

Caracterización de las disparidades en exposición a plomo y cadmio en una población de mujeres gestantes, según posición socioeconómica en el oriente de la ciudad de Cali, entre 2009 y 2011

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existe un interés creciente por la justicia ambiental, que implica la articulación del estudio de los determinantes sociales a la salud ambiental, como estrategia para entender la exposición a la contaminación en las poblaciones vulnerables.(1)

Las condiciones ambientales juegan un papel importante en la producción y el mantenimiento de la salud. Las exposiciones ambientales incluyen agentes estresantes físicos, químicos, biológicos y psicosociales que pueden actuar independientemente o mezclados y movilizarse por múltiples rutas para producir resultados multifactoriales y complejos sobre la salud humana. (2)

La distribución de esos riesgos no es aleatoria, puesto que algunas poblaciones están más expuestas a condiciones ambientales negativas que otras, lo cual genera inequidades ambientales en diversas escalas (local, nacional y global). (2) Las poblaciones de minorías étnicas y raciales tienden a tener tasas más altas de mortalidad, morbilidad y factores de riesgo para la salud en comparación con población blanca, incluso teniendo en cuenta el ingreso y otras características. (3)

En este sentido, se encuentran poblaciones que padecen mayor susceptibilidad a contaminantes ambientales con perfiles diferenciales de efectos en salud y se ha planteado que son los factores relacionados con la posición social los que llevan a mayor vulnerabilidad y a inequidad ambiental, a través de susceptibilidad genética, pobre estado nutricional, modos de vida inadecuados y estrés crónico relacionados a las condiciones de pobreza. (4)

Se ha encontrado que las personas que viven en condiciones de hacinamiento y en construcciones de determinados materiales, presentan predisposición a peligrosas exposiciones ambientales interiores. Asimismo se ha reportado que la exposición a determinados agentes contaminantes varía de acuerdo al estrato socioeconómico en el que viva un individuo, así como una relación significativa entre la alfabetización de los padres y los niveles de metales pesados en los organismos de sus hijos. Además, se encuentra que el sexo, la edad, el tabaquismo y el índice de masa corporal son factores determinantes de la carga de contaminación interna y estos factores se asocian significativamente con el estrato socioeconómico. También se ha documentado desigualdad racial en la distribución espacial de fuentes de contaminación. (5)(6)(7)(8)

En los países de ingresos medios y bajos, las exposiciones ambientales contribuyen de manera muy importante a la mortalidad, la morbilidad y la discapacidad infantiles asociadas a las enfermedades respiratorias agudas, enfermedades diarreicas, traumatismos físicos, intoxicaciones, enfermedades transmitidas por vectores e infecciones perinatales. (9)

La exposición a metales pesados como el plomo, mercurio y cadmio, la contaminación del aire - tanto en interiores como exteriores -, así como otras sustancias químicas, pueden tener efectos a largo plazo, a menudo irreversibles, como infertilidad, abortos espontáneos y malformaciones congénitas; que sumados a condiciones de vulnerabilidad biológica (embarazo y primeros años de vida) y desventajas socioeconómicas, afectan la salud de las madres y los niños. (9) (10)

Específicamente en Cali, en el Hospital Universitario del Valle entre 2004 y 2008, se identificó un agregado de defectos congénitos mayores, proveniente de las comunas 12, 13, 14 y 21, y un agregado de defectos congénitos potencialmente asociados a factores ambientales en las comunas 12, 13, 14, 15 y 21 (11)

Este patrón de ocurrencia de defectos congénitos, aunque ha sido documentado en varios estudios y se ha considerado que refleja la distribución diferencial de las exposiciones ambientales y su coexistencia con un patrón diferencial de vulnerabilidades biológicas y sociales, no ha sido suficientemente estudiado en términos de su comportamiento según posición socioeconómica. (11) (12) (13) (14)

Por tal motivo, la presente investigación busca caracterizar las disparidades en exposición a Plomo y Cadmio, según posición socioeconómica en mujeres gestantes en el oriente de la ciudad de Cali, entre 2009 y 2011.

El proyecto formulado se realiza en el marco de un estudio en mujeres gestantes (Efectos de la exposición ambiental a plomo y cadmio en la ocurrencia de Bajo Peso al Nacer (BPN) y Restricción del Crecimiento Intrauterino (RCIU) en una cohorte de mujeres gestantes de la ciudad de Cali, GEMA 2008) de las comunas 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 21 iniciado en diciembre de 2008.

Esta investigación permitirá caracterizar las inequidades ambientales en el oriente de la ciudad. Además, proveerá insumos para poner en la agenda pública el problema y tener en cuenta los asuntos de justicia ambiental en los desarrollos urbanos en Cali.

2. MARCO TEORICO

La presente investigación tiene 2 referentes conceptuales: Modelo total de exposición y la teoría de los determinantes sociales de la salud.

2.1. Modelo total de exposición

La industrialización global, la urbanización y la intensificación de la agricultura, junto con los patrones crecientes de consumo insostenible y la degradación del medio ambiente, han lanzado grandes cantidades de sustancias tóxicas en el aire, el agua y el suelo. La

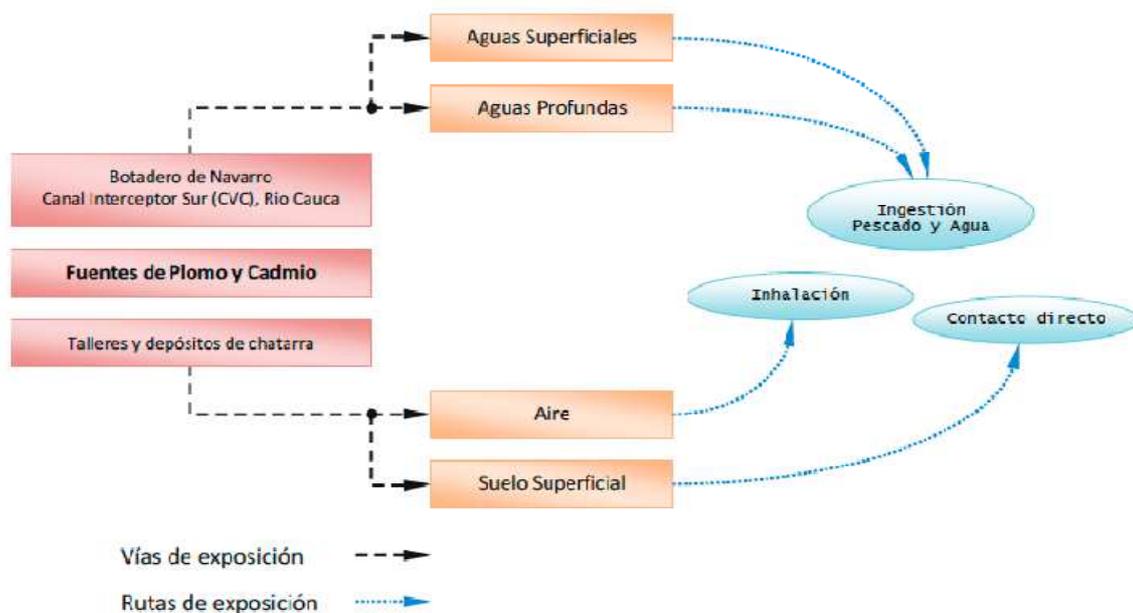
producción y uso de productos químicos tóxicos representan amenazas ambientales potencialmente significativas para la salud de las poblaciones.(15)(16)

El modelo total de exposición permite obtener los insumos para evaluar las vías de exposición. Estas consisten en los posibles cursos tomados por un agente contaminante desde la fuente hasta entrar en contacto con una población específica (17)

Teniendo en cuenta este modelo, particularmente el oriente de la ciudad Cali es una de las zonas con mayor densidad de población, que en gran parte pertenece a la etnia afro-descendiente; en donde se ha identificado que existen las fuentes potenciales de exposición (Antiguo botadero de Navarro, Canal interceptor sur (CVC), río Cauca, tráfico vehicular, pequeñas industrias) y las condiciones sociales y económicas que potencialmente favorecen el contacto de la población con los agentes contaminantes. (18)

De acuerdo con lo planteado por el modelo total de exposición, la siguiente figura muestra como los metales pesados, plomo y cadmio, llegan a tener contacto con las gestantes.

Figura 1. Vías y rutas de exposición



Adaptado de: Exposure analysis. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis; 2007.

Tal como lo muestra la figura anterior, la vía de exposición es la trayectoria que un agente toma desde su fuente (botadero de Navarro, Canal interceptor sur (CVC), río Cauca, Talleres y depósitos de chatarra) hasta el ser humano, las vías de exposición para el plomo y el cadmio serían las siguientes: 1) de la fuente al suelo superficial; 2) de la fuente a las aguas profundas y superficiales, 3) de la fuente al aire.

Estas vías de exposición conforman rutas de exposición, es decir, las formas en que un agente entra al ser humano después del contacto: 1) la piel puede entrar en contacto con el suelo superficial, las aguas superficiales y con el aire. 2) La ingestión de estas sustancias se da al tomar el agua superficial o al ingerir alimento contaminado. 3) La inhalación del aire contaminado.

Específicamente, para este sector de la ciudad se ha documentado que las actividades de riesgo más frecuentes son, manipulación de baterías, el uso de pesticidas y fertilizantes, consumo de agua y pescado, actividades en las que el plomo y el cadmio llegan a la gestante, por inhalación, contacto dérmico e ingestión (19).

2.2. Los determinantes sociales de la salud

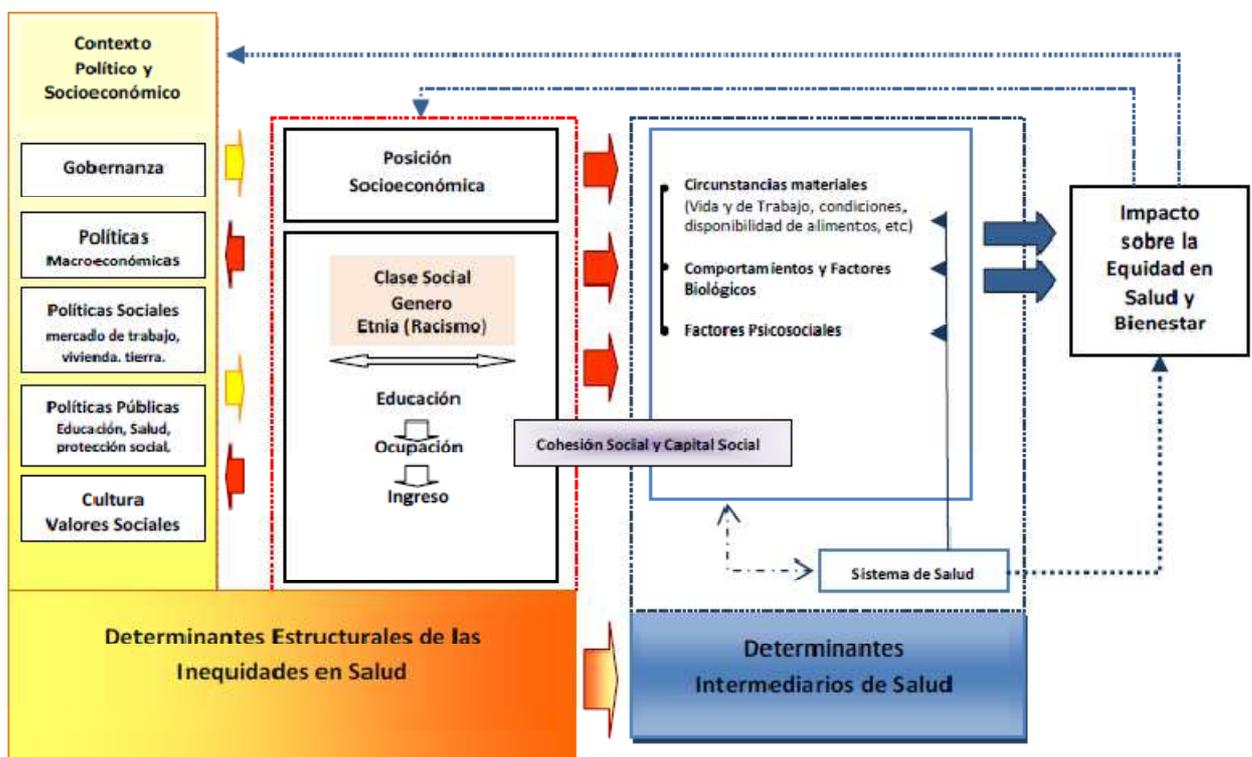
Los factores sociales, culturales y económicos son los principales factores determinantes de los problemas de salud, las "causas de las causas" de la morbilidad y la mortalidad. (20)

Los determinantes sociales de la salud explican la mayor parte de las inequidades sanitarias, esto es, de las diferencias injustas y evitables observadas en y entre los países en lo que respecta a la situación sanitaria. (21)

La figura 2 muestra los factores determinantes que generan las desigualdades en salud de acuerdo al modelo propuesto en el documento de la Comisión de Determinantes Sociales de la Salud de 2007. De aquí en adelante la presentación de este modelo seguirá muy de cerca la descripción de la Comisión de Determinantes.(22)

La figura 2, hace visibles los conceptos y categorías empleadas para este estudio, en la primera de ellas se encuentra el **contexto socio-económico y político**, éste se refiere al espectro de factores de la sociedad que no pueden medirse directamente en el nivel individual; en él se abarca un amplio conjunto de aspectos estructurales, culturales y funcionales de un sistema social cuyo impacto en las personas tiende a eludir la cuantificación, pero que ejercen una fuerte influencia formativa sobre las pautas de estratificación social y por lo tanto sobre las oportunidades de salud de las personas. En este sentido se encuentran los mecanismos sociales y políticos que generan, configuran y mantienen las jerarquías sociales, como por ejemplo el mercado de trabajo, el sistema educativo y las instituciones políticas. (22)

Figura 2. Factores determinantes que generan las desigualdades en salud.



Fuente: The WHO Commission on the Social Determinants of Health (2007)

El segundo elemento encontrado son los **determinantes estructurales y la posición socioeconómica**. Los factores determinantes estructurales son aquellos que generan o

refuerzan la estratificación social en la sociedad y que definen la posición socioeconómica individual. Estos mecanismos configuran las oportunidades de salud de los grupos sociales en función de su ubicación dentro de las jerarquías de poder, el prestigio y el acceso a los recursos (situación económica). (22)

Los determinantes estructurales están arraigados en las instituciones y mecanismos clave del contexto socioeconómico y político. Los estratificadores estructurales más importantes son: ingresos, educación, ocupación, clase social, género y raza/etnia.

Los determinantes estructurales, junto con las principales características del contexto socioeconómico y político descrito anteriormente, constituyen los determinantes sociales de las inequidades en salud.

Los determinantes estructurales operan a través de una serie de lo que se llaman, **factores sociales intermedios o determinantes sociales de la salud**, estos son el tercer elemento de la estructura. (22)

Los determinantes sociales de las inequidades en salud son antecedentes causales a los determinantes intermediarios, los cuales, están vinculados a un conjunto de influencias a nivel individual, incluidos las conductas y los factores fisiológicos.

El flujo de los factores intermediarios que subyace a la estratificación social, a su vez, determina las diferencias en la exposición y vulnerabilidad que ponen en peligro las condiciones de salud.

Las principales categorías de determinantes intermediarios de la salud son: las circunstancias materiales, circunstancias psicosociales, de comportamiento, factores biológicos, y el propio sistema de salud como un determinante social.

Las circunstancias materiales incluyen factores tales como la vivienda, el potencial de consumo (es decir, los medios financieros para comprar comida saludable, ropa de abrigo, etc), y el entorno físico de trabajo.

Las circunstancias psicosociales incluyen el estrés psicosocial, las circunstancias estresantes de vida y relaciones, el apoyo social y estilos de afrontamiento. Diferentes grupos sociales están expuestos a diferentes grados de experiencias y situaciones de vida que se perciben como amenazantes y difíciles de tratar. Esto explica en parte el patrón a largo plazo de las desigualdades sociales en salud.

Los factores biológicos y de comportamiento incluyen, entre otros, la nutrición, actividad física, consumo de tabaco y el consumo de alcohol, que se distribuyen de manera diferente entre los diferentes grupos sociales. Los factores biológicos también incluyen factores genéticos.

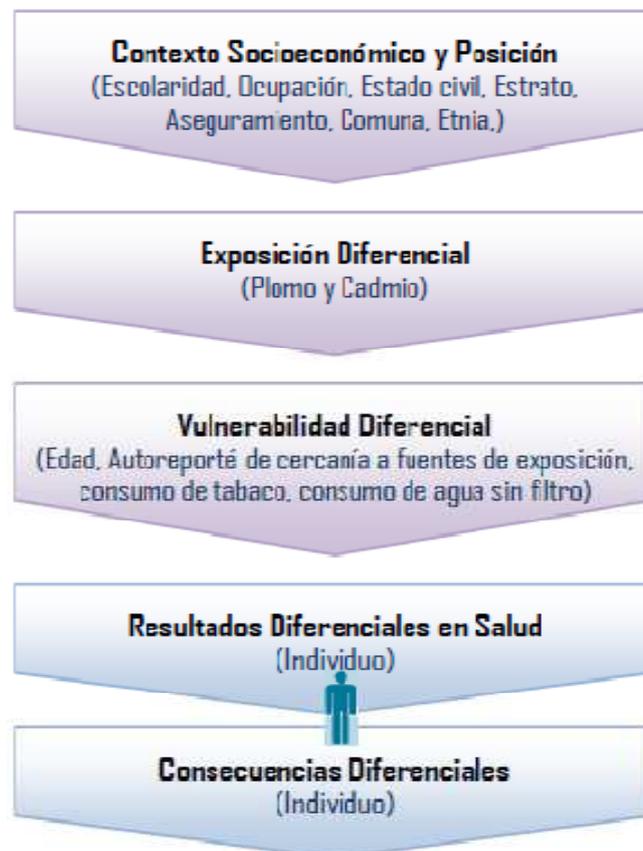
El papel del sistema de salud se vuelve particularmente relevante a través de la cuestión del acceso, que incorpora diferencias en la exposición y la vulnerabilidad, y a través de la acción intersectorial liderada desde el sector de la salud. El sistema de salud juega un papel importante en la mediación de las consecuencias diferenciales de la enfermedad en la vida de las personas.

La figura 2 muestra cómo los mecanismos económicos, políticos y sociales dan lugar a un conjunto de posiciones socioeconómicas, mediante las cuales, las poblaciones se estratifican de acuerdo a los ingresos, educación, ocupación, género, raza / etnia y otros factores. Estas posiciones socioeconómicas a la vez conforman determinantes específicos del estado de salud (determinantes intermedios) que reflejan el lugar de la gente dentro de las jerarquías sociales. Sobre la base de su estatus social correspondiente, los individuos experimentan diferencias en la exposición y la vulnerabilidad que comprometen las condiciones de salud. (22)

2.3. Modelo teórico de la investigación

Este estudio pretende caracterizar las disparidades en exposición a plomo y cadmio en una población de mujeres gestantes, según posición socioeconómica en el oriente de la ciudad de Cali; para esto utilizará una aplicación de los referentes conceptuales anteriormente expuestos, dicha aplicación se llevará a cabo de acuerdo a la siguiente figura. El marco teórico se operacionalizó con las variables disponibles de la base de datos de la investigación macro.

Figura 3. Niveles de análisis de los determinantes sociales de la salud



Adaptado de The WHO Commission on the Social Determinants of Health (2009)

La Figura anterior muestra cinco niveles de análisis bajo el modelo de determinantes sociales de la salud. (23) Este estudio estará centrado en la relación de los niveles contexto socioeconómico y posición, exposición diferencial y vulnerabilidad diferencial. No se tendrán en cuenta el nivel de resultados diferenciales (RCIU y BPN) medido en la

investigación macro, ni el nivel de consecuencias diferenciales que no se midieron en dicha investigación.

El primer nivel se refiere a la estructura de la sociedad, el segundo al medio ambiente, el tercero a los grupos de población, y los dos últimos se aplican al individuo. Sin embargo, el modelo permite en su operacionalización la medición a nivel individual de variables que son expresión en el individuo del contexto social o medioambiental.

1. Contexto socioeconómico y posición socioeconómica. La inequidad de las condiciones de vida está determinada por estructuras y procesos sociales más profundos. Las diferencias no están distribuidas al azar, sino que muestran un modelo persistente en toda la población, son el resultado de normas, políticas y prácticas sociales que favorecen una distribución y acceso injustos al poder, la riqueza y otros recursos sociales. (24)

Las circunstancias económicas y sociales en esta zona de la ciudad muestran que la situación de desventaja presenta muchas formas, entre ellas: tener pocos ingresos familiares, tener un nivel bajo de educación, vivir en viviendas en malas condiciones, no tener acceso pleno a los servicios de salud, etc. (18) Estas desventajas tienden a concentrarse alrededor de las mismas personas y sus efectos acumulativos sobre la salud se prolongan durante toda la vida. (25)

2. Exposición diferencial. Entre los grupos socioeconómicos los riesgos para la mayoría de las principales enfermedades son diferentes debido a las diferencias en la exposición a los factores que causan o previenen estas enfermedades. A menor posición social, mayor es la exposición a diferentes riesgos para la salud. (26) De esta forma se puede entender por qué existe un gradiente social en exposición a diferentes riesgos en salud, así como a los factores que promueven y protegen la salud. En particular, en las gestantes pertenecientes a los grupos socioeconómicos de este estudio los riesgos de presentar impactos sobre la salud son diferentes debido a las diferencias en la exposición a los factores (plomo y cadmio).

3. Vulnerabilidad diferencial. El mismo nivel de exposición puede tener efectos diferentes en los distintos grupos socioeconómicos. Las diferencias en la presentación de un evento en salud dada una exposición se debe también a la mayor probabilidad a la exposición simultánea a varios factores de riesgo q se refuerzan mutuamente, entre los grupos con mayor desventaja social. (26) Específicamente, en las gestantes de este estudio las diferencias en la presentación de un evento en salud dada la exposición a plomo y cadmio se debe a la mayor probabilidad de presentar exposición simultánea a varios factores de riesgo que se refuerzan mutuamente. (26)

Por ejemplo, la situación de pobreza durante el embarazo puede causar que el feto no se desarrolle de forma óptima a través de una cadena de circunstancias del contexto socioeconómico que pueden incluir carencias en la nutrición durante el embarazo, ser gestante adolescente, mayor probabilidad de que la madre fume, falta de ejercicio, asistencia prenatal insuficiente, cercanía a fuentes de exposición y uso de recipientes de cerámica. (25)

4. Resultados diferenciales en salud. Los efectos de los tres niveles superiores pueden ser extendidos a los sistemas de salud que prestan servicios que son menos efectivos para ciertos grupos de población o personas desfavorecidas en comparación con los demás. Equidad en la atención de salud significa idealmente, que la población necesitada de atención en salud, la reciba en una forma que sea favorable, independientemente de su posición social u otras circunstancias determinadas socialmente.

5. Consecuencias diferenciales. Para los más desfavorecidos, los problemas de salud pueden encausar descensos en la posición socio-económica, debido a la pérdida del trabajo, la disminución de los ingresos procedentes del empleo, las restricciones en las actividades y el aislamiento social o la exclusión, esto puede tener consecuencias adversas para la vida y el sustento de las personas, ya que se cruza la línea de la pobreza, acelerando los daños en la salud.(26)

3. ESTADO DEL ARTE

Las exposiciones ambientales incluyen agentes estresantes físicos, químicos, biológicos y psicosociales que pueden actuar independientemente o mezclados y moverse por múltiples rutas para producir resultados multifactoriales y complejos sobre la salud humana. (27)

Los estudios que se presentan a continuación se han realizado en diferentes localidades de distintos países, Otukpo (Nigeria), Florida, Nueva Orleans y Carolina del Sur (Estados Unidos), Torreón y Xochitlán (México) y Flandes (Bélgica). La población de estudio incluye niños y niñas en edad escolar y en general, adolescentes, binomio madre-hijo, adultos y población en general perteneciente a un área determinada (urbano en grandes y pequeñas ciudades, y regiones) y los contaminantes estudiados fueron metales pesados (aluminio, arsénico, cadmio, cromo, plomo), compuestos clorados (bifenil policlorados, pesticidas organoclorados hexaclorobenceno y diclorodifenildicloroetileno) y compuestos volátiles (1-hidroxipireno y benceno).

Un estudio realizado en la ciudad de Otukpo (Nigeria), en el año 2007 (5), que buscaba determinar el contenido de plomo en sangre de los niños nigerianos (1 a 6 años) residentes en una región suburbana e identificar los parámetros comunes de variables de familia y comunidad que predisponen los niños a exposición a plomo, encontró niveles de plomo en sangre significativamente mayores en los niños que vivían en hogares más grandes. Señalando que el hacinamiento es un indicador de la predisposición a peligrosas exposiciones ambientales interiores.

También se encontró que los niños que viven en construcciones con pisos de cemento pintados mostraron niveles de plomo en sangre de 11,4 mg/dL (\pm 2,6 mg/dL), valor que es más alto que el de los niños que habitan en otros tipos de suelo. Este mismo estudio muestra una relación significativa entre la alfabetización materna y los niveles de plomo en sangre, las madres alfabetizadas tenían hijos con niveles de plomo en sangre en promedio de 1,1 mg/dl más bajo que los hijos de madres con bajos niveles de escolaridad.

Los hijos de madres que trabajan por cuenta propia tuvieron niveles de plomo en sangre significativamente más altos ($10,0 \pm 2,5$ mg / dL, $p < 0,05$) que los niños cuyas madres eran agricultoras, trabajadoras profesionales o de servicios, obreras o amas de casa. Esto se debe a que en las regiones suburbanas de Nigeria, las trabajadoras autónomas suelen vender productos agrícolas o textiles en el mercado. En los mercados hay hacinamiento y suciedad con gran cantidad de automóviles impulsados por gasolina con plomo y pobres sistemas de escape.

Un estudio del 2007 (8), con el objetivo de caracterizar las disparidades étnicas/raciales en la exposición a tres tipos de fuentes de contaminación del aire urbano (EPA, TRI y AIRS) en el hogar y la escuela, en una región metropolitana (Orange County, Florida, EE.UU.), muestra entre sus resultados un cuadro persistente de desigualdad racial en la distribución espacial de todos los tipos de fuentes de contaminación del aire examinados, concluyendo que los niños de las comunidades negras se enfrentan a más altos niveles relativos de exposición potencial en sus hogares y la escuela.

Un estudio realizado en la ciudad de Torreón (México) en el año 2007 (27), con el objetivo de identificar los factores demográficos y nutricionales que están asociados con la exposición a arsénico y la influencia de esta exposición en la función cognitiva en los niños en edad escolar, encontró que la concentración de arsénico en orina se asoció con el estrato socioeconómico, en el grupo de estrato socioeconómico bajo la concentración de arsénico en orina fue significativamente mayor que en los grupos de estrato socioeconómico medio y alto.

Los hijos de padres que tenían una educación secundaria o educación universitaria presentan menos concentración de arsénico en orina que los hijos de los que tenían primaria o ninguna educación. Los niños del grupo con alta concentración de arsénico en orina presentan puntuaciones más bajas en 7 de las 11 pruebas cognitivas que los niños

con baja concentración de arsénico en orina.

En otro estudio realizado en el año 2008 (28), en el área metropolitana de Nueva Orleans antes del paso del huracán Katrina, se encontró que la población perteneciente a la etnia afrodescendiente, tenía más probabilidades que los blancos de vivir en zonas con concentraciones altas de plomo, en una proporción más o menos de 2 a 1, pero ambos grupos tenían mucho más de cinco veces de probabilidad de vivir en zonas con concentraciones altas de plomo que los grupos de hispanos y de ascendencia asiática. En este estudio también se encontró que entre más se disminuía en las clases económicas, aumenta el riesgo de exposición a los niveles más altos de plomo.

En México, un estudio realizado en la comunidad marginal de Xochitlán en 2010 (7), encontró diferencias en los riesgos potenciales a la salud por efecto de metales tóxicos (Cd, Cr, Pb y Al) en las personas que habitan este sector, tales diferencias son producto de las características de las viviendas, el tipo de combustible usado para cocinar y la eliminación de basura en la localidad.

En Flandes (Bélgica) otro estudio del año 2011 (6), con los propósitos de determinar la asociación entre el nivel socioeconómico y la exposición a siete contaminantes [compuestos clorados (bifenilos policlorados, pesticidas organoclorados hexaclorobenceno y diclorodifenildicloroetileno) , metales pesados (Pb y Cd) y compuestos volátiles (1-hidroxipireno y benceno)] en adolescentes de 14-15 años y explorar si los gradientes sociales tienen relación con la concentración interna de contaminantes en el cuerpo humano concluyó que las personas de estratos socioeconómicos más bajos están más expuestas a la contaminación del medio ambiente que las personas de estratos sociales más altos.

Los resultados muestran que los adolescentes de altos estratos socioeconómicos presentan alta exposición a compuestos clorados, mientras que los adolescentes de bajos estratos socioeconómicos presentan alta exposición a cadmio y que adolescentes de estratos bajos significativamente reportan un peor estado de salud y más diagnósticos de

asma. También se reporta que el sexo, la edad, el tabaquismo y el índice de masa corporal son factores determinantes de la concentración interna de los bifenilos policlorados y estos factores se asocian significativamente con el estrato socioeconómico.

Un estudio del 2012 (29), realizado en Carolina del Sur (Estados Unidos), con el objetivo de analizar los datos de una cohorte de Medicaid, binomio madre-hijo, para evaluar la discapacidad intelectual, el retraso del desarrollo y las asociaciones posibles con las concentraciones de arsénico y plomo en el suelo, indica que en esta cohorte de Medicaid, hay una disparidad racial con respecto a la exposición potencial a altas concentraciones de arsénico y plomo del suelo.

Se encontró también que un menor número de mujeres blancas y un mayor número de madres de raza negra vivían en grupos de bloques con mayores promedios estimados de concentraciones de Plomo en el suelo. En esta población de estudio de cohorte, todos los individuos pertenecen a estratos socioeconómicos bajos. Sin embargo, independientemente del estrato socioeconómico, las disparidades raciales existen en estas zonas residenciales, con respecto a la contaminación del medio ambiente y por lo tanto a la exposición potencial.

Los estudios anteriores, evidencian un gradiente social de exposición a contaminantes ambientales, asociado a las condiciones y situación geográfica de la vivienda, grupo étnico, nivel educativo, grupo étnico y estrato socioeconómico, que genera peores resultados en salud en la población con desventajas.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Caracterizar las disparidades en exposición a plomo y cadmio en una población de mujeres gestantes, según posición socioeconómica en el oriente de la ciudad de Cali.

4.2 Objetivos específicos

1. Describir las características de posición socioeconómica de la población incluida en el estudio.
2. Identificar las diferencias en las exposiciones ambientales según la posición socioeconómica (PSE) en las mujeres gestantes incluidas en el estudio.
3. Identificar las diferencias en exposición según vulnerabilidad en las mujeres gestantes incluidas en el estudio.
4. Identificar las diferencias en la vulnerabilidad según la posición socioeconómica (PSE) en las mujeres gestantes incluidas en el estudio.

5. METODOLOGÍA

5.1 Tipo de estudio

Para caracterizar las disparidades en exposición a plomo y cadmio en una población de mujeres gestantes, según posición socioeconómica en el oriente de la ciudad de Cali, se realizó un análisis de corte transversal.

El proyecto formulado es un análisis de datos secundario, que hace parte de un estudio macro de cohorte prospectivo en mujeres gestantes (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, GEMA 2008) de las comunas 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 21, iniciado en diciembre de 2008. Para los fines de esta investigación se tomó la base de datos de la línea de base, es decir, la base de datos de la captación de las gestantes.

El análisis de corte transversal de la base de datos de captación permite establecer en las gestantes las prevalencias de plomo y cadmio por encima de la norma. Además, permite establecer las prevalencias de cercanías a fuentes de exposición, es decir, de algunas de las variables de vulnerabilidad según el marco teórico del estudio.

5.2 Área de estudio

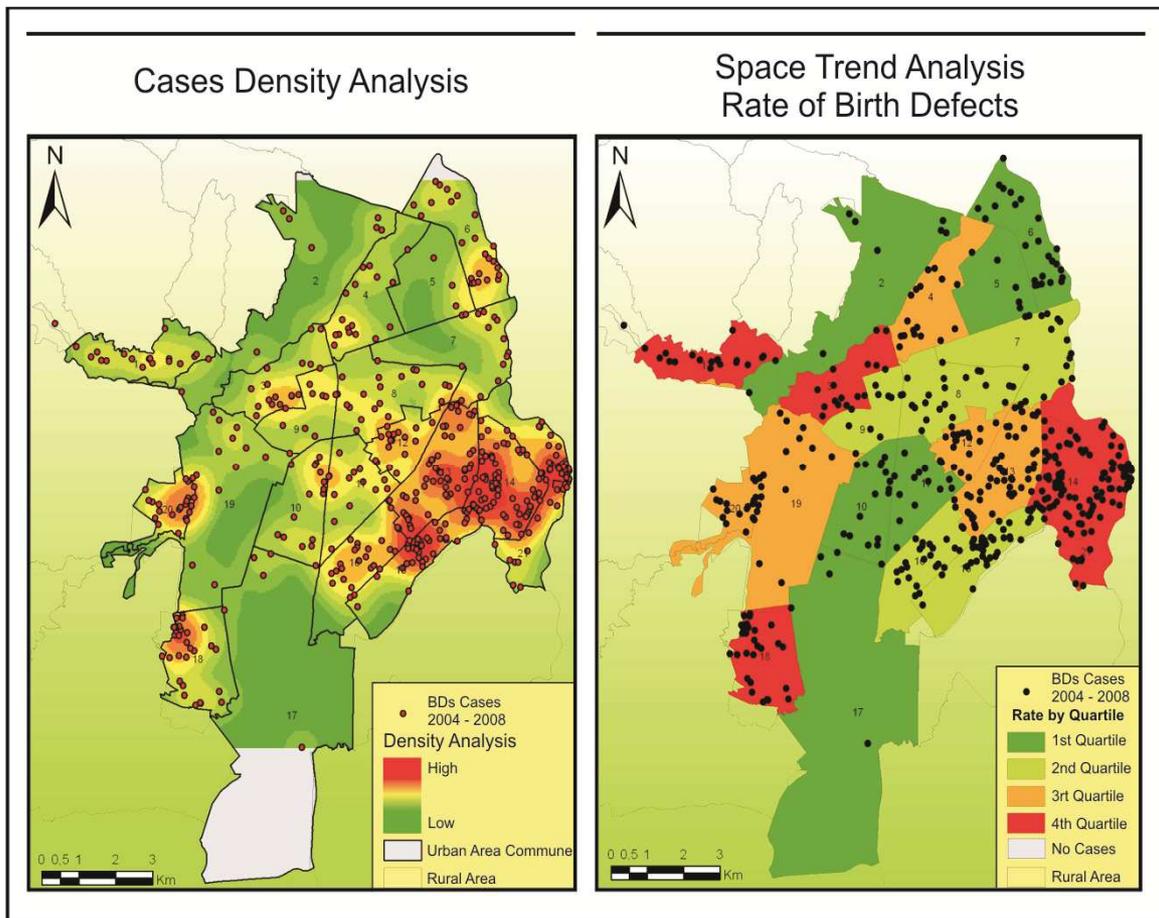
Como se menciona anteriormente, el estudio macro se desarrolló en Cali, y las mujeres gestantes fueron captadas en el sector oriental de la ciudad (ver mapa 1), lugar en donde se identificó un agregado de defectos congénitos mayores, comunas 12, 13, 14 y 21, y un agregado de defectos congénitos potencialmente asociados a factores ambientales, comunas 12, 13, 14, 15 y 21 (ver mapa 2). (11)

Mapa 1, Comunas de la ciudad de Cali incluidas en el estudio.



Fuente: Geovisor IDESC, Alcaldía Santiago de Cali

Mapa 2, Agregado de defectos congénitos en la ciudad de Cali.



Fuente: Análisis de la distribución espacial y temporal de los defectos congénitos registrados entre 2004 y 2008 en un hospital de tercer nivel en Cali, Colombia

5.3 Población y muestra

Esta investigación analizó la base de datos de captación obtenida del grupo de mujeres que participaron en el estudio GEMA 2008.

En el estudio Macro el tamaño de muestra fue de 387 individuos, la población de estudio fueron mujeres captadas tempranamente en su gestación (14.2% a la semana 11, 53% a la semana 12 y 32.8% a la semana 13). La cohorte admitió mujeres embarazadas de todas las razas y estratos socio-económicos que cumplieron con todos los siguientes criterios de inclusión:

- Edad de la participante 18 a 35 años: las mujeres menores de 18 años y las mayores de 35 años tienen aumentado el riesgo de presentar resultados adversos de la gestación.
- Edad gestacional igual o menor a 13 semanas: este parámetro fue documentado por ecografía obstétrica.
- Documento de consentimiento informado firmado: siguiendo las consideraciones éticas de la declaración de Helsinki y la Resolución No. 008430 del Ministerio de Salud de Colombia, se desarrolló el proceso de consentimiento informado que se formalizó con la firma de un formato elaborado específicamente para el proyecto Macro.

Fueron excluidas del estudio Macro, todas las mujeres que cumplieron con al menos uno de los siguientes criterios:

- Antecedente de Parto pre-término
- Antecedente de Bajo Peso al Nacer o RCIU
- Antecedente de hipertensión inducida por el embarazo
- Gestaciones con más de un feto

5.4 Variables

La siguiente tabla presenta la definición operacional de las variables utilizadas. En la última columna de la tabla se indica el método de recolección de información que se realizó en el estudio macro. Es importante recordar que para este estudio la fuente de información fue la base de datos que se obtuvo en dicha investigación.

Tabla 1, Variables del estudio

Variable	Definición operacional	Tipo de variable	Valores posibles	Método de recolección
Variables de Posición Socioeconómica				
Escolaridad	Número de años de escolaridad de la embarazada	Cuantitativa discreta	0 a 21 años	Encuesta
Ocupación de la gestante	Actividad principal de la gestante en el último mes	Categórica nominal	Trabajo Estudio Buscar trabajo Oficios del hogar Otro, cuál	Encuesta
Estado civil	Estado civil de la gestante	Categórica nominal	Soltera, Casada, unión libre Separada, divorciada y viuda	Encuesta

Estrato socio Económico	Estrato socio económico de la gestante, a través del estrato moda del barrio en donde vive	Categórica ordinal	0 a 6	Encuesta
Tipo de aseguramiento	Tipo de aseguramiento en salud de la gestante	Categórica nominal	Contributivo Subsidiado No asegurado	Registros institucionales
Comuna de residencia	Comuna en la que reside la gestante	Categórica nominal		
Etnia	Se considera afrocolombiano	Categórica nominal	Afrocolombiana No afrocolombiana	Encuesta

Variables de Exposición

Plomo	Niveles de plomo en sangre en g/dl	Cuantitativa continua	1, 2... n	Medición en sangre
Cadmio	Niveles de cadmio en sangre en mcg/dl	Cuantitativa continua	1, 2... n	Medición en sangre

Variables de Vulnerabilidad

Edad	Edad del paciente en años cumplidos	Cuantitativa continua	18 a 35 años	Encuesta
Fuentes de exposición cercanas a la vivienda	Auto-reporte de fuentes de exposición cercanas a la vivienda: Manipulan baterías depósito de chatarra o Talleres de ebanistería, soldadura, mecánica, hierro forjado.	Categórica nominal	Sí No	Encuesta
Uso recipientes de cerámica	Auto-reporte de uso recipientes de cerámica para comer o beber, cocinar, guardar alimentos o servir alimentos	Categórica nominal	Sí No	Encuesta
Realización actividades relacionadas con exposición a contaminantes	Auto-reporte de realización actividades relacionadas con exposición a contaminantes: remodelación, restauración de vivienda, cerámica, vidrios de color o pintura en muebles	Categórica nominal	Sí No	Encuesta
Fuentes de exposición dentro de la vivienda	Auto-reporte de fuentes de exposición dentro de la vivienda: manipula cualquier clase de batería (carro, moto, otra), imprenta, plomería, ebanistería, cerámica o pinturas.	Categórica nominal	Sí No	Encuesta
Convivir con persona expuesta	Auto-reporte de convivencia con persona que realiza las siguientes actividades: reciclaje, construcción, fábrica de pinturas, manipule baterías, mecánica, soldadura, plomería, fertilizantes, proyectiles o armas, imprenta, plomadas de pesca, fundición de metales, lijado de pintura, ebanistería, joyería, albañilería.	Categórica nominal	Sí No	Encuesta
Tabaquismo	Si consume o ha consumido tabaco.	Categórica nominal	Fumadora, ex fumadora, no fumadora	Encuesta
Consumo de agua sin filtro	Auto-reporte de Consumo de agua sin filtro	Categórica nominal	Si No	Encuesta

5.5 Recolección de información

En la Investigación Macro, las mujeres fueron captadas en los programas de control prenatal que funcionan convencionalmente en instituciones prestadoras de servicios de salud (IPS) de primer y segundo nivel de complejidad de la ciudad de Cali.

Las gestantes que accedieron a participar fueron referidas al equipo de trabajo de campo, quien examinó nuevamente a las mujeres referidas para verificar los criterios de inclusión e identificar la presencia de cualquiera de los criterios de exclusión.

Se determinó la concentración de biomarcadores de exposición (plomo y cadmio en muestras de sangre) durante el primer trimestre de gestación. Se emplearon cuestionarios para caracterizar actividades específicas y patrones de comportamiento que potencialmente pudieron modificar el riesgo de exposición específicamente lo relacionado con uso y consumo de agua, alimentos y actividades de la ocupación de las participantes.

El cuestionario empleado fue diseñado a partir de la revisión del estado del arte y según las preguntas y estructura empleadas en estudios previos desarrollados por el grupo de investigación. Para su aplicación, el cuestionario fue sometido a una evaluación cognitiva para identificar posibles dificultades de comprensión de las preguntas, uso del lenguaje apropiado y orden adecuado de las secciones del cuestionario (ver anexo – cuestionario). Para el aseguramiento de la calidad de los datos, en el proyecto Macro se desarrollaron las siguientes actividades:

- Elaboración y seguimiento de un manual de operaciones para el proceso de recolección y procesamiento de la información.
- Control externo de calidad para las determinaciones de laboratorio: Se solicitaron al Laboratorio de Higiene y Toxicología Positiva Seguros la elaboración de doble control de calidad a la muestra de sangre. Una bacterióloga del Grupo de Nutrición de la Universidad del Valle evaluó los indicadores del análisis intra y extra ensayo de las muestras.
- Entrenamiento del personal de salud que realizó la captación de las participantes en las instituciones de salud.

- En cada uno de los procesos de generación de datos primarios un miembro del equipo realizó el control de la calidad de los datos recolectados. En caso de inconsistencias o datos incompletos se revisó la fuente respectiva para la corrección.
- La captura de la información se realizó en una interfase web que alimentaba la base de datos ingresando los registros respectivos para cada código único asignado a cada materna. El control de la calidad a este proceso se realizó empleando una estrategia de revisión periódica y sistemática a los datos ingresados de revisión del 10% de la información digitada.

5.6. Procesamiento de los datos

Se realizó un análisis exploratorio de los datos en el programa STATA versión 12.0. para identificar la frecuencia de presentación y distribución de cada una de las variables, se procedió a encontrar incoherencias entre las variables y se agruparon los datos de acuerdo con lo expuesto en el marco teórico.

6. PLAN DE ANÁLISIS

Para el cumplimiento de los objetivos de la investigación, inicialmente se realizó un análisis exploratorio de los datos, en las variables cualitativas con porcentajes o proporciones, y en las cuantitativas promedios y medianas, según la distribución de los datos y teniendo en cuenta las medidas de dispersión, para describir las características de posición socioeconómica de la población incluida en el estudio.

Las variables de plomo y cadmio se dicotomizaron de acuerdo a los valores de referencia, para clasificar a las gestantes según tuvieran niveles de estas sustancias por encima o por debajo de estos valores (30)(31). Se calcularon las prevalencias de plomo y cadmio por encima de los valores de referencia, además se calcularon las medidas de tendencia central y la variabilidad de las concentraciones de plomo y cadmio. Se estableció la

exposición a uno o ambos elementos.

Para describir las características de posición socioeconómica de la población incluida en el estudio, se tomaron las variables de posición socioeconómica, se dividieron en subcategorías y se construyeron tablas de frecuencias con su respectivo porcentaje.

Se calcularon las prevalencias de cercanías a fuentes de exposición (variables de vulnerabilidad). Para identificar las diferencias en las exposiciones ambientales según la posición socioeconómica (PSE) y las diferencias en exposición según vulnerabilidad en las mujeres gestantes incluidas en el estudio, se construyeron tablas de contingencia con las variables de posición socioeconómica, las variables de vulnerabilidad y las de exposición. Se realizó la prueba de hipótesis χ^2 y se tabularon los porcentajes y el respectivo valor de p a un nivel de confianza del 95%.

Para identificar las diferencias en la vulnerabilidad según la posición socioeconómica (PSE) en las mujeres gestantes incluidas en el estudio, se construyeron tablas de contingencia con las variables de vulnerabilidad según variables de posición socioeconómica. Se realizó la prueba de hipótesis χ^2 y se tabularon los porcentajes y el respectivo valor de p a un nivel de confianza del 95%.

Análisis Correspondencias Múltiples (ACM):

Este análisis tiene dentro de sus objetivos describir las relaciones existentes entre variables categóricas nominales, recogidas en una tabla de correspondencias, sobre un espacio de pocas dimensiones, mientras que al mismo tiempo se describen las relaciones entre las categorías de cada variable. Para cada variable, las distancias sobre un gráfico entre los puntos de categorías reflejan las relaciones entre las categorías, con las categorías similares representadas próximas unas a otras.

Criterios para escoger las variables del ACM

Este tipo de análisis, incluye el concepto de inercia, el cual corresponde a la varianza entre la superposición de datos de las variables de interés. El análisis se realizó con las variables que fueron elegidas de acuerdo al marco teórico y criterios estadísticos. Con las dimensiones establecidas por el ACM, se escogieron las variables cuyas coordenadas tenían valores mayores de 0.4, tanto positivo como negativo para cada una de las categorías, para obtener de esta manera el menor número posible de dimensiones que expliquen la varianza del modelo.

Una vez determinadas las dimensiones por el análisis de correspondencias múltiple, se elaboró un gráfico bidimensional que representó las variables y sus modalidades teniendo en cuenta las coordenadas, permitiendo observar cómo se agrupan las modalidades y su ubicación en relación a cada uno de los ejes (gráfica 1).

7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo con la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, esta propuesta de investigación se clasifica como una investigación sin riesgo, pues se trata de un análisis de datos secundario de información ya recolectada en una investigación anterior cuyo objetivo general fue *“Determinar 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 un grupo de mujeres embarazadas del área urbana de Cali, 2008”* la cual fue de riesgo mínimo.

Los investigadores declararon no tener conflictos de intereses, no haber recibido ningún tipo de sanción ética o disciplinaria en ejercicio de su profesión. Tanto la investigación macro como la presente investigación tuvieron el aval del Comité de Ética de la Universidad del Valle (ver anexo – avales del Comité de Ética).

Las consideraciones éticas que guiaron el desarrollo del proyecto Macro fueron coherentes con la Declaración de Helsinki y la Resolución No. 008430 del Ministerio de Salud de Colombia, por lo tanto se buscó garantizar:

- El cumplimiento de los principios de beneficencia y no maleficencia, autonomía y justicia.
- La confidencialidad de la información suministrada por los participantes y la toma de las medidas tendientes a cumplir con este aspecto, por parte de las personas que pudieron conocer de ella en las diferentes etapas de la investigación.
- La solicitud de consentimiento informado a los participantes del estudio.

Para cumplir con los puntos mencionados, en la ejecución de la investigación se desarrollaron las siguientes acciones:

Información: a las mujeres participantes se les entregó un documento que contenía la descripción de la investigación, sus objetivos, su duración, los usos que se le pretendía dar a la información y los mecanismos que garantizarían la confidencialidad de la información que el sujeto proporcionaría. Este documento incluyó datos sobre los investigadores y su ubicación en caso de que los sujetos requirieran contactarlos.

Garantía de Confidencialidad: el personal que participó en el estudio, firmó un documento conjuntamente con los investigadores, en el cual quedó establecido su compromiso de acatar los principios éticos que aquí se definieron. Los aspectos éticos hicieron parte de la capacitación programada con dicho personal. Adicionalmente, no se guardó información sobre identificación personal en archivos computarizados.

Consentimiento Informado: se llevó a cabo el proceso de Consentimiento Informado que se formalizó con la firma de un formato elaborado específicamente para el proyecto Macro y que fue firmado por cada participante, el investigador principal y dos testigos. Este formato fue leído por las personas entrevistadas y sólo se procedió a su firma una vez

el entrevistador se aseguró de que la persona tuvo claro el significado del mismo. Se entregó al participante una copia del formato de consentimiento y el original se archivó por los investigadores (ver anexo – consentimiento informado).

8. RESULTADOS

8.1. Características de posición socioeconómica

El estudio Macro se desarrolló en Cali, el tamaño de muestra fue de 387 individuos, la población de estudio fueron mujeres captadas tempranamente en su gestación, en el sector oriental de la ciudad, una de las zonas con mayor densidad de población, en donde se ha identificado que existen las fuentes potenciales de exposición (Antiguo botadero de Navarro, río Cauca, pequeñas industrias) y las condiciones sociales y económicas que potencialmente favorecen el contacto de la población con los agentes contaminantes. En la siguiente tabla se presentan las características de posición socioeconómica de las gestantes incluidas en el estudio.

Tabla 2, Características posición socioeconómica.

Variables de posición socio-económica	Total(n=387)	
	n	%
Nivel Educativo		
Universitario	4	1.03
Técnico	34	8.79
Secundaria (completa e incompleta)	300	77.52
Primaria (completa e incompleta)	47	12.14
Ninguno	2	0.52
Actividad principal realizada durante el último mes		
Estudio	24	6.20
Ama de casa	293	75.71
Trabajo	63	16.28
Desempleada	2	0.52
Estudio y trabajo	5	1.29
Estado civil		
Soltera	90	23.26
Unión libre	259	66.93
Casada	36	9.30
Separada	1	0.26
Viuda	1	0.26
Estrato socioeconómico		
1	219	56.59
2	147	37.98
3	21	5.43

Variables de posición socio-económica	Total(n=387)	
	n	%
Comuna		
	7	2
	8	4
	10	3
	11	4
	12	6
	13	119
	14	62
	15	129
	16	4
	21	54
Afiliación		
	Contributivo	1
	Subsidiado	379
	Ninguno	7
Etnia		
	Afro-colombiano	175
	No afro-colombiano	212

De acuerdo con la tabla anterior, se encontró que el 90,18% de las gestantes tenían un nivel educativo de secundaria o menos. En cuanto a la actividad principal realizada durante el último mes, se encontró que el 75,71% de las gestantes se desempeñaron como amas de casa y el 16,28% se encontraba trabajando. En relación con el estado civil de las gestantes, se encontró que el 76,23% convivían en pareja (casadas o en unión libre) y el 23,26% se encontraban solteras. Para el estrato socioeconómico, se encontró que el 56,59% pertenecían al estrato 1, el 37,98% al estrato 2 y el 5,43% al estrato 3. Con respecto a la comuna, se encontró que la mayoría de las gestantes (94,05%) vivían en las comunas 13, 14, 15 y 21 [Distrito de Aguablanca], el 4,39% vivían en las comunas del centro-oriente de la ciudad (10, 11, 12, 16) y el 1,5% en el nororiente (7 y 8).

En cuanto a la afiliación, se encontró que prácticamente todas las gestantes (97,93%) pertenecía al régimen subsidiado. Finalmente, para la etnia se encontró, que el 45,22% se consideraron pertenecientes a la etnia afro-colombiana y 54,78% consideraron no pertenecer a dicha etnia.

8.2. Variables de exposición

En la siguiente tabla se presentan las variables de exposición de las gestantes incluidas en el estudio.

Tabla 3, Variables de Exposición.

Exposición	P25	P75	Promedio (DS)	Mediana (Rango)
Plomo (ug/dl)	0.1	2.24	1.57(1.90)	1.013 (0.0016-16.18)
Cadmio (ug/l)	0.0099	0.53	0.36(0.53)	0.115 (0.0099-4.266)

En la tabla anterior, se observa que las gestantes tienen en promedio una concentración de plomo en sangre de 1.57 ug/dl y de acuerdo con el percentil 75, el 25% tiene niveles de plomo por encima de 2.24 ug/dl. En cuanto al cadmio se encontró que las gestantes tienen en promedio una concentración de cadmio en sangre de 0.36 ug/dl y de acuerdo con el percentil 75, el 25% tiene niveles de cadmio por encima de 0.53 ug/dl.

En la siguiente tabla se presentan las prevalencias de niveles altos de plomo y cadmio por encima de la norma.

Tabla 4, Prevalencias de niveles de plomo y cadmio por encima de la norma.

Plomo y Cadmio Niveles permisibles	Total n=386		Intervalos de confianza	
	n	%	95%	
Plomo (ug/dl)				
	0.0016 – 4.99	369	95.60	0.025 0.070
	≥5 – 16.18	17	4.40	
Cadmio (ug/l)				
	0.0099 – 0.399	259	67.10	0.282 0.380
	≥0.4 – 4.266	127	32.90	
Plomo y Cadmio				
	No	378	97.93	0.0090 0.040
	Si	8	2.07	

De acuerdo con la tabla anterior, se encontró que el 4.40% de las gestantes tenía niveles de Plomo en sangre por encima del valor de referencia. Igualmente, se encontró que el 32.90% de las gestantes tenía niveles de Cadmio por encima del valor de referencia y que el 2.07% tenía niveles de ambos metales (plomo y cadmio) por encima del valor de referencia.

8.3. Variables de vulnerabilidad

Como se menciona en el marco teórico, el mismo nivel de exposición puede tener efectos diferentes en los distintos grupos socioeconómicos, debido a la exposición simultánea a

varios factores de riesgo que se refuerzan mutuamente, entre los grupos con mayor desventaja social. En la siguiente tabla se presentan las variables de vulnerabilidad de las gestantes incluidas en el estudio.

Tabla 5, Variables de Vulnerabilidad.

Variables de vulnerabilidad	Total (n= 387)		
	n	%	
Edad			
18	39	10.08	
19-24	200	51.69	
25-29	93	24.03	
30-35	55	14.21	
Fuentes de exposición cercanas a la vivienda (n= 383)*			
Depósitos de baterías y chatarra y Talleres de ebanistería, soldadura, mecánica, hierro forjado	Sí	127	33.16
	No	256	66.84
Uso de recipientes de cerámica o barro (n= 385)*			
Para comer o beber, cocinar, guardar o servir alimentos.	Sí	15	3.90
	No	370	96.10
Realización de actividades relacionadas con exposición a contaminantes			
Remodelación/ restauración de vivienda, cerámica, vidrios de color o pintura en muebles	Sí	74	19.12
	No	313	80.88
Fuentes de exposición dentro de la vivienda			
Manipula cualquier clase de batería (carro, moto, otra), imprenta, plomería, ebanistería, cerámica o pinturas.	Sí	187	48.32
	No	200	51.68
Convivir con persona expuesta			
Reciclaje, construcción, fábrica de pinturas, manipule baterías, mecánica, soldadura, plomería, fertilizantes, proyectiles o armas, imprenta, plomadas de pesca, fundición de metales, lijado de pintura, ebanistería, joyería, albañilería.	Sí	152	39.28
	No	235	60.72
Consumo de tabaco			
Nunca han fumado	242	62.53	
Exfumadoras	81	20.93	
Fumadoras	64	16.54	
Consumo de agua sin filtro			
Bebe agua sin filtro	Sí	358	92.51
	No	29	7.49

Acorde a la tabla anterior, se encontró que la mayoría de las gestantes, 51.69% tenía entre 19 y 24 años, el 24.03% tenía entre 25 y 29 años y el 14.21% tenía entre 30 y 35 años; es importante resaltar que el 10% de las gestantes tenía 18 años. El promedio de edad fue de 23,72 años, con una mediana de 23 y un rango entre 18 y 35 años.

Se encontró que el 33.16% de las gestantes presentó fuentes de exposiciones cercanas a la vivienda, tales como, depósitos de baterías y chatarra y talleres de ebanistería, soldadura, mecánica y hierro forjado. También se encontró que el 3.90% de las gestantes,

usaba recipientes de cerámica o barro para comer o beber, cocinar, guardar o servir alimentos.

Del mismo modo se encontró que el 19.12% de las gestantes había realizado actividades relacionadas con fuentes de exposición como remodelación/restauración de vivienda, elaboración de artículos de cerámica, vidrios de color o pintura en muebles,

Igualmente se encontró que el 48.32% de las gestantes estuvo en contacto con fuentes de exposición dentro de la vivienda, debido a actividades como manipular o guardar cualquier clase de batería (carro, moto, otra) y funcionamiento de establecimientos de imprenta, plomería, ebanistería, cerámica o pinturas.

Así mismo se encontró que el 39.28% de las gestantes convivían con persona expuesta a fuentes de plomo y cadmio, por actividades como, trabajar en reciclaje, construcción, mecánica, soldadura, plomería, imprenta, ebanistería, joyería, albañilería, fábrica de pinturas, manipulación de baterías, fertilizantes, fabricación o manipulación de proyectiles o armas, plomadas de pesca, fundición de metales, lijado de pintura.

En cuanto al consumo de tabaco entre las gestantes, se encontró que el 62.53% nunca han fumado, el 20.93% fueron exfumadoras y el 16.54% fueron fumadoras. Finalmente se encontró que el 92.51% de las gestantes consumieron agua sin filtro.

A continuación se presenta las variables de vulnerabilidad para actividades relacionadas con exposición a plomo y plomo-cadmio.

Tabla 6, Variables de vulnerabilidad para actividades relacionadas con exposición a plomo y plomo-cadmio.

Variables de vulnerabilidad	Total (n= 387)		
	n	%	
Cercanía a fuentes de exposición a Plomo (n= 385)			
<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes de exposición cercanas a la vivienda: Talleres de ebanistería, mecánica, hierro forjado. • Uso de recipientes de cerámica o barro. • Realización de actividades relacionadas con exposición a contaminantes: Remodelación/restauración de vivienda, cerámica, vidrios de color 	Sí	287	74.55
<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes de exposición dentro de la vivienda: plomería, ebanistería, cerámica, pinturas. • Convivir con persona expuesta: construcción, fábrica de pinturas, plomería, proyectiles o armas, plomadas de pesca, lijado de pintura, ebanistería, joyería, albañilería. 	No	98	25.45
Cercanía a fuentes de exposición a Plomo-cadmio (n= 383)			
<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes de exposición cercanas a la vivienda: Manipulan baterías, deposito de chatarra, Taller soldadura. • Realización de actividades relacionadas con exposición a contaminantes: Pintura en muebles 	Sí	275	71.80
<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes de exposición dentro de la vivienda: Manipula cualquier clase de batería (carro, moto, otra), imprenta. • Convivir con persona expuesta: Reciclaje, manipule baterías, mecánica, soldadura, imprenta, fundición de metales. 	No	108	28.20

De acuerdo con la tabla anterior, se encontró que el 74.55% de las gestantes, presentó cercanía a al menos una de las siguientes fuentes de exposición; fuentes de exposición cercanas a la vivienda (talleres de ebanistería, mecánica, hierro forjado.), uso de recipientes de cerámica o barro, realización de actividades relacionadas con exposición a contaminantes, (Remodelación/restauración de vivienda, cerámica, vidrios de color), fuentes de exposición dentro de la vivienda (plomería, ebanistería, cerámica, pinturas.) y convivencia con persona expuesta (construcción, fábrica de pinturas, plomería, proyectiles o armas, plomadas de pesca, lijado de pintura, ebanistería, joyería, albañilería.), actividades que están relacionadas con exposición a Plomo.

También se encontró que el 71.80% de las gestantes, presentó cercanía a al menos una de las siguientes fuentes de exposición; fuentes de exposición cercanas a la vivienda (manipulan baterías, deposito de chatarra, taller soldadura.), realización de actividades relacionadas con exposición a contaminantes, (pintura en muebles), fuentes de exposición dentro de la vivienda (manipula cualquier clase de batería, imprenta.) y convivencia con

persona expuesta (Reciclaje, manipulación baterías, mecánica, soldadura, imprenta, fundición de metales), actividades que están relacionadas con exposición a Plomo y Cadmio.

A continuación se presenta la exposición diferencial según variables de posición socioeconómica y de vulnerabilidad. Se presentan las prevalencias de niveles de plomo y cadmio por encima de la norma, para cada variable.

Tabla 7, Exposición diferencial según variables de posición socioeconómica y de vulnerabilidad.

Variables	Plomo (ug/dl)		p	Cadmio (ug/l)		p
	≥5 – 16.18	%		≥0.4 – 4.266	%	
Variables de posición socio-económica						
Nivel Educativo						
Primaria (completa e incompleta) + Ninguno	8.16			38.78		
Secundaria (completa e incompleta)	4.35		0.188*	32.11		0.644
Universitario + Técnico	0.00			31.58		
Actividad principal realizada durante el último mes						
Estudio + Estudio y trabajo + Desempleada	3.23			22.58		
Ama de casa	4.11		0.751*	33.90		0.442
Trabajo	6.35			33.33		
Estado civil						
Soltera + Separada + Viuda	5.49		0.563*	34.07		0.787
Unión libre + Casada	4.07			32.54		
Estrato socioeconómico						
1	6.42			36.70		
2	0.68		0.006*	28.57		0.178
3	9.52			23.81		
Comuna						
Otras (7+8+10+11+12+16)	8.70			34.78		
13	0.84			28.57		
14	1.61		0.019*	32.26		0.583
15	6.20			33.33		
21	9.43			41.51		
Etnia						
No afro-colombiano	5.66		0.184	33.49		0.786
Afro-colombiano	2.87			32.18		
Variables de vulnerabilidad						
Edad						
18 - 24	4.62			31.09		
25 - 29	3.23		0.770*	36.56		0.611
30 - 35	5.45			34.55		
Fuentes de exposición cercanas a la vivienda (n= 383)*						
Manipulan baterías, deposito de chatarra o Talleres de ebanistería, soldadura, mecánica, hierro forjado	No	3.53	0.216	30.59	0.118	
	Sí	6.30		38.58		
Uso de recipientes de cerámica o barro (n= 385)*						
Para comer o beber, cocinar, guardar alimentos o servir alimentos.	No	4.34	0.500*	NA	NA	
	Sí	6.67				

Variables	Plomo (ug/dl)		p	Cadmio (ug/l)		p
	≥5 – 16.18	%		≥0.4 – 4.266	%	
Variables de vulnerabilidad (continuación)						
Realización de actividades relacionadas con exposición a contaminantes						
Remodelación/ restauración de vivienda, cerámica, vidrios de color o pintura en muebles	No	4.17	0.752*	30.45	0.035	
	Sí	5.41		43.24		
Fuentes de exposición dentro de la vivienda						
Manipula cualquier clase de batería (carro, moto, otra), imprenta, plomería, ebanistería, cerámica o pinturas.	No	4.02	0.704	32.66	0.918	
	Sí	4.81		33.16		
Convivir con persona expuesta						
Reciclaje, construcción, fábrica de pinturas, manipule baterías, mecánica, soldadura, plomería, fertilizantes, proyectiles o armas, imprenta, plomadas de pesca, fundición de metales, lijado de pintura, ebanistería, joyería, albañilería.	No	4.27	0.877	32.05	0.659	
	Sí	4.61		34.21		
Consumo de tabaco						
Nunca han fumado		3.73	0.599*	31.12	0.631	
Exfumadoras		6.17		35.80		
Fumadoras		4.69		35.94		
Consumo de agua sin filtro						
Bebe agua sin filtro	No	3.45	1.000*	31.03	0.824	
	Sí	4.48		33.05		

* Valor de p, calculado a través de la prueba exacta de Fisher.

Para Plomo, se encontró que las variables estrato y comuna fueron las únicas que presentaron diferencias significativas. Las prevalencias de niveles de plomo por encima de la norma fueron 9.52%, 6.42% y 0.68% para los estratos 3, 1 y 2 respectivamente, teniendo la prevalencia más alta en el estrato 3. Respecto a la comuna, las prevalencias de niveles de plomo por encima de la norma fueron 9,43% para la comuna 21, 6.20% para la comuna 15, 1.61% para la comuna 14, 0.84% para la comuna 13 y 8.70% para las comunas 7, 8, 10, 11, 12 y 16, teniendo la prevalencia más alta en la comuna 21.

En cuanto al Cadmio, se encontraron diferencias significativas con la variable realización de actividades relacionadas con exposición a contaminantes, teniendo que la prevalencia de niveles de cadmio en sangre por encima de la norma, fue de 43.24% para las gestantes que realizaron actividades relacionadas con exposición a contaminantes en comparación con las que no realizaron dichas actividades (30.45%)

Además, se encuentra que para todas las variables de auto-reporte de cercanía a fuentes de exposición, incluso en las que no hubo diferencias significativas, sí se encontró de

forma consistente que las que sí estaban cercanas a la fuentes de exposición tenían prevalencias más altas de niveles de plomo y niveles de cadmio por encima de la norma.

Seguidamente, se presentan las diferencias en vulnerabilidad según las variables de posición socioeconómica.

Tabla 8, Vulnerabilidad según variables de posición socioeconómica.

Variables vulnerabilidad	Estrato			p	Etnia		p	
	1	2	3		Afro-colombiano			
		%			Sí	No		
Edad								
18 - 24	65.75	56.46	57.14		60.00	63.21		
25 - 29	22.83	25.85	23.81	0.314*	27.43	21.23	0.317	
30 - 35	11.42	17.69	19.05		12.57	15.57		
Fuentes de exposición cercanas a la vivienda (n= 383)*								
Manipulan baterías, deposito de chatarra o Talleres de ebanistería, soldadura, mecánica, hierro forjado	No	66.82	65.75	75.00	0.712	68.79	65.24	0.463
	Sí	33.18	34.25	25.00		31.21	34.76	
Uso de recipientes de cerámica o barro (n= 385)*								
Para comer o beber, cocinar, guardar alimentos o servir alimentos.	No	95.85	95.92	100.00	1.000*	97.13	95.26	0.346
	Sí	4.15	4.08	0.00		2.87	4.74	
Realización de actividades relacionadas con exposición a contaminantes								
Remodelación/ restauración de vivienda, cerámica, vidrios de color o pintura en muebles	No	78.54	84.35	80.95	0.364*	81.71	80.19	0.704
	Sí	21.46	15.65	19.05		18.29	19.81	
Fuentes de exposición dentro de la vivienda								
Manipula cualquier clase de batería (carro, moto, otra), imprenta, plomería, ebanistería, cerámica o pinturas.	No	53.88	49.66	42.86	0.517	53.71	50.00	0.467
	Sí	46.12	50.34	57.14		46.29	50.00	
Convivir con persona expuesta								
Reciclaje, construcción, fábrica de pinturas, manipule baterías, mecánica, soldadura, plomería, fertilizantes, proyectiles o armas, imprenta, plomadas de pesca, fundición de metales, lijado de pintura, ebanistería, joyería, albañilería.	No	61.64	59.86	57.14	0.889	60.57	60.85	0.956
	Sí	38.36	40.14	42.86		39.43	39.15	
Consumo de tabaco								
Nunca han fumado 0		63.01	62.59	57.14		66.86	58.96	
Exfumadoras1		22.83	17.69	23.81	0.509	14.86	25.94	0.028
Fumadoras2		14.16	19.73	19.05		18.29	15.09	
Consumo de agua sin filtro								
Bebe agua sin filtro	No	6.85	8.84	4.76	0.762	7.43	7.55	0.965
	Sí	93.15	91.16	95.24		92.57	92.45	

* Valor de p, calculado a través de la prueba exacta de Fisher.

En la tabla anterior, se encuentra que el perfil de vulnerabilidad es similar para las gestantes, solo en la variable consumo de tabaco se observan diferencias significativas. La prevalencia de tabaquismo en las gestantes afrocolombianas fue de 18.29% en comparación con las no afrocolombianas (15.09%)

Tabla 9, Vulnerabilidad según variables de posición socioeconómica.

Variables vulnerabilidad	Comuna					p	
	Otras	13	14	15	21		
	%						
Edad							
18 - 24	52.17	57.14	62.90	65.12	66.67	0.457*	
25 - 29	26.09	22.69	24.19	24.81	24.07		
30 - 35	21.74	20.17	12.90	10.08	9.26		
Fuentes de exposición cercanas a la vivienda (n= 383)*							
Manipulan baterías, deposito de chatarra o Talleres de ebanistería, soldadura, mecánica, hierro forjado	No	72.73	69.49	66.13	58.59	79.25	0.080
	Sí	27.27	30.51	33.87	41.41	20.75	
Uso de recipientes de cerámica o barro (n= 385)*							
Para comer o beber, cocinar, guardar alimentos o servir alimentos.	No	95.65	95.76	95.16	96.90	96.23	0.956*
	Sí	4.35	4.24	4.84	3.10	3.77	
Realización de actividades relacionadas con exposición a contaminantes							
Remodelación/ restauración de vivienda, cerámica, vidrios de color o pintura en muebles	No	82.61	78.15	80.65	83.72	79.63	0.854*
	Sí	17.39	21.85	19.35	16.28	20.37	
Fuentes de exposición dentro de la vivienda							
Manipula cualquier clase de batería (carro, moto, otra), imprenta, plomería, ebanistería, cerámica o pinturas.	No	43.48	47.90	50.00	57.36	51.85	0.551
	Sí	56.52	52.10	50.00	42.64	48.15	
Convivir con persona expuesta							
Reciclaje, construcción, fábrica de pinturas, manipule baterías, mecánica, soldadura, plomería, fertilizantes, proyectiles o armas, imprenta, plomadas de pesca, fundición de metales, lijado de pintura, ebanistería, joyería, albañilería.	No	47.83	55.46	62.90	65.12	64.81	0.339
	Sí	52.17	44.54	37.10	34.88	35.19	
Consumo de tabaco							
Nunca han fumado	56.52	63.87	58.06	69.77	50.00	0.366*	
Exfumadoras	26.09	18.49	25.81	17.05	27.78		
Fumadoras	17.39	17.65	16.13	13.18	22.22		
Consumo de agua sin filtro							
Bebe agua sin filtro	No	4.35	10.08	6.45	7.75	3.70	0.707*
	Sí	95.65	89.92	93.55	92.25	96.30	

* Valor de p, calculado a través de la prueba exacta de Fisher.

En la tabla anterior, se encuentra que el perfil de vulnerabilidad es similar para las gestantes, con excepción de la variable fuentes de exposición cercanas a la vivienda, que tuvo una significancia marginal (valor de $p=0.08$). La prevalencia de cercanía a fuentes de exposición cercanas a la vivienda fue de 41.41% en la comuna 15, de 33.87% en la comuna 14, de 30.51% en la comuna 13, de 20.75% en la comuna 21 y de 27.27% en otras comunas (7, 8, 10, 11, 12, y 16), teniendo la prevalencia más alta en la comuna 15.

11.4. Análisis de Correspondencias Múltiple

Se realizó el análisis de correspondencias múltiple (ACM) con el método *joint* por subgrupos de variables según marco teórico. El modelo de variables de posición socioeconómica y plomo obtuvo una inercia total de 27.15%. Dos dimensiones aportaron el 98.1% de la inercia total, la dimensión uno (Dim1) 61.4% y la dimensión dos (Dim2)

36.7%. En este modelo no ingresó cadmio pues sus coordenadas no fueron mayores de 0,4. Los valores de coordenadas y contribuciones por categoría de cada variable de posición socioeconómica se describen en la tabla 10.

Tabla 10, Descripción de las coordenadas por variables de posición socioeconómica y dimensiones

Categorías	Dim 1 (61.4%)		Dim 2 (36.7%)	
	coord	contrib	coord	contrib
Actividad principal realizada durante el último mes				
Estudio + Estudio y trabajo + Desempleada	0.005	0.000	0.631	0.008
Ama de casa	0.034	0.000	-0.121	0.003
Trabajo	-0.159	0.001	0.252	0.003
Estrato socioeconómico				
1	1.017	0.146	0.511	0.037
2	-1.110	0.117	-1.399	0.186
3	-2.785	0.106	4.492	0.274
Comuna				
7+8+10+11+12+16	-3.996	0.238	4.544	0.308
13	-1.543	0.184	-1.405	0.152
14	1.357	0.074	0.351	0.005
15	0.981	0.080	0.182	0.003
21	1.226	0.052	0.328	0.004
Plomo (ug/dl)				
0.0016 – 4.99	-0.022	0.000	-0.057	0.001
≥5 – 16.18	0.481	0.003	1.240	0.017

En la tabla anterior se observa, en la Dim2 la agrupación de las siguientes categorías: plomo alto, Estudio + Estudio y trabajo + Desempleada y estrato 1 y 3. En la Dim 1 queda la variable comuna.

En cuanto al modelo de variables de vulnerabilidad, plomo y cadmio se obtuvo una inercia total de 1.70%. Dos dimensiones aportaron el 91.1% de la inercia total, la dimensión uno (Dim1) 62.0% y la dimensión dos (Dim2) 29.1%. Los valores de coordenadas y contribuciones por categoría de cada variable de vulnerabilidad se describen en la tabla 11.

Tabla 11, Descripción de las coordenadas por variables de vulnerabilidad y dimensiones

Categorías	Dim 1 (62.0%)		Dim 2 (29.1%)	
	coord	contrib	coord	contrib
Edad				
18-24	1.931	0.230	-0.556	0.019
25-29	-0.774	0.014	1.153	0.032
30-35	-6.936	0.696	0.456	0.003
Consumo de tabaco				
Nunca han fumado 0	-0.315	0.006	0.365	0.008
Exfumadoras1	0.370	0.003	-1.220	0.031
Fumadoras2	0.711	0.009	0.156	0.000
Fuentes de exposición cercanas a la vivienda				
No	0.223	0.003	1.057	0.074
Si	-0.445	0.007	-2.106	0.148
Uso de recipientes de cerámica o barro				
No	0.007	0.000	0.260	0.006
Si	-0.165	0.000	-6.316	0.157
Realización actividades relacionadas con exposición a contaminantes				
No	0.245	0.005	0.677	0.037
Si	-1.050	0.021	-2.897	0.159
Fuentes de exposición dentro de la vivienda				
No	-0.061	0.000	-1.276	0.085
Si	0.067	0.000	1.388	0.092
Convivir con persona expuesta				
No	0.136	0.001	0.537	0.017
Si	-0.209	0.002	-0.824	0.027
Consumo de agua sin filtro				
No	0.187	0.000	-2.786	0.059
Si	-0.015	0.000	0.230	0.005
Plomo (ug/dl)				
0.0016 – 4.99	0.011	0.000	0.062	0.000
≥5 – 16.18	-0.240	0.000	-1.332	0.008
Cadmio (ug/dl)				
0.0099 – 0.399	0.111	0.001	0.389	0.010
≥0.4 – 4.266	-0.221	0.002	-0.774	0.020

En la tabla anterior se observa, en la Dim2 la agrupación de las siguientes categorías: exfumadoras, tener fuentes de exposición cercanas a la vivienda, usar recipientes de cerámica o barro, realizar actividades relacionadas con exposición a contaminantes, convivir con persona expuesta, plomo alto y cadmio alto. En la Dim 2 se observan dos grupos, el de 18 a 24 y el de 25 o más.

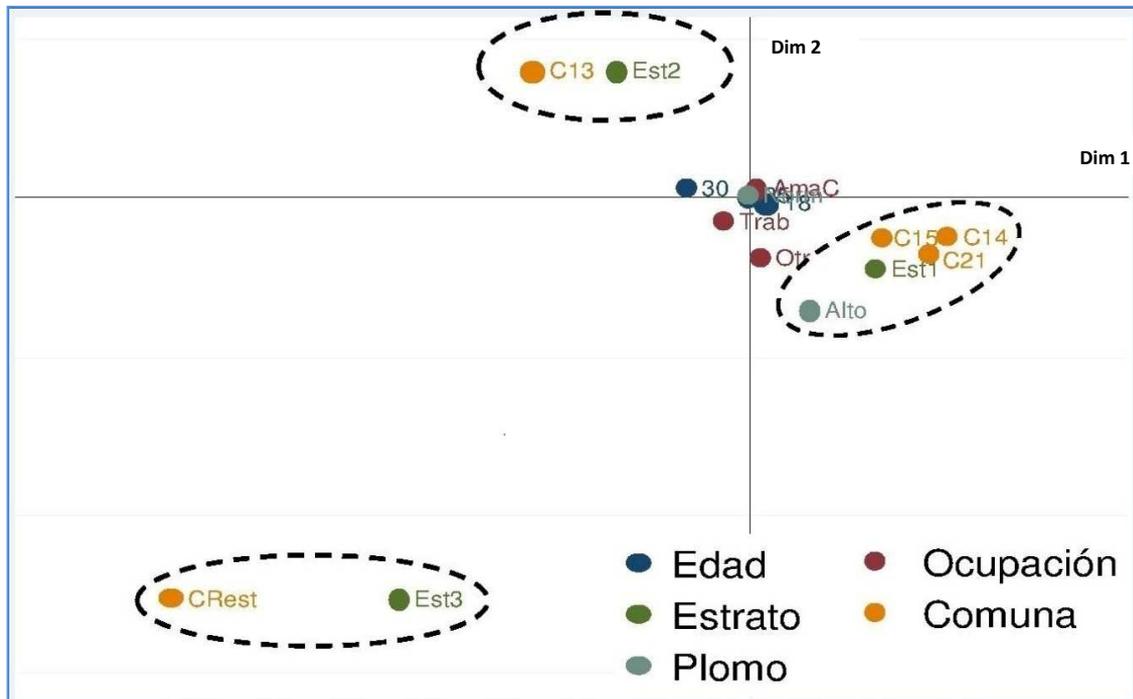
El modelo final que incluyó las variables de posición socioeconómica, las de vulnerabilidad y las de exposición a plomo (cadmio no entró al modelo) obtuvo una inercia total de 19.05%. Dos dimensiones aportaron el 96.3% de la inercia total, la dimensión uno (Dim1) 62.8% y la dimensión dos (Dim2) 33.5%. Los valores de coordenadas y contribuciones por categoría de cada variable se describen en la siguiente tabla.

Tabla 12, Descripción de las coordenadas por variables y dimensiones del modelo final

Categorías	Dim 1 (62.8%)		Dim 2 (33.5%)	
	coord	contrib	coord	contrib
Edad				
18-24	0.129	0.002	-0.053	0.000
25-29	-0.024	0.000	0.042	0.000
30-35	-0.517	0.008	0.157	0.001
Actividad principal realizada durante el último mes				
Estudio + Estudio y trabajo + Desempleada0	0.070	0.000	-0.732	0.009
Ama de casa 1	0.043	0.000	0.133	0.003
Trabajo 2	-0.235	0.002	-0.254	0.002
Estrato socioeconómico				
1	1.017	0.117	-0.591	0.029
2	-1.099	0.092	1.590	0.192
3	-2.866	0.089	-4.994	0.271
Comuna				
7+8+10+11+12+16	-4.736	0.267	-4.978	0.295
13	-1.789	0.197	1.591	0.156
14	1.528	0.075	-0.408	0.005
15	1.165	0.091	-0.223	0.003
21	1.448	0.058	-0.390	0.004
Plomo (ug/dl)				
0.0016 – 4.99	-0.022	0.000	0.064	0.001
≥5 – 16.18	0.472	0.002	-1.394	0.017

En la tabla anterior no se describe la agrupación por dimensiones, se presentan las coordenadas obtenidas en el ACM en un plano cartesiano para encontrar patrones de acuerdo a las agrupaciones. Estos patrones se pueden observar de forma clara en la siguiente grafica.

Grafica 1, Plot de las coordenadas del modelo final



En la grafica anterior se observan tres patrones, el primero de ellos corresponde a las gestantes que tienen niveles de plomo en sangre altos, que pertenecen al estrato 1 y a las comunas 14, 15 y 21, un segundo grupo está conformado por las gestantes que pertenecen al estrato 2 y comuna 13 y un tercer grupo por las gestantes que pertenecen a las comunas 7, 8, 10, 11, 12 y 16 y al estrato 3.

9. DISCUSIÓN

En este estudio se planteó el objetivo general de caracterizar las disparidades en exposición a cadmio y plomo en una población de mujeres gestantes, según posición socioeconómica en el oriente de la ciudad de Cali.

En conclusión se encontró que en la población de mujeres gestantes del oriente de la ciudad de Cali existen disparidades en exposición a plomo, y que dichas disparidades están mediadas por la posición socioeconómica. No se encontraron disparidades en exposición a cadmio.

Otros hallazgos importantes fueron las prevalencias de plomo y cadmio por encima de los valores considerados de riesgo, el 4.4% y el 32.9% de las gestantes tiene niveles de Plomo y cadmio en sangre por encima de la norma respectivamente y el 2.07% tiene niveles en sangre de ambos metales (plomo y cadmio) por encima de la norma. El 25% tiene niveles de plomo por encima de 2.24 ug/dl y 25% tiene niveles de cadmio por encima de 0.53 ug/dl.

También se encontraron prevalencias importantes de vulnerabilidad, tales como, que el 33.16% de las gestantes reporto fuentes de exposiciones cercanas a la vivienda, el 3.90% de las gestantes usaba recipientes de cerámica o barro, el 19.1% de las gestantes había realizado actividades relacionadas con fuentes de exposición, el 48.3% de las gestantes

estuvo en contacto con fuentes de exposición dentro de la vivienda y el 39.3% de las gestantes convivían con persona expuesta a fuentes de plomo y cadmio. Además se encontró que el 10% de las gestantes aun eran adolescentes (18 años).

En este estudio se encontraron prevalencias diferenciales de niveles altos de plomo según variables de posición socioeconómica. En los estratos 3, 1 y 2 las prevalencias de niveles de plomo por encima de la norma fueron 9.5%, 6.4% y 0.68% respectivamente, teniendo la prevalencia más alta en el estrato 3 seguido del estrato 1.

Se encontraron también prevalencias diferenciales de niveles altos de plomo según comuna, estas fueron 9,43% para la comuna 21, 6.2% para la comuna 15, 1.6% para la comuna 14, 0.84% para la comuna 13 y 8.70% para las comunas 7, 8, 10, 11, 12 y 16, teniendo la prevalencia más alta en la comuna 21.

De la misma forma se encontraron prevalencias diferenciales de niveles altos de cadmio según variables de vulnerabilidad. La prevalencia de niveles de cadmio en sangre por encima de la norma, fue de 43.2% para las gestantes que realizaron actividades relacionadas con exposición a contaminantes en comparación con las que no realizaron estas actividades, 30.4%.

Además, cuando se comparan las prevalencias de vulnerabilidad según variables de posición socioeconómica, se encuentran disparidades según la posición socioeconómica. La prevalencia de reporte de fuentes de exposición cercanas a la vivienda fue de 41.4% en la comuna 15, de 33.9% en la comuna 14, de 30.5% en la comuna 13, de 20.7% en la comuna 21 y de 27.3% en otras comunas (7, 8, 10, 11, 12, y 16), teniendo la prevalencia por encima del 30% en las comunas 15, 14 y 13.

Varios autores han planteado que las variaciones amplias de biomarcadores en una población son indicio de disparidades (32,33). En el presente estudio, el plomo y el cadmio en la sangre varían ampliamente, desde concentraciones muy bajas (plomo - 0.0016 ug/dl; cadmio - 0.0099 ug/l) a niveles muy altos (plomo - 16.18 ug/dl; cadmio - 4.27 ug/l) lo que

representó un valor alto en el coeficiente de variación (plomo – 121%; cadmio – 147%), indicando disparidad en la exposición a plomo y cadmio entre las gestantes. Aunque no se encontraron diferenciales de cadmio según posición socioeconómica y vulnerabilidad, la variabilidad del mismo indica la posibilidad una disparidad.

Las prevalencias de niveles de plomo en sangre de este estudio son bajas comparadas con los estudios de Ugwuja (2012) en Abakaliki (Nigeria), Miranda (2010) en Carolina del Norte (Estados Unidos), Suárez (2011) en Estado de México (México) y Astete (2005) en Cerro de Pasco (Perú), quienes reportaron prevalencias altas (entre 10.3% y 88.5%). Aunque las poblaciones de estos estudios también son gestantes, éstas provienen de territorios en donde el riesgo de contacto con plomo es mucho mayor (zona minera organizada y no organizada), hecho que no permite la comparación de los resultados.

En la revisión bibliográfica realizada se encontraron datos de prevalencias de niveles de plomo en población trabajadora, hay pocos datos en población de gestantes en Colombia. Las prevalencias reportadas en trabajadores (61,19%, 60.3%, con niveles mayores a 60 y 70 $\mu\text{g}/\text{dl}$) tampoco son comparables con los resultados de este estudio, debido a que se trata de población más expuesta.

En este estudio no se encontraron prevalencias diferenciales para cadmio según variables de posición socioeconómica. A pesar de realizar los análisis con ambos límites del valor de referencia (0,4 y 1,0 $\mu\text{g}/\text{l}$) no se encontraron prevalencias diferenciales, (datos no mostrados)(34). Se puede decir que es debido a la alta prevalencia de cadmio por encima de la norma (32.90%) encontrada en las gestantes que no se pudo establecer un diferencial para niveles de cadmio según estrato o comuna. Sin embargo se han documentado efectos negativos por cadmio, Morrens (2011) en Bélgica, concluyó que los adolescentes de bajos estratos socioeconómicos presentan alta exposición a cadmio y reportan un peor estado de salud y más diagnósticos de asma.

Otro hallazgo importante es que en el área de estudio se encuentra un perfil de vulnerabilidades que incluye la presencia de gestantes con 18 años de edad (10%) entre la población de estudio, la prevalencia de niveles de plomo y cadmio en sangre por encima de la norma según variables de vulnerabilidad, las prevalencias de vulnerabilidad según variables de posición socioeconómica y las ALTAS prevalencias de cercanía a fuentes de exposición. Lo anterior indica que la exposición simultánea a varios factores de riesgo estaría reforzando los diferentes efectos del mismo nivel de exposición entre los grupos socioeconómicos, mostrando desventajas sociales en cuanto al impacto sobre la equidad en salud y bienestar (22)(26).

Varios autores han planteado que las diferencias en la exposición y vulnerabilidad que ponen en peligro las condiciones de salud están determinadas por el contexto socioeconómico y político (22). Los factores de riesgo ambientales actúan en conjunto y su efecto se aumenta por condiciones sociales y económicas adversas, como la pobreza (16). Teniendo en cuenta esto, en el área de estudio de esta investigación, oriente de la ciudad (mapa 1), convergen las condiciones sociales y económicas, fuentes, potenciales de exposición (Antiguo botadero de Navarro, Canal interceptor sur (CVC), río Cauca, tráfico vehicular, pequeñas industrias) y circunstancias materiales (vivienda, potencial de consumo y el entorno físico de trabajo) que favorecen el contacto de las gestantes con los metales pesados, plomo y cadmio.

Resultados similares a este estudio fueron reportados por Ogunseitán (2007), quien encontró niveles de plomo en sangre significativamente mayores en los niños que vivían en hogares más grandes, señalando que el hacinamiento es un indicador de la predisposición a exposiciones ambientales peligrosas dentro de la vivienda. También se encontró que los niños que viven en construcciones con pisos de cemento pintados mostraron niveles de plomo en sangre de 11,4 mg/dL (\pm 2,6 mg/dL), valor que es más alto que el de los niños que habitan en otros tipos de suelo.

García (2010) en México, encontró diferencias en los riesgos potenciales a la salud por efecto de metales tóxicos (cadmio, cromo, plomo y aluminio) en la población. Tales diferencias son producto de las características de las viviendas, el tipo de combustible usado para cocinar y la eliminación de basura en la localidad. Morrens (2011) en Bélgica, encontró que el sexo, la edad, el tabaquismo y el índice de masa corporal son factores determinantes de la concentración interna de los bifenilos policlorados y estos factores se asocian significativamente con el estrato socioeconómico.

Las prevalencias diferenciales de niveles altos de plomo halladas según variables de posición socioeconómica y los tres patrones encontrados en el ACM, apoyan la hipótesis general planteada desde el paradigma de justicia ambiental y es que las personas en desventaja social están más expuestas a la contaminación del medio ambiente (2,35,36). Las exposiciones ambientales juegan un papel importante en la producción de resultados de salud desfavorables en la población. Este es un grave problema de salud pública ya que muchas personas se encuentran en desventaja desde el momento de la concepción por razones de salud, riqueza u oportunidad (16). Diversos estudios han encontrado este patrón de inequidad, tanto para metales pesados como para otros tipos de contaminantes. Campanella y Mielke (2008) en un estudio realizado en Nueva Orleans, encontraron que entre más se disminuía en las clases económicas, el riesgo de exposición a los niveles más altos de plomo aumenta. (28) Rosado en 2007, encontró que la concentración de arsénico en orina se asoció con el estrato socioeconómico, en el grupo de estrato socioeconómico bajo la concentración de arsénico en orina fue significativamente mayor que en los grupos de estrato socioeconómico medio y alto (27).

Es importante resaltar que aunque las gestantes pertenecen a los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3; y a que en este estudio no se compararon con los estratos 4, 5 y 6, se encuentran disparidades en esta zona de la ciudad, con respecto a la contaminación del medio ambiente y por lo tanto a la exposición potencial. Esto concuerda con lo encontrado por Aelion (2012) en Estados Unidos (29).

Los estudios históricos sobre Cali han descrito que el oriente de la ciudad ha sido una zona en la que se han aproximado olas migratorias del campo a la ciudad, ligadas a factores socioeconómicos y de desplazamiento forzado, con desintegración de las culturas campesinas y la dispersión de los grupos étnicos regionales (afrocolombianos, indígenas y mestizos) desde los departamentos del Valle, Cauca, Nariño, Chocó y Putumayo (suroccidente colombiano), esto sumando a la tasa crecimiento poblacional de la ciudad que aumentó la formación de hogares que demandaban vivienda sobre todo en sectores populares; el interés por la venta de tierras no aptas para la vivienda; la ampliación del conflicto armado en la ciudad; la presencia del negocio ilegal del narcotráfico y la organización de movimientos sociales urbanos, organizaciones ciudadanas y colonias ligadas a la lucha por sus derechos económicos, sociales y culturales. Todo lo anterior dio lugar a un asentamiento en medio de condiciones difíciles para la población: sin trazados viales, sin el diseño de zonas verdes ni comunitarias; sin espacio para la actividad productiva y sin servicios públicos, que años más tarde sería conocido como el Distrito de Aguablanca; un sector de la ciudad, en donde se encuentra el 59.4%, el 46.3% y el 5.8 % de los lados de manzanas de estrato 1, 2 y 3 de la ciudad, respectivamente, y donde por lo tanto se presentan situaciones de exclusión marcadas.(37)

En este sector de la ciudad de Cali es donde este estudio encontró las condiciones que generan un gradiente social de exposición a metales pesados (plomo y cadmio), determinado por las condiciones y situación geográfica de la vivienda y estrato socioeconómico, que genera peores resultados en salud en la población de gestantes con desventajas.

Esta investigación se basó en la teoría de los determinantes sociales de la salud de la comisión de determinantes de la OMS. En esta teoría la estratificación social en la sociedad y la posición socioeconómica individual es generada y reforzada por los factores determinantes estructurales(22). Una posible limitación de este estudio es que aborda

únicamente la posición socioeconómica y no los factores determinantes estructurales subyacentes. Esta ha sido una crítica que se la ha hecho a esta teoría desde la perspectiva de ALAMES (38). En particular, ALAMES considera que los determinantes sociales son una herramienta útil para hacer visibles aquellos aspectos estructurales que promueven la salud en una sociedad y que debe quedar claro que la garantía del derecho a la salud implica cambios estructurales en la forma en que las sociedades organizan la producción y el consumo. Esto significa, la distribución justa de los recursos económicos, el conocimiento y el poder para y entre los pueblos. Por tal motivo ALAMES propone que las investigaciones discutan acerca de los factores determinantes estructurales.

Esta investigación tuvo la limitante en la forma de medir variables de vulnerabilidad, especialmente las de autorreporte de cercanía a fuente de exposición. Esto generó un sesgo de información, ya que en la encuesta la gestante se puede confundir.

Las gestantes se exponen a muchos contaminantes por diversas fuentes, esta exposición pueden involucrar varias contaminantes, es aquí donde el autoreporte de cercanía a fuentes de exposición no es suficiente.

Otra limitante es la carencia de incluir los otros estratos (4, 5, y 6) para realizar comparaciones.

Entre las fortalezas del estudio se encuentran, en primer lugar que el diseño transversal y el análisis de correspondencias múltiple fue adecuado para cumplir el objetivo general de la investigación, permitió caracterizar las disparidades en exposición a plomo y cadmio en la población de mujeres gestantes, según variables de posición socioeconómica en el oriente de la ciudad de Cali.

Otra fortaleza fue hacer uso de la Teoría de Determinantes Sociales de la Salud y del modelo teórico que deriva de ella para estructurar teóricamente las variables del estudio.

La medición de la exposición con biomarcadores permitió obtener conclusiones sobre las disparidades en exposición a plomo y cadmio en la población de gestantes.

10. RECOMENDACIONES EN SALUD PÚBLICA

El propósito de este estudio fue caracterizar las disparidades en exposición a cadmio y plomo en una población de mujeres gestantes, según posición socioeconómica en el oriente de la ciudad de Cali. Los resultados encontrados son útiles para la toma de decisiones debido a que muestra disparidades en exposición a plomo y estas disparidades están mediadas por la posición socioeconómica.

Las recomendaciones para reducir los riesgos de contacto con los metales pesados plomo y cadmio en el oriente de Cali deben estar orientadas:

- Sobre las gestantes: Fortalecer los programas de prevención de manera que puedan identificar vulnerabilidades en las gestantes, detectar precozmente anemia, verificar la condición nutricional, inspeccionar el consumo de agua y alimentos no contaminados, suministrar suplementación nutricional con hierro y ácido fólico para contrarrestar los efectos negativos del plomo y cadmio, facilitar educación para evitar exposición a plomo y cadmio.
- En el ambiente: vigilancia y control periódico de los talleres o lugares donde se manipulan metales pesados de forma irregular y clandestina, monitoreo ambiental para la búsqueda y regulación de las fuentes exposición, y medición de las concentraciones de plomo y cadmio en los ambientes cercanos a las gestantes.
- A los investigadores: dar a conocer los resultados de las investigaciones que se lleven a cabo en relación a la salud y el ambiente para generar espacios de iniciativa ciudadana y participación comunitaria en los procesos de toma de decisiones y soluciones a los problemas ambientales. La educación como alternativa de cambio deberá convertirse en el ámbito preferencial para promover la justicia ambiental.

Para la salud pública a nivel mundial, los resultados de este estudio son muy importantes porque aportan evidencia sobre la existencia de disparidades en la población con desventaja, en cuanto a las exposiciones ambientales.

12. FUTUROS ESTUDIOS

En el estudio de las disparidades en exposición a cadmio y plomo en gestantes, según posición socioeconómica, se considera necesario realizar estudios que involucren los demás estratos y que puedan medir de forma más precisa las variables de vulnerabilidad.

13. CONCLUSIONES

- En la población de mujeres gestantes del oriente de la ciudad de Cali existen disparidades en exposición a plomo, dichas disparidades están mediadas por la posición socioeconómica.
- No se encontraron disparidades en exposición a cadmio.
- Las prevalencias diferenciales de niveles altos de plomo halladas según variables de posición socioeconómica y los tres patrones encontrados en el ACM, apoyan la hipótesis general planteada desde el paradigma de justicia ambiental y es que las personas en desventaja social están más expuestas a la contaminación del medio ambiente.
- Los resultados de este estudio no son comparables con otros estudios encontrados debido a las diferencias en exposición, las poblaciones de estos estudios provienen de territorios en donde el riesgo de contacto con plomo es mucho mayor.
- En este sector de la ciudad de Cali se ha generado un gradiente social de exposición a metales pesados (plomo y cadmio) determinado por las condiciones y situación geográfica de la vivienda y estrato socioeconómico.
- El gradiente social de exposición a metales pesados (plomo y cadmio) produce peores resultados en salud en la población de gestantes con desventajas.

14. BIBLIOGRAFÍA

1. Charles Lee. Environmental justice: building a unified vision of health and the environment. 2002;110:141-4.
2. Mosquera B. Janeth, Cuartas Daniel. Justicia ambiental: una perspectiva latinoamericana, Pensando una Agenda de Investigación en Salud Ambiental para Latinoamérica: Compartamos Un Sur. Barcelona, España; 2011.
3. Gee GC, Payne-Sturges DC. Environmental Health Disparities: A Framework Integrating Psychosocial and Environmental Concepts. Environmental Health Perspectives. 16 de agosto de 2004;112(17):1645-53.
4. Sexton K, Linder SH. The Role of Cumulative Risk Assessment in Decisions about Environmental Justice. International Journal of Environmental Research and Public Health. 18 de noviembre de 2010;7(11):4037-49.
5. Ogunseitan OA, Smith TR. Social and ecological mediators of environmental Lead exposure in Nigeria. African Journal of Environmental Science and Technology. 2007;1(3):053-8.
6. Morrens B, Bruckers L, Hond ED, Nelen V, Schoeters G, Baeyens W, et al. Social distribution of internal exposure to environmental pollution in Flemish adolescents. International Journal of Hygiene and Environmental Health. julio de 2012;215(4):474-81.
7. Monks Sheets WS. Afectaciones a la Salud por Efecto de Metales Tóxicos en la Población de Xochitlán, Hidalgo, México. [citado 18 de octubre de 2012]; Recuperado a partir de: <http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/producto.php?producto=1182>
8. Chakraborty J, Zandbergen PA. Children at risk: measuring racial/ethnic disparities in potential exposure to air pollution at school and home. Journal of Epidemiology & Community Health. 1 de diciembre de 2007;61(12):1074-9.
9. WHO | The environment and health for children and their mothers [Internet]. [citado 16 de febrero de 2012]. Recuperado a partir de: <http://www.who.int/ceh/publications/factsheets/fs284/en/>
10. Children in the New Millennium: Environmental Impact on Health [Internet]. [citado 16 de febrero de 2012]. Recuperado a partir de: <http://www.unep.org/ceh/main01.html>

11. Cuartas DE, Ariza Y, Pachajoa H, Méndez F. Análisis de la distribución espacial y temporal de los defectos congénitos registrados entre 2004 y 2008 en un hospital de tercer nivel en Cali, Colombia; Analysis of the spatial and temporal distribution of birth defects between 2004-2008 at a third-level hospital in Cali, Colombia. *Colomb méd.* 2011;42(1):9-16.
12. Cossío Torres P, Domínguez Cortinas G, Hernández Cruz MT, Morales Villegas R, Van Brussel E, Díaz-Barriga Martínez F. Chicos y pibes, propuestas innovadoras para la atención de la salud ambiental infantil en América Latina. *Acta toxicológica argentina.* 2011;19(1):5-15.
13. Vásquez A, Salgado M. Desigualdades socioeconómicas y distribución inequitativa de los riesgos ambientales en las comunas de Peñalolén y San Pedro de la Paz: Una perspectiva de justicia ambiental. *Revista de Geografía Norte Grande.* 2009;(43):95-110.
14. Pachajoa H, Ariza Y, Isaza C, Méndez F. Major birth defects in a third-level hospital in Cali, Colombia, 2004-2008. *Revista de Salud Pública.* 2011;13(1):152-62.
15. Christianson A, Howson C, Modell B. March of Dimes global report on birth defects | Mission | Global Programs | March of Dimes [Internet]. www.marchofdimes.com. 2006 [citado 4 de junio de 2012]. Recuperado a partir de: http://www.marchofdimes.com/mission/globalprograms_birthdefectsreport.html#
16. Louis GB. Principles for evaluating health risks in children associated with exposure to chemicals. WHO; 2006.
17. Exposure analysis. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis; 2007.
18. Departamento Administrativo de Planeacion - Municipio de Santiago de Cali [Internet]. 2011 [citado 5 de junio de 2012]. Recuperado a partir de: <http://planeacion.cali.gov.co/dapweb/index.asp>
19. YOSETH JESUALDO ARIZA ARAÚJO. Caracterización de las principales prácticas asociadas a exposiciones ambientales consideradas de riesgo para la ocurrencia de defectos congénitos entre las mujeres de 15 a 34 años de la comuna 14 en la ciudad de Cali. [Santiago de Cali]: Universidad del Valle; 2011.
20. WHO | Social determinants of health [Internet]. [citado 29 de febrero de 2012]. Recuperado a partir de: http://www.who.int/social_determinants/en/
21. Tabacinic KR, World Health Organization., Comisión sobre Determinantes Sociales de la Salud. Subsanan las desigualdades en una generación alcanzar la equidad sanitaria

actuando sobre los determinantes sociales de la salud [Internet]. Buenos Aires: Organización Mundial de la Salud; 2009 [citado 29 de febrero de 2012]. Recuperado a partir de: <http://public.eblib.com/EBLPublic/PublicView.do?ptiID=579108>

22. World Health Organization. FIM, Comisión sobre Determinantes Sociales de la Salud. RS. A Conceptual Framework for Action on the Social Determinants of Health. Documento de debate para la Comisión sobre Determinantes Sociales de la Salud. 2007;11(6):671-84.
23. Blas E, Kurup AS, World Health Organization. Equity, social determinants, and public health programmes. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2010.
24. Whitehead M, Dahlgren G. Concepts and principles for tackling social inequalities in health: Levelling up Part 1. World Health Organization; 2006.
25. Wilkinson RG, Marmot MG, World Health Organization, Regional Office for Europe, WHO Healthy Cities Project, WHO International Centre for Health and Society. The solid facts. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe; 2003.
26. Whitehead M, Dahlgren G. European strategies for tackling social inequities in health: Levelling up Part 2. World Health Organization; 2006.
27. Rosado JL, Ronquillo D, Kordas K, Rojas O, Alatorre J, Lopez P, et al. Arsenic Exposure and Cognitive Performance in Mexican Schoolchildren. *Environmental Health Perspectives*. 22 de mayo de 2007;115(9):1371-5.
28. Campanella R, Mielke HW. Human geography of New Orleans' high-lead geochemical setting. *Environmental Geochemistry and Health*. 18 de junio de 2008;30(6):531-40.
29. Aelion CM, Davis HT, Lawson AB, Cai B, McDermott S. Associations of estimated residential soil arsenic and lead concentrations and community-level environmental measures with mother-child health conditions in South Carolina. *Health & Place*. julio de 2012;18(4):774-81.
30. «US EPA, OP, National Center for Environmental Economics» (último). *America's Children and the Environment, Third Edition - ACE3_2013.pdf* [Internet]. 2013 [citado 22 de junio de 2013]. Recuperado a partir de: http://www.epa.gov/opeedweb/children/pdfs/ACE3_2013.pdf
31. UNITED NATIONS, ENVIRONMENT PROGRAMME, Chemicals Branch, DTIE. Final review of scientific information on cadmium [Internet]. 2010 [citado 6 de julio de 2013].

Recuperado a partir de:

http://www.unep.org/hazardoussubstances/Portals/9/Lead_Cadmium/docs/Interim_reviews/UNEP_GC26_INF_11_Add_2_Final_UNEP_Cadmium_review_and_appendix_Dec_2010.pdf

32. Ugwuja EI, Ibiam UA, Ejikeme BN, Obuna JA, Agbafor KN. Blood Pb Levels in pregnant Nigerian women in Abakaliki, South-Eastern Nigeria. *Environmental Monitoring and Assessment*. 23 de agosto de 2012;185(5):3795-801.
33. Department of Biological Sciences, University of Agriculture, NGA, Department of Environmental Management and Toxicology, University of Agriculture, NGA, Department of Chemical Sciences, University of Agriculture, NGA, O A, T A, A OD, et al. Lead levels in blood and urine of some residents of Abeokuta, Nigeria. *Trace elements and electrolytes*. 2002;19(2):63-9.
34. Kriebel D, Tickner J, Epstein P, Lemons J, Levins R, Loechler EL, et al. The precautionary principle in environmental science. *Environmental health perspectives*. 2001;109(9):871.
35. Pacheco T. Desigualdad, injusticia ambiental y racismo una lucha que trasciende el color de la piel.pdf [Internet]. *Revista de la Universidad Bolivariana*; 2007. Recuperado a partir de: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=30501619>.
36. Justicia ambiental | Proteja su Salud | US EPA [Internet]. [citado 6 de septiembre de 2012]. Recuperado a partir de: <http://www.epa.gov/espanol/saludhispana/justicia.html>
37. De Cali D de A. Mundos populares entre el desplazamiento y el poblamiento. Aceptada en el Índice Nacional de Publicaciones Seriadas, Científicas y Tecnológicas Colombianas Incluida en: Índices bibliográficos: Publindex, Redalyc Bases bibliográficas: Clase, e-revistas, Fuente académica. 2012;13.
38. Arellano OL, Escudero JC, Camona LD. Social Determinants of Health: Perspective of the ALAMES Social Determinants Working Group. *Social Medicine*. 2008;3(4):253-64.
39. Montoya Q, Diana M, Olaya F, Carvajal S, Yuli V, Echevarría Q, et al. Epidemiología y la relación salud-ambiente: reflexiones sobre el cambio ambiental, desarrollo sustentable y salud poblacional. *Facultad Nacional de Salud Pública: El escenario para la salud pública desde la ciencia*. 2009;27(2):211-7.