

**EXPOSICIONES DOMICILIARIAS, HÁBITOS DE CONSUMO Y PERCEPCIONES DE
RIESGO RELACIONADAS CON NIVELES SANGUÍNEOS DE PLOMO Y CADMIO
EN GESTANTES QUE CONSULTAN A LA RED ORIENTE DE LA CIUDAD DE CALI**

Marly Suleydi Orrego Flórez

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
ESCUELA DE SALUD PÚBLICA**

SANTIAGO DE CALI

2015

**EXPOSICIONES DOMICILIARIAS, HÁBITOS DE CONSUMO Y
PERCEPCIONES DE RIESGO RELACIONADAS CON NIVELES
SANGUÍNEOS DE PLOMO Y CADMIO EN GESTANTES QUE CONSULTAN
A LA RED ORIENTE DE LA CIUDAD DE CALI**

Marly Suleydi Orrego Flórez

Enfermera

Trabajo de grado como requisito parcial para optar
al título de Magíster en Epidemiología

Director del trabajo
Fabián Méndez Paz MD. Ph.D
Director Escuela de Salud Pública

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
ESCUELA DE SALUD PÚBLICA
SANTIAGO DE CALI**

2015

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Santiago de Cali, 2015.

RECONOCIMIENTOS.

La presente investigación fue realizada con base en una investigación financiada por el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología en Salud COLCIENCIAS y el Grupo de Epidemiología y Salud Poblacional (GESP) de la Escuela de Salud Pública de la Universidad del Valle.

AGRADECIMIENTOS

Al grupo de Epidemiología y Salud Poblacional (GESP) de la Universidad del Valle, en especial a Diana Caicedo por su gran apoyo para el desarrollo de este proyecto.

Al Doctor Fabián Méndez por sus enseñanzas durante la maestría y su constante orientación en el desarrollo de mi tesis.

A los profesores de la Maestría por brindarnos sus enseñanzas con exigencia y paciencia.

A mis compañeras de grupo de estudio (Yulieth Navarro, Ana Fernanda Mejía, Claudia Guerrero, Hania Palacio) con quienes he compartido todo este proceso de formación.

A mi compañera Sonia Gallego por su hospitalidad y permanente motivación para la culminación de mi proyecto.

A mis jefes y compañeros de trabajo por su comprensión, aliento y apoyo en el desarrollo de mi tesis.

DEDICATORIA

A Dios, quien me guía cada día y me llena de bendiciones.

A mi madre y familia, quienes siempre me han apoyado y me han animado para el logro de mis metas.

TABLA DE CONTENIDO.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
2. MARCO TEÓRICO	19
2.1 Fase 1 modelo PRECEDE: Evaluación social	20
2.2 Fase 2: Evaluación epidemiológica y ambiental	20
2.2.1 Dosis – Concentración.....	22
2.3 Fase 3: Evaluación de comportamientos relacionados con actividades que aumentan los riesgos de exposición a plomo y cadmio	24
2.3.1 Exposiciones en el intradomicilio.	25
2.4 Fase 4: Evaluación de percepción de riesgo como factor predisponente para la exposición a contaminantes ambientales	26
3. ESTADO DEL ARTE	27
3.1 Plomo.....	30
3.2 Cadmio.....	33
3.3 Biomarcadores de exposición.....	35
3.4 Comunicación de riesgos	36
4. OBJETIVOS	37
4.1 Objetivo general	37
4.2 Objetivos específicos.....	37
5. METODOLOGÍA.....	38
5.1 Tipo de estudio.....	38
5.2 Área de estudio	39
5.3 Población objetivo	40
5.4 Población de estudio	40
5.4.1 Criterios de inclusión.....	40
5.4.2. Criterios de exclusión.	41

5.5 Tamaño de la muestra.....	41
5.6 Definición de variables	44
5.6.1 Definición operacional variable resultado.....	44
5.6.2 Definiciones operacionales variables de exposición.....	45
5.6.3 Definiciones operacionales variables percepción de riesgo.....	51
5.7 Recolección de información.....	53
5.7.1 Obtención de datos.....	54
5.7.2 Control y manejo de los datos.....	54
5.8. Consideraciones éticas.....	55
5.9. Análisis de los datos.....	57
6.0 RESULTADOS	60
6.1 Descripción variables sociodemográficas	60
6.2 Descripción de la variable resultado – niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer y tercer trimestre de gestación.....	61
6.2.1 Distribución de niveles sanguíneos de plomo y cadmio.....	61
6.2.2 Descripción de niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer y tercer trimestre según categorías de límites establecidos.....	62
6.3 Descripción de exposiciones de la gestante en el intradomicilio y fuentes exteriores en el primer trimestre de gestación	64
6.3.2 Descripción componente de exposición paraocupacional de la gestante durante el primer trimestre.....	65
6.3.3 Descripción de la exposición a fuentes de plomo y cadmio en espacios exteriores durante el primer trimestre.....	67
6.4. Descripción de hábitos de consumo en las gestantes durante el primer trimestre de embarazo	69
6.4.1 Descripción de la exposición a cigarrillo según niveles de plomo y cadmio en la gestante durante el primer trimestre.....	69
6.4.2 Descripción de hábitos de consumo de alimentos según niveles de plomo y cadmio en la gestante durante el primer trimestre.....	71

6.5.4 Descripción hábitos de consumo de agua y alimentos en el tercer trimestre de gestación.	78
6.5.5 Descripción de consumo y exposición a cigarrillo durante el tercer trimestre.	80
6.6 Resultados percepción de riesgo hacia la contaminación ambiental.	82
6.7 Evaluación de la asociación de prácticas de riesgo de la gestante y niveles sanguíneos de plomo y cadmio durante el primer trimestre.....	85
6.7.1 Prácticas de riesgo para plomo y cadmio realizadas por la gestante en el intradomicilio.	85
6.7.2 Análisis univariado de asociación entre el componente paraocupacional de la gestante y niveles sanguíneos de plomo y cadmio.	86
6.7.3 Análisis univariado de asociación entre fuentes de exposición en espacios exteriores y niveles sanguíneos de plomo y cadmio.	87
6.8 Evaluación de la asociación de hábitos de consumo y niveles sanguíneos de plomo y cadmio.	88
6.8.1 Análisis univariado de asociación entre exposición a cigarrillo y niveles sanguíneos de plomo y cadmio.	89
6.8.2 Análisis univariado de asociación entre consumo de alimentos y agua y niveles sanguíneos de plomo y cadmio.	91
6.9 Análisis múltiple de asociación entre prácticas de exposición y niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer trimestre.....	93
6.9.1 Análisis múltiple de asociación entre prácticas de exposición paraocupacionales y fuentes exteriores con niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer trimestre.	94
6.9.2 Análisis múltiple de asociación entre hábitos de consumo con niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer trimestre.....	95
6.10 Análisis múltiple de asociación entre prácticas de exposición en el intradomicilio, exposición paraocupacional y fuentes exteriores con niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el tercer trimestre.....	96
6.11 Análisis de asociación entre hábitos de consumo y niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el tercer trimestre.....	97
7. DISCUSIÓN.....	99
7.1 Principales hallazgos.....	99
7.2 Fortalezas y debilidades.....	106

7.3 Implicaciones en salud pública	106
7.4 Futuros estudios.....	108
8. REFERENCIAS	110

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Instrumento de captación de las gestantes.
- Anexo 2. Instrumento de seguimiento tercer trimestre.
- Anexo 3. Instrumento de Frecuencia de Alimentos.
- Anexo 4. Instrumento percepción de riesgo.
- Anexo 5. Acta de aprobación del comité de ética.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Definición operacional variable resultado.	44
Tabla 2. Variables sociodemográficas.	45
Tabla 3. Variables de exposición por prácticas en el intradomicilio.	46
Tabla 4. Variables de exposición paraocupacional de la gestante a plomo y cadmio. .	47
Tabla 5. Variables de exposición a plomo y cadmio en espacios exteriores.....	48
Tabla 6. Variables de exposición a humo de cigarrillo.	49
Tabla 7. Variables de exposición a consumo de agua y alimentos.....	50
Tabla 8. Definiciones operacionales variables percepción de riesgo.	51
Tabla 9. Descripción variables sociodemográficas.....	60
Tabla 10. Distribución niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer y tercer trimestre.	62
Tabla 11. Distribución niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer y tercer trimestre según categorías de límites establecidos para cada metal.	63
Tabla 12. Distribución niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer y tercer trimestre.	63
Tabla 13. Prácticas de riesgo para plomo y cadmio realizadas por la gestante en el intradomicilio durante el primer trimestre.	64
Tabla 14. Componente de exposición paraocupacional de la gestante durante el primer trimestre.	66
Tabla 15. Exposición a fuentes de plomo y cadmio en espacios exteriores durante el primer trimestre.....	68
Tabla 16. Exposición a cigarrillo durante el primer trimestre.	69
Tabla 17. Hábitos de consumo alimentos en el primer trimestre.....	71
Tabla 18. Prácticas de riesgo para plomo y cadmio realizadas por la gestante en el intradomicilio durante el tercer trimestre.....	73
Tabla 19. Componente paraocupacional de la gestante en el tercer trimestre de embarazo.....	75

Tabla 20. Exposición a plomo y cadmio en fuentes exteriores durante el tercer trimestre.	76
Tabla 21. Hábitos de consumo de agua y alimentos durante el tercer trimestre.	78
Tabla 22. Hábitos de consumo y exposición a cigarrillo durante el tercer trimestre.	80
Tabla 23. Descripción de la evaluación de percepciones de riesgo hacia la contaminación ambiental.....	82
Tabla 24. Percepciones de riesgo hacia la contaminación ambiental según exposición a las variables evaluadas.....	84
Tabla 25. Análisis univariado de la asociación entre prácticas realizadas por la gestante en el intradomicilio y niveles sanguíneos de plomo y cadmio	86
Tabla 26. Análisis univariado componente paraocupacional de la gestante.	87
Tabla 27. Análisis univariado de asociación entre fuentes de exposición en exteriores y niveles sanguíneos de plomo y cadmio.	88
Tabla 28. Análisis univariado de asociación entre consumo de cigarrillo y niveles sanguíneos de plomo y cadmio.	89
Tabla 29. Análisis univariado de asociación entre consumo alimentos y agua y niveles de plomo y cadmio.	92
Tabla 30. Análisis múltiple de asociación entre exposiciones paraocupacionales y en fuentes exteriores en el primer trimestre.	94
Tabla 31. Análisis múltiple de asociación entre hábitos de consumo con niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer trimestre.....	95
Tabla 32. Análisis múltiple entre prácticas en el intradomicilio, paraocupacional y exteriores con niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el tercer trimestre.	97
Tabla 33. Análisis múltiple de asociación entre hábitos de consumo y niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el tercer trimestre.....	98

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Adaptación del modelo PRECEDE en la evaluación de la exposición de las gestantes a plomo y cadmio.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 2. Adaptación de cuatro de los cinco componentes del modelo conceptual de riesgo total.</i>	<i>21</i>

RESUMEN

Introducción

Los riesgos ambientales se han incrementado de manera acelerada en las últimas décadas como resultado de la contaminación derivada de actividades humanas. Específicamente, en la evaluación de la exposición a contaminantes ambientales, se han identificado diversas fuentes de contaminación las cuales pueden estar tanto en espacios exteriores como en interiores. En el espacio interior (intradomicilio), se ha descrito que las personas permanecen un 90% de su tiempo. La exposición de gestantes se puede dar en la realización de actividades de tiempo libre como durante el uso de pinturas o en la elaboración de cerámicas y en otras como el contacto con el humo de cigarrillo o consumo de alimentos contaminados. Estas exposiciones pueden ocurrir de forma involuntaria, es decir, las gestantes no eligen exponerse y es posible que no perciban algún tipo de peligro relacionado.

El presente estudio tuvo como propósito determinar en un grupo de gestantes, la relación entre la exposición en el intradomicilio y hábitos de consumo, y la presencia de concentraciones sanguíneas de plomo y cadmio, así como describir el riesgo percibido ante la presencia de fuentes de contaminación ambiental.

Métodos

Estudio transversal descriptivo para el cual se utilizaron datos del proyecto de investigación “Efectos de la exposición ambiental a plomo y cadmio en la ocurrencia de Bajo Peso al Nacer (BPN) y Restricción del Crecimiento Intra Uterino (RCIU) en una cohorte de mujeres gestantes de la ciudad de Cali” liderado por el grupo de Epidemiología y Salud Poblacional (GESP) de la Universidad del Valle entre 2009 y 2011. El estudio incluyó gestantes de las comunas 13, 14, 15 y 21 que asistieron a control prenatal antes de la semana 13 de gestación. Su participación fue voluntaria y no tenían factores de riesgo para bajo peso al nacer. Para el análisis de este estudio se tomaron los datos del trimestre 1 y trimestre 3 de seguimiento de la cohorte del estudio original.

Resultados

Se incluyeron para el análisis 386 gestantes en el primer trimestre de gestación y 351 gestantes en el tercer trimestre, de ellas el 76% eran amas de casa. La distribución de las concentraciones de plomo y cadmio fueron similares en ambos trimestres. El 64% de las gestantes tuvo al menos un metal elevado en sangre con mayor razón de prevalencia de cadmio con un 32%. No se encontraron asociaciones entre las prácticas de tiempo libre de la gestante en el intradomicilio y los niveles de plomo y cadmio. En el caso de exposiciones paraocupacionales y hábitos de consumo de alimentos contaminados, se encontró asociación entre la exposición a baterías dentro del hogar. La magnitud de la asociación encontrada disminuyó en los análisis del tercer trimestre. En el tercer trimestre el hábito pica estuvo relacionado con la presencia de metales elevados en las gestantes. El riesgo percibido en este grupo de gestantes es alto en relación a la exposición a contaminantes ambientales.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según la Organización Mundial de la Salud, los riesgos ambientales contribuyen al 24% de la carga de morbilidad mundial (1). Estos riesgos se han incrementado de manera acelerada en las últimas décadas como resultado de la contaminación que se deriva en gran medida por un aumento en el número de productos químicos y en su uso indiscriminado a través de diversas actividades humanas relacionadas con la industria, expulsión de gases de vehículos, vertimientos o derrames de sustancias químicas, desechos en el agua, uso de fertilizantes, entre otros.

En la evaluación de la exposición a contaminantes ambientales, se han identificado diversas fuentes de contaminación, como los sitios de disposición final de residuos sólidos que representan un problema creciente de contaminación en todo el mundo. En Colombia, como en muchas otras regiones similares, las poblaciones que viven cerca de estos sitios pueden exponerse a múltiples agentes de contaminación ambiental. Como es el caso de la zona oriente de la ciudad de Cali, que puede ser considerada de gran riesgo de exposición, entre otros, por su cercanía al antiguo botadero de Navarro.

En un estudio realizado en mujeres de esta área se analizaron muestras de suelo y agua, las cuales demostraron presencia de metales pesados como plomo en un rango de 1.35 a 13.6 $\mu\text{g/l}$ y cadmio en un rango de 0.19 a 4.42 $\mu\text{g/l}$. (2). Estos metales pueden producir toxicidad y efectos adversos en la salud dependiendo del tiempo de exposición y la dosis del metal absorbida. Entre estos efectos se incluyen el aborto, parto pretérmino y bajo peso al nacer.

De manera similar, los estudios sugieren que la incidencia aumentada de algunas malformaciones congénitas y alteraciones del crecimiento en niños entre 0 y 3 años de edad podrían estar asociados a la exposición a contaminantes ambientales relacionados con el antiguo botadero de Navarro. (3, 4) Aunque la liberación de contaminantes en el ambiente no siempre conducen a la exposición directa y a efectos en la salud de la mayoría de la población, pueden existir rutas de exposición y actividades realizadas por grupos vulnerables como gestantes que aumentan el riesgo de exposición y sus efectos en la salud.

Entre las actividades descritas como responsables del incremento de plomo en el ambiente y que pueden ser realizadas por mujeres en el período preconcepcional, se encuentran la minería, exposición a baterías y municiones en el domicilio, productos de metal, soldaduras y quema de combustibles. (5) Las actividades relacionadas con exposición a cadmio también incluyen la exposición a baterías, uso de fertilizantes, pigmentos, recubrimientos para metales, plásticos, quema de residuos y exposición al humo del cigarrillo. (5)

En este sentido, la exposición se puede dar tanto en espacios exteriores como en interiores, siendo el espacio interior (intradomicilio) el principal contribuyente a la exposición, puesto que las personas permanecen un 90% de su tiempo en lugares cerrados como el hogar o el lugar de trabajo. (6) En el intradomicilio la exposición de la gestante se puede dar en la realización de actividades de trabajo y tiempo libre como el uso de pinturas o elaboración de cerámicas, y otras como el contacto con el humo de cigarrillo y polvo de la casa. (7)

La exposición en la gestante también puede ocurrir de forma indirecta o paraocupacional a través del contacto con contaminantes procedentes de elementos o ropa de trabajo del compañero.(8-11) Otra ruta identificada es la ingesta de alimentos contaminados como pescado el cual puede contener concentraciones de plomo y cadmio cuando procede de aguas contaminadas.(5, 12, 13) Estas exposiciones pueden ocurrir de forma involuntaria, es decir, las gestantes no eligen exponerse y es posible que no perciban algún tipo de peligro relacionado.(14)

Por lo general, las percepciones de la población ante un riesgo suelen ser diversas de acuerdo a sus diferencias culturales, nivel educativo y experiencias respecto a las posibles amenazas. Se ha descrito relación entre una amenaza de alta peligrosidad y baja percepción de riesgo, lo que puede influir en comportamientos hacia determinadas prácticas que pueden aumentar la exposición. (14)

Tal es el caso de un estudio que evaluó las percepciones en poblaciones expuestas a la influencia de la contaminación ambiental en la ciudad de Cali. Los resultados mostraron que las personas expuestas subestiman el riesgo, lo que podría estar relacionado con la falta de información en las comunidades. Lo anterior sugiere la necesidad de estudios a nivel local que aporten evidencia para la toma de decisiones y para la definición de estrategias de intervención.(15)

El marco de trabajo propuesto tiene como propósito la identificación de las principales actividades de exposición de gestantes a contaminantes ambientales como plomo y cadmio, así como las percepciones de riesgo de este grupo considerado de gran vulnerabilidad, para contribuir a una mejor comunicación de estos riesgos a la población y a los tomadores de decisiones.

2. MARCO TEÓRICO

La fundamentación teórica y metodológica de este proyecto se basa en la adaptación de parte del modelo PRECEDE-PROCEED el cual se utiliza con frecuencia para la planificación en salud pública, reconociendo la importancia de los factores medioambientales como determinantes en el análisis de los problemas sociales, de salud y factores del comportamiento. Los componentes básicos del PRECEDE incluyen el diagnóstico social y epidemiológico, del comportamiento y diagnóstico administrativo. (16)

El análisis de comportamiento puede incluir evaluación de prácticas en salud, estilos de vida que pueden estar relacionados con los problemas identificados en la evaluación epidemiológica. Además, incluye dentro de la evaluación de comportamientos, la identificación de factores predisponentes como conocimientos, creencias, actitudes y percepciones (16)

En particular, para el desarrollo de este proyecto, de este modelo se incluyen las fases que se describen en el siguiente gráfico:

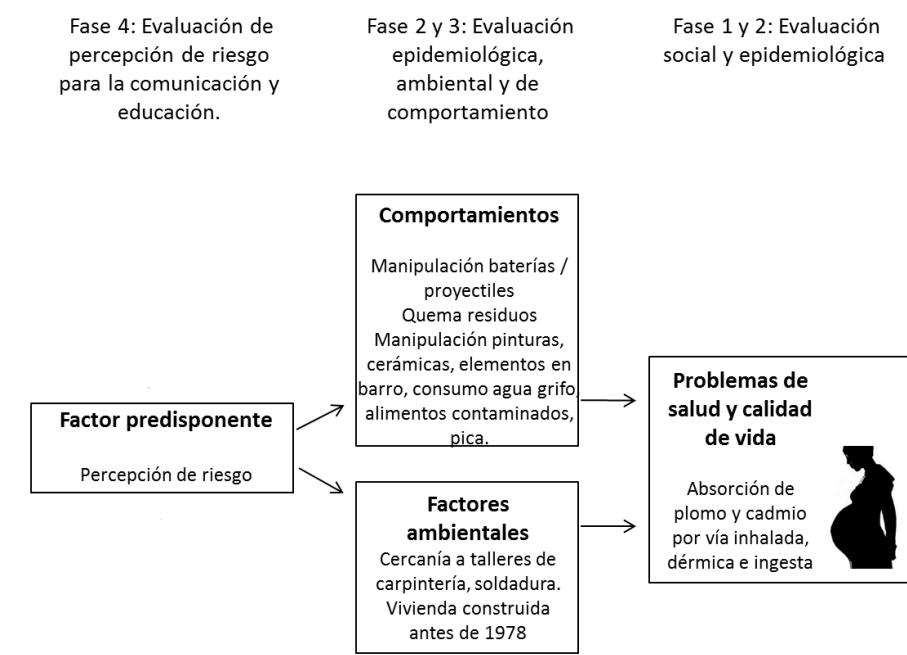


Figura 1. Adaptación del modelo PRECEDE en la evaluación de la exposición de las gestantes a plomo y cadmio.

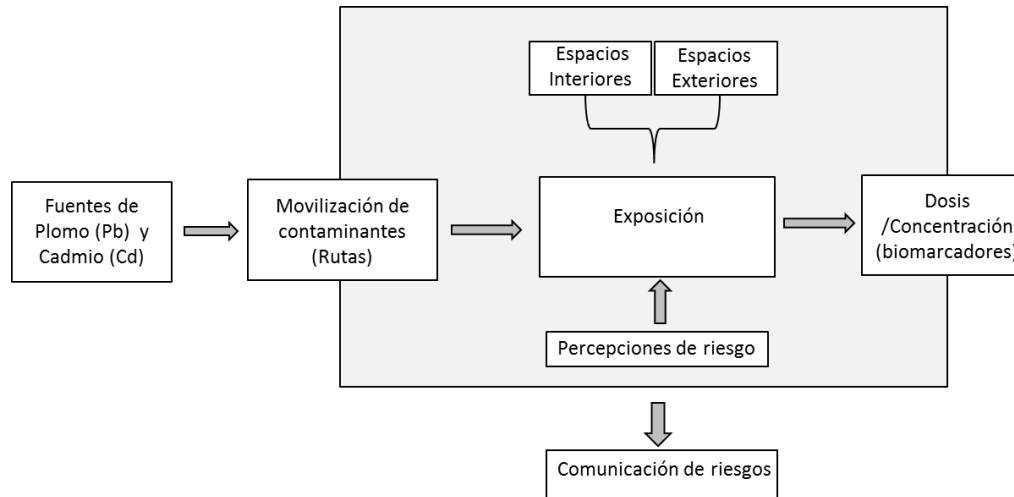
2.1 Fase 1 modelo PRECEDE: Evaluación social

En esta fase se realiza una exploración de características individuales y grupales de la población estudiada. La información se obtiene por medio de la investigación de las características del área de estudio y por autorreporte en encuesta realizada a las gestantes para la evaluación de datos individuales, condiciones socioeconómicas, y nivel educativo.

