



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR No. 17

---

**ASOCIACIÓN ENTRE EXPOSICIÓN A PARTÍCULAS  
PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub> EN MENORES CON DIAGNÓSTICO  
DE BRONQUIOLITIS EN HGP 3A**

**TESIS**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA FAMILIAR

**PRESENTA**

DRA. LYSETTE VÁSQUEZ MONTES DE OCA

**DIRECTOR DE TESIS Y ASESORES PRINCIPALES**

DR. VICTOR M. CAMARILLO NAVA  
DRA. ELIZABETH PADILLA MUÑIZ  
DR. CRISTIAN MERCADO ESQUIVEL



CIUDAD DE MEXICO 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**ASOCIACIÓN ENTRE EXPOSICIÓN A PARTICULAS  
PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub> EN MENORES CON DIAGNÓSTICO  
DE BRONQUIOLITIS EN HGP 3A**

**DIRECTOR DE TESIS**



---

**DR. VÍCTOR MANUEL CAMARILLO NAVA  
MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FAMILIAR  
COORDINADOR AUXILIAR MÉDICO DE INVESTIGACIÓN EN SALUD**

**DIRECTORA DE CLINICA**



---

**DRA. VANESSA LUCERO RODRÍGUEZ AVILÉS  
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR NO.17 IMSS**

**ASESORA DE TESIS**



---

**DRA. ELIZABETH PADILLA MUÑIZ  
MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FAMILIAR  
ADSCRITA EN LA UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR NO.11**

No. Protocolo: F-2021-3511-034

**ASOCIACIÓN ENTRE EXPOSICIÓN A PARTÍCULAS  
PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub> EN MENORES CON DIAGNÓSTICO  
DE BRONQUIOLITIS EN HGP 3A**



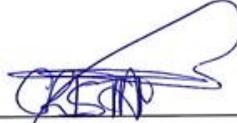
---

**DR. LYSETTE VÁSQUEZ MONTES DE OCA  
MEDICO RESIDENTE DE LA ESPECIALIDAD  
EN MEDICINA FAMILIAR DE LA  
UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR NO. 17**

No. Protocolo: F-2021-3511-034

**ASOCIACIÓN ENTRE EXPOSICIÓN A PARTICULAS  
PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub> EN MENORES CON DIAGNÓSTICO  
DE BRONQUIOLITIS EN HGP 3A**

ASESOR DE TESIS



---

**DR. CRISTIAN MERCADO ESQUIVEL  
MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FAMILIAR  
COORDINADOR DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN  
DE LA UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR NO. 17**



---

**DR. GLORIA IDALY MORALES RODRIGUEZ  
MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FAMILIAR  
PROFESORA TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACION  
EN MEDICINA FAMILIAR  
DE LA UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR NO. 17**

---

**DR. ELIZABETH CASTRO MERCADO  
MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FAMILIAR  
PROFESORA ADJUNTA DEL CURSO DE ESPECIALIZACION  
EN MEDICINA FAMILIAR  
DE LA UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR NO. 17**

No. Protocolo: F-2021-3511-034

## **Agradecimientos**

A mis padres, porque gracias a su amor, a sus enseñanzas y consejos he llegado a ser la persona de hoy, este logro es suyo.

A mis hermanos, que han estado todo el tiempo escuchando mis problemas, mis pesares, pero sobre todo alentando mis logros, acompañándome con risas y enserenándome a ser mejor persona.

A mis compañeros y amigos de la residencia, quienes me vieron en los peores momentos, pero gracias a ustedes viví los mejores, reímos, aprendimos, juntos.

A mis maestros, quienes se han interesado por crear médicos y personas excelentes, retándonos, alentándonos para superarnos y me han enseñado a sentir orgullo por nuestra casa.

## ÍNDICE

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>RESUMEN</b>                    | <b>6</b>  |
| <b>MARCO TEORICO</b>              | <b>9</b>  |
| PREVENCIÓN                        | 17        |
| <b>JUSTIFICACIÓN</b>              | <b>31</b> |
| <b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> | <b>33</b> |
| <b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b>  | <b>34</b> |
| <b>OBJETIVOS</b>                  | <b>34</b> |
| OBJETIVO GENERAL                  | 34        |
| <b>HIPOTESIS</b>                  | <b>34</b> |
| <b>MATERIAL Y METODOS</b>         | <b>35</b> |
| <b>RESULTADOS</b>                 | <b>48</b> |
| <b>DISCUSIÓN</b>                  | <b>59</b> |
| <b>CONCLUSIÓN</b>                 | <b>64</b> |
| <b>RECOMENDACIONES</b>            | <b>65</b> |
| <b>ASPECTOS ÉTICOS</b>            | <b>66</b> |
| <b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b>  | <b>70</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>               | <b>71</b> |
| <b>ANEXOS</b>                     | <b>80</b> |
| <b>(ANEXO 2)</b>                  | <b>81</b> |

# **ASOCIACIÓN ENTRE EXPOSICIÓN A PARTÍCULAS PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub> EN MENORES CON DIAGNÓSTICO DE BRONQUIOLITIS EN HGP 3A**

## **RESUMEN**

### **ANTECEDENTES**

La bronquiolitis se define como el primer episodio de dificultad respiratoria bronquial distal en un lactante / niño menor de dos años, precedido de síntomas catarrales. El Virus Sincitial Respiratorio (VSR) es la causa principal de esta enfermedad, sin embargo, también es provocada por otros virus como lo son el Rinovirus y el Adenovirus, ya sea de manera aislada o conjunta produciendo coinfección viral.

La contaminación del aire es una alteración de los niveles de calidad y pureza del aire, ya sea por emisiones naturales o por sustancias químicas y biológicas.

Uno de los componentes de la contaminación son las partículas, que por su nombre en inglés "particulate matter" (PM partículas microscópicas), también son conocidas como partículas suspendidas, aeropartículas o material particulado, las cuales se clasifican de acuerdo a diferentes criterios, ya sea por su origen, tamaño o por su proceso de formación, son una mezcla tanto de compuestos microscópicos sólidos como de líquidos de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire.

La contaminación ambiental es la responsable de contribuir entre otros problemas, al aumento en la prevalencia de la enfermedad respiratoria en la infancia. Por lo que no se debe olvidar el impacto sanitario y económico en salud pública.

### **OBJETIVO**

Analizar la asociación entre la exposición a contaminantes y partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en niños con bronquiolitis en el HGP 3 A.

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

Es un estudio transversal, analítico, retrolectivo. Tamaño de la muestra a determinar. Criterios de inclusión: pacientes derechohabientes del IMSS atendidos en el HGP 3 A, con bronquiolitis aguda, menores de 24 meses, sin distinción de sexo. Instrumento de medición: encuesta (Anexo4) que se realizó a los padres de los niños hospitalizados por bronquiolitis en el HGP 3 A y posteriormente se revisó la calidad de aire con la aplicación Calidad de Aire del Gobierno de la Ciudad de México (SEDEMA) que proporcionó información horaria sobre la Calidad del Aire en las 16 alcaldías de la Ciudad de México.

## **RECURSOS**

- Equipo de cómputo con conexión a internet.
- Software: Word/ Excel/ SPSS 26
- Equipo de papelería: hojas bond tamaño carta, bolígrafos color negro o azul y lápices.
- Impresora láser con tinta
- Los gastos del estudio serán financiados por la autora del estudio.

## **INFRAESTRUCTURA**

Instalaciones del HGP 3 A y UMF No.17 Legaria.

## **TIEMPO A DESARROLLARSE**

El estudio se realizó de marzo 2021 a mayo 2022.

## **EXPERIENCIA DEL GRUPO**

Dr. Cristian Mercado Esquivel. Coordinador de Educación e Investigación, con experiencia en la conducción de estudios y análisis de la información, Matrícula: 98354442. Adscrito a la Unidad de Medicina Familiar número 17 del IMSS. Dirección Calzada Legaria No. 354, Colonia Pensil Norte, Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México, CDMX Tel: 5554186101 Email: cristian.mercadoe@imss.gob.mx

Asesores:

Dra. Elizabeth Padilla Muñiz. Especialista en Medicina Familiar, Matricula: 98355664. Adscrita a la Unidad de Medicina Familiar número 11 del IMSS. Dirección Carusco Esquina León Cávalo Colonia Vallejo C.P. 07870 Gustavo A. Madero Ciudad de México, CDMX Tel.: 5517 35 13. Correo electrónico: eli\_pm@outlook.com

Dr. Víctor M. Camarillo Nava. Especialista en Medicina Familiar, Matricula: 99354174. Adscrito a la unidad de Medicina Familiar número 16 del IMSS Dirección Calle Francisco, González Bocanegra 10, Guerrero, 06300 Ciudad de México, CDMX. Email: drcamarillonava@gmail.com

Tesista: Dra. Lysette Vásquez Montes de Oca Residente de primer año de la especialidad de Medicina Familiar, Matrícula: 97351677, Inscrita en la Unidad de Medicina Familiar número 17 del IMSS. Dirección Calzada Legaria No. 354, Colonia Pensil Norte, Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México, CDMX. Tel: 5554186101 Email: lalysvmo@gmail.com

## MARCO TEORICO

### Introducción

Las infecciones respiratorias, esencialmente la bronquiolitis, en los niños menores de 1 año, representan un problema de salud muy importante, tanto a nivel nacional como a nivel mundial, pues es la causa más frecuente de morbilidad, consulta y hospitalización, durante los periodos de otoño e invierno.<sup>1</sup> Esta variación estacional sugiere que existen algunos factores ambientales como el frío estacional, la humedad y la contaminación, y juegan un papel muy importante en el desarrollo de esta enfermedad, pues existe una fuerte relación entre la presencia de brotes estacionales de bronquiolitis año tras año.<sup>1</sup>

### Bronquiolitis: Definición

La bronquiolitis se define como el primer episodio de dificultad respiratoria bronquial distal en un lactante o niño menor de dos años, precedido de síntomas catarrales.<sup>2</sup>

La bronquiolitis es una infección del tracto respiratorio inferior, que afecta principalmente a la vía aérea pequeña, es decir a los bronquiolos.<sup>3</sup> Es una causa importante de enfermedad y hospitalización en lactantes, ya que origina una gran demanda asistencial en todos los niveles atención, es decir desde la Atención Primaria hasta la Atención Hospitalaria.<sup>3</sup>

### Etiología

La infección por Virus Respiratorio Sincitial (VRS) es la causa viral más frecuente de bronquiolitis aguda<sup>1,2,3,4</sup> seguido de infección por Rinovirus, bocavirus (HBoV), adenovirus, metapneumovirus (hMPV), y con menor frecuencia parainfluenza y otros virus de la gripe.<sup>5</sup>

El Virus Sincitial Respiratorio (VSR) virus de RNA, que pertenece a la familia *Paramyxoviridae*, del género *Pneumovirus*.<sup>5</sup> Se han identificado dos grupos principales del VRS, el grupo A y el B, con diversos linajes dentro de ambos grupos.<sup>5</sup> Esta enfermedad vírica no produce inmunidad duradera y las

reinfecciones son frecuentes, además el virus persiste en las superficies del entorno durante varias horas y durante 30 minutos en las manos.<sup>2</sup>

El Rinovirus es el segundo virus más frecuente, y constituye un virus de tipo RNA, de género que se incluye en la familia Picornaviridae, es la fuente más común de infecciones virales en el ser humano<sup>6</sup> y éste se clasifica en tres especies, la A, B y la C, y cuenta con más de 100 serotipos. Esta variedad antigénica representa un enorme desafío al momento de establecer inmunidad protectora, así como para el desarrollo vacunas.<sup>5</sup> Los Rinovirus de tipo A causan frecuentemente infección del tracto respiratorio inferior y por otro lado los Rinovirus del tipo C están fuertemente relacionados con la producción de sibilancias graves en los niños infectados.<sup>5</sup>

El Adenovirus que es un virus de DNA, de la familiar Adenoviridae, del género Mastadenovirus con los subgrupos más frecuentes el A y F, ya sea de manera aislada o conjunta produciendo coinfección viral.<sup>5</sup>

## **Epidemiología**

El Virus Sincitial Respiratorio es la causa del 70-80%<sup>4</sup> de las Bronquiolitis Agudas, y afecta a niños menores de 2 años, con predominio entre los 3 a 6 meses de edad.<sup>4</sup> Suele presentarse de manera esporádica o epidémica, y de forma estacional con un pico mayor en los meses de otoño e invierno.<sup>5</sup>

Su tasa de mortalidad es baja en niños previamente sanos, sin embargo, aumenta su riesgo de morir hasta un 70% en aquellos con enfermedades subyacentes.<sup>4</sup>

A nivel global los ingresos hospitalarios fueron de 1.4 millones en niños menores de 6 meses y de estos, 27 300 pacientes fallecieron en el hospital, con una prevalencia de 15 a 18 % de casos por bronquiolitis en países latinoamericanos durante el 2015.<sup>32</sup>

En Europa se estima que del 2 al 3% de los menores de 12 meses, que cursa con una primoinfección de Virus Sincitial Respiratorio, necesitará ingreso hospitalario, y de ellos alrededor del 2 al 6% ingresará a cuidados intensivos para tener acceso

a ventilación mecánica.<sup>3</sup> No obstante cada año fallecen 66,000 y 199,000 de niños por Virus Sincitial Respiratorio.<sup>2</sup>

En México durante el 2007 en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) se otorgaron alrededor de 31,812 atenciones a niños con bronquiolitis en las unidades de primer nivel.<sup>4</sup>

### **Fisiopatología**

La bronquiolitis es una infección vírica aguda de las vías respiratorias inferiores que cursa como síndrome disneizante<sup>7</sup> y las manifestaciones clínicas de la infección son el resultado del efecto citopático directo del virus a las células epiteliales del tracto respiratorio y de la respuesta inmune del huésped.

Esta respuesta es causada por la inflamación aguda, edema y necrosis de las células epiteliales de los bronquios más pequeños,<sup>6</sup> junto con hipersecreción de moco en el contexto de un cuadro catarral previo en un lactante menor de 2 años.<sup>3</sup>

Los virus respiratorios se transmiten por contacto directo o por partículas de aerosol.<sup>8</sup> Al ingresar al tracto respiratorio se internan en el epitelio, por lo que al llegar a las células epiteliales se replican infectando a las demás células.<sup>7</sup> Normalmente y como resultado de esta infección el sistema inmune innato produce rápidamente interferón tipo I (INF-I) y III (INF-III), lo que será seguido por una producción de citosinas, incluidas las alarminas, quimiocinas y factores de crecimiento<sup>8</sup> que activan y atraen tanto a células linfoides innatas, como granulocitos, células dendríticas y monocitos al sitio de la infección.<sup>9</sup>

Esta respuesta inflamatoria conduce a la producción de apoptosis de las células epiteliales, necrosis y desprendimiento epitelial lo que conlleva a la producción de moco.<sup>9</sup> Naturalmente esto se traduce en la formación de tapones de modo que dan como resultado la obstrucción de las vías aéreas, generando zonas de atelectasia y zonas de hiperinsuflación.<sup>8</sup>

Las infecciones por Rinovirus están relacionadas con inducción de una inflamación epitelial más leve, no obstante, también produce expresión de INF tipo I y causa

una inflamación tipo Th2<sup>7</sup> con una producción de citosinas más alta, lo que se traduce en broncoespasmo, edema y producción de moco lo que conlleva obstrucción de las vías aéreas y la producción de sibilancias<sup>5</sup>.

La exposición a alérgenos,<sup>3</sup> junto a una barrera epitelial deteriorada y una respuesta inmune deficiente va dar lugar a una poca producción de interferón lo que provocará una función pulmonar disminuida.<sup>4</sup>

Todo esto se traduce en que las infecciones por VSR, tienden a provocar una infección más grave<sup>1</sup> principalmente en niños muy pequeños, mientras que los Rinovirus<sup>5</sup> tienden a producir sibilancias en niños un poco más grandes en particular en aquellos con anomalías epiteliales y antecedentes de atopia.<sup>6</sup>

### Factores de Riesgo

Los factores de riesgo para una evolución grave son de dos grupos principales; los factores médicos y los factores sociales.<sup>3,11</sup>

Los factores médicos que se engloban son:

- Menores de 3 meses de edad.<sup>3</sup>
- Prematuro menor de 32 semanas de gestación.<sup>10,12</sup>
- Enfermedad pulmonar crónica (displasia broncopulmonar, fibrosis quística, anomalías pulmonares congénitas).<sup>4,10</sup>
- Cardiopatía congénita con afección hemodinámica significativa.<sup>4</sup>
- Inmunodeficiencia.<sup>10,12</sup>
- Enfermedad neuromuscular.<sup>12</sup>
- Malnutrición grave.<sup>10,11</sup>
- Tabaquismo materno en el embarazo o tabaquismo pasivo en el hogar.<sup>4,10,11,12</sup>
- Ausencia de lactancia materna.<sup>4,10,11,12</sup>
- Bajo peso al nacer (menor de 2.500 gramos).<sup>10,11,12</sup>

Los factores sociales son:

- Entorno familiar desfavorable.<sup>4,10,11,12</sup>
- Dificultad para el acceso a los servicios de salud.<sup>5</sup>

- Contacto con múltiples niños, como en un entorno de guardería.<sup>4,10,11,12</sup>
- Pasar tiempo en ambientes concurridos.<sup>4,10,11,12</sup>
- Tener hermanos mayores que asisten a la escuela o que reciben servicios de guardería y traen a casa la infección.<sup>3,4,10,11,12</sup>

### **Cuadro Clínico**

El diagnóstico de la bronquiolitis es fundamentalmente clínico<sup>2</sup> con la anamnesis, el examen físico y la aparición de la enfermedad como parte de una epidemia.<sup>15</sup>

El cuadro se desarrolla a lo largo de 5 a 7 días.<sup>5,16</sup> Comienza con sintomatología de vías respiratorias altas como, rinitis, tos y estornudos<sup>16</sup> después, al cabo de 2 a 3 días, aparece la dificultad respiratoria, con presencia de taquipnea, retracciones intercostales, subcostales y xifoideas.<sup>15</sup> En la auscultación pulmonar se encuentra el alargamiento del tiempo espiratorio con sibilancias.<sup>15,16</sup> Los lactantes menores 2 meses y los recién nacidos prematuros pueden presentar episodios de apnea recurrentes, seguidos por resolución de la apnea y el comienzo de signos y síntomas más típicos de bronquiolitis a las 24 a 48 horas.<sup>14,15</sup>

Los signos de dificultad respiratoria son, cianosis perioral, retracciones cada vez más profundas y sibilancias audibles, además suele haber fiebre, aunque no siempre.<sup>16</sup>

Al principio, los lactantes tienen aspecto de buen estado y no estar comprometidos, a pesar de la taquipnea y las retracciones costales, pero pueden tornarse cada vez más letárgicos a medida que progresa la infección.<sup>16</sup>

Los vómitos y la disminución de la ingesta oral pueden causar deshidratación, cansancio y las respiraciones pueden volverse superficiales e ineficaces, lo que produce acidosis respiratoria.<sup>16</sup>

No es habitual que el paciente progrese a insuficiencia respiratoria, aunque se considera que con taquipnea mayor a 60 respiraciones por minuto aparece hipoxemia e hipercapnia<sup>15</sup> como signos de compromiso más grave.<sup>16</sup> Finalmente

a los 5 a 7 días hay mejoría notable del cuadro, aunque puede persistir la tos o el alargamiento de la espiración.

Muchas veces es difícil establecer si se trata de un episodio de bronquiolitis o de una primera crisis asmática.<sup>15</sup> La forma más útil de establecer el diagnóstico de bronquiolitis aguda es siguiendo los criterios de McConnochie establecidos en 1993<sup>2,4,15,16</sup> que son:

- Edad menor de 24 meses.<sup>10,15</sup>
- Primer episodio.<sup>10,15</sup>
- Disnea espiratoria de comienzo agudo.<sup>10,15</sup>
- Signos de enfermedad respiratoria vírica: tos, coriza, fiebre, otitis media.<sup>10,15</sup>
- Con o sin signos de distrés respiratorio agudo, neumonía o atopia.<sup>10,15</sup>

Ante un niño con bronquiolitis se debe establecer inicialmente la gravedad del cuadro clínico utilizando una escala objetiva como lo es la Escala de Wood – Downes – Ferrés<sup>14,15,19</sup>(Anexo1), que es la más utilizada, donde se incluyen parámetros clínicos como la presencia de cianosis, ventilación, sibilancias, tiraje,<sup>15,18</sup> frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca y determinación de la saturación transcutánea de oxígeno,<sup>19</sup> y divide a la enfermedad de acuerdo los hallazgos clínicos en: leve con 1 a 3 puntos, moderada con 4 a 7 puntos y severa con 8 a 14 puntos.<sup>15,19</sup>

Otra herramienta para establecer el grado de afección es la escala modificada de Tal<sup>18</sup> (Anexo1), la cual divide a la enfermedad de acuerdo a los hallazgos clínicos como, son la frecuencia respiratoria, sibilancias/crepitantes, retracciones costales, y la Saturación de Oxígeno (SaO<sub>2</sub>) en: leve menos de 5 puntos, moderada de 6 a 8, y grave mayor a 8 puntos.<sup>18</sup>

Además, se deben considerar los siguientes datos clínicos como indicadores de gravedad:<sup>15</sup>

- El rechazo del alimento o intolerancia digestiva.<sup>15,17</sup>
- La presencia de letargia.<sup>15,17</sup>
- La historia de apnea.<sup>15,18</sup>

- La taquipnea para su edad.<sup>15,17</sup>
- El aleteo nasal, el tiraje grave, la presencia de quejido.<sup>15,18,19</sup>

Las complicaciones de la bronquiolitis grave pueden incluir: <sup>17,18</sup>

- Cianosis perioral o generalizada, por la falta de oxígeno.<sup>18</sup>
- Apnea, más frecuente en bebés prematuros y en bebés dentro de los dos primeros meses de vida.<sup>17</sup>
- Deshidratación.<sup>17</sup>
- Bajos niveles de oxígeno e insuficiencia respiratoria.<sup>17</sup>

## Diagnóstico

En casos leves no es necesario realizar pruebas complementarias.<sup>4,15,17</sup> Sin embargo para complementar el diagnóstico se pueden realizar las siguientes:

Laboratorio: Hemograma, que referirá linfocitosis, en caso de hallar leucocitosis a expensas de neutrófilos, el diagnóstico se orientará a infección por bacterias.<sup>17</sup> La gasometría servirá para demostrar la presencia de hipoxemia e hipercapnia, así como la acidosis metabólica.<sup>15,16,17</sup>

Radiografía de tórax: Se debe realizar en caso de sospecha de neumonía o mala de mala evolución, también para objetivar el atrapamiento de aire, atelectasias segmentarias o laminares y si hay neumotórax o neumomediastino.<sup>15,18</sup>

Diagnóstico etiológico: Se puede realizar el cultivo de virus, la detección de virus con técnicas de PCR o identificación de Ag del VSR con un test rápido de inmunofluorescencia directa (con sensibilidad entre 80-90%) o mediante aspirado nasofaríngeo.<sup>16</sup>

## Diagnóstico Diferencial

Neumonía, laringotraqueomalasia, aspiración de cuerpo extraño, reflujo gastroesofágico, falla cardiaca congestiva, anillo vascular, reacción alérgica, fibrosis quística, masa mediastinal, quiste broncogénico, fístula traqueo – esofágica,<sup>4,15,19</sup> asma bronquial.<sup>15</sup>

## Tratamiento

Se recomienda indicar a los padres o tutores medidas de manejo ambulatorio para las bronquiolitis leves:<sup>4</sup> suministrar líquidos en toma pequeña o fraccionada<sup>17</sup> y frecuente, ofrecer alimentos de manera habitual, aseo nasal con agua hervida y tibia o con solución salina para evitar la obstrucción, colocar al bebe en posición semisentado, evitar la exposición al humo del tabaco, evitar lugares concurridos, mantener al niño en ambiente tranquilo evitando el arropamiento excesivo, tomar la temperatura varias veces al día.<sup>4</sup> En general no se precisa de antibióticos, ni antivirales como tratamiento de primera línea.<sup>11,19,20</sup>

Instruir a los padres o tutores sobre los signos de alarma<sup>4,20</sup> tales como: hacer pausas prolongadas en la respiración, coloración cianótica perioral, aumento de la frecuencia respiratoria, aumento del trabajo respiratorio, no come la mitad de lo normal o vomita, decaimiento anormal o sueño excesivo e irritabilidad difícil de calmar.<sup>20</sup>

Para casos moderados se requiere de oxígeno terapia con mascarilla o puntas nasales, humidificado y caliente, nebulización y broncodilatadores como el salbutamol que tiene efecto beneficioso, sin embargo no se debe usar de manera rutinaria<sup>7</sup> pues no afecta en la resolución del cuadro.<sup>11,15,20</sup> La adrenalina nebulizada en dosis de 1 a 3 miligramos en suero salino fisiológico, con un flujo de oxígeno de 6 a 8 l/min.<sup>4,18,19,20</sup> manteniendo una saturación de oxigenación mayor a 92%.<sup>11,14,20</sup> Tras objetivarse mejoría se puede recibir el alta médica o en caso contrario, ingreso en Unidad de Observación.<sup>15,18,20</sup>

En casos graves se requiere de ingreso hospitalario ya que pueden precisar de ventilación mecánica y, en casos refractarios, ventilación de alta frecuencia, y surfactante.<sup>15,18</sup>

Criterios de ingreso hospitalario: pacientes menores de 6 semanas de edad, presencia de factores de riesgo para gravedad, ingesta alimentaria menor al 50%, circunstancias sociofamiliares desfavorables y ausencia de respuesta al tratamiento.<sup>18,19,20</sup>

Criterios de ingreso a Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos: insuficiencia respiratoria (escala de Escala Word-Downes-Ferrés<sup>14,15,19</sup> mayor a 7 o escala de Tal mayor a 8),<sup>18</sup> Saturación de Oxígeno menor a 90% con FiO<sub>2</sub> > 40%, bradicardia y presencia de síntomas extrapulmonares.

## **Prevención**

Debido a que los virus que causan bronquiolitis se propagan de una persona a otra, una de las mejores maneras de prevenirla es con el lavado de mano frecuente, especialmente antes de tocar al bebé cuando tiene resfriado u otra enfermedad respiratoria. Usar cubrebocas en ese momento, es apropiado.<sup>16</sup>

Si tiene bronquiolitis, es necesario que el niño no salga de casa, hasta que la enfermedad haya pasado para evitar que se propague a otros.<sup>18</sup>

Otras formas para ayudar a frenar la infección incluyen:<sup>18</sup>

- **Limitar el contacto con personas que tengan fiebre o resfriado**, especialmente en los dos primeros meses de vida.<sup>18</sup>
- **Limpiar y desinfectar las superficies y objetos** que las personas tocan con frecuencia, como los juguetes y los picaportes de las puertas. Especialmente si un miembro de la familia está enfermo.<sup>18</sup>
- **Cubrir la tos y los estornudos** con un pañuelo. Luego desechar el pañuelo y lavarse las manos o usar un desinfectante de manos a base de alcohol al 70 %.<sup>18</sup>
- **Lavarse las manos frecuentemente.**<sup>18</sup>
- **Amamantar.** Las infecciones respiratorias son menos comunes en los bebés amamantados.<sup>14,18</sup>

## **Contaminación**

La *contaminación ambiental*, también es denominada polución, que es la introducción de sustancias u otros elementos físicos en un medio,<sup>21</sup> provocando que este sea inseguro o no apto para su uso.<sup>21,22</sup> Un contaminante puede ser una

sustancia química o energía como lo es el sonido, calor, luz o radiactividad y siempre va alterar de manera negativa el estado natural del medio ambiente.<sup>22</sup>

La *contaminación del aire* es una alteración de los niveles de calidad y pureza del aire, ya sea por emisiones naturales o por sustancias químicas o biológicas.<sup>23</sup>

Durante el siglo pasado, la contaminación atmosférica aumentó debido al crecimiento económico e industrial,<sup>24</sup> por tal motivo ha disminuido la calidad del aire ocasionando diversos padecimientos respiratorios en la población esencialmente en niños.<sup>23,24</sup>

La Organización Mundial de la Salud (OMS) lleva años alertando sobre los efectos adversos de la contaminación ambiental en la salud de la población, pues esto se asocia al cambio climático que es un fenómeno global determinante en la mala calidad del aire, y que es resultado de la actividad humana, industrial, residencial, comercial, entre otros.<sup>25</sup>

La contaminación del aire representa tanto una cuestión social como del medio ambiente, pues los contaminantes proceden de fuentes antropogénicas y de fuentes naturales.<sup>26</sup> Estos contaminantes pueden estar presentes en la atmósfera tal y como salieron de su fuente de emisión, o producirse de manera secundaria por la interacción de estos compuestos, con el ozono (O<sub>3</sub>) troposférico que se produce por la interacción de los rayos ultravioleta con el óxido nitroso y los compuestos orgánicos volátiles que proceden de la naturaleza o por la actividad humana.<sup>25,26</sup>

Es necesario conocer y diferenciar entre el nivel de emisión y el nivel de inmisión, el primero consiste en la partida de contaminantes desde la fuente de producción, y el segundo que es la concentración que alcanzan los contaminantes a nivel del suelo a la que se expone la población.<sup>25</sup>

Actualmente la contaminación por combustión de hidrocarburos es la primera causa de contaminación áreas urbanas, como lo son el tráfico y las plantas industriales,<sup>27</sup> y no se debe subestimar otras fuentes de contaminación como son las de origen natural en las que se encuentran los desiertos de arena, la sal

marina, el polen, hongos, incendios forestales y cenizas volcánicas, que dentro de sus componentes que contaminan radican las partículas contaminantes.<sup>26,27</sup>

Sin embargo sociedad está muy preocupada por la contaminación que se emite al exterior, pero no está consciente, de que también existen contaminantes intramurales, es decir dentro de las casas, oficinas y escuelas, donde los individuos pasan entre el 80 y 90 % de su tiempo.<sup>23</sup> Estos factores contaminantes que se encuentran son la biomasa, por el uso de madera como combustible para calentar el hogar, cocinar o como ornato, o por el humo del tabaco, leña o carbón, y aunque parecen ser menos dañinos también contribuyen a la emisión de gases de invernadero y a la emisión de partículas.<sup>28</sup>

Otras fuentes de contaminación son los tóxicos químicos e irritantes de algunos productos de aerosol usados para el cuidado personal, ambientadores, insecticidas, pinturas de plomo, velas, incienso, moho, adhesivos, algunos tipos de pisos, asbesto, alfombras, material compuesto de productos de madera, materiales de construcción, plastificantes, muebles de plástico, radón, productos de limpieza, calentadores, gas de cocina polvos de origen vegetal, excretas de animales y humanas así como alérgenos, y virus que se transmiten con mayor facilidad en ambientes cerrados.<sup>23</sup> La mayoría de las veces estos contaminantes se combinan con los factores ambientales como la temperatura, humedad, y la velocidad de viento, que son poco monitorizadas y actúan en sinergia, disminuyendo la calidad del aire intramural.<sup>23,27</sup>

En México los contaminantes emitidos en mayor proporción durante el 2014, fueron por fuentes antropogénicas, siendo los compuestos orgánicos volátiles (COV) los más frecuentes<sup>24</sup> el resto de los contaminantes en menor proporción.

## **Contaminantes y partículas contaminantes**

### Tipos de Contaminantes

Los *contaminantes primarios* se emiten directamente a la atmósfera<sup>30</sup> estos son: el monóxido de carbono, el dióxido de azufre, y los óxidos de nitrógeno que proceden de varias fuentes.<sup>24,25,30</sup>

- Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>): Es un gas tóxico, incoloro con un característico olor irritante que se produce por la quema de sustancias que contienen azufre como los combustibles derivados del petróleo, el carbón y madera, también es emitido de manera natural por las emisiones volcánicas, además es un precursor importante de la lluvia ácida.<sup>30,31</sup> En México la Norma Oficial Mexicana (NOM-022-SSA1-2019) de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) recomienda concentraciones menores a 40 ppb como promedio máximo de 3 años consecutivos.<sup>32</sup>
- Monóxido de Carbono (CO): Es un gas inodoro e incoloro, altamente tóxico, emitido principalmente durante la quema de combustibles o de cualquier material orgánico, en altas concentraciones es fatal para el ser humano.<sup>30</sup> La Norma Oficial Mexicana (NOM-021-SSA1-1993) establece un límite para la concentración en aire ambiente de 11 ppm, para un promedio de 8 horas.<sup>32</sup>
- Óxidos de nitrógeno (NOX): Los óxidos de nitrógeno son un grupo de gases que contienen oxígeno y nitrógeno, como el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), se forman principalmente por combustión, además están involucrados en la formación de ozono troposférico, aerosoles y lluvia ácida.<sup>30,34</sup> La Norma Oficial Mexicana (NOM-023-SSA1-1993) establece un límite para el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) de 210 ppb para el promedio de una hora, el cual no debe excederse más de una vez al año.<sup>32</sup>

Los *contaminantes secundarios* son aquellos que se forman mediante una reacción fotoquímica en la atmósfera con los rayos ultravioleta, y la interacción de contaminantes primarios, el ozono (O<sub>3</sub>) troposférico es el más importante.<sup>30,31</sup>

Ozono troposférico: se encuentra a nivel de la superficie, en áreas urbanas se produce cuando los óxidos de nitrógeno (NOX) y los compuestos orgánicos volátiles (COV) reaccionan en la atmósfera en presencia de luz solar. En altas

concentraciones puede poner en riesgo la salud humana y la vegetación.<sup>30,33,34</sup> La Norma Oficial Mexicana (NOM-020-SSA1-2020) recomienda concentraciones menores a 0.095 ppm para el promedio de 1 hora, y menores a 0.070 ppm para el promedio de 8 horas (máximo anual).<sup>32</sup>

Otros de los componentes de la contaminación son las partículas, también conocidas como partículas suspendidas, aeropartículas o material particulado<sup>35</sup> por su nombre en inglés “particulate matter” (PM partículas microscópicas) que son una mezcla tanto de compuestos microscópicos sólidos como de líquidos de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire.<sup>36</sup>

Las partículas se clasifican de acuerdo a diferentes criterios, ya sea por su origen, por su tamaño o por su proceso de formación.<sup>35</sup>

Partículas según su origen: esta clasificación es la más básica de las partículas ambientales, y de ella se distinguen las partículas primarias y las partículas secundarias.<sup>35</sup>

Partículas según su tamaño: las partículas también se clasifican por su tamaño, aunque no es posible caracterizarlas por su forma, pues no tienen una sola dimensión geométrica real, por lo que se utiliza el diámetro aerodinámico como un indicador del tamaño particular.<sup>35</sup> Este concepto permite determinar el transporte, el proceso de remoción en el aire y superficies, así como la trayectoria de las partículas dentro del sistema respiratorio.<sup>26</sup>

El tamaño de las partículas suspendidas es una característica muy importante ya que entre más pequeño sea su diámetro aerodinámico mayor será la capacidad de penetrar a áreas más profundas del sistema respiratorio.<sup>26</sup>

Las partículas cuyo diámetro aerodinámico se encuentra entre 2.5 y 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2.5-10}$ ) componen la fracción gruesa de las partículas, y la fracción fina de partículas se forma con las de un diámetro aerodinámico menor a 2.5  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2.5}$ ), y las ultrafinas se refiere a las partículas menores de 1  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_1$ ).<sup>27</sup>

Partículas según su proceso de formación y tamaño: el diámetro aerodinámico de las partículas está en función de los procesos de formación, generalmente se utiliza una clasificación que constituye una combinación de los procesos de formación y del tamaño y se distingue en diferentes “modas”, que se conocen como moda de nucleación, Aitken de acumulación y gruesa.<sup>35</sup>

Moda de nucleación (>0.02  $\mu\text{m}$ , 1  $\mu\text{m}$  = 1000 nm): consiste en la condensación de vapores y su formación dependerá de las condiciones de presión, temperatura y humedad, así como de la misma concentración del vapor, cabe recalcar que a este proceso también se pueden unir otras partículas finas.<sup>35</sup>

Moda Aitken (0.02 - 1  $\mu\text{m}$ ): donde las partículas pueden ser primarias o secundarias, es decir originadas como consecuencia de crecimiento nucleación, coagulación, condensación o por reacciones en fase líquida<sup>35</sup> su presencia es casi cien veces más elevada a nivel de la calle en las ciudades que en zonas poco pobladas o remotas.

Moda de acumulación (0.1-1  $\mu\text{m}$ ): cuando se originan como consecuencia del crecimiento de partículas de nucleación, por reacciones en fase líquida por tanto aparecen en las gotas de agua en las nubes. Su estancia en la atmósfera es prolongada, pues los mecanismos de remoción son menos eficientes en este intervalo de tamaño.<sup>35</sup>

Moda gruesa (>1  $\mu\text{m}$ ): la mayoría se forma por procesos mecánicos como la erosión de la superficie terrestre o el reventar de burbujas en la superficie de mares y océanos.<sup>29</sup> Esta moda se caracteriza por presentar una elevada masa<sup>35</sup>.

Las principales fuentes de emisión de partículas PM<sub>10</sub> y 2.5 son por, resuspensión de éstas, que se depositaron en las calles, llantas, residuos de los caminos y balatas de freno, suspensión de suelos (cultivos, minería, calles no pavimentadas), construcción y demolición, cenizas de combustión de carbón, petróleo y madera, brisa marina), fragmento de plantas, insectos polen, esporas, virus, bacterias.<sup>27</sup>

Las partículas finas pueden permanecer suspendidas en el aire y viajar largas distancias y luego asentarse en el suelo o en el agua, este asentamiento provoca acidificación de lagos, arroyos y cambiando el balance nutrimental en las aguas costeras y cuencas de los grandes ríos, agotando los nutrientes del suelo, bosques y cultivos agrícolas sensibles a estas partículas, afectando finalmente la diversidad del ecosistema.<sup>37</sup>

Por otro lado, las partículas son removidas de la atmosfera a través de diferentes procesos como sedimentación y precipitación, pero el tamaño es uno de los determinantes para el tiempo de residencia.<sup>37</sup> Las partículas mayores a 20 micrómetros pueden estar suspendidas en la atmósfera por algunas horas, mientras que las más pequeñas pueden permanecer de 2 a 4 días.<sup>29</sup> La contaminación por partículas se puede dar todo el año.<sup>37</sup>

La contaminación con partículas conlleva a efectos sanitarios incluso en muy bajas concentraciones; de hecho, los límites de la directriz de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para 2005 se orientan a lograr las concentraciones de partículas lo más bajas posibles.<sup>38</sup>

Valores fijados en las Directrices:

Partículas finas (PM<sub>2.5</sub>): 10 µg/m<sup>3</sup> de media anual y 25 µg/m<sup>3</sup> de media en 24hrs.<sup>38</sup>

Partículas gruesas (PM<sub>10</sub>): 20 µg/m<sup>3</sup> de media anual y 50 µg/m<sup>3</sup> de media en 24hrs.<sup>38</sup>

Además de los valores, las Directrices sobre la Calidad del Aire establecen metas intermedias para concentraciones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> destinadas a promover una reducción gradual, de concentraciones altas a otras más bajas. Si se alcanzaran esas metas intermedias se podrían esperar reducciones importantes en los riesgos de enfermedades agudas y crónicas derivadas de la contaminación del aire.<sup>38</sup>

## Calidad del Aire

La *calidad de aire* también conocida como inmisión, se define como la concentración de contaminantes que llegan a un receptor más o menos lejano de la fuente de emisión, una vez transportado y difundido por la atmósfera.<sup>32</sup>

La capacidad de la atmósfera para diluir las concentraciones de contaminantes es fundamental para preservar una buena calidad del aire, y esto va a venir marcado principalmente por las condiciones meteorológicas. En una atmósfera estable, se propiciará a la acumulación de contaminantes y se facilitará la formación de contaminantes secundarios, mientras que en una atmósfera inestable, la difusión de los contaminantes será más eficaz debido a las turbulencias del aire.<sup>36</sup> La variación de temperatura con la altura es un elemento clave para el fenómeno de dispersión atmosférica es decir cuándo un volumen de aire se encuentra a mayor temperatura tiende a ascender, por su menor densidad, y a expandirse, debido a que en su ascenso, encuentra capas de aire de menor presión, por lo que disminuye la concentración de los contaminantes que arrastra.<sup>36</sup>

Los *sistemas de monitoreo de la calidad del aire* constituyen una fuente importante de información que permite conocer las concentraciones de contaminantes a las que está expuesta la sociedad y apoyar el diseño de políticas públicas para reducir su impacto sobre la salud.<sup>32</sup>

En México se han establecido estaciones y redes de monitoreo atmosférico en sitios que van desde ciudades y zonas metropolitanas, hasta localidades donde existe una intensa actividad industrial.<sup>37</sup>

El crecimiento constante de la población en las zonas urbanas ha traído una mayor concentración de actividades económicas y productivas que bajo ciertas circunstancias agudizan problemáticas, como las relacionadas con la mala calidad del aire,<sup>36</sup> la exposición de aire contaminado, tiene implicaciones tanto sociales

como económicas,<sup>26</sup> siendo una de las más relevantes, pues es la principal causa ambiental de muertes prematuras a nivel mundial.

En el ámbito económico la mala calidad de aire, provoca que los problemas de salud en la población general, disminuyan la productividad por enfermedad respiratoria ocasionando como consecuencia un incremento en el presupuesto destinado a los gastos en salud, afectando finalmente la competitividad del país.<sup>39</sup> El Banco Mundial ha estimado el impacto al Producto Interno Bruto (PIB) en los países de América Latina como consecuencia de las afectaciones a la salud por la emisión de contaminantes a la atmósfera que es de alrededor del 2%.<sup>32</sup>

Por otro lado, los niños son más susceptibles que los adultos a los efectos de la contaminación del aire, debido a su comportamiento y factores fisiológicos.<sup>10</sup>

### **Crecimiento y Desarrollo de las Vías Respiratorias**

El sistema respiratorio es reconocido principalmente por ocuparse del intercambio gaseoso, sin embargo, sus funciones son más complejas.<sup>11</sup>

Las vías respiratorias se dividen en dos zonas, la primera va desde la nariz hasta las primeras 16 divisiones de las ramificaciones de las vías respiratorias y constituyen la zona de conducción.<sup>40</sup> La vía aérea principal la conforma la tráquea, la cual se ramifica en dos grandes bronquios, cada uno de estos bronquios se va ramificando en muchos bronquios cada vez más pequeños mientras se van internando al pulmón, hasta llegar a formar los bronquiolos. Esta zona de conducción que va desde la tráquea hasta los bronquiolos tiene tres funciones que son, calentar, humidificar el aire y distribuir el aire de manera uniforme a las partes más profundas de los pulmones y una cuarta, pero no menos importante, es funcionar como parte de un sistema de defensa de cuerpo.<sup>8</sup>

Las primeras cuatro generaciones de la zona conductora está sujeta a cambios de presión negativa y positiva y contienen cartílago que evita el colapso. Pero en los bronquiolos el cartílago desaparece completamente y por tanto los bronquiolos quedan suspendidos con tejido elástico del parénquima pulmonar. Esta elasticidad

del tejido pulmonar ayuda a mantener a las vías respiratorias abiertas.<sup>9</sup> Así mismo la zona de conducción tiene su propia circulación, que está separada de la circulación bronquial, pues se origina en la aorta descendente y drena en las venas pulmonares. Por lo que el sitio donde se realiza el intercambio gaseoso es en las últimas siete generaciones de las vías respiratorias, las cuales constituyen la ahora llamada la zona respiratoria.<sup>41</sup>

El intercambio gaseoso se lleva a cabo en los alveolos que forman sacos con células especializadas para este proceso, denominadas neumocitos tipo I, esta zona también tiene su propia circulación que es la circulación pulmonar, la cual está constituida por una red de capilares pulmonares que constituyen del 70 al 80% de la superficie alveolar, por lo que hace al pulmón el órgano con la red capilar más extensa en el cuerpo. Esta circulación pulmonar tiene un flujo sanguíneo alto debido a que recibe el todo el gasto cardiaco.<sup>9</sup>

El tejido alveolar tiene un peso total de 250 gramos con una superficie total de 75 m<sup>2</sup>, lo que hace al tejido idóneo para el intercambio de gases.<sup>44</sup> Las paredes alveolares tienen tres componentes importantes:

1. El primero está formado por el endotelio capilar y la membrana basal.<sup>44</sup>
2. El segundo, el intersticio pulmonar el cual mantiene la integridad anatómica del tejido, con fibras de tejido conectivo a base de colágeno, las cuales proporcionan soporte multidireccional, permitiendo que se retenga la permeabilidad de las vías aéreas a pesar de los grandes cambios de volumen que se experimentan. Otras células que también se encuentran son los fibroblastos, las células musculares lisas, mastocitos y algunas células mononucleares esporádicas.<sup>44</sup>
3. El tercero, es que el epitelio alveolar está constituido en un 95% por neumocitos tipo I que son células planas; y neumocitos tipo II que son células redondas, al igual que algunos macrófagos libres dentro del espacio alveolar.<sup>9,44</sup>

Los pulmones humanos comienzan a formarse como una invaginación del sistema digestivo en el día 26, entre la semana 6 y 16 se da la división de las vías respiratorias en ramas más pequeñas, junto con las que aparece el diafragma, el cual desciende acompañado del nervio frénico desde C3 a C5 a las vértebras torácicas más bajas.<sup>42</sup>

Para la semana 26 las células epiteliales se diferencian, en neumocitos tipo I y neumocitos tipo II. La última etapa comprende desde la semana 28 a la semana 36, en la cual habrá una ampliación de los espacios de aire que generan conductos alveolares y es hasta las últimas dos semanas de gestación cuando se da la formación de los alveolos. Este proceso de formación de los alveolos es dependiente de muchos factores de crecimiento del tejido local, así como de la acción de los glucocorticoides.<sup>9</sup>

Los pulmones son los últimos órganos en desarrollarse, pues la síntesis de surfactante pulmonar aparece casi al final de la gestación, alrededor de la semana 34. Independientemente de la duración total de la gestación, el proceso de maduración pulmonar se desencadena con la finalización de la gestación. La maduración del surfactante pulmonar está regulada por varias hormonas que van a ir cambiando su composición molecular. Los alveolos continúan su desarrollo una vez que el bebé nace y hasta los 8 años terminan su desarrollo.<sup>9</sup>

El *surfactante pulmonar* es un material compuesto por múltiples fosfolípidos principalmente por fosfatidilcolina, y proteínas asociadas, y es secretado por los neumocitos tipo II. El surfactante recubre la superficie epitelial de los alveolos y reduce la tensión superficial, pues excluye al agua de la superficie con lo que evita al momento de la exhalación la tensión superficial asociada a la reducción del volumen alveolar colapse al alveolo.<sup>8</sup>

El pulmón es un órgano vulnerable ya que cuenta con una estrecha relación con el sistema gastrointestinal, ya que, por sus conexiones directas con la boca, el esófago y el estómago ponen en mayor riesgo a los pulmones, pues están en constante intercambio de sustancias presentes en el medio ambiente. Aproximadamente 11,

000 litros de aire es inhalado diariamente, lo que lleva a una enorme carga inmunológica tanto de patógenos como de alérgenos y contaminantes<sup>41</sup>.

Los mecanismos de defensa del pulmón incluyen tanto el sistema innato que es mediado por anticuerpos como el sistema adaptativo mediado por anticuerpos.<sup>43</sup>

Las estructuras anatómicas juegan un papel muy importante en la defensa innata del sistema respiratorio, pues la tráquea, los bronquios y los bronquiolos están revestidos principalmente por epitelio pseudoestratificado con células ciliadas y células caliciformes encargadas de secretar moco.<sup>3,8</sup>

La *mucina* es una glucoproteína grande cuya función principal es la eliminación de patógenos y desechos celulares. Por lo que el epitelio mucociliar es el encargado de atrapar por medio del moco, y de remover por medio de las células ciliadas a los patógenos y desechos celulares por medio de atrapamiento y remoción.<sup>9</sup>

Por otro lado, la señalización TLR es crítica para impulsar las respuestas inmunes de la mucosa, pues los neumocitos tipo II son las encargadas de secretar múltiples TLR2 y TLR4, este último se activa en respuesta a lipopolisacáridos, virus, humo de cigarro y citosinas inflamatorias.<sup>41</sup>

La inflamación no tratada puede llevar a un daño de las vías respiratorias a largo plazo irreversible lo que se conoce como remodelado de las vías respiratorias, incluyendo fibrosis subepitelial, hipertrofia del musculo liso e hiperplasia de las glándulas mucosas. Por lo que es fundamental comprender como las partículas contaminantes desencadenan sus efectos dañinos.<sup>9</sup>

Los niños tienen mayor disposición a efectos adversos por la contaminación que los adultos, pues los niños pasan más tiempo al aire libre y tiene menor estatura en promedio que los adultos, y su respiración es más cercana al suelo, por lo que se exponen a concentraciones más altas a los contaminantes del aire, pues como se ha visto, las sustancias toxicas se asientan en el suelo.<sup>9</sup>

La fisiología de los niños es diferente y esto se refleja en la frecuencia respiratoria, ya que es mayor pues su volumen de aire por unidad de peso corporal es mayor

que la de los adultos, sumado a esto y su tipo de respiración es de tipo bucal, lo que provoca la mayor entrada de partículas contaminantes a las vías respiratorias.<sup>8</sup> Asimismo los sistemas de desintoxicación están menos desarrollados, causando un mayor daño puesto que los compuestos dañinos no se metabolizan haciendo que estos sean menos dañinos.<sup>1</sup>

Durante el embarazo alrededor de la semana 18 de gestación la exposición a contaminantes puede afectar el crecimiento y al desarrollo del árbol traqueobronquial y de los grandes vasos sanguíneos, mientras que los vasos más pequeños y la capacidad pulmonar pueden verse afectadas por exposiciones más tardías.<sup>3</sup> Así mismo la madre expuesta a humo de tabaco y de tráfico origina retraso del crecimiento intrauterino, bajo peso al nacer prematuridad, y eso produce una menor función pulmonar y mayores problemas respiratorios.<sup>9</sup>

La exposición durante la lactancia y la niñez puede alterar el desarrollo alveolar, así como el crecimiento pulmonar, pues están demostrados los efectos negativos sobre el déficit de la función pulmonar e infecciones respiratorias frecuentes y mayor gravedad de las mismas.<sup>1</sup>

Bajo este mismo contexto la exposición materna a la contaminación provoca efectos sobre el feto, tras el nacimiento el lactante sigue absorbiéndolos de la leche materna y por la ingestión de material de polvo depositado en las superficies que toca durante los primeros meses de vida.<sup>3</sup>

La contaminación atmosférica o al humo del tabaco de leña o carbón, se ha asociado fuertemente con deficiencias respiratorias desde la infancia hasta la adolescencia, e incluso hasta la vida adulta, aumentando el riesgo de presentar Asma, Hiperreactividad Bronquial, en la infancia o Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) en el adulto.<sup>42,43</sup>

## JUSTIFICACIÓN

La población infantil, es la población más vulnerable a las condiciones del medio ambiente, pues los contaminantes y las partículas PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y menores, son las principales responsables de las infecciones respiratorias bajas y por tanto de la disminución en la calidad de vida.

A nivel mundial se reportaron 33 millones de episodios de infección de vías respiratorias bajas por Bronquiolitis, de los cuales 3.2 millones fueron hospitalizados y 59 600 fallecieron,<sup>32</sup> en países latinoamericanos durante el 2015<sup>32</sup> los ingresos hospitalarios en niños menores de 6 meses fueron de 1.4 millones, de los cuales 27 300 fallecieron en el mismo nosocomio, con una prevalencia por Bronquiolitis de 15 a 18% de los casos.

Una de las principales causas de consulta en lactantes es por infección de vías respiratorias agudas, dentro de estas enfermedades se encuentra la bronquiolitis,<sup>39</sup> ya sea por Virus Sincitial Respiratorio (VSR), o por algún otro agente viral, los menores que han padecido infección grave, tienen mayor riesgo de desarrollar asma, hasta en un 5 a 10%, durante las primeras 2 décadas de la vida, y a largo plazo en la vida adulta, Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC).<sup>32</sup>

En México, un antecedente de prematuridad o una historia familiar de asma se ha asociado con un mayor riesgo de bronquiolitis en menores de 2 años,<sup>18</sup> y como factores de protección se encuentra la ablactación temprana y la lactancia materna,<sup>18</sup> sin embargo uno de los factores de riesgo más importantes fue la contaminación ambiental, de la cual la Organización Mundial de la Salud ha alertado sobre los efectos adversos que esta conlleva, y de los beneficios que se producen al disminuir la exposición.<sup>35,39</sup>

En la Ciudad de México y en el área metropolitana durante 2016 y 2017, la mayoría de las estaciones de monitoreo de la Ciudad de México reportaron concentraciones de contaminantes superiores al límite establecido por las normas oficiales y aun con la nueva actualización a los límites de contaminantes se incrementaron estos

niveles, aumentando por tanto la frecuencia de las enfermedades respiratorias, especialmente por bronquiolitis aguda.<sup>35,38,39</sup>

En el ámbito económico la mala calidad de aire, provoca problemas de salud en la población general, esto disminuye la productividad por enfermedad respiratoria, ocasionando como consecuencia un incremento en el presupuesto destinado a los gastos en salud, afectando finalmente la competitividad del país.<sup>39</sup>

Esto significa que la exposición a aire contaminado, tiene implicaciones tanto de salud como social y económica,<sup>26</sup> pues es la principal causa ambiental de muertes prematuras a nivel mundial, así como de incapacidad laboral, lo que representa un enorme impacto económico.

Por lo anterior es necesario realizar estudios que analicen la asociación entre la contaminación ambiental en la ciudad de México y la bronquiolitis, para conocer los efectos en la salud de los niños menores de 2 años, con el fin de implementar mejores medidas de prevención relacionadas con el ambiente.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La bronquiolitis en menores, ya sea por Virus Sincitial Respiratorio (VSR), o por otra etiología, es un problema de salud importante, tanto a nivel nacional como a nivel mundial, ya que afecta a 2 de cada 10 niños pues son un grupo de riesgo para enfermedad grave, y es la primera causa de hospitalización en menores de 2 años en todo el mundo.

Por otro lado la exposición a contaminantes del aire, representa un factor determinante entre el desarrollo y el aumento de la gravedad de las infecciones respiratorias, por lo que la exposición de la madre durante la gestación y, la exposición del niño a contaminantes durante su desarrollo, se asocian a deficiencias en el crecimiento y en el desarrollo, así como en la función pulmonar, lo que desempeña un papel importante en el desarrollo de asma en la infancia, hiperreactividad bronquial, hospitalizaciones prolongadas e incluso a largo plazo durante la edad adulta, padecer Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) sin mencionar la posible relación con el Cáncer del aparato respiratorio o de algún otro aparato o sistema.

La contaminación ambiental es la responsable de contribuir entre otros problemas, al aumento en la prevalencia de la enfermedad respiratoria en la infancia. Por lo que no se debe olvidar el impacto sanitario y económico en salud pública, ni el impacto que supone a nivel familiar, pues se convierte en una importante carga familiar, tanto económica como emocional, pues por cada día de hospitalización del niño enfermo, esta representa pérdida de días de trabajo de los padres por cuidados. Por consiguiente, el Médico Familiar de primer contacto, debe hacer de conocimiento a las familias, la importancia de los factores de riesgo y de los factores protectores para el desarrollo de esta enfermedad.

Es por ese motivo es necesario identificar la asociación entre los contaminantes y las partículas  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  con la bronquiolitis; por lo que se hace la siguiente pregunta de investigación:

## PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la asociación entre la exposición a contaminantes y partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en niños con y sin bronquiolitis en el HGP 3 A?

## OBJETIVOS

**Objetivo General:** Analizar la asociación entre la exposición a contaminantes y partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en niños con y sin bronquiolitis en el HGP 3 A.

### Objetivos Específicos:

- Describir las características socio-demográficas de los pacientes: edad, edad gestacional al nacer, sexo, tiempo de lactancia materna, asistencia a estancia infantil o guardería, exposición al humo de tabaco.
- Recolectar los datos del índice de calidad del aire por medio del reporte aportado por las autoridades ambientales.
- Calcular la frecuencia de los factores de riesgo.

## HIPOTESIS

**Hipótesis (Ha):** Existe asociación entre la exposición a partículas PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub> en menores de 2 años con el desarrollo de bronquiolitis.

**Hipótesis Nula (Ho):** No existe asociación entre la exposición a partículas PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub>, en menores de 2 años con el desarrollo de bronquiolitis.

## **MATERIAL Y METODOS**

### **Diseño del estudio**

Diseño arquitectónico: Estudio de causa-efecto.

### **Diseño Metodológico**

De acuerdo con el nivel de profundidad de la búsqueda planeada del conocimiento que se pretende obtener: **ANALÍTICO.**

De acuerdo con la intervención de la investigadora sobre el fenómeno estudiado:

**OBSERVACIONAL.**

De acuerdo a la búsqueda o no de asociación entre las variables es:

**COMPARATIVO.**

De acuerdo con el momento en que ocurre el fenómeno y su registro:

**RETROLECTIVO.**

De acuerdo con el número de ocasiones en se colectan los datos sobre el fenómeno estudiado: **TRANSVERSAL.**

### **Tipo de estudio**

**Casos y controles**

## **Muestreo**

Se realizó un muestreo no probabilístico de tipo intencional.

## **UBICACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA POBLACIÓN**

### **Población y universo**

Población urbana derechohabiente del IMSS con adscripción al HGP 3 A con diagnóstico de bronquiolitis.

### **Lugar de estudio**

La investigación se llevó a cabo en el Hospital Gineco-Pediatría No. 3 A del IMSS ubicada en Avenida Politécnico Nacional No. 1600 en la colonia Magdalena de las Salinas, alcaldía Gustavo A. Madero.

### **Tiempo a desarrollarse**

El estudio se llevó a cabo en el periodo comprendido a partir del 1 de marzo del 2021 al 30 de mayo del 2022.

## **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **Criterios de inclusión para casos**

1. Pacientes pediátricos con diagnóstico de bronquiolitis.
2. Pacientes pediátricos con primer episodio de dificultad respiratoria.
3. Pacientes pediátricos cuyos padres realicen la encuesta.
4. Pacientes pediátricos cuyos padres acepten participar en el estudio.
5. Pacientes pediátricos menores de 24 meses con diagnóstico de bronquiolitis.

### **Criterios de exclusión para casos**

1. Pacientes pediátricos en protocolo de asma.
2. Pacientes pediátricos en estancia de cunero.
3. Pacientes pediátricos que no cumplan la edad.
4. Pacientes pediátricos con enfermedad respiratoria al nacer.
5. Pacientes pediátricos con cardiopatía congénita.

### **Criterios de inclusión para controles**

1. Pacientes pediátricos con catarro común.
2. Pacientes pediátricos con enfermedad respiratoria alta como: rinitis, faringitis, amigdalitis, otitis externa, otitis media, rinofaringitis, laringotraqueitis.
3. Pacientes pediátricos con asma.
4. Pacientes pediátricos con neumonía.
5. Pacientes pediátricos cuyos padres realicen la encuesta.
6. Pacientes pediátricos cuyos padres acepten participar en el estudio.

### **Criterios de exclusión para controles**

1. Pacientes pediátricos en protocolo de asma.
2. Pacientes pediátricos en estancia de cunero.
3. Pacientes pediátricos que no cumplan la edad.
4. Pacientes pediátricos con enfermedad respiratoria al nacer.
5. Pacientes pediátricos con cardiopatía congénita.

### **Criterios de eliminación**

1. Padre de los pacientes pediátricos que no contesten la encuesta que se les realiza.
2. Pacientes pediátricos con diagnóstico de bronquiolitis, cuyos papás no quieran que su hijo sea parte del estudio.
3. Pacientes pediátricos con diagnóstico de bronquiolitis recurrente.

## MUESTRA

### Tamaño de la Muestra

El tamaño y la fórmula para el cálculo de la muestra se realizó con la aplicación disponible para Smart phone Andoid, Epi Info.

Al ingresar a la aplicación, se ofrecen tres opciones: StatCalc, Recopilar Datos, Analizar Datos. De los anteriores se selecciona StatCalc. Posteriormente se elige la primera opción que es tamaño de muestra y se eligen los siguientes parámetros:

- Intervalo de confianza: 90%
- Tamaño de la población: 20,000
- Frecuencia esperada: 15%
- Límite de confianza: 5%.

Con lo que arrojó una muestra de 137 participantes por grupo.

## VARIABLES

### **Variable dependiente**

- Bronquiolitis aguda

### **Variables independientes**

- **Variables sociodemográficas**

- + Edad
- + Edad gestacional al nacer
- + Sexo
- + Peso al nacer
- + Tiempo de lactancia materna
- + Asistencia a estancia infantil o guardería
- + Exposición al humo de tabaco
- + Exposición al Humo de leña

- **Variables asociadas a la calidad del aire**

- + Índice de calidad del Aire
- + Valor de partículas  $PM_{10}$
- + Valor de partículas  $PM_{2.5}$
- + PPM de  $SO_2$  en el ambiente
- + PPM de  $CO$  en el ambiente
- + PPM de  $NO_2$  en el ambiente
- + Concentración de  $O_3$

| Variable                        | Definición Conceptual   | Definición Operacional   | Tipo de Variable | Escala de medición    | Unidad de medición        |
|---------------------------------|---|--|------------------|-----------------------|---------------------------|
| <b>Variable Dependiente</b>     |   |  |                  |                       |                           |
| Bronquiolitis                   | Enfermedad infecciosa, que afecta al aparato respiratorio desde la nariz hasta antes de la epiglotis, durante un periodo menor a 15 días, frecuentemente ocasionado por virus | Se tomó el diagnóstico registrado en nota médica de urgencias pediatría o de Nota inicial.                               | Cualitativa      | Nominal               | 1.Presente<br>2.Ausente   |
| <b>Variables Independientes</b> |   |  |                  |                       |                           |
| Edad                            | Tiempo que ha vivido una persona contando desde su nacimiento.  | Se interrogó directamente al familiar la edad en meses del paciente al momento de la encuesta.                           | Cuantitativa     | Discreta              | Meses                     |
| Edad gestacional al nacer       | Edad de un embrión, un feto o un recién nacido desde el primer día de la última menstruación medido en semanas.   | Se interrogó directamente al familiar del paciente la edad en semanas del mismo al nacimiento al momento de la encuesta. | Cuantitativa     | Discreta              | Semanas                   |
| Sexo                            | Características biológicas que definen a los seres humanos como hombre o mujer.   | Se tomó el sexo registrado en nota médica inicial.   | Cualitativa      | Nominal<br>Dicotómica | 1.Masculino<br>2.Femenino |

|  |  |  |              |                    |                |
|--|--|--|--------------|--------------------|----------------|
| Peso al nacer                              | Fuerza que ejerza un cuerpo sobre un punto de apoyo, que se origina por la acción del campo gravitatorio local sobre la masa del cuerpo al momento de nacer.   | Se le preguntó directamente al familiar el peso del paciente al nacer al momento de la encuesta. | Cuantitativa | Continua           | Peso en gramos |
| Tiempo Lactancia materna                   | El niño recibe solamente leche materna (incluyendo leche extraída o de nodriza) durante los primeros 6 meses de vida, y ningún otro alimento o bebida, ni siquiera agua, excepto por sales de rehidratación oral, gotas y los jarabes (vitaminas, minerales y medicamentos). | Se interrogó directamente al familiar del paciente si ha recibido lactancia materna exclusiva.   | Cuantitativa | Discreta           | Meses          |
| Asistencia a Estancia infantil o guardería | Envío a establecimiento educativo que se dedica de manera excluyente al cuidado de niños muy pequeños, que aún no están en edad de   | Se interrogó directamente al familiar del paciente la edad a la que ingreso a guardería.         | Cualitativa  | Nominal Dicotómica | 1.Si<br>2.No   |

|                                    |   |   |             |                       |   |
|------------------------------------|---|---|-------------|-----------------------|---|
|                                    | ingresar al proceso escolar porque disponen desde días a 3 años de edad.  |   |             |                       |   |
| Humo de tabaco                     | Humo que se produce al quemarse un producto de tabaco.  | Se interrogó directamente al familiar o familiares si fuman.  | Cualitativa | Nominal<br>Dicotómica | 1.Si<br>2.No  |
| Índice de calidad del aire.        | Es una cifra que proporcionan las autoridades de una zona (normalmente urbana) y que refleja las cantidades de contaminantes presentes en el aire.                        | Se consultó y registró niveles detectados en delegación GAM el día de la encuesta por medio de Aplicación digital AIRE o página de internet <a href="http://www.aire.cdmx.gob.mx">http://www.aire.cdmx.gob.mx</a> | Cualitativa | Ordinal               | 1.Buena<br>2.Regular<br>3.Mala<br>4.Muy mala  |
| PPM de SO <sub>2</sub> en ambiente | Concentración dióxido de azufre en partes por millón (1 ppm = 1880 µg/m <sup>3</sup> ) que por medio de algoritmo se obtiene equivalente para Índice de calidad del aire. | Se consultó y registró niveles detectados en delegación GAM el día de la encuesta por medio de Aplicación digital AIRE o página de internet <a href="http://www.aire.cdmx.gob.mx">http://www.aire.cdmx.gob.mx</a> | Cualitativa | Ordinal               | 1.Buena (0.000 – 0.025)<br>2.Regular (0.026 – 0.110)<br>3.Mala (0.111 – 0.207)<br>4.Muy mala (0.208 – 0.304)<br>5.Extremadamente mala (0.305 – 0.604)<br>6.Peligrosa (>0.605) |
| PPM de CO en ambiente              | Concentración de monóxido de carbono en partes por millón (1 ppm  | Se consultó y registró en el día de la encuesta niveles detectados en   | Cualitativa | Ordinal               | 1.Buena (0 – 5.5)<br>2.Regular (5.6 – 11)<br>3.Mala (11.1 – 13.0)   |

|                                    |  |  |             |         |   |
|------------------------------------|--|--|-------------|---------|---|
|                                    | = 1880 µg/m3)<br>que por medio de algoritmo se obtiene equivalente para Índice de calidad del aire.  | delegación GAM por medio de Aplicación digital AIRE o página de internet   |             |         | 4.Muy mala (3.1 – 15.4)<br>5.Extremadamente mala (15.5 - 30.4)<br>6.Peligrosa (>30.5)   |
| PPM de NO <sub>2</sub> en ambiente | Concentración de bióxido de nitrógeno en partes por millón (1 ppm = 1880 µg/m3) que por medio de algoritmo se obtiene equivalente para Índice de calidad del aire.   | Se consultó y registró niveles detectados en delegación GAM el día de la encuesta por medio de Aplicación digital AIRE o página de internet<br><a href="http://www.aire.cdmx.gob.mx">http://www.aire.cdmx.gob.mx</a> | Cualitativa | Ordinal | 1.Buena (0.000 – 0.105)<br>2.Regular (0.106 – 0.210)<br>3.Mala (0.211 – 0.430)<br>4.Muy mala (0.431 – 0.649)<br>5.Extremadamente mala (0.650 – 1.249)<br>6.Peligrosa (>1.250) |
| Concentración de O <sub>3</sub>    | Valor máximo de las concentraciones horarias o de las concentraciones de los promedios móviles de 8 horas de cada día en PPM partes por millón (1 ppm = 1880 µg/m3) que por medio de algoritmo se obtiene equivalente para Índice de calidad del aire. | Se consultó y registró niveles detectados en delegación GAM el día de la encuesta por medio de Aplicación digital AIRE o página de internet<br><a href="http://www.aire.cdmx.gob.mx">http://www.aire.cdmx.gob.mx</a> | Cualitativa | Ordinal | 1.Buena (0.000 – 0.070)<br>2.Regular (0.071 – 0.095)<br>3.Mala (0.096 – 0.154)<br>4.Muy mala (0.155 – 0.204)<br>5.Extremadamente mala (0.205 – 0.404)<br>6.Peligrosa (>0.405) |

|   |   |   |                    |                |   |
|---|---|---|--------------------|----------------|---|
| <p>Valor de partículas<br/>Pm<sub>10</sub></p>  | <p>La concentración promedio de partículas, calculada o medida en un periodo continuo de 24 horas, a partir de las 00:00 horas en µg/m<sup>3</sup> que por medio de algoritmo se obtiene equivalente para Índice de calidad del aire.</p> | <p>Se consultó y registró niveles detectados en delegación GAM el día de la encuesta por medio de Aplicación digital AIRE o página de internet<br/><a href="http://www.aire.cdmx.gob.mx">http://www.aire.cdmx.gob.mx</a></p>    | <p>Cualitativa</p> | <p>Ordinal</p> | <p>1.Buena (0-40)<br/>2.Regular (41-75)<br/>3.Mala (76-214)<br/>4.Muy mala (215-354)<br/>5.Extremadamente mala (355 -424)<br/>6.Peligrosa (&gt;425)</p>               |
| <p>Valor de partículas<br/>Pm<sub>2.5</sub></p> | <p>La concentración promedio de partículas, calculada o medida en un periodo continuo de 24 horas, a partir de las 00:00 horas µg/m<sup>3</sup> que por medio de algoritmo se obtiene equivalente para Índice de calidad del aire.</p>    | <p>Se consultó y registró en el día de la encuesta niveles detectados en delegación GAM por medio de Aplicación digital AIRE o página de internet<br/><a href="http://www.aire.cdmx.gob.mx">http://www.aire.cdmx.gob.mx</a></p> | <p>Cualitativa</p> | <p>Ordinal</p> | <p>1.Buena (0-12)<br/>2.Regular (12.1-45)<br/>3.Mala (45.1-97.4)<br/>4.Muy mala (97.5-150.4)<br/>5.Extremadamente mala (150.5-250.4)<br/>6. Peligrosa (&gt;250.5)</p> |

## DISEÑO ESTADÍSTICO

Las variables cualitativas se resumieron en frecuencias y porcentajes. Las variables cuantitativas con medias y desviación estándar o mediana y rangos en caso de distribución libre. Para conocer la homogeneidad o diferencia de variables

cualitativas entre grupos (presencia o ausencia de bronquiolitis vs calidad del aire mala o buena) se usará  $\chi^2$ .

Se determinó razón de momios (OR) y su intervalo de confianza al 95%, para conocer las probabilidades entre el factor de exposición y el desenlace (presencia/ ausencia de bronquiolitis vs peso bajo al nacer, prematuridad, enfermedad pulmonar previa, lactancia, asistencia a guardería, tabaquismo en la madre, tabaquismo en la familia, convivencia con hermanos).

En todos los casos se determinó una  $p \leq$  de 0.05 como estadísticamente significativo.

También se determinó asociación entre la bronquiolitis y los contaminantes ambientales mediante la rho de Pearson, considerando un coeficiente de correlación positiva mayor a 0.7 y como no significativa menor a 0.69. Finalmente se utilizó; regresión logística, para conocer el peso de cada factor de riesgo en el desarrollo de la bronquiolitis aguda.

### **HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Generada a partir de los factores sociodemográficos de los pacientes para determinar el grado de asociación entre los factores de riesgo de los pacientes con el grado de contaminación en el que el lactante se expone a partir del inicio del cuadro de infección aguda por bronquiolitis.

La hoja está compuesta por 15 preguntas de las cuales se obtuvo información sociodemográfica del lactante afectado, además cuenta con una tabla en la cual se llevó a cabo el registro de la calidad del aire presente en el periodo en el que el niño fue diagnosticado y hospitalizado por bronquiolitis. Se aplicó una encuesta para la obtención de las variables la cual cuenta con la identificación de las variables tanto dependientes como independientes.

### **MÉTODOS DE RECOLECCIÓN**

La recolección de la muestra y su procesamiento, estuvo a cargo por la investigadora del proyecto y se llevó a cabo en las instalaciones del HGP 3 A, con

el previo acuerdo de las autoridades de las instalaciones de dicho hospital, y una vez aprobado el proyecto de investigación se recabó la recolección de los datos.

Se procedió a la selección de los pacientes, de acuerdo a los criterios de inclusión, de exclusión y de eliminación en los lactantes hospitalizados. Se aplicó la encuesta a los pacientes seleccionados con la previa información del tipo de estudio, la importancia del mismo y con la obtención de la firma del consentimiento informado. El tiempo para resolver la encuesta fue de aproximadamente 10 minutos.

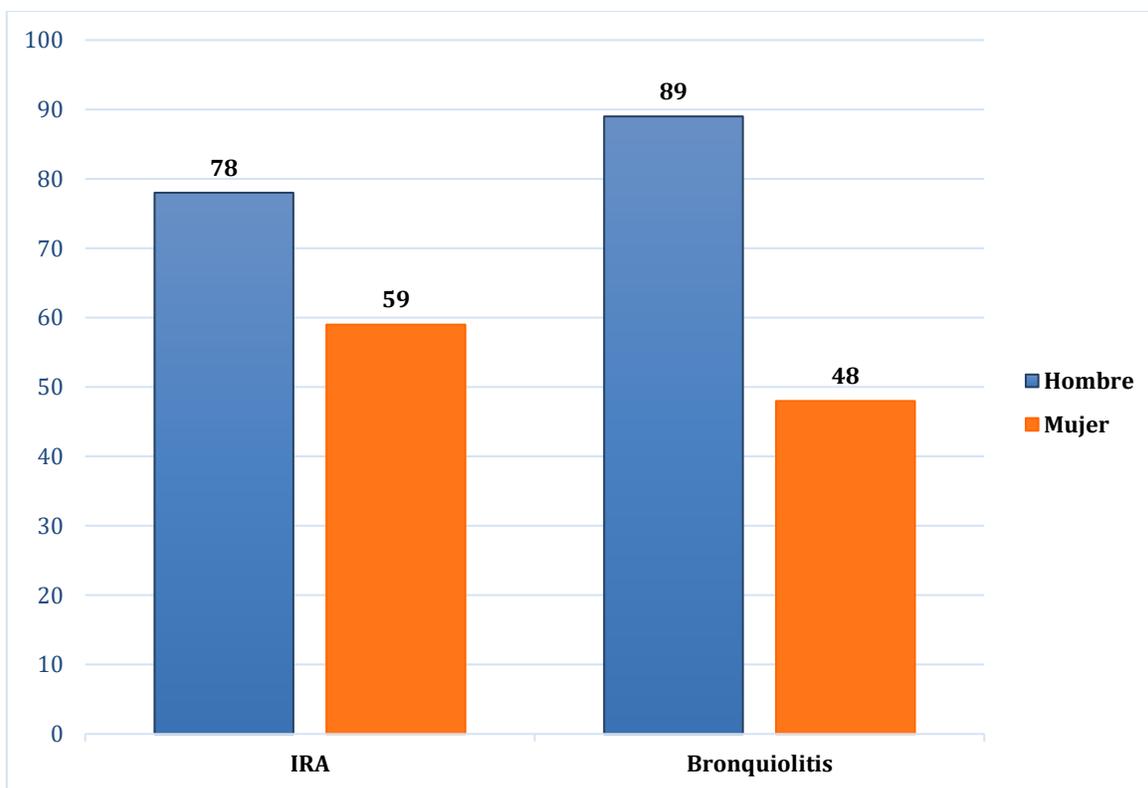
Posterior a la recolección de la información se verificó el correcto llenado del instrumento y se procedió a la obtención de datos sobre la calidad del aire, de dos días previos al inicio del cuadro agudo de bronquiolitis y a la recolección la calidad de aire hasta un día posterior a la hospitalización del paciente. La información obtenida se vació en una base de datos electrónica con el uso del programa EXCEL, para el correspondiente análisis que se realizó en etapas posteriores de este protocolo.

## RESULTADOS

### 1.1 Datos sociodemográficos

Se encuestaron 274 pacientes, 137 en grupo de casos (50%) y 137 en grupo control (50%). El promedio de edad del grupo control fue de 13.58 meses ( $\pm 7.063$ ) con un mínimo de 7 meses y un máximo de 20 meses, para el grupo de casos fue de 9.20 ( $\pm 6.661$ ) con un mínimo de 4 y un máximo de 16 meses. Del grupo control el 56.9% fueron hombres (78) y en el grupo de casos fueron el 65% (89), gráfica 1. El peso promedio al nacer para el grupo control fue de 3140.67 y para el grupo de casos fue de 3056.68 gramos. El resto de las características sociodemográficas se pueden observar en la **tabla 1**.

**Gráfica 1.** Frecuencia por sexo en pacientes con bronquiolitis e IRA (Infección de respiratoria aguda).



**Tabla 1.** Datos sociodemográficos de los participantes con bronquiolitis e IRA.

| VARIABLE                                    | IRA (n=137)       |              | Bronquiolitis (n=137) |              | p*      |
|---|-------------------|--------------|-----------------------|--------------|---------|
|   | (n)               | %            | (n)                   | %            |         |
| <b>Sexo</b>                                 |                   |              |                       |              |         |
| Hombre                                      | 78                | 56.9         | 89                    | 65           | 0.17*   |
| Mujer                                       | 59                | 43.1         | 48                    | 35           |         |
|   | <b>μ (D.E)</b>    | <b>(RIQ)</b> | <b>μ (D.E)</b>        | <b>(RIQ)</b> |         |
| <b>Edad (meses)</b>                         | 13.58<br>(±7.063) | 7- 20        | 9.20 (±6.661)         | 4-16         | 0.122** |
| <b>Peso al nacer (gramos)</b>               | 3140.67<br>(±226) | 2930 - 3310  | 3056 (±235)           | 2840-3241    |         |
| <b>Edad gestacional al nacimiento (SDG)</b> | 39.35<br>(±2.740) | 39- 40       | 39.60<br>(±1.309)     | 39-41        |         |
| <b>Edad de la Madre</b>                     | 25.09<br>(±2.595) | 23-27        | 24.66<br>(±2.531)     | 23- 27       |         |

IRA= Infección Respiratoria Aguda. n= Frecuencia. %= Porcentaje. μ= media

D.E= Desviación estándar. RIQ= Rango intercuartil \*  $\chi^2$ \*\*

## 1.2. Antecedentes familiares

Con respecto a la lactancia materna exclusiva el 66.4% (91) si la recibieron con respecto al grupo control y el 50.4% (69) para el grupo de casos. El tiempo de lactancia materna fue de 4.20 meses (2.33) y de 4.02 (2.214) respectivamente. El 31.4% de los pacientes del grupo control presentaba algún fumador en el domicilio, mientras que en el grupo de casos el 46.7%. El resto de los antecedentes familiares se observan en la **tabla 2**.

**Tabla 2.** Antecedentes familiares

| Variable                           | IRA (n=137)     |            | Bronquiolitis (n=137) |            |
|------------------------------------|-----------------|------------|-----------------------|------------|
|                                    | (n)             | %          | (n)                   | %          |
| <b>Lactancia materna exclusiva</b> |                 |            |                       |            |
| Si                                 | 91              | 66.4       | 69                    | 50.4       |
| No                                 | 46              | 33.6       | 68                    | 49.6       |
| <b>Asistencia a guardería</b>      |                 |            |                       |            |
| Si                                 | 34              | 24.8       | 28                    | 20         |
| No                                 | 103             | 75.2       | 109                   | 79         |
| <b>Escolaridad de la madre</b>     |                 |            |                       |            |
| Primaria                           | 0               | 0          | 1                     | 0.7        |
| Secundaria                         | 4               | 2.9        | 0                     | 0          |
| Bachillerato                       | 107             | 78.1       | 121                   | 88.3       |
| Licenciatura                       | 26              | 19.0       | 15                    | 10.9       |
| <b>Tabaquismo en el domicilio</b>  |                 |            |                       |            |
| Si                                 | 43              | 31.4       | 64                    | 46.7       |
| No                                 | 94              | 68.6       | 73                    | 53.3       |
| <b>Quien es el Fumador</b>         |                 |            |                       |            |
| Padre                              | 43              | 31.4       | 64                    | 46.7       |
| Madre                              | 94              | 68.6       | 73                    | 53.3       |
| <b>Asma en el padre o madre</b>    |                 |            |                       |            |
| Si                                 | 0               | 0          | 1                     | 0.7        |
| No                                 | 137             | 100        | 136                   | 99.3       |
| <b>Hermanos mayores</b>            |                 |            |                       |            |
| Si                                 | 52              | 38.0       | 48                    | 35.0       |
| No                                 | 85              | 62.0       | 89                    | 65.0       |
|                                    | <b>μ (D.E)</b>  | <b>RIQ</b> | <b>μ (D.E)</b>        | <b>RIQ</b> |
| <b>Tiempo de lactancia materna</b> | 4.20<br>(±2.33) | 1-6        | 4.02<br>(±2.214)      | 2-6        |

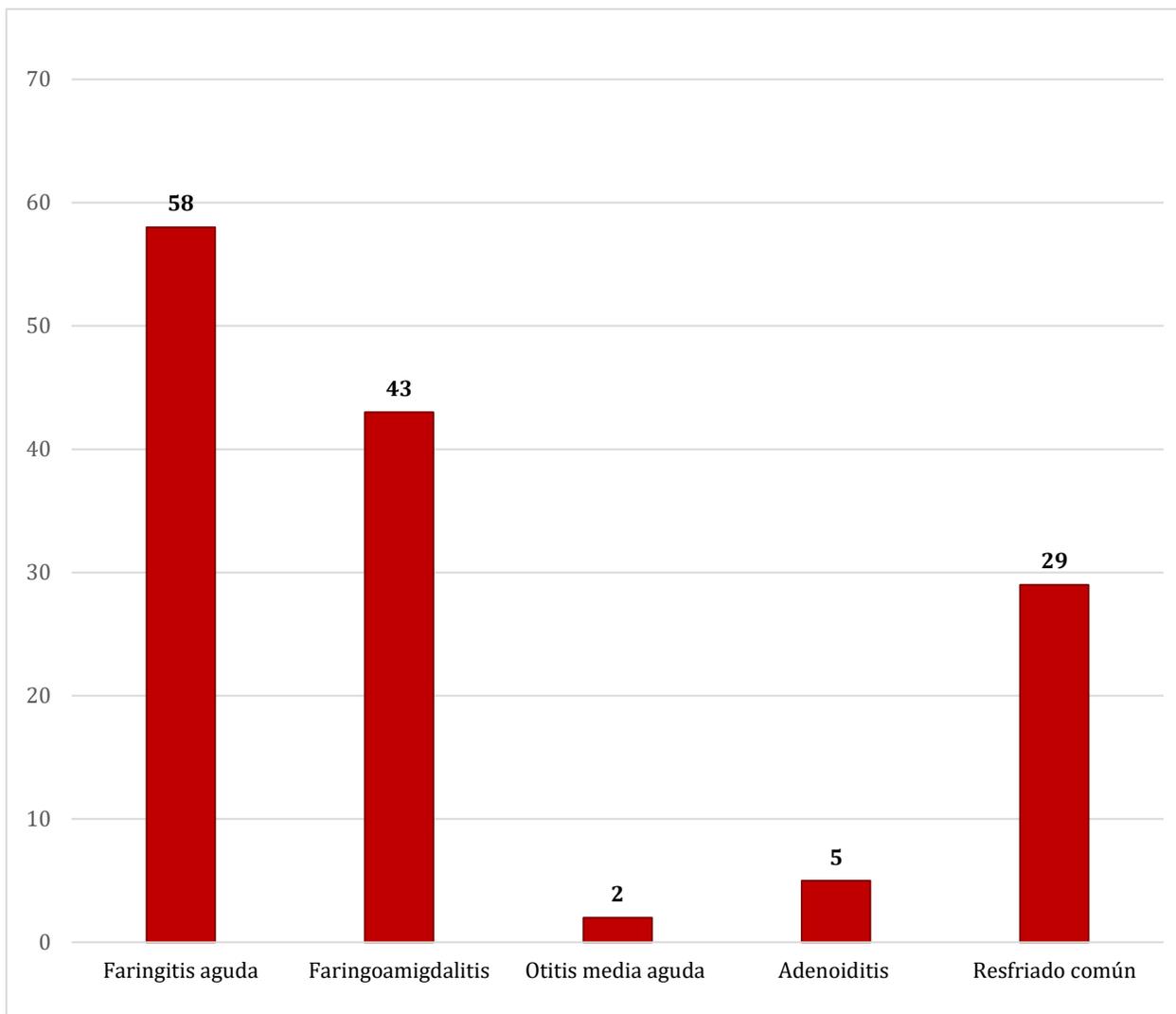
IRA= Infección Respiratoria Aguda. n= Frecuencia. %= Porcentaje. μ= media

D.E= Desviación estándar. RIQ= Rango intercuartil,

IRA (Infección respiratoria aguda)

Dentro del grupo control el diagnóstico más frecuente fue Faringitis aguda con un 42.3% (58 pacientes), seguido de faringoamigdalitis con un 31.4% (43 pacientes) y con menor frecuencia la adenoiditis con un 3.6% (5 pacientes) y la otitis media aguda con un 1.5% (2 pacientes). **Grafica 2.**

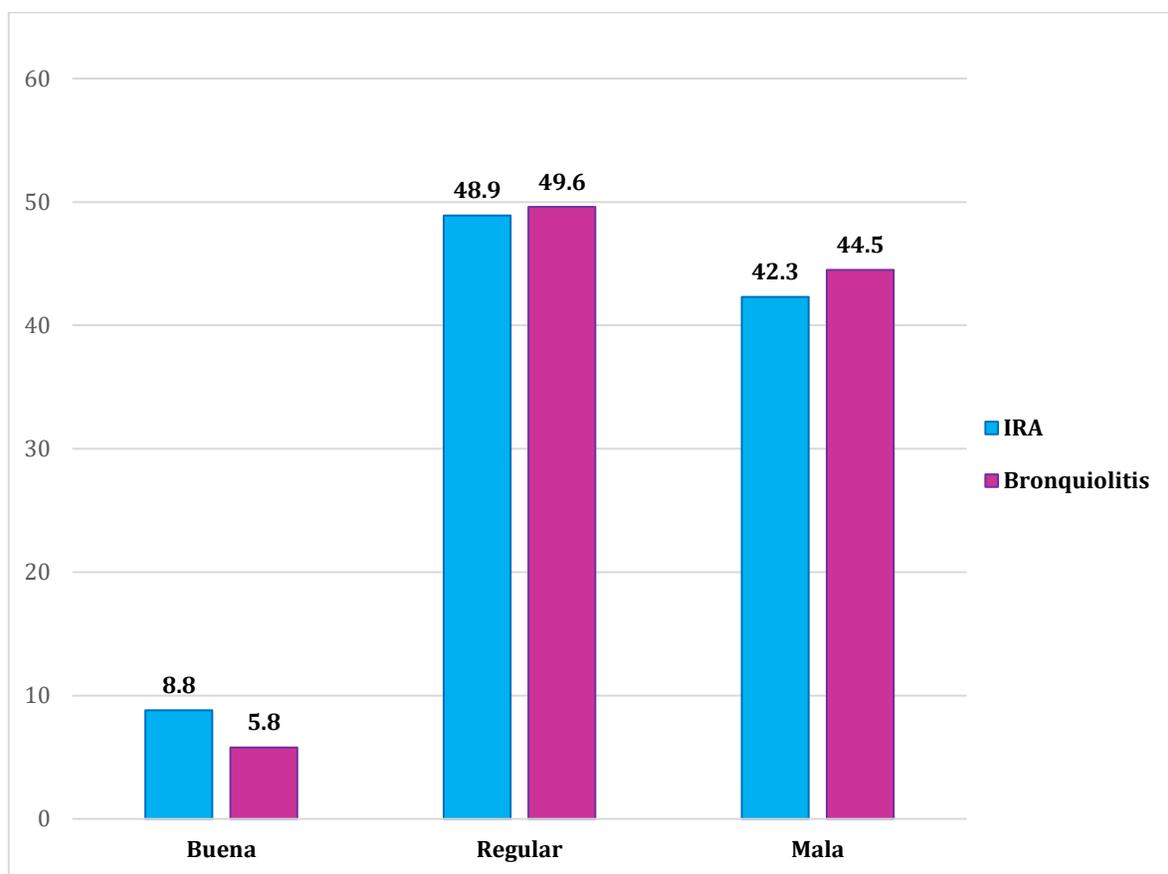
**Grafica 2.** Frecuencia de diagnósticos de infección respiratoria alta.



### 1.3. Contaminantes ambientales

Cuando la calidad del aire fue regular se diagnosticaron 48.9% y 49.6% (67 y 68 pacientes) respectivamente con por otro lado, cuando la calidad del aire fue mala se diagnosticaron 42.3% y 44.5% (58 y 61 pacientes) respectivamente **grafica 3.**

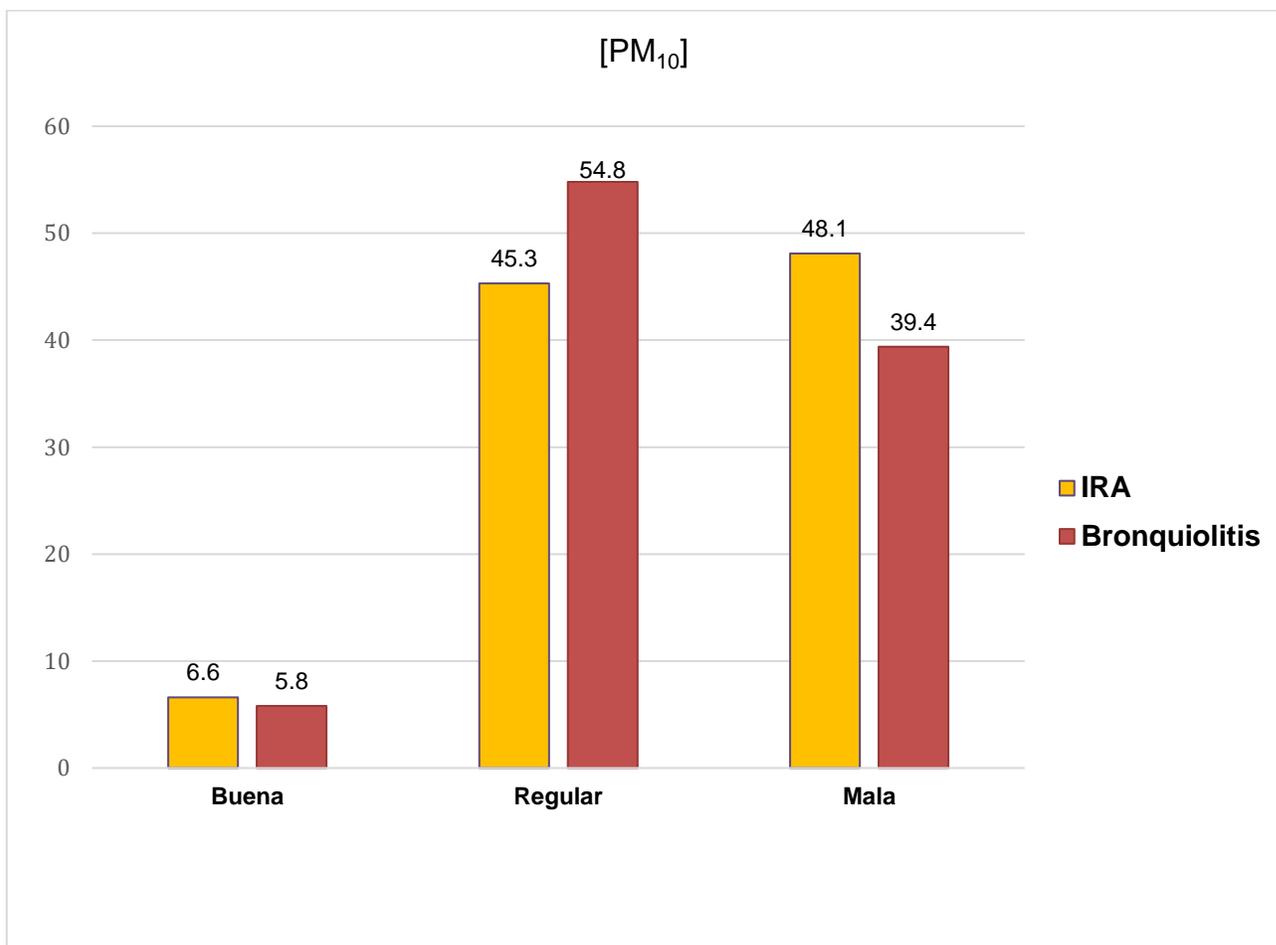
**Grafica 3.** Comparación entre frecuencia de diagnóstico de IRA vs. Bronquiolitis con la calidad del aire de acuerdo a la concentración de partículas expresado en porcentaje.



### 1.3.1. PM<sub>10</sub>

Cuando la calidad del aire ambiental en la ciudad de México respecto a las partículas PM<sub>10</sub> se encontraron en nivel regular; se diagnosticaron un 45.3% de pacientes con algún tipo de IRA (62 pacientes), mientras que para el grupo de bronquiolitis se diagnosticó un 54.8% (75 pacientes),  $\chi^2$  2.10, (p=0.116). Cuando la calidad del aire fue mala, se diagnosticaron 48.1% y 39.4% (66 y 54 pacientes) respectivamente, con un valor de  $\chi^2$  de 1.79 (p=0.143), **gráfica 4**.

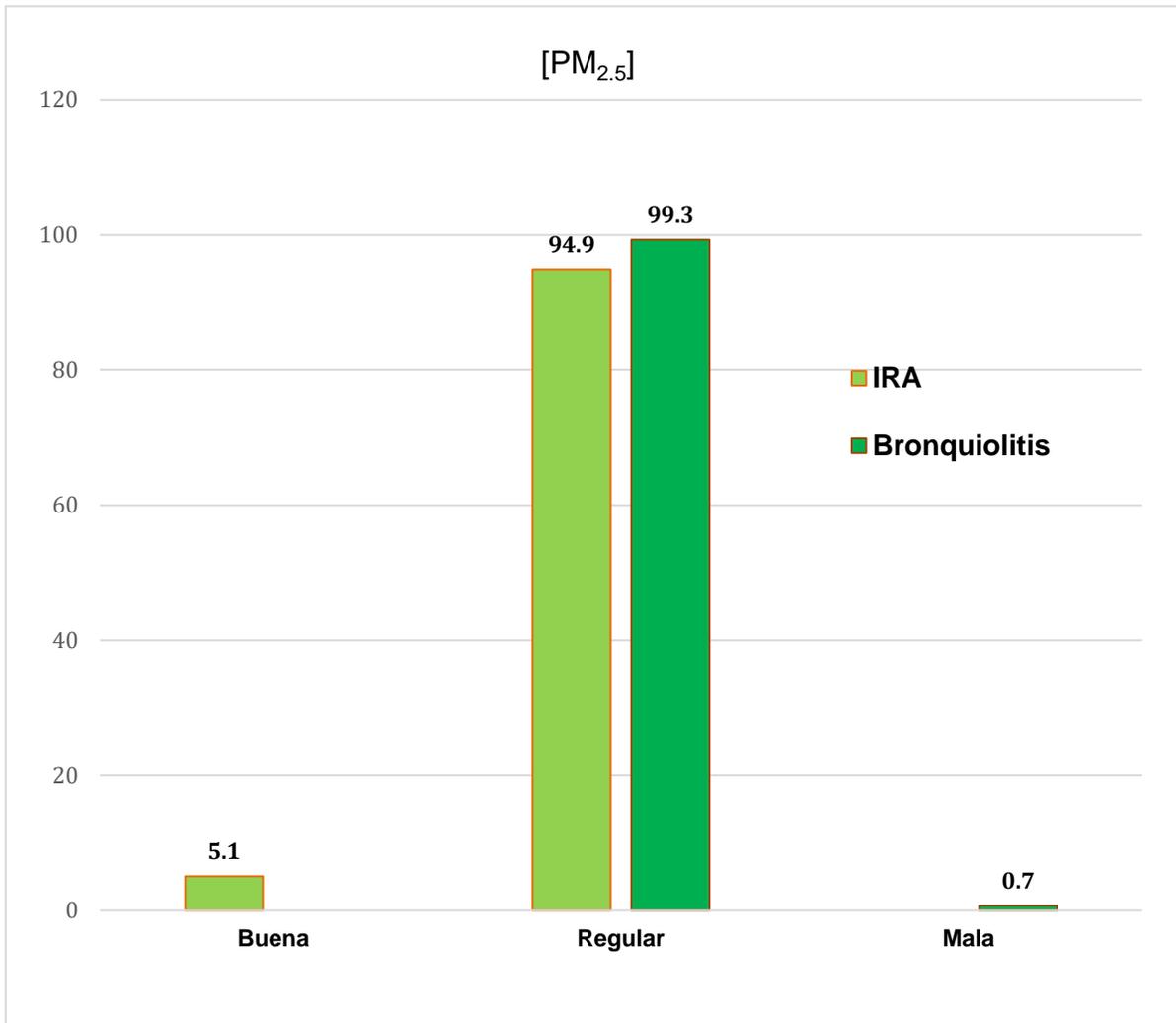
**Grafica 4.** Comparación entre frecuencia de diagnóstico de IRA vs. Bronquiolitis con la calidad del aire de acuerdo a la concentración de partículas  $PM_{10}$  expresado en porcentaje.



### 1.3.2. $PM_{2.5}$

Cuando las partículas  $PM_{2.5}$  se encontraron en nivel regular se diagnosticaron 94.9% de IRA (130 pacientes) y el 99.3% de las Bronquiolitis (136 pacientes). El valor de  $\chi^2$  fue de 4.6 ( $p=0.03$ ).

**Grafica 5.** Comparación entre frecuencia de diagnóstico de IRA vs. Bronquiolitis con la calidad del aire de acuerdo a la concentración de partículas  $PM_{2.5}$  expresado en porcentaje.



El resto de los contaminantes se detallan en la **tabla 3**.

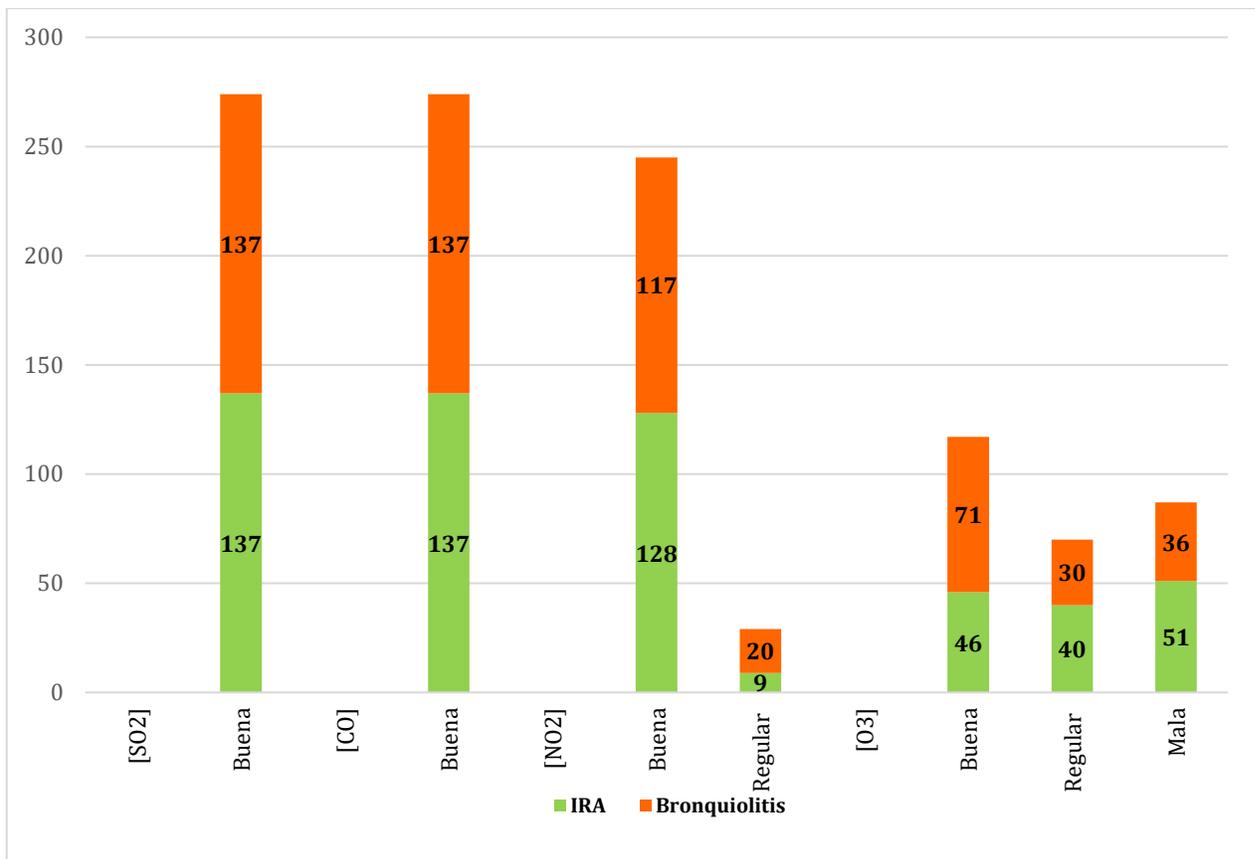
**Tabla 3.** Frecuencia de eventos de acuerdo a partículas contaminantes (concentración=calidad del aire).

| IRA        |            | Bronquiolitis |            | P* |
|------------|------------|---------------|------------|----|
| Frecuencia | Porcentaje | Frecuencia    | Porcentaje |    |

|                      |         |     |      |     |      |              |
|----------------------|---------|-----|------|-----|------|--------------|
| [SO <sub>2</sub> ]   | Buena   | 137 | 100  | 137 | 100  | --           |
| [CO]                 | Buena   | 137 | 100  | 137 | 100  | --           |
| [NO <sub>2</sub> ]   | Buena   | 128 | 93.4 | 117 | 85.4 | <b>0.030</b> |
|                      | Regular | 9   | 6.6  | 20  | 14.6 |              |
| [O <sub>3</sub> ]    | Buena   | 46  | 33.6 | 71  | 51.8 |              |
|                      | Regular | 40  | 29.2 | 30  | 21.9 |              |
|                      | Mala    | 51  | 37.2 | 36  | 26.3 | <b>0.051</b> |
| [PM <sub>10</sub> ]  | Buena   | 9   | 6.6  | 8   | 5.8  |              |
|                      | Regular | 62  | 45.3 | 75  | 54.8 | <b>0.116</b> |
| [PM <sub>2.5</sub> ] | Mala    | 66  | 48.1 | 54  | 39.4 | <b>0.14</b>  |
|                      | Buena   | 7   | 5.1  | 0   | 0    |              |
|                      | Regular | 130 | 94.9 | 136 | 99.3 | <b>0.03</b>  |
|                      | Mala    | 0   | 0    | 1   | 0.7  |              |

Para las partículas dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono (CO) en ambos grupos, el diagnóstico se realizó en una concentración que arroja una calidad de aire buena con el 100% (137 pacientes) de casos y controles respectivamente, para las partículas de dióxido de nitrógeno el diagnóstico se realizó en una concentración que arroja una calidad de aire buena 93.4% (128 pacientes) para los controles y 85.4% (117 pacientes) para los casos, para las partículas de ozono el diagnóstico se realizó en una concentración que arroja una calidad de aire mala con 37.2% (51 pacientes) para los controles y de 26.3% (36 pacientes) para los casos. **Grafica 6.**

**Gráfica 6.** Comparación entre frecuencia de diagnósticos de IRA vs Bronquiolitis con la calidad del aire de acuerdo y la concentración de partículas SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>.



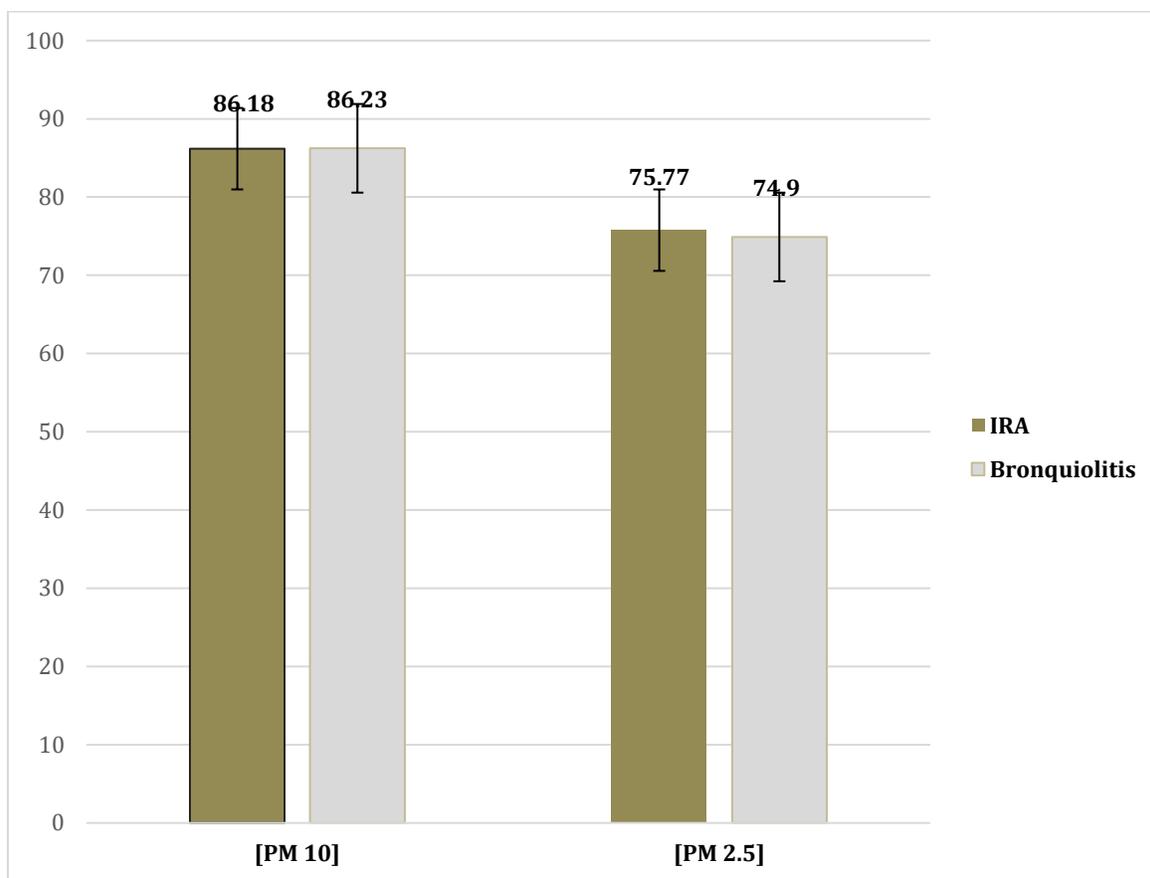
El promedio de la concentración de las partículas contaminantes PM<sub>10</sub> fue de 86.18 y 86.23 con una desviación estándar de 21.271 y 22.185 para el grupo de controles y el grupo de casos respectivamente. En el caso de las partículas PM<sub>2.5</sub> el promedio de la concentración fue de 75.77 y de 74.90 con una desviación estándar de 13.937 y 12.602 respectivamente **tabla 7** y **grafica 7**.

**Tabla 4.** Frecuencia por concentración de las partículas contaminantes PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, en pacientes con IRA (Infección de respiratoria) y bronquiolitis.

|                      | IRA   |        | Bronquiolitis |        |
|----------------------|-------|--------|---------------|--------|
|                      | Media | D.E.   | Media         | D.E.   |
| [PM <sub>10</sub> ]  | 86.18 | 21.271 | 86.23         | 22.185 |
| [PM <sub>2.5</sub> ] | 75.77 | 13.937 | 74.90         | 12.602 |
| Total                | 137   | 100    | 137           | 100    |
| <b>Total=274</b>     |       |        |               |        |

D.E= Desviación estándar

**Grafica 7.** Frecuencia por concentración de las partículas contaminantes PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, en pacientes con IRA (Infección de respiratoria) y bronquiolitis



**Riesgo**

El riesgo para presentar bronquiolitis solo fue significativo cuando el nivel de PM<sub>10</sub> fue con calidad de aire regular y mala OR=0.89 (IC95% 0.42-3.03) se presenta significancia estadística. **Tabla 5.**

Para las partículas PM<sub>2.5</sub> el riesgo para presentar bronquiolitis fue solo significativo cuando la calidad de aire fue regular OR= 7.32 (IC95% 0.9 – 60.3), se presenta significancia estadística.

Para el resto de las partículas contaminantes el riesgo no tuvo significancia, ya que no hubo exposición pues las concentraciones ambientales se mantuvieron en calidad de aire buena y aceptable, sin presencia de casos por bronquiolitis o enfermedad respiratoria, para las partículas de O<sup>3</sup> donde si hubo exposición el riesgo se diluye y tampoco se encuentra significancia estadística. **Tabla 5.**

**Tabla 5.** Riesgo para desarrollar Bronquiolitis en contingencia por concentración de partículas PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub>.

| Bronquiolitis        | OR   | IC95%    |          | P     |
|----------------------|------|----------|----------|-------|
|                      |      | Inferior | Superior |       |
| [O <sup>3</sup> ]    | 0.45 | 0.25     | 0.8      | 0.007 |
| [PM <sub>10</sub> ]  | 1.13 | 0.42     | 3.03     | 0.89  |
| [PM <sub>2.5</sub> ] | 7.32 | 0.888    | 60.3     | 0.06  |

OR= odds ratio, IC95%= intervalo de confianza al 95%, P= X<sup>2</sup> de Pearson

## DISCUSIÓN

No se encontró asociación entre el desarrollo de bronquiolitis con la exposición a partículas  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , pero existe cierta tendencia para  $PM_{10}$ , las partículas  $PM_{2.5}$  en muy pocas ocasiones fue mala y solo se registró un solo caso, cuando la calidad de aire con  $PM_{2.5}$  fue mala.

Durante este estudio también se detectó un predominio del sexo masculino en el grupo de bronquiolitis a diferencia del grupo control. Con base a los datos sociodemográficos, para el grupo de bronquiolitis la edad media fue de 6 meses y el peso en gramos al nacer fue mayor para el grupo de infección de vías respiratorias altas, la edad gestacional fue mayor en el grupo control y la edad de la madre también fue mayor en este grupo.

Respecto a los antecedentes familiares la lactancia materna exclusiva fue mayor al grupo control y menor en el de casos, así mismo el tiempo de lactancia materna exclusiva fue mayor en el grupo de control a diferencia del grupo de casos. En cuanto a los niños que acuden a guardería fue mayor en el grupo control. No obstante, el grupo de casos tuvo una madre con escolaridad de bachillerato mayor a la de controles. Cabe destacar que el grupo de casos en cuanto al tabaquismo fue mayor siendo aún más destacable que el fumador más próximo al infante fue la madre que en el otro grupo.

En esta investigación, para las partículas contaminantes de dióxido de nitrógeno, y dióxido de azufre, no se encontró asociación entre las concentraciones de estos contaminantes y bronquiolitis, para ambas partículas puede estudiarse más adelante. Por otro lado el ozono en el presente estudio sí tuvo significancia estadística, pues a pesar de que en Italia,<sup>45</sup> se analizó la asociación de las condiciones de contaminación ambiental con la presencia de casos de bronquiolitis por virus sincitial respiratorio, y se encontró una asociación inversamente proporcional de los casos de bronquiolitis y ozono, a diferencia de este estudio donde sí la hubo, por lo que se sugiere, que se corrobore esta asociación, y se haga cuando los picos máximos de este contaminante es mayor, ya que su concentración es más alta durante los meses de verano, y no en la época invernal.

En otro trabajo realizado en Israel por Yitshak et al.,<sup>46</sup> se encontró no solo asociación con las partículas de dióxido de nitrógeno, sino que hubo mayor riesgo de hospitalización por exposición a las partículas PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub>, y como se demuestra en ambas investigaciones el papel de las partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> es muy importante para el desarrollo de bronquiolitis.

Otro estudio realizado en París por Segala et al.,<sup>47</sup> donde se incluyeron niños de hasta 3 años por un periodo de 4 años de octubre a enero, se encontró una asociación no solo con las partículas de dióxido de azufre, sino que también hubo asociación con las partículas PM<sub>10</sub>, como se encontró en el presente estudio respecto a las partículas PM<sub>10</sub> y el periodo de octubre a enero como este estudio. En ese estudio no solo se encontró asociación con la contaminación atmosférica invernal y bronquiolitis, sino que también se identificaron hospitalizaciones de hasta un 1.35 por día y de hasta 4 consultas por bronquiolitis al día en el servicio de urgencias.

En otras investigaciones, se han estudiado los aspectos sociodemográficos y los antecedentes familiares de los pacientes con bronquiolitis. En Estados Unidos, por ejemplo, se investigó la exposición aguda a la contaminación del aire y el riesgo de padecer bronquiolitis y otitis media en niños prematuros y a término, en Massachusetts,<sup>48</sup> se halló que, de 20,017 casos con bronquiolitis, el 59.9% fueron varones, el 72.4% de estos niños iniciaron lactancia materna inmediatamente después del parto. También se detectó que los prematuros tuvieron mayor riesgo de hospitalización por bronquiolitis debido al aumento de la partícula PM<sub>2.5</sub>, sugiriendo juega un papel muy importante en la susceptibilidad y la gravedad de este cuadro. Cabe destacar que en ese estudio, se tomó en cuenta el incremento de las partículas PM<sub>2.5</sub> durante el primer y cuarto día previo a la hospitalización por bronquiolitis del infante, en contraste con nuestro estudio, donde únicamente se tomó en cuenta la concentración de los contaminantes el día de diagnóstico, por lo que se debe recordar que el cuadro de bronquiolitis es precedido por un historial de uno a tres días de síntomas respiratorios leves, lo que sugiere para investigaciones

posteriores, que se debe tomar en cuenta la concentración de los contaminantes hasta tres días previos al diagnóstico.

En cuanto a la edad, una investigación realizada en Barcelona por Ramos-Fernández et al.<sup>49</sup> la edad media fue de 2.46 años encontrándose más casos entre los 2 y 6 meses, también en dicho estudio el sexo predominante fue el sexo masculino con un 53.3%, lo que coincide al realizar el presente estudio en la Ciudad de México, se encontró una media de edad de 6.6 meses, y el sexo predominante fue el masculino con un 65%. Para la edad gestacional Rodríguez-Auad et al.<sup>50</sup>, reportaron que el 75.5% de nacidos fue a término y en el 11.7 % la edad gestacional fue de 34 a 37 semanas, lo que también se asemeja a la edad gestacional del presente estudio, pues en esta investigación la RIQ para los niños con bronquiolitis, fue de 39 a 41 semanas de gestación.

En cuanto a la presencia de lactancia materna exclusiva si se encontraron diferencias en ambos grupos, pues en el grupo control se tuvo un 66.4% y para el grupo de casos fue de 50.4%, como se observa en el grupo de casos tuvo un menor porcentaje de lactancia materna exclusiva. Como se observó en el trabajo de Vereen et al.<sup>51</sup>, donde se investigó la asociación entre la lactancia materna y la severidad de las infecciones virales del tracto respiratorio, con una población de 629 lactantes el 57% tenía antecedentes de lactancia materna con una duración promedio de 6 semanas, los lactantes que fueron amamantados tuvieron un 36% menos de probabilidades relativas de tener una infección de tracto respiratorio bajo que una infección respiratoria alta en comparación con los lactantes que nunca fueron amamantados.

Los resultados de esta investigación pueden verse influenciados por el periodo de captación de pacientes, ya que derivado a la pandemia que surgió por COVID-19, durante el 2020 y el 2021, las actividades laborales se manejaron a través del semáforo epidemiológico<sup>52</sup>, provocando que muchas actividades dentro de la Ciudad de México fueran reducidas o incluso no realizadas, lo que produjo una disminución de periodos de contingencia ambiental, por lo que las demás partículas no pudieron ser medidas conforme al periodo de la toma de muestra para el estudio

y no se encontraron datos significativos para este estudio. Lo que también puede considerarse una fuerte debilidad para el estudio, ya que se esperaban mayores periodos de contingencia ambiental, sin embargo, por la disminución de actividades realizadas por los habitantes, se tuvo periodos más largos de buena calidad de aire y no se pudo registrar datos con las demás partículas como fue el caso de PM<sub>2.5</sub>, esencialmente.

Así mismo durante la contingencia y durante el tiempo en que el semáforo permaneció en amarillo, rojo o naranja, se limitó o se suspendieron totalmente las clases presenciales y se limitó el ingreso a guarderías en la Ciudad de México lo que disminuyó la afluencia de alumnos a las escuelas, el uso de transporte público y particular, aumentando el trabajo en casa así como las clases en línea, manteniendo a los padre en casa y a los hijos en casa el mayor tiempo posible disminuyendo tanto la exposición a medio exterior, así como disminución de contaminantes y reduciendo también la exposición a virus y contagios, causantes de enfermedades respiratorias entre ellas los causantes de bronquiolitis. A pesar de estos inconvenientes, si se alcanzó a tomar la muestra de 274 pacientes en el periodo estipulado.

El tiempo que se utilizó para la toma de la muestra fue corto ya que únicamente se realizó durante los meses de otoño e invierno. Además, derivado a la contingencia por la pandemia COVID-19 el hospital modificó la manera de atención de los pacientes con infección de vías respiratorias y por tanto la de bronquiolitis dificultando diferenciar a esta última de una neumonía por infección por el virus COVID-19. Por la misma razón el hospital Gineco – Pediatría 3 A modificó sus instalaciones para la atención de pacientes con síntomas respiratorios, por lo que se tuvo que utilizar equipo de protección personal (EPP)<sup>53</sup> y recurrir a las notas medicas en caso de no contar con el EPP, para realizar la encuesta.

En cuanto a las fortalezas del estudio fue que se contó con la experiencia de los investigadores, pues gracias a ellos se pudo guiar hacia un trabajo estructurado donde se demostró uno de sus objetivos. Para la obtención de datos de los pacientes se tuvo que entrevistar de manera directa a las madres, padres o tutores,

bajo consentimiento informado y no hubo inconvenientes para la obtención de los mismos.

Para el llegar a las instalaciones del Hospital Gineco – Pediatría 3 A, fue fácil, pues es un nosocomio ubicado en la zona norte de la Ciudad de México, el departamento de enseñanza permitió la realización de la investigación y facilitó acceso tanto a la instalación de urgencias pediatría como a hospitalización, y permitió el acceso para la recolección de los datos.

## CONCLUSIÓN

No se encontró asociación entre la concentración elevada de partículas  $PM_{10}$  y el desarrollo de bronquiolitis sin embargo se encontró cierta tendencia para su desarrollo y otras infecciones respiratorias agudas con franco predominio de la bronquiolitis. Otras partículas contaminantes no demostraron asociación en la frecuencia de dichas patologías.

El sexo masculino puede ser factor riesgo para, padecer bronquiolitis. No hay suficientes datos para establecer una asociación con la concentración de  $PM_{2.5}$  y bronquiolitis y otras infecciones respiratorias agudas. Tampoco hubo asociación con otros contaminantes excepto con el ozono el cual si mostró asociación. Es necesario realizar más investigaciones al respecto, para monitorizar la concentración de  $PM_{2.5}$  exclusivamente ya que, en la presente investigación, no se pudo monitorizar de una forma adecuada y no se encontró una asociación sólida, es necesario que, en estudios posteriores, se utilice una muestra más amplia para poder asociar la concentración de estas partículas exclusivamente con las bronquiolitis, así como realizar el estudio por un periodo más amplio y monitorizar cada caso de bronquiolitis desde su inicio en cuadro catarral, es decir de uno a tres días antes.

## RECOMENDACIONES

Para los niños menores de 2 años es imperativo que asistan a las consultas de control de niño sano y durante la consulta orientar a las mamás, a los papás y/o tutores la importancia de preservar un ambiente limpio. Es decir, un ambiente libre de humo de tabaco, humo de leña, calentadores a base de combustión y enfatizar sobre la importancia que ejerce la contaminación ambiental para la evolución y pronóstico de las enfermedades respiratorias, esencialmente las enfermedades respiratorias agudas, que el menor pueda contraer durante su etapa de desarrollo. Además, es necesario, enseñar a los papás la importancia de la lactancia materna y la importancia del esquema de vacunación completo y la necesidad de una buena evolución del embarazo.

Es necesario que en los módulos de atención respiratoria pediátrico se otorgue continuidad a los casos de infección respiratoria altas y bajas ambulatorias, para evitar que se compliquen o incluso lleguen a la muerte los pacientes y para evitar complicaciones a largo mediano y largo plazo. Así como monitorizar la calidad del aire para poder pronosticar y alertar a los familiares las posibles complicaciones que se pueden esperar para el menor.

## ASPECTOS ÉTICOS

De acuerdo al **Código de Núremberg**, la investigación se realizará bajo la aceptación del paciente y con la previa firma de consentimiento informado. Esta investigación ayudará conocer cuáles son las implicaciones de la contaminación para el desarrollo de bronquiolitis y prevenir su gravedad. Los resultados obtenidos no se manipularán, con la intención de lograr los objetivos. La investigación se ejecutará evitando que los pacientes y familiares de los pacientes, tengan algún tipo de sufrimiento físico, mental o daño innecesario, respetando en todo momento sus derechos. Se protegerá siempre la información proporcionada por el paciente para evitar cualquier posibilidad de daño, incapacidad y muerte. La investigación se realizará solamente por la investigadora a cargo del mismo. El paciente y los familiares tienen la libertad de poner fin a la investigación en todo momento.

En el presente estudio se obtendrá la información de los padres, de pacientes pediátricos de 1 a 24 meses de edad apegándose a los lineamientos de la **Declaración de Helsinki**, la cual reconoce que el deber del médico es promover y velar por la salud de las personas. Los conocimientos y la conciencia del médico han de subordinarse al cumplimiento de ese deber. La Declaración de Ginebra de la Asociación Médica Mundial vincula al médico con la fórmula "velar solícitamente y ante todo por la salud de mi paciente", y el Código Internacional de Ética Médica afirma que: "El médico debe actuar solamente en el interés del paciente al proporcionar atención médica que pueda tener el efecto de debilitar la condición mental y física del paciente".

De acuerdo al **Informe Belmont**, en este estudio se respetará en todo momento la autonomía del paciente encuestado, pues tendrá la libertad y la capacidad de participar o no en el estudio una vez explicados todos los riesgos. Se pretende beneficiar la calidad de vida de los niños de 24 meses o menores. Y se perseguirá el criterio de justicia, pues no se discriminará de acuerdo a la raza, edad, sexo, identidad sexual, preferencia sexual, costumbres, estado de salud mental o religión.

Como indica la **Ley General de Salud** en materia de Investigación para la Salud, el ser humano que sea sujeto de estudio, deberá prevalecer el criterio de respeto a la

dignidad y a la protección de sus derechos y bienestar, así también los derechos que se incluyen en las normas que rigen las investigaciones en seres humanos.

Este estudio se apega a la **Ley General de Salud** y a la normatividad del Instituto Mexicano del Seguro Social (el artículo 3 indica en los términos de esta ley en materia de salubridad general: fracción I la organización, control y vigencia de presencia de servicios y de establecimientos de salud a los que se refiere el artículo 34 fracciones I, II, IV, de esta ley, fracción VII: la organización, coordinación y vigilancia del ejercicio de las actividades profesionales, técnicas y auxiliares para la salud, fracción IX, la coordinación de investigación para la salud y el control de esta en los seres humanos, fracción XXVI, (artículo 100, fracción V, solo podrá realizarse por profesionales de la salud en instituciones médicas que actúen bajo la vigilancia de las autoridades sanitarias correspondientes, fracción IV de la ley general de salud, deberá contar con consentimiento por escrito del sujeto en quien se realizó la investigación).

Los resultados serán publicados siempre y cuando las autoridades competentes estén de acuerdo y lo soliciten (artículo 238 solamente para fines de investigación científica).

Se considera como riesgo de la investigación a la probabilidad de que el sujeto de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio.

Este estudio se **considera sin riesgo** debido que es un estudio que emplea técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquéllos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

Para la realización de investigaciones en menores o incapaces, deberá en todo caso, obtenerse el escrito de consentimiento informado de quienes ejerzan la patria potestad o la representación legal del menor o incapaz de que se trate.

Cuando dos personas ejerzan la patria potestad de un menor, sólo será admisible el consentimiento de una de ellas si existe imposibilidad fehaciente o manifiesta de la otra para proporcionarlo o en caso de riesgo inminentes para la salud o la vida del menor o incapaz.

**Contribuciones y beneficios del estudio para los participantes y la sociedad**

**en conjunto:** El presente estudio contribuirá a determinar la prevalencia de factores de riesgo en la población estudiada así como la asociación de contaminantes a bronquiolitis y, contaminantes a infecciones respiratorias altas, de acuerdo al artículo tercero de la ley general de salud en materia de investigación para la salud del estudio para la sociedad, tales como la implementación de estrategias o programas educativos para incidir en el beneficio de la salud. Los beneficios que tendrán los sujetos al final de la investigación será conocer de forma global los resultados del estudio si así lo desean, identificar los factores que puedan influir en la salud a futuro del paciente y las medidas de prevención si se identifican los contaminantes relacionados.

**Posibles inconvenientes:** Los padres de los pacientes, que no acepten participar en el estudio y la dificultad para la captura de pacientes, de los cuales el tratamiento de bronquiolitis o de las infecciones respiratorias agudas altas se realice de manera ambulatoria.

**Balance Riesgo – Beneficio:** Existe beneficio directo para los padres de pacientes ya que con el presente estudio podremos obtener datos que pueden pronosticar el desarrollo de episodios de sibilancias recurrentes, asma y dar información preventiva.

**Confidencialidad:** los datos proporcionados en este estudio son totalmente confidenciales, los resultados se usarán de manera global y para fines estadísticos, así como epidemiológicos.

**Consentimiento informado:** Se utilizará carta de consentimiento informado para el padre o responsable en ese momento del paciente y que desee que su familiar participe en el estudio.

**Proceso para solicitar el consentimiento informado:** Se explicará a los pacientes derechohabientes tutores o familiares a cargo del paciente con diagnóstico de bronquiolitis o de infección respiratoria aguda que cumplieron con los criterios de inclusión, el fin con el que se realiza la encuesta los beneficios de realizar el estudio. Y si no desearon participar se les informara que no tendrán ninguna repercusión, y su atención en el instituto continuará sin modificaciones, conservando sus derechos.

**Forma de selección de los participantes:** Se encuestará a padre o familiar responsable de los pacientes derechohabientes atendidos en HGP 3 A con diagnóstico de bronquiolitis y/o de infección respiratoria aguda alta quienes acudan a consulta de urgencias pediátricas o estén hospitalizados en observación o piso de pediatría y que cumplan los criterios de inclusión, se entregará consentimiento informado para la participación en el estudio.

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Asociación entre la exposición a partículas PM 10 y PM 2.5 en niños con diagnóstico de bronquiolitis en HGP 3 A.

| Semestre                   | 1er Semestre |   |   |   |   |   | 2do Semestre |    |    |    |   |   | 3er Semestre |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------|--------------|---|---|---|---|---|--------------|----|----|----|---|---|--------------|---|---|---|---|---|---|
| Año                        | 2021         |   |   |   |   |   | 2021-2022    |    |    |    |   |   | 2022         |   |   |   |   |   |   |
| Mes                        | 3            | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9            | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3            | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |   |
| Actividad                  |              |   |   |   |   |   |              |    |    |    |   |   |              |   |   |   |   |   |   |
| Elaboración de protocolo   | R            | R | R | R | R | R | R            |    |    |    |   |   |              |   |   |   |   |   |   |
| Envío a SIRELCIS           |              |   |   |   |   |   |              | R  | R  |    |   |   |              |   |   |   |   |   |   |
| Aplicación de Encuestas    |              |   |   |   |   |   |              |    |    | R  | R | R |              |   |   |   |   |   |   |
| Captura de información     |              |   |   |   |   |   |              |    |    | R  | R | R |              |   |   |   |   |   |   |
| Análisis Estadístico       |              |   |   |   |   |   |              |    |    |    |   |   | R            | R | R |   |   |   |   |
| Presentación de Resultados |              |   |   |   |   |   |              |    |    |    |   |   |              |   |   | R | R | R | R |

R: Realizado; P: Pendiente  
 Elaborado por: Vásquez Montes de Oca Lysette. Residente de Primer Año de Medicina Familiar.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Zamorano WA, Márquez US, Aránguiz R JL, Bedregal GP, Sánchez D I. Relación entre bronquiolitis aguda con factores climáticos y contaminación ambiental. Rev Med Chil. 2003; 131 (10): 1117–22.  
<https://www.neumologia-pediatrica.cl/index.php/NP/article/view/56/56>
2. Fernández JB. Diagnóstico y tratamiento de la bronquiolitis aguda en urgencias [Internet]. Seup.org. [citado el 19 de agosto de 2021]. Disponible en: [https://seup.org/pdf\\_public/pub/protocolos/5\\_Bronquio.pdf](https://seup.org/pdf_public/pub/protocolos/5_Bronquio.pdf)
3. Cansino Campuzano A. Bronquitis y bronquiolitis [Internet]. Pediatriaintegral.es. 2018 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.pediatriaintegral.es/numeros-anteriores/publicacion-2012-01/bronquitis-y-bronquiolitis/>
4. Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Diagnóstico y tratamiento de la bronquiolitis aguda en niña/niños y en el primer nivel de atención Evidencias y Recomendaciones [Internet]. Gob.mx. 2015 [citado el 22 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/032GER.pdf>
5. Cano Garcinuño A, Mora Gandarillas I, García Merino A. Guía de Algoritmos en Pediatría de Atención Primaria. Bronquiolitis [Internet]. Aepap.org. 2016 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://algoritmos.aepap.org/adjuntos/Bronquiolitis.pdf>
6. Vundavalli S. Infecciones por rinovirus [Internet]. Healthychildren.org. 2019 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.healthychildren.org/Spanish/health-issues/conditions/ear-nose-throat/Paginas/Rhinovirus-Infections.aspx>

7. Alejandra V Zamorano W, Méndez Mireya P R. BRONQUIOLITIS AGUDA: TRATAMIENTO DE LA INSUFICIENCIA RESPIRATORIA [Internet]. Neumologia-pediatrica.cl. 2020 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.neumologia-pediatrica.cl/index.php/NP/article/view/56/56>
8. Praena Crespo M. Factores ambientales y patología respiratoria del niño [Internet]. Pediatriaintegral.es. 2016 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2016-03/factores-ambientales-patologia-respiratoria-del-nino/>
9. Flood Garibay Jessica A. Sistema inmune respiratorio y consecuencias de contaminación área por materia particulada [Internet] Nov. 2019 Medigraphic.com. [citado el 13 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2019/im193i.pdf>
10. Cano-Garcinuño A, Praena-Crespo M, Mora-Gandarillas I, Carvajal-Urueña I, Callén-Blecua MT, García-Merino Á, et al. Heterogeneidad de criterios en el diagnóstico de bronquiolitis aguda en España. An Pediatr (Engl Ed). 2019; 90(2):109–17.
11. Vega-Briceño LE. ACTUALIZACION DE LA BRONQUIOLITIS AGUDA [Internet]. Neumologia-pediatrica.cl. 2021 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.neumologia-pediatrica.cl/index.php/NP/article/view/326/296>
12. Del Toro Rodríguez Liliam Beatriz, Martínez Benítez Ilian, et al. Caracterización clínica- epidemiológica de las Bronquiolitis en pacientes pediátricos [Internet] Multimed 2021 Sld.cu. [citado el 19 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/mmed/v25n2/1028-4818-mmed-25-02-e1448.pdf>
13. Esquivel S. RR. Factores de riesgo para el desarrollo de bronquiolitis severa en niños menores de 2 años admitidos al Hospital del Niño, Panamá de diciembre de 2013 a abril de 2014 [Internet]. Bvsalud.org. [citado el 19 de agosto de

2021]. Disponible en:  
<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2017/08/847855/bronquiolitis-severa-2016453-26-32.pdf#:~:text=Los%20factores%20de%20riesgo%20identificados,y%20la%20historia%20de%20apnea%20>

14. El Sns GDEPCEN. Guía de Práctica Clínica sobre Bronquiolitis Aguda [Internet]. Guiasalud.es. 2019 [cited 2021 Aug 19]. Disponible en: [https://portal.guiasalud.es/wp-content/uploads/2018/12/GPC\\_475\\_Bronquiolitis\\_AIAQS\\_compl.pdf](https://portal.guiasalud.es/wp-content/uploads/2018/12/GPC_475_Bronquiolitis_AIAQS_compl.pdf)

15. Iniciales C. F Gallinas Victoriano, N Clerigué Arrieta, M Chueca Guindulain. Servicio de Pediatría. Hospital Virgen del Camino. Pamplona [Internet]. Cfn Navarra.es. [citado el 19 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://www.cfn Navarra.es/salud/PUBLICACIONES/Libro%20electronico%20de%20temas%20de%20Urgencia/21.Pediatricas/Bronquiolitis.pdf>

16. Javier Benito Fernández NPC. Diagnóstico y Tratamiento Bronquiolitis Aguda en Urgencias [Internet]. Urgencias, Terapéuticos en Neumología pediátrica, Aeped.es. 2021 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en: [https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/protocolos\\_seup\\_2020\\_final.pdf](https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/protocolos_seup_2020_final.pdf)

17. Guerrero MH. UNIVERSIDAD RICARDO PALMA [Internet]. Edu.pe. 2019 [citado el 19 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2909/JPEREZ.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

18. Demirdjian G. GAP 2013: Manejo de la Bronquiolitis, Actualización 2019 [Internet]. Gov.ar. 2019 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en: [https://www.garrahan.gov.ar/PDFS/gap\\_historico/Manejo\\_de\\_la\\_Bronquiolitis.pdf](https://www.garrahan.gov.ar/PDFS/gap_historico/Manejo_de_la_Bronquiolitis.pdf)

19. García-Sosa Adriana, Orozco- Romero Diana Paulina, et al. Escala Wood Downes-Ferrés, una opción útil para identificar la gravedad en crisis asmática. Revista Mexicana de Pediatría [Internet] Medigraphic.com. Enero- Febrero 2018

[citado el 19 de agosto de 2021]. Disponible en:  
<https://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2018/sp181c.pdf>

20. Cano Garcinuño A, Mora Gandarillas I, García Merino A. Guía de Algoritmos en Pediatría de Atención Primaria. Bronquiolitis [Internet]. Aepap.org. 2016 [cited 2021 Aug 26]. Available from:  
<https://algoritmos.aepap.org/adjuntos/Bronquiolitis.pdf>

21. Sánchez A. Contaminación del medio ambiente [Internet]. Story Map Cascade, Arcgis.com. 2020 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en:  
<https://www.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=a68ba083a9f141d6b042c2e2255a7402>

22. Aequae. Tipos de contaminación y sus principales consecuencias [Internet]. Fundacionaqua.org. 2020 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en:  
<https://www.fundacionaqua.org/tipos-contaminacion/>

23. Publicado en el Boletín de Información Clínica Terapéutica de la ANMMA, (ANMMA) La contaminación del aire y los problemas respiratorios [Internet]. Org.mx. 2021 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422015000500044](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422015000500044)

24. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Estadística e Información Ambiental D-DG. Informe del Medio Ambiente [Internet]. Gob.mx:8443. 2021 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en:  
<https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap5.html>

25. Organización Mundial de la Salud (OMS) Calidad del aire ambiente (exterior) y salud [Internet]. Who.int. 2018 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en:  
[https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

26. OPS. Calidad del Aire Ambiente [Internet]. Paho.org. [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire-salud/calidad-aire-ambiente>
27. J. Víctor Hugo Páramo Figueroa Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Estado de la Calidad del Aire en México [Internet]. Gob.mx. [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.gob.mx/inecc/es/articulos/estado-de-la-calidad-del-aire-en-mexico?idiom=es>
28. Querol X. La calidad del aire en las ciudades [Internet]. Fundacionnaturgy.org. 2018 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2018/06/calidad-del-aire-retomundial.pdf>
29. Dirección de Monitoreo Atmosférico Calidad del Aire [Internet]. Gob.mx. 2021 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=%27Y6BhnmKkYg==%27>
30. Contaminantes primarios y secundarios: estos son los más peligrosos ¿Cuáles son los contaminantes primarios y secundarios más peligrosos? [Internet]. EnviraIoT.es. 2021 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://enviraIoT.es/contaminantes-primarios-y-secundarios-mas-peligrosos/>
31. Lashero Ale, Naga Alex Contaminación atmosférica [Internet]. Uba.ar. 2020 [citado el 26 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Atmosfera/contatmosf.pdf>
32. Diario Oficial de la Federación (DOF) Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O3). Valores normados para la concentración de ozono (O3) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. [Internet]. Gob.mx. 2020 [citado el 27 de agosto de 2021].

Disponible en:  
[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5601338&fecha=28%2F09%2F2020](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5601338&fecha=28%2F09%2F2020)

33. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) FORMACIÓN Y DESTRUCCIÓN DEL OZONO ESTRATOSFÉRICO - IDEAM [Internet]. Gov.co. 2018 [citado el 27 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/formacion-y-destruccion-del-ozono-estratosferico>

34. Instituto de Salud Global (ISG) 5 estrategias para ciudades más saludables [Internet]. Isglobal.org. [citado el 27 de agosto de 2021]. Disponible en: [https://www.isglobal.org/es/ciudadesquequeremos?gclid=EAlaIQobChMI-v\\_nvaqy8glIVFoTIC09vQybEAAYAAEgKI5fD\\_BwE](https://www.isglobal.org/es/ciudadesquequeremos?gclid=EAlaIQobChMI-v_nvaqy8glIVFoTIC09vQybEAAYAAEgKI5fD_BwE)

35. Troposfera Portal Temático de Contaminación Atmosférica (TPTCA) ¿Qué es la calidad del Aire? [Internet]. Troposfera.org. 2020 [citado el 27 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.troposfera.org/conceptos/calidad-aire/>

36. Gómez Duran Thelma Los desafíos ambientales de México en el 2021 [Internet]. Mongabay.com. 2021 [citado el 27 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2021/01/desafios-ambientales-mexico-2021-acuerdo-de-escazu-nuevas-leyes-bosques-clima/>

37. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Informe Nacional de la Calidad del Aire México [Internet]. Gob.mx. 2021 [citado el 27 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://sinaica.inecc.gob.mx/archivo/informes/Informe2018.pdf>

38. Organización Mundial de la Salud (OMS). Guías de calidad del aire relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre [Internet]. Quién.int. [citado el 13 de julio de 2021]. Disponible en:

[http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_spa.pdf;jsessionid=C33C93A754A972269001A730A05EE3F6?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=C33C93A754A972269001A730A05EE3F6?sequence=1)

39. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) Estadísticas Vitales. Mortalidad, Defunciones Generales 2017 [Internet]. Org.mx. 2017 [citado el 13 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/407/datafile/F5/V128>

40. Martín Martín R, Sánchez Bayle M. Impacto de la contaminación ambiental en las consultas pediátricas de Atención Primaria: estudio ecológico [Internet]. Org.mx. 2018 [citado el 22 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403317302886>

41. Rehman S, Bacha D. Embryology, Pulmonary [Internet]. sciencedirect.com 2018 [citado el 08 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544372/>

42. Instituto Nacional del Cáncer Diccionario de cáncer del NCI [Internet]. Cancer.gov. 2018 [citado el 13 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/humo-de-tabaco-ambiental>

43. Sanchís Aldás J. Medicina Respiratoria [Internet] Wordpresstemporal.com. 2017 [citado el 14 de julio de 2021]. Disponible en: <http://neumolo1-cp5041.wordpresstemporal.com/dev/wp-content/uploads/2020/11/Vol9-n2.pdf#page=51>

44. Miller Mark D, Marty Melanie A. Impact of environmental chemicals on lung development. Environ Health Perspect. [Internet] ehp.niehs.nih.gov. 2010 [citado el 11 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/pdf/10.1289/ehp.0901856>

45. Nenna R, Evangelisti M, Frassanito A, Scagnolari C, Pierangeli A, Antonelli G, et al. Respiratory syncytial virus bronchiolitis, wather conditions and air pollution in an Italian urban área: An observational study. *Environmental Research*: 2017; (158): 188-193.
46. Yitshak M, Yudovitch D, Novack V, Tal A, Kloog I, Goldbart A. Air Pollution and Hospitalization for Bronchiolitis among young children. *AnnalsATS*. 2017; 14(12):1796-1802
47. Ségala C, Poizeau D, Mesbah M, Willems S, Maidenberg M. Winter air pollution and infant bronchiolitis in Paris. *Environmental Research*: 2008; (106): 96-100.
48. Girguis MS, Strickland MJ, Hu X, Liu Y, Chang HH, Kloog I, et al. Exposure to Acute Air Pollution and Risk of Bronchiolitis and Otitis Media for Preterm and Term Infants. *J Expo Sci Environ Epidemiol*: 2018; 28(4): 348-357.
49. Ramos-Fernández JM, Pedrero-Segura E, Gutiérrezz-Bedmar M, Cordon Martínez AM, Moreno-Pérez D, Urda-Cardona A. Epidemioliga de los ingresos por bronquiolitis en el sur de Europa: análisis de las epidemias 2010-2015. *Anales de Pediatría*: 87(5): 260-268.
50. Rodriguez-Auad JP, Nava-Frías M, Casasola-flores J Johnson KM, Nava-Ruiz A, Perez-Robles V. The epidemiology and clinical characteristics of respiratory syncytial virus infection in children at a public pediatric referral hospital in Mexico. *International Journal of Infectious Diseases*: 2012; (16): 508-513.
51. Vereen S, Gebretsadik T, Hartert TV, Minton P, Woodward K, Liu Z, Carroll KN. Association between Breastfeeding and Severity of Acute Viral Respiratory Tract Infection. *Pediatr Infect Dis J*. 2014; 33(9): 986–988.

52. Semáforo – Coronavirus. (s/f). Gob.mx. Recuperado el 22 de agosto de 2022, de <https://coronavirus.gob.mx/semaforo/>

53. Centro Nacional de Prevención de Desastres. (s/f). *¿Sabes qué es el Equipo de Protección Personal (EPP)?* gob.mx. Recuperado el 22 de agosto de 2022, de <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/sabes-que-es-el-equipo-de-proteccion-personal-epp>

## ANEXOS

### (Anexo 1)

| Cuadro 1. Escala de Wood – Downes – Ferrés para valorar la gravedad de la Bronquiolitis <sup>4</sup>                                     |                          |                                       |                         |                     |                     |          |
|--|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|----------|
| Puntos   | Sibilancias              | Tiraje                                | Frecuencia Respiratoria | Frecuencia Cardíaca | Ventilación         | Cianosis |
| 0  | No                       | No                                    | < 30                    | <120                | Buena y simétrica   | No       |
| 1  | Final de espiración      | Subcostal                             | 31 a 45                 | >120                | Regular y simétrica | Si       |
| 2  | Toda inspiración         | Subcostal e intercostal               |                         |                     |                     |          |
| 3  | Inspiración y espiración | Subcostal, intercostal y Aleteo nasal |                         |                     | Tórax silente       |          |
| Se considera Bronquiolitis leve 1- 3, moderada 4 - 7, grave 8 – 14   |                          |                                       |                         |                     |                     |          |
| (IMSS). Diagnóstico y tratamiento de la bronquiolitis aguda en niña/niños y en el primer nivel de atención Evidencias y Recomendaciones. |                          |                                       |                         |                     |                     |          |

| Cuadro2. Escala Modificada de Tal <sup>18</sup>                              |                         |           |  |                        |                       |
|--|-------------------------|-----------|--|------------------------|-----------------------|
| Puntaje  | Frecuencia Respiratoria |           | Sibilancias                                    | Cianosis               | Retracción            |
|  | < 6 meses               | ≥ 6 meses |  |                        |                       |
| 0  | ≤40                     | ≤30       | No   | No                     | No                    |
| 1  | 41 -55                  | 31-45     | Fin de espiración con fonendoscopio            | Perioral al llorar     | Subcostal (+)         |
| 2  | 56- 70                  | 46-60     | Inspiratorias y espiratorias con fonendoscopio | