

Impacto sobre la capacidad cognitiva global de escolares por la exposición prenatal y posnatal a plaguicidas en la localidad de Sumapaz

Investigadores

John Alexander Benavides Piracón: Médico magister en salud y seguridad en el trabajo. Coordinador de las Especializaciones en Seguridad y Salud en el trabajo y Salud Pública y Seguridad Social. Líder del grupo de investigación en salud. Investigador y docente de la Universidad EAN

Iris Andrea Moya Muñoz: Ingeniera Agrónoma. Msc. en Ciencias ambientales, – Líder Parque Temático en Salud Chaquen – apoyo a procesos de investigación Subred Integrada de Servicios de salud Sur USS Nazareth I nivel E.S.E

Grupo de investigación

El grupo de gestión ambiental, el grupo de investigación en salud (GIS) de la Universidad EAN y el Subred Sur han creado la alianza por una ruralidad sustentable. Como antecedentes la Universidad EAN cuenta con un programa de ingeniería ambiental, dos especialidades en el área de la gestión ambiental denominadas Gestión de residuos sólidos y gestión de proyectos minero sostenibles. Así como cinco programas de posgrados en el área de la salud, dentro de los cuales la investigación es parte fundamental de los procesos de formación.

En el campo de la Salud pública y la Salud de los trabajadores se cuenta con las especializaciones en Gestión de Salud pública y Seguridad Social y Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, que han venido desarrollando proyectos financiados por la universidad buscando analizar la relación salud-trabajo y medio ambiente y que han vinculado estudiantes de posgrado y pregrado en las actividades de investigación.

Las actividades de investigación en salud y medio ambiente en la Universidad EAN, se desarrollan dentro del grupo de investigación de gestión ambiental y grupo de

investigación en salud, en las líneas de investigación de Salud Colectiva y contaminantes ambientales. En estas se busca desarrollar metodologías interdisciplinarias de evaluación y transformación de las condiciones ambientales y de trabajo que determinan la salud de los colectivos.

En la actualidad, los investigadores de la Universidad EAN se encuentran desarrollando con la financiación de la Vicerrectoría de Investigación proyectos que vinculan temáticas de Gestión ambiental, salud colectiva, salud ambiental y sistemas de salud que han permitido consolidar un cuerpo docente e investigador, vincular estudiantes de pregrado y posgrado y aportar resultados con una visión de los problemas de la salud y el medio ambiente. Estos proyectos son:

- Remediación de suelos contaminados por mercurio en actividades de extracción de oro
El sector salud y el desarrollo rural en Colombia: análisis de política pública
- Evaluación del impacto en salud y ambiente de las acciones planteadas por instituciones Distritales en la zona rural de Bogotá en la vigencia 2010-2014.
- Percepción de condiciones de vida y salud de familias campesinas en la Localidad de Sumapaz: Análisis Comparativo desde los Modelos de producción agrícola hegemónico y agroecológico
- Condiciones de salud en Colombia, el caso de la enfermedad profesional.
- Redes integradas de servicios de salud: Un modelo para el abordaje integral de poblaciones vulnerables viviendo con el VIH/SIDA en Bogotá
- Análisis del perfil salud-enfermedad de la población escolar de los colegios públicos del distrito capital, 2012-2013.
- Impacto de las reformas al Sistema General de Seguridad Social en salud a 2013.
- Diseño del observatorio de la gestión empresarial en salud en el marco del sistema general de seguridad social en salud.
- Plan de manejo ambiental para los residuos estériles producidos en la explotación y extracción de carbón para la empresa carbones los cerros LTDA.
- Dinámica del uso de la acción de tutela para la garantía del derecho a la protección de los riesgos laborales y la prevención y atención oportuna del

accidente de trabajo y la enfermedad laboral en Colombia, en el periodo 1992-2014 (Primera Fase).

- Condiciones de Trabajo de los trabajadores de la salud y Seguridad del Paciente

1. Antecedentes y resultados previos del equipo de investigación solicitante en la temática específica del proyecto

El hospital Nazareth desde el año 2007 implementó un Parque Temático en salud pública como una estrategia para la recuperación de la salud humana y ambiental a partir de la apropiación de elementos esenciales de la promoción de la salud y la prevención de la enfermedad en contexto rural a través de un lenguaje en contexto. El Parque Temático Chaquén se fundamenta en el Enfoque Ecosistémico de salud Humana –Ecosalud y cuenta con áreas demostrativas agroambientales, zonas de conservación, zonas para la elaboración de abonos y preparados órganos usados para el manejo sanitario de las plantas.

La áreas de siembra son escenarios demostrativos para la construcción de la salud a través del intercambio de conocimientos y prácticas con las comunidades rurales y académicas con el objetivo de generar sistemas de producción agrícola sin agrotóxicos, promover las prácticas conservacionistas, mejorar la calidad, diversidad e inocuidad de los alimentos y brindar un acompañamiento a los trabajadores agrícolas para promover los procesos de reconversión productiva y la transición hacia la agroecología.

En el año 2011 se inició el acercamiento con la comunidad de Práctica sobre el Enfoque Ecosistémico en Salud Humana de América Latina y el Caribe (CoPEH -LAC), una de las principales acciones impulsadas por esta alianza fue el desarrollo de un proyecto financiado con los recursos del Plan de Intervenciones Colectivas (PIC) de la Secretaria Distrital de Salud de Bogotá para conformar un equipo transdisciplinario de médico, ingeniero agrónomo y terapeuta ocupacional, encargados de orientar y acompañar a los trabajadores agrícolas en los procesos de producción buscando disminuir las inadecuadas prácticas agrícolas y fomentando la agricultura ecológica como una estrategia para el

desarrollo humano sustentable y la promoción de la salud, transformando las condiciones productivas, sociales, económicas y ambientales que afectan la salud de la población.

Durante este proceso los investigadores participantes encontraron que los impactos sobre la salud de las colectividades humanas en los territorios rurales y su relación con el trabajo y el medio ambiente eran solo incluidos en los sistemas de vigilancia epidemiológica como eventos agudos por intoxicación por plaguicidas. Por esta razón se planteó entre el Subred Sur y el grupo de investigación en salud de la universidad EAN, el proyecto *“Afectación neuroconductual de los agricultores expuestos a los agrotóxicos en la localidad de Sumapaz”*, resultado de un proceso de vigilancia de la salud de los trabajadores informales.

En esta investigación se planteó un estudio de corte transversal con una fase descriptiva y una analítica, en donde se reclutaron 75 trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas. Durante el año 2013 se aplicó un cuestionario con variables relacionadas con el historial de exposición a plaguicidas y la batería Luria que incorpora pruebas de motricidad, lenguaje oral o funciones lingüísticas, rapidez de procesamiento y memoria verbal y no verbal.

Como principales hallazgos se determinó que la afectación sensorial y neuromotora de los trabajadores agrícolas se asociaba a prácticas relacionadas con mayor exposición a plaguicidas como no uso de elementos de protección individual y reutilización de ropa usada para fumigar (Moya, Benavides, Chaves, & Gonzalez, 2015). Los resultados de esta investigación se encuentran en proceso de publicación.

Esta investigación se postuló a la convocatoria de intercambio de experiencias en Ecosalud de la comunidad Ekosante, la cual fue otorgada al investigador John Alexander Benavides y permitió el desarrollo de una pasantía en el Instituto Regional de Sustancias Tóxicas (IRET) de la Universidad Nacional en Costa Rica.

En las investigaciones adelantadas se procura tener en cuenta su pertinencia en procesos de extensión hacia la comunidad de Sumapaz, es así que en uno de los trabajos de investigación desarrollados con el observatorio de Seguridad Alimentaria y

Nutricional –OBSAN- de la Universidad Nacional de Colombia en el año 2013 con el Hospital de Nazareth, implementaron una Escuela de Formación de Líderes Gestores en Seguridad Alimentaria y Nutricional, que logró ponerse en marcha en el II semestre del 2014.

El investigador principal, John Alexander Benavides, ha participado en diferentes proyectos de investigación sobre la exposición a plaguicidas e impactos sobre la salud humana. En primer lugar en el proyecto condiciones de trabajo, prácticas culturales y efectos sobre la función tiroidea en cultivadores de papa expuestos a mancozeb en el municipio de Villapinzón (Cundinamarca) financiado por la Universidad Nacional de Colombia, en el que se buscaron describir las condiciones de trabajo y las prácticas culturales asociadas a la utilización del mancozeb y sus efectos sobre la función tiroidea en trabajadores de cultivos de papa de producción informal en el municipio de Villapinzón, Cundinamarca (Colombia).

De este proyecto se han generado dos publicaciones, la primera describe una metodología cualitativa para problematizar la exposición a plaguicidas: “Práticas de pulverização entre os produtores de batata, conhecimentos e crenças sobre pesticidas e saúde”. *Tempus actas de saúde coletiva*. v. 8, n. 2 (2014). ISSN 19828829.

Adicionalmente con financiamiento de la Universidad Nacional de Colombia se publicó en el libro *Experiencias en investigación en salud y seguridad en el trabajo* con ISBN: 978-958-761-172-4, se desarrolló el capítulo *Condiciones de trabajo, prácticas culturales y efectos sobre la función tiroidea en los cultivadores de papa expuestos al mancozeb en Villapinzón, Cundinamarca*.

Además en las poblaciones rurales de la Sabana de Bogotá se desarrolló el proyecto *subjetividad y factores psicosociales intra-laborales, extra-laborales e individuales en trabajadores y trabajadoras florícolas de la Sabana de Bogotá*, que determinó los impactos psicológicos y sociales en las mujeres trabajadoras de cultivos agroindustriales (ISBN: 978-958-98843-7-9).

La investigadora Andrea Moya realizó su trabajo de investigación en la maestría en ciencias ambientales denominado “*Determinación de las percepciones que han construido los productores de la localidad 20 Sumapaz – Bogotá. D.C sobre el efecto de las prácticas agrícolas en el ambiente y en la salud de sus habitantes*”, en el cual se identificaron los plaguicidas de mayor uso en la localidad de Sumapaz y se describieron las prácticas agrícolas y su impacto tanto en la salud del trabajador como en el ambiente.

Por otro lado participó en la formulación y consolidación del primer parque temático en Salud Pública en la zona rural de Bogotá, planteado como una estrategia para la recuperación de la salud humana y ambiental a través del reconocimiento de la producción agrícola como uno de los determinantes sociales de la salud en un contexto rural.

Este equipo interdisciplinario cuenta con experiencia en el área de la ruralidad y con un proyecto sobre impactos neurológicos en poblaciones de trabajadores, lo que demuestra la idoneidad y capacidad técnica para el desarrollo de un proyecto relacionado con los impactos neurológicos en la población infantil asociada a la exposición a plaguicidas.

2. Planteamiento del problema

Colombia es un país con una importante actividad agrícola e industrial que consume grandes volúmenes de productos químicos. Es así, como para el año 2010 se estima que en el país se produjeron un poco más de 24.000 toneladas y 25 millones de litros de plaguicidas, y se importaron alrededor de 53.000 toneladas de plaguicidas (Instituto Nacional de Salud, 2014).

Según las cifras del Banco Mundial, Colombia es uno de los países con mayor consumo de plaguicidas, en el año 2010 ocupó el sexto lugar a nivel mundial (Superintendencia de industria y comercio, 2013). En Latinoamérica, Colombia ocupa el tercer lugar en la utilización de plaguicidas en el sector agrícola, después de Brasil y México, con un consumo anual de 21 millones de kilogramos, de los cuales 17,1 se aplican en el sector agrario (Dominguez, Peñuela, & Florez, 2009). Sin embargo, se ha reportado que Colombia supera a dichos países en el grado de exposición, indicador que establece la

relación entre el consumo de un producto y la población económicamente activa en el sector agrario, siendo superada sólo por Panamá y Costa Rica (Domínguez MC, Peñuela G, Flórez MT., 2009).

El cultivo de papa una de las actividades agrícolas desarrolladas históricamente en la localidad de Sumapaz, juega un papel importante en el sistema de alimentación a nivel local y mundial, contribuyendo a suplir los requerimientos energéticos y de nutrientes a más de dos mil millones de personas especialmente en los países en desarrollo y es producida y consumida en su mayoría por los agricultores más pobres (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas en Colombia, 2005). En estudios a nivel nacional se estima que para casos como Cundinamarca, cerca del 7% de la producción total es destinada para autoconsumo, mientras que un 4% se destina para semilla y el 89% restante es comercializado. (Monroy, 2009). Este proceso de producción tiene una alta demanda de plaguicidas para el control de parásitos y enfermedades, siendo una de las moléculas más utilizadas los organofosforados (Monroy, 2009).