2.2 Fase 2: Evaluación epidemiológica y ambiental

Esta fase se desarrolla en relación al análisis de la exposición, donde se identifican las principales fuentes de contaminantes ambientales, se determinan las rutas y vías en que los contaminantes llegan a la gestante (receptor), hasta la determinación de las concentraciones del metal en el organismo (medición de biomarcadores).

Figura 2. Adaptación de cuatro de los cinco componentes del modelo conceptual de riesgo total.



Fuente: Exposure Analysis: A Receptor-Oriented Science

En la figura 2, adaptada del modelo de análisis de exposición y modelo conceptual de exposición humana, se describe cómo los contaminantes, en este caso plomo y cadmio, se movilizan desde sus fuentes por medio de rutas como aire, suelo, agua y alimentos y llegan a las gestantes quienes pueden exponerse dependiendo de determinadas prácticas o actividades de riesgo. Se incluye también en este modelo la influencia de las percepciones de riesgo de las gestantes ante las posibles exposiciones ambientales. Una vez ocurre la exposición, se puede identificar la concentración del contaminante que ha ingresado en el organismo por medio de la medición de biomarcadores en los tejidos corporales adecuados. (11)

Las fuentes de contaminación de plomo y cadmio se clasifican en tradicionales y no tradicionales. Las tradicionales son aquellas que son muy evidentes y por lo tanto al ser de fácil identificación pueden ser sujeto de mayor intervención por parte de los entes reguladores e incluso por parte de la misma población expuesta. Entre estas se han identificado el vivir cerca de sitios de disposición final de residuos sólidos, cercanía a zonas industriales (17), talleres de carpintería, soldaduras, exposición al humo de cigarrillo, entre otros.

Las fuentes no tradicionales para plomo y cadmio son aquellas que emiten contaminantes por otras rutas y vías que no se identifican con tanta facilidad por lo que han recibido poca atención e intervención. Estas se presentan en mayor medida en el intradomicilio relacionadas con actividades que involucran el uso de materiales de construcción, pinturas y baterías. Además, incluye el contacto con insecticidas, polvo de la casa y ciertos productos de consumo como agua y alimentos contaminados. (7, 11)

El segundo componente del modelo de riesgo total son las rutas, esto es, cómo el contaminante se moviliza desde las fuentes antes mencionadas hasta la gestante (receptor). Las rutas que siguen los contaminantes dependen de las matrices en que se movilizan: Aire, suelo, agua y alimentos. Por el aire, el plomo y cadmio se pueden movilizar en pequeñas partículas o adheridos a ellas y pueden alcanzar varios kilómetros hasta volver al suelo o tener contacto con organismos vivos. La movilidad de metales pesados en el agua puede ser debido a erosión, lluvias o disposición de residuos industriales en ríos, lagos y océanos, así como contaminación por lixiviados provenientes de sitios de disposición final de residuos sólidos los cuales también son causa de contaminación de suelos.(3, 11)

Las vías por las cuales los contaminantes se pueden movilizar, es la ingesta de agua y alimentos contaminados por sustancias tóxicas utilizadas en la fumigación de cultivos o ingesta de pescado proveniente de ríos contaminados. (8, 11) El plomo y cadmio pueden llegar a la gestante por diferentes rutas al mismo tiempo, por lo que el modelo de riesgo total busca identificar las exposiciones más relevantes no solo en la población sino también a nivel individual. (11)

2.2.1 Dosis – Concentración.

Según el modelo de riesgo total, es de gran importancia la determinación de la dosis de metales pesados en el organismo de la gestante una vez la exposición se ha dado. Una vez el plomo y/o cadmio está presente en el ambiente y la exposición es un hecho, este contaminante puede vencer las barreras naturales del organismo e ingresar a él distribuyéndose por la sangre alcanzando tejidos u órganos. Los efectos

nocivos de los contaminantes dependerán de la concentración que estos alcancen en los órganos. (14)

Para la evaluación de la exposición a metales pesados, la monitorización biológica es una herramienta útil para determinar la carga corporal de estos contaminantes y así tener una aproximación de los efectos adversos que pueden ocurrir sobre la salud. Entre los tipos de muestra a utilizar durante el seguimiento están la sangre, orina, leche materna, tejido adiposo, saliva, entre otros. El tipo de muestra ideal para obtener mediciones de dosis biológicamente eficaces es el órgano diana que está relacionado directamente con el efecto adverso causado por el contaminante. Sin embargo, este tipo de muestra no siempre está disponible debido al nivel de invasión que se necesita para alcanzarlo. Por lo anterior, el muestreo debe realizarse de otro tipo de muestra disponible y que también pueda evaluar las concentraciones del contaminante de interés en el organismo.(18)

El plomo se absorbe fácilmente y se deposita en hueso, en el caso de cadmio su depósito ocurre en órganos como los riñones y puede permanecer allí por bioacumulación por largos períodos de tiempo, incluso años. Las dos matrices primarias utilizadas para evaluar la exposición a sustancias como metales pesados son sangre y orina. La ventaja de medir en sangre es que este tipo de muestra brinda mayor precisión que si se hace la medición en orina debido a que las concentraciones de orina se pueden afectar por la cantidad de muestra obtenida. El uso de otro tipo de muestras como cabello exige que el método de análisis utilizado supere el reto de la contaminación externa y puede no ser un reflejo claro de dosis interna.(19)

Con el fin de evaluar la exposición de la gestante se pueden hacer mediciones en sangre para determinar la concentración del metal en su organismo, en general la vida media de plomo en sangre es 35 días y a partir de allí empieza a descender su concentración hasta meses o años. La medición de biomarcadores sanguíneos en las maternas ofrece una ventaja y es que puede reflejar una aproximación a la exposición de fuentes de metales en los últimos 3 meses.(19)

2.3 Fase 3: Evaluación de comportamientos relacionados con actividades que aumentan los riesgos de exposición a plomo y cadmio

En la ciencia del análisis de exposición a contaminantes ambientales, se ha evidenciado relación entre las actividades humanas y diferentes niveles de exposición de acuerdo con determinadas tareas realizadas.(7)

En la actualidad existe preocupación pública debido a la acumulación de metales pesados en el ambiente como consecuencia de la rápida industrialización que genera depósitos de estos contaminantes en el aire, suelo y agua. En el suelo, durante las actividades industriales los metales pesados pueden llegar por medio de la eliminación directa, derrames, fugas y deposición atmosférica. Estos no se degradan como ocurre con los contaminantes orgánicos por lo que su permanencia es duradera y su movilización en el ambiente puede llegar hasta aguas superficiales. (20)

Entre las principales actividades industriales generadoras de metales pesados en el ambiente, están la minería e industrias de fundición y metalúrgica. Se han reportado hallazgos de niveles altos de plomo y cadmio en suelos cercanos a áreas que rodean este tipo de industrias, siendo mayor en suelos arcillosos. Estas actividades generan acumulación de metales desde las capas superficiales del suelo entre 0 y 50 cm y sus concentraciones disminuyen en la medida en que se incrementa la distancia de estas fuentes. También se han encontrado concentraciones de estos metales en tierras vegetales como consecuencia de este tipo de actividades.(20)

En adición a lo anterior, actividades industriales químicas y petroquímicas se han reportado entre las más relevantes al encontrar altos niveles de plomo y cadmio en muestras de suelos en áreas cercanas donde se realizan estas actividades. Lo mismo ocurre con áreas cercanas a la industria textil, donde se reportan niveles altos de plomo y cadmio en suelo y cadmio alto en aguas de efluentes textiles.

Por otro lado, se describen también industrias de minerales no metálicos como fuentes de plomo como el cemento, cerámicas, imprentas y plantas de fabricación de baterías (20, 21). Las emisiones provenientes de fábricas de cemento pueden llegar al ambiente debido a que estas fábricas requieren del uso de energía proveniente de la quema de combustibles fósiles y de la gran actividad de tráfico dentro de la planta de fabricación.

En las plantas de fabricación de baterías se encuentra el plomo como principal materia prima.(20) Además de la exposición a plomo en las plantas de fabricación de baterías, la exposición a este metal también se da por actividades como el reciclaje informal de baterías o por exposición paraocupacional secundaria. El riesgo de vivir cerca de estas fábricas está determinado por la contaminación de suelos y consumo de alimentos cultivados cerca de estas áreas de influencia. Se puede encontrar contaminación de alimentos por metales pesados secundarios a la contaminación de suelos a distancias de hasta 1000 metros.(22)

Por lo tanto, no solo las actividades industriales relacionadas con metales pesados pueden aumentar el riesgo en las gestantes sino también la ingestión de alimentos provenientes de suelos y agua contaminados por dichas actividades o por el uso de pesticidas para cultivos.(22) Siendo entonces el consumo de alimentos contaminados la principal fuente de ingestión para plomo y cadmio.(11) Sin embargo, existen otras exposiciones relacionadas con la ingestión que no son alimentos.

La ingestión de sustancias que no son alimentos se observa principalmente en grupos específicos como niños pequeños o mujeres embarazadas que sienten el deseo de consumir elementos como ladrillo, grafito, jabón, tierra, entre otros. A esta práctica se le denomina pica y es responsable de la ingestión no alimentaria de metales pesados como plomo y cadmio.(7, 23)

2.3.1 Exposiciones en el intradomicilio.

Algunas actividades de tiempo libre pueden estar relacionadas con la exposición de la gestante como el uso de pinturas las cuales pueden estar fabricadas con bases que contengan plomo al igual que los productos químicos utilizados como diluyentes. A partir de 2009 en Colombia, los principales distribuidores de pinturas informan la comercialización de pinturas libres de plomo.

Otras actividades como las artesanales en las que se utiliza arcilla, pueden describirse también como de riesgo teniendo en cuenta que los metales pesados se pueden concentrar más en suelos arcillosos.(7, 23) Otra exposición en el hogar es el uso de insecticidas y pesticidas, pues estos son una fuente química para metales pesados produciendo contaminación del aire, suelo e incluso alimentos si estos últimos son cultivados en el hogar.

Por otro lado, el hábito del cigarrillo está relacionado con exposición a más de 4000 componentes químicos, entre ellos metales pesados. El hábito de fumar es frecuente en mujeres jóvenes y con mayor frecuencia en poblaciones de bajo nivel educativo quienes pueden ser muy propensas a no dejar el tabaco durante el embarazo. El hábito de fumar durante el embarazo aumenta el riesgo de complicaciones durante este período como parto prematuro y bajo peso al nacer.(24, 25)

La exposición de la gestante al humo del tabaco puede ser intencional si es fumadora o no intencional a través de la inhalación como fumadora pasiva. Según reportes sobre la prevalencia de consumo de cigarrillo en Colombia para 2009, el 26% de los fumadores son mujeres y de estas el 27% reportaron algún tipo de exposición al cigarrillo durante el embarazo. Aproximadamente entre el 10 y 12% de las mujeres embarazadas reportan haber fumado durante el embarazo, el 22,5% fumó antes del embarazo o después del parto. El hábito de fumar durante el embarazo se reduce en un 13 a 15% y el reporte de percepción del humo de cigarrillo como una exposición peligrosa para la salud, se describe en el 95% de las mujeres. (24, 26, 27)

2.4 Fase 4: Evaluación de percepción de riesgo como factor predisponente para la exposición a contaminantes ambientales

Con el fin de identificar comportamientos y condiciones que puedan ser objeto de intervención por la misma comunidad y entes reguladores, se incluye en el modelo teórico la evaluación de las percepciones de riesgo de las gestantes en relación con su exposición a la contaminación de productos de consumo como agua y pescado, exposición directa al humo del cigarrillo, olores de pinturas y quema de basuras así como el riesgo percibido por vivir cerca de posibles fuentes de contaminación como basureros, talleres industriales y zonas de fumigación.

La evaluación de la percepción de riesgos, busca identificar y analizar los juicios o reacciones emocionales que las gestantes hagan sobre el grado de peligrosidad para ellas o sus familias en relación a exposiciones consideradas como de riesgo. Estos juicios pueden estar mediados por las preocupaciones que se generen en la gestante una vez se plantee la exposición como de riesgo o de acuerdo a sus experiencias

previas en relación con las situaciones ambientales que ellas o su entorno social hayan considerado como amenazas.(14, 28)

En la evaluación de la percepción de riesgos hay dos teorías principales: El paradigma sociocultural y el paradigma psicométrico. El sociocultural evalúa efectos de variables culturales en las percepciones de la población. El psicométrico se enfoca en las emociones que se generan en la población ante una situación de riesgo.(14) El objetivo del paradigma psicométrico es obtener medidas cuantitativas del riesgo ambiental percibido utilizando escalas psicológicas y desarrollando taxonomías de riesgos que puedan predecir y explicar las respuestas de las gestantes hacia los riesgos.(29)

Aunque estos modelos pueden explicar diferencias entre las percepciones de ciertos grupos sobre el riesgo ambiental, existen también otros enfoques en la evaluación de las percepciones de riesgo ambiental que buscan reducir al mínimo las diferencias individuales dadas por diferencias entre etnia, condición socioeconómica y ubicación geográfica.(30) Se propone para este proyecto la adaptación de una escala validada en el constructo del riesgo percibido sobre peligros ambientales que busca medir las preocupaciones y sentimientos sobre los riesgos en la población evaluada. Esta escala no mide conocimientos sobre riesgos ambientales, pues se ha descrito en investigaciones previas un bajo nivel de conocimiento por parte de la población. (30)

3. ESTADO DEL ARTE

En la actualidad, la población mundial se encuentra expuesta a los efectos nocivos de la contaminación ambiental debido a diversos factores, entre ellos el crecimiento del sector industrial que genera grandes cargas de contaminantes en el ambiente y son las poblaciones de los países en desarrollo quienes están en mayor riesgo por condiciones de pobreza e inequidad.(10, 25) En Colombia, la contaminación del aire, agua y suelos producida por desechos de la industria, deposición atmosférica y los sitios de disposición final de residuos sólidos puede aumentar el riesgo de sufrir afecciones en la salud de la población, en especial grupos vulnerables como mujeres y niños.(13, 25)

En la ciudad de Cali, el impacto de la contaminación sobre la salud se ha evaluado por medio de investigaciones en poblaciones vulnerables como es el caso de un estudio que evaluó el desarrollo de síntomas respiratorios en una cohorte de niños que habitan en el área de influencia de un botadero de residuos sólidos. Los resultados de este estudio muestran una mayor probabilidad entre los expuestos de desarrollar síntomas respiratorios (OR=1,37, IC95% 1,17-1,60).(31). Otros hallazgos en esta misma área de influencia muestran que la exposición a contaminación por residuos sólidos se asocia con un menor valor en índices de crecimiento ponderal - estatural en niños entre 0 y 3 años. (3)

Del mismo modo, cerca al área de influencia antes mencionada existe evidencia que sugiere la existencia de un factor ambiental que influye sobre efectos negativos en la salud. Tal es el caso de un estudio de casos y controles realizado durante un año con el fin de determinar la distribución geográfica de malformaciones congénitas, con una muestra de 404 nacimientos donde se observaron entre los casos defectos en extremidades (18.8%) y 3 casos de Sirenomelia la cual es una malformación poco frecuente (1 en 100.000). En este estudio el 42% de las madres de recién nacidos con malformaciones procedían de las comunas 13, 14, 15 y 16 las cuales pertenecen al distrito de Aguablanca.(32)

Entre los factores de riesgo ambiental que pueden estar presentes en estas comunas se encuentra la cercanía al antiguo botadero de Navarro, la disposición inadecuada de residuos sólidos en la comunidad, presencia de canales de aguas residuales, quema de basuras no controlada y contaminación del río Cauca por pesticidas agrícolas y vertimientos de residuos. Teniendo en cuenta que el cauce del río Cauca está cercano a estas comunas, se realizó en el 2008 un estudio con el fin de evaluar los factores ambientales asociados a la aparición de grupos de malformaciones congénitas. En este estudio se analizaron muestras de agua, suelo y aire. Los resultados mostraron presencia de metales pesados como plomo y cadmio en las muestras de suelo y agua subterránea.(2)

De manera similar, un estudio en el cual se revisaron datos de contaminantes ambientales en suelos afectados por actividades industriales mostró que la contaminación del suelo en general está influenciada por diversas actividades industriales como minería, química y petroquímica, textil, cuero y cemento. Este tipo de industrias generan desechos sólidos y líquidos que si no son tratados de forma

adecuada pueden ser fuente potencial de metales pesados. En esta revisión se describen hallazgos que presentan al plomo y cadmio como contribuyentes a la gran contaminación de suelos.(20)

En un estudio transversal que buscó determinar e identificar las posibles fuentes de exposición al plomo entre mujeres embarazadas socialmente desfavorecidas, se identificó como principales determinantes sociales de riesgo, el bajo nivel educativo y el bajo acceso a los servicios de salud. A pesar de que solo el 2% de la población estudiada tuvo niveles sanguíneos de plomo > 3 mg/dl, los resultados del análisis final realizado por regresión lineal mostraron que el tener plomo elevado en sangre antes del embarazo y prácticas durante el período de gestación como pica, uso de cerámica no comercial y vivir en casas antiguas, fueron importantes predictores para plomo elevado en sangre.(23)

El plomo y cadmio se encuentran presentes en el ambiente de forma natural. Sin embargo, debido a su uso en actividades industriales la liberación de éstos en el ambiente ha aumentado en los últimos cincuenta años de tal forma que se han convertido en un problema de salud pública.(33) Por esto, se han establecido niveles máximos para estos metales en el ambiente con el fin de disponer de una herramienta en la aproximación de la estimación de la exposición. La exposición se clasifica como aguda cuando es entre 1 y 15 días, exposición intermedia entre 15 y 364 días y exposición crónica más de 365 días. (11)

Según la Agencia de Protección del Medio Ambiente, los niveles permitidos para plomo en el aire son 0.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y para cadmio de acuerdo a la OSHA de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Por otro lado, los valores establecidos para concentraciones de plomo en agua según la EPA son de 15 $\mu\text{g}/\text{L}$ y cadmio menos de 5 $\mu\text{g}/\text{L}$. Estos valores sugieren niveles máximos para estos metales en el ambiente, lo cual indica que por debajo de estos el contacto con plomo y cadmio no significa un riesgo para efectos adversos en la salud de las personas. Sin embargo, para complementar el análisis de la exposición de las personas, la medición de biomarcadores en sangre permite a los investigadores una mejor aproximación al riesgo que pueden representar el plomo y cadmio en la salud de los expuestos.

Los valores definidos para plomo en sangre de acuerdo al Centro para el control y la prevención de enfermedades (CDC) son 5 $\mu\text{g}/\text{dl}$. y para cadmio de acuerdo a la

concentración promedio en adultos en Estados Unidos es de 0.47 $\mu\text{g/d}$.(34, 35) y las concentraciones en niños 5 $\mu\text{g/d}$ (36). Las directrices actuales del CDC en relación a la reducción de riesgos de gestantes expuestas, sugieren intervenciones cuando los niveles sanguíneos de plomo estén iguales o por encima de 10 mg/dl (36). En Colombia, se han reportado estudios relacionados con niveles de metales encontrados en poblaciones de riesgo, sin embargo, aún no hay una norma oficial que establezca políticas de vigilancia a través de medición de biomarcadores para el seguimiento y control de la toxicidad por metales pesado. Por otro lado, en Estados Unidos, las intervenciones dirigidas a la reducción de Plomo en la población como eliminación del plomo de la gasolina, de las pinturas y las regulaciones en los alimentos importados, han tenido un resultado hasta del 20% en la disminución de estos niveles en la población.(23)

3.1 Plomo

El uso de este metal a nivel mundial ha aumentado. La demanda se establece en la fabricación de baterías automotrices, chapas laminadas para construcción, revestimiento de cables, paneles de vidrios ahumados, acero enchapado de plomo, talco para plastificante, pinturas anticorrosivas especiales y municiones. Además, se usa plomo para pilas, soldadura y el blindaje de protección radioactiva, estabilizadores de PVC y barnices de cerámica. (37)

El plomo en la gasolina fue prohibido en Estados Unidos en 1979. Sin embargo, en Colombia sólo fue hasta 1995 que se adoptó la política de gasolina libre de plomo (38, 39). A pesar de la disminución de plomo en el ambiente luego de esta norma, existen otras fuentes adicionales a las ya mencionadas como los sitios de disposición de residuos sólidos los cuales pueden contaminar suelos por presencia de lixiviados y estos pueden llegar también a contaminar aguas de ríos cercanos como ocurre con el río Cauca y su cercanía al antiguo botadero de Navarro en la ciudad de Cali. (3, 13)

Otra de las fuentes de contaminación de agua por plomo son las tuberías construidas antes de 1986 las cuales pueden liberar plomo en el agua domiciliaria por corrosión. Algo semejante ocurre con el plomo en pinturas de uso residencial el cual antes de

1978 era mayor que en la actualidad donde se ha establecido como concentración límite 0.06% lo que indica que existe mayor exposición en personas que viven en casas construidas antes de 1978. (37)

Se ha encontrado también como ruta de exposición al plomo el consumo de alimentos contaminados, entre estos las mayores concentraciones se encuentran en el pescado debido a la contaminación de ríos y océanos. Se han observado altas concentraciones de metales en peces de agua dulce, los cuales se bioacumulan en los tejidos. Esto no permite establecer con claridad el papel del pescado en una dieta saludable ya que los metales pesados pueden contrarrestar sus efectos benéficos cuando es consumido. (5)

Además del consumo de alimentos contaminados, la exposición a plomo puede estar relacionada con otros hábitos como la pica que se presenta en algunas gestantes quienes tienen tendencia a consumir sustancias no comestibles provenientes del suelo como la tierra. Por otro lado, existen ciertas actividades en espacios interiores relacionadas con rutas de exposición al plomo que pueden aumentar el riesgo como son la manipulación informal de baterías, productos químicos dentro del hogar, remodelación de la casa, pasatiempos relacionados con pintura de cerámicas y las ocupacionales como fabricación de plásticos, trabajos relacionados con impresión, soldaduras y uso de pinturas. (7, 10, 21, 23, 37)

Entre los más expuestos a este tipo de actividades, que por lo general se realizan en espacios cerrados, se encuentran las mujeres quienes permanecen más tiempo dentro del hogar. La exposición en ellas puede ser también en su sitio de trabajo o de manera secundaria por la exposición ocupacional de su compañero al tener contacto con elementos o ropa de trabajo en la casa. (7, 23, 37) En un estudio realizado en Bogotá, se midieron concentraciones de plomo en trabajadores de una fábrica de baterías, el 84% presentaban niveles de plomo por encima de 38 µg/dl y de estos el 68,1% lavaba la ropa de trabajo en la casa, exponiendo de forma secundaria al plomo a los integrantes del hogar. (40)

Una vez se tiene contacto con el plomo, los contaminantes ingresan al organismo por ingestión o inhalación de partículas. La vía respiratoria es la entrada de Plomo más importante ya que del total inhalado, el 50% se absorbe por los pulmones y llega a la circulación sanguínea. Parte del porcentaje restante se absorbe hasta llegar al sistema

digestivo por aclaramiento pulmonar. La vía oral es la segunda vía de entrada para el plomo por medio de ingestión de partículas o alimentos contaminados. Del 5 al 10% del plomo ingerido se absorbe al torrente sanguíneo y el restante se elimina por heces. La vía cutánea es una vía de entrada débil para plomo. (41)

En el momento en que el plomo es absorbido, el 95% se une a los eritrocitos y se halla un 99% en plasma, con una vida media de 35 días. El plomo circulante puede llegar a tejido nervioso, riñón e hígado, allí puede tener una vida media de 40 días. El tejido considerado como sitio de mayor depósito de plomo es el óseo el cual contiene el 80-90% del plomo que ha ingresado al organismo con una vida media de 20 a 30 años (35, 41). Parte del plomo en hueso se deposita en el tejido trabecular, aquí se almacena de forma inestable por lo que condiciones fisiológicas particulares como el déficit de calcio durante el embarazo, puede ser causa de liberación de plomo de los depósitos óseos al torrente sanguíneo y atravesar la barrera placentaria; de esta forma llega al organismo del feto. (10)

Como resultado de la exposición prenatal los efectos de la acumulación de plomo en la madre inciden en la salud del feto produciendo daños como malformaciones congénitas, alteraciones cardiovasculares, endocrinas y bajo peso al nacer, que es definido como peso al nacimiento menor de 2500 gr. (10, 21). Los recién nacidos y niños en la primera infancia son más susceptibles a los efectos de la exposición al plomo, incluyendo el deterioro de la función motora y el desarrollo cognitivo.(32, 42)

Para citar un caso, un estudio realizado en niños quienes estaban expuestos por la ocupación de sus padres en reciclaje informal de baterías en el intradomicilio, midió plomo en sangre encontrando en promedio una concentración de 66 µg/dl relacionado con síntomas como hiporexia, dolor abdominal, cefalea recurrente, mal rendimiento escolar, trastornos del sueño y episodios convulsivos. Se presentó intoxicación severa con niveles de plomo mayores a 90 µg/dl. Aún niveles inferiores a 10 µg/dl se han asociado con alteraciones neurológicas. (21). Los adultos con altos niveles de plomo en sangre > 40 µg/dl pueden tener alterada la síntesis del hemo y presentar enfermedad renal crónica Pb > 60 µg/dl, y los niveles Pb > 80 µg/dl pueden causar letargo y deterioro de la función cognitiva.

3.2 Cadmio

El cadmio es un elemento natural, se utiliza en la fabricación de plástico, baterías de cadmio y níquel, pigmentos, recubrimientos metálicos y como componente de fertilizantes fosfatados. La contaminación por cadmio es resultado de emisiones de actividades industriales representadas en 4000-13000 de las 300000 toneladas de cadmio depositados en el ambiente cada año (9). Otra fuente de cadmio es la combustión de productos derivados del petróleo, residuos de incineración, en especial residuos sólidos (24). Parte del cadmio atmosférico acaba siendo depositado en la superficie del agua, y representa el 23% del cadmio contaminante que llega al agua, seguido de vertidos urbanos, uso de compuestos industriales como fertilizantes para mejorar las características minerales de los suelos, o uso de fertilizantes.

La contaminación de suelos por cadmio es una fuente importante de exposición como se muestra en un estudio realizado cerca de una fábrica de baterías, donde se pueden encontrar niveles de cadmio incluso hasta un kilómetro de distancia, sólo disminuyen los valores de cadmio más allá de esta distancia (27). La contaminación de suelos por cadmio disminuye el pH del suelo facilitando la transmisión de este metal a alimentos cultivados como cereales y derivados. También se encuentran niveles de cadmio en pescado y vísceras: hígado y riñón.

La exposición humana a cadmio se da por dos vías: ingesta de agua o alimentos contaminados, inhalación de partículas de cadmio provenientes de actividades industriales o por el polvo de la casa y humo del cigarrillo (9, 24). El hábito de fumar o la presencia de un fumador en el hogar contribuye a la toxicidad por cadmio, el cigarrillo tiene una concentración de 1.5 a 2 mg de este metal del cual más del 10% es inhalado por no fumadores y por fumadores se inhala el 70% (28, 29). Después de la inhalación el 10-40% del cadmio presente puede ser absorbido (27).

En un estudio realizado en un hospital materno del reino unido, se evaluaron las concentraciones de cadmio en 82 puérperas con antecedentes de consumo de cigarrillo. Se midieron muestras de cabello y el 19% de ellas tuvieron concentraciones entre 0.47-0.69 µg/L, el 13% del total de las madres fumadoras estudiadas indicaron haber fumado los últimos tres meses de embarazo. Se midieron concentraciones de

cadmio en el pelo de los recién nacidos de estas madres teniendo como resultado concentraciones de cadmio entre 0.55-0.86 µg/L. (30) Estos resultados son similares a otros niveles de referencia reportados para población fumadora en quienes los niveles sanguíneos de cadmio se encuentran entre 1.4 – 4.0 µg/L con niveles aproximados de 1.7 µg/L para embarazadas. (24) En no fumadores se reportan niveles de cadmio en sangre de 0.4 – 1.0 µg/L.(26, 34)

En personas no fumadoras, la principal ruta de exposición es el consumo de pescado y alimentos contaminados. Entre el 3 y el 8% del cadmio que se ingiere por medio del consumo de pescado contaminado es absorbido (9). Por el contrario, en carnes de res y aves no se encuentran niveles elevados de cadmio que puedan significar riesgo para el consumo. (7, 27) Al igual que en el caso del plomo, actividades dentro del hogar y aspectos ocupacionales también se encuentran relacionados con exposición a cadmio. Se identifica el uso de tintas para impresora, pinturas, plaguicidas, herbicidas, trabajos en zonas industriales relacionados con fabricación de plástico, baterías, pigmentos, recubrimientos metálicos. (31)

Luego de ingerir o inhalar partículas de cadmio, este se absorbe y entre un 50–65% se acumula entre el riñón y el hígado. En un principio llega al hígado, que es donde se sintetiza la metalotioneína, y de aquí es trasladado progresivamente al riñón, donde quedará acumulado casi de forma definitiva, ya que la vida media del cadmio es de unos 20 años en adultos. El cadmio en tejidos actúa sobre organelos celulares, a partir de reacciones entre el metal y componentes intracelulares.

El cadmio se absorbe 20 veces más en lactantes que en adultos, esto se debe a que el bajo desarrollo de los mecanismos de excreción en neonatos produce acumulación de tóxicos. Además de la edad, también influyen los factores dietéticos, ya que la toxicidad del cadmio puede verse aumentada por deficiencias proteicas, así como deficiencias de vitamina C y D. (9)

En mujeres embarazadas el cadmio inhibe la síntesis de progesteronas en los tejidos placentarios y puede estar relacionado con bajo peso al nacer en el neonato por aumento de glucocorticoides como resultado de alteración de la función fisiológica placentaria (32). Así como el cadmio puede alterar procesos fisiológicos del embarazo, los cambios fisiológicos que se dan en este período alteran los depósitos de cadmio el

cual se empieza a movilizar debido a la expansión del volumen sanguíneo de la madre, atraviesa la barrera placentaria llegando a producir efectos en el feto.

La vía de excreción del cadmio es renal, en este órgano la vida media del metal es entre 8 y 30 años. La presencia de concentraciones de cadmio en sangre indica una exposición reciente. La exposición crónica a dosis bajas de cadmio a través de consumo de cigarrillo, inhalación de partículas industriales o consumo de alimentos contaminados, puede causar disfunción renal, osteoporosis y riesgo de fracturas (27). Además, anomalías menstruales y mayor probabilidad de parto prematuro, alteraciones en la función hepática, cáncer, disfunción renal e hipertensión arterial. (22, 32)

3.3 Biomarcadores de exposición

La Organización Mundial de la Salud (IPCS, 1993) define un biomarcador de la exposición como "una sustancia exógena o su metabolito o el producto de una interacción entre un agente xenobiótico y alguna molécula o célula diana que se mide en un compartimento de un organismo." En el caso de los metales, plomo y cadmio en sangre y orina son ejemplos de sustancias exógenas o biomarcadores de exposición. Dado que la exposición a metales está dada por varias rutas, el uso de biomarcadores aumenta la necesidad de evaluar las diferentes rutas de exposición.

La determinación de exposición a metales pesados en humanos tales como plomo y cadmio se hace midiendo concentraciones en el ambiente, orina y sangre. (33) Para evaluar la exposición humana no sólo es necesario la medición de metales en el ambiente, se debe tener en cuenta la evaluación de fuentes puntuales de contaminación y las rutas por medio de las cuales el plomo y cadmio llegan a las personas (34). Aquí es útil la realización de cuestionarios sobre la evaluación de riesgos que incorporan preguntas sobre exposición a fuentes de plomo y cadmio determinado por hábitos de consumo y exposición en lugares como la residencia y aspectos ocupacionales. (7, 8, 27, 33)

Para la evaluación de la exposición en el receptor, en la medición de plomo y cadmio en sangre se ha encontrado como niveles aceptables para plomo 10 µg/dl. Sin embargo, niveles inferiores se han asociado con presencia de alteraciones

neurológicas (7). Para embarazadas se ha establecido un punto de corte de 5 µg/dl ya que niveles mayores pueden significar riesgo de efectos en el feto.

Si se quieren evaluar niveles mínimos de cadmio en embarazadas en los cuales las concentraciones de cadmio no signifiquen un riesgo para la salud del feto, se puede establecer un punto de corte de 0.4 µg/dl, de acuerdo a lo establecido para adultos por el CDC y a algunos hallazgos que muestran presencia de cadmio en pelo de recién nacidos cuando la madre tiene niveles mayores a 0.47 µg/dl(41).

Como se ha mencionado, es importante la evaluación de la exposición a plomo y cadmio por medio de la medición de estos metales en el receptor sin olvidar la evaluación de rutas, vías y actividades de exposición que pueden estar determinadas por aspectos propios del estilo de vida. Las diferentes exposiciones en las gestantes pueden contribuir a variaciones en las concentraciones encontradas de plomo y cadmio en sangre (41). Las personas pueden reducir los riesgos haciendo cambios en su estilo de vida o sólo con una práctica prudente una vez se ha identificado la exposición. (7)

3.4 Comunicación de riesgos

En la evaluación de la exposición además de considerar importante la identificación de fuentes y rutas que representen riesgo de exposición para la gestante, un aspecto de gran importancia luego de este proceso es la comunicación de los riesgos identificados. La comunicación del riesgo tiene como objetivo promover el conocimiento y comprensión de todos los involucrados en el tema y la participación de todos los sectores interesados como instituciones gubernamentales, académicas, empresas privadas, organismos no gubernamentales y público en general quienes son los principales actores en la mitigación de dichos riesgos. (14)

En los grupos vulnerables como las gestantes se espera que el proceso de comunicación genere cambios de comportamiento en relación a las actividades de exposición identificadas como de riesgo. Los cambios de los patrones de actividad dependen tanto de sus emociones y percepciones hacia la exposición como tal, como de la aceptación de la información entregada y de la confianza que se genere hacia los

entes reguladores y tomadores de decisiones durante la implementación de acciones para reducir el riesgo. (14)

Aspectos como percepciones, emociones, control percibido y la confianza en la regulación del riesgo pueden variar según el conocimiento que la población expuesta tenga del peligro. Tal es el caso del impacto psicológico en la población expuesta al accidente de Chernobyl en 1986. Se aplicó una encuesta sobre el auto reporte de percepciones en relación a la exposición a una población expuesta en el área de influencia del accidente y a otro grupo no expuesto. La población expuesta expresó más preocupación por el desastre ocurrido, mientras que la población no expuesta mostró más preocupación por la situación política y económica.(28)

Entre las herramientas para la evaluación de las percepciones de riesgo ambiental, se han diseñado escalas sometidas a evaluación de validez y confiabilidad tal como la escala para la medición de riesgo ambiental (PER), esta ofrece una medida del riesgo percibido como tal diferente de la evaluación de conocimientos en relación al tema evaluado. Los resultados de la validación de esta escala sugieren que esta puede ser utilizada para obtener una medida general de las percepciones de la población evaluada y por otro lado, permite la comparación de diferencias entre grupos.(30)

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Determinar las prácticas, hábitos de consumo y percepciones de riesgo relacionadas con niveles sanguíneos de plomo y cadmio en gestantes que consultaron a la red oriente de la ciudad de Cali entre los años 2009-2011.

4.2 Objetivos específicos

- Determinar las prácticas de riesgo en el intradomicilio, exposición paraocupacional y exposición en exteriores relacionadas con niveles

sanguíneos de plomo y cadmio durante el primer y tercer trimestre de gestación.

- Determinar hábitos de consumo de agua y alimentos relacionados con niveles sanguíneos de plomo y cadmio durante el primer y tercer trimestre de gestación.
- Identificar la percepción de las gestantes sobre los posibles riesgos para la salud secundarios a la exposición a factores ambientales, prácticas y consumo de algunos productos potencialmente peligrosos.

5. METODOLOGÍA

5.1 Tipo de estudio

Se realizó un análisis secundario de datos a partir de un estudio de cohortes para determinar la relación de niveles sanguíneos de plomo y cadmio en gestantes durante el primer trimestre de embarazo y prácticas relacionadas a la exposición a metales pesados. Además, se describieron las percepciones de riesgo de las gestantes en relación con los riesgos de exposición ambiental.

Para este estudio se tomaron datos de la cohorte que realizó seguimiento a una población de gestantes durante los años 2009 y 2011 con el objetivo de evaluar la asociación entre niveles sanguíneos de plomo y cadmio y la ocurrencia de bajo peso al nacer y restricción del crecimiento intrauterino.

Se tomaron los datos de las encuestas realizadas en dicho estudio en el primer y tercer trimestre de gestación, en las que las gestantes reportaron los posibles factores de riesgo de exposición. Además, los resultados del estudio original de los niveles sanguíneos de plomo y cadmio en sangre medidos en el primer y tercer trimestre de embarazo.

En el estudio de cohortes, las muestras del primer trimestre fueron tomadas cuando las gestantes cursaban con un embarazo entre 11 a 13 semanas y las del tercer

trimestre entre las 32 a 34 semanas de gestación. Las muestras fueron analizadas mediante la técnica de espectrometría de absorción atómica con horno de grafito, en laboratorio certificado, siguiendo estrictamente protocolos operativos estandarizados.

Se describieron las medidas de tendencia central de los niveles sanguíneos de plomo y cadmio. Luego, se hizo una caracterización de la población en relación a la distribución de los niveles sanguíneos de plomo y cadmio clasificando las gestantes en cuatro grupos: Un grupo con ambos niveles bajos para plomo y cadmio, un segundo grupo con solo plomo alto, el tercer grupo con solo cadmio alto y el cuarto grupo con niveles altos para ambos metales. En el estudio de cohortes se redujeron los puntos de corte para plomo a niveles > 5 mg/dl (considerados como de riesgo para la población infantil)(36) y para cadmio se definió como límite superior > 0.4 mcg/dl (valor de referencia para la población general).

En este estudio se definieron como variables de exposición actividades relacionadas con exposición a baterías, pinturas, presencia de talleres, elaboración de cerámicas. Otras exposiciones que se evaluaron fueron el consumo de agua, alimentos y hábitos no alimenticios como pica. Como variable resultado se definen niveles detectables de plomo y cadmio en sangre. El análisis secundario de los datos de la cohorte, permite evaluar la relación entre varias de estas exposiciones y los resultados de los biomarcadores.

Aunque este análisis no permite conocer la secuencia temporal de los acontecimientos para determinar si la exposición determinó el evento como en el caso de estudios de cohorte, en este estudio se realiza una comparación de dos cortes de seguimiento en el primer y tercer trimestre de la cohorte.

5.2 Área de estudio

El estudio de cohorte se realizó en la zona oriente de la ciudad de Cali, donde se encuentra el distrito de Aguablanca conformado por las comunas 13, 14, 15, 16 y 21, consideradas zonas de riesgo para contaminación ambiental debido a la presencia de canales de aguas residuales, disposición y quema de residuos al aire libre, además de

la influencia del botadero de Navarro (cerrado en 2008) y el recorrido del río Cauca el cual recibe a su paso por Cali, la carga contaminante del Canal Intersector (CVC) sur.

Las comunas 13, 14, 15 y 21 cuentan con aprox. 400.000 habitantes de estratos socioeconómicos 1, 2 y 3. El 68% de la población ha migrado de otras regiones ubicándose la mayoría en barrios de estrato 1 y 2. La mayor parte de la población son empleados, obreros, trabajadores independientes, otras labores como el comercio, servicio doméstico, economía informal.

Con base en hallazgos de investigaciones previas (2, 7) donde se estudió la calidad del aire y el efecto de contaminantes sobre la salud en niños, se consideran las comunas 13, 14, 15 y 21 como zona de mayor interés para el cumplimiento de los objetivos de este estudio.

5.3 Población objetivo

La población objetivo son las mujeres gestantes habitantes de las comunas 13, 14, 15 y 21 que realizaron control prenatal en el Hospital Carlos Holmes Trujillo y el Centro de Salud Desepaz.

5.4 Población de estudio

La población de estudio está conformada por mujeres en el primer trimestre de embarazo habitantes de la zona oriente de la ciudad de Cali pertenecientes a estratos socioeconómicos 1, 2 y 3 inscritas en el programa de control prenatal del Hospital Carlos Holmes Trujillo y Centro de Salud Desepaz, en estas instituciones se concentra el mayor porcentaje de gestantes inscritas al programa.

Dentro de la cohorte como estudio original, se establecieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión los cuales aplicarán para este estudio transversal.

5.4.1 Criterios de inclusión.

- Gestantes con edades entre 18 y 35 años. Se consideró este grupo de edad teniendo en cuenta el propósito de la cohorte, donde mujeres mayores de 35 años o menores de 18 tienen mayor riesgo de tener hijos de bajo peso.
- Residente en el área de estudio. Con el fin de controlar pérdidas en el estudio.
- Aceptación voluntaria de ingreso al estudio. Por medio de firma de consentimiento informado.

5.4.2. Criterios de exclusión.

Para los criterios de exclusión se aplicaron los siguientes:

- Antecedente de Parto pre-término.
- Antecedente de BPN o RCIU.
- Embarazo mayor de 13 semanas confirmado por ecografía.
- No inscripción de control prenatal en instituciones elegidas.
- Alteraciones en el actual embarazo como HIE, preeclampsia.
- Gestación gemelar.
- Cambio de residencia fuera del área de estudio.

5.5 Tamaño de la muestra

Para el análisis de los datos, se tomó la muestra de 387 gestantes que iniciaron seguimiento en el estudio de cohortes. En este grupo de 387 gestantes, se evaluó en el primer trimestre de embarazo por autorreporte, determinadas prácticas relacionadas con exposición a plomo y cadmio. Para determinar si la asociación encontrada entre las prácticas de las gestantes y los niveles sanguíneos de plomo y cadmio es estadísticamente significativa, se calcula el margen de error esperado para determinar la precisión de los resultados en este estudio:

$$L^2 = \frac{Z^2 p (1-p)}{n}$$

L^2 = Margen de error dentro del cual se desean hacer las estimaciones.

Z^2 = Nivel de confianza 95%.

p = Proporciones esperadas de las exposiciones.

n = Tamaño de muestra de la cohorte.

Se estima L^2 teniendo en cuenta las proporciones observadas en la literatura para prácticas de exposición como consumo de cigarrillo, pica, uso de cosméticos, pinturas, cerámicas, remodelaciones en la casa, vivir en casa construida antes de 1978. Otros como vivir con alguien que tenga exposición a plomo, lavar la ropa del trabajo en la casa y consumo de algunos alimentos como vegetales que pueden estar contaminados.

Se observa que para prevalencias entre 11% y 68% el margen de error en todos los casos es menor a 0.05. A menor error mayor precisión de los resultados esperados.

P	L^2
0,11	0,0009
0,27	0,0019
0,33	0,0021
0,38	0,0023
0,44	0,0024
0,47	0,0024
0,67	0,0021
0,68	0,0021

Para la evaluación de las percepciones de riesgo en las gestantes, se aplicó encuesta de autorreporte a 199 gestantes. Para determinar si la asociación encontrada entre las percepciones de riesgo a contaminantes ambientales y los niveles sanguíneos de plomo y cadmio es estadísticamente significativa, se calcula el margen de error esperado:

$$L^2 = \frac{Z^2 p (1-p)}{n}$$

Se estima L^2 teniendo en cuenta las proporciones observadas en la literatura sobre percepciones de riesgo en poblaciones vulnerables a contaminantes ambientales, entre lo que se incluye percepciones hacia el humo del cigarrillo, contaminación del aire, uso de insecticidas en el hogar, pesca, consumo de agua y suelos contaminados, así como vivir cerca de sitios de disposición de residuos sólidos y quema de basuras.

P	L^2
0,06	0,0010
0,07	0,0012
0,08	0,0014
0,28	0,0038
0,30	0,0040
0,72	0,0038
0,95	0,0009

Se observa que para probabilidades entre 0.06 y 0.95 el margen de error en todos los casos es menor a 0.05.

En la evaluación del cambio en las prácticas de exposición durante el embarazo, se tomaran dos mediciones puntuales de la cohorte, una en el primer trimestre de gestación con una muestra de 387 gestantes que iniciaron el seguimiento en el estudio de cohortes y una segunda medición en el tercer trimestre con 358 gestantes, con una pérdida del 8% del primer al tercer trimestre. Se calcula el poder de las razones de prevalencias que se pueden obtener en los resultados del análisis:

RP	Poder (%)
2.3	100
2	99
1.8	97
1.6	85
1.2	67
1.4	65

Se observa entonces que con razones de prevalencias mayores a 1.5 se puede obtener un poder mayor del 80% en los resultados.

5.6 Definición de variables

A continuación se presenta la definición operacional de las variables resultado, variables sociodemográficas y variables de exposición y los posibles valores asignados a cada una.

5.6.1 Definición operacional variable resultado.

Tabla 1. Definición operacional variable resultado.

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	POSIBLES VALORES	METODO DE RECOLECCIÓN
Plomo en sangre primer y tercer trimestre	Cuantificación de niveles de plomo en sangre medidos en el primer y tercer trimestre de embarazo	Cuantitativa continua	0.0023 – 10 µg/dl	Muestra en sangre venosa.
Cadmio en sangre primer y tercer trimestre	Cuantificación de niveles de cadmio en sangre medidos en el primer y tercer trimestre de embarazo	Cuantitativa continua	0.014 – 0.4 µg/dl	Muestra en sangre venosa.

5.6.2 Definiciones operacionales variables de exposición.

Tabla 2. Variables sociodemográficas.

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	POSIBLES VALORES	METODO DE RECOLECCIÓN
Edad	Edad en años cumplidos	Cuantitativa discreta	18 – 35 años	Encuesta
Etnia	Etnia de las gestantes a la cual ellas consideran que pertenecen.	Categórica Nominal	0: Afrodescendiente 1: No Afrodescendiente	Encuesta
Estado civil	Estado civil actual de la gestante	Categórica Nominal	0: Soltera 1: Unión libre/casada 2: Separada /divorciada/viuda	Encuesta
Nivel educativo	Nivel aprobado	Categórica Ordinal	0: Ninguna 1: Primaria 2: Secundaria 3: Secundaria incompleta 4: Técnico 5: Universitaria	Encuesta
Comuna	Comuna de residencia de la gestante	Categórica Nominal	1 - 21	Encuesta
Estrato socioeconómico	Estrato de residencia de la gestante	Categórica Ordinal	1 - 4	Encuesta
Ocupación de la gestante	Categorización actividad de la gestante durante el primer	Categórica politómica	0: Ama de casa 1: Desempleada 2: Estudia 3: Trabaja	Encuesta

	trimestre de		4: Trabaja y estudia	
--	--------------	--	----------------------	--

Tabla 3. Variables de exposición por prácticas en el intradomicilio.

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	POSIBLES VALORES	METODO DE RECOLECCIÓN
Actividades remodelación vivienda	Exposición de la gestante por realización de actividades de remodelación en la vivienda	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta
Preparación artículos cerámica	Exposición de la gestante por realización de actividades de preparación de artículos de cerámica	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta
Elaboración vidrios color	Exposición de la gestante por elaboración de vidrios de color	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta
Lijado pinturas en vivienda o barniz en muebles	Exposición de la gestante por realización de actividades relacionadas con lijado de pinturas en vivienda o barniz en muebles	Categórica politómica	0: No 1: Si 2: No sabe / No responde	Encuesta
Uso recipientes barro/cerámica	Uso de recipientes barro/cerámica para cocinar o beber	Categórica politómica	0: No 1: Si 2: No sabe/No responde	Encuesta

Tabla 4. Variables de exposición paraocupacional de la gestante a plomo y cadmio.

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	POSIBLES VALORES	METODO DE RECOLECCIÓN
Reciclaje baterías	Reciclaje o almacenamiento baterías en la casa	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta
Talleres en el hogar	Funcionamiento de talleres de Imprenta, plomería, carpintería, taller de cerámica, fábrica de pinturas dentro del hogar	Categórica politómica	0: Ninguno 1: Imprenta 2: Plomería 3: Carpintería 4: Taller de cerámica 5: Fábrica de pinturas 6: Imprenta y pinturas	Encuesta
Baterías dentro del hogar	Presencia de baterías de moto/carro dentro hogar	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta
Remodelación actual de la casa	Remodelación/restauración de actual vivienda de la gestante	Categórica politómica	0: No 1: Si 2: No sabe/No responde	Encuesta
Contacto con persona expuesta a plomo y cadmio	Convive/ personas que tienen o han tenido trabajos r/c plomo y cadmio	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta
Contacto con persona con pasatiempos relacionados con plomo y cadmio	Convive/ personas que tienen o han tenido pasatiempos r/c plomo y cadmio	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta
Lava a mano ropa	Lava a mano ropa usada para trabajos	Categórica politómica	0: No 1: Si 2: No sabe / No responde	Encuesta

Tabla 5. Variables de exposición a plomo y cadmio en espacios exteriores.

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	POSIBLES VALORES	METODO DE RECOLECCIÓN
Contacto con construcción de más de 30 años	Casa construida antes de 1978 en la cual la gestante viva o haya vivido	Categórica politómica	0: No 1: Si 2: No sabe/No responde	Encuesta
Manipulación/reciclaje baterías cerca casa (2 cuadras)	Dos cuadras a la redonda de la vivienda se realiza manipulación o reciclaje de baterías	Categórica politómica	0: No 1: Si 2: No sabe/No responde	Encuesta
Ebanistería contiguo a la vivienda	Contiguo a la vivienda hay ebanistería	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta
Soldadura contiguo a la vivienda	Contiguo a la vivienda hay taller de soldadura	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta
Taller mecánica contiguo a la vivienda	Contiguo a la vivienda hay taller de mecánica	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta
Chatarrería contiguo a la vivienda	Contiguo a la vivienda hay chatarrería	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta
Taller hierro forjado contiguo a la vivienda	Contiguo a la vivienda hay taller de hierro forjado	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta

Tabla 6. Variables de exposición a humo de cigarrillo.

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	POSIBLES VALORES	METODO DE RECOLECCIÓN
Consumo de cigarrillo	Antecedente consumo cigarrillo en la gestante al menos una vez	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta
Fumadora activa	Fumadora activa en el momento de la encuesta	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta
Consumo cigarrillos /día	Consumo cigarrillos al día entre fumadoras	Cuantitativa continua	0, 1, 2, 3	Encuesta
Tiempo (meses) abandono cigarrillo entre exfumadoras	Tiempo transcurrido en meses desde el abandono del tabaco al momento de la encuesta	Cuantitativa continua	0, 1, 2, 3	Encuesta
Consumo cigarrillos al día en exfumadoras	Cantidad de cigarrillos fumados al día entre exfumadoras	Cuantitativa continua	0, 1, 2, 3	Encuesta
Fumadora pasiva	Exposición pasiva de la gestante a humo de cigarrillo	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta
Exposición pasiva dentro del hogar	Presencia de fumador en el hogar de la gestante	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta
Exposición pasiva / cigarrillos/día	Número de cigarrillos consumidos al día por contacto fumador	Cuantitativa continua	0, 1, 2, 3	Encuesta

Tabla 7. Variables de exposición a consumo de agua y alimentos.

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	POSIBLES VALORES	METODO DE RECOLECCIÓN
Pica	Consumo de cosas que no son alimentos	Categórica dicotómica	0: No 1: Si	Encuesta
Consumo pescado	Frecuencia de consumo de pescado (veces por semana)	Categórica politómica	0: Ningún consumo 1: < 1 vez/semana 2: 1-3 v/semana 3: 4-7 v/semana 4: > 7 v/semana	Encuesta
Consumo hígado	Frecuencia de consumo de hígado (veces por semana)	Categórica politómica	0: Ningún consumo 1: < 1 vez/semana 2: 1-3 v/semana 3: 4-7 v/semana 4: > 7 v/semana	Encuesta
Consumo riñón	Frecuencia de consumo de riñón (veces por semana)	Categórica politómica	0: Ningún consumo 1: < 1 vez/semana 2: 1-3 v/semana 3: 4-7 v/semana 4: > 7 v/semana	Encuesta
Consumo crustáceos	Frecuencia de consumo de crustáceos (veces por semana)	Categórica politómica	0: Ningún consumo 1: < 1 vez/semana 2: 1-3 v/semana 3: 4-7 v/semana 4: > 7 v/semana	Encuesta
Consumo repollo	Frecuencia de consumo de repollo (veces por semana)	Categórica politómica	0: Ningún consumo 1: < 1 vez/semana 2: 1-3 v/semana 3: 4-7 v/semana 4: > 7 v/semana	Encuesta
Consumo lechuga	Frecuencia de consumo de lechuga (veces por semana)	Categórica politómica	0: Ningún consumo 1: < 1 vez/semana 2: 1-3 v/semana 3: 4-7 v/semana 4: > 7 v/semana	Encuesta

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	POSIBLES VALORES	METODO DE RECOLECCIÓN
Tipo agua para beber	Tipo de fuente de agua que utiliza la gestante para beber	Categórica politómica	0: Sin filtro 1: Con filtro 2: Hervida 3: Varios tipos 4: NS/NR	Encuesta

5.6.3 Definiciones operacionales variables percepción de riesgo.

Tabla 8. Definiciones operacionales variables percepción de riesgo.

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	POSIBLES VALORES	METODO DE RECOLECCIÓN
Percepción riesgo agua río Cauca	Qué tanto percibe riesgo para la salud la contaminación del agua del río Cauca	Categórica politómica	0: No sabe 1: Nada 2: Poco 3: Más o menos 4: Mucho 5: Muchísimo	Encuesta
Percepción riesgo agua domiciliaria	Qué tanto percibe riesgo para la salud la contaminación del agua que llega por el grifo	Categórica politómica	0: No sabe 1: Nada 2: Poco 3: Más o menos 4: Mucho 5: Muchísimo	Encuesta
Percepción riesgo consumo pescado contaminado	Qué tanto percibe riesgo para la salud el consumo de pescado proveniente del río Cauca	Categórica politómica	0: No sabe 1: Nada 2: Poco 3: Más o menos 4: Mucho 5: Muchísimo	Encuesta

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	POSIBLES VALORES	METODO DE RECOLECCIÓN
Percepción riesgo cigarrillo	Qué tanto percibe riesgo para la salud la inhalación de humo de cigarrillo	Categórica politómica	0: No sabe 1: Nada 2: Poco 3: Más o menos 4: Mucho 5: Muchísimo	Encuesta
Percepción riesgo exposición a pinturas o tintas	Qué tanto percibe riesgo para la salud los olores de las pinturas y tintas	Categórica politómica	0: No sabe 1: Nada 2: Poco 3: Más o menos 4: Mucho 5: Muchísimo	Encuesta
Percepción riesgo quema de basuras	Qué tanto percibe riesgo para la salud la quema de basuras	Categórica politómica	0: No sabe 1: Nada 2: Poco 3: Más o menos 4: Mucho 5: Muchísimo	Encuesta
Percepción riesgo cercanía Fuentes contaminación: Fábrica baterías.	Qué tanto percibe riesgo para la salud la cercanía a fábricas de baterías	Categórica politómica	0: No sabe 1: Nada 2: Poco 3: Más o menos 4: Mucho 5: Muchísimo	Encuesta
Percepción riesgo cercanía Fuentes contaminación: Talleres	Qué tanto percibe riesgo para la salud la cercanía a talleres de carpintería, soldadura, mecánica.	Categórica politómica	0: No sabe 1: Nada 2: Poco 3: Más o menos 4: Mucho 5: Muchísimo	Encuesta

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	POSIBLES VALORES	METODO DE RECOLECCIÓN
Percepción riesgo cercanía Fuentes contaminación: Zonas fumigadas	Qué tanto percibe riesgo para la salud la cercanía a zonas fumigadas con plaguicidas o insecticidas.	Categórica politómica	0: No sabe 1: Nada 2: Poco 3: Más o menos 4: Mucho 5: Muchísimo	Encuesta

5.7 Recolección de información.

Este proyecto se desarrolló con base en los datos recolectados en el estudio de cohortes de gestantes para la evaluación de los efectos de la exposición ambiental a plomo y cadmio en la ocurrencia de Bajo Peso al Nacer (BPN) y Restricción del Crecimiento Intra Uterino (RCIU) en el oriente de la ciudad de Cali.

El proyecto fue presentado al gerente de la Red de Salud Oriente y al personal de consulta externa quienes direccionan los programas de control prenatal en dos instituciones de salud: Hospital Carlos Holmes Trujillo y Centro de Salud Desepaz. El desarrollo del proyecto en estas instituciones fue aprobado para su inicio en la captación de gestantes.

Para la elaboración de instrumentos se tuvo en cuenta la revisión bibliográfica que fundamenta su contenido, se realizó el diseño de tres instrumentos los cuales se aplicaron en el primer y tercer trimestre de embarazo con el fin de recolectar la información necesaria para el cumplimiento de los objetivos planteados. Una vez diseñados los instrumentos se procedió a hacer una prueba piloto para los ajustes correspondientes.

Para la recolección de la información en el estudio de cohortes se seleccionaron dos auxiliares de enfermería con experiencia en trabajo de campo. Se realizó entrenamiento sobre los criterios de inclusión y exclusión del estudio, consentimiento informado, presentación del objetivo del proyecto a las gestantes, el diligenciamiento del cuestionario y manejo confidencial de la información. La supervisión estuvo a cargo

de la coordinación del proyecto. Se hizo un seguimiento semanal de los registros de inscripción al control prenatal para verificar la adecuada captación de gestantes.

5.7.1 Obtención de datos.

Posterior a la aprobación de la intervención en las instituciones de salud, se captaron mujeres en el primer trimestre de embarazo que se inscribieron al programa de control prenatal. Las encuestadoras permanecieron en cada una de las instituciones y realizaron la captación inicial presentando el proyecto y diligenciando el formato de consentimiento informado y los criterios de inclusión para el estudio.

Se citaron a las gestantes para la toma de biomarcadores de exposición para plomo y cadmio en sangre y se hizo la aplicación de las dos primeras encuestas en las cuales se preguntó por datos sociodemográficos y se exploraron las variables de exposición, así como la percepción de riesgo ambiental. Se abordaron de nuevo las gestantes en el tercer trimestre de gestación donde se aplicó una encuesta en la cual se exploraron variables indicadoras de cambios de hábitos durante la gestación.

5.7.2 Control y manejo de los datos.

La información recolectada se registró en los cuestionarios correspondientes. Se realizó revisión de los cuestionarios aplicados a las gestantes con el fin de confirmar que estos se hayan diligenciado de manera correcta, en caso de datos incompletos se revisaron de nuevo los cuestionarios con la encuestadora que los diligenció y se completó la información con la gestante por medio telefónico.

Con el fin de garantizar la calidad de la información recolectada, los cuestionarios fueron revisados por el investigador principal. Los datos recolectados se ingresaron en una base de datos disponible en la página del grupo de investigación GESP y posteriormente fueron importados a Stata 11 para su análisis.

5.8. Consideraciones éticas.

Esta investigación consiste en un estudio transversal el cual se realizó con base en la información de una fuente secundaria de una de las investigaciones del grupo GESP de la Universidad del Valle: “Efectos de la exposición ambiental a plomo y cadmio en la ocurrencia de Bajo Peso al Nacer (BPN) y Restricción del Crecimiento Intra Uterino (RCIU) en una cohorte de mujeres gestantes de la ciudad de Cali”. El proyecto fue aprobado por el comité de ética de la universidad previa presentación de requisitos por parte del grupo de investigación.

El estudio en embarazadas se justifica en las necesidades de investigación evidenciadas en la literatura científica sobre el tema de contaminación ambiental por metales pesados y efectos sobre la salud de la madre y el feto. La investigación se realizó sólo por personas con conocimientos en el tema y entrenadas en la recolección de la información.

Los resultados de la investigación se utilizarán para contribuir a la promoción de la salud de la gestante y a la formulación de recomendaciones con el fin minimizar el riesgo de presentar efectos adversos en el desarrollo del embarazo.

Para la realización del proyecto de cohorte, se captaron 387 gestantes entre 18 y 35 años que asistieron al programa de control prenatal en dos instituciones de salud pertenecientes a la red de Salud Oriente de la ciudad de Cali.

Para la recolección de la información, las encuestadoras entrenadas explicaron a la gestante el propósito del estudio y los beneficios que se pueden obtener de sus resultados. Las gestantes decidieron su participación en el estudio y firmaron el consentimiento informado. El consentimiento informado fue firmado también por dos testigos mayores de edad.

La información dada a la gestante por parte de las encuestadoras y de la coordinación del proyecto de cohorte, además de la contenida en el consentimiento informado incluye:

- Propósito del estudio.
- Tiempo durante el cual se espera que la gestante participe en el estudio.
- Procedimientos realizados como toma de muestras y ecografías.
- La responsabilidad de las participantes y de los investigadores durante la ejecución del proyecto.
- Los riesgos que se pueden presentar y las medidas que se tomarán para minimizarlos.
- Los beneficios de la intervención tanto para los investigadores como para las participantes.
- Las compensaciones por su participación en el estudio como cubrimiento de gastos por desplazamiento.
- Se explicó a la gestante que su participación no implicaría gastos adicionales.
- El carácter voluntario de la gestante en su participación, así como su voluntad de retirarse si ella lo considerara.
- La información obtenida sería de carácter confidencial, sólo para fines de investigación. La gestante participante tuvo el derecho a conocer los resultados obtenidos en el estudio.
- Durante el desarrollo del proyecto la gestante contó con los números telefónicos de las personas encargadas a quienes podría contactar en el momento en que lo necesitara.
- Se explicó a la gestante que su participación en el estudio finalizaría una vez naciera su hijo o en el momento del embarazo en que ella decidiera suspender su participación.
- Se aclaró en el consentimiento la autorización de la gestante para utilizar los resultados de la investigación de la cohorte en otros estudios con el fin de contribuir a la identificación de riesgos para la salud.

En el análisis secundario de datos, que tiene como propósito identificar los factores de exposición ambiental relacionados con niveles sanguíneos de plomo y cadmio en gestantes y percepciones de riesgo relacionadas. Se tomó la información procedente de fuentes utilizadas para propósitos de la investigación del estudio de cohortes, estas fuentes de información comprenden datos obtenidos por medio de encuestas a las gestantes y muestras en sangre para medir plomo y cadmio.

El riesgo de esta investigación es menor que el mínimo, la información será manejada solo con fines del estudio, no se identifican riesgos físicos, psicológicos, sociales o legales que puedan perjudicar a las participantes.

5.9. Análisis de los datos.

Se realizó un análisis exploratorio de datos con el fin de determinar la distribución de las variables estudiadas. Se utilizó el programa STATA versión 11 para todos los análisis. A continuación se describen los análisis hechos para cada uno de los objetivos específicos de este estudio.

5.9.1 Objetivo 1: Determinar las prácticas de riesgo en el intradomicilio, exposición paraocupacional y exposición en exteriores relacionadas con niveles sanguíneos de plomo y cadmio durante el primer y tercer trimestre de gestación.

Se realizó una descripción de los niveles sanguíneos de plomo y cadmio como variables continuas y se crearon cuatro categorías de niveles sanguíneos: 1. Ambos bajos, solo plomo alto, solo cadmio alto, ambos altos.

Se utilizaron variables categóricas, se calcularon los valores esperados para cada variable y se compararon los grupos utilizando prueba de Fisher para la mayoría de las variables y las restantes Chi2 de acuerdo a los valores esperados.

Debido a la baja frecuencia de datos en cada uno de los grupos solo plomo alto y ambos altos, se buscó equilibrar las categorías de niveles y se conformaron entonces 2 categorías: 1. Ambos niveles bajos y 2. Al menos uno alto.

Para la evaluación de la relación entre niveles sanguíneos de plomo y cadmio y determinadas prácticas de riesgo se realizó un análisis de regresión de Poisson con estimadores de varianza robustas que permiten una mejor estimación de las razones de prevalencia en mediciones transversales con el comando `irr, r` en Stata. Para este análisis univariado los grupos se categorizaron según niveles sanguíneos de plomo y cadmio teniendo en cuenta los puntos de corte establecidos en los grupos: plomo > 5 mg/dl y cadmio > 0.4 mcg/dl.

Para la estimación de asociación y cálculo de Razones de Prevalencia, de acuerdo con la distribución de los datos en el análisis descriptivo se combinaron variables semejantes según el tipo de exposición que evaluaba cada una.

Para ajustar por posibles factores de confusión, se construyeron modelos múltiples con variables de exposición paraocupacional. La selección de variables se basó en una significancia estadística menor a 0.30 en el análisis univariado y se utilizó stepwise con una probabilidad de salida de 0.15.

5.9.2 Objetivo 2: Determinar hábitos de consumo de agua y alimentos relacionados con niveles sanguíneos de plomo y cadmio durante el primer y tercer trimestre de gestación.

Se realizó un análisis descriptivo de las variables categóricas de consumo de agua y alimentos por autorreporte en encuesta de acuerdo con las cuatro categorías iniciales de plomo y cadmio. Para la comparación de los grupos se utilizó la prueba exacta de Fisher.

Para la determinar la relación entre niveles sanguíneos de plomo y cadmio expresados como variables continuas y covariables como consumo de agua y alimentos, se realizó un análisis de regresión de Poisson con varianzas robustas.

Para este análisis se tomaron los grupos se categorizaron según niveles sanguíneos de plomo y cadmio teniendo en cuenta los puntos de corte establecidos en los grupos: plomo > 5 mg/dl y cadmio > 0.4 mcg/dl. De acuerdo con la distribución de los datos en el análisis descriptivo de las variables de exposición, se fusionaron categorías de respuesta para variables de alimentos politómicadas.

Para ajustar por posibles factores de confusión, se construyeron modelos múltiples con variables de consumo de alimentos. La selección de variables se basó en una significancia estadística menor a 0.30 en el análisis univariado y se utilizó stepwise con una probabilidad de salida de 0.15.

Se evaluó interacción entre consumo de alimentos como hígado y riñón.

5.9.4 Objetivo 3: Identificar la percepción inicial de las gestantes sobre posibles riesgos para la salud secundarios a la exposición a factores ambientales, prácticas y consumo de algunos productos potencialmente peligrosos.

Se tomaron datos de la encuesta realizada para el reporte de percepciones de riesgo ante las posibles exposiciones a manipulación de baterías, pinturas, tintas, quema de residuos, consumo de agua del grifo, consumo de pescado y vivir cerca de talleres. De la encuesta de percepciones, se categorizaron las variables respuesta combinando categorías con niveles de respuesta semejantes o con tamaños de muestra pequeños. Utilizando estas categorías y las dos categorías finales de plomo y cadmio, se realizó un análisis descriptivo utilizando la prueba exacta de Fisher.

6.0 RESULTADOS

6.1 Descripción variables sociodemográficas

Para los análisis estadísticos, se utilizaron los datos del estudio de cohortes de 387 gestantes con información sobre las variables de exposición y niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer trimestre. En un caso no se obtuvieron datos de niveles sanguíneos y fue excluido de este análisis quedando un total de 386 gestantes. Para el análisis de los datos del tercer trimestre, se tuvieron 351 gestantes debido a un 7.5% de pérdidas durante el seguimiento y 2.1% de censuras.

Entre las 386 gestantes incluidas en los análisis, el 50% era menor de 23 años, un 28% se encontraban entre 25 y 30 años y un 9.8% entre 30 y 35 años. El 55% se auto-reconocía como no afrodescendiente y el 77% tenía estudios de secundaria, el nivel técnico o universitario se cursó en aproximadamente un 10% de las gestantes. Un 76% eran amas de casa y 16% trabajaban en el momento de la encuesta. El 77% de ellas vivían con su compañero en unión libre o casadas. Se observa que el 94% de las gestantes viven en barrios con estrato socioeconómico 1 y 2. (ver Tabla 9)

Tabla 9. Descripción variables sociodemográficas.

Característica	n	%
Edad		
18 – 24	240	62.2
25 – 30	108	28.0
31-35	38	9.8
Etnia		
Afrodescendiente	174	45.1
No afrodescendiente	212	54.9
Nivel de escolaridad		
Ninguna	1	0.3
Primaria	48	12.4
Secundaria	299	77.5
Técnico	33	8.5
Universitaria	5	1.3

Ocupación		
Ama de casa	292	75.6
Desempleada	2	0.5
Estudia	25	6.2
Trabaja	63	16.3
Trabaja y estudia	5	1.3
Estado civil		
Soltera	88	22.8
Unión libre / casada	296	76.7
Separada/Divorciada/Viuda	2	0.5
Comuna		
13	120	31.1
14	51	13.2
15	131	33.9
21	59	15.3
Otras	25	6.5
Estrato socioeconómico		
1	206	53.4
2	158	40.9
3	21	5.4
4	1	0.3

6.2 Descripción de la variable resultado – niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer y tercer trimestre de gestación

6.2.1 Distribución de niveles sanguíneos de plomo y cadmio.

Tanto para los niveles de plomo como para los de cadmio medidos en el primer y tercer trimestre, los datos no siguen una distribución normal. Del total de las muestras, el nivel más bajo encontrado de plomo en el primer trimestre fue de 0.002 µg/dl y en el tercer trimestre 0.001 µg/dl. Se observa que el 5% presentaron niveles de plomo por encima 4.680 µg/dl en el primer trimestre y por encima de 4.220 µg/dl en el tercer trimestre, cerca del límite establecido como de riesgo que es 5.0 µg/dl.

