presentó un bajo VRTSC ( $<P10$ ), de acuerdo con los parámetros reportados. (22)

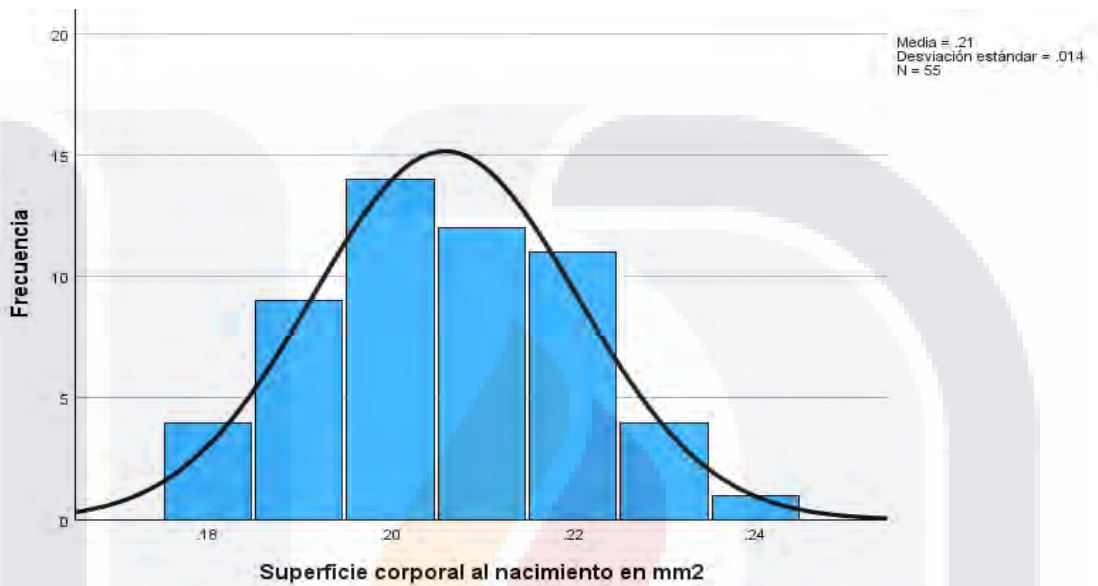


Ilustración 15: Histograma que exhibe una simetría en la distribución de datos de la variable superficie corporal. Exportada de SPSS, versión 31.

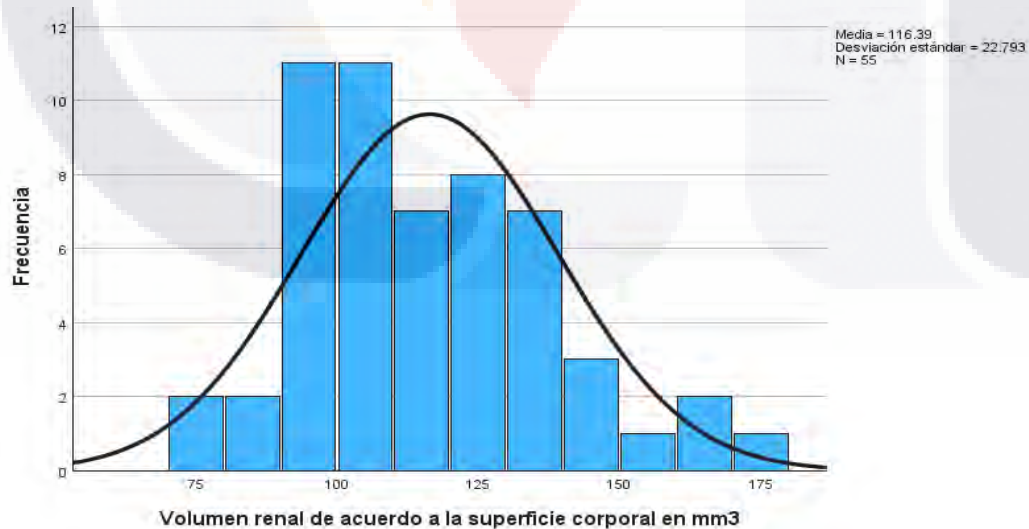


Ilustración 16: Histograma que exhibe una asimetría moderada en la distribución de datos de la variable VRTSC. Exportada de SPSS, versión 31.

*Visita subsecuente (12 meses después)*

Al asistir a la consulta de seguimiento 12 meses después se encontró, tras realizar un nuevo interrogatorio a los padres o tutores, que el 43.6% de los lactantes (n=24) se alimentaban exclusivamente con lactancia materna; 49 de los 55 (89.1%, n=49) lactantes había padecido alguna infección o enfermedad durante el primer año. Respecto al desarrollo del órgano diana, el riñón, se encontró que el volumen relativo del riñón izquierdo fue de 23.68 mm<sup>3</sup> ( $\bar{x}$  = 23.68 mm<sup>3</sup>, D.E. ±4.92 mm<sup>3</sup>) (**tabla 7, figura 17**), concentrando al 27.3% de la muestra en el percentil igual o menor a 10 (P≤10 = n=15, 27.3%).

Por otro lado, el volumen relativo del riñón derecho fue de 24.96 mm<sup>3</sup> (24.77 mm<sup>3</sup>, D.E. ±6.83 mm<sup>3</sup>) (**tabla 8, figura 17**), con una prevalencia menor de “volumen relativo bajo” que su contraparte (P≤10 = n=12, 21.8%). Las longitudes de las localizaciones restantes se encuentran resumidas en **las tablas 7 y 8** y representadas en las **figuras 18 – 20**. Por último, se encontró que el promedio del VRTSC 12 meses después fue de 110.15 mL/mm<sup>3</sup> ( $\bar{x}$  = 110.15 mm<sup>3</sup>, D.E. ±24.07 mm<sup>3</sup>) que, de acuerdo con los parámetros normativos propuestos por Alcalde & cols. (2025)(22) , el 32.7% (n=18, 32.7%) de los lactantes padecen de bajo volumen renal (P≤10).

Medida de tendencia central	Estructuras renales anatómicas (izquierdo)			
	Volumen relativo (mm <sup>3</sup> )	Longitud (mm)	Porción antero-posterior (mm)	Porción del transverso (mm)
(Mdn, RIQ/ $\bar{x}$ /D.E.)	$\bar{x}$ = 23.68 mm <sup>3</sup> , D.E. ±4.92 mm <sup>3</sup> .	$\bar{x}$ = 57.56 mm, D.E. ±5.21 mm.	$\bar{x}$ =27.80 mm, D.E. ± 3.13 mm.	$\bar{x}$ =27.64 mm, D.E. ± 3.20 mm.

Tabla 7: Medidas de tendencia central y de dispersión principales de las porciones del riñón izquierdo de los 55 lactantes.

Medida de tendencia central	Estructuras renales anatómicas (derecho)			
	Volumen relativo (mm <sup>3</sup> )	Longitud (mm)	Porción antero-posterior (mm)	Porción del transverso (mm)
(Mdn, RIQ/ $\bar{x}$ /D.E.)	$\bar{x} = 24.77$ mm <sup>3</sup> , D.E. $\pm 6.83$ mm <sup>3</sup> .	$\bar{x} = 55.67$ mm, D.E. $\pm 7.72$ mm.	$\bar{x} = 28.57$ mm, D.E. $\pm 4.10$ mm.	$\bar{x} = 28.42$ mm, D.E. $\pm 3.93$ mm.

Tabla 8: Medidas de tendencia central y de dispersión principales de las porciones del riñón derecho de los 55 lactantes.

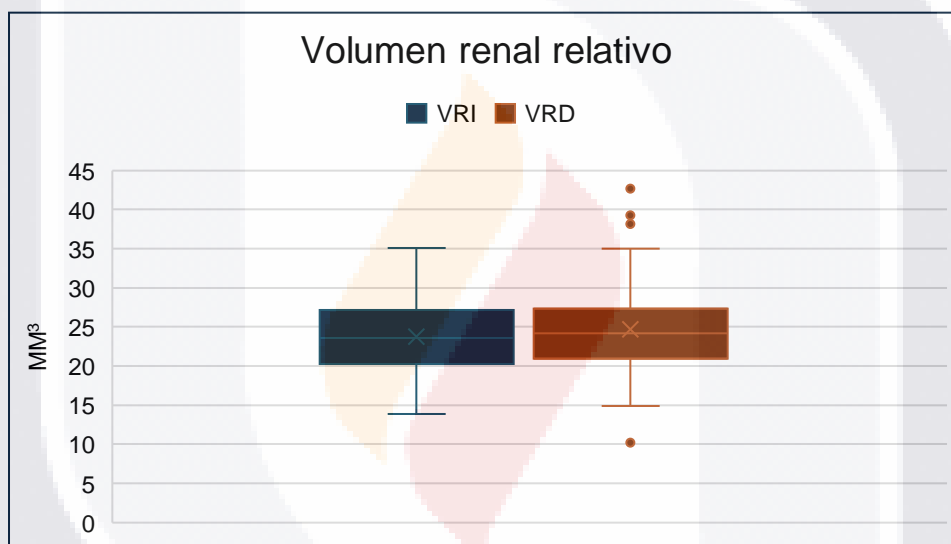


Ilustración 17: Diagrama de cajas que exhibe los volúmenes renales por segmento.

(izquierdo: Mdn=23.31 mm<sup>3</sup>, RIQ: 20.03 mm<sup>3</sup> – 27.10 mm<sup>3</sup>; derecho: Mdn=24.20 mm<sup>3</sup>, RIQ: 21 mm<sup>3</sup> – 27.50 mm<sup>3</sup>). Nota: el riñón derecho presenta valores atípicos.

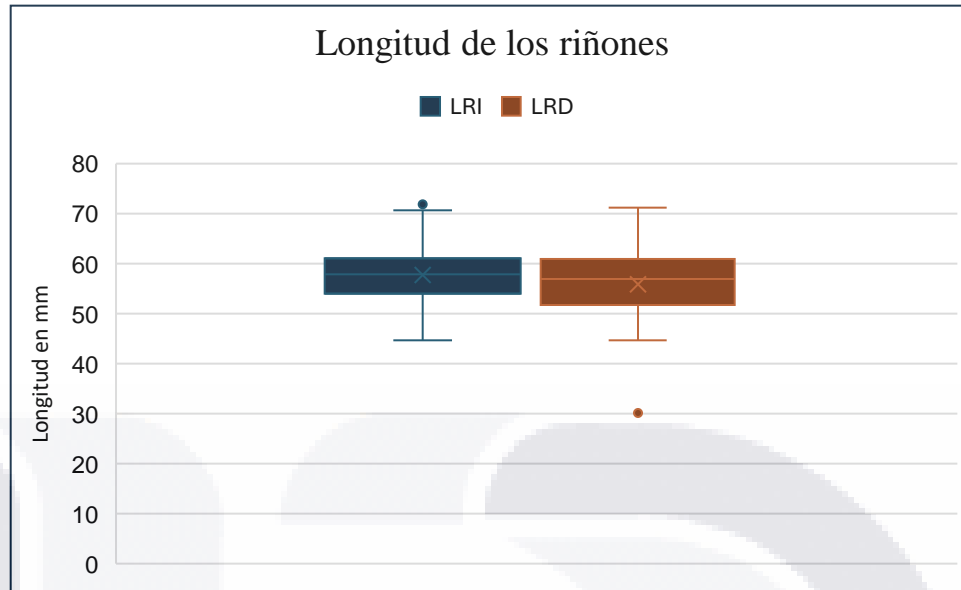


Ilustración 18: Diagrama de cajas que exhibe los valores de la longitud de los riñones por segmento.

(izquierdo: Mdn=57.70 mm, RIQ: 54 mm – 61 mm; derecho: Mdn=56.90 mm, RIQ: 51.80 mm – 60.90 mm). Nota: el riñón derecho presenta valores atípicos.

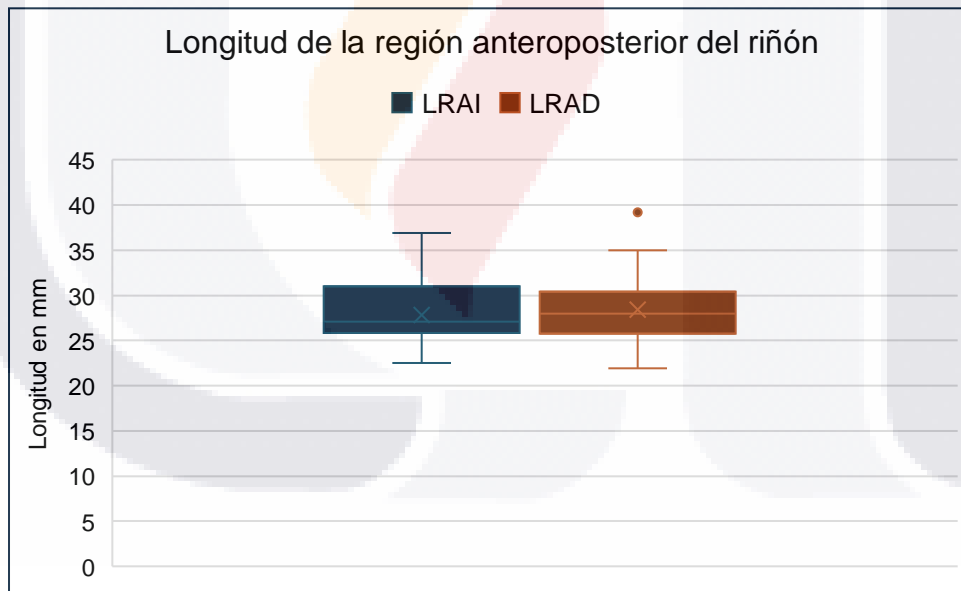


Ilustración 19: Diagrama de cajas que exhibe los valores de la región anteroposterior de los riñones por segmento.

(izquierdo: Mdn=27.10 mm, RIQ: 25.90 mm – 31 mm; derecho: Mdn=28 mm, RIQ: 25.80 mm – 30.50 mm). Nota: el riñón derecho presenta valores atípicos.

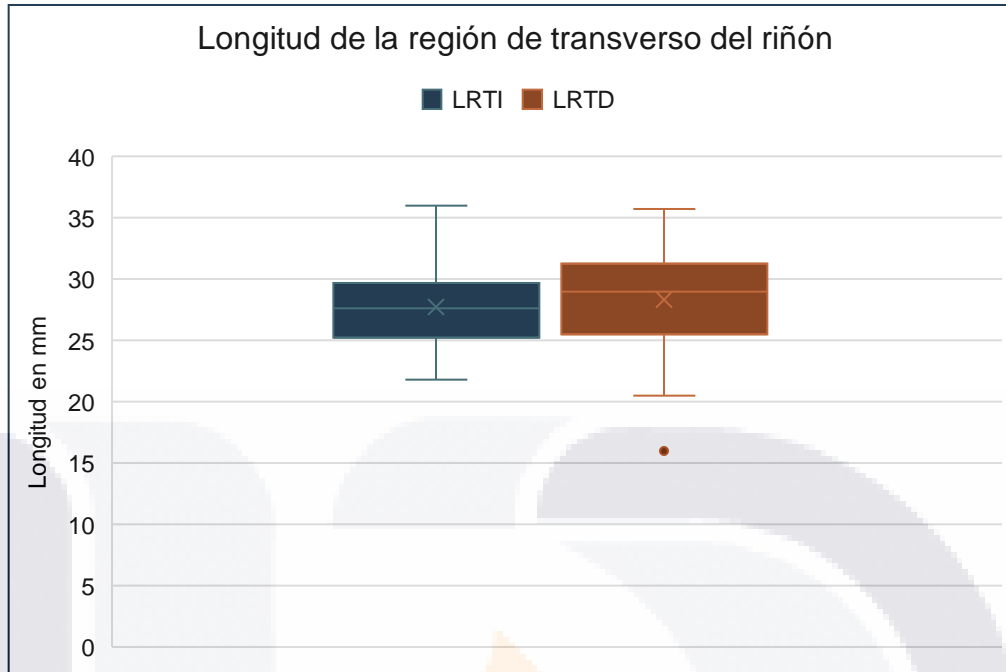


Ilustración 20: Diagrama de caja de la longitud de la región del transverso por segmento.

(izquierdo: Mdn=27.60 mm, RIQ: 25.30 – 29.60 mm; derecho: 29 mm, RIQ: 26.50 – 31.50 mm).  
Elaboración propia.

*Relación de VRTSC y factores de riesgo*

Previo al análisis analítico en torno a la relación de los antecedentes perinatales, del nacimiento y crianza actual de los lactantes, se realizaron tablas cruzadas para observar y describir la distribución del grupo de variables mencionadas en función del VRTSC. Se consideraron las variables: sexo, exposición a xenobióticos en el periodo perinatal, peso y talla al nacimiento con base en las categorías dicotómicas y nominales descritas en la **tabla 5**. No obstante, ante la unanimidad del parámetro de normalidad (P3 – P97), las variables de peso y talla al nacimiento fueron omitidas. La distribución de datos de las dos variables restantes se presenta en la **tabla 9** y las **figuras 22 y 23**.

Variable	VRTSC
<b>Sexo</b>	
Masculino (Mdn, RIQ/ $\bar{x}$ , D.E.)	$\bar{x}$ =111.39 mL/mm <sup>3</sup> , D.E. 25.42 mL/mm <sup>3</sup>
Femenino (Mdn, RIQ/ $\bar{x}$ , D.E.)	$\bar{x}$ =109.25 mL/mm <sup>3</sup> , D.E. 23.43 mL/mm <sup>3</sup>
<b>Xenobióticos (pesticidas)</b>	

Sí (Mdn, RIQ/ $\bar{x}$ , D.E.)	$\bar{x}$ =109.93 mL/mm <sup>3</sup> , D.E. 32.28 mL/mm <sup>3</sup>
No (Mdn, RIQ/ $\bar{x}$ , D.E.)	$\bar{x}$ =110.20 mL/mm <sup>3</sup> , D.E. 22.32 mL/mm <sup>3</sup>

Tabla 9: Medidas de tendencia central y de dispersión del VRTSC respecto al sexo y la exposición de xenobióticos durante el periodo perinatal.

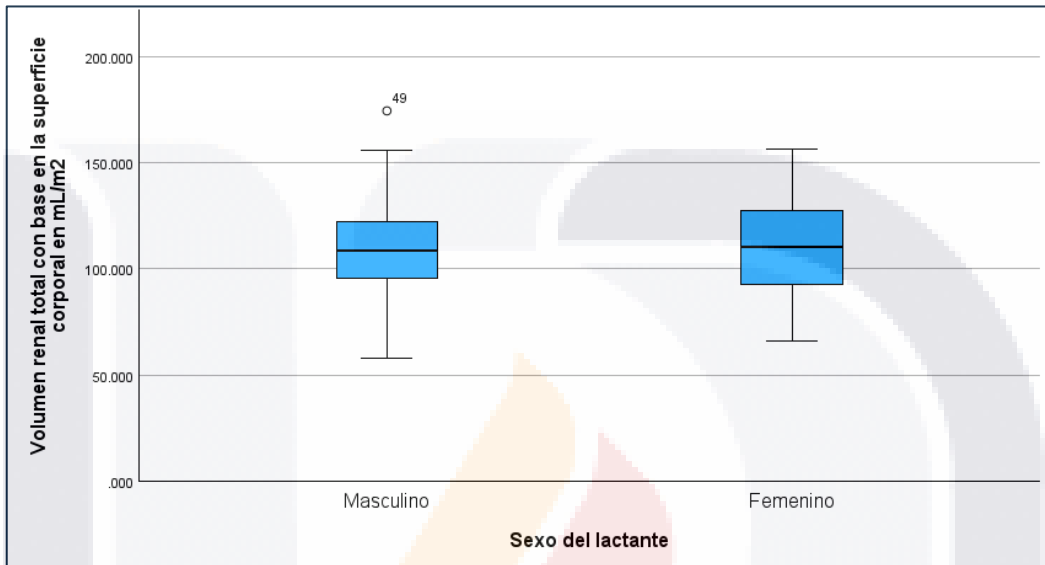


Ilustración 21: Diagrama de caja que exhibe el VRTSC en función del sexo de los lactantes.

(masculino: Mdn=108.91 mL/mm<sup>3</sup>, RIQ: 94.19 mL/mm<sup>3</sup> – 122.99 mL/mm<sup>3</sup>; femenino: Mdn=110.69 mL/mm<sup>3</sup>, RIQ: 92.71 mL/mm<sup>3</sup> – 127.51 mL/mm<sup>3</sup>). Nota: el sexo masculino presenta un valor atípico.

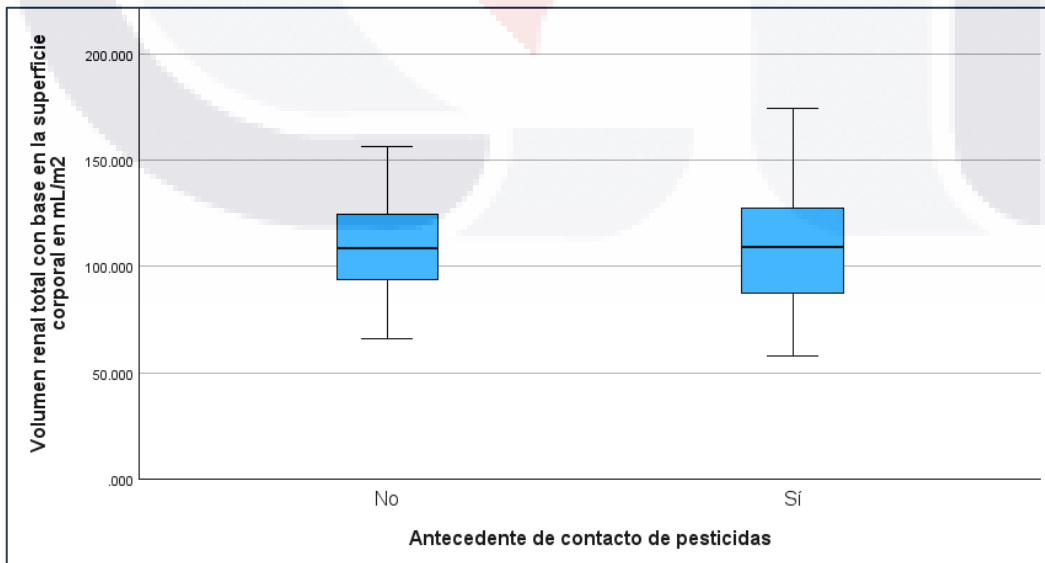


Ilustración 22: Diagrama que exhibe el VRTSC en función de la exposición de xenobióticos durante el periodo perinatal de los lactantes.

(Sí: Mdn=109.93 mL/mm<sup>3</sup>, RIQ: 85.62 mL/mm<sup>3</sup> – 128.38 mL/mm<sup>3</sup>; No: Mdn=110.20, RIQ: 93.59 mL/mm<sup>3</sup> – 124.97 mL/mm<sup>3</sup>).

Por otra parte, se encontró que el VRTSC disminuyó a los 12 meses. Al nacimiento, el promedio fue de 116.39 mm<sup>3</sup>, D.E. ±22.79 mm<sup>3</sup> ( $\bar{x}$ =116.39 mm<sup>3</sup>, D.E. ±22.79 mm<sup>3</sup>) mientras que a los 12 meses fue de 111.39 mL/mm<sup>3</sup> ( $\bar{x}$ =111.39 mL/mm<sup>3</sup>, D.E. 25.42 mL/mm<sup>3</sup>); la diferencia fue una disminución de 6.23 mL/mm<sup>3</sup> (-6.23 mL/mm<sup>3</sup>). La comparativa se representa en la **figura 23**.

VRSTC al nacimiento	VRTSC 12 meses después
$\bar{x}$ =116.39 mm <sup>3</sup> , D.E. ±22.79 mm <sup>3</sup>	$\bar{x}$ =111.39 mL/mm <sup>3</sup> , D.E. 25.42 mL/mm <sup>3</sup>

Tabla 10: Medidas de tendencia central y de dispersión del VRTSC en tiempos específicos.

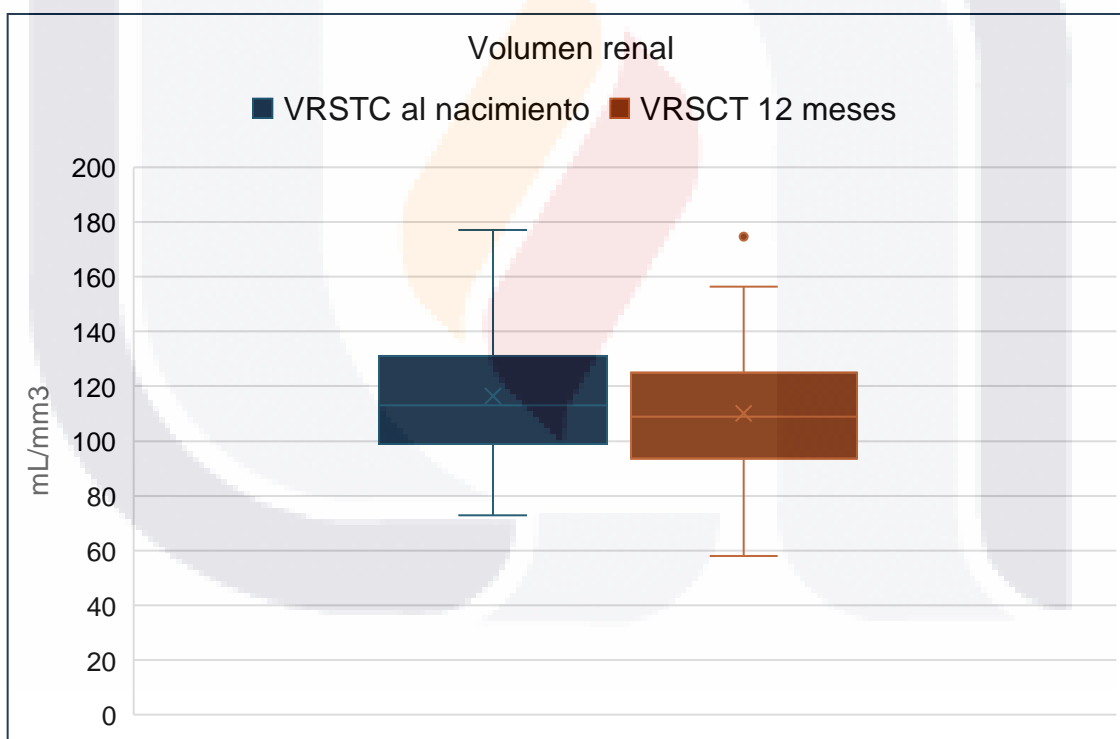


Ilustración 23: Diagrama de caja que exhibe los valores del VRSTC al nacimiento.

(Mdn=113.04 mL/mm<sup>3</sup>, RIQ: 98.99 mL/mm<sup>3</sup> – 130.59 mL/mm<sup>3</sup>) y 12 meses después (Mdn=110.15 mL/mm<sup>3</sup>, RIQ: 93.45 mL/mm<sup>3</sup> – 125.06 mL/mm<sup>3</sup>).

Este estudio tenía por objetivo realizar dos análisis analíticos. El primero, determinar la significancia estadística de los lactantes expuestos a xenobióticos respecto de los que no.

Para escoger la prueba estadística pertinente, se procedió a explorar la distribución de datos mediante las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas, considerando la influencia de la variable pesticidas.

Debido a que el grupo expuesto a pesticidas fue menor de 30 lactantes ( $\leq 30$ ), se decidió usar la prueba de normalidad Shapiro Wilk. A pesar de que los datos siguieron una distribución normal (control [ $W= 0.982, gl= 45, p=0.720$ ], casos [ $W= 0.975, gl= 10, p=0.936$ ]) (figura 25 - 26), así como una homogeneidad de varianza ( $W=1.396, p= 0.244$ ), se optó por aplicar la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney ante la disparidad del número de participantes. Al respecto, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $U = 222, Z = - 0.65, p=0.948$ ), denotando la homogeneidad de los volúmenes renales entre el grupo expuesto a pesticidas y los que no durante su desarrollo perinatal.

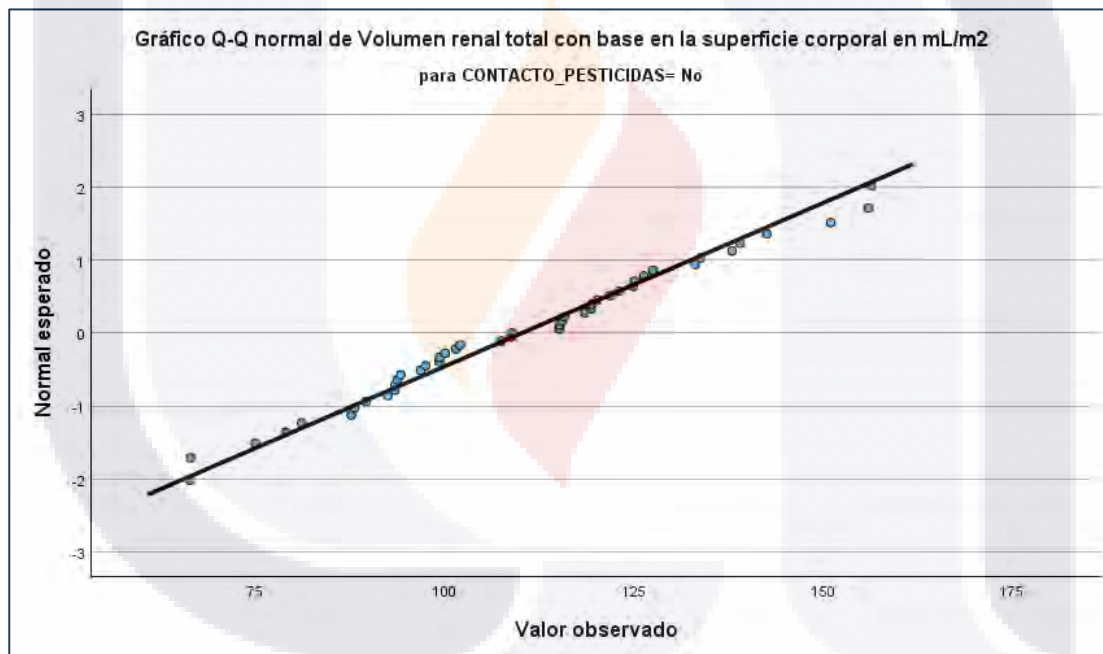


Ilustración 24: Gráfico Q-Q normal del volumen renal total en base en la superficie corporal para contacto con pesticidas – no

Nota: el grupo control siguen una distribución de datos normal. Exportado de SPSS, versión 31.

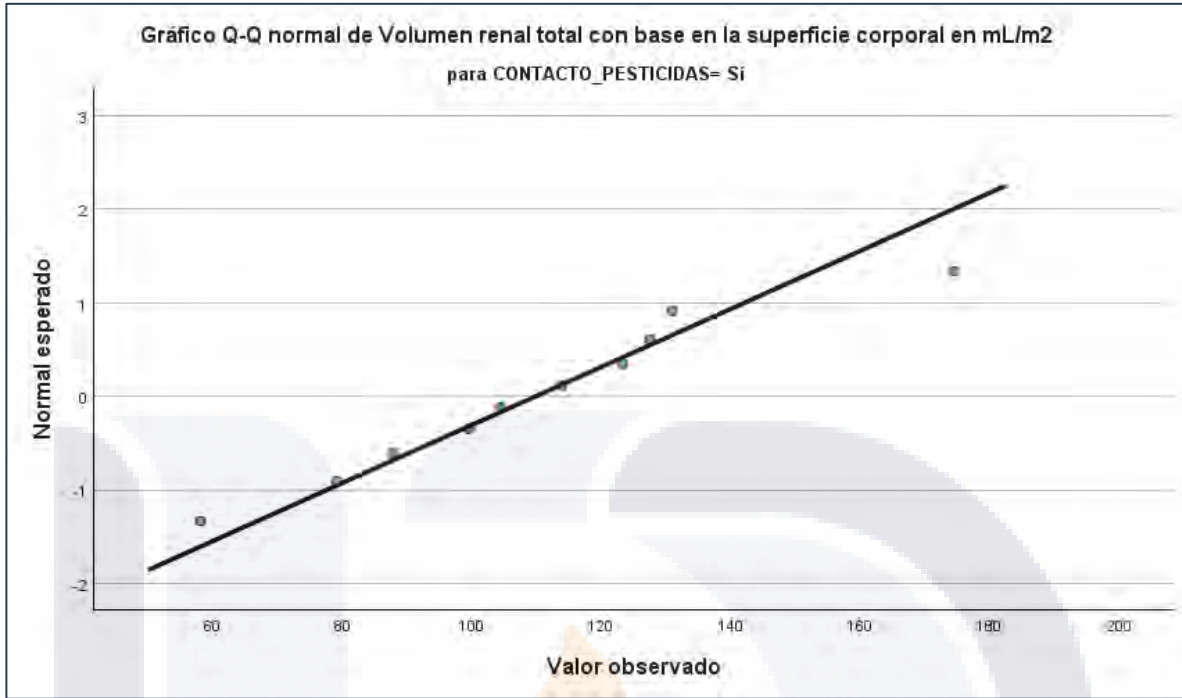


Ilustración 25: Gráfico Q-Q normal de volumen renal total con base en la superficie corporal

Nota: el grupo de lactantes expuestos a xenobióticos exhibió una distribución de datos normal. Exportado de SPSS, versión 31.

El segundo análisis determinó la relación de antecedentes perinatales y factores de crianza actuales –como lactancia materna exclusiva e ingesta de medicamentos durante la misma– respecto al cambio del volumen renal ajustado a la superficie corporal. Para realizarlo, la variable dependiente, VRTSC, se transformó en puntuación Z (*z score*), siendo la diferencia del VRSTC actual (12 meses) del nacimiento.

Nuevamente, se aplicó la prueba de normalidad de distribución de datos. En esta ocasión, se consideró el valor de significancia de la prueba Kolmogorov-Smirnov (K-S) al cumplir el supuesto de una muestra superior a 30 participantes ( $n > 30$ ), encontrando que el valor Z del VRSTC siguió una distribución de datos normal (K-S: 0.093,  $gl=55$ ,  $p=0.200$ )

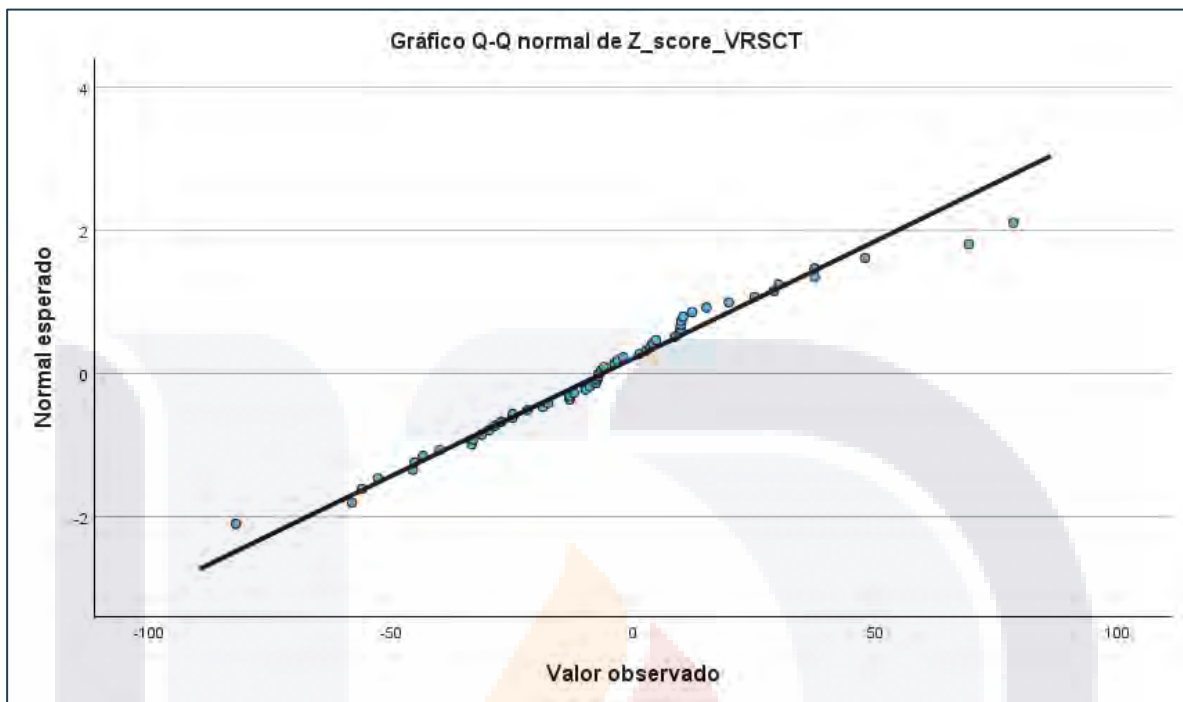


Ilustración 26: Gráfico Q-Q normal de Z-score\_VRSCT

Nota: la puntuación Z presentó una distribución de datos normal. Exportado de SPSS, versión 31.

Para satisfacer el objetivo general de este estudio, dado el cumplimiento del supuesto de normalidad en la distribución de datos, se aplicó una regresión lineal múltiple (RLM) con las siguientes variables independientes resumidos en la **tabla 11**. Cabe destacar que se prescindieron de las variables peso y talla al nacimiento debido a la unanimidad de normalidad (**tabla 5**).

Variable	Operacionalización	Escala
<b>Antecedentes perinatales</b>		
Antecedente de enfermedad renal crónica	0 = no. 1 = sí.	Dicotómica.
Contacto con xenobióticos (pesticidas)	0 = no. 1 = sí.	Dicotómica.
Cercanía de cultivo	0 = no.	Dicotómica.

	1 = sí.	
Infecciones	0 = no. 1 = sí.	Dicotómica.
Ingesta de medicamentos	0 = no. 1 = sí.	Dicotómica.
Uso de alcohol durante el embarazo	0 = no. 1 = sí.	Dicotómica.
Uso de tabaco durante el embarazo	0 = no. 1 = sí.	Dicotómica.
<b>Crianza actual</b>		
Lactancia materna exclusiva	0 = no. 1 = sí.	Dicotómica.
Ingesta de medicamentos durante el embarazo.	0 = no. 1 = sí.	Dicotómica.

Tabla 11: Variables independientes ingresadas en el modelo de regresión lineal múltiple.

De acuerdo con el modelo de RLM propuesta, la combinación de las variables explica la variación del VRTSC en el 13.3% de los casos ( $R^2= 0.133$ ). No obstante, no resultó estadísticamente significativo ( $F=0.675$ ,  $p=0.749$ ), especialmente las variables del antecedente de ingesta de medicamentos durante el embarazo ( $p=0.975$ ) y contacto con xenobióticos ( $p=0.716$ ). Asimismo, se encontró una colinealidad de baja (VIF: 1 – 2) a aceptable (VIF: 2 – 5) de las variables independientes. Por lo expuesto, se conservan ambas hipótesis nulas, sosteniendo que no existen diferencias entre la presencia o ausencia de las variables predictoras con el desarrollo del VRTSC.

Variable	B	t	p	IC95%	VIF
<b>Antecedentes perinatales</b>					
Enfermedad renal crónica.	- 13.05	-1.02	0.234	- 36.07 – 9.07	1.381

Contacto con xenobióticos (pesticidas).	- 4.14	-0.364	0.718	-27.07 – 18.80	1.07
Cercanía de cultivo.	-5.63	-0.499	0.620	-28.03 – 17.12	1.27
Infecciones.	-12.20	-0.780	0.439	-43.68 – 19.27	2.57
Ingesta de medicamentos.	-0.514	-0.030	0.976	-34.58 – 33.55	1.12
Uso de alcohol durante el embarazo.	-0.514	-0.030	0.407	-29.60 – 12.23	1.27
Uso de tabaco durante el embarazo.	-0.868	-0.837	0.293	-39.68 – 12.32	1.27
<b>Crianza actual</b>					
Lactancia materna exclusiva.	-0.398	-0.030	0.407	-29.60 – 12.23	1.27
Ingesta de medicamentos durante el embarazo.	-11.58	-0.837	0.293	-39.68 – 12.32	1.27

Tabla 12: Interacciones de las variables independientes en el modelo de regresión lineal múltiple con sus estadísticos. Exportado de SPP, versión 31.

## DISCUSIÓN

Las enfermedades renales crónicas (ERC) son condiciones endémicas de salud pública en el Estado de Aguascalientes, con casos diagnosticados tardíamente –donde las opciones de intervención son limitadas– o en edades tempranas que causan sorpresa entre especialistas y familiares. No obstante, es probable que algunos pacientes presentaban el detrimento desde la concepción o durante los primeros años de vida.(22)

Asimismo, se aúna que la exposición de determinados factores de riesgo como xenobióticos (pesticidas) están relacionados a determinantes sociales o estructurales que condiciona física y geográficamente el desenvolvimiento del individuo, y con ello, su calidad de vida (23). En respuesta a la problemática local, Alcalde & cols (22) estandarizaron las medidas de los volúmenes renales relativos derecho, izquierdo, los segmentos anteroposterior, transversal y total, ajustado a la superficie corporal en una población que presentaba condiciones como bajo peso y talla al nacer, la exposición a pesticidas, entre otros, para detectar oportunamente esta condición, idealmente, en pacientes con el mismo perfil clínico.

Este estudio proporcionó seguimiento a los recién nacidos que formaron parte de la parametrización a 12 meses, con el propósito de explorar el crecimiento de los riñones y su relación con factores de riesgo durante el embarazo, y al mismo, con factores de protección de la crianza actual, con amplio respaldo científico como la lactancia materna exclusiva.

Cabe destacar que este trabajo se apoyó de especialidades de la medicina adicionales como pediatría, dicho servicio condujo la historia clínica para recabar la mayor información posible, ante la limitante de aplicar pruebas o estudios clave del desarrollo renal. Considerando que menos del 20% de los lactantes que participaron en el estudio estuvo expuesto a pesticidas, resaltó la unanimidad estándar en las medidas antropométricas al igual del cumplimiento de las semanas de gestación a término. Lo antes mencionado no exentó la prevalencia de infecciones, complicaciones o emergencias durante el embarazo, que este estudio, por su objetivo se reservó a exponer.

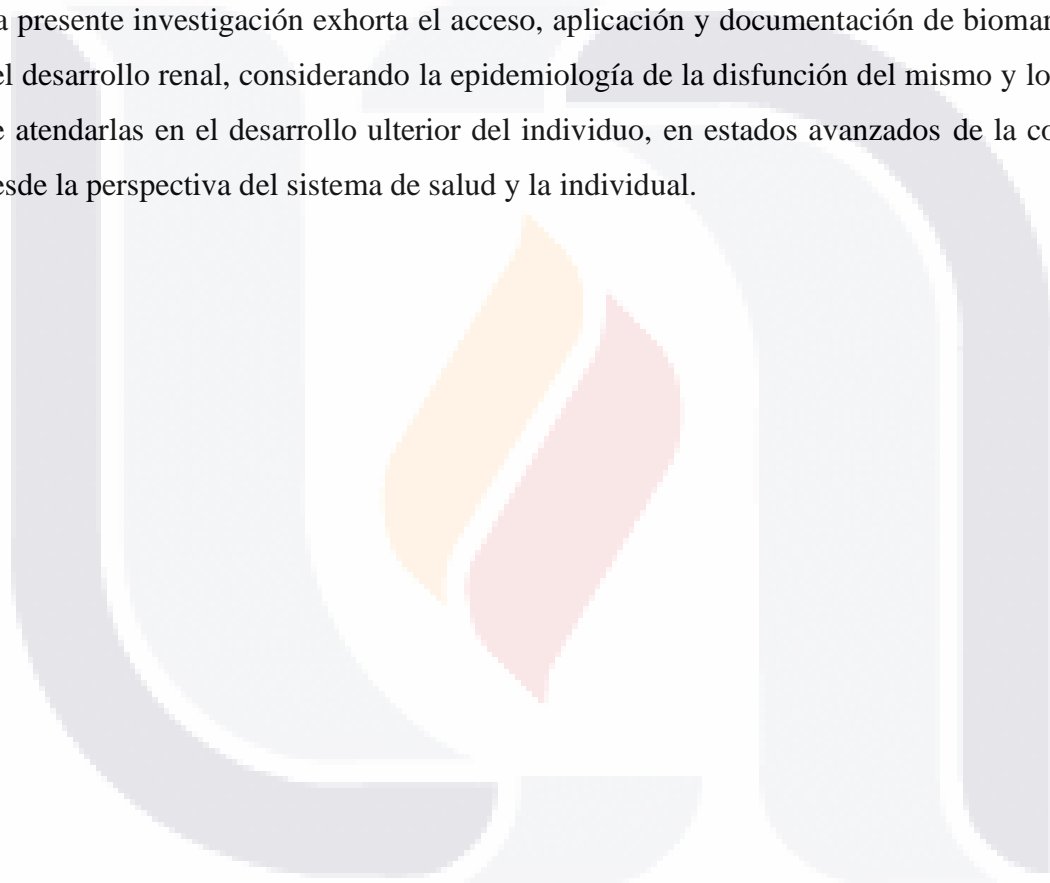
Otra de las premisas o expectativas fue un desarrollo al alza de los riñones, no obstante, el comportamiento fue el contrario, expresando una disminución promedio de  $6.23 \text{ mL/mm}^3$  durante los primeros doce meses de vida. Lo anterior condicionó a interpretar las variables independientes a este comportamiento, resaltando la ausencia de significancia estadística

entre quienes no fueron expuestos a xenobióticos –factor de riesgo de interés– y quienes recibían lactancia materna exclusiva – principal factor de protección–.

Los estadísticos expuestos mostraron la relación conjunta de las variables propuestas; analizarlas por separado supondría sesgos e interpretaciones erróneas.

Dado los hallazgos del presente estudio, se requiere justificar la relación de variables predictores del desarrollo renal que sean accesibles a la entrevista clínica que no sean las mismas que influyeron en la parametrización de los volúmenes renales.

La presente investigación exhorta el acceso, aplicación y documentación de biomarcadores del desarrollo renal, considerando la epidemiología de la disfunción del mismo y los costos de atenderlas en el desarrollo ulterior del individuo, en estados avanzados de la condición desde la perspectiva del sistema de salud y la individual.



## CONCLUSIÓN

La investigación presentada evaluó el volumen renal ajustado a superficie corporal (VRTSC) en lactantes del estado de Aguascalientes durante el primer año de vida, analizando su asociación con la exposición perinatal a xenobióticos y otros factores clínicos, antropométricos y ambientales. Aunque se identificaron antecedentes de exposición a sustancias nocivas y condiciones clínicas relevantes en la cohorte, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el volumen renal entre lactantes expuestos y no expuestos a pesticidas perinatales. De igual manera, factores protectores como la lactancia materna exclusiva no mostraron un impacto significativo en la variación del VRTSC durante este periodo.

Además, se detectó una disminución promedio del volumen renal ajustado a la superficie corporal en los primeros 12 meses de vida, contrario a la expectativa de un incremento progresivo en el desarrollo renal postnatal, lo que sugiere la influencia de otros factores aún no evaluados. Estos hallazgos indican que, aunque la lactancia materna exclusiva es reconocida como un factor protector, su impacto específico en el volumen renal ajustado no puede confirmarse con certeza, al igual que la influencia directa de la exposición a xenobióticos perinatales.

Por tanto, se requiere continuar con investigaciones más amplias y con diseños que permitan dilucidar estos vínculos, incorporando biomarcadores funcionales y evaluaciones longitudinales. La identificación temprana y el seguimiento riguroso del desarrollo renal en poblaciones vulnerables son fundamentales para diseñar e implementar estrategias de prevención que mitiguen la alta prevalencia de enfermedades renales crónicas en la región. En conjunto, estos resultados aportan evidencia valiosa para futuras investigaciones y para la formulación de políticas de salud pública orientadas a la protección y mejora de la salud renal en infantes de riesgo.

## GLOSARIO

Adaptación: Proceso por el cual un organismo u órgano ajusta su función y/o estructura para reaccionar a cambios en el entorno o a ciertas condiciones.

Autoregeneración: Capacidad de un tejido u órgano para repararse y renovarse posterior a una lesión o daño, manteniendo su función.

Biomarcador: Sustancia o característica biológica que indica un proceso fisiológico o una respuesta a una intervención, útil para evaluar el desarrollo renal.

Delta( $\Delta$ ): Término utilizado para representar un cambio o diferencia en una variable o medida entre dos puntos en el tiempo o condiciones.

Ecografía: Método diagnóstico que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para crear imágenes de órganos y tejidos internos, permitiendo evaluar su estructura y función.

Ecografía renal: Técnica de imagen no invasiva que utiliza ultrasonido para visualizar y medir las estructuras renales.

Enfermedad renal crónica (ERC): Condición médica caracterizada por la pérdida progresiva y permanente de la función renal.

Exposición perinatal: Contacto o influencia de agentes externos, como xenobióticos o sustancias tóxicas, durante el periodo que abarca la gestación y las primeras semanas después del nacimiento.

Glomerulogénesis: Proceso de formación y desarrollo de los glomérulos renales, estructuras clave para la filtración de la sangre en el riñón, que ocurre principalmente durante la etapa fetal y el nacimiento.

Glomerulomegalia: Aumento anormal del tamaño de los glomérulos renales, que puede estar asociado a compensación por pérdida de unidades funcionales o daño renal.

Hiperfiltración: Estado en el cual el riñón filtra un volumen de sangre mayor al normal por nefrona, lo que puede ser un mecanismo compensatorio, pero puede llevar a daño renal progresivo.

Lactancia materna exclusiva: Alimentación del lactante únicamente con leche materna, sin incluir otros alimentos o líquidos, considerada un factor protector en el desarrollo infantil.

Nefrogénesis: Proceso de formación y desarrollo de las nefronas, las unidades funcionales del riñón, que ocurre principalmente durante la gestación y las primeras etapas de la vida.

Oligonefropatía: Condición caracterizada por la reducción en el número de nefronas funcionales en el riñón, que puede predisponer a enfermedad renal crónica.

Superficie corporal: Medida que relaciona el peso y la talla de una persona para ajustar parámetros fisiológicos, como el volumen renal.

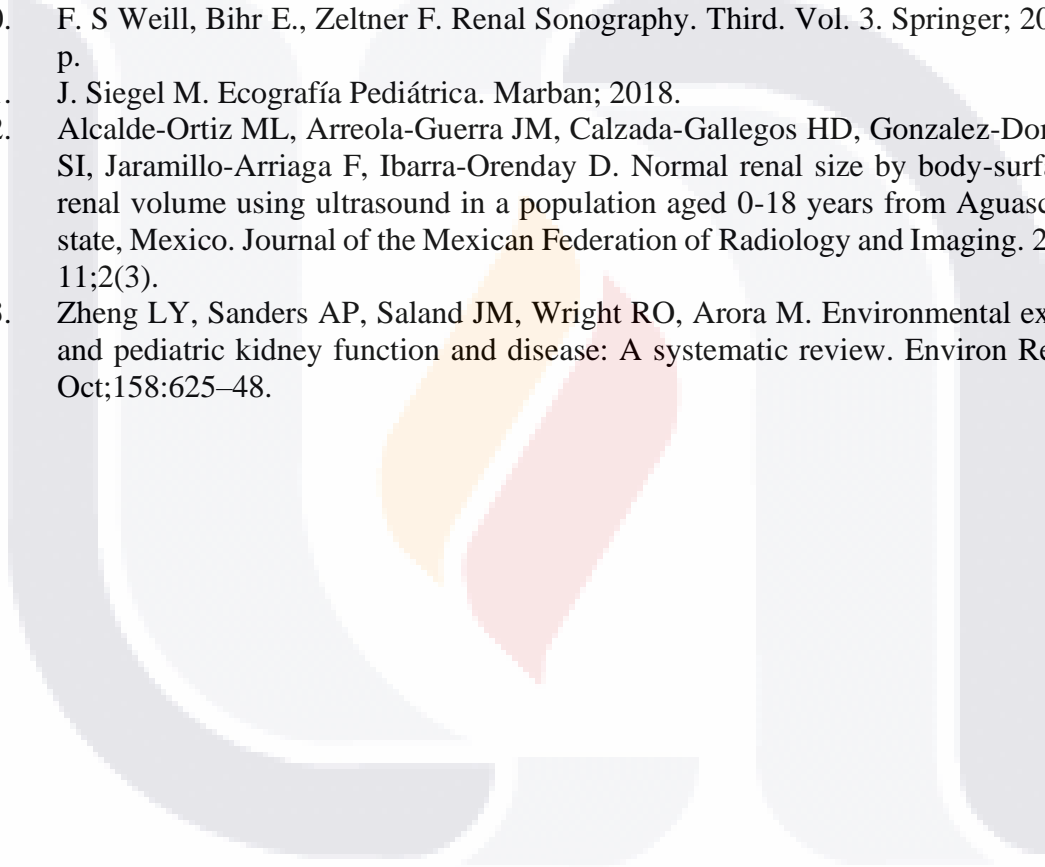
Volumen renal ajustado a superficie corporal (VRTSC): Medida ecográfica del volumen del riñón que se corrige o ajusta tomando en cuenta la superficie corporal del lactante para evaluar su desarrollo renal.

Xenobióticos: Sustancias químicas externas al organismo, como pesticidas o contaminantes, que pueden afectar la salud y el desarrollo, especialmente durante el periodo perinatal.

## REFERENCIAS



1. Cortinovis M, Perico N, Ruggenenti P, Remuzzi A, Remuzzi G. Glomerular hyperfiltration. *Nat Rev Nephrol*. 2022 Jul 1;18(7):435–51.
2. Moore KL, Persaud T.V.N, Torchia Mark G. *Embriología clínica*. Elsevier. Vol. 12. 2019.
3. Lange-Sperandio B, Anders HJ, Stehr M, Chevalier RL, Klaus R. Congenital Anomalies of the Kidney and Urinary Tract: A Continuum of Care. *Semin Nephrol*. 2023 Jul;43(4):151433.
4. M. Flaquer, P. Romagnani, Cruzado J.M. Growth factors and renal regeneration. *Revista Nefrología*. 2010 Jun;30(4):385–93.
5. Muhari-Stark E, Burckart GJ. Glomerular Filtration Rate Estimation Formulas for Pediatric and Neonatal Use. *The Journal of Pediatric Pharmacology and Therapeutics*. 2018;23(6):424–31.
6. Armenta A, Madero M, Rodriguez-Iturbe B. Functional Reserve of the Kidney. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2022 Mar;17(3):458–66.
7. Lee YQ, Beckett EL, Sculley D V., Rae KM, Collins CE, Pringle KG. Relationship between maternal global nutrient restriction during pregnancy and offspring kidney structure and function: a systematic review of animal studies. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*. 2019 Jun 1;316(6):F1227–35.
8. Fattah H, Layton A, Vallon V. How Do Kidneys Adapt to a Deficit or Loss in Nephron Number? *Physiology*. 2019 May 1;34(3):189–97.
9. Wiles KS, Nelson-Piercy C, Bramham K. Reproductive health and pregnancy in women with chronic kidney disease. *Nat Rev Nephrol*. 2018 Mar 22;14(3):165–84.
10. Victoria Bianchi María Eugenia, López German Dario, Tauguinás AM, Velasco G, Forlino D. Determinación del tamaño y volumen renal en recién nacidos considerados normales según criterios de la OMS mediante ecografía. Estudio descriptivo, observacional y transversal con revisión de la bibliografía. *Revista de Nefrología, Diálisis y Trasplante*. 2016;4:211–21.
11. Hsu CN, Tain YL. Adverse Impact of Environmental Chemicals on Developmental Origins of Kidney Disease and Hypertension. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021 Oct 14;12.
12. WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification, 2019 Edition. World Health Organization; 2020.
13. Gangemi S, Miozzi E, Teodoro M, Briguglio G, De Luca A, Alibrando C, et al. Occupational exposure to pesticides as a possible risk factor for the development of chronic diseases in humans (Review). *Mol Med Rep*. 2016 Nov;14(5):4475–88.
14. Trasande L, Aldana SI, Trachtman H, Kannan K, Morrison D, Christakis DA, et al. Glyphosate exposures and kidney injury biomarkers in infants and young children. *Environmental Pollution*. 2020 Jan;256:113334.
15. Romero CA, Carretero OA. Tubule-vascular feedback in renal autoregulation. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*. 2019 Jun 1;316(6):F1218–26.
16. Jhee JH, Kee YK, Park S, Kim H, Park JT, Han SH, et al. High-protein diet with renal hyperfiltration is associated with rapid decline rate of renal function: a community-

- based prospective cohort study. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2020 Jan 1;35(1):98–106.
17. Marinovich MD SM. Annual Data Report Chapters of the United States Renal Data System (USRDS). 2011. p. 4–29 International Comparisons - End Stage Renal Disease.
  18. Alcalá Ortiz ML. Determinación de volumen y longitud renal por ultrasonido en población pediátrica del Estado de Aguascalientes. Repositorio Bibliográfico Universidad Autónoma de Aguascalientes. 2023;
  19. Wesseling C, Crowe J, Hogstedt C, Jakobsson K, Lucas R, Wegman DH. Resolving the Enigma of the Mesoamerican Nephropathy: A Research Workshop Summary. *American Journal of Kidney Diseases*. 2014 Mar;63(3):396–404.
  20. F. S Weill, Bihr E., Zeltner F. *Renal Sonography*. Third. Vol. 3. Springer; 2013. 1–6 p.
  21. J. Siegel M. *Ecografía Pediátrica*. Marban; 2018.
  22. Alcalde-Ortiz ML, Arreola-Guerra JM, Calzada-Gallegos HD, Gonzalez-Dominguez SI, Jaramillo-Arriaga F, Ibarra-Orenday D. Normal renal size by body-surface-area renal volume using ultrasound in a population aged 0-18 years from Aguascalientes state, Mexico. *Journal of the Mexican Federation of Radiology and Imaging*. 2023 Oct 11;2(3).
  23. Zheng LY, Sanders AP, Saland JM, Wright RO, Arora M. Environmental exposures and pediatric kidney function and disease: A systematic review. *Environ Res*. 2017 Oct;158:625–48.



## ANEXOS

### Formato Institucional del consentimiento informado

	
<p><b>CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL PROYECTO:</b>  <b>“EXPOSICIÓN PERINATAL A XENOBIÓTICOS Y FACTORES ASOCIADOS AL INCREMENTO DEL VOLUMEN RENAL MEDIDO POR ULTRASONIDO EN EL PRIMER AÑO DE VIDA, EN LACTANTES DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES”.</b>  <b>FECHA DE PREPARACIÓN: MARZO 2023      VERSIÓN: 1.0</b></p>	
<p><b>Investigador principal:</b> Héctor David Calzada Gallegos  <b>Dirección del investigador:</b> Av. Ferrocarril S/N, Alameda, 20259 Aguascalientes, Ags.  <b>Teléfono de contacto del investigador (incluyendo uno para emergencias):</b>  <b>4499908414</b>  <b>Investigadores participantes:</b> Dra. Karina Marisol Gress Montiel, Dr. José Manuel Arreola Guerra  <b>Nombre del patrocinador del estudio:</b> Ninguno  <b>Dirección del patrocinador:</b> No aplica  <b>Versión del consentimiento informado y fecha de su preparación:</b> 1/ marzo/ 2023</p>	
<p><b>INTRODUCCIÓN:</b></p>	
<p>Por favor, tome todo el tiempo que sea necesario para leer este documento, pregunte al investigador sobre cualquier duda que tenga.          Este consentimiento informado cumple con los lineamientos establecidos en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, la Declaración de Helsinki y a las Buenas Prácticas Clínicas emitidas por la Comisión Nacional de Bioética.          Para decidir si participa o no en este estudio, usted debe tener el conocimiento suficiente acerca de los riesgos y beneficios con el fin tomar una decisión informada. Este formato de consentimiento informado le dará información detallada acerca del estudio de investigación que podrá comentar con su médico tratante o con algún miembro del equipo de investigadores. Al final se le invitará a que forme parte del proyecto y de ser así, bajo ninguna presión o intimidación, se le invitará a firmar este consentimiento informado.</p>	
<p>Procedimiento para dar su consentimiento: Usted tiene el derecho a decidir si quiere participar en esta investigación, y se puede tomar todo el tiempo que requiera para considerar esta invitación. El investigador le explicará ampliamente los beneficios y riesgos del proyecto sin ningún tipo de presión y tendrá todo el tiempo que requiera para pensar, solo o con quien usted decida consultarlo, antes de decirle al investigador acerca de su decisión. Esta decisión no tendrá efecto alguno sobre su atención médica en el Instituto. Al final de esta explicación, usted debe entender los puntos siguientes:</p>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>I. La justificación y los objetivos de la investigación.</li> <li>II. Los procedimientos que se utilizarán y su propósito, incluyendo la identificación de qué son procedimientos experimentales.</li> <li>III. Los riesgos o molestias previstos.</li> <li>IV. Los beneficios que se pueden observar.</li> </ol>	



- V. Los procedimientos alternativos que pudieran ser ventajosos para usted
- VI. Garantía para recibir respuestas a las preguntas y aclarar cualquier duda sobre los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación y el tratamiento de la materia.
- VII. La libertad que tiene de retirar su consentimiento en cualquier momento y dejar de participar en el estudio, sin que por ello se afecte su atención y el tratamiento en el Instituto.
- VIII. La seguridad de que no se le va a identificar de forma particular y que se mantendrá la confidencialidad de la información relativa a su privacidad.
- IX. El compromiso del investigador de proporcionarle la información actualizada que pueda ser obtenida durante el estudio, aunque esto pudiera afectar a su disposición para continuar con su participación.
- X. La disponibilidad de tratamiento médico y compensación a que legalmente tiene derecho, en el caso de que ocurran daños causados directamente por la investigación.

Puede solicitar más tiempo o llevar a casa este formulario antes de tomar una decisión final en los días futuros.

**INVITACION A PARTICIPAR Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Estimado Sr(a).

---

El Centenario Hospital Miguel Hidalgo, a través del grupo de investigación, le invitan a participar en este estudio de investigación que tiene como objetivo: tomar mediciones por ultrasonido del volume renal de su hijo (a), así como analizar los factores ambientales que puedan intervenir en un incremento del volume renal.

La duración del estudio es de 2 años.

El número aproximado de participantes será: 206

Usted fue invitado al estudio debido a que participó en la primera fase con la determinación de volumen renal en lactantes, determinación de pesticidas y función renal.

**PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO**

Su participación en el estudio consiste en: acudir (hijo, hija) a valoración al Centenario Hospital Miguel Hidalgo donde se realizará una encuesta, revisión somatométrica, toma de laboratorios y ultrasonido renal.

Los procedimientos del estudio incluyen la realización de: responder encuesta, revisión somatométrica, toma de ultrasonido renal, toma de laboratorios.

Las responsabilidades de los participantes incluyen: acudir a su cita.

**RIESGOS E INCONVENIENTES**

El ultrasonido renal es un procedimiento de bajo riesgo, no invasivo. La toma de sangre para laboratorio puede generar dolor a la punción, enrojecimiento en la zona y en algunos casos coloración morada por hematoma, todas estas molestias son transitorias y no tienen repercusiones de relevancia.

**BENEFICIOS POTENCIALES**

Identificar a los lactantes con incremento / disminución de volumen renal.  
Tendrá una consulta médica con un especialista en pediatría.  
Podremos conocer los factores que intervienen en el crecimiento renal.

**CONSIDERACIONES ECONÓMICAS**

El presente estudio no tendrá costos en las consultas y estudios que se solicitarán.

**COMPENSACION**

En caso de detectar alguna anomalía en la revisión clínica, laboratorios o ultrasonido, se referirá con un especialista.

**ALTERNATIVAS A SU PARTICIPACIÓN:**

Su participación es voluntaria. Sin embargo, usted puede elegir no participar en el estudio.

**POSIBLES PRODUCTOS COMERCIALES DERIVABLES DEL ESTUDIO:**

Los resultados o materiales obtenidos en el estudio serán propiedad del Centenario Hospital Miguel Hidalgo. Si un producto comercial es desarrollado como resultado del estudio, tal insumo será propiedad del Centenario Hospital Miguel Hidalgo o quienes ellos designen. En tal caso, usted no recibirá un beneficio financiero por el mismo.

**ACCIONES A SEGUIR DESPUÉS DEL TÉRMINO DEL ESTUDIO:**

Usted puede solicitar los resultados de sus exámenes clínicos y de las conclusiones del estudio:

La investigación es un proceso largo y complejo. El obtener los resultados finales del proyecto puede tomar varios meses.

**PARTICIPACIÓN Y RETIRO DEL ESTUDIO:**

Su participación es VOLUNTARIA. Si usted decide no participar, no se afectará su relación con el Centenario Hospital Miguel Hidalgo o su derecho para recibir atención médica o cualquier servicio al que tenga derecho. Si decide participar, tiene la libertad para retirar su consentimiento e interrumpir su participación en cualquier momento sin perjudicar su atención en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo. Se le informará a tiempo si se obtiene nueva información que pueda afectar su decisión para continuar en el estudio.



Los procedimientos que serán necesarios si usted termina su participación en el estudio son: comunicarlo de forma verbal con el investigador principal.

#### **CONFIDENCIALIDAD Y MANEJO DE SU INFORMACIÓN**

Su nombre no será usado en ninguno de los estudios. Las muestras biológicas obtenidas no contendrán ninguna información personal y se codificarán con un número de serie para evitar cualquier posibilidad de identificación. Por disposición legal, las muestras biológicas, incluyendo la sangre, son catalogadas como residuos peligrosos biológico-infecciosos y por esta razón durante el curso de la investigación su muestra no podrá serle devuelta.

Si bien existe la posibilidad de que su privacidad sea afectada como resultado de su participación en el estudio, su confidencialidad será protegida como lo marca la ley, asignando códigos a su información. El código es un número de identificación que no incluye datos personales. Ninguna información sobre su persona será compartida con otros sin su autorización, excepto:

- Si es necesario para proteger sus derechos y bienestar (por ejemplo, si ha sufrido una lesión y requiere tratamiento de emergencia); o
- Es solicitado por la ley.

Personal del estudio (monitores o auditores) podrán tener acceso a la información de los participantes.

Si usted decide retirarse del estudio, podrá solicitar el retiro y destrucción de su material biológico y de su información. Todas las hojas de recolección de datos serán guardadas con las mismas medidas de confidencialidad, y solo los investigadores titulares tendrán acceso a los datos que tienen su nombre. Si así lo desea, usted deberá poner en contacto con **el Dr. Héctor David Calzada Gallegos y/o Dra. Karina Marisol Gress Montiel** y expresar su decisión por escrito.

El Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo aprobó la realización de éste estudio. Dicho comité es quien revisa, aprueba y supervisa los estudios de investigación en humanos en el Instituto. En el futuro, si identificamos información que consideremos importante para su salud, consultaremos con el Comité de Ética para que decidamos la mejor forma de darle esta información a usted y a su médico. Además, le solicitamos que nos autorice re-contactarlo, en caso de ser necesario, para solicitarle información que podría ser relevante para el desarrollo de este proyecto.

Los datos científicos obtenidos como parte de este estudio podrían ser utilizados en publicaciones o presentaciones médicas. Su nombre y otra información personal serán eliminados antes de usar los datos.

Si usted lo solicita su médico de cabecera será informado sobre su participación en el estudio



**IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES:**

Si usted tiene preguntas sobre el estudio, puede ponerse en contacto con: **Dr. Héctor David Calzada Gallegos, número de teléfono: 449 990 8414 / Dra. Karina Marisol Gress Montiel, número de teléfono: 773 171 9507**

Si usted tiene preguntas acerca de sus derechos como participante en el estudio, puede hablar con el Presidente del Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo (Dr. Jaime Asael López Valdez, teléfono: 449 994 6720 ext. 8646).

**DECLARACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO**

He leído con cuidado este consentimiento informado, he hecho todas las preguntas que he tenido y todas han sido respondidas satisfactoriamente. Para poder participar en el estudio, estoy de acuerdo con todos los siguientes puntos:

Estoy de acuerdo en participar en el estudio descrito anteriormente. Los objetivos generales, particulares del reclutamiento y los posibles daños e inconvenientes me han sido explicados a mi entera satisfacción.

Estoy de acuerdo en donar de forma voluntaria mis muestras biológicas (muestra de sangre) para ser utilizadas en este estudio. Así mismo, mi información médica y biológica podrá ser utilizada con los mismos fines.

Estoy de acuerdo, en caso de ser necesario, que se me contacte en el futuro si el proyecto requiere coleccionar información adicional o si encuentran información relevante para mi salud. Mi firma también indica que he recibido un duplicado de este consentimiento informado.

Por favor responda las siguientes preguntas

	<b>SÍ (marque por favor)</b>	<b>NO (marque por favor)</b>
a. ¿Ha leído y entendido la forma de consentimiento informado, en su lenguaje materno?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. ¿Ha tenido la oportunidad de hacer preguntas y de discutir este estudio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. ¿Ha recibido usted respuestas satisfactorias a todas sus preguntas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. ¿Ha recibido suficiente información acerca del estudio y ha tenido el tiempo suficiente para tomar la decisión?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. ¿Entiende usted que su participación es voluntaria y que es libre de suspender su participación en este estudio en cualquier momento sin tener que justificar su decisión y sin que esto afecte su atención médica o sin la pérdida de los beneficios a los que de otra forma tenga derecho?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**SÍ**      **NO**  
 (marque por favor)      (marque por favor)

- f. ¿Entiende los posibles riesgos, algunos de los cuales son aún desconocidos, de participar en este estudio?
- g. ¿Entiende que puede no recibir algún beneficio directo de participar en este estudio?
- h. ¿Entiende que no está renunciando a ninguno de sus derechos legales a los que es acreedor de otra forma como sujeto en un estudio de investigación?
- i. ¿Entiende que el médico participante en el estudio puede retirarlo del mismo sin su consentimiento, ya sea debido a que Usted no siguió los requerimientos del estudio o si el médico participante en el estudio considera que médicamente su retiro es en su mejor interés?
- j. ¿Entiende que usted recibirá un original firmado y fechado de esta Forma de Consentimiento, para sus registros personales?

**Declaración del paciente:**

Yo, (padre o tutor) \_\_\_\_\_ declaro que es mi decisión participar en el estudio. Mi participación es voluntaria. He sido informado que puedo negarme a participar o terminar mi participación en cualquier momento del estudio sin que sufra penalidad alguna o pérdida de beneficios. Si suspendo mi participación, recibiré el tratamiento médico habitual al que tengo derecho en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo y no sufriré perjuicio en mi atención médica o en futuros estudios de investigación. Yo puedo solicitar información adicional acerca de los riesgos o beneficios potenciales derivados de mi participación en el estudio. Puedo obtener los resultados de mis exámenes clínicos si los solicito. Si tengo preguntas sobre el estudio, puedo ponerme en contacto **Dr. Héctor David Calzada Gallegos, número de teléfono: 449 990 8414 / Dra. Karina Marisol Gress Montiel, número de teléfono: 773 171 9507**. Si usted tiene preguntas sobre sus derechos como participante en el estudio, problemas, preocupaciones o preguntas, obtener información u ofrecer información sobre el desarrollo del estudio, siéntase en la libertad de hablar con el coordinador del Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo (Dr. Jaime Asael López Valdez, teléfono: 449 994 6720 ext. 8646). Debo informar a los investigadores de cualquier cambio en mi estado de salud (por ejemplo, uso de nuevos medicamentos, cambios en el consumo de tabaco) o en la ciudad donde resido, tan pronto como sea posible. He leído y entendido toda la información que me han dado sobre mi participación en el estudio. He tenido la oportunidad para discutirlo y hacer preguntas. Todas las preguntas han sido respondidas a mi satisfacción. He entendido que recibiré una copia firmada de este consentimiento informado.



\_\_\_\_\_  
Nombre del Participante

\_\_\_\_\_  
Firma del Participante

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Coloque la huella digital del participante sobre esta línea si no sabe escribir

\_\_\_\_\_  
Nombre del representante legal (si aplica)  
representante legal

\_\_\_\_\_  
Firma del

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Nombre del Investigador  
que explicó el documento

\_\_\_\_\_  
Firma del Investigador

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Nombre del Testigo 1

\_\_\_\_\_  
Firma del Testigo 1

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Relación con el participante:

Dirección:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_  
Nombre del Testigo 2

\_\_\_\_\_  
Firma del Testigo 2

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Relación con el participante:

Dirección:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Lugar y Fecha:  
\_\_\_\_\_

**(El presente documento es original y consta de 8 páginas)**