Los efectos sobre la salud de las poblaciones expuestas a plaguicidas son reportados en múltiples estudios, como los datos aportados por la Organización Mundial de la Salud (1992), quien señalan un millón de intoxicaciones agudas graves no intencionadas, con una tasa de letalidad de 0,4 a 1,9%. De estos casos, alrededor del 70% ocurrieron por exposición laboral. Se estima además que existen dos millones de intoxicaciones intencionales. Del total de intoxicaciones agudas estimadas, 7,3% fueron casos mortales y de ellos el 91% obedeció a tentativas de suicidio; 6% a intoxicaciones laborales y 3% a intoxicaciones por consumo de alimentos contaminados y otras causas (Organización Mundial de la Salud, 1992).

Las intoxicaciones agudas por plaguicidas (IAP), son una de las principales causas de muerte por intoxicaciones en el mundo. En el periodo comprendido entre 1998 y 2002 se notificaron en el mundo 252, 256, 315, 344 y 342 casos de intoxicaciones por mil habitantes, respectivamente. (Instituto Nacional De Salud, 2010).

Adicionalmente, existe evidencia científica de efectos carcinogénicos, neurológicos, reproductivos, inmunológicos y genotóxicos asociados con la exposición de plaguicidas no

persistentes en adultos (Koureas, et al. 2012). Sin embargo González y otros señalan que hay poca información disponible acerca de los efectos en los niños. La exposición crónica y en bajas concentraciones a los plaguicidas tiene en los niños efectos en el sistema nervioso, el desarrollo y la reproducción. La exposición puede darse por el uso de plaguicidas en jardines, viviendas y escuelas, la dispersión agrícola o a través de alimentos y agua contaminados (Organización Mundial de la Salud, 2015).

A diferencia de los adultos, la exposición a sustancias químicas neurotóxicas durante las ventanas de vulnerabilidad en periodos críticos de la organogénesis e histogénesis del sistema nervioso (SN) puede hacer que el niño sufra una alteración de la función cerebral de por vida o bien que aparezca durante su etapa adulta (Bouchard T.J., 1994).

En el caso de las exposiciones prenatales y posnatales a plaguicidas se han reportado efectos neurotóxicos o neuroendocrinos que generan alteración del neurodesarrollo y trastornos relacionados (Arroyo & Fernández, 2013). Estudios sugieren que una dosis baja de plaguicidas con una exposición prenatal y postnatal temprana puede afectar negativamente el neurodesarrollo (Arroyo & Fernández, 2013). Por lo tanto, la exposición materna prenatal y posnatal de los niños se han asociado con alteración del neurodesarrollo (Arroyo & Fernández, 2013).

En cohortes de exposición materna a clorpirifos y otros insecticidas organofosforados se asoció con déficits neurológicos en los niños, estos efectos persistieron hasta por lo menos 7 años de edad (Bouchard, y otros, 2011) (Eskenazi, y otros, 2007); (Marks, y otros, 2010). Además, la exposición prenatal al clorpirifos se asoció con anomalías estructurales del cerebro en la edad escolar, incluyendo la interrupción de dimorfismos en la estructura cerebral (Rauh, y otros, 2011).

En una investigación realizada en California con 970 participantes se concluye que los niños cuyas madres vivieron cerca de áreas agrícolas o quienes de alguna manera estuvieron expuestas a organofosforados, piretroides o carbamatos durante la gestación pueden incrementar el riesgo para trastornos de neurodesarrollo (Shelton, y otros, 2014).

En una revisión sistemática de 27 artículos publicados entre 2002 y 2012 que buscaban evaluar la exposición a plaguicidas organofosforados y sus efectos en el desarrollo

neurológico en niños de 0 a 18 años indican que la exposición prenatal a plaguicidas está asociada de manera consistente con déficits cuantificables en el neurodesarrollo infantil a través de una amplia gama de edades desde el nacimiento hasta la adolescencia. (Muñoz, y otros, 2013)

Los neonatos con exposición prenatal a esos productos tenían ausencia de reflejos o respuesta hipotónica y déficit en atención a los estímulos. Después de la exposición prenatal a organoclorados, los recién nacidos muestran irritabilidad en pruebas neurológicas. En el caso de organofosforados, los niños expuestos con edades entre 12-36 meses, se halló déficit consistente en el Índice de Desarrollo Mental de las Escalas Bayley de Desarrollo Infantil. (Muñoz, y otros, 2013)

Esta propuesta de investigación nace de la ausencia de investigaciones en Colombia sobre el efecto de la exposición crónica a plaguicidas en los niños y niñas en el sector rural. Existe en el país un sistema de vigilancia epidemiológica que recoge la información de todo el territorio nacional acerca de intoxicaciones con plaguicidas y otras sustancias químicas, que evidencia los efectos agudos, sin embargo no se cuenta con información sobre los efectos de la exposición crónica.

En resultados de este grupo investigador, se encontraron afectación neurológica a nivel de la sensibilidad superficial de trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas organofosforados en trabajadores del Sumapaz. Sin embargo, ni en la región ni en el país hay investigaciones que determinen el impacto neurológico por organofosforados en poblaciones escolares. Por todo lo anterior se plantea como pregunta de investigación: ¿existe relación entre la exposición prenatal y posnatal a plaguicidas organofosforados y alteraciones del desarrollo neurológico de la población entre 7 y 10 años de la localidad de Sumapaz?

3. Justificación

Uno de los elementos fundamentales que justifica la problematización de la salud en la ruralidad es la vocación campesina de Colombia. Según el Banco Mundial, el 24% de la población colombiana es rural. Por otra parte, el informe nacional de desarrollo humano (PNUD, 2011) señala que la mayor parte del territorio (94,4%) es rural, así como el 75,5%

de los municipios del país. Estos territorios y las colectividades que los habitan han sufrido en las últimas décadas una transformación determinada por la implementación del modelo de producción agroindustrial a partir de la denominada revolución verde, caracterizada por el uso intensivo de plaguicidas.

A partir de allí, se ha generado una transformación en las formas de producción basada en monocultivos que rompen el equilibrio natural del ambiente, generando impactos negativos sobre los ecosistemas. Además existe suficiente evidencia acerca de los daños que causan los plaguicidas en la salud de quienes los emplean para la producción y de los residuos de los plaguicidas acumulados en los alimentos.

Los niños que viven en la zona rural enfrentan una serie de factores que impiden el desarrollo pleno de sus potencialidades, capacidades y oportunidades en ejercicio de sus derechos. Ejemplo de ello es la exposición crónica a los plaguicidas usados para la producción agrícola que conlleva a que se presenten exposiciones de la mujer embarazada (prenatales) ocasionada por las actividades cotidianas de la vida rural y debida a que el papel de la mujer en la agricultura en América Latina y el Caribe (ALC) ha ido aumentando.

Esta situación han sido denominada la “feminización de la agricultura” o la “feminización de la pobreza”, asociadas a las transformaciones de la ruralidad que han ido acompañadas de aumento de la pobreza en el medio rural y especialmente entre las mujeres, ubicando a este grupo poblacional en tareas más peligrosas (como la fumigación de plaguicidas) y vulnerando la salud propia y la de la población infantil (Nivia, 2010).

Determinar los impactos sobre la salud infantil expuesta a plaguicidas permitirá generar herramientas para la identificación de la exposición a plaguicidas a nivel prenatal y posnatal e identificación temprana de alteraciones del neurodesarrollo, que puedan ser utilizadas por los planes de intervención colectiva o del plan obligatorio de salud. Además, los resultados de la investigación facilitarán la generación de estrategias de promoción de la salud para una agricultura sustentable en los trabajadores y sus familias y orientar la incorporación de los niños en procesos de rehabilitación luego de la identificación de sus problemáticas específicas.

Además la presente investigación busca aportar a las directrices nacionales y distritales planteadas en los documentos Conpes 3550 de 2007 y el plan decenal de salud pública 2012-2021 del Ministerio de Salud y Protección Social, donde se plantean como objetivo primordial intervenir los determinantes sanitarios y ambientales de la salud relacionados con las sustancias químicas, así como priorizar las problemáticas en salud ambiental en las entidades territoriales de salud relacionadas con sustancias químicas y la agroindustria, entre otros. Adicionalmente, la política pública de infancia y adolescencia distrital tiene como objetivo principal que todos los niños y todas las niñas, desde la primera infancia hasta la adolescencia en Bogotá desarrollen sus potencialidades, capacidades y oportunidades en ejercicio de sus derechos.

Por ello, dados los efectos del uso de plaguicidas a grupos poblacionales de alto impacto como los niños, adolescentes y mujeres en edad gestacional, es fundamental promover investigaciones relacionadas con el uso y efectos de los plaguicidas empleados en las áreas rurales de Colombia, en particular sobre los efectos crónicos en la salud de poblaciones infantiles rurales, ya que no se cuenta con suficiente información sobre esta temática en el país.

Otro de los aspectos que hace necesario tener una visión más amplia de la salud en las poblaciones infantiles colombianas expuestas a plaguicidas es la participación de estas en actividades laborales. En Colombia trabajan más de 2.500.000 niños y niñas. De este total 1.700.000 son adolescentes entre 12 y 17 años y 800.000 son niños y niñas de entre 6 y 11 años. En la zona rural, el 87% de los niños y el 50% de las niñas de 10 a 11 años son trabajadores agropecuarios, que laboran diariamente entre 12 y 15 horas, en promedio. Entre el 20% y el 25% de los niños trabajadores desempeña ocupaciones de alto riesgo. Este porcentaje sube a 70% en el sector agropecuario. Lo que indicaría un alto nivel de exposición directa e indirecta a plaguicidas.

Por último, como se expuso en el problema de estudio, se ha evidenciado que el uso de plaguicidas conlleva a efectos neurológicos en la salud de las personas expuestas y con mayor magnitud en las poblaciones infantiles, generando discapacidades que en menor o mayor grado interfieren en la funcionalidad e independencia en la ejecución de las

actividades cotidianas (Hernández Jaramillo & Hernández Umaña, 2005). Esto genera costos directos como el cuidado médico, la rehabilitación, las intervenciones tempranas, la vigilancia de las condiciones crónicas y el uso de la tecnología, mientras que los costos indirectos se expresan en la pérdida de ganancias resultado de la condición de discapacidad, como la pérdida laboral, la disminución de ingresos, los bajos índices de satisfacción y bienestar, entre otras (Hernández Jaramillo & Hernández Umaña, 2005). .

4. Objetivo general

Determinar la relación entre la exposición prenatal y posnatal a plaguicidas con las alteraciones de la capacidad cognitiva global de la población infantil entre 7 y 10 años de la zona rural de la Localidad de Sumapaz.

4.1 objetivos específicos

- Describir la exposición prenatal y posnatal a plaguicidas de la población infantil entre 7 y 10 años de la Localidad de Sumapaz.
- Identificar la capacidad cognitiva global de la población infantil entre 7 y 10 años de la Localidad de Sumapaz.
- Establecer la asociación entre la exposición prenatal y posnatal y la capacidad cognitiva global.

5. Marco de referencia

Los efectos sobre la salud de las poblaciones expuestas a plaguicidas son reportados en múltiples estudios, como los datos aportados por la Organización Mundial de la Salud (1992), quien señala un millón de intoxicaciones agudas graves no intencionadas, con una tasa de letalidad de 0,4 a 1,9%. De estos casos, alrededor del 70% ocurrieron por exposición laboral. Se estima además que existen dos millones de intoxicaciones intencionales. Del total de intoxicaciones agudas estimadas, 7,3% fueron casos mortales y

de ellos el 91% obedeció a tentativas de suicidio; 6% a intoxicaciones laborales y 3% a intoxicaciones por consumo de alimentos contaminados y otras causas (Organización Mundial de la Salud, 1992).

Según Jerry Jeyaratnam (1990), existen estimaciones que muestran una mayor magnitud de las intoxicaciones agudas por plaguicidas en el mundo, éstas calculan que más de 25 millones de trabajadores presentaron intoxicaciones agudas como consecuencia del uso de plaguicidas, y que estos serían responsables de 437.000 casos de cáncer y de 400.000 muertes involuntarias. Adicionalmente, este autor reporta que el 99% de los envenenamientos y muertes ocurren en las naciones en desarrollo.

En Colombia, las intoxicaciones por plaguicidas en el lugar de trabajo son la primera causa de intoxicación aguda por sustancias químicas y la segunda causa de intoxicación aguda en la población general, con 9381 casos notificados para el 2014 (Instituto Nacional de Salud, 2014).

Además, existe a nivel mundial una gran preocupación por los efectos sobre la salud en individuos con exposiciones crónicas a plaguicidas, dado que en varios estudios epidemiológicos se han documentado efectos como neuropatías periféricas, neoplasias, enfermedades endocrinas y hormonales (Steenland, Cedillo, & Tucker, 1997) (Pinkhans, 1963), o efectos sobre la descendencia de la población expuesta a estas sustancias como teratogenicidad, bajo peso al nacer (Organización Mundial de la Salud, 1988)(Nordby, 2005) y alteraciones neuroconductuales (Handal, 2007). Debido al gran número de plaguicidas y a la dificultad de realizar estudios de seguimiento sobre los efectos generados en las poblaciones expuestas, se deja oculta la magnitud de este problema.

Muchos agrotóxicos son neurotóxicos, por ejemplo, los organofosforados y carbamatos que inhiben la acetilcolinesterasa, la enzima responsable de decomponer el neurotransmisor acetilcolina. Pruebas en animales de laboratorio con plaguicidas organofosforados de los comúnmente utilizados muestran que una única exposición a una pequeña dosis en un día crítico del desarrollo puede provocar hiperactividad y cambios permanentes en los niveles de los receptores de neurotransmisores en el cerebro. (J.A Ortega Garcia, 2005).

Uno de los organofosforados usado más frecuentemente, es el Clorpirifos que disminuye la síntesis de ácido desoxirribonucleico (ADN) en el cerebro en desarrollo, provocando déficit en el número de células. Algunos piretroides, otra clase de pesticida utilizado comúnmente, también generan hiperactividad permanente en los animales expuestos a pequeñas dosis en un único día crítico del desarrollo. (J.A Ortega Garcia, 2005).

A partir de diversas observaciones y encuestas realizadas por el hospital Nazareth en los últimos años en la localidad de Sumapaz relacionadas con el manejo del cultivo de papa, se realizó una consolidación de la información (Moya, Benavides, Chaves, & Gonzalez, 2015) encontrándose que se utilizan cerca de 40 productos químicos por parte de los trabajadores agrícolas. El 40% de los productos pertenecen al grupo químico de los organofosforados, el 12% corresponden a ditiocarbamatos, el 7.5% corresponde a carbamatos y 7.5% piretroides.

Estos hallazgos hacen parte de un estudio en curso realizado por profesionales del Subred Sur dentro del cual se están analizando las bases de datos del subsistema SIVISTRA en su primera vigencia en la localidad de Sumapaz en el año 2013. Entre los resultados se destaca la presencia de alteraciones en sensibilidad táctil y mecanismos oculares en los trabajadores, en asociación estadísticamente significativa con características de la exposición a los contaminantes como la ausencia de mecanismos de protección de las vías respiratoria y táctil.

Mecanismos de toxicidad de los plaguicidas organofosforados y neurodesarrollo

Diversos mecanismos ayudan a explicar los efectos sobre el neurodesarrollo de los organofosforados; primero, alteran los niveles de los neurotransmisores (acetilcolina y secundariamente, otros) que interfieren en la replicación y, diferenciación celular. (J.A Ortega Garcia, 2005). Segundo, la acetilcolinesterasa por sí sola parece cumplir un papel en el desarrollo cerebral, independientemente de su función como enzima que descompone el neurotransmisor acetilcolina. (J.A Ortega Garcia, 2005).

Investigaciones demuestran que la enzima facilita el crecimiento de axones de las neuronas y que la deficiencia lo reduce (Bigbee & Sharma, 1999). Además, el clorpirifos disminuye la síntesis de ADN, independientemente de su mecanismo colinérgico, lo que provoca un número deficitario de células en el cerebro en desarrollo (Slotkin, 1999). Esta

última observación es particularmente importante por dos razones; la neurotoxicidad potencial de los organofosforados frecuentemente se infiere por el grado de inhibición de la colinesterasa, pero los efectos del clorpirifos sobre la síntesis de ADN y el número de células demuestran que no se puede llegar a conclusiones generales explicadas sólo por la actividad sobre la acetilcolinesterasa.

Las pruebas sobre la neurotoxicidad no han sido generalmente diseñadas para medir los efectos de los organofosforados sobre la proliferación y diferenciación de las células. Se presume que la inhibición de la colinesterasa es el punto final más sensible. Segundo, las bajas concentraciones de clorpirifos necesarias para deteriorar la síntesis de ADN y la división celular son, en realidad, menores que los niveles de exposición en niños en cuyos hogares se utilizan pesticidas domésticos. (Whitney KD, 1995)(Gurunathan S, 1988).

El proceso de desarrollo del cerebro, se realiza a través de un gran número de procesos dentro de un muy controlado periodo de tiempo, si este se detiene o inhibe, hay pocas posibilidades para su reparación, y una pequeña cambio puede tener consecuencias considerables (Grandjean, Harari, Barr, & Debes, 2006). La acetilcolina es un importante sustancia en las sinapsis nerviosa y que hace parte fundamental en el proceso de desarrollo cerebral (Slotkin T. , 2004) Los estudios experimentales en roedores sugieren que los inhibidores de la colinesterasa que se utilizan como insecticidas puede interferir con el desarrollo del cerebro y conducir a daños permanentes (González-Alzagaa, y otros, 2014). Los trastornos del neurodesarrollo y la exposición a organofosforados estarían relacionados con su efecto inhibitor sobre la enzima acetilcolinesterasa (AChE), el exceso de acetilcolina que se acumula en los terminales sinápticos estimula excesivamente los receptores nicotínicos y muscarínicos (Rice & Barone Jr, 2000). Esta acción podría interferir las neuronas y el proceso de desarrollo desde las primeras etapas de la organogenesis (Rice & Barone Jr, 2000).

Sin embargo, estudios recientes han identificado mecanismos de toxicidad aparte de la inhibición AChE que podrían estar involucrados en el desarrollo neurológico trastornos (Androutsopoulos, Hernandez, Liesivuori, & Tsatsakis, 2013).

Investigaciones han encontrado una disminución in vitro del número de neuronas, la síntesis de ADN inhibición y alteraciones en la diferenciación de células de glioma C6 asociado con metabolitos activos de clorpirifos (Androutsopoulos, Hernandez, Liesivuori,

& Tsatsakis, 2013). Estos metabolitos son capaces de fosforilar factores de transcripción implicados en el desarrollo del cerebro como el cAMP proteína de respuesta elemento vinculante proteína implicada en procesos clave en el desarrollo neuronal y el desarrollo de las funciones cognitivas (Schuh, Lein, Bechles, & Jett, 2002).

En resumen los efectos neurotóxicos de los organofosforados sobre el sistemas nervioso central de los niños podría ser la causa de una serie de trastornos del desarrollo neurológico subclínicas. Esto se ha denominado una "Silenciosa pandemia 'y tiene importantes impactos sobre la salud de las colectividades rurales, pero también deterioros económicos y sociales por ser enfermedades que presentan altas perdida de años de vida saludables (Grandjean, Harari, Barr, & Debes, 2006)

6. Estado del arte

Las revisiones sistemáticas de la literatura han reportado pocas investigaciones sobre la exposición a exposición crónica y alteraciones en funciones cognitivas y psicomotoras (González-Alzagaa, y otros, 2014). El presente capítulo describirá los hallazgos que reporta la literatura científica frente a los impactos sobre la función neurológica por la exposición a plaguicidas , además describirá las diferentes herramientas de evaluación de la función neurológica en niños y por último describir como las investigaciones han determinado la exposición prenatal y posnatal a plaguicidas.

Impactos sobre la función neurológica

Los efectos neurotoxicológicos, son una preocupación en niños aún no nacidos y niños pequeños ya que sus mecanismos de desintoxicación son inmaduros y su sistema nervioso en desarrollo es más sensible. Los fetos pueden estar expuestos a plaguicidas, ya que la mayoría son capaces de pasar la barrera placentaria (Bradman et al., 2003).

Los neurotóxicos son una amenaza real para los niños y, a veces, sus efectos adversos aparecen con exposiciones a niveles actualmente aceptados como seguros. (J.A Ortega Garcia, 2005). Los principales efectos neurotóxicos derivados de la exposición fetal y durante los primeros años de vida a los pesticidas son la presencia de hiperactividad, pérdida de vitalidad, alteraciones de la coordinación y de la memoria, disminución de la

capacidad de dibujar, retraso en el desarrollo neurológico, desórdenes conductuales y alteraciones motoras. (J.A Ortega Garcia, 2005).

En diversas investigaciones se han determinado impactos en el neurodesarrollo y la exposición prenatal y posnatal a organofosforados con la presencia de alteraciones en la comunicación y habilidades motoras (Handal, Harlow, Breilh, & Lozoff, 2008), presencia de síndrome de déficit de la atención (Marks, y otros, 2010) y déficits en la capacidad cognitiva global (Grandjean, Harari, Barr, & Debes, 2006).

En estudios de cohorte se encuentra poca evidencia de efectos en los recién nacidos, sin embargo se encuentra evidencia más consistente en impactos en niños con edades superiores a 24 meses (Eskenazi, y otros, 2007) . Este efecto lo explica Rice y Barone (2000), en que la exposición a un neurotóxico durante el periodo de neurodesarrollo sólo se puede manifestarse más tarde en el tiempo, porque la exposición se produce en un momento en cascada procesos de desarrollo están llevando a cabo. Estos procesos comenzar durante la gestación y continuar durante las primeras etapas de infancia, y esto podría explicar por qué estos efectos sobre la función cognitiva se observan en este punto y no a una edad más temprana (Rice & Barone Jr, 2000).

El clorpirifos es el ingrediente activo más utilizado en la localidad de Sumapaz, y pertenece al grupo químico de los organofosforados y son los más estudiados en modelos de laboratorio, la exposición prenatal o neonatal mostró causar una variedad de anomalías en logros motores y cognitivos en ratas y ratones y cambios en el número de células, proyecciones neuríticas y sinapsis que solo se observan en la adolescencia y adultez.(Fernandez, 2013).

Los estudios sobre efecto sobre el desarrollo en humanos son escasos, sin embargo, algunos estudios demuestran resultados preocupantes; en una cohorte de niños en Nueva York, se demostró que la exposición prenatal al ingrediente activo clorpirifos medida en sangre en el cordón umbilical, se asoció inversamente con el peso y talla al nacer(Fernandez, 2013).

En un estudio realizado en Argentina se determinó el efecto de la exposición a plaguicidas en las funciones cognitivas y motoras de 42 niños de una zona rural con mayor

probabilidad de exposición a plaguicidas organofosforados y carbámicos. Los resultados de las pruebas realizadas para estudiar el efecto fueron comparados con los resultados obtenidos con 29 niños con menor exposición a plaguicidas. Al analizar los resultados en visomotricidad obtenidos en el subtest de laberintos se pudo apreciar que los individuos de la localidad con mayor exposición a plaguicidas fueron los que peor ejecución presentaron en esta prueba. Se identificó que este deterioro parecería ser dependiente del tiempo de exposición a plaguicidas, ya que se presentó una correlación inversa significativa entre el tiempo de residencia en la localidad expuesta y la puntuación obtenida en el test de laberintos.(Ana, y otros, 2013)

Un análisis holístico de la sostenibilidad de sistemas de producción de banano y plátano con énfasis en la exposición a plaguicidas y su relación con el neuro desarrollo de bebés de 0 a 2 años. Programa Infantes y Salud Ambiental con un Enfoque Ecosistémico (ISA). Informe técnico final. van Wendel de Joode, Berna y Quesada, Rosario. Costa Rica, 2013

Uno de los resultados del estudio “Exposición a plaguicidas y salud de niños en comunidades cercanas a plantaciones bananeras: un enfoque Ecosistémico” fue la presencia de metabolitos de plaguicidas en la orina de niños escolares (n=140) (van Wendel de Joode B. , 2008). Se encontraron asociaciones entre los niveles de metabolitos encontrados en la orina y el desarrollo cognitivo de los niños, especialmente la memoria a corto plazo. (van Wendel de Joode & Quesada, 2013).

El proyecto Infantes y Salud ambiental (ISA) se concibió para atender la necesidad de estudiar los problemas mencionados en las secciones anteriores y tiene como objetivo principal “Evaluar y mejorar la sostenibilidad de sistemas de producción de banano y plátano usando un Enfoque Ecosistémico a la salud humana, en particular con respeto a la exposición a plaguicidas y el neurodesarrollo de bebés de 0 a 2 años”. Para los 356 niños evaluados a los 12 meses de edad, resultados preliminares de la escala Bayley para la infancia y el desarrollo de la niñez (3rd edición), demuestran una relación inversa entre las concentraciones urinarias del ETU en la orina materna durante el embarazo (primera muestra) y la cognición en los niños varones, la asociación se mantiene después

de haber ajustado por la edad infantil al momento de aplicar la escala Bayley, la duración gestacional, y el nivel educativo de las madres. (van Wendel de Joode & Quesada, 2013).

Por otro lado, se encontró una relación inversa significativa entre la concentración del Manganeseo en cabello materno durante el embarazo y la escala de cognición en las niñas y la escala del comportamiento social y emocional en los niños. Las diferencias de sexo específicas a la exposición a Manganeseo han sido reportadas en los estudios en humanos y animales. La curva de densidad para la escala de Cognición y la escala social y emocional, ajustada por la edad en las pruebas, la duración gestacional, la educación de las madres en niños y niñas, respectivamente, con respecto a la concentración en cabello durante el embarazo. (van Wendel de Joode & Quesada, 2013).

Otro estudio examinó la asociación entre el uso de insecticidas durante el embarazo y la infancia, y el desarrollo de los niños. Se realizaron entrevistas y se evaluó el desarrollo mental y psicomotor con las escalas Bayley del desarrollo infantil. Se encontró que el uso de insecticidas en spray durante el embarazo estuvo asociado con la disminución en el desarrollo psicomotor. (Llop, y otros, 2013).

Un estudio reciente efectuado en México en niños expuestos de forma regular a una mezcla de pesticidas en su comunidad, principalmente agrícola, sugiere que se pueden dañar varias funciones cerebrales diferentes por la exposición durante el desarrollo del niño. (Arroyo & Fernandez, 2013). Los investigadores compararon dos grupos diferentes de niños de 4 a 5 años de edad, procedentes de entornos genéticos, sociales y culturales muy similares. Sin embargo, un grupo vivía en una comunidad donde los pesticidas se usaban regularmente en la agricultura, mientras que el otro provenía de una comunidad con un sistema de agricultura sin agroquímicos. Se midieron pesticidas organoclorados en la sangre de cordón umbilical y en la leche materna de los individuos de la comunidad, aunque también era probable que estuvieran expuestos a otras clases de pesticidas. Los niños expuestos mostraron disminución de la vitalidad, coordinación, memoria y capacidad de representación en el dibujo de la familia. (Arroyo & Fernandez, 2013).

Es difícil sacar conclusiones aisladas sobre los posibles efectos de la exposición postnatal a plaguicidas organofosforados en el neurodesarrollo, ya que en algunos estudios, el nivel de significación de la asociación disminuyó cuando la exposición posnatal era analizada

de forma independiente a la exposición prenatal (Marks, y otros, 2010), o los resultados para la exposición postnatal no fueron consistentes con los de la exposición prenatal (Eskenazi, y otros, 2007).

Pruebas de la capacidad cognitiva global

Un punto fundamental para la determinación de los impactos en las poblaciones infantiles es la utilización de pruebas neuropsicológicas que ofrecen medidas de desempeño que constituyen el constructo neuroconductuales (Grandjean, Harari, Barr, & Debes, 2006). Respecto a las pruebas utilizadas para evaluar la capacidad cognitiva global de los niños entre 6 y 16 años (la selección de una prueba debe tomar como principal factor el rango de edad de los participantes), en este grupo etario muchos de los estudios utilizaron las escalas de inteligencia de Wechsler (WISC III, WISC-IV, WPPSI-III, WISC-R, WAIS) (Grandjean, Harari, Barr, & Debes, 2006). (Engel, y otros, 2007) (Harari, y otros, 2010). Estas escalas proporcionan información completa en el desarrollo neurológico de los niños, más que aquellas que realizan una valoración aislada de funciones como la memoria visual, destreza y coordinación (González-Alzaga, y otros, 2014).

En Chile, Muñoz evaluó la presencia de metabolitos organofosforados en la orina de escolares rurales y estimó la asociación con el desempeño cognitivo, a través de un estudio exploratorio de diseño transversal, midió en 25 niños el funcionamiento cognitivo con el test de inteligencia WISC-III y concentraciones de metabolitos organofosforados en orina. Los resultados indicaron exposición a plaguicidas organofosforados en escolares rurales medidos con biomarcadores de metabolitos organofosforados en orina. Se observó relación entre la presencia de un metabolito organofosforado y un factor de desempeño cognitivo de la prueba WISC-III (velocidad de procesamiento). (Muñoz MT, 2011).

Evaluación de la exposición

En la literatura científica se describen dos formas de evaluar la exposición a plaguicidas organofosforados, en primer lugar, los estudios que analizan la exposición basada en muestras biológicas, se han determinado los niveles del metabolito del clorpirifos (3,5,6-

tricloro-2-piridinol-TCPy en orina (van Wendel de Joode, y otros, 2012) (Fortenberry, y otros, 2014) o inespecíficos para organofosforados como los dialquilfosfatos (DAP's) en orina (Engel, y otros, 2007), estos compuestos son los más utilizados en la localidad de Sumapaz como lo indica una investigación realizada por el grupo investigador (Moya, Benavides, Chaves, & Gonzalez, 2015). Estos compuestos fueron detectados y medidos utilizando la cromatografía líquida (González-Alzagaa, y otros, 2014) (van Wendel de Joode, y otros, 2012). En segundo lugar, estudios realizados en América Latina evaluaron la exposición a través de cuestionarios de la exposición prenatal en madres o exposición posnatal en los niños (Harari, y otros, 2010) (Handal, Harlow, Breilh, & Lozoff, 2008) (Grandjean, Harari, Barr, & Debes, 2006).

La exposición prenatal e impactos sobre el neurodesarrollo

Se analizaron los efectos en las primeras etapas de la vida de los niños en dos estudios de cohorte de nacimiento, uno en una población multiétnica en Nueva York (Engel, y otros, 2007) y uno realizado en comunidades campesinas hispana que trabajan en California (Young, y otros, 2005), en estos estudios la presencia de metabolitos de organofosforados fueron asociados con la presencia de reflejos anormales hasta 2 meses de la edad.

En la cohorte de California la exposición durante el embarazo se asoció con el índice de desarrollo mental del niño (MDI) a los 24 meses, pero no a 6 o 12 meses (Eskenazi, y otros, 2007). En estas poblaciones también se reportaron efectos de la exposición prenatal una disminución significativa en la memoria de trabajo, Comprensión Verbal y la velocidad de procesamiento en niños de 7 años (Bouchard, y otros, 2011).

En los estudios realizados en mujeres con exposición ocupacional en invernaderos de cultivos de flores se reportó una disminución en la memoria y la coordinación motora visual y la velocidad (Harari, y otros, 2010).

La exposición posnatal e impactos sobre el neurodesarrollo

La exposición posnatal evaluada por metabolitos en sangre y orina en niños de 6-8 años de edad se asoció con un tiempo de reacción significativamente mayor en los estudios por Grandjean et al. (2006) y Harari et al. (2010). Además estudios que emplearon

cuestionarios basados en el trabajo agrícola infantil, la proximidad a cultivos agrícolas y que sus padres trabajaran en agricultura fueron asociados a una disminución significativa en la comprensión verbal de los niños, alteraciones motoras y memoria (González-Alzagaa, y otros, 2014).

7. Metodología

Tipo de estudio

La investigación corresponde a un estudio de corte transversal de tipo observacional analítico (Rothman, 2008), en el cual se tomará información sobre la variable predictora o de exposición prenatal y posnatal a plaguicidas y la variable de efecto medida como la función neurológica en niños, en forma simultánea.

En una revisión sistemática de la literatura se encontró que un 61% de los estudios que relacionan la exposición a plaguicidas e impactos neurológicos en niños utilizó como diseño el corte transversal (González-Alzagaa, y otros, 2014). De los estudios reportados por González (2014) se destacan dos realizados en poblaciones infantiles en condiciones similares a Colombia de una región rural del Ecuador. Uno de ellos realiza una valoración de la exposición postnatal a través de cuestionarios de exposición y valoraciones de la función neurológica con múltiples escalas (Grandjean, Harari, Barr, & Debes, 2006) y el segundo valora con una encuesta transversal de la función neurológica y determina como variable de exposición prenatal el trabajo como cortadora de rosas durante el embarazo (Handal, Harlow, Breilh, & Lozoff, 2008).

Si bien González (2014) en su revisión exalta la utilidad de los estudios de corte transversal, encuentra limitaciones como la incapacidad de realizar análisis dosis respuesta y plantea como diseño ideal para este tipo de valoraciones los estudios de cohorte que inician el análisis desde la exposición prenatal en el embarazo, sin embargo, este tipo de estudios es costoso y estaría fuera del alcance planteando para este proyecto y para esta convocatoria.

7.1 Población

La población a estudio serán la totalidad de los niños y niñas entre 7 a 10 años que han nacido y habitado en la localidad de Sumapaz, que corresponde a la única localidad netamente rural del distrito capital de Bogotá. La Subred Sur, a través de las acciones del plan de intervenciones colectivas (PIC) ha realizado un censo de la población infantil de la localidad, reportando un total de 241 niños en las edades definidas para el estudio de los cuales 107 son niños y 134 son niñas (ver tabla 1).

Este rango de edad fue seleccionado teniendo en cuenta las recomendaciones del grupo de investigación del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET) quienes han desarrolla investigación similares y cuentan con la experiencia de valoraciones neurológicas en poblaciones infantiles de zonas rurales (van Wendel de Joode, y otros, 2012) (van Wendel de Joode B. , 2008).

Criterios de exclusión

En el presente estudio se realizará una evaluación censal. Se excluirán del estudio los niños y niñas con complicaciones obstétricas durante el embarazo y/o el parto, diagnósticos de alteraciones cognitivas o neurológicas, sordera congénita y ceguera y aquellos en donde los padres o el mismo niño no acepten la participación en el estudio.

Esta información se recabará de las historias clínicas y planes de cuidado familiar que maneja el Subred Sur, el cual tiene la cobertura del 100% de la población de la localidad.

Tabla 1: Distribución de la población infantil entre 7 a 10 años de la localidad de Sumapaz

Edad	Femenino	Masculino	Total general
7	29	26	55
8	27	33	60
9	18	36	54
10	33	39	72
Total general	107	134	241

Fuente: Subred Sur Nazareth, 2014.

Valoración de exposición prenatal y postnatal

En el caso de la valoración de la exposición a plaguicidas a nivel prenatal se aplicará el instrumento a las madres de los niños y niñas participantes, este fue desarrollado y validado para comunidades campesinas en Costa Rica por el Instituto Regional de Estudios en sustancias tóxicas de la Universidad Nacional de Heredia (IRET), orientado a la valoración de la exposición a plaguicidas en mujeres embarazadas. Este será aplicado por un profesional del equipo de investigación con entrenamiento por los miembros del IRET.

Para realizar una valoración de la exposición posnatal a plaguicidas a los niños se les aplicará el instrumento de “valoración de la exposición en niños” desarrollado por el IRET, este instrumento se encuentra validado en poblaciones rurales infantiles de América Latina (van Wendel de Joode B. , 2008).

Para establecer la exposición actual al clorpirifos ingrediente activo de los plaguicidas organofosforados más usado en la localidad (Moya, Benavides, Chaves, & Gonzalez, 2015), se plantea analizar en la orina de los niños y niñas el metabolito 3,5,6-tricloro-2-piridinol (TCPy), de este se ha reportado que después de la exposición oral hasta un 70% se excreta en la orina, con una vida media en los adultos de 27 h (van Wendel de Joode, y otros, 2012). TCPy con frecuencia se ha utilizado como una biomarcador específico en orina para la exposición clorpirifos (van Wendel de Joode, y otros, 2012) (Fortenberry, y otros, 2014) (González-Alzagaa, y otros, 2014). Por estos antecedentes se plantea realizar a la totalidad de la población un análisis de la concentración de TCPy.

La recolección de muestras de orina se realizara durante la visita domiciliaria, recolectando 50 ml de orina, las muestras se etiquetaran y almacenaran en un refrigerador a 4° C y se congelaran a menos 20°C al finalizar el día. Las muestras se almacenaran en la Subred Sur hasta su traslado al Departamento de Medicina de Laboratorio en el Subred Sur Universitario de Lund, Suecia.

El metabolito TCPy se analizará usando la técnica de cromatografía líquida de masas. Para el procesamiento de las muestras se utilizará 1 ml de orina se acidificará y se hidrolizaran durante la noche, después se extraerán usando columna de extracción de la fase solida antes del análisis. TCPy se analizará utilizando la masa parámetros de espectrometría de acuerdo con Olsson et al (2004) Todas las muestras serán analizadas en duplicados con un coeficiente de varianza de 10%.

Debido a que la vida media de este metabolito es corta en el organismo y que no existe un parámetro de concentración en orina para poblaciones colombianas, se realizará al 20% de la población que tenga una alta valoración en el cuestionario de exposición una segunda muestra, con el fin de establecer un posible cambio en las concentraciones del metabolito en la orina, asociado a la exposición. Las variables de exposición serán contrastadas por sexo, lugar de procedencia, ubicación geográfica y distancia del hogar y la escuela a los cultivos.

Valoración de capacidad cognitiva global.

Un punto fundamental para la determinación de los impactos en las poblaciones infantiles es la utilización de pruebas neuropsicológicas (Grandjean, Harari, Barr, & Debes, 2006). Respecto a las pruebas utilizadas para evaluar la capacidad cognitiva global de los niños entre 7 a 10 años varios estudios han utilizado las escalas de inteligencia de Wechsler (WISC III, WISC-IV, WPPSI-III, WISC-R, WAIS) (Grandjean, Harari, Barr, & Debes, 2006). (Engel, y otros, 2007) (Harari, y otros, 2010). Estas escalas proporcionan información completa en el desarrollo neurológico de los niños (González-Alzagaa, y otros, 2014).

Para el presente estudio se realizará una entrevista completa a niños y niñas participantes, orientada por psicólogo entrenado por profesionales expertos del IRET, en ella se aplicará la escala de inteligencia de Wechsler en su cuarta versión (WISC IV), que evalúa la capacidad cognitiva global y cuatro dominios específicos de inteligencia que permiten un análisis de los procesos cognitivos. La estructura de la WISC IV está formada por 10 pruebas mediante las que se obtiene un perfil de puntuaciones escalares, un Coeficiente Intelectual (IQ) total y 4 índices: Comprensión Verbal, Razonamiento Perceptivo, Memoria de Trabajo y Velocidad de Procesamiento.

La totalidad de los instrumentos será validada por expertos en el área de la psicología y de la determinación de la exposición ambiental. Luego se realizará una prueba piloto en una población infantil rural de Bogotá diferente a la localidad de Sumapaz.

8. Plan de análisis de la información

La información será digitada por un técnico en digitación calificado, contratado por el proyecto. La sistematización de la información se realizará en el programa estadístico

SPSS versión 19. De manera permanente se realizará limpieza, depuración y actualización de los datos. Se llevará a cabo un primer análisis univariado de las variables, distribución de frecuencias absolutas y relativas. Se calcularán medidas de tendencia central y de variabilidad o dispersión para variables continuas incluidas en el estudio.

El análisis bivariado se desarrollará aplicando pruebas paramétricas o no paramétricas, de acuerdo al tipo de distribución poblacional, se modelaran tablas de contingencias 2X2 con la comparación de razón de prevalencia.

En el caso de las variables continuas se realizarán pruebas para determinar la normalidad de la distribución (Kolmogorov-Smirnov) y de homogeneidad de varianzas; en los casos en los que no exista normalidad ni homogeneidad se realizarán pruebas no paramétricas (Prueba de Mann-Whitney y Prueba de Kruskal-Wallis) de acuerdo a la naturaleza de la variable y se definirá como nivel de significancia $p = 0.05$.

Uno de los principales factores confusores que se debe considerar son las condiciones de pobreza y desnutrición que han sido reportadas como generadoras de alteraciones del neurodesarrollo (Grandjean, Harari, Barr, & Debes, 2006), para ellos se revisan las historias clínicas individuales y el plan de cuidado familiar para contrastar estas variables en los modelos.

Además la exposición a otros neurotóxicos como metales pesados y otros neurotóxicos será definida por la información recopilada por sistema de vigilancia epidemiológica ocupacional de los trabajadores informales (SIVISTRA) y los análisis de metales pesados en agua que realizan mensualmente el Subred Sur en la localidad.

Otros factores descritos para poblaciones colombianas han sido la historia de problemas académicos de la madre y padre e historia de problemas de comportamiento de los hermanos, alcoholismo de la madre durante el embarazo, fracaso escolar recurrente y conductas agresivas en el hogar (Zapata-Zabala, Álvarez-Uribe, Aguirre-Acevedo, & Cadavid-Castro, 2012). Estos confusores se verificaran con la información que será suministrada por las historias clínicas individuales, el análisis del plan de cuidado familiar y la información de los sistemas de vigilancia en violencia y maltrato (SIVIM) realizado por el Subred Sur de Nazareth.

El análisis multivariado busca la construcción de modelos de regresión logística múltiple para explicar el peso de todas las variables independientes respecto a la presencia de alteraciones neurológicas o cognitivas.

9. Consideraciones éticas

El estudio pretende determinar el impacto de la exposición prenatal y posnatal a plaguicidas y su relación con las alteraciones del desarrollo neurológico de la población infantil entre 7 y 10 años de la zona rural de Localidad de Sumapaz, siguiendo los lineamientos jurídicos y éticos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (“Principios éticos para la investigación que involucra sujetos humanos”).

En este estudio prevalecen el respeto a la dignidad, los derechos y bienestar de los seres humanos que lleguen a ser involucrados, además se acoge completamente a la resolución 008430 de 1996 por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 11° de la resolución 008430 del 4 de octubre de 1996, este estudio puede ser clasificado como una investigación con riesgo mínimo dado que se realizarán valoraciones neurológicas y pruebas de colección de orina, que no generan ninguna intervención en la población participante.

Además, se contará con el consentimiento informado por escrito aprobado por el representante legal por ser una población de menores de edad, el cual presentará la justificación, beneficios y riesgos para los participantes de conformidad con el artículo 18 de resolución 008430 de 1996 (Anexo 1). Por último el proyecto se realizará cuando se obtenga el aval ético.

Los objetivos y resultados del estudio serán conocidos por los participantes y por la comunidad académica. Los datos y registros obtenidos se consignarán de tal forma que se proteja la confidencialidad de los sujetos.

El proyecto considera como principios éticos los siguientes:

- **Autonomía:** Para decidir participar o no, retirarse de las valoraciones neurológicas, las pruebas de orina o valoración de la exposición, aún después de iniciadas. La participación es de carácter voluntario.
- **Privacidad:** El nombre y los resultados individuales se mantendrán en estricta confidencialidad como lo determina el artículo 16 de la resolución 2346 de 2007, así los resultados del estudio se darán a conocer en forma integral, sin particularizar ni permitir la identificación de los participantes. La información no podrá ser utilizada por otras instituciones sin previa autorización de los participantes.
- **Beneficencia:** Los resultados del presente proyecto de investigación permitirán el desarrollo de programas para el mejoramiento de las condiciones de salud y seguridad en el trabajo.
- **Veracidad:** De la información solo se conocerá la información consolidada, para su análisis, no se permitirá el acceso personalizado a las bases de datos. Los investigadores se comprometen a no alterar la información recolectada y presentar los resultados de manera fidedigna.
- **Consistencia:** La información recolectada cumplirá con todos los elementos necesarios determinados por la resolución 2346 de 2007 por la cual se regula la práctica de evaluaciones médicas y el manejo y contenido de las historias clínicas.
- **Atención oportuna de alteraciones del estado de salud:** De conformidad con el artículo 12 de la resolución 2346 de 2007, si el grupo investigador como resultado de las evaluaciones se encontrara alguna alteración el participante será informado y se remitirá a su institución prestadora de servicios (IPS) o la entidad promotora de salud (EPS), con una copia de los resultados.

10. Resultados y productos esperados de la investigación

Con el presente proyecto se pretende determinar la relación entre la exposición prenatal y posnatal a plaguicidas con las alteraciones del desarrollo neurológico de la población infantil entre los 7 y 10 años de la zona rural de Localidad de Sumapaz. Con base en estos resultados se darán recomendaciones para que las instituciones generen o

fortalezcan estrategias promocionales y de prevención y fortalecer políticas agrícolas para la erradicación y/o reducción del uso de plaguicidas en las zonas rurales.

11. Productos esperados (Productos):

Como productos que evidencien el logro en cuanto a generación de nuevo conocimiento, fortalecimiento de capacidades científicas y apropiación social del conocimiento del proyecto se realizarán dos (2) artículos científicos en revistas indexadas y una (1) ponencia en un eventos de carácter internacional.

Además el grupo investigador socializará los resultados en dos (2) eventos comunitarios a las organizaciones sociales y comunitarias de la localidad.

Adicionalmente, se vinculará un joven investigador al proyecto y se realizaran dos (2) trabajos de grado de las especializaciones de Gestión de la Salud Pública y la Seguridad Social y Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad EAN.

BIBLIOGRAFIA

Instituto Nacional de Salud . (2007). *Sistema de Vigilancia Epidemiológica, Informe 2006, VIGILANCIA DE INTOXICACIONES POR SUSTANCIAS QUIMICAS Colombia, Semanas 1-52.* . Bogotá.

Enciclopedia de la salud y seguridad en el trabajo. (11 de 2014).

<http://es.scribd.com/doc/245511119/Sistema-Nervioso-Central#scribd>. Recuperado el 02 de 04 de 2015, de <http://es.scribd.com/doc/245511119/Sistema-Nervioso-Central#scribd>

Amaya V., A. M. (2008). Valoración de los factores de riesgo asociados a los hábitos de manejo y exposición a organofosforados y carbamatos en habitantes y trabajadores de la vereda de Bateas del municipio de Tibacuy, Cundinamarca, Colombia. *NOVA Publicación Científica en Ciencias Biomédicas*, 6(10), 101.

Ana, M., Saavedra, O., Wirna, N., Maria, R., Tschambler, J., Avila Carreras, N., . . . Bovi Mitre, M. (2013). Afectación de las funciones cognitivas y motoras en niños residentes de zonas rurales de Jujuy y su relación con plaguicidas inhibidores de la colinesterasa. Un estudio Piloto. *Acta toxicologica*, 21(1).

- Andersen, H., Debes, F., Wohlfahrt, C., Murata, K., & Philippe, G. (2015). Occupational pesticide exposure in early pregnancy associated with sex- specific neurobehavioral deficits in the children at school age. *Neurotoxicology and Teratology*, *49*, 1-9.
- Androutsopoulos, V., Hernandez, A., Liesivuori, J., & Tsatsakis, A. (2013). A mechanistic overview of health associated effects of low levels of organochlorine and organophosphorous pesticides. *Toxicology*, *307*, 89–94.
- Arroyo, H., & Fernandez, M. C. (2013). Tóxicos ambientales y su efecto en el neurodesarrollo. *Medicina (Buenos aires)*(1), 93-102.
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (09 de 2013). Recuperado el 03 de 04 de 2015, de http://www.anla.gov.co/documentos/10517_res_0907_090913.pdf
- Azhary H, F. M. (2010). Peripheral Neuropathy: diferencial diagnosis and managment. *Am Fam PhysiciaN*, *81*(7), 887-889.
- Baltra, E. (2008). TIEMPO RECOMENDADO PARA UNA NUEVA CONCEPCIÓN POST ABORTO ESPONTÁNEO. *Revista chilena de obstetricia y ginecología*, *73*(2), 79-84.
- Benavides, J., & Losada, M. (2010). *Experiencias en investigación*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Bigbee, J., & Sharma, k. (1999). Morphogenic role for acetylcholinesterase in axonal outgrowth during neural development. *Environ Health Perspect*, *107*, 81-87.
- Bouchard, M., Chevrier, J., Harley, K., Kogut, K., Vedar, M., Calderon, N., . . . Eskenazi, B. (2011). Prenatal Exposure to Organophosphate pesticides and IQ in 7 -year-old children. *Enviroment Health Perspectives*, *119*(8), 1189-1195.
- Elkin F. Amaya V, A. M. (s.f.). Valoracion de factores de riesgo asociados a los hábitos de manejo y exposicion a organofosforados y carmabatos en habitantes y trabajadores de la vereda Bateas del municipio de Tibacuy, Cundinamarca, Colombia.
- Engel, S., Berkowitz, G., Barr, D., Teitelbaum, S., Siskind, J., & Meisel, S. (2007). Prenatal organophosphate metabolite and organochlorine levels and performance on the Brazelton Neonatal Behavioral Assessment Scale in a multiethnic pregnancy cohort. *Am. J. Epidemiol*, *165*, 1397–1404.
- Eskenazi, B., Marks, A., Bradman, A., Harley, K., Barr, D., Johnson, C., . . . Jewell, N. (2007). Organophosphates Pesticide Ecpxposure and Neurodevelopment in Young Mexican -American Childen. *Environ Health perspect*, *115*(5), 792-798.

- Fernandez, H. A. (2013). Tóxicos ambientales y su efecto en el neurodesarrollo. *Medicina (B. Aires)*, 73(Suppl 1), 93-102.
- Fortenberry, G., Meeker, J., Sánchez, B., Barr, D., Panuwet, P., Bellinger, D., . . . MM, T.-R. (Mar de 2014). 3,5,6-trichloro-2-pyridinol (TCPY) in pregnant women from Mexico City: distribution, temporal variability, and relationship with child attention and hyperactivity. *Int J Hyg Environ Health Urinary* , 217(2-3), 405-412.
- González-Alzagaa, B., Lacasana, M., Aguilar-Garduno, C., Rodríguez-Barrancoa, M., Ballester, C., Rebagliato, M., & Hernández, A. (2014). A systematic review of neurodevelopmental effects of prenatal and postnatal organophosphate pesticide exposure. *Toxicology Letters*, 230, 104–121.
- Grandjean, P., Harari, R., Barr, D., & Debes, F. (March de 2006). Pesticide Exposure and Stunting as Independent Predictors of Neurobehavioral Deficits in Ecuadorian School Children. *PEDIATRICS* , 117(3).
- Gurunathan S, R. M. (1988). Accumulation of chlorpyrifos on residential surfaces and toys accessible to children. *Environ Health Perspect*, 106, 9-16.
- Handal, A. (2007). Effect of Community of Residence on Neurobehavioral Development in Infants and Young Children in a Flower-Growing Region of Ecuador. *Environmental Health Perspectives*, 115, 128-133.
- Handal, A., Harlow, S., Breilh, J., & Lozoff, B. (Nov de 2008). Occupational exposure to pesticides during pregnancy and neurobehavioral development of infants and toddlers. *Epidemiology*, 19(6), 851-9.
- Harari, R., Julvez, J., Murata, K., Barr, D., Bellinger, D., & Debes, F. (2010). Neurobehavioral deficits and increased blood pressure in school-age children prenatally exposed to pesticides. *Environ. Health Perspect*, 118, 890–896.
- Hernández Jaramillo, J., & Hernández Umaña, I. (2005). Una aproximación a los costos indirectos de la discapacidad en Colombia. *Revista de Salud Pública* vo.1 7, num.2, 130 - 144.
- Instituto Colombiano Agropecuario. (2004). *resolucion sobre restriccion y prohibiciones de plaguicidas de uso agrícola*. Bogotá.
- Instituto Nacional de Salud. (2003). *Sistema de Vigilancia en Salud Pública*. 2003: Instituto Nacional de Salud.
- Instituto Nacional de Salud. (2006). *Protocolo de Intoxicaciones por Sustancias Químicas*. Bogotá.

- Instituto Nacional De Salud. (2010). *Protocolo de vigilancia y control de intoxicaciones por plaguicidas*. Bogotá.
- Instituto Nacional de Salud. (2014). *Protocolo de vigilancia en salud pública*. Bogotá.
- Instituto Nacional de Salud. (2014). *Sistema de Vigilancia Epidemiológica, VIGILANCIA DE INTOXICACIONES POR SUSTANCIAS QUIMICAS Colombia, Semanas 1-52*. Bogotá.
- Instituto Nacional de Seguridad Social e Higiene. (1998). Notas Técnicas Preventivas. *Nota técnica preventiva NTP 487: Neurotoxicidad. agentes neurotóxicos*. Instituto Nacional de Seguridad Social e Higiene. España.
- Karam, e. a. (noviembre de 2004). Plaguicidas y salud de la población. (U. A. México, Ed.) *Ciencia Ergo Sum*, 11(003), 246-254.
- Lauwerys, R. (1994). Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales. *Pesticidas*, 489-500.
- Lawerys, R. (1994). *Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales*. España: Elsevier.
- Leonardo Briceño, M. V. (2012). Universidad Nuestra Señora del Rosario. *Compromiso neurológico periférico y exposición a plaguicidas en cultivadores de arroz en zona rural, Colombia*.
- Llop, S., Julvez, J., Fernandez, A., Loreto, S. M., Vizcaino, E., Iñiguez, C., . . . Ballester, F. (2013). Prenatal and postnatal insecticide use and infant neuropsychological development in a multicenter birth cohort stud. *Environment International*, 59, 175-182.
- Marks, A., Harley, K., Bradman, A., Kogut, K., D, B., Johnson, C., . . . Eskenazi, B. (Dec de 2010). Organophosphate Pesticide Exposure and Attention in Young Mexican-American Children: The CHAMACOS Study. *Environ Health Perspect*, 118(12), 1768–1774.
- Martínez, R. M. (2008). *Alteraciones neurológicas, cognitivas, y del afecto secundarias a la exposición ocupacional prolongada a plaguicidas organofosforados en trabajadores del sector de la agricultura*. Bogotá.
- Mauermann ML, B. T. (2008). the evaluation of chronic axonal polyneuropathies. *Semin Neurol*, 28(2), 51-133.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas en Colombia. (2005). *La cadena de papa en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica*. Documento de trabajo 100. Bogotá.

- Ministerio de Porteccion social. (2007). *Ministerio de proteccion social*. Recuperado el 19 de 10 de 2014, de Ministerio de proteccion social:
http://www.susalud.com/guias/guia_gatiso_exposicion_organofosforado.pdf
- Monroy, O. M. (2009). *cCaracterizacion de las prácticas agrícolas asociadas con el uso y manejo de plaguicidas en cultivos de papa. caso - vereda mata de mora, en el paramo de merchán, saboya. Boyaca*.
- Muñoz MT, I. V. (2011). Exposicion a organofosforados y desempeño cognitivo en escolares rurales chilenos: un estudio exploratorio. *Facultad Nacional Salud Pública*, 29(3), 256-263.
- Muñoz, M., Boris, L., Barr, D., Steenland, K., Levy, K., Ryan, B., . . . Rojas , E. (2013). Neurodevelopmental effects in children associated wuth exposure to organophosphate pesticides. *Neurotoxicology*, 158-168.
- Nazareth, H. (2013). *Diagnostico local*. Bogotá.
- Nivia, E. (2010). *Las mujeres y los plaguicidas*. Rionegro.
- Nordby. (2005). Indicators of Mancozeb exposure in relation to thyroid cancer and neural tube defects in farmer's families. , 2005;. *Scandinavian J Work Environ Health*, 31(2), 89-96.
- OMS. (2006). *Informe sobre la salud en el mundo*.
- Organización Mundial de la Salud. (1988). *“Dithiocarbamate pesticides, ethylenethiourea, and propylenethiourea: a general introduction*. Geneva: WHO.
- Organización Mundial de la Salud. (1992). *Consecuencias sanitarias del empleo de plaguicidas en la agricultura*. Ginebra: OMS.
- Organizacion Mundial de la Salud. (2000). *Manual de Puebas neuroconductuales*. San Jose Costa Rica.
- Organizacion Mundial de la Salud. (2015). *10 datos sobre la salud ambiental del niño*. Recuperado el 06 de 07 de 2015, de
http://www.who.int/features/factfiles/children_environmental_health/facts/es/index4.html
- Parra, L. M. (2012). *Caracterizacion de los patrones de consumo de alimentos en la localidad de Sumapaz*. Bogotá.
- Pascuzzi. (2009). Peripheral Neuropathy. *Med Clin*(93), 317-342.
- Pinkhans, J. ,. (1963). Sulfahemoglobinemia and acute hemolytic anemia with Heinz bodies following contact with a fungicide-zinc ethylene bisdithiocarbamate in a

subject with glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency and hypocatalasemia. *Blood*, 484-493.

PNUD. (2011). *Colombia rural: Razones por la esperanza. Informe Nacional de Desarrollo Humano*. Bogotá.

Rauh, V., Arunajadai, S., Horton, M., Perera, F., Hoepner, L., Barr, D., & Whyatt, R. (2011). Seven -year neurodevelopmental scores and prenatal exposure to chlorpyrifos a common agricultural pesticide. *Environ Health Perspect*, 119(8), 1196-1201.

Red de Acción de plaguicidas del Reino Unido. (2009). *Catálogo de listas de plaguicidas que identifican aquellos asociados con impactos particularmente dañinos para la salud o el medio ambiente*. Londres: Red de Acción de plaguicidas del Reino Unido.

Rice, D., & Barone Jr, S. (2000). Critical periods of vulnerability for the developing nervous system: evidence from humans and animal models birth. *Environ. Health Perspect*, 108, 511-533.

Rios, I. O. (2005). Neuropatía periférica y deterioro de las funciones cognitivas asociadas a la exposición crónica a organofosforados. *Revista médica del IMSS*, 46(6), 479-486.

Rothman, K. (2008). *Modern epidemiology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Schuh, R., Lein, P., Bechles, R., & Jett, D. (2002). Noncholinesterase mechanism of chlorpyrifos neurotoxicity: altered phosphorylation of Ca²⁺/cAMP response element binding protein in cultured neurons. *Toxicol. Appl. Pharmacol*, 182, 176-185.

Shelton, J., Geraghty, E., Tancredi, D., Delwiche, L., Schmidt, R., Ritz, B., . . . Hertz, P. (2014). Neurodevelopmental disorders and prenatal residential proximity to agricultural pesticides the charge study. *Environmental Health Perspectives*, 1103-1109.

Simonsen L, J. H. (1994). *Methodological approach to the evaluation of neurotoxicity data and the classification of neurotoxic chemicals*. Recuperado el 02 de 04 de 2015, de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8016593>

Slotkin. (1999). Developmental cholinotoxicants: nicotine and chlorpyrifos. *Environment Health perspectives*, 107, 71-80.

Slotkin, T. (2004). Cholinergic systems in brain development and disruption by neurotoxicants: nicotine, environmental tobacco smoke, organophosphates. *Toxicol Appl Pharmacol*, 198, 132-151.

- Steenland, K., Cedillo, L., & Tucker, J. (1997). Thyroid Hormones and Cytogenetic Outcomes in Backpack Sprayers Using Ethylenebis(dithiocarbamate) (EBDC) Fungicides in Mexico. *Environmental Health Perspectives*, 105, 1126-1130.
- Superintendencia de industria y comercio. (2013). *Estudios Económicos Sectoriales. Estudios sobre plaguicidas en Colombia*. Bogotá.
- van Wendel de Joode, B. (2008). *Exposicion a plaguicidas y salud de niños en comunidades cercadas a plantaciones bananeras: un enfoque Ecosistemico*.
- van Wendel de Joode, B. V., & Quesada, R. (2013). *Un analisis holistico de la sostenibilidad de sistemas de producción de banano y plátano con énfasis en la exposicion a plaguicidas y su relacion con el neurodesarrollo de bebes de 0 a 2 años*. Programa infantes y salud ambiental con un Enfoque Ecosistemico (ISA).
- van Wendel de Joode, B., Barraza, D., Ruepert, C., Mora, A., Córdoba, L., Oberg, M., . . . Lindh, C. (Aug de 2012). Indigenous children living nearby plantations with chlorpyrifos-treated bags have elevated 3,5,6-trichloro-2-pyridinol (TCPy) urinary concentrations. *Environ Res*, 117, 17-26.
- Whitney KD, S. F. (1995). developmental neurotoxicity of chlorpyrifos: cellular mechanisms. *Toxicol Appl Pharmacol*, 13, 52-63.
- Young, J., Eskenazi, B., Gladstone, E., Bradman, A., Pedersen, L., Johnson, C., . . . Holland, N. (2005). Association between in utero organophosphate pesticide exposure and abnormal reflexes in neonates. *Neurotoxicology*, 26(2), 199-209.
- Zapata-Zabala, M., Álvarez-Uribe, M., Aguirre-Acevedo, D., & Cadavid-Castro, M. (Aug de 2012). Coeficiente intelectual y factores asociados en niños escolarizados en la ciudad de Medellín, Colombia. *Rev. salud pública*, 14(4).

Anexo 1

Consentimiento informado de valoración de la función neurológica y laboratorios de manganeso y TSP en orina.

Investigadores:

Andrea Moya

John Alexander Benavides Piracón

Nancy Molina

Institución: Universidad EAN

Subred Sur Nazareth

Dirigido a: Población escolar de la localidad de Sumapaz.]

Estimado padre de familia:

Yo, John Alexander Benavides Piracón y el grupo investigador de la universidad EAN y la subred sur, nos encontramos realizando un proyecto de investigación que busca reconocer el impacto de la exposición prenatal y posnatal a plaguicidas y su relación con las alteraciones del desarrollo neurológico de la población infantil entre 7 y 10 de la Localidad de Sumapaz. Por esta razón queremos invitar a participar a usted y a su hijo en este estudio que consiste en una valoración neurológica a su hijo, un laboratorio clínico de sangre que establecerá la presencia de plaguicidas en su organismo y una encuesta realizada a usted para valorar la exposición a plaguicidas.

Antes de decidir si quiere participar, necesitan saber el objetivo del estudio, cuales son los riesgos a los que usted y su hijo se encuentran al participar en él y lo que debe de hacer después aceptar su participación.

Este proceso se llama “consentimiento informado”, que se encuentra en este formulario y si usted da su consentimiento para participar, se le pedirá que firme esta forma de consentimiento. Una copia de la forma se le entregará a usted, a usted se le invita a participar por ser residente de la localidad. Por favor lea esta forma y haga preguntas antes de dar su consentimiento como parte de este grupo de estudio.

Objetivo del Estudio:

- Determinar el impacto de la exposición prenatal y posnatal a plaguicidas y su relación con las alteraciones del desarrollo neurológico de la población infantil entre 6 y 14 años de la zona rural de Localidad de Sumapaz.
- La información que usted y su hijo comparta se usará para crear una intervención en la comunidad que permita el diseño de estrategias para mejorar las condiciones de trabajo y salud de la población de Sumapaz.

Descripción del Estudio /Procedimiento:

Recolección de muestras de orina:

- Aseo previo de los genitales
- Se le suministrará un recipiente para que deposite, la primera orina de la mañana.
- Se recolectaran aproximadamente 50 ml de orina.
- La muestra se recibirá será codificada y analizada en un laboratorio certificado.

Valoración neurológica

- En un sitio de total privacidad, se reunirá con un psicólogo acreditado.
- Se le realizaran una serie de preguntas y actividades para valorar la capacidad intelectual global de su hijo.
- El psicólogo establecerá un diagnóstico y le referirá a su hijo los tratamientos adecuados de ser el caso.

Evaluación de la historia clínica y plan de cuidado familiar

- Identificar información sobre la salud familiar
- Identificar información sobre la salud de su hijo
- Identificar información sobre el entorno familiar donde creció su hijo

Riesgos e Inquietudes:

No existen riesgos serios relacionados con la participación en este estudio para usted y su familia. Sin embargo, si se encuentran alteraciones en alguna de las pruebas realizadas a su hijo, el grupo investigador lo orientará para que él tenga la mejor atención para recuperar su salud.

Además, usted o su hijo pueden sentirse incómodos hablando de temas delicados e información de su vida. Si usted se indispone durante la entrevista o durante la toma de muestras, terminaremos el procediendo sin ninguna consecuencia para ustedes.

Beneficios esperados:

No hay ningún beneficio económico personal en participar en este estudio. Sin embargo, los resultados obtenidos permitirán a las instituciones participantes diseñar estrategias en salud pública para la promoción de la salud y calidad de vida de la población infantil de la localidad de Sumapaz

Alternativas:

Como este estudio no es estudio de tratamiento, su única alternativa es no participar en él.

Costos:

No hay costo ninguno para usted en participar en este estudio.

Autorización para el uso y distribución de la información para investigación:

Las únicas personas que sabrán que usted y su hijo están participando en este estudio serán los miembros del grupo de entrevista y los otros trabajadores que participaran en el grupo. Ninguna información será distribuida a otros sin su permiso por escrito, con la excepción de:

- Si es necesario proteger sus derechos o bienestar, si usted quisiera hacerse daño o si usted es lesionado y necesita cuidado de emergencia.

Los datos que usted o su hijo permanecerán confidenciales. La necesidad de respetar la confidencialidad de todos será enfatizada por los miembros del grupo de investigación. Si los resultados de la investigación son publicados o discutidos en alguna conferencia, ninguna información estará incluida sobre su persona ni ninguna persona en particular.

Derecho a Retractor:

Su participación en esta investigación es voluntaria. Su decisión a participar o no participar no afectará su relación actual o futura con la Universidad EAN o el Subred Sur. Si usted decide participar, es libre de retractarse en cualquier momento sin afectar esa relación.

Preguntas:

Si usted tiene alguna pregunta sobre sus derechos como participante en la investigación, por favor comuníquese con la Vicerrectoría de investigación de la Universidad EAN al Teléfono 5936464. Ext. 2148

CONSENTIMIENTO

Yo voluntariamente acepto mi participación y la de mi hijo en este estudio y que se colecte información sobre nosotros. Yo he leído la información en esta forma y todas mis preguntas han sido respuestas. Aunque estoy aceptando participar en este estudio, no estoy renunciando a ningún derecho.

Fecha: _____

Firma del Participante

Fecha: _____

Testigo del Procedimiento de Consentimiento

Fecha: _____

Investigador: John Alexander Benavides Piracón

CC 80.065.529

Anexo 2

Índice de Velocidad de Procesamiento

<p>Índice de Velocidad de Procesamiento (IVP)</p>	<p>Se relaciona de manera dinámica con la capacidad mental, el desempeño y desarrollo de la lectura, el razonamiento a través de la conservación de los recursos cognitivos y el empleo eficiente de la memoria de trabajo para tareas fluidas superior.</p>	<p><i>Claves</i></p>	<p>Es una subprueba esencial de velocidad de procesamiento. Mide:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Memoria a corto plazo. - Capacidad de aprendizaje. - Percepción visual. - Coordinación vasomotora. - Capacidad de rastreo visual. - Flexibilidad cognitiva. - Atención y motivación. - También puede incluir procesamiento visual y secuencial. 	<p>- Claves A: <i>aquí hay algunas figuras que tienen signos en ellas. Cada figura tiene su propio signo. Aquí están algunas figuras. Tú vas a llenarlas así: observa cómo lo hago yo.</i></p> <p>- Clave B: <i>Mira estas casillas. Cada una tiene un número en la parte superior y un signo especial en la parte de abajo. Tú tienes que escribir los signos correspondientes a cada número.</i></p>	<p>- Edades 6-7 años: reactivo muestra después clave A.</p> <p>- Edades 8-16 años: reactivo muestra después clave B.</p> <p>- Se necesita cronómetro.</p> <p>- Tiempo 120 seg. (2 min.).</p> <p>- Descontinuar después a los 120 seg.</p>
		<p><i>Búsqueda de símbolos</i></p>	<p>Es una subprueba esencial de velocidad de procesamiento. Mide:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Velocidad de procesamiento. - Discriminación visual y concentración. 	<p>Instrucciones: <i>Mira esta figura, es la misma figura que se encuentra aquí. Entonces marco la casilla de Sí...</i></p>	<p>- Edades 6-7 años: reactivo muestra de símbolos A.</p> <p>- Edades 8-16 años: reactivo muestra de símbolos</p>

			<ul style="list-style-type: none"> - Detectarse comprensión auditiva, organización perceptual y capacidad de planificación y aprendizaje. 		<p>B.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lápiz. - Se necesita cronómetro. - Tiempo 120 seg. (2 min.). - Descontinuar después a los 120 seg.
		<i>Registros</i>	<p>Es una subprueba suplementaria de velocidad de procesamiento.</p> <p>Mide:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Velocidad de procesamiento. - Atención visual selectiva. - Vigilancia. - Descuido visual. 	<p>Instrucciones:</p> <p><i>mira esta fila, todos son animales.</i></p> <p><i>Mira esta otra fila, tiene animales y otros objetos.</i></p> <p><i>Voy a dibujar una línea que cruce cada animal.</i></p> <p><i>Trabaja lo más rápido que puedas sin cometer ningún error.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Edades 6-16 años: reactivo 1 - Lápiz rojo. - Se necesita cronómetro. - Tiempo 45 seg. - Descontinuar después a los 45 seg.

Índice de Comprensión Verbal

Índice de Comprensión Verbal (ICV)	<p>Es una medida de la inteligencia cristalizada (Gc) y representa la capacidad de</p> <p>Ejemplo para</p>	<i>Semejanzas</i>	<p>Es una prueba esencial de Comprensión verbal.</p> <p>Implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprensión auditiva. - Memoria. - Distinción entre características no esenciales y esenciales. - Expresión 	<ul style="list-style-type: none"> - Lea cada reactivo al pie de la letra. En cada uno hacer la siguiente pregunta, insertando las palabras del estímulo apropiado: 	<ul style="list-style-type: none"> - Edades 6-8 años: reactivo 1 - Edades 9-11 años: reactivo 3 - Edades 12-16 años: reactivo 5
---	--	-------------------	---	--	--

razonar con información previamente aprendida. Esta capacidad Gc se desarrolla como una función de las oportunidades y experiencias educativas formales e informales, y depende en gran medida de la exposición del sujeto a los medios de comunicación del país.		Verbal.	¿en qué se parece un(a)_____ a un(a)____? Para aclarar decir: Qué quieres decir	Descontinuar después de 3 puntuaciones en "0".
	Vocabulario	Es una prueba esencial de Comprensión Verbal. Mide: <ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento de palabras. - Formación de conceptos verbales. - Reserva de conocimientos. - Capacidad de aprendizaje. - Memoria a largo plazo. - Grado de desarrollo del lenguaje. - Percepción y comprensión auditivas. - Conceptualización verbal. - Pensamiento abstracto. - Expresión verbal. 	- A cada palabra se le dice: <i>Escucha con cuidado ¿Qué quiere decir_____?</i>	- Edades 6-8 años: reactivo 5 - Edades 9-11 años: reactivo 7 - Edades 12-16 años: reactivo 9 - Descontinuar después de 3 puntuaciones en "0"
	Comprensión	Subprueba esencial de comprensión verbal. Está diseñada para medir: <ul style="list-style-type: none"> - Razonamiento y conceptualización verbales. - Comprensión y expresión verbales. - La capacidad para evaluar y 	- Aplicación: <i>ahora voy a hacerte algunas preguntas y quisiera que me dijeras las respuestas.</i>	- Edades 6-8 años: reactivo 1 - Edades 9-11 años: reactivo 3 - Edades 12-16 años: reactivo 5 - Descontinuar

			<p>utilizar la experiencia pasada.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad para demostrar información práctica. - Conocimiento de las normas sociales de comportamiento, juicio y madures sociales. - Sentido común. 		<p>uar después de 3 puntuaciones en "0"</p>
		<i>Información</i>	<p>Es una subprueba suplementaria de comprensión verbal. Está diseñada para medir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La capacidad de adquirir, conservar y recuperar conocimiento objetivo general. - Implica inteligencia cristalizada, memoria a largo plazo y la capacidad para conservar y recuperar información escolar y del ambiente. - Otras habilidades incluyen percepción y comprensión auditiva, así como capacidad de expresión verbal. 	<p>- Lea al pie de la letra cada reactivo al niño. <i>Cada uno debe repetir la pregunta correspondiente al reactivo.</i></p>	<p>- Edades 6-8 años: reactivo 5 - Edades 9-11 años: reactivo 10 - Edades 12-16 años: reactivo 12 - Descontinuar después de 5 puntuaciones en "0".</p>
		<i>Palabras</i>	Es una subprueba	Diga: <i>vamos</i>	- Edades

		<i>en contexto (pistas)</i>	<p>suplementaria de comprensión verbal. Se relaciona con tareas que miden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Razonamiento verbal. - Comprensión verbal. - Capacidad analógica y razonamiento general. - Abstracción verbal, conocimiento del dominio, capacidad para integrar y sintetizar diferentes tipos de información y para generar conceptos alternativos. 	<p>a jugar a adivinanzas. Dime en qué estoy pensando, es_____.</p>	<p>6-9 años: reactivo muestra después reactivo 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Edades 10-16 años: reactivo muestra después reactivo 5. - Descontinuar después de 5 puntuaciones en "0".
--	--	-----------------------------	--	--	---

Índice de Razonamiento Perceptual

Índice de Razonamiento Perceptual (IRP)	<p>Razonamiento Fluido, se necesita en tareas que requieren este tipo de razonamiento son: manipular abstracciones, reglas, generalización</p>	<i>Diseño con Cubos</i>	<p>Es una subprueba esencial de Razonamiento perceptual. Está diseñada para medir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La capacidad de análisis y síntesis de estímulos visuales 	<p>- Coloque dos cubos frente al niño. Levante uno de ellos y diga ¿ves estos cubos? Todos son iguales. En algunos</p>	<p>- Edades 6-7 años: reactivo 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Edades 8-16 años: reactivo 3 - Se necesita cronómetro. - Tomar
--	--	-------------------------	--	--	---

	<p>nes y relaciones lógicas.</p>		<p>abstractos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incluye formación de conceptos no verbales, percepción y organización visuales. - Procesamiento simultáneo, coordinación vasomotora, aprendizaje y la capacidad para separar figura y fondo en los estímulos visuales. - Implica observación visual y capacidad de equiparación en el caso de niños pequeños, así como la capacidad 	<p>lados son totalmente rojos, otros blancos y en otros son mitad blancos y mitad rojos.</p> <p>- <i>Observa cómo junto los cubos para construir algo. Ahora haz uno igual al mío. Puedes empezar.</i></p>	<p>Tiempo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los reactivos 1y 2 hay que instruir a que solamente equipare sólo la parte superior de los cubos. - En rotación sólo se corrige la primera vez, se gira los cubos a la posición correcta y diciendo: <i>ves, va de este modo.</i> - Descontinuar después
--	----------------------------------	--	--	--	---

			para integrar procesos visuales y motores.		de 3 puntuaciones en "0".
		<i>Conceptos con Dibujos</i>	Es una subprueba esencial de Razonamiento perceptual, diseñada para medir: <ul style="list-style-type: none"> - Razonamiento abstracto, categórico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se le enseña el libro de estímulos. - <i>Mira aquí (primera fila), mira acá (segunda fila). Escoge uno de aquí que vaya con uno de acá. ¿Por qué van juntos?</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Edades 6-8 años: reactivo muestra A y B, luego reactivo 1 - Edades 9-11 años: reactivo muestra A y B, luego reactivo 5 - Edades 12-16 años: reactivo muestra A y B, luego reactivo 7 - Descontinuar después de 5 puntuaciones en "0".

		<i>Matrices</i>	<p>Es una subprueba esencial de Razonamiento perceptual. Constituye buenas medidas de la inteligencia fluida y estimado confiable de la capacidad intelectual general. También está relativamente libre de la influencia cultural y de lenguaje y no requiere manipulación. Mide:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Procesamiento de información visual. - Razonamiento abstracto. 	<p>- Instrucciones: <i>Observa estos dibujos ¿cuál de estos dibujos (abajo) va aquí?</i></p>	<p>- Edades 6-8 años: reactivo muestra, luego reactivo 4</p> <p>- Edades 9-11 años: reactivo muestra, luego reactivo 7</p> <p>- Edades 12-16 años: reactivo muestra, luego reactivo 11</p> <p>- Descontinuar después de 4 puntuaciones en "0".</p>
		<i>Figuras Incompletas</i>	Subprueba suplementaria de razonamiento	<p>Instrucciones: <i>Voy a mostrarte</i></p>	<p>- Edades 6-7 años: reactivo</p>

			<p>perceptual. Está diseñada para medir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Percepción y organización visuales. - Concentración y reconocimiento de los detalles esenciales de los objetos. 	<p><i>algunos dibujos. En cada uno de ellos falta una parte. Observa cuidadosamente cada dibujo y dime que falta.</i></p>	<p>muestra después reactivo 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Edades 9-11 años: reactivo muestra después reactivo 5. - Edades 12-16 años: reactivo muestra después reactivo 10. - Se necesita cronómetro. - Tiempo 120 seg. (2 min.). - Descontinuar después de 6 consecutivas de 0.
--	--	--	---	---	---

Índice de Memoria de Trabajo

<p>Índice de Memoria de Trabajo o (IMT)</p>	<p>Es la capacidad para mantener activamente la información en la conciencia, ejecutar alguna operación o manipular con ella y producir un resultado. Es un componente esencial del razonamiento fluido y de otros procesos cognoscitivos de orden superior y que de igual manera se relaciona con el aprovechami</p>	<p><i>Retención de dígitos</i></p>	<p>Es una subprueba esencial de memoria de trabajo que se compone de dos partes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Retención de dígitos en orden directo. Se diseñó como medida de: <ul style="list-style-type: none"> o Memoria auditiva a corto plazo. o Habilidades de secuenciación, atención y concentración. o Implica aprendizaje y memoria mecánica, atención, codificación y procesamiento auditivo. - Retención de dígitos en orden inverso. Incluye: <ul style="list-style-type: none"> o Memoria de trabajo. o Transformación de la información. o Manipulación mental. 	<p>- Dígitos en orden directo: <i>Voy a decir algunos números. Escucha con cuidado y cuando haya terminado, repítelos después de mí. Simplemente repite lo que yo te diga.</i></p> <p>- Dígitos en orden inverso: <i>Ahora voy a decir algunos números más. Pero en esta ocasión,</i></p>	<p>- Edades 6-16 años: reactivo 1 - Descontinuar después de puntuaciones en "0" en ambos ensayos de un reactivo.</p>
--	---	------------------------------------	--	---	--

	ento y el aprendizaje.		<ul style="list-style-type: none"> o Formación de imágenes visoespeaciles . 	<i>cuando me detenga quiero que repitas al revés. Si yo digo 8-2, ¿qué dirías tú?</i>	
		<i>Sucesión de Números y Letras</i>	<p>Es una subprueba esencial de memoria de trabajo. Implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sucesión, manipulación y atención. - Memoria auditiva a corto plazo. - Formación de imágenes visoespaciales - Velocidad de procesamiento. 	<p>- Instrucciones: <i>Ahora voy a decir un grupo de números y letras. Después de que yo los diga, quiero que me digas los números en orden, comenzando con el número pequeño. Después, dime las</i></p>	<p>- Edades 6-16 años: reactivo muestra, después reactivo 1. - Practicar el abecedario y números antes de empezar. - Descontinuar cuando el niño no responde</p>

				<p><i>letras en orden alfabético. Por ejemplo si yo te digo A-2, que me dirías tú</i></p>	<p>los tres ensayos de un reactivo.</p>
		<p><i>Aritmética</i></p>	<p>Es una subprueba suplementaria de Memoria de trabajo. Implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Manipulación mental. - Concentración. - Capacidad de razonamiento numérico y atención mental. - También es posible que incluya sucesión, razonamiento fluido y razonamiento lógico. 	<p>Para introducir la prueba: <i>ahora te voy a pedir que resuelvas algunos problemas.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Edades 6-7 años: reactivo 3 - Edades 8-9 años: reactivo 9 - Edades 10-16 años: reactivo 12 - Se necesita cronómetro. - Tiempo 30 seg. - Descontinuar después de 4 puntuaciones

					nes en "0".
--	--	--	--	--	----------------

La subpruebas esenciales se aplica cuando se desea obtener puntuaciones compuestas. Las suplementarias amplían el rango de habilidades cognitiva, proporcionan información clínica adicional y permite que el profesional realice los análisis de discrepancia adicionales.

	Valor	%
TOTAL PROYECTO	\$ 534.088.325	100,0%
Financiado COLCIENCIAS	\$ 336.661.573	63,0%
Contrapartida UEAN - Especie	\$ 164.581.824	30,8%
Contrapartida Universidad Nacional - Especie	\$ 22.844.928	4,3%
Contrapartida Red Hospitalaria - Especie	\$ 10.000.000	1,9%

Rubro	Descripción	JUSTIFICACIÓN	COLCIENCIAS	CONTRAPARTIDA			Total
				UEAN	UNAL	SUBRED SUR	
				Especie	Especie	Especie	
Equipos	Nevera	Para almacenar y congelar las muestras de orina	\$ 1.500.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.500.000
· Materiales e Insumos	Uso de papelería para pruebas de determinación a la exposición	Instrumentos en físico para trabajo de campo	\$ -	\$ 2.500.000	\$ -	\$ -	\$ 2.500.000
	Frascos y equipamiento de transporte (200*\$10.000) de recolección de muestras de orina	Para recolección	\$ 2.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.000.000
· Servicios Técnicos	Biomonitores - TCPy (241 en niños, 60 de segunda valoración y 15 pruebas de calibración * \$435.600,00 USD150)	Embalaje, transporte y evaluación de pruebas de biomonitoreo en orina para la exposición a clorpirifos	\$ 137.649.600	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 137.649.600

Eventos Academicos	Auditorio tipo B: Capacidad inferior a 100 personas	Para socialización de resultados de investigación ante la comunidad académica y actores sociales en el Universidad EAN	\$ -	\$ 2.165.024	\$ -	\$ -	\$ 2.165.024
· Software	Prueba WISC Digital	Compra de Prueba y derechos de autor para uso de prueba de determinación de la capacidad cognitiva total a través del WISC IV	\$ 7.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 7.000.000
· Salidas de Campo	Viaje y viaticos de experto en Determinación de la exposición en plaguicidas e impactos neurologicos en niños (2 viajes San Jose -Bogotá)	Acompañamiento al grupo investigador por parte de expertos de Instituto Regional de Sustancias Toxicas (IRET) en la validación de instrumentos y estandarización de pruebas, previo a la fase de recolección de la información en campo	\$ 14.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 14.000.000
	Viajes y viaticos del grupo investigador en los corregimientos de Nazaerth y San Juan y traslados a veredas en donde se encuentra la población expuesta	Debido a la extensión y dispersión geográfica dentro de la localidad de Sumapaz la recolección de la información y muestras de orina requiere de un transporte permanente.	\$ 20.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 20.000.000
· Personal científico (estudiantes de doctorado y maestría, profesionales de apoyo y auxiliares de investigación).	Psicologos (1 psicologos * 10 meses * \$4.000.000,00)	Para determinación de neurodesarrollo a través del WISC IV	\$ 40.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 40.000.000
	Medio tiempo profesional de la salud (1 enfermero*8meses*\$1.500.000,00)	Recolección , embaje y transporte de muestras de orina	\$ 12.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 12.000.000

	Técnico en salud ocupacional (1 Técnico*8 meses*\$1.500.000,00)	Recolección de información en campo de la exposición prenatal y postnatal de familias y niños incluidos en el estudio	\$ 12.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 12.000.000
	Vinculación de Estudiante Maestría - auxiliar de Investigación (1 auxiliar*6*\$1.000.000,00)	Depuración y digitación de la información en campo	\$ 6.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 6.000.000
	Ingeniero Agronomo (1 Ingeniero*18 meses*\$1.500.000,00)	Determinar practicas de uso de los agrotoxicos en campo y exposición posnatal	\$ 27.000.000	\$ -	\$ -	\$ 10.000.000	\$ 27.000.000
	Especialista Seguridad y Salud en el trabajo (1 Especialista*8 meses*\$1.500.000,00)	Coordinación de trabajo de campo a técnico de salud ocupacional y enfermera	\$ 12.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 12.000.000
	Investigador Principal	Coordinación del proyecto y análisis de la Información	\$ -	\$ 137.071.872	\$ -	\$ -	\$ 137.071.872
	Coinvestigador	Determinación de la exposición a plaguicidas	\$ -	\$ 22.844.928	\$ 22.844.928	\$ -	\$ 45.689.856
	Coinvestigador Internacional	Honorarios investigador del Instituto Regional de Sustancias Toxicas (IRET) por acompañamiento en dos viajes para estandarizar la determinación de la exposición, impactos neurológicos y análisis epidemiológico	\$ 12.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 12.000.000
Publicaciones	Articulo 2 - Q2 (USD400 c/u)	Articulos resultado de investigación.	\$ 2.323.200			\$ -	

Gastos de operación	Hasta el 7%	Necesarios para la administración del proyecto durante los 24 meses de ejecución.	\$ 21.383.096	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 21.383.096
Sub - Totales			\$ 326.855.896	\$ 164.581.824	\$ 22.844.928	\$ 10.000.000	\$ 524.282.648
Seguimiento y evaluación	Hasta el 3%	Los recursos de este rubro se destinarán a las actividades de seguimiento y evaluación de la ejecución del proyecto por parte de Colciencias	\$ 9.805.677	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 9.805.677
TOTAL PROYECTO			\$ 336.661.573	\$ 164.581.824	\$ 22.844.928	\$ 10.000.000	\$ 534.088.325



CONTRAPARTIDA UNIVERSIDAD EAN

IMPACTO SOBRE LA CAPACIDAD COGNITIVA GLOBAL DE ESCOLARES POR LA EXPOSICIÓN PRENATAL Y POSNATAL A PLAGUICIDAS EN LA LOCALIDAD DE SUMAPAZ

RUBRO	TIPO	No. Horas Semana	Total Horas al Mes	No. Meses	Total Horas Proyecto	Valor Hora	EAN Especie
GASTOS DE PERSONAL	Investigador Principal Experto en Salud - GIS	18	72	24	1728	\$ 79.324	\$ 137.071.872
	Coinvestigador Experto en Aire - G.Ambiental	2	8	24	192	\$ 118.984	\$ 22.844.928
Subtotal							\$ 159.916.800

RUBRO	TIPO	Aula /1Hora	Videobeam /1Hora	Sonido/1Hora	Vlr. Hora	Vlr. 8 Horas
EVENTOS ACADEMICOS	Auditorio tipo B: Capacidad inferior a 100 personas	\$ 161.088	\$ 64.435	\$ 45.105	\$ 270.628	\$ 2.165.024
					Subtotal	\$ 2.165.024