



Fecha de presentación del Informe: Día  Mes  Año

### Datos generales del Proyecto

| Código del proyecto: 051682  |                             |                                 |                                 |
|--|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Título del proyecto: <b>EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN EL CRECIMIENTO FÍSICO INFANTIL Y SALUD RESPIRATORIA EN UNA COHORTE DE NIÑOS ENTRE 0 Y 2 AÑOS EN LA CIUDAD DE CALLI, PROYECTO CRECE</b> |                             |                                 |                                 |
| Facultad o Instituto Académico: Facultad de salud  |                             |                                 |                                 |
| Departamento o Escuela: Escuela de salud pública   |                             |                                 |                                 |
| Grupo (s) de investigación: Grupo de epidemiología y salud poblacional   |                             |                                 |                                 |
| Investigadores <sup>1</sup>  | Nombre                      | Tiempo asignado                 | Tiempo dedicado                 |
| Investigador Principal   | Fabián Méndez               | 6 horas semanales por 12 meses  | 6 horas semanales por 18 meses  |
|  |                             |                                 |                                 |
| Coinvestigadores   | Diana María Caicedo Borrero | 6 horas semanales por 12 meses  | 6 horas semanales por 18 meses  |
|  | Paola Andrea Filigrana      | 3 horas semanales por 7 meses   | 3 horas semanales por 13 meses  |
|  | Juan Pablo Silva            | 1 hora semanal por 5 meses      | 1 hora semanal por 5 meses      |
| Otros participantes  | Deisy Narvaez,              | 40 horas semanales por 12 meses | 40 horas semanales por 18 meses |

00

<sup>1</sup> Todas las personas relacionadas en el informe y que participen en el proyecto deben haber suscrito el acta de propiedad intelectual de acuerdo con los formatos establecidos.



## 1. Resumen ejecutivo:

**Antecedentes:** Los niños son una de las poblaciones más vulnerables a los contaminantes ambientales durante las primeras etapas del desarrollo fetal y postnatal, porque estos periodos son ventanas críticas para el crecimiento y la maduración de los sistemas de órganos. La exposición de estas etapas puede causar alteraciones estructurales o funcionales, temporales o permanentes, que pueden tener consecuencias para la salud a medio y largo plazo. La exposición a metales pesados durante el desarrollo fetal es un determinante de la salud perinatal e infantil. En Cali, en un estudio de seguimiento en mujeres embarazadas en el oriente de Cali (Cohorte gestantes y Medio Ambiente: " GEMA ") han documentado a través de biomarcadores de exposición prenatal plomo (Pb) y cadmio (Cd) **en las madres y efectos en el crecimiento fetal, específicamente en el bajo peso al nacer**. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la exposición perinatal e infantil a contaminantes ambientales en el crecimiento físico y la salud respiratoria de una cohorte de niños de 0-2 años en la ciudad de Cali.

**Métodos:** Estudio de cohorte. 157 niños fueron ingresados, hijos de madres participantes de la cohorte GEMA, que son mujeres residentes en el distrito de Aguablanca en Cali. Medimos Pb y Cd **en el plasma sanguíneo de las madres durante el primer y tercer trimestre del embarazo y en la sangre del cordón umbilical en el momento del parto**. El seguimiento incluyó: encuestas para caracterizar los comportamientos de riesgo y hábitos de las madres, sus parejas e hijos y la medición del peso y la estatura de los niños cada 12 meses. Adicionalmente, se utilizaron cuestionarios de **exposición para identificar las fuentes intradomiciliarias y peridomiciliar de material particulado**, moho y solventes, además, se realizó un inventario de fuentes móviles para estimar las emisiones atmosféricas de los vehículos de motor en las tres partes del distrito. Finalmente, se identificó mediante encuestas síntomas respiratorios leves y graves.

**Resultados:** Al nacer la mediana de plomo en la sangre del cordón umbilical fue 1.7ug/dl (**<Límite de detección (LD) - 12.6ug/dl**) y de cadmio fue 0.3ug / l (**<LD -2.8ug/l**). Las concentraciones de plomo en la sangre materna fueron predictores de los niveles de plomo en la sangre del cordón umbilical, además, **exposiciones paraocupacionales** durante la etapa prenatal fueron predictores de los niveles de plomo y cadmio en sangre de cordón umbilical ( $p < 0,05$ ). Un incremento de un 1ug/dl de plomo en sangre materna durante el primer trimestre se asoció con la disminución de 430 gr, en el peso del niño a los 12 meses de edad ( $p: 0,004$ ). Se encontró una alta prevalencia de síntomas respiratorios y de hospitalizaciones por enfermedades respiratorias en los niños de la cohorte, **en particular síntomas del tracto respiratorio superior** y los relacionados con asma. **No se encontró asociación entre la presencia de síntomas de enfermedad respiratoria y la exposición al tráfico medido por auto-reporte**.

**Conclusiones:** Los bebés de madres expuestas paraocupacionalmente en el suroriente de Cali están expuestos a metales pesados. Además, se sugiere un efecto de la exposición al plomo en el peso del niño. **El crecimiento físico del niño puede ser afectado desde etapas tempranas de la vida**. Por otro lado, consistentemente se evidencia la asociación entre los síntomas de las



enfermedades respiratorias y factores sociodemográficos [y condiciones de las viviendas](#).

## Abstract

**Background:** Children is one of the most vulnerable populations to environmental pollutants during early stages of fetal and postnatal development because these are critical windows for growth and maturation of organ systems. The exposure in these stages may cause structural or functional, temporary or permanent alterations that may have health consequences in the medium and long term. Exposure to metals heavy during fetal development is one determinant of perinatal and child health. In Cali, in a follow-up study in pregnant women in the East of Cali (Cohorte Gestantes y Medio Ambiente:"GEMA") have documented through biomarkers prenatal exposure to lead (Pb) and cadmium (Cd) in mothers and effects in fetal growth as low birth weight. The objective of this study was to assess the effect of perinatal and infant exposure to environmental contaminants in the physical growth and the respiratory health of a cohort of children from 0-2 years in the city of Cali.

**Methods:** Cohort study. 157 children were enrolled. We measured Pb and Cd in maternal plasma whole blood during trimester first and third in pregnant women and we measured umbilical cord blood at delivery. Follow-up included: Surveys were used to characterize risk behaviors and habits of mothers, their partners and children. Finally, we measured weight and height of children every 12 months. Exposure questionnaires were used to identify and peridomiciliar intradomiciliary sources of particulate, rust and solvent material. In addition, an inventory of mobile source was performed to estimate air emissions from motor vehicles in three parts of the district. Physical measurements of children, weight, length, head and abdominal circumference were performed. While surveys by the occurrence of mild and severe respiratory symptoms was identified.

**Results:** At birth the median of lead in umbilical cord blood was 1.7ug/dl ([< Detection Limit \(DL\)-12.6](#)) and the cadmium was 0.3ug/l (<DL-2.8). Maternal blood lead concentrations were predictors of levels of lead in umbilical cord blood, additionally, paraoccupational exposures during prenatal stage were predictors of lead and cadmium levels in umbilical cord blood levels ( $p<0,05$ ). A high prevalence of respiratory symptoms and hospitalization for respiratory illness in children in the cohort was found. A high prevalence of respiratory symptoms and hospitalization for respiratory diseases in children in the cohort. No association between the presence of symptoms of respiratory disease and exposure to such traffic measured by self-report was found.

**Conclusions:** Infants of mothers paraoccupationally exposed from the East of Cali are exposed to heavy metals and suggest that the effect of exposure to lead on the child's physical growth early remain. Consistent association was found between symptoms of respiratory disease and sociodemographic factors housing conditions



## 2. Síntesis del proyecto:

La población infantil es una de las más vulnerables a los contaminantes del ambiente durante las etapas del desarrollo fetal y postnatal temprano debido a que éstas son ventanas críticas del crecimiento y de la maduración de órganos y sistemas. La exposición a contaminantes en estas etapas puede conducir a alteraciones estructurales o funcionales, transitorias o permanentes que pueden tener consecuencias para la salud a mediano y a largo plazo. [El Grupo de Epidemiología y Salud Poblacional \(GESP\)](#) ha realizado estudios para determinar los efectos de la contaminación ambiental en la salud de poblaciones vulnerables (mujeres embarazadas, recién nacidos, niños y ancianos). Específicamente, en un estudio de seguimiento en embarazadas del oriente de Cali, (cohorte Gestantes y Medio Ambiente: "GEMA"), diseñado para evaluar efectos perinatales debidos a exposiciones ambientales, hemos documentado mediante biomarcadores la exposición prenatal a Pb y Cd. Este estudio se propone como continuación a esta cohorte prospectiva de mujeres embarazadas incluir los nacidos de estas mujeres e identificar los efectos de la exposición prenatal en el crecimiento y en la salud respiratoria.

**Objetivo general:** Evaluar el efecto de la exposición perinatal e infantil a contaminantes ambientales en el crecimiento físico y en la salud respiratoria de una cohorte de niños de 0 a 2 años en la ciudad de Cali.

### Objetivos específicos

1. Caracterizar la exposición perinatal e infantil a cadmio y plomo en una cohorte de niños de 0 a 2 años.
2. Caracterizar la exposición a fuentes de contaminación atmosférica en una cohorte de niños de 0 a 2 años.
3. Evaluar el efecto de la exposición a cadmio y plomo en el crecimiento físico infantil en una cohorte de niños de 0 a 2 años.
4. Evaluar los efectos de la exposición a fuentes de contaminación atmosférica en la salud respiratoria en una cohorte de niños de 0 a 2 años.

### Metodología

**Tipo de estudio:** estudio de cohortes prospectiva con seguimiento a los niños de las mujeres de la cohorte GEMA, desde el momento del parto hasta los 2 primeros años de vida, con el fin de evaluar los efectos en el crecimiento físico infantil debidos a la exposición ambiental pre y post-natal a metales pesados y en la salud respiratoria debido a la contaminación atmosférica.

**Área y población a estudio:** El estudio se realizó en la zona sur-oriental de la ciudad de Santiago de Cali, principalmente en las comunas 13, 14, 15 y 21 área conocida como Distrito de Agua Blanca, que limita al oriente con el río Cauca y se encuentra próxima al antiguo botadero a cielo abierto de Navarro (BN). Estas comunas albergan el 29,7 % de la población de la ciudad. El Distrito de Agua Blanca es un área de asentamientos de inmigrantes afrodescendientes de las zonas costeras del pacífico colombiano con población en estratos socioeconómicos del 1-3. La población de estudio estuvo constituida por niños de todas las razas y estratos socioeconómicos que fueran hijos de las mujeres de la cohorte GEMA (mujeres entre 18 y 35 años de edad al

momento de la concepción).

**Descripción de la captación y el seguimiento:** Para la captación de los recién nacidos se invitó a la madre participar en el estudio en el momento de la visita del parto o por vía telefónica, luego los padres fueron visitados en sus residencias para formalizar la firma del consentimiento informado. Se capturaron a los recién nacidos vivos con edad gestacional mayor a 28 semanas en el momento del nacimiento, sin defectos congénitos mayores y sin ningún otro tipo de enfermedad sistémica severa que afecte el crecimiento o el desarrollo neurológico, que tenían la intención de permanecer en el área de estudio hasta los dos años de edad del niño y que aceptaran participar mediante consentimiento informado firmado por los padres. La cohorte fue fija y durante el seguimiento se recolectó información cada 6 meses sobre comportamientos de exposición, características sociodemográficas, dieta, y síntomas respiratorios y cada 12 meses realizaron mediciones antropométricas.

**Evaluación de la exposición a metales pesados:** Para esta evaluación se disponía de información preliminar de la Cohorte GEMA relacionada con niveles sanguíneos de plomo y cadmio en sangre materna (1er y 3er trimestre) y de cordón umbilical (parto). El análisis se había realizado bajo la técnica de espectrometría de absorción atómica con horno de grafito modificada y estandarizada, en un laboratorio certificado (Laboratorio de toxicología e higiene Positiva Seguros). Las unidades de medida de Pb fueron ug/dl y de Cd fueron ug/l y los límites de detección (LD) de la prueba fueron 0,0023Ug/dl para Pb y 0.014ug/l para Cd. Además, se dispone de información sobre comportamientos y hábitos de consumo que se relacionen con la exposición a Pb y Cd durante el periodo prenatal.

**Evaluación de la exposición a contaminación atmosférica:** Se aplicaron cuestionarios de exposición para identificar fuentes intradomiciliarias y peridomiciliarias de material particulado, moho y solventes. Adicionalmente, se realizó un inventario de fuentes móviles (información de actividad vehicular, distribución de la flota, velocidad de cada flota, condiciones de la localidad, características del combustible y patrones de conducción) para estimar emisiones atmosféricas de vehículos motorizados en tres puntos del distrito (Nuevo latir, Decepaz, Amanecer).

**Evaluación de los eventos:** Se realizaron mediciones físicas de los niños, peso, talla, perímetro cefálico y abdominal. Se contó además de las mediciones biométricas del recién nacido. Mientras que mediante encuestas se identificó la ocurrencia de síntomas respiratorios leves y graves.

**Plan de análisis:** Se realizó un análisis exploratorio de todas las variables, se reportan frecuencias relativas para las variables categóricas y medias de tendencia central para las variables cuantitativas de acuerdo a si tienen o no una distribución normal. Se estimó la distribución de la población de acuerdo a las categorías de riesgo de exposición a Pb y Cd. Para Pb se estableció  $\geq 5\text{ug/dl}$  y para Cd  $\geq 1\text{ug/l}$ . Se realizó una correlación de Pearson entre los niveles de Pb y Cd en sangre materna y los niveles en sangre de cordón umbilical. Se analizó mediante regresión lineal, los factores ambientales relacionados con la presencia de niveles de Pb y Cd en sangre de cordón umbilical, el modelo se ajustó por el hábito de fumar de la madre, el consumo de zinc, hierro y calcio por parte de la madre. Se estimó la mediana de las medidas antropométrica y la distribución relativa de los z scores de las medidas antropométricas durante el seguimiento. Mediante regresión lineal se determinó el efecto de los contaminantes en el peso, talla y perímetro cefálico a los 12 y 24 meses de edad de los niños, los modelos se ajustaron por



dieta, exposición pasiva al tabaco, estrato socioeconómico.

En cuanto al análisis de la exposición a tráfico vehicular, mediante la aplicación del modelo Inventario de Emisiones Vehiculares se estimaron la frecuencia por tipo de vehículo, el flujo de vehículos por hora y las emisiones atmosféricas de vehículos motorizados en cuanto a material particulado (PM<sub>10</sub>). Con la aplicación del modelo ISCST3 se simuló la dispersión de PM<sub>10</sub> representando las vías en la zona de estudio como fuentes de área elongadas. En cuanto la salud respiratoria se estimó las frecuencias de los síntomas individuales y agrupados por la presencia de uno o más síntomas respiratorios en el último mes, síntomas de vías respiratorias superiores, síntomas asmáticos y síntomas de infección respiratoria aguda. En relación a los factores asociados a la ocurrencia de síntomas respiratorios en los niños de la cohorte se construyeron modelos de regresión logística

## **Resultados Obtenidos**

### **Captación y seguimiento**

La captación y el seguimiento se realizaron entre septiembre de 2011 y marzo de 2013. De un total de 350 niños hijos de la cohorte GEMA, sólo 225 fueron evaluados para elegibilidad, no fue posible contactar a 125 madres, 34 no cumplían los criterios de inclusión y 34 rechazaron participar en el proyecto. Finalmente fueron incluidos 157 niños, (Anexo 1). En relación al seguimiento, se tuvo 27 niños como pérdida del seguimiento para las mediciones antropométricas y 6 para la identificación de síntomas respiratorios.

### **Características de la población a estudio**

En cuanto a la población de estudio se encontraron importantes características que muestran la condición social y económica de las familias en el oriente de Cali. Específicamente, más del 8% de los niños sin afiliación a seguridad social en salud, casi el 60% residentes de barrios de ESE 1, más del 60% de las madres se dedican al hogar sin recibir alguna remuneración, y cerca de una cuarta parte vive con menos de un salario mínimo mensualmente. Estas condiciones también se reflejan en algunas de las características de la vivienda como los materiales de construcción del piso las paredes y el techo y el uso de petróleo y gasolina para cocinar, entre otros (Anexo 2. Tablas 7 y 8). Por otro lado, en la caracterización de la exposición a metales se encontró que menos del 10% de los niños se expusieron a actividades de remodelación de las viviendas y conviven con personas que trabajan en construcción o manejando armas. Dentro de los hábitos de llevar objetos inanimados a la boca (pica) en los niños se encontró que los objetos más frecuentes eran los juguetes, revistas y tierra (>20%) (Anexo 1. Tabla 2). Adicionalmente se encontró una alta prevalencia de inicio temprano de la alimentación complementaria y durante el seguimiento un bajo consumo de frutas y verduras y para el segundo año alto consumo de golosinas y azúcares (Anexo 1. Tabla 3).

### **Caracterización de la exposición perinatal e infantil a cadmio y plomo**

A partir de la información de niveles sanguíneos de plomo y cadmio en las gestantes de la



cohorte GEMA, se encontró que el 75% de las madres de los niños de la cohorte presentaron niveles de estos metales en sangre en el primer trimestre de la gestación y 50% en el tercero. Los rangos de las concentraciones de Pb estuvieron entre <LD y 16,1 ug/dl para el primer trimestre y 27,9 ug/dl en el tercer trimestre, siendo la mediana de 1,5 y 0,6 ug/dl respectivamente (Anexo 1. Tabla 1). Los rangos de las concentraciones de Cd identificadas estuvieron entre <LD y 4,2 ug/l para el primer trimestre y 7.1 ug/l en el tercer trimestre. Las medianas de las concentraciones fueron de 0.1 y 0.02 en el primero y el tercer trimestre respectivamente (Anexo1, Tabla1). Los rangos de las concentraciones de Pb en cordón umbilical identificadas estuvieron entre <LD y 12,6 ug/dl y para Cd entre <LD y 2.8 ug/l, las medianas de las concentraciones fue de 1.7ug/dl y 0.3 ug/l respectivamente. (Anexo1, Tabla 4). En cuanto a la distribución de la población por categorías de riesgo para la salud perinatal (5ug/dl) para Pb y en el caso del Cd según el límite superior del valor de referencia en población general (1ug/l), se encontró que 1,9% de la población de recién nacidos presentaron valores de riesgo para plomo y 3,2% para cadmio (Anexo 1. Tabla 5).

Se encontró que los niveles de plomo en sangre de cordón umbilical se correlacionaron de manera significativa con los niveles de plomo en sangre materna del primer trimestre ( $r:0,51$ ; IC95% 0,04-1,45;  $p<0,001$ ) mientras que los niveles de cadmio en sangre de cordón umbilical tuvieron una correlación sólo de  $r:0,04$  y no fue significativa  $p: 0,701$ ). (Anexo 1. Tabla 6). Adicionalmente, la presencia de niveles de plomo en cordón umbilical se relacionó con los niveles de plomo en sangre materna ( $\beta: 0,31\text{ug/dl}$ ;  $p: 0,002$ ), con el convivir con alguien que trabaja en soldadura o plomería ( $\beta: 0,68\text{ug/dl}$ ;  $p: 0,003$ ) y con el convivir con alguien que trabaje con armas ( $\beta: 0,25\text{ug/dl}$ ;  $p: 0,015$ ). Por otro lado, se encontró que la presencia de niveles de cadmio en cordón umbilical se relacionó con el convivir con alguien que trabaja en soldadura o plomería ( $\beta: 0,12\text{ug/d}$ ;  $p: 0,003$ ) y con convivir con alguien que trabaja con pinturas ( $\beta: 0,24\text{ug/d}$ ;  $p:0,04$ ), después de ajustar por hábito de pica, hábito de fumar de los padres, consumo de micronutrientes, manipulación de baterías y otras exposiciones paraocupacionales. (Anexo 1. Tabla 7)

### **Evaluación del efecto de la exposición a cadmio y plomo en el crecimiento físico infantil**

La mediana del peso de las niñas recién nacidas fue de 3,3 kilos (rango: 2,4 - 4,1 k) y 3,2 kilos en los niños (2,4 - 4,2); a los 12 meses la mediana fue de 9,6 kilos (6,4 -13,8) en las niñas y 9,9 kilos (8,2-12,0) en los niños. A los 18 meses de edad, la mediana de peso fue de 11,6 kilos (9,2 -14,0) en niñas y de 11,0 kilos (9,2-14,3) en los niños. Al final del seguimiento a los 24 meses, en niñas la mediana fue de 12,3 kilos (10,0 – 14,8) y en los niños fue de 13,7 kilos (11,6-15,5). Se encontró una diferencia significativa en el peso entre niñas y niños de la cohorte a los 24 meses de edad ( $p: 0,002$ ). La mediana de la talla al momento del nacimiento fue en las niñas de 50 cm (rango: 45,0 – 54,0) y en los niños de 49,8 cm (43,0-53,0). A los 12 meses de edad, la mediana en las niñas fue de 73,8 cm (69,0 – 82,2) y en los niños de 78,0 cm (72,0 – 86,3). A los 18 meses de edad la mediana fue de 82,5 cm (77,5 -87,3) en las niñas y 81,3 cm (76,8-94,5). A los 24 meses, la mediana fue de 86,3 cm (80,3–95,1) en las niñas y de 89,8 cm (81,6-94,3) en los niños. Encontrándose diferencias significativas en la talla a los 12 meses y 24 meses entre niños y niñas. La mediana del perímetro cefálico al nacimiento en las niñas fue de 34 cm (rango: 32,0-36,5 cm)

y en los niños 34,3 cm (31,0 -36,5), a los 12 meses fue de 45,2 cm (35,0-49,0) en las niñas y de 45,0 cm (43,0-48,6) en los niños. A los 18 meses la mediana fue de 45,8 cm (43,0-48,6) en niñas y de 46,5 cm (43,5-50,1) en los niños y a los 24 meses fue de 46,4 cm (43,6-52,3) en las niñas y de 47,0 cm (44,2-52,4) en los niños, no se encontraron diferencias significativas por sexo (Anexo 1. Tabla 8).

Se encontró que entre un 50 y 80% de la población, tanto niñas como niños, se encontraba dentro de los rangos normales de peso, talla y perímetro cefálico según la edad en cualquier momento del seguimiento, de acuerdo a las tablas de crecimiento de la OMS. Es de resaltar que, en cuanto al peso, menos del 10% de la población a estudio presentaban un peso por debajo de 1 o 2 desviaciones estándar respecto a la media, sin embargo, en cuanto a la talla y al perímetro cefálico, se encontró que aproximadamente un 25% de las niñas se encontraban por debajo de 1 o 2 desviaciones estándar a los 24 meses (Anexo 1. Tabla 9).

Al evaluar los efectos en el crecimiento físico, se encontró una asociación entre los niveles de plomo en sangre materna durante el primer trimestre de la gestación y el peso del niño a los 12 meses de vida. Por cada ug/dl de plomo en sangre materna del primer trimestre disminuyen 430 gr del peso del niño a los 12 meses de edad (IC95%: -0,73; -0,14; p: 0,004). Se sugiere, además, una disminución en la talla de los niños de la cohorte en 65 mm a los 12 meses (IC95%: -1.42; 0,12. p: 0,097) (Anexo 1. Tabla 10). Adicionalmente, se sugiere que por cada ug/dl de exposición a plomo en sangre de cordón umbilical se presenta una disminución de 60 gr en el peso a los 12 meses de edad, (IC95%: -0.43; 0,30. p: 0,127) y de 30gr a los 24 meses de edad ((IC95%: -0.45; 0,53. p: 0,170) (Anexo 1. Tablas:14,15). Por otro lado, no se encontró asociación entre los niveles de plomo en sangre materna en el tercer trimestre de la gestación, ni entre los niveles de cadmio en sangre materna o umbilical con el crecimiento físico. (Anexo 1. Tablas: 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20 y 21). Por otro lado, se encontró asociación positiva con la edad y negativa con el sexo femenino en la mayoría de los casos, hallazgo consistente con la literatura.

### **Caracterización de la exposición a fuentes de contaminación atmosférica**

Las flotas que presentaron emisiones considerables de PM<sub>10</sub> en la zona de estudio son aquellas que emplean como combustible el diesel (buses y camiones) con excepción de los buses articulados, los cuales cuentan con sistemas de control de emisiones EURO III y las motocicletas de 2 y 4 tiempos. El punto de muestreo Nuevo latir presentó las emisiones mas altas de PM<sub>10</sub> de los tres puntos de muestreo. La hora del día en el que se presentaron las mayores emisiones de PM<sub>10</sub> fue al medio día. En cuanto a la dispersión del PM<sub>10</sub> en la zona de estudio, las áreas que presentan mayor concentración de PM<sub>10</sub> son las ubicadas contiguas a las vías de tráfico vehicular. (Anexo 2. Figuras 3, 4,5,6,7,8,9,10, Tabla 6)

Respecto a potenciales fuentes de contaminación del aire al interior de las viviendas, se encontró que el 23.9% de las familias habían realizado obras de construcción, remodelación o pintura y que el 9,3% había remodelado o pintado la habitación en la que duerme el niño(a), que el 38,4% de las familias usa fuentes de humo al interior tales como velas/velones, velas de incienso y espirales para mosquitos. Más de la mitad de las viviendas tiene peluches en cualquiera de las



habitaciones (56,9%), pero también otras fuentes de acúmulo de polvo como los tapetes (12,1%). En cuanto a las fuentes de contaminación del aire al exterior de las viviendas se encontró que el 92% de las familias reportaron vivir cerca de cultivos agrícolas que en la zona corresponden principalmente a caña de azúcar, la cual es quemada durante el proceso de cosecha para facilitar su corte. En cuanto a la exposición tráfico vehicular que se constituyen como la fuente móvil más importante de contaminantes atmosféricos, se encontró que más del 54% de los niños(as) viven a 50 metros o menos de una vía de tráfico vehicular. Respecto al auto-reporte de la frecuencia de circulación de vehículos por la calle donde está ubicada la vivienda, el 42,4% y el 29,8% reportaron bastante y continúa frecuencia de vehículos pequeños y de vehículos pesados, respectivamente. (Anexo 2. Tabla 9)

### **Evaluación de los efectos de la exposición a fuentes de contaminación atmosférica en la salud respiratoria**

En relación con la ocurrencia de síntomas respiratorios, para todos los síntomas o eventos respiratorios estudiados se encontraron prevalencias superiores al 10%, excepto para los síntomas relacionados con asma. Se encontró que el 16,8% (IC95%: 11,2-23,7) de los niños(as) fueron hospitalizados en algún momento desde el nacimiento hasta la inclusión en el estudio por enfermedades respiratorias; mientras el 68% (IC95% 59,9-75,3) consultaron a un centro de salud por enfermedad respiratoria. Los síntomas respiratorios de mayor prevalencia en los niños(as) fueron: rinorrea frecuente (62,2%, IC95%: 54,0-70,0), prurito nasal frecuente (48,3%; IC95%: 40,1-56,6), estornudos frecuentes (55,3%; IC95%: 47,0-63,4), síntomas de resfriado común (58,6%; IC95%: 50,1-66,7). Los síntomas que muestran una mayor severidad del evento también presentaron altas prevalencias (>10%), Silbido en el pecho alguna vez en la vida (23,8%; IC95%: 17,2-31,5), silbido en el pecho en las noches (23,5%; IC95%: 12,8-37,4), tos seca en la noche (11,0%; IC95%: 6,4-17,3) y dificultad respiratoria (16,3%; IC95%: 10,7-23,3). Al agrupar los síntomas respiratorios de acuerdo con similitudes en características clínicas y patológicas, se encontró que más del 80% (84,1%; IC95: 77,3-89,5) de los niños tuvieron algún síntoma respiratorio desde el nacimiento hasta la captación, lo que muestra la alta frecuencia de eventos respiratorios en la población menor 24 meses. Los síntomas más frecuentes son los relacionados con Infección Respiratoria Aguda (70,9%, IC95%: 62,9-77,9). (Anexo 2, Tabla 10)

No se encontró asociación entre la presencia de los síntomas de enfermedad respiratoria y la exposición a tráfico vehicular medido mediante el auto-reporte en ningún momento del seguimiento. Sin embargo, en el momento de la captación, estos síntomas se asociaron positivamente en los niños(as) de raza mestiza o mulata (OR: 5,39; IC95%: 1,24-23,29) y negativamente con la edad, a mayor edad de los niños(as) (OR: 0,93; IC95%: 0,87-0,99). Durante el periodo de seguimiento, los síntomas respiratorios se asociaron la raza mulata o mestiza: (OR:5,69; IC95%: 1,91-16,86) y con ser hijo de mujeres desempleadas (OR:12,01; C95%: 1,18-124,2). En cuanto a los factores asociados a la ocurrencia de síntomas de vías respiratorias superiores en el momento de la captación se encontró que estos se asociaron negativamente a una mayor edad (OR: 0,94; IC95%: 0,89-0,99) y se sugiere una asociación positiva pero no significativa en los expuestos a tráfico vehicular (OR: 2,54; IC95%: 0,81-7,95) y con ingresos



familiares  $<1$  salario mínimo mensual vigente en el momento de la captación (OR:4,43; IC95: 0,82-23,32), por su parte, en el seguimiento dichos síntomas se asociaron positivamente con ser de raza mestiza o mulata (OR:3,47; IC95%: 1,21-9,99) y con estar la madre desempleada (OR:11,28; IC95%: 1,06-120,17). Por otro lado, no se encontró asociación entre la exposición principal y la ocurrencia de síntomas respiratorios relacionados con asma en la captación ni en el seguimiento, pero si en el seguimiento con viviendas con menos de un servicio público (OR: 1.45; IC95%: 1,07-1,98), con humedad (OR: 1.28; IC: 1,02 – 1,61) y una asociación negativa con la edad (OR: 0,91; IC9%: 0,83-0,99). (Anexo 2. Tablas 11, 12, 13,14, 15,16)

### **Conclusiones y recomendaciones**

Se encontró evidencia de la exposición perinatal de los recién nacidos del Distrito de Agua blanca lo cual está en base determinado por la exposición intrauterina. Cerca del 10% de los recién nacidos se exponen a niveles de plomo iguales o superiores a 5ug/dl o a niveles de cadmio iguales o superiores a 1 ug/l, valores que se consideran de riesgo para la población. Adicionalmente, se encontró correlación entre los niveles de plomo en sangre materna durante el primer trimestre y los niveles de plomo en sangre de cordón umbilical. Esta exposición está también, determinada indirectamente con las condiciones de convivencia de sus madres, como las exposiciones paraocupacionales, específicamente, en el caso del plomo el convivir con personas que trabajan con armas, pintura, soldadura y plomería. Por su parte, la presencia de cadmio en sangre de cordón umbilical se relacionó con padres que trabajan con pinturas o con soldadura y plomería.

Se evidenció una asociación positiva entre los niveles de plomo en sangre materna durante el primer trimestre y una disminución del peso a los 12 meses. Este hallazgo puede ser consistente con el de la cohorte GEMA, en el cual se encontró que niveles de plomo en sangre materna en el primer trimestre de la gestación se asoció con bajo peso al nacer y disminución en gramo del peso al nacimiento. Mientras que, el cadmio no se relacionó con cambios en los parámetros de crecimiento físico. Hallazgos similares se tuvieron en la cohorte GEMA, este metal tampoco se relacionó con bajo peso al nacer o con restricción del crecimiento intrauterino.

Se recomienda profundizar en el estudio de la exposición a plomo y los efectos en la salud de la población infantil del oriente de Cali, asegurando un mayor tamaño de muestra que permita mejorar el poder del estudio y tener mayor probabilidad de encontrar asociaciones entre la exposición a metales pesados y el crecimiento infantil, además por la evidencia de exposición de la población infantil.

Se encontró en el entorno ambiental diferentes fuentes de exposición a metales pesados y una baja percepción de la población a considerar esto como un riesgo. Se recomienda aumentar la capacidad de la población para identificar los riesgos ambientales para la salud.

En la zona de estudio que corresponde a algunos barrios del oriente de Cali, se encontró una alta



presencia de fuentes móviles de contaminación del aire como son los vehículos, con especial importancia por su mayor circulación del transporte público tipo busetas y las motos. Se encontró una alta prevalencia de síntomas respiratorios y de hospitalización por enfermedad respiratoria en los niños de la cohorte. Síntomas principalmente de vías respiratorias superiores y síntomas relacionados con asma.

A pesar de la evidencia de alta influencia del tráfico vehicular y de las altas emisiones de  $PM_{10}$  en la zona de estudio, no se encontró asociación entre la presencia de los síntomas de enfermedad respiratoria y la exposición a dicho tráfico medido mediante el auto-reporte. Sin embargo, y en coherencia con hallazgos de otros estudios, estos síntomas se asociaron a factores sociodemográficos y de condiciones de la vivienda.

Se recomienda profundizar en el estudio de la exposición de la población del oriente de Cali al  $PM_{2.5}$  teniendo en cuenta la alta afluencia de tráfico vehicular en la zona y principalmente de motos y de vehículos que usan Diesel como combustible principal, además por la evidencia de altas emisiones de  $PM_{10}$  en el sector.

A pesar de que este estudio no encontró asociación entre la exposición a tráfico vehicular y la ocurrencia de los síntomas respiratorios durante el seguimiento, es necesario el desarrollo de futuras investigaciones que den cuenta de los efectos crónicos y de largo plazo que pudieran encontrarse en esta población por la exposición crónica. De otra parte, es necesaria la toma de medidas para el control de la circulación de vehículos en la zona.

## **Observaciones finales**

### **Limitaciones en la ejecución del proyecto**

Para el ensamble de la cohorte se contactaron a las madres que autorizaron en el consentimiento informado de la cohorte GEMA volver a contactarlas para futuros estudios y que cumplieran los criterios de inclusión y no tuvieran criterios de exclusión. Mediante una llamada telefónica se contactaron a las madres, en la cual se les recordaba que con anterioridad se había dado información sobre la posibilidad de continuar el seguimiento a los recién nacidos, se les daba información general del proyecto y se invitaban a participar, si aceptaban se diligenció un registro de captación y se concreta una visita para la firma del consentimiento informado y la realización de las actividades. Se han tenido diferentes dificultades para lograr el ensamblaje de la cohorte propuesta. Primero, el inicio del proyecto fue 5 meses después del último nacimiento de la cohorte inicial, a pesar que ya se tenía el manual de procedimientos operativos estandarizados y los instrumentos no se pudo iniciar a tiempo el trabajo de campo por las demoras administrativas para el desembolso de los dineros para el transporte necesario para realizar las visitas. Segundo, la movilidad de las mujeres y sus hijos fuera de la ciudad no permitió incluirlos en la cohorte. Tercero, en algunos casos no hubo posibilidad de contacto por cambio de número telefónico o de



dirección de residencia. Cuarto, no participación por la falta de disponibilidad de tiempo por parte de las madres para atender las visitas por trabajo, no autorización de un familiar (padre del menor), o simplemente por no cumplimiento de las citas acordadas. Lo anterior ha llevado a que no se cumpla con el seguimiento de todos los neonatos de la cohorte.

Las dificultades del ensamblaje de la cohorte, adicionalmente, han ocasionado que no se pueda tener información de los 4 momentos del seguimiento que fueron planteados en el protocolo, a los 6, 12, 18 y 24 meses de vida del niño. Para algunos niños se podrán tener sólo 1, 2 o 3 visitas. Se han realizado diferentes esfuerzos para contactar a la población de estudio y realizar la mayoría de mediciones que sean posibles, contacto telefónico a familiares o amigos, múltiples visitas a las viviendas, recorridos de la zona de estudio, visitas a la institución donde se hizo la captación de la cohorte de gestantes.

Es importante recordar que los eventos en salud a ser medidos son dos: 1) reporte de síntomas respiratorios a través de encuesta y 2) el crecimiento físico mediante mediciones antropométricas. Para este último evento se inició la medición un poco tarde por la demora en la compra de los equipos, además es un procedimiento dispendioso que depende de la colaboración de los niños y de la madre y puede requerir más tiempo de lo presupuestado, lo que en ocasiones nos ocasionó inconvenientes en el cumplimiento de algunas citas y después fue difícil volver a contactar algunas madres.

Hacia el final del proyecto el retraso en los últimos desembolsos del dinero necesario para realizar el trabajo de campo limitó tener accesos al transporte hasta el mes de enero de 2013, lo que retrasó el trabajo de campo e influyó en la no respuesta de los pacientes al final del seguimiento dado a que percibieron que no había continuidad en los procesos de la investigación.

Todo lo anterior llevó a retrasos en la ejecución del proyecto.



### 3. Productos:

Tabla No. 1. Cantidad y tipo de productos pactados en el *Acta de Trabajo y Compromiso* y productos finalmente presentados

| TIPO DE PRODUCTOS   | No. de PRODUCTOS PACTADOS     |              | No. de PRODUCTOS PRESENTADOS  |              |
|---|-------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
| <b>Productos de nuevos conocimientos</b>  |                               |              |                               |              |
| Artículo completo publicado en revistas A1 o A2   | NA                            |              | NA                            |              |
| Artículo completo publicados en revistas B  | 1 artículo sometido           |              | 1 artículo sometido           |              |
| Artículo completo publicados en revistas C  | NA                            |              | NA                            |              |
| Libros de autor que publiquen resultados de investigación                                       | NA                            |              | NA                            |              |
| Capítulos en libros que publican resultados de investigación                                    | NA                            |              | NA                            |              |
| Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados                                      | NA                            |              | NA                            |              |
| <input type="checkbox"/> Prototipos y patentes  | NA                            |              | NA                            |              |
| <input type="checkbox"/> Software   | NA                            |              | NA                            |              |
| Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial | NA                            |              | NA                            |              |
| Normas basadas en resultados de investigación   | NA                            |              | NA                            |              |
| <b>Formación de recursos humanos</b>  | No. de estudiantes vinculados | No. de tesis | No. De estudiantes Vinculados | No. De tesis |



| TIPO DE PRODUCTOS   | No. de PRODUCTOS PACTADOS |   | No. de PRODUCTOS PRESENTADOS |   |
|---|---------------------------|---|------------------------------|---|
|   |                           |   |                              |   |
| Estudiantes de pregrado   | 2                         | 0 | 6                            | 0 |
| Semillero de Investigación  |                           |   |                              |   |
| Estudiantes de maestría   | 0                         | 0 | 2                            | 1 |
| Estudiantes de doctorado  | NA                        |   |                              |   |
| <b>Productos de divulgación</b>   |                           |   |                              |   |
| Publicaciones en revistas no indexadas  |                           |   |                              |   |
| Ponencias presentadas en eventos (congresos, seminarios, coloquios, foros)      | 1                         | 0 | 0                            | 2 |
| <b>Propuesta de investigación</b>   |                           |   |                              |   |
| Propuestas presentadas en convocatorias externas para búsqueda de financiación. |                           | 1 | 1                            |   |

**Tabla No. 2. Detalle de productos.**

Para cada uno de los productos obtenidos y relacionados en la tabla anterior, indique la información solicitada para cada uno, anexando copia de las respectivas constancias. Como anexo a esta guía encontrará el instructivo para instructivo para la revisión de informes finales y productos





|                       |   |
|-----------------------|---|
| Tipo de producto:     | Tesis   |
| Nombre General:       | Tesis de Maestría en Salud Pública  |
| Nombre Particular:    | Caracterización de las disparidades en la exposición a cadmio y a plomo en una población de mujeres gestantes y sus hijos, según posición socioeconómica en el distrito de Aguablanca en la ciudad de Cali. |
| Ciudad y fechas:      | Cali, Agosto del 2013   |
| Participantes:        | William Antonio Díaz  |
| Sitio de información: | Centro de Documentación de la Escuela de Salud Pública Univalle.  |
| Formas organizativas: |   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Tipo de producto:     | Memorias  |
| Nombre General:       | Environmental and Health : Abstract Number : 5342   ID : P-1-18-11  |
| Nombre Particular:    | Effects of lead and cadmium in physical growth in a cohort of children 0-2 years in Cali Colombia.        |
| Ciudad y fechas:      | Basilea Suiza, 20 de agosto de 2013   |
| Participantes:        | Diana Caicedo y Fabián Méndez   |
| Sitio de información: | <a href="http://ehp.niehs.nih.gov/ehbasel13/p-1-18-11/">http://ehp.niehs.nih.gov/ehbasel13/p-1-18-11/</a> |



|                       |   |
|-----------------------|---|
| Formas organizativas: | Grupo Epidemiología y Salud Poblacional |
|-----------------------|---|

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Tipo de producto:     | Memorias  |
| Nombre General:       | Environmental and Health Abstract Number : 5310   ID : P-2-08-14  |
| Nombre Particular:    | Housing characteristics and practices that potentially contribute to air pollution in Cali, Colombia      |
| Ciudad y fechas:      | Basilea Suiza, Agosto 19-23 2013  |
| Participantes:        | Nathalie Abrahams, Diana Caicedo, Fabián Méndez   |
| Sitio de información: | <a href="http://ehp.niehs.nih.gov/ehbasel13/p-2-08-14/">http://ehp.niehs.nih.gov/ehbasel13/p-2-08-14/</a> |
| Formas organizativas: | Grupo Epidemiología y Salud Poblacional   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Tipo de producto:     | Propuesta de investigación  |
| Nombre General:       | Convocatoria Colciencias Banco de elegibles de proyectos de investigación   |
| Nombre Particular:    | Efectos de la contaminación atmosférica en el desarrollo neurológico, en el crecimiento y en la salud respiratoria en una cohorte de niños entre 2 y 5 años en la ciudad de Cali                          |
| Ciudad y fechas:      | Cali, octubre 19 de 2011  |
| Participantes:        | Fabián Méndez, Cecilia Aguilar de Plata, Olga Lucia Gómez, Diana Caicedo, Paola Filigrana, Jenny Ordoñez, Nathalie Abrahams, Carolina Mendoza, Cristina Araujo, Daniel Cuartas, Ryan Allen, Scott Venners |
| Sitio de información: | Grupo Epidemiología y salud poblacional   |
| Formas organizativas: | Grupo Epidemiología y salud poblacional, Grupo de Nutrición,  |



|                       |  |
|-----------------------|--|
| Tipo de producto:     | Artículo   |
| Nombre General:       |  |
| Nombre Particular:    | 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. |
| Ciudad y fechas:      | Cali, 2013-2017. Aceptación de sometimiento 2 de noviembre de 2017   |
| Participantes:        | William Díaz, Olga Lucia Gómez   |
| Sitio de información: | Revista Biomédica  |
| Formas organizativas: | Grupo Epidemiología y Salud Poblacional / Estudiante de maestría   |

#### **4. Impactos actual o potencial:**

Haga una descripción y/o relacione los impactos que tenga el proyecto en los diferentes ámbitos: académico, productivo, social, educativo, entre otros.

El impacto ambiental de este proyecto está dado por la evidencia aportada sobre las fuentes de contaminación intra y extradomiciliares a las que están expuestos la población del distrito de Aguablanca en el oriente de Cali, esta información es útil para la toma de decisiones por parte de las entidades gubernamentales, a partir de la cual se puedan diseñar estrategias de monitoreo, seguimiento y control de fuentes de contaminación atmosférica y planes de educación ambiental donde intervengan todos los actores sociales. Lo anterior tendría un impacto positivo para la calidad del aire de la ciudad y en la disminución de la exposición y los niveles de biomarcador de esta población.

Así mismo, los resultados del proyecto pueden contribuir a la generación de acciones que propendan a la consecución de entornos y ambientes sustentables y saludables para toda la comunidad y aun más a las comunidades más susceptibles (niños, ancianos, gestantes, población pobre) con el fin de disminuir la injusticia ambiental de los territorios.

Por otro lado, el proyecto contribuyó en la formación de un magister en salud pública, en la adquisición de competencias de estudiantes de trabajo en aspectos relacionados con el trabajo de campo y en fortalecimiento de la capacidad investigativa de grupos de investigación de la Facultad de Ingenierías.



Fortaleció la capacidad investigativa del grupo de investigación al

*La presente versión del informe contiene las observaciones de los evaluadores:*

\_\_\_\_\_  
Firma del investigador principal

\_\_\_\_\_  
VoBo. Vicedecano de Investigaciones

*Por favor presente su informe impreso y en formato digital en hoja tamaño carta, letra arial 11,  
con espacios de 1 1/2*