Para cadmio, el 50% de las gestantes tuvieron niveles por debajo de 0.115 para el primer trimestre y de 0.010 para el tercer trimestre. Como valor mínimo 0.010 µg/L en el primer trimestre y en el tercero 0.007µg/L. Se encuentra que el 25% de las gestantes tuvieron niveles de cadmio por encima de 0.530 µg/L en ambos trimestres medidos, valor que sobrepasa el límite establecido como de riesgo que es 0.4 µg/L.

Tabla 10. Distribución niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer y tercer trimestre.

	Plomo (µg/dl)		Cadmio (µg/L)	
	1º Trimestre	3º Trimestre	1º Trimestre	3º Trimestre
Promedio	1.569	1.350	0.355	0.449
DE	1.902	2.000	0.526	0.788
Mediana	1.013	0.920	0.115	0.010
Mínimo	0.002	0.001	0.010	0.007
Máximo	16.18	27.95	4.266	7.080
P5	0.002	0.001	0.010	0.007
P10	0.002	0.001	0.010	0.007
P25	0.100	0.001	0.010	0.007
P50	1.013	0.920	0.115	0.010
P75	2.240	2.130	0.529	0.530
P90	3.880	3.420	1.040	1.520
P95	4.680	4.220	1.370	2.120

6.2.2 Descripción de niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer y tercer trimestre según categorías de límites establecidos.

Se establecieron 4 de categorías de niveles sanguíneos de plomo y cadmio, tomando como puntos de corte los valores establecidos como de riesgo. Esto es, para plomo, 5.0 ug/dl y para cadmio, 0.4 ug/L. Un 64.8% de las gestantes presentaron niveles

bajos para plomo y cadmio en el primer trimestre y en el tercero, las gestantes con niveles bajos representaron un 67.9%. Los niveles de exposición mayores fueron para cadmio, y aproximadamente 1 de cada 3 mujeres presentaron niveles elevados para solo ese metal (i.e.; 31.1%) y un 1.9% presentaron ambos metales elevados en sangre.

Tabla 11. Distribución niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer y tercer trimestre según categorías de límites establecidos para cada metal.

Categorías	1º Trimestre n= 386		3º Trimestre n= 351	
	n	%	n	%
Pb y Cd bajos	250	64.8	238	67.9
Solo Pb alto	9	2.3	5	1.4
Solo Cd alto	120	31.1	107	30.4
Pb y Cd altos	7	1.9	1	0.3

En las categorías de solo plomo alto y ambos metales altos, el número de gestantes que se ubican dentro de estos grupos fue relativamente menor en ambos trimestres; 2.3 y 1.9% para el primer trimestre y 1.4 y 0.3% para el tercer trimestre. En consecuencia, para algunos de los análisis de asociación, se decidió categorizar los niveles sanguíneos de plomo y cadmio en dos grupos: Ambos niveles bajos de plomo y cadmio y un segundo grupo, con el resto, donde se incluyen las gestantes que tienen al menos un metal elevado en sangre.

Tabla 12. Distribución niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer y tercer trimestre.

Categorías	1º Trimestre n= 386		3º Trimestre n= 351	
	n	%	n	%
Pb y Cd bajos	250	64.8	238	67.8
Al menos un metal elevado	136	35.2	113	32.2

6.3 Descripción de exposiciones de la gestante en el intradomicilio y fuentes exteriores en el primer trimestre de gestación

6.3.1 Prácticas de riesgo para plomo y cadmio realizadas por la gestante en el intradomicilio durante el primer trimestre.

Las actividades realizadas por las mujeres dentro del hogar que fueron evaluadas como potenciales prácticas de riesgo para exposición a plomo y cadmio se describen en la tabla 13. Entre un 3 y 10% del total de las mujeres de la cohorte presentaron alguna de estas exposiciones de interés, y la distribución según niveles de los metales se discrimina en la tabla. Entre las mujeres con ambos metales elevados, llama la atención dos mujeres con actividades de remodelación y elaboración de vidrios en color. En general, ninguna de las demás actividades se mostró mucho más prevalente en las mujeres con metales en sangre en comparación con las que tenían estos agentes por debajo de los niveles de riesgo.

Tabla 13. Prácticas de riesgo para plomo y cadmio realizadas por la gestante en el intradomicilio durante el primer trimestre.

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
Participación en remodelación vivienda						
Si	17 (6.8)	0.00	8 (6.7)	1 (14.3)	26 (6.7)	0.66
No	233 (93.2)	9 (100)	112 (93.3)	6 (85.7)	360 (93.3)	
Preparación artículos cerámica						
Si	19 (7.6)	0.00	11 (9.2)	0.00	30 (7.8)	0.91
No	231 (92.4)	9 (100)	109 (90.8)	7 (100)	356 (92.2)	
Elaboración vidrios color						
Si	6 (2.4)	1 (11.1)	3 (2.5)	1 (14.3)	11 (2.9)	0.10
No	244 (97.6)	8 (88.9)	117 (97.5)	6 (85.7)	375 (97.1)	

Lijado pinturas en vivienda o barniz en muebles						
Si	28 (11.2)	1 (11.1)	9 (7.5)	1 (14.3)	39 (10.1)	0.66
No	221 (88.4)	8 (88.9)	111 (92.5)	6 (85.7)	346 (89.6)	
NS/NR	1 (0.4)	0.0	0.00	0.0	1 (0.3)	
Uso recipientes de cerámica para alimentos						
Si	10 (4.0)	0.0	6 (5.0)	0.0	16 (4.1)	0.89
No	240 (96.0)	9 (100)	114 (95.0)	7 (100)	370 (95.9)	

6.3.2 Descripción componente de exposición paraocupacional de la gestante durante el primer trimestre.

Las variables de exposición paraocupacional en la gestante se describen en la tabla 14. Menos del 6% de las gestantes tuvieron este tipo de exposición en el primer trimestre. En relación a la presencia de baterías dentro del hogar, llama la atención que la prevalencia de exposición entre el grupo de gestantes con solo cadmio alto es casi el doble de la población general (9.2% VS 5.7%). Por otro lado, las razones de prevalencias de exposiciones al contacto con personas expuestas a trabajos relacionados con plomo y cadmio así como el lavar a mano la ropa de trabajo, no se relacionaron con mayor riesgo de tener niveles elevados de metales en sangre.

Tabla 14. Componente de exposición paraocupacional de la gestante durante el primer trimestre.

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
Reciclaje o almacenamiento baterías en la casa						
Si	1 (0.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.3)	1.00
No	249 (99.6)	9 (100)	120 (100)	7 (100)	385 (99.7)	
Baterías de moto/carro dentro hogar						
Si	10 (4.0)	1 (11.1)	11 (9.2)	0 (0.0)	22 (5.7)	0.14
No	240 (96.0)	8 (88.9)	109 (90.8)	7 (100)	364 (94.3)	
Talleres en el hogar						
Imprenta	1 (0.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.3)	0.63
Plomería	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.8)	0 (0.0)	1 (0.3)	
Carpintería/Ebanistería	3 (1.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.00)	3 (0.8)	
Taller de cerámica	1 (0.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.00)	1 (0.3)	
Fábrica pinturas o barniz	2 (0.8)	0 (0.0)	1 (0.8)	0 (0.00)	3 (0.8)	
Imprenta y pinturas	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.8)	0 (0.00)	1 (0.3)	
Ninguno	243 (97.2)	9 (100)	117 (97.5)	7 (100)	376 (97.4)	
Remodelación actual de la casa						
Si	9 (3.6)	0.0	8 (6.7)	0.00	17 (4.4)	0.73
No	238 (95.2)	9 (100)	111 (92.5)	7 (100)	365 (94.6)	
No sabe/No responde	3 (1.2)	0.0	1 (0.8)	0.00	4 (1.0)	
Convive/ personas que tienen o han tenido trabajos r/c plomo y cadmio						
Si	88 (35.2)	2 (2.2)	35 (29.2)	2 (28.57)	127 (32.9)	0.64
No	162 (64.8)	7 (7.8)	85 (70.8)	5 (71.43)	259	

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
					(67.1)	
Convive/ personas que tienen o han tenido pasatiempos r/c plomo y cadmio						
Si	98 (39.2)	3 (3.3)	47 (39.2)	3 (42.9)	151 (39.1)	1.00
No	152 (60.8)	6 (66.7)	73 (60.8)	4 (57.1)	235 (60.9)	
Lava a mano ropa usada para trabajos						
Si	33 (31.1)	1 (20.0)	14 (35.0)	1 (50.0)	49 (32.0)	0.49
No	72 (67.92)	4 (80.00)	24 (60.00)	1 (50.00)	101 (66.0)	
No sabe/No responde	1 (0.94)	0 (0.00)	2 (5.00)	0 (0.00)	3 (2.0)	

6.3.3 Descripción de la exposición a fuentes de plomo y cadmio en espacios exteriores durante el primer trimestre.

En relación a las exposiciones a fuentes de plomo y cadmio en exteriores, el contacto con casas construidas antes de 1978 se reportó por el 14% de las gestantes y se observó con mayor prevalencia esta exposición en el grupo de gestantes con solo plomo alto (22%). Además, se observa como dato de interés, la exposición a manipulación de baterías en exteriores, donde la prevalencia observada es de 28.6% entre las gestantes con ambos metales elevados comparado con un 8.3% del total de las gestantes expuestas. El reporte de talleres de mecánica cerca del hogar tiene una prevalencia de 13.3% entre las gestantes con solo cadmio alto y ninguna de las que reportaron esta exposición presentó niveles de plomo en sangre.

Tabla 15. Exposición a fuentes de plomo y cadmio en espacios exteriores durante el primer trimestre.

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
Contacto con construcción de > 30 años*						
Si	32 (12.9)	2 (22.2)	18 (15.1)	0.0	52 (13.6)	0.57
No	216 (87.1)	7 (77.8)	101 (84.8)	7(100)	331 (86.4)	
Manipulación/reciclaje baterías cerca casa (2 cuadras)						
Si	20 (8.0)	1 (11.1)	9 (7.5)	2 (28.6)	32 (8.3)	0.42
No	227 (90.8)	8 (8.9)	110 (91.7)	5 (71.4)	350 (90.7)	
No sabe/No responde	3 (1.2)	0.0	1 (0.8)	0.0	4 (1.0)	
Ebanistería contiguo a la vivienda						
Si	22 (8.8)	0.0	9 (7.5)	0.0	31 (8.0)	0.96
No	228 (91.2)	9 (100)	111 (92.5)	7 (100)	355 (92.0)	
Soldadura contiguo a la vivienda						
Si	34 (13.6)	1 (11.1)	16 (13.3)	1 (14.3)	52 (13.5)	1.00
No	216 (86.4)	8 (88.9)	104 (86.7)	6 (85.7)	334 (86.5)	
Taller mecánica contiguo a la vivienda						
Si	21 (8.4)	0.0	16 (13.3)	0.0	37 (9.6)	0.38
No	229 (91.6)	9 (100)	104 (86.7)	7 (100)	349 (90.4)	
Chatarrería contiguo a la vivienda						
Si	25 (10.0)	1 (11.1)	9 (7.5)	0.0	35 (9.1)	0.77
No	225 (90.0)	8 (88.9)	111 (92.5)	7 (100)	351 (90.9)	
Taller hierro forjado contiguo a la vivienda						
Si	12 (4.8)	0.0	5 (4.2)	0.0	17 (4.4)	1.00
No	238 (95.2)	9 (100)	115 (95.8)	7 (100)	369 (95.6)	

* 3 Datos perdidos.

6.4. Descripción de hábitos de consumo en las gestantes durante el primer trimestre de embarazo

6.4.1 Descripción de la exposición a cigarrillo según niveles de plomo y cadmio en la gestante durante el primer trimestre.

Entre las exposiciones evaluadas en la gestante, se describe la exposición a cigarrillo en la tabla 16. Más de la mitad de las gestantes reportaron algún tipo de exposición al cigarrillo en el momento de la encuesta. Se observó una prevalencia entre 41 y 44% de antecedente de consumo de cigarrillo entre las gestantes que presentaron niveles de plomo y cadmio, comparado con la población general (38%). La exposición pasiva al humo del cigarrillo dentro del hogar se observó con mayor prevalencia en el grupo de gestantes con ambos niveles de metales elevados.

Tabla 16. Exposición a cigarrillo durante el primer trimestre.

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
Antecedente consumo cigarrillo						
Si	90 (36.0)	4 (44.4)	49 (40.8)	3 (42.9)	146 (37.8)	0.76
No	160 (64.0)	5 (55.6)	71 (59.2)	4 (57.1)	240 (62.2)	
Fumadora activa en el momento de la encuesta						
Si	21 (23.3)	1 (25.0)	15 (30.6)	1 (33.3)	38 (26.0)	0.73
No	69 (76.7)	3 (75.0)	34 (69.4)	2 (66.7)	108 (74.0)	
Consumo cigarrillos al día entre						

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
fumadoras						
Mediana	0	3	0	1		
P25	0	3	0	0		
P75	0	3	0	2		
P95	0	3	4	2		
Tiempo (meses) abandono cigarrillo entre exfumadoras						
Mediana	24	54	24	36		
P25	6	24	3	19.5		
P75	60	96	72	78		
Consumo cigarrillos al día en exfumadoras						
Mediana	1	1	1	1		
P25	1	0.5	1	1		
P75	2	1.5	2	1		
Fumadora pasiva						
Si	99 (39.6)	4 (44.4)	49 (40.8)	3 (42.9)	155 (40.2)	0.97
No	151 (60.4)	5 (55.6)	71 (59.2)	4 (57.1)	231 (59.8)	
Exposición pasiva dentro del hogar*						
Si	53 (56.4)	1 (25.0)	28 (57.1)	2 (66.7)	84 (56.0)	0.68
No	41 (43.6)	3 (75.0)	21 (42.9)	1 (33.3)	66 (44.0)	
Exposición pasiva / cigarrillos/día						
Mediana	4	2	5	3.5		
P25	2	1	3	1.5		
P75	10	5	10	8		
* 3 Datos perdidos						

6.4.2 Descripción de hábitos de consumo de alimentos según niveles de plomo y cadmio en la gestante durante el primer trimestre.

En la tabla 17, se describen los hábitos de consumo de alimentos considerados de riesgo para plomo y cadmio por bioacumulación de estos metales. Además se evaluó el consumo de sustancias no alimenticias como pica. Esta exposición fue más prevalente en el grupo de gestantes con solo cadmio alto comparado con el total de gestantes evaluadas.

En relación al pescado, se observó mayor prevalencia en la frecuencia de consumo de 1 a 3 veces por semana entre las gestantes con solo cadmio alto comparado con el resto de la población. Esta misma frecuencia de consumo tiene un comportamiento similar para el caso de riñón y los niveles de cadmio alto. Por otro lado, las prevalencias de consumo de verduras como repollo y lechuga en una frecuencia de 1 a 3 veces por semana, son entre 12 y 23% mayores en el grupo de gestantes con solo plomo alto que en el total de la población que consumían estos alimentos.

Tabla 17. Hábitos de consumo alimentos en el primer trimestre.

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
Pica						
Si	6 (2.4)	0.0	5 (4.2)	0.0	11 (2.8)	0.59
No	244 (97.6)	9 (100)	115 (95.8)	7 (100)	375 (97.2)	
Consumo pescado*						
Ningún consumo	127 (51.4)	5 (55.6)	52 (44.4)	5 (71.4)	189 (49.7)	0.26
< 1 vez semana	27 (10.9)	0.0	9 (7.7)	1 (14.3)	37 (9.7)	
1 - 3 veces semana	89 (36.0)	3 (33.3)	54 (46.1)	1 (14.3)	147 (38.7)	
4 - 7 veces semana	4 (1.7)	1 (11.1)	2 (1.7)	0.0	7 (1.8)	
Consumo hígado*						
Ningún consumo	171 (69.2)	6 (66.7)	69 (59.0)	7 (100)	253 (66.6)	0.18
< 1 vez semana	12 (4.9)	0.0	4 (3.4)	0.0	16 (4.2)	
1 - 3 veces semana	63 (25.5)	3 (33.3)	41 (35.0)	0.0	107 (28.2)	

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
4 - 7 veces semana	1 (0.4)	0.0	3 (2.6)	0.0	4 (1.0)	
Consumo riñón*						
Ningún consumo	220 (89.1)	8 (88.9)	92 (78.6)	7 (100)	327 (86.0)	0.05
< 1 vez semana	5 (2.0)	0.0	3 (2.6)	0.0	8 (2.1)	
1 - 3 veces semana	21 (8.5)	0.0	21 (18.0)	0.0	42 (11.0)	
4 - 7 veces semana	1 (0.4)	1 (11.1)	1 (0.8)	0.0	3 (0.8)	
Consumo crustáceos*						
Ningún consumo	229 (92.7)	8 (88.9)	103 (88.0)	7 (100)	347 (91.3)	0.58
< 1 vez semana	7 (2.8)	0.0	5 (4.3)	0.0	12 (3.2)	
1 - 3 veces semana	11 (4.4)	1 (11.1)	9 (7.7)	0.0	21 (5.5)	
Consumo repollo*						
Ningún consumo	105 (42.5)	1 (11.1)	45 (38.5)	4 (57.1)	155 (40.8)	0.31
< 1 vez semana	3 (1.2)	0.0	4 (3.4)	0.0	7 (1.8)	
1 - 3 veces semana	104 (42.1)	5 (55.6)	55 (47.0)	3 (42.9)	167 (44.0)	
4 - 7 veces semana	34 (13.8)	3 (33.3)	13 (11.1)	0.0	50 (13.2)	
> 7 veces semana	1 (0.4)	0.0	0.0	0.0	1 (0.3)	
Consumo lechuga*						
Ningún consumo	123 (49.8)	1 (11.1)	62 (53.0)	4 (57.1)	190 (50.0)	0.53
< 1 vez semana	6 (2.4)	0.0	3 (2.6)	0.0	9 (2.4)	
1 - 3 veces semana	83 (33.6)	5 (55.6)	37 (31.6)	2 (28.6)	127 (33.4)	
4 - 7 veces semana	34 (13.8)	3 (33.3)	15 (12.8)	1 (14.3)	53 (13.9)	
> 7 veces semana	1 (0.4)	0.0	0.0	0.0	1 (0.3)	
Tipo agua para consumo						
Sin filtro	227 (90.8)	8 (88.9)	114 (95.0)	6 (85.7)	355 (92.0)	0.48
Con filtro	7 (2.8)	0.0	3 (2.5)	0.0	10 (2.6)	
Hervida	2 (0.8)	0.0	0.0	0.0	2 (0.5)	
Varios tipos	14 (5.6)	1 (11.1)	3 (2.5)	1 (14.3)	19 (4.9)	
*6 datos perdidos						

6.5 Descripción de prácticas y hábitos de consumo en el tercer trimestre de embarazo

Se evaluó en el tercer trimestre de embarazo a través de encuesta, las exposiciones ambientales y hábitos de consumo de 351 gestantes, entre las 387 participantes del estudio principal. Los resultados se describen de acuerdo a categorías de biomarcadores de plomo y cadmio medidos en el tercer trimestre de gestación.

6.5.1 Prácticas de riesgo para plomo y cadmio realizadas por la gestante en el intradomicilio durante el tercer trimestre.

En la tabla 18, se describen las actividades realizadas por la gestante en el intradomicilio durante el tercer trimestre de embarazo. De manera similar que en el primer trimestre, exposiciones como remodelación de la vivienda y elaboración de vidrios de color, presentan mayor prevalencia entre el grupo de gestantes con solo cadmio alto comparado con el total de las maternas que presentan estas exposiciones. La prevalencia del uso de cerámicas para servir alimentos en el grupo de solo cadmio alto es el doble de la prevalencia de la población general.

Tabla 18. Prácticas de riesgo para plomo y cadmio realizadas por la gestante en el intradomicilio durante el tercer trimestre.

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
Actividades remodelación vivienda						0.45
Si	9 (3.8)	0.0	7 (6.5)	0 (0.0)	16 (4.6)	
No	229 (96.2)	5 (100)	100 (93.5)	1 (100)	335 (95.4)	
Preparación artículos cerámica						1.00
Si	9 (3.8)	0 (0.0)	4 (3.7)	0 (0.0)	13 (3.7)	
No	229 (96.2)	5 (100)	103 (96.2)	1 (100)	338 (96.3)	
Elaboración vidrios color						

Si	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.9)	0 (0.00)	1 (0.3)	1.00
No	238 (100)	5 (100)	106 (99.1)	1 (100)	350 (99.7)	
Lijado pinturas en vivienda o barniz en muebles						
Si	7 (2.9)	0 (0.0)	6 (5.6)	0 (0.0)	13 (3.7)	0.39
No	231 (97.1)	5 (100)	101 (94.4)	1 (75.00)	338 (96.3)	
Uso recipientes de cerámica para cocinar o beber						
Si	2 (0.8)	0 (0.0)	3 (2.8)	0 (0.0)	5 (1.4)	0.24
No	236 (99.2)	5 (100)	104 (97.2)	1 (100)	346 (98.6)	
Total	238 (67.9)	5 (1.4)	107 (30.4)	1 (0.3)	351 (100)	

6.5.2 Descripción del componente paraocupacional de la gestante en el tercer trimestre de embarazo.

En el componente paraocupacional de la gestante durante el tercer trimestre descrito en la tabla 19, entre las variables evaluadas, se resalta la exposición a baterías dentro del hogar en el grupo de solo cadmio alto, que presenta una prevalencia de exposición mayor que en el total de la población de gestantes (8.4 y 6.5%). No se observaron diferencias entre las demás exposiciones y los niveles de plomo y cadmio.

Tabla 19. Componente paraocupacional de la gestante en el tercer trimestre de embarazo.

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
Reciclaje o almacenamiento baterías en la casa						
Si	3 (1.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (0.8)	0.57
No	235 (98.7)	5 (100)	107 (100)	1 (100)	348 (99.1)	
Baterías de moto/carro dentro hogar						
Si	14 (5.9)	0 (0.0)	9 (8.4)	0 (0.0)	23 (6.5)	0.65
No	224 (94.1)	5 (100)	98 (91.6)	1 (100)	328 (93.4)	
Talleres en el hogar						
Si	2 (0.8)	0 (0.0)	2 (1.9)	0 (0.0)	4 (1.1)	0.61
No	223 (98.67)	8 (100)	111 (98.2)	4 (100)	346 (98.6)	
NS/NR	1 (0.44)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.3)	
Remodelación actual de la casa						
Si	7 (2.9)	0 (0.0)	2 (1.9)	0 (0.0)	9 (2.6)	0.76
No	231 (97.1)	5 (100)	105 (98.1)	1 (100)	342 (97.4)	
Convive/ personas que tienen o han tenido trabajos r/c plomo y cadmio						
Si	68 (28.6)	0 (0.0)	30 (28.0)	0 (0.0)	98 (27.9)	0.65
No	170 (71.4)	5 (100)	77 (72.0)	1 (100)	253 (72.1)	
Convive/ personas que tienen o han tenido pasatiempos r/c plomo y cadmio						
Si	50 (21.0)	0 (0.0)	22 (20.6)	1 (100)	73 (20.8)	0.29
No	188 (79.0)	5 (100)	85 (79.4)	0 (0.0)	278 (79.2)	

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
Lava a mano ropa usada para trabajos						
Si	25 (28.7)	0 (0.0)	9 (24.3)	0 (0.0)	34 (27.2)	0.75
No	62 (71.3)	0 (0.0)	28 (75.7)	1 (100)	91 (72.8)	

6.5.3 Descripción exposición a plomo y cadmio en fuentes exteriores en el tercer trimestre de gestación.

Entre las variables de exposición en exteriores, se encontraron mayores prevalencias de exposición a talleres de soldadura y chatarrería relacionadas con niveles elevados de cadmio. En relación a los niveles elevados de plomo, se observó una gestante con exposición a talleres de ebanistería y chatarrería contiguo a la vivienda. Estas variables se describen en la tabla 20. Al aplicar la prueba exacta de Fisher, se observan diferencias estadísticamente significativas entre la exposición a chatarrería cerca al hogar y niveles sanguíneos de plomo y cadmio.

Tabla 20. Exposición a plomo y cadmio en fuentes exteriores durante el tercer trimestre.

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
Contacto con construcción de > 30 años						
Si	10 (4.2)	0.0	1 (0.9)	0.0	11 (131.3)	0.48
No	206 (86.5)	5 (100)	99 (92.5)	1 (100)	311 (88.6)	
Ns/Nr	22 (9.2)	0.0	7 (6.5)	0.0	29 (8.3)	

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
Manipulación baterías cerca de casa **						
Si	1 (3.2)	0.0	0.0	0.0	1 (2.2)	0.67
No	30 (96.8)	0.0	15 (100)	0.0	45 (97.8)	
Ebanistería contiguo a la vivienda						
Si	15 (6.3)	1 (20.0)	7 (6.5)	0 (0.0)	23 (6.5)	0.40
No	223 (93.7)	4 (80.0)	100 (93.5)	1 (100)	328 (93.4)	
Soldadura contiguo a la vivienda						
Si	13 (5.5)	0 (0.0)	8 (7.5)	0 (0.0)	21 (6.0)	0.63
No	225 (94.5)	5 (100)	99 (92.5)	1 (100)	330 (94.0)	
Taller mecánica contiguo a la vivienda						
Si	12 (5.0)	0 (0.0)	6 (5.6)	0 (0.0)	18 (5.1)	0.85
No	226 (95.0)	5 (100)	101 (94.4)	1 (100)	333 (94.9)	
Chatarrería contiguo a la vivienda						
Si	4 (1.7)	1 (20.0)	8 (7.5)	0 (0.0)	13 (3.7)	0.01
No	234 (98.3)	4 (80.0)	99 (92.5)	1 (100)	338 (96.3)	
Taller hierro forjado contiguo a la vivienda						
Si	4 (1.68)	0 (0.0)	4 (3.7)	0 (0.0)	8 (2.3)	0.35
No	234 (98.3)	5 (100)	103 (96.3)	1 (100)	343 (97.2)	
**: 46 gestantes que cambiaron de residencia.						

6.5.4 Descripción hábitos de consumo de agua y alimentos en el tercer trimestre de gestación.

En el tercer trimestre de gestación, el hábito de consumir sustancias que no son alimentos, presentó mayor prevalencia en el grupo de gestantes con solo cadmio alto. Hubo una gestante con este hábito y niveles sanguíneos de plomo elevados. La prevalencia del consumo de pescado entre 1 y 3 veces por semana es cerca del doble en el grupo con plomo alto comparado con el total de gestantes que tienen este consumo.

Las prevalencias de consumo de repollo son mayores para solo plomo alto cuando la frecuencia de consumo es entre 4 y 7 veces por semana (40% Vs 15%) del resto de la población. Paradójicamente las prevalencias de consumo de repollo y lechuga en el grupo con cadmio alto son el doble de la población general, sin embargo la frecuencia de consumo reportada fue menos de una vez a la semana. Cuando la frecuencia de consumo de verduras aumenta, no hay diferencias con los niveles de metales en sangre; algo similar ocurre con los demás alimentos evaluados.

Tabla 21. Hábitos de consumo de agua y alimentos durante el tercer trimestre.

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
Pica						
Si	6 (2.5)	1 (20.0)	6 (5.6)	0 (0.0)	13 (3.7)	0.10
No	231 (97.0)	4 (80.0)	101 (94.4)	1 (100)	337 (96.0)	
NS/NR	1 (0.5)	0.0	0.0	0.0	1 (0.3)	
Trimestre consumo pica						
Primero	2 (40.0)	0.0	1 (25.0)	0.0	3 (30.0)	1.00
Segundo	1 (20.0)	0.0	1 (25.0)	0.0	2 (20.0)	
Tercero	2 (40.0)	0.0	1 (25.0)	0.0	5 (50.0)	

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
Consumo pescado*						
Ningún consumo	56 (24.35)	1 (20.0)	35 (32.7)	1 (100)	93 (27.1)	0.54
< 1 vez semana	88 (38.3)	1 (20.0)	35 (32.7)	1 (100)	124 (36.1)	
1 - 3 veces semana	83 (36.1)	3 (60.0)	36 (33.7)	0 (0.0)	122 (35.6)	
4 - 7 veces semana	3 (1.3)	0.0	1 (0.9)	0.0	4 (1.2)	
Consumo hígado*						
Ningún consumo	110 (47.8)	3 (60.0)	52 (48.6)	0.0	165 (48.1)	0.96
< 1 vez semana	43 (18.7)	0.0	20 (18.7)	0.0	63 (18.4)	
1 - 3 veces semana	75 (32.6)	2 (40.0)	35 (32.7)	1 (100)	113 (32.9)	
4 - 7 veces semana	1 (0.43)	0.0	0.0	0.0	1 (0.3)	
> 7 veces semana	1 (0.43)	0.0	0.0	0.0	1 (0.3)	
Consumo riñón*						
Ningún consumo	207(90.0)	5 (100)	103 (96.3)	1 (100)	316 (92.1)	0.36
< 1 vez semana	11 (4.8)	0.0	1 (0.9)	0.0	12 (3.5)	
1 - 3 veces semana	12 (5.2)	0.0	3 (2.8)	0.0	15 (4.4)	
Consumo crustáceos*						
Ningún consumo	187 (81.3)	5 (100)	94 (87.9)	1 (100)	287 (83.7)	0.66
< 1 vez semana	30 (13.0)	0.0	9 (8.4)	0.0	39 (11.4)	
1 - 3 veces semana	13 (5.6)	0.0	4 (3.7)	0.0	17 (4.9)	
Consumo repollo*						
Ningún consumo	67 (23.1)	0.0	36 (33.6)	0.0	103 (30.0)	0.02
< 1 vez semana	11 (4.8)	1 (20.0)	15 (14.0)	0.0	27 (7.9)	
1 - 3 veces semana	114 (49.6)	2 (40.0)	44 (41.1)	1 (100)	161 (46.9)	
4 - 7 veces semana	37 (16.1)	2 (40.0)	12 (11.2)	0.0	51 (14.9)	
> 7 veces semana	0.00	0.00	1 (0.91)	0.00	1 (0.29)	
Consumo lechuga*						

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
Ningún consumo	89 (38.7)	2 (40.0)	35 (32.71)	1 (100)	127 (37.0)	0.02
< 1 vez semana	8 (3.5)	0.0	15 (14.0)	0.0	23 (6.7)	
1 - 3 veces semana	97 (42.2)	1 (20.0)	40 (37.4)	0.0	138 (40.2)	
4 - 7 veces semana	34 (14.8)	2 (40.0)	17 (15.9)	0.0	53 (15.4)	
> 7 veces semana	2 (0.9)	0.0	0.0	0.0	2 (0.6)	

* 6 datos perdidos

6.5.5 Descripción de consumo y exposición a cigarrillo durante el tercer trimestre.

La exposición de la gestante a cigarrillo en el último trimestre de gestación es baja, incluso en el intradomicilio. Sin embargo, hubo una gestante con cadmio alto que durante el embarazo continuó fumando. Para este período el reporte de exposición al humo de cigarrillo presentó mayor prevalencia en los espacios exteriores como restaurantes y lugares de ocio, con mayor frecuencia de exposición entre dos y tres veces por semana.

Tabla 22. Hábitos de consumo y exposición a cigarrillo durante el tercer trimestre.

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
Consumo cigarrillo en el último trimestre						
Si	4 (1.7)	0.0	1 (0.9)	0.0	5 (1.4)	1.00
No	232 (98.3)	5 (100)	106 (99.1)	1 (100)	344 (98.6)	
Fumadora activa en el momento de la encuesta						
Si	2 (50.0)	0.0	0.0	0.00	2 (40.0)	1.00
No	2 (50.0)	0.00	1 (100)	0.00	3 (60.0)	

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
Fumadora pasiva						
Si	66 (28.0)	0.0	41 (38.3)	1 (100)	108 (30.9)	0.03
No	170 (72.0)	5 (100)	66 (61.7)	0.0	241 (69.0)	
Exposición pasiva dentro del hogar						
Si	34 (61.8)	0.0	24 (61.5)	1 (100)	59 (62.1)	1.00
No	21 (38.1)	0.0	15 (38.5)	0.00	36 (37.9)	
Exposición pasiva en exteriores						
Si	17 (7.2)	0.0	10 (9.3)	0.00	27 (7.8)	0.70
No	218 (92.8)	5 (100)	97 (90.6)	1 (100)	321 (92.0)	
Frecuencia exposición pasiva exteriores						
1 vez/semana	2 (11.8)	0.0	1 (10.0)	0.0	3 (11.1)	0.82
2 a 3 veces/semana	11 (64.7)	0.0	8 (80.0)	0.0	19 (70.4)	
> 3 veces/semana	4 (23.5)	0.0	1 (10.0)	0.00	5 (18.5)	
Exposición pasiva en lugares de ocio						
Si	55 (23.4)	0.0	31 (29.0)	1 (100)	87 (25.0)	0.12
No	180 (76.6)	5 (100)	76 (71.0)	0.0	261 (75.0)	
Frecuencia exposición pasiva lugares ocio						
1 vez/semana	7 (12.7)	0.0	2 (6.4)	0.0	9 (10.3)	0.58
2 a 3 veces/semana	45 (81.8)	0.0	26 (83.9)	1 (100)	72 (82.8)	
> 3 veces/semana	3 (5.4)	0.0	3 (9.7)	0.0	6 (6.9)	
Exposición pasiva en otros lugares						
Si	31 (13.1)	0.0	23 (21.5)	1 (100)	55 (15.8)	0.03
No	205 (86.9)	5 (100)	84 (78.5)	0.0	294 (84.2)	
Frecuencia exposición pasiva otros lugares						
1 vez/semana	3 (9.7)	0.0	0.0	0.0	3 (5.45)	0.48

Variable	Pb y Cd bajos n (%)	Solo Pb alto n (%)	Solo Cd alto n (%)	Pb y Cd altos n (%)	Total	Valor p
2 a 3 veces/semana	16 (51.6)	0.0	14 (60.9)	1 (100)	31 (56.4)	
> 3 veces/semana	12 (38.7)	0.00	9 (39.1)	0.0	21 (38.2)	

6.6 Resultados percepción de riesgo hacia la contaminación ambiental.

Se describen las percepciones de riesgo de las gestantes hacia exposiciones de contaminación ambiental. La encuesta fue realizada a 199 de las 386 gestantes participantes del estudio de cohortes.

Las percepciones de riesgo indagadas en la encuesta se relacionaron con exposiciones que pueden estar relacionadas con plomo y cadmio. En la tabla 23, los resultados muestran que la mayoría de las gestantes perciben mucho o muchísimo riesgo ante exposiciones como contaminación del río Cauca, quema de basuras, vivir o trabajar cerca de basureros o de zonas fumigadas. En el caso del consumo de pescado proveniente del río Cauca, el 43% de las gestantes no percibieron riesgo ante esta exposición mientras que una tercera parte de las encuestadas lo percibieron como de muchísimo riesgo.

Tabla 23. Descripción de la evaluación de percepciones de riesgo hacia la contaminación ambiental.

Variables	n (%)
¿Qué tanto la contaminación del río Cauca afecta su salud y la de su familia?	
No sabe	1 (0.50)
Poco/nada	30 (15.08)
Mas o menos	35 (17.59)
Muchísimo/mucho	133 (66.83)
¿Qué tanto el comer pescado proveniente del río Cauca afecta su salud y la de su familia?	
No sabe	4 (2.01)
Poco/nada	86 (43.22)
Mas o menos	36 (18.09)

Muchísimo/mucho	73 (36.68)
¿Qué tanto la quema de basuras afecta su salud y la de su familia?	
No sabe	2 (1.01)
Poco/nada	11 (5.53)
Mas o menos	13 (6.53)
Muchísimo/mucho	173 (86.93)
¿Qué tanto vivir o trabajar cerca de basureros afecta su salud y la de su familia?	
No sabe	3 (1.51)
Poco/nada	7 (3.52)
Mas o menos	10 (5.03)
Muchísimo/mucho	179 (89.95)
¿Qué tanto vivir o trabajar cerca de zonas fumigadas con plaguicidas o insecticidas afecta su salud y la de su familia?	
No sabe	1 (0.50)
Poco/nada	19 (9.55)
Mas o menos	13 (6.53)
Muchísimo/mucho	166 (83.42)

De acuerdo con las variables de exposición evaluadas en las gestantes y las variables evaluadas en percepciones de riesgo, se realiza una comparación de riesgo percibido entre gestantes quienes reportaron estar expuestas y no expuestas a determinados riesgos ambientales. Se observa entonces que las gestantes que consumen agua del grifo, perciben muchísimo riesgo ante la presencia de contaminación de este tipo agua para el consumo. Existe una diferencia entre la percepción de riesgo hacia los olores de pinturas entre las gestantes encuestadas, se observa una mayor percepción entre quienes no reportaron dicha exposición.

Para las demás variables, la mayor percepción de riesgo se observa para aquellas exposiciones en las que la comunidad ya conoce las consecuencias para la salud en población gestante como el humo de cigarrillo.

Tabla 24. Percepciones de riesgo hacia la contaminación ambiental según exposición a las variables evaluadas.

Variables	Expuestas	No expuestas	Valor P
	n (%)	n (%)	
¿Qué tanto la contaminación del agua del grifo afecta su salud y la de su familia?			
No sabe	0.00	2 (1.08)	0.57
Poco/nada	2 (15.38)	55 (29.57)	
Mas o menos	4 (30.77)	57 (30.65)	
Muchísimo/mucho	7 (53.85)	72 (38.71)	
¿Qué tanto el humo del cigarrillo afecta su salud y la de su familia?			
No sabe	1 (1.33)	2 (1.61)	0.95
Poco/nada	2 (2.67)	5 (4.03)	
Mas o menos	1 (1.33)	3 (2.42)	
Muchísimo/mucho	71 (94.67)	114 (91.94)	
¿Qué tanto los olores de pinturas o tintas afecta su salud y la de su familia?			
No sabe	1 (3.33)	3 (1.78)	0.01
Poco/nada	7 (23.33)	32 (18.93)	
Mas o menos	14 (46.67)	40 (23.67)	
Muchísimo/mucho	8 (26.67)	94 (55.62)	
¿Qué tanto vivir o trabajar cerca de fábricas de baterías afecta su salud y la de su familia?			
No sabe	1 (10.00)	1 (0.53)	0.09
Poco/nada	1 (10.00)	17 (8.99)	
Mas o menos	3 (30.00)	45 (23.81)	
Muchísimo/mucho	5 (50.00)	126 (66.67)	
¿Qué tanto vivir o trabajar cerca de talleres de carpintería, soldadura, mecánica, hierro forjado, fundidoras afecta su salud y la de su familia?			
Poco/nada	4 (8.51)	19 (12.50)	0.65
Mas o menos	13 (27.66)	46 (30.26)	
Muchísimo/mucho	30 (63.83)	87 (57.24)	

6.7 Evaluación de la asociación de prácticas de riesgo de la gestante y niveles sanguíneos de plomo y cadmio durante el primer trimestre

Para el análisis de asociación se categorizaron las variables de exposición y de resultado. Se tomó la variable resultado combinada con niveles sanguíneos de plomo y cadmio y categorizada en dos grupos: Ambos niveles de metales bajos y al menos uno alto. También se utilizaron para este análisis las variables de exposición con categorías de respuesta combinadas y variables combinadas de acuerdo al tipo de exposición evaluada.

6.7.1 Prácticas de riesgo para plomo y cadmio realizadas por la gestante en el intradomicilio.

La elaboración de artesanías como cerámicas, elaboración de vidrios de color o lijado de pinturas, no representó asociación con los niveles sanguíneos de plomo y cadmio para ambos trimestres. No se observó tampoco asociación entre el uso de recipientes de cerámica para servir alimentos en el hogar con los niveles de plomo y cadmio en el primer trimestre, mientras que en el tercero se encuentra asociación con los niveles de plomo y cadmio.

Tabla 25. Análisis univariado de la asociación entre prácticas realizadas por la gestante en el intradomicilio y niveles sanguíneos de plomo y cadmio

Variable	Primer trimestre					Tercer trimestre				
	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP	IC	Valor de p	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP	IC	Valor de p
	n	n				n	n			
Preparación artesanías (cerámica, vitral, lijado pinturas)^^^										
No	208	116	1			224	102	1		
Si	41	20	0.91	0.62 - 1.35	0.65	14	9	0.71	0.44 - 1.13	0.15
barro/cerámica para cocina o servir alimentos										
No	241	130	1			236	110	1		
Si	9	5	1.01	0.49 - 2.08	0.95	2	3	1.88	0.90 - 3.92	0.09

RP= Razones de prevalencia

6.7.2 Análisis univariado de asociación entre el componente paraocupacional de la gestante y niveles sanguíneos de plomo y cadmio.

En relación a la exposición paraocupacional de la gestante, se observa una mayor razón de prevalencia de tener al menos un biomarcador plomo y/o cadmio alto, cuando la gestante se expone en el interior de su vivienda a la presencia de baterías RP 1.54 (IC 1.12 – 2.12) $p= 0.01$. Este resultado es estadísticamente significativo mientras que para el tercer trimestre ya no se observa dicha asociación. La participación de la gestante en actividades de remodelación en la vivienda no presentó una asociación con los niveles sanguíneos de plomo y cadmio RP 1.17 (IC 0.78 – 1.73) $p= 0.68$ para el primer trimestre, mientras que para el tercer trimestre, se observa una tendencia a la asociación RP 1.23 (IC 0.72 – 2.10) $p= 0.44$.

La presencia de talleres de carpintería, plomería, soldadura, cerámica o de pinturas en el hogar, no presenta asociación con tener al menos un metal elevado en sangre RP 1.13 (IC 0.52 – 2.46) $p= 0.74$ en el primer trimestre. Por otro lado, si la gestante convive con personas que realicen actividades relacionadas con plomo y cadmio, no se encontró asociación entre estas exposiciones y los niveles sanguíneos de estos metales. Si la gestante lava a mano la ropa utilizada para estas actividades, no se

encontró asociación con los niveles de plomo y cadmio RP 1.13 (IC 0.68 – 1.88) $p=0.62$ para el primer trimestre y RP 0.83 (IC 0.43 – 1.57) $p=0.56$ para el tercer trimestre.

Tabla 26. Análisis univariado componente paraocupacional de la gestante.

Variable	Primer trimestre					Tercer trimestre				
	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP*	IC	Valor de p	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP	IC	Valor de p
	n	n				n	n			
Exposición a baterías en interiores										
No	227	112	1			190	94	1		
Si	23	24	1.54	1.12 - 2.12	0.01	48	19	0.85	0.56 - 1.29	0.46
Talleres en el hogar										
No	224	132	1			235	111	1		
Si	6	4	1.13	0.52 - 2.46	0.74	2	2	1.55	0.57 – 4.20	0.38
Exposición a remodelación vivienda										
No	225	119	1		212	224	104			
Si	25	17	1.17	0.78 - 1.73	0.78	14	9	1.23	0.72 – 2.10	0.44
Convive/ personas actividades r/c plomo y cadmio										
No	158	75	1			151	75	1		
Si	92	61	0.80	0.61 - 1.05	0.12	87	38	0.91	0.66 - 1.26	0.59
Lava a mano ropa usada para trabajos										
No	72	29	1			62	29	1		
Si	33	16	1.13	0.68 - 1.88	0.62	25	9	0.83	0.43 – 1.57	0.56

6.7.3 Análisis univariado de asociación entre fuentes de exposición en espacios exteriores y niveles sanguíneos de plomo y cadmio.

El contacto con viviendas construidas antes de 1978 no presenta asociación con los niveles de plomo y cadmio con un RP 1.11 (IC 0.76 – 1.62) $p=0.56$ en el primer trimestre, lo mismo ocurrió con esta exposición en el tercer trimestre.

En la evaluación de la exposición a fuentes exteriores, la manipulación o reciclaje de baterías a dos cuartos del hogar de la gestante no presenta asociación en el primer trimestre RP 1.19 (IC 0.77 – 1.82) $p = 0.42$. No se observa asociación entre la presencia cercana al hogar de talleres de ebanistería, soldadura, mecánica, chatarrería y/o talleres de hierro forjado con los niveles de plomo y cadmio en el primer trimestre, mientras que en el tercero existe asociación entre talleres y niveles de plomo y cadmio.

Tabla 27. Análisis univariado de asociación entre fuentes de exposición en exteriores y niveles sanguíneos de plomo y cadmio.

Variable	Primer trimestre					Tercer trimestre				
	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP	IC	Valor de p	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP	IC	Valor de p
	n	n				n	n			
Contacto construcción de > 30 años*										
No	216	115	1			210	100	1		
Si	32	20	1.11	0.76 - 1.62	0.56	25	12	1.00	0.61 - 1.64	0.98
Exposición a manipulación de baterías en exteriores*										
No	227	120	1			30	15	*		
Si	20	14	1.19	0.77 - 1.82	0.42	1	0	*	*	*
Exposición a talleres cerca al hogar										
No	175	106	1			199	87	1		
Si	75	30	0.75	0.54 - 1.06	0.10	39	26	1.31	0.93 - 1.85	0.12

*No se evaluó asociación (1 expuesto)

6.8 Evaluación de la asociación de hábitos de consumo y niveles sanguíneos de plomo y cadmio.

6.8.1 Análisis univariado de asociación entre exposición a cigarrillo y niveles sanguíneos de plomo y cadmio.

El antecedente de consumo de cigarrillo en las gestantes, presenta una tendencia a la asociación no significativa con los niveles de plomo y cadmio en el primer trimestre. Lo mismo ocurre con las gestantes que eran fumadoras activas en el momento de la encuesta RP 1.23 (IC 0.80 – 1.91) $p= 0.33$. Al evaluar la exposición pasiva a humo de cigarrillo durante el tercer trimestre, se observa una tendencia a la asociación con los niveles de plomo y cadmio RP 1.35 (IC 1.00 – 1.83) $p= 0.04$.

Tabla 28. Análisis univariado de asociación entre consumo de cigarrillo y niveles sanguíneos de plomo y cadmio.

Variable	Primer trimestre					Tercer trimestre				
	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP	IC	Valor de p	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP	IC	Valor de p
	n	n				n	n			
Antecedente consumo cigarrillo										
No	160	80	1			232	112	1		
Si	90	56	1.15	0.87 - 1.51	0.31	4	1	0.61	0.10 - 3.57	0.59
Fumadora activa										
No	69	39	1			2	1	**		
Si	21	17	1.23	0.80 - 1.91	0.33	2	0	**	**	**
Tiempo abandono cigarrillo exfumadora*										
< 1 año	14	6	1			*	*	*		
> 1 año	52	32	1.26	0.61 - 2.62	0.51	*	*	*	*	*
Consumo										

Variable	Primer trimestre					Tercer trimestre				
	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP	IC	Valor de p	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP	IC	Valor de p
	n	n				n	n			
exfumadoras										
< 3 cigarrillos/ día	57	36	1			*	*	*		
> 3 cigarrillos/ día	12	3	0.51	0.18 - 1.47	0.21	*	*	*	*	*
Fumadora pasiva										
No	151	80	1			170	71	1		
Si	99	56	1.04	0.79 - 1.37	0.76	66	42	1.32	0.97 - 1.79	0.07
Exposición fumadora pasiva										
< 3 cigarrillos/ día	64	35	1			*	*	*		
> 3 cigarrillos/ día	35	21	1.06	0.68 - 1.63	0.78	*	*	*	*	*
Exposición pasiva en exteriores										
No	*	*	*			156	63	1		
Si	*	*	*	*	*	78	50	1.35	1.00–1.83	0.04
Frecuencia exposición pasiva exteriores										
2 a 3 veces/semana	*	*	*			18	11	1		
> 3 veces/semana	*	*	*	*	*	7	3	0.79	0.27 - 2.30	0.66
1 vez/semana	*	*	*	*	*	3	1	0.65	0.11 -3.91	0.64

** No se evaluó asociación

* Variables no evaluadas en el trimestre.

6.8.2 Análisis univariado de asociación entre consumo de alimentos y agua y niveles sanguíneos de plomo y cadmio.

Se observa una asociación no significativa entre hábitos como pica durante el primer trimestre de gestación y los niveles de plomo y cadmio RP 1.30 (IC 0.67 – 2.52) $p=0.43$. El consumo de pica durante el tercer trimestre presenta asociación estadísticamente significativa con tener al menos un metal elevado en sangre.

Se evaluó asociación entre el consumo de ciertos alimentos que pueden ser acumuladores de plomo y cadmio. Se observa entonces asociación no significativa entre el consumo de pescado mayor a una vez por semana en el primer trimestre. En relación al consumo de hígado más de una vez a la semana, se observa asociación con los niveles de plomo y cadmio, RP 1.30 (IC 0.98 – 1.73) $p= 0.06$ para el primer trimestre.

Entre las gestantes que consumían repollo menos de una vez a la semana, la razón de prevalencia de tener al menos un metal elevado fue 1.77 (IC 0.89 – 3.50) $p= 0.10$ y continua presente de manera significativa en el tercer trimestre. En el primer trimestre, el consumo de riñón menos de una vez a la semana, no presenta asociación significativa con los niveles de plomo y cadmio RP 1.14 (IC 0.46 – 2.84) $p= 0.76$. Cuando aumenta el consumo de riñón a más de 1 vez por semana se observa una asociación significativa RP 1.56 (IC 1.12 – 2.16) $p= 0.01$.

En cuanto al consumo de crustáceos, se observa una asociación no significativa con los niveles de plomo y cadmio cuando el consumo es menor a una vez a la semana RP 1.22 (IC 0.61 – 2.43) $p= 0.56$, e incrementa cuando el consumo es mayor a una vez a la semana RP 1.40 (IC 0.87 – 2.24) $p= 0.16$ para el primer trimestre. El consumo de lechuga presenta una asociación significativa en el tercer trimestre cuando se consume menos de una vez a la semana. Además del consumo de alimentos que pueden ser bioacumuladores, también se evaluó el tipo de agua para el consumo. Según los resultados, la razón de prevalencia de las gestantes que tienen al menos un metal elevado es menor cuando consumen agua con filtro o hervida comparado con quienes consumen agua del grifo.

Tabla 29. Análisis univariado de asociación entre consumo alimentos y agua y niveles de plomo y cadmio.

Variable	Primer trimestre					Tercer trimestre				
	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP	IC	Valor de p	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP	IC	Valor de p
	n	n				n	n			
Pica										
No	244	131	1			231	106	1		
Si	6	5	1.30	0.67 - 2.52	0.43	6	7	1.71	1.00 - 2.90	0.04
Consumo pescado*										
Ningún consumo	127	62	1			56	37	1		
< 1 vez semana	27	10	0.82	0.46 - 1.45	0.50	88	36	0.72	0.50 - 1.05	0.09
> 1 vez semana	93	61	1.20	0.91 - 1.60	0.19	86	40	0.79	0.55 - 1.14	0.21
Consumo hígado*										
Ningún consumo	171	82	1			110	55	1		
< 1 vez semana	12	4	0.77	0.32 - 1.83	0.55	43	20	0.95	0.62 - 1.45	0.82
> 1 vez semana	64	47	1.30	0.98 - 1.73	0.06	77	38	0.99	0.70 - 1.39	0.96
Consumo repollo*										
Ningún consumo	105	50	1			67	36	1		
< 1 vez semana	3	4	1.77	0.89 - 3.50	0.10	11	16	1.69	1.12 - 2.55	0.01
> 1 vez semana	139	79	1.12	0.84 - 1.49	0.42	152	61	0.81	0.58 - 1.14	0.24
Consumo riñón*										
Ningún consumo	220	107	1			207	109	1		
< 1 vez semana	5	2	1.14	0.46 - 2.84	0.76	11	1	0.24	0.03 - 1.59	0.14
> 1 vez semana	22	23	1.56	1.12 - 2.16	0.01	12	3	0.57	0.20 - 1.61	0.29
Consumo crustáceos*										
Ningún consumo	229	118	1			187	100	1		
< 1 vez semana	7	5	1.22	0.61 - 2.43	0.56	30	9	0.66	0.36 - 1.20	0.17
> 1 vez semana	11	10	1.40	0.87 - 2.24	0.16	13	4	0.67	0.28 - 1.61	0.37

Variable	Primer trimestre					Tercer trimestre				
	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP	IC	Valor de p	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP	IC	Valor de p
	n	n				n	n			
Consumo lechuga*										
Ningún consumo	123	67	1			89	38	1		
< 1 vez semana	6	3	0.94	0.36 - 2.43	0.90	8	15	2.17	1.46 - 3.25	0.00
> 1 vez semana	118	63	0.98	0.74 - 1.30	0.92	133	60	1.03	0.73 - 1.45	0.82
Tipo agua de consumo										
Sin filtro	224	124	1			*	*	*		
Con filtro/hervida	26	9	0.72	0.40 - 1.29	0.27	*	*	*	*	*

*Variable no evaluada

6.9 Análisis múltiple de asociación entre prácticas de exposición y niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer trimestre.

Para el análisis múltiple de asociación entre las variables de exposición y los resultados de los niveles sanguíneos de plomo y cadmio, se definió un valor de p de 0.30 para la pre-selección inicial de variables que se evaluaron en el modelo final. Posteriormente, se utilizó un algoritmo de selección de variables paso a paso y hacia atrás (i.e.; stepwise backwards) con una probabilidad de salida de las variables de 0.15 para los modelos de regresión entre exposiciones paraocupacionales y en fuentes exteriores, y por otro lado, para el modelo de exposición a cigarrillo y hábitos de consumo. Se consideraron asociaciones de interés todas las que en un modelo final tuvieran valor de $p < 0.10$ y significantes a las que tuvieron $p < 0.05$.

6.9.1 Análisis múltiple de asociación entre prácticas de exposición paraocupacionales y fuentes exteriores con niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer trimestre.

Al realizar ajuste por la convivencia con personas que tengan trabajos relacionados con plomo y cadmio y, lavar a mano la ropa con la que se haya realizado el trabajo, la exposición de la gestante a la tenencia de baterías al interior del hogar se asoció significativamente con la presencia de al menos un metal elevado en sangre. No se encontraron asociaciones significativas con la exposición a talleres cerca al hogar como pintura, mecánica, soldadura.

Tabla 30. Análisis múltiple de asociación entre exposiciones paraocupacionales y en fuentes exteriores en el primer trimestre.

	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP Crudo	IC	Valor de p	RP Ajustado	IC	Valor de p
	n	n						
Exposición a baterías en interiores								
No	227	112	1			1		
Si	23	24	1.54	1.12 - 2.12	0.01	1.52	1.10 - 2.09	0.01
Convive/ personas actividades r/c plomo y cadmio								
No	158	75	1			1		
Si	92	61	0.80	0.61 - 1.05	0.12	0.81	0.62 - 1.06	0.13
Exposición a talleres cerca al hogar								
No	175	106	1			1		
Si	75	30	0.75	0.54 - 1.06	0.10	0.77	0.55 - 1.68	0.14

6.9.2 Análisis múltiple de asociación entre hábitos de consumo con niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer trimestre.

Después de ajustar por exposiciones de consumo durante el embarazo como pica, consumo alimentos bioacumuladores de metales pesados como pescado, crustáceos y consumo de agua del grifo, se observa una asociación entre el consumo de repollo y tener al menos un metal elevado en sangre. Por otro lado, se observa un incremento en las razones de prevalencia entre las gestantes que consumían riñón menos de una vez por semana RP 1.56 (IC 1.11 – 2.18) $p= 0.01$. Sin embargo, la magnitud de la asociación disminuye y pierde significancia cuando se ajusta con la exposición a la tenencia de baterías en el hogar; RP para consumo de riñón de 1.07 (IC 0.41 – 2.75) $p= 0.88$ y baterías en el hogar continúa con mayor razón de prevalencia y significancia RP 1.51 (IC 1.09 – 2.10) $p= 0.01$. Se observó una interacción sinérgica entre el consumo de hígado y riñón.

Tabla 31. Análisis múltiple de asociación entre hábitos de consumo con niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el primer trimestre.

Variable	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP Crudo	IC	Valor de p	RP Ajustado	IC	Valor de p
	n	n						
Consumo hígado*								
Ningún consumo	171	82	1			1		
< 1 vez semana	12	4	0.77	0.32 - 1.83	0.55	1.25	0.94 - 1.67	0.11
> 1 vez semana	64	47	1.30	0.98 - 1.73	0.06	1.20	0.90 - 1.60	0.20
Consumo repollo*								
Ningún consumo	105	50	1			1.79	0.96 - 3.35	0.06
< 1 vez semana	3	4	1.77	0.89 - 3.50	0.10	1.57	0.80 -3.04	0.18
> 1 vez semana	139	79	1.12	0.84 - 1.49	0.42	0.94	0.59 -1.49	0.80

Variable	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP Crudo	IC	Valor de p	RP Ajustado	IC	Valor de p
	n	n						
Consumo riñón*								
Ningún consumo	220	107	1			1		
< 1 vez semana	5	2	1.14	0.46 - 2.84	0.76	1.56	1.11 - 2.18	0.01
> 1 vez semana	22	23	1.56	1.12 - 2.16	0.01	1.49	1.06 - 2.10	0.02

6.10 Análisis múltiple de asociación entre prácticas de exposición en el intradomicilio, exposición paraocupacional y fuentes exteriores con niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el tercer trimestre.

Al ajustar por exposiciones a actividades relacionadas con artesanías y presencia de baterías en el hogar, no se observan mayores cambios en las razones de prevalencia de la exposición al uso de recipientes de cerámica para servir alimentos y ante la presencia de talleres cerca del hogar. Estos hallazgos descritos en la tabla 31.

Tabla 32. Análisis múltiple entre prácticas en el intradomicilio, paraocupacional y exteriores con niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el tercer trimestre.

Variable	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP* Crudo	IC	Valor de p	RP Ajustado	IC	Valor de p
	n	n						
Uso recipientes barro/ cerámica para cocina o servir alimentos								
No	236	110	1			1		
Si	2	3	1.88	0.90 - 3.92	0.09	1.87	0.93 - 3.77	0.07
Exposición a talleres cerca al hogar								
No	199	87	1			1		
Si	39	26	1.31	0.93 - 1.85	0.12	1.31	0.93 - 1.85	0.12

6.11 Análisis de asociación entre hábitos de consumo y niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el tercer trimestre.

Luego de ajustar por exposición pasiva al humo de cigarrillo en el intradomicilio y por el consumo de alimentos como pescado, repollo y riñón, se observa un incremento significativo de las razones de prevalencia de exposiciones como humo de cigarrillo en exteriores y hábito de consumo pica asociados con tener al menos un metal elevado en sangre.

Tabla 33. Análisis múltiple de asociación entre hábitos de consumo y niveles sanguíneos de plomo y cadmio en el tercer trimestre.

Variable	Pb y Cd bajos	Al menos uno alto	RP* Crudo	IC	Valor de p	RP Ajustado	IC	Valor de p
	n	n						
Exposición pasiva a cigarrillo en exteriores								
No	156	63	1					
Si	78	50	1.35	1.00 -1.83	0.04	1.44	1.06 - 1.94	0.01
Pica								
No	231	106	1					
Si	6	7	1.71	1.00 - 2.90	0.04	1.92	1.17 - 3.12	0.01
Consumo crustáceos								
Ningún consumo	187	100	1			1		
> 1 vez por semana	13	4	0.67	0.28 - 1.61	0.37	0.72	0.48 - 1.09	0.12

7. DISCUSIÓN

7.1 Principales hallazgos

Los resultados de este análisis secundario de datos de una cohorte de mujeres embarazadas en Cali, demuestran asociaciones positivas entre exposiciones paraocupacionales en el intradomicilio y de algunos hábitos de consumo con los niveles sanguíneos de plomo y cadmio. Se encontró que un 5% de las gestantes tenían niveles de plomo superiores a 4.7 µg/dl en el primer trimestre y por encima de 4.22 µg/dl en el tercer trimestre, esto es, muy cerca del límite establecido como de riesgo para gestantes que es 5 µg/dl. El impacto de establecer dicho punto de corte está relacionado a la identificación temprana de los riesgos del feto a fuentes potenciales de plomo y así poder controlar exposiciones adicionales después del nacimiento.(19)

En los resultados del estudio de cohortes del cual se derivó este proyecto, se encontró una asociación positiva entre los niveles de plomo en sangre materna durante el primer trimestre de gestación y la ocurrencia de bajo peso al nacer. La oportunidad de tener bajo peso al nacer aumentó cuando los niveles sanguíneos de plomo superaban los 5µg/dl en comparación con los que tenían concentraciones sanguíneas de plomo por debajo de este nivel. Durante el seguimiento en el tercer trimestre, niveles de plomo mayores de 2.18 µg/dl aumentaron la probabilidad de presentar retardo del crecimiento intrauterino. Este estudio muestra que la exposición a plomo puede afectar el peso al nacer en cualquier momento de la gestación. (43)

Este tipo de estudios de seguimiento permiten documentar el comportamiento y la distribución de los contaminantes en poblaciones vulnerables. Según reportes de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES) en EU, hay aproximadamente 450.000 niños estadounidenses con niveles de plomo superiores al máximo encontrado en estos estudios (5 µg/dl), por lo que se hace necesario la prevención primaria incluso antes del nacimiento principalmente en poblaciones de mayor vulnerabilidad donde no sólo se evalúen las exposiciones ambientales sino además, condiciones que pueden favorecer la bioacumulación de contaminantes como la desnutrición.(44)

En contraste con los hallazgos sobre plomo, en nuestro análisis se encontró una

mayor proporción de gestantes con cadmio por encima del límite establecido. Específicamente, cerca de una tercera parte de las mujeres tuvieron niveles por arriba del límite establecido ($0.4 \mu\text{g/L}$) en el primer y el tercer trimestre, mientras que solo un 2% de ellas tuvieron plomo por encima de $5 \mu\text{g/dl}$. Adicionalmente, un 25% de las gestantes tuvieron niveles de cadmio por encima de $0.53 \mu\text{g/L}$ en ambos trimestres. A pesar de que más de la mitad de las gestantes tuvieron cadmio por debajo del límite establecido, estos niveles no garantizan completa seguridad en relación a la probabilidad de efectos adversos sobre la salud. Durante la gestación, el cadmio puede bioacumularse en la placenta e interactuar con el transporte de micronutrientes como el zinc y de esta manera puede producir alteraciones en el crecimiento y desarrollo del feto.(45)

La presencia de cadmio en este grupo de gestantes hace que sea necesaria la implementación de normas a nivel nacional que limiten la exposición a este compuesto en las poblaciones de riesgo, por medio del biomonitorio de concentraciones en el organismo y la correspondiente implementación de medidas de control, así como el control de la liberación de cadmio en el medio ambiente. Esto además, debe incluir el seguimiento dentro de los planes de salud ofrecidos a la población y el correspondiente entrenamiento al personal de salud sobre este tipo de riesgos poco identificados e intervenidos en la atención sanitaria.

Evaluación de la exposición a plomo y cadmio.

La evaluación de la exposición de la gestante a plomo y cadmio se orientó hacia posibles fuentes en el intradomicilio, como actividades realizadas en la vivienda, exposición paraocupacional, exposiciones a fuentes exteriores y hábitos de consumo de cigarrillo y algunos alimentos considerados como bioacumuladores de metales pesados. Este tipo de evaluación concuerda con la permanencia de la gestante en el intradomicilio, pues se encontró que el 76% eran amas de casa.

Se encontró dentro de los primeros análisis que las prácticas realizadas por la gestante en el intradomicilio como elaboración de artesanías, cerámicas, pinturas en vitrales y lijado de pinturas; así como el uso de recipientes de cocina en cerámica para servir alimentos no presentó asociación con tener al menos un metal elevado en sangre. Estos hallazgos fueron similares en ambos trimestres. En contraste con estos

hallazgos, se han descrito este tipo de prácticas realizadas en el intradomicilio como riesgos potenciales para metales pesados durante el embarazo. (46, 47).

La exposición paraocupacional de la gestante dentro del hogar en el primer trimestre, se dio por la presencia de baterías de carros o motos y presentó una asociación significativa con tener al menos un metal elevado en sangre RP 1.54 (IC 1.12 – 2.12) $p= 0.01$. Aunque los reportes de la literatura relacionan esta exposición con niveles altos de plomo, en nuestros datos, solo una gestante con esta exposición presentó plomo por encima de 5 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y 11 gestantes presentaron cadmio por encima de 0.4 $\mu\text{g}/\text{L}$. Estos resultados muestran que no solo el reciclaje de baterías representa riesgo de exposición para plomo y cadmio, sino también la presencia de ellas en el intradomicilio y cualquier tipo de manipulación que pueda realizar cualquier miembro de la familia.(21)

A pesar de los hallazgos de niveles de plomo en las gestantes con exposición paraocupacional a baterías, la presencia de este contaminante puede ser mayor a los encontrados en este estudio, cuando la frecuencia y magnitud de la exposición aumenta como en el caso de la manipulación informal de baterías. Esta actividad es usualmente artesanal, irregular, no controlada y ocurre por lo general dentro de las viviendas.(19) Un estudio realizado en Soacha, Bogotá en el año 2005 mostró niveles sanguíneos promedio de plomo de 66 $\mu\text{g}/\text{dl}$ en niños habitantes de hogares cuyos padres trabajaban en el reciclaje de baterías dentro del hogar.(21)

La exposición paraocupacional a baterías sigue siendo un problema en los países en desarrollo, donde es menos probable la vigilancia y regulación de esta actividad. Sin embargo, en Colombia para el año 2013 se establecieron políticas de regulación de manipulación de baterías en juguetes y establece que este debe contar con un sistema de seguridad que restrinja al usuario de la manipulación directa de pilas o baterías.(48) Por otro lado, en países desarrollados entidades como La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) tiene estándares establecidos para la regulación de la manipulación industrial y reciclaje de baterías (49).

La literatura sugiere que los talleres en el hogar son una importante fuente de exposición en el intradomicilio (7). Sin embargo, la presencia de talleres en el hogar de las gestantes no se asoció como riesgo para plomo y cadmio en ninguno de los dos trimestres, teniendo en cuenta que la presencia de talleres fue baja (2.6%) para el

primer trimestre y menor en el tercero. La exposición paraocupacional a talleres puede ocurrir de forma secundaria por medio del contacto con personas que tengan un trabajo relacionado con fuentes de plomo y cadmio. Los resultados de este estudio no mostraron asociaciones entre convivir con personas que tuvieran actividades laborales o pasatiempos relacionados con fuentes de contaminantes.

En adición a esto, el contacto con ropa de trabajo de personas que se exponen a fuentes de plomo no presentó asociación significativa con los niveles de metales en la gestante. Sin embargo, entre las recomendaciones y regulaciones de la OSHA para el seguimiento a los trabajadores expuestos, se incluyen medidas como acceso a duchas y ropas de trabajo para minimizar el riesgo de llevar la exposición al hogar debido a que se considera que lavar la ropa de trabajo a mano en el hogar puede contribuir al riesgo de exposición. (19)

El contacto con construcciones previas al año 1978 no presentó asociación con los niveles de plomo y cadmio. Se debe tener en cuenta que es muy probable que las gestantes no tengan claridad sobre el año exacto de la construcción de la casa que reportaron. No se han encontrado datos exactos sobre las condiciones de las casas del área de estudio en esa época, teniendo en cuenta que estas comunas se empezaron a poblar y a construir alrededor de los años 70 – 80 como resultado de la migración de poblaciones luego del maremoto de Tumaco. Lo contrario ocurre en países desarrollados, donde se han descrito las construcciones previas al año 1978 como de riesgo de exposición para plomo y cadmio, pues se ha documentado que en dichas construcciones se utilizaron pinturas a base de plomo. (7, 23, 35, 50)

Además de las fuentes en interiores y exteriores, la exposición humana a plomo y cadmio puede ocurrir por la inhalación del humo de cigarrillo o por la ingesta de agua y alimentos contaminados (9, 25). Según reportes de un sistema de vigilancia de consumo de tabaco, el 27% de las mujeres reportan algún tipo de exposición al cigarrillo durante el embarazo.(27) En los resultados de este análisis el reporte de antecedentes de consumo de cigarrillo entre las gestantes fue del 38% y un 26% de ellas continuó fumando durante la gestación. Se encontró una tendencia a la asociación no significativa entre el consumo de cigarrillo en este grupo de mujeres y los niveles de plomo y cadmio PR 1.23 (IC 0.80 – 1.91) $p=0.33$.

Para el tercer trimestre, el reporte de consumo de cigarrillo durante el embarazo fue mínimo, esto puede ser resultado del alto peligro percibido en la población general sobre los efectos en la salud por el consumo de tabaco. Por otro lado, puede existir subreporte del consumo ante la poca aceptación social que existe entre la relación del consumo de cigarrillo y embarazo. Así mismo, la modulación del consumo de tabaco en gestantes puede ser resultado de las exigencias físicas propias del tercer trimestre de embarazo, además de las medidas de promoción de la salud que las gestantes recibieron durante el control prenatal. Sin embargo, el riesgo permanece durante este trimestre secundario a la exposición pasiva al humo de cigarrillo, donde se encontró una asociación significativa con los niveles de plomo y cadmio en sangre.

Se reportó el consumo de jabón y plastilina entre las gestantes, esta práctica denominada pica presentó una asociación no significativa con los niveles de plomo y cadmio RP 1.30 (IC 0.67 – 2.52) $p=0.43$ en el primer trimestre de gestación y para el tercer trimestre, se observa un incremento significativo de las razones de prevalencia de este hábito PR 1.71 (IC 1.00 – 2.90) $p=0.04$. Un estudio realizado en New York entre 2001 y 2009, en un grupo de 491 gestantes con niveles elevados de plomo, evaluó el impacto de pica sobre el comportamiento del plomo en sangre. Los hallazgos mostraron un aumento en la oportunidad de presentar niveles de plomo por encima de 45 gr/dl cuando las gestantes reportaron el consumo de pica OR 3.3 (IC 1.25 – 8.68). Como dato de interés en este estudio, el 97.7% de las gestantes que reportaron pica tenían características socioeconómicas similares a las gestantes de nuestro estudio, eran inmigrantes de poblaciones pobres urbanas en quienes esta práctica puede llegar a ser culturalmente aceptable.(51)

El hábito de pica puede ser benigno o potencialmente perjudicial para la salud, dependiendo del producto consumido (ej. hielo, papel, tierra, arcilla, cenizas), entre otros. Esta exposición puede asociarse con anemia y otras deficiencias nutricionales como se describe en un estudio realizado a 109 puérperas del Hospital Fiorito, Argentina con antecedente de pica durante el embarazo. Se determinaron los valores de hemoglobina, volumen corpuscular medio y niveles de zinc en plasma; los resultados mostraron una tendencia que relaciona la deficiencia de hierro con la práctica de pica, lo que sugiere que el diagnóstico temprano de pica puede ayudar a identificar deficiencias de micronutrientes.(52)

Existen alimentos que son considerados relevantes en la dieta de la gestante por su aporte nutricional como el pescado y las verduras que además de sus beneficios, son de fácil acceso para la población. Este tipo de alimentos pueden ser bioacumuladores de metales pesados y es posible encontrar pescado proveniente del río Cauca con niveles de contaminantes ambientales, (2) lo que predispone más a las poblaciones vulnerables que viven cerca de su área de influencia, posiblemente los más pobres. El pescado obtenido por las gestantes que reportaron su consumo provenía de pesqueras y del mercado del sector, sin poder establecer con claridad que tanto podría provenir del río Cauca. Es posible que el estudio de cohortes haya captado mujeres con mejores condiciones económicas que el resto de la población debido a cierto grado de sesgo de selección al incluir a quienes llegaban de manera temprana al control prenatal.

El consumo de pescado en este grupo de mujeres a una frecuencia mayor de una vez por semana presenta una asociación no significativa con los niveles de plomo y cadmio, sin embargo puede existir cierto grado de confusión ante la evaluación simultánea del consumo de otros alimentos bioacumuladores, pues finalmente al ajustar por estos alimentos se encuentra asociación entre los niveles de plomo y cadmio con el consumo de repollo en el primer trimestre. La asociación de estos alimentos con los niveles de plomo y cadmio puede estar relacionado con la frecuencia de consumo pero también se debe tener en cuenta que puede corresponder a las concentraciones que el alimento pueda tener de los metales absorbidos.

Un estudio descriptivo secundario al estudio de cohortes, evaluó las concentraciones de plomo y cadmio de alimentos potencialmente bioacumuladores consumidos por las gestantes. (53) Los resultados mostraron que un 11.6% de los alimentos tenían niveles por encima de 0.3 mg/kg y el alimento con mayor cantidad de muestras con niveles elevados de plomo fue el pescado con un 32% de presencia de este metal. Todos los alimentos presentaron muestras con niveles elevados de cadmio, el pescado e hígado obtuvieron 29% de muestras con presencia de Cd por encima del límite permitido de 0.2 mg/Kg para alimentos. No se encontró correlación entre los niveles de metales en alimentos y los niveles sanguíneos de plomo y cadmio, sin embargo no se debe descartar la posibilidad de la relación entre la concentración de metales en alimentos y

los niveles sanguíneos, esto debido al tamaño de muestra pequeño para la medición de alimentos en el estudio de cohortes.

Las concentraciones de metales pesados en las diferentes partes de la carne de res pueden variar según hallazgos de un estudio realizado en una población del estado de Enugu, Nigeria; donde se encontraron mayores concentraciones de cadmio en el riñón comparado con hígado, intestino y músculo; mientras que las concentraciones de plomo eran mayores de las muestras tomadas de hígado. En relación al tipo de carne más consumido entre un grupo de gestantes, se observó mayor reporte del consumo de hígado e intestino y al evaluar el riesgo de ingesta de plomo y cadmio por el consumo de estos alimentos, se observó mayor exposición al plomo a través del consumo de hígado e intestino y en el caso de cadmio, mayor exposición por el consumo de músculo e hígado. (54)

Percepciones de riesgo hacia contaminantes ambientales.

Los resultados obtenidos de las exposiciones evaluadas pueden estar mediados por las preocupaciones que se generan entre las gestantes en relación a los cuidados que se deben tener durante el embarazo y las posibles amenazas para su salud.(14, 28)

A pesar de que se considera que las exposiciones a contaminantes ambientales pueden ser involuntarias por bajas percepciones de riesgo (14, 15), los resultados de este análisis sugieren que de alguna manera, las gestantes están informadas de los potenciales riesgos ambientales para su salud y el riesgo percibido hacia la contaminación ambiental es mayor al esperado. Esto puede ser resultado de las condiciones de vulnerabilidad en las que vive esta población y es en este tipo de poblaciones donde hay mayor riesgo de exposición a diversas fuentes de contaminación.

Aunque en este análisis solo se evaluaron algunas exposiciones a plomo y cadmio, el análisis de la exposición dado por determinadas prácticas de riesgo y la evaluación de percepciones de riesgo, brinda una herramienta útil en la comunicación de riesgos a los entes reguladores, tomadores de decisiones y a la población en general para contribuir al conocimiento de la comunidad de los entes reguladores de estos riesgos y de esta manera se diseñen e implementen medidas de control, pues el grado de

exposición y su mitigación también dependen de las preocupaciones e intereses de la población.(14)

7.2 Fortalezas y debilidades

Como fortaleza del presente análisis, se encuentra el tamaño de muestra que permitió la realización de análisis de asociaciones entre la variable resultado y las exposiciones evaluadas. Por otro lado, la variable respuesta se basó en mediciones de biomarcadores sanguíneos considerados como una medición muy sensible para la detección de plomo y cadmio en humanos.

Una debilidad del estudio, es el tipo de encuesta con autorreporte que puede introducir un sesgo de respuesta en relación al reporte de las exposiciones; pues prácticas como consumo de cigarrillo, pica, entre otras, pueden ser poco aceptadas socialmente en el contexto del embarazo. Puede existir también sesgo de selección al incluir gestantes que ingresan tempranamente al control prenatal y de esta manera subestimar el riesgo de la población estudiada al excluir a aquellas gestantes que acuden de manera tardía a los controles. Es probable que las gestantes excluidas sean las que tengan menor percepción de riesgos y esto puede predisponerlas más a la exposición de los riesgos ambientales.

7.3 Implicaciones en salud pública

En este estudio se identificaron determinantes de riesgo de contaminación por metales pesados y las principales vías de ingreso de los contaminantes al organismo. Se han obtenido datos de la literatura que han relacionado las prácticas de las gestantes como exposición a pinturas y cerámicas con metales pesados y a partir de allí se extrapolan los resultados para nuestra población.

En la población de este estudio algunas prácticas frecuentemente consideradas como de riesgo para exposición para plomo y cadmio no fueron relevantes. Sin embargo, debido a las características socio demográficas y socio económicas específicas de la zona de estudio, otras prácticas fueron de mayor relevancia, en particular la exposición paraocupacional de la gestante por la presencia de baterías en interiores así como el

consumo de agua del grifo y alimentos potencialmente peligrosos por bioacumulación de plomo y cadmio, entre ellos el hígado, riñón y el repollo.

En consecuencia, se podrían orientar las acciones de salud pública en la prevención de las exposiciones paraocupacionales en el intradomicilio e intervenir la manipulación informal de baterías en esta población a través de la información y educación sobre estos riesgos, pues las percepciones de riesgo en relación a las cercanías a fábricas de baterías muestran cierto grado de preocupación en la población de estudio, sin embargo, el riesgo de la manipulación informal dentro del hogar puede estar subestimado.

Los resultados también sugieren mayores intervenciones orientadas hacia la promoción y prevención de reducción de riesgos por contaminantes ambientales durante la atención de la gestante en los programas de control prenatal. Adicionalmente, la gestión de riesgos en mujeres en edad fértil para reducir el riesgo preconcepcional e intervenciones a otras poblaciones vulnerables como los niños. Entre las acciones se deben incluir la comunicación de riesgos a la población para que una vez conocida las posibles fuentes de exposición, la comunidad sea partícipe de las medidas de prevención.

Existen recomendaciones sobre la elaboración de directrices para la validación de cuestionarios que evalúen el riesgo en mujeres embarazadas en situaciones clínicas específicas y subpoblaciones de mayor exposición. Así como la sensibilización de la población general ante las exposiciones de las fuentes generadoras de plomo y cadmio. Estas recomendaciones permiten a las entidades de salud y a los entes reguladores tener una aproximación del riesgo local e ir más allá de la evaluación clínica de la gestante.(19)

Los resultados también sugieren mayor intervención en relación a los controles de las fuentes de alimentos que pueden ser bioacumuladores de metales pesados así como la educación sobre los riesgos a la gestante por el consumo de sustancias no alimenticias como pica. Dicha evaluación también puede ser realizada a través de cuestionarios y registros diarios de dieta con frecuencia de consumo para la identificación y regulación de estos riesgos.(19) Es importante continuar con

campañas de promoción de espacios libres de humo de cigarrillo donde la gestante puede estar expuesta en cualquier momento del embarazo.

Estos hallazgos permiten fundamentar la toma de decisiones y priorizar las medidas de control ambiental para la reducción de consecuencias a la salud en la población materno infantil por exposición a fuentes de plomo y cadmio como bajo peso al nacer, restricción del crecimiento intrauterino y retardo en el crecimiento físico infantil.

7.4 Futuros estudios

La presente investigación plantea diferentes preguntas de investigación relacionadas con las fuentes de exposición, los posibles efectos en la salud de la madre y el niño y sobre las intervenciones que podrían implementarse. Se evaluaron solo algunas exposiciones entre todas las consideradas como de riesgo, principalmente en el intradomicilio por lo que se necesita la realización de otros estudios que incluyan otras fuentes no estudiadas en el presente como exposición a plaguicidas, herbicidas, polvo del suelo en el hogar, además de la influencia de otras fuentes exteriores como la cercanía a botaderos, quema de basura y diferentes niveles de exposición a tráfico vehicular.

Además de la identificación de exposiciones por medio de encuestas, se deben identificar riesgos a través de mediciones directas en las posibles fuentes y contrastarlo con los resultados de los niveles encontrados en la población. Un estudio similar fue realizado por el grupo GESP de la Universidad del Valle en la misma población objeto de este análisis, sin embargo el tamaño muestral fue pequeño y no permitió realizar análisis de asociación que permitiera identificar causalidad.

Se debe incluir en este tipo de estudios a las poblaciones con mayor grado de vulnerabilidad y mayor riesgo de exposición. Por lo general se trata de personas con pobre acceso a los servicios de salud y menor percepción del riesgo ante la contaminación ambiental. Además, la inclusión de otros subgrupos de interés como niños.

Cabe resaltar la importancia de la continuación del marco teórico utilizado en este estudio desde el modelo PRECEDE – PROCEED. El desarrollo del componente PROCEED puede ser de gran utilidad en la implementación de las recomendaciones obtenidas a partir de los resultados de este estudio. Se pueden incluir fases como la implementación de las políticas de regulación, evaluación de los procesos, evaluación del impacto y resultados de las intervenciones realizadas con las comunidades en riesgo.(16)

8. REFERENCIAS

1. Prüss-Ustün A, Corvalán C. Preventing Disease through Healthy Environments: World Health Organization; 2006.
 2. Mendez F, Ariza Y, Isaza C, Benitez N, Martinez G, Orejuela Y, et al. Evaluation of Factors Associated with Occurrence of Congenital Malformations in an Area Close to a Large Municipal Dump Site in Cali, Colombia. *Epidemiology*. 2008;19(6):S135 10.1097/01.ede.0000339931.62094.6e.
 3. Ocampo C, Pradilla A, Méndez F. Impacto de un depósito de residuos sólidos en el crecimiento físico infantil. *Colombia Médica*. 2008;39(3):39.
 4. Pachajoa H, Mendez F, Y A, C I. Factores ambientales asociados a la ocurrencia de Malformaciones Congénitas en la ciudad de Cali [Doctorado]. Cali, Colombia: Universidad del Valle; 2008.
 5. Herreros MA, Inigo-Nunez S, Sanchez-Perez E, Encinas T, Gonzalez-Bulnes A. Contribution of fish consumption to heavy metals exposure in women of childbearing age from a Mediterranean country (Spain). *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*. 2008;46(5):1591-5. Epub 2008/02/19.
 6. Schoeters G, Den Hond E, Zuurbier M, Naginiene R, van den Hazel P, Stilianakis N, et al. Cadmium and children: exposure and health effects. *Acta Paediatr Suppl*. 2006;95(453):50-4. Epub 2006/09/27.
 7. McDiarmid MA, Gardiner PM, Jack BW. The clinical content of preconception care: environmental exposures. *American journal of obstetrics and gynecology*. 2008;199(6 Suppl 2):S357-61. Epub 2008/12/17.
 8. Castro-Gonzalez MI, Mendez-Armenta M. Heavy metals: Implications associated to fish consumption. *Environmental toxicology and pharmacology*. 2008;26(3):263-71. Epub 2008/11/01.
 9. Windham G, Fenster L. Environmental contaminants and pregnancy outcomes. *Fertility and sterility*. 2008;89(2 Suppl):e111-6; discussion e7. Epub 2008/03/20.
 10. Silbergeld EK, Patrick TE. Environmental exposures, toxicologic mechanisms, and adverse pregnancy outcomes. *American journal of obstetrics and gynecology*. 2005;192(5 Suppl):S11-21. Epub 2005/05/14.
 11. Wayne Ott, Anne C. Steinemann, Wallace LA. *Exposure Analysis*. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis. 2007.
 12. Hurtado CM, Gutierrez M, Echeverry J. [Clinical manifestations of lead levels in children exposed to automobile battery recycling processes in Soacha and Bogota, D.C]. *Biomedica : revista del Instituto Nacional de Salud*. 2008;28(1):116-25. Epub 2008/07/23. Aspectos clinicos y niveles de plomo en niños expuestos de manera paraocupacional en el proceso de reciclaje de baterías de automóviles en las localidades de Soacha y Bogotá, D.C.
 13. Gómez RM, Filigrana PA, Méndez F. Descripción de la calidad del aire en el área de influencia del Botadero de Navarro, Cali, Colombia. *Colombia Médica*. 2008;39:245-52.
 14. Ize LI, Miriam Z, Leonora R. *Introducción al análisis de riesgos ambientales*. Segunda Edición ed. México: Instituto Nacional de Ecología
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.; 2010 2010. 220 p.
15. Valencia JA, Espinosa A, Parra A, Pena MR. [Perception of risk arising from atmospheric emissions from an open solid-waste disposal site]. *Rev Salud Publica (Bogota)*. 2011;13(6):930-

41. Epub 2012/05/29. Percepcion del riesgo por emisiones atmosfericas provenientes de la disposicion final de residuos solidos.
16. GLANZ K, RIMER BK, Viswanath K. HEALTH BEHAVIOR. Health Education: Theory, Research and Practice. 2008.
17. Filigrana PA, Mendez F. Blood lead levels in schoolchildren living near an industrial zone in Cali, Colombia: the role of socioeconomic condition. Biological trace element research. 2012;149(3):299-306. Epub 2012/05/02.
18. Barr DB, Wang RY, Needham LL. Biologic monitoring of exposure to environmental chemicals throughout the life stages: requirements and issues for consideration for the National Children's Study. Environmental health perspectives. 2005;113(8):1083.
19. Ettinger AS, Wengrovitz AM, Portier C, Brown M. Guidelines for the identification and management of lead exposure in pregnant and lactating women: US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Environmental Health/Agency for Toxic Substances and Disease Registry; 2010.
20. Kabir E, Ray S, Kim KH, Yoon HO, Jeon EC, Kim YS, et al. Current status of trace metal pollution in soils affected by industrial activities. TheScientificWorldJournal. 2012;2012:916705. Epub 2012/05/31.
21. Hurtado CM, Gutiérrez M, Echeverry J. Aspectos clínicos y niveles de plomo en niños expuestos de manera paraocupacional en el proceso de reciclaje de baterías de automóviles en las localidades de Soacha y Bogotá, DC. Biomedica : revista del Instituto Nacional de Salud. 2008;28(001).
22. Hellstrom L, Persson B, Brudin L, Grawe KP, Oborn I, Jarup L. Cadmium exposure pathways in a population living near a battery plant. The Science of the total environment. 2007;373(2-3):447-55. Epub 2007/01/16.
23. Bakhireva LN, Rowland AS, Young BN, Cano S, Phelan ST, Artyushkova K, et al. Sources of potential lead exposure among pregnant women in New Mexico. Maternal and child health journal. 2013;17(1):172-9. Epub 2012/03/01.
24. Tong VT, Jones JR, Dietz PM, D'Angelo D, Bombard JM. Trends in Smoking Before, During, and After Pregnancy: Pregnancy Risk Assessment Monitoring System (PRAMS), United States, 31 Sites, 2000-2005: Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention; 2009.
25. Rogers JM. Tobacco and pregnancy. Reprod Toxicol. 2009;28(2):152-60. Epub 2009/05/20.
26. Jedrychowski W, Flak E, Mroz E, Rauh V, Caldwell K, Jones R, et al. Exposure to environmental tobacco smoke in pregnancy and lead level in maternal blood at delivery. International journal of occupational medicine and environmental health. 2006;19(4):205-10. Epub 2007/04/04.
27. Global Tobacco Surveillance System Data (GTSSData) [database on the Internet]. 2009.
28. Havenaar JM, de Wilde EJ, van den Bout J, Drott-Sjöberg BM, van den Brink W. Perception of risk and subjective health among victims of the Chernobyl disaster. Soc Sci Med. 2003;56(3):569-72. Epub 2003/02/07.
29. Slovic P. Perception of risk. Science. 1987;236(4799):280-5.
30. Weber JM, Hair JF, Fowler CR. Developing a Measure of Perceived Environmental Risk. The Journal of Environmental Education. 2000;32(1):28-35.
31. Giron SL, Mateus JC, Mendez F. [Impact of an open waste disposal site on the occurrence of respiratory symptoms and on health care costs of children]. Biomedica : revista del Instituto Nacional de Salud. 2009;29(3):392-402. Epub 2010/05/04. Impacto de un

botadero a cielo abierto en el desarrollo de síntomas respiratorios y en costos familiares de atención en salud de niños entre 1 y 5 años en Cali, Colombia.

32. Monsalve AM, Londoño IC, Ocampo J, Cruz DF, Saldarriaga W, Isaza C. Geographical distribution of congenital malformations at Hospital Universitario del Valle, Santiago de Cali, Colombia, March of 2004-February of 2005. 2009.

33. Organization WH. Health and environmental concerns associated with heavy metals; global needs for further action? In: Development CSfS, editor. Switzerland. 2006.

34. (ATSDR) ApSTyE. Toxicological profile for Cadmium. Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EU, Servicio de Salud Pública. 2012.

35. (ATSDR) ApSTyE. Toxicological profile for Lead.

. Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EU, Servicio de Salud Pública. 2007:f.

36. Betts KS. CDC updates guidelines for children's lead exposure. Environmental health perspectives. 2012;120(7):A268.

37. (ATSDR) ApSTyE. Reseña toxicológica de plomo. Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EU, Servicio de Salud Pública. 2007.

38. (ATSDR) ApSTyE. Public Health Statement Lead. In: Medicine DoTaE, editor. Atlanta, GA 30333. 2007.

39. Decreto 948 de 1995, (1995).

40. Cardenas-Bustamante O, Varona-Urbe ME, Nunez-Trujillo SM, Ortiz-Varon JE, Pena-Parra GE. [Correlation of protoporphyrin zinc with lead in blood in workers of the car batteries industry in Bogota, Colombia]. Salud publica de Mexico. 2001;43(3):203-10. Epub 2001/07/17. Correlacion de protoporfirina zinc y plomo en sangre en trabajadores de fabricas de baterias, de Bogota, Colombia.

41. Razagui IB, Ghribi I. Maternal and neonatal scalp hair concentrations of zinc, copper, cadmium, and lead: relationship to some lifestyle factors. Biological trace element research. 2005;106(1):1-28. Epub 2005/07/23.

42. Ronco AM, Urrutia M, Montenegro M, Llanos MN. Cadmium exposure during pregnancy reduces birth weight and increases maternal and foetal glucocorticoids. Toxicology letters. 2009;188(3):186-91. Epub 2009/04/22.

43. D. C. Efectos de la exposición a plomo y cadmio en la ocurrencia de bajo peso al nacer y de restricción del crecimiento intrauterino en una cohorte de gestantes de la zona oriente de Cali.: Universidad del Valle. 2012.

44. CDC. Low Level Lead Exposure Harms Children: A Renewed Call for Primary Prevention. In: Atlanta GACoCLPP, U.S. Centers for Disease Control and Prevention, editor. 2012.

45. Kippler M, Hoque AMW, Raqib R, Öhrvik H, Ekström E-C, Vahter M. Accumulation of cadmium in human placenta interacts with the transport of micronutrients to the fetus. Toxicology letters. 2010;192(2):162-8.

46. Fischer AB, Georgieva R, Nikolova V, Halkova J, Bainova A, Hristeva V, et al. Health risk for children from lead and cadmium near a non-ferrous smelter in Bulgaria. International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2003;206(1):25-38.

47. Etchevers A, Le Tertre A, Lucas J-P, Bretin P, Oulhote Y, Le Bot B, et al. Environmental determinants of different blood lead levels in children: A quantile analysis from a nationwide survey. Environment international. 2015;74(0):152-9.

48. Ministerio de Comercio iyt. Resolución Número 11638 de 2013. . 2013.

49. Batteries and battery charging. Safety and health Regulations for Construction.

50. Meyer I, Heinrich J, Lippold U. Factors affecting lead and cadmium levels in house dust in industrial areas of eastern Germany. *Science of The Total Environment*. 1999;234(1–3):25-36.
51. Thihalolipavan S, Candalla BM, Ehrlich J. Examining pica in NYC pregnant women with elevated blood lead levels. *Maternal and child health journal*. 2013;17(1):49-55. Epub 2012/02/04.
52. Poy MS, Weisstaub A, Iglesias C, Fernandez S, Portela ML, Lopez LB. [Pica diagnosis during pregnancy and micronutrient deficiency in Argentine women]. *Nutr Hosp*. 2012;27(3):922-8. Epub 2012/11/02. Diagnostico de pica durante el embarazo y deficiencia de micronutrientes en mujeres argentinas.
53. Gallego S. Fuentes de exposición intradomiciliarias y su relación con los niveles sanguíneos de plomo y cadmio en un grupo de gestantes del oriente de Cali.: Universidad del Valle; 2013.
54. Ihedioha JN, Okoye COB. Dietary intake and health risk assessment of lead and cadmium via consumption of cow meat for an urban population in Enugu State, Nigeria. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2013;93(0):101-6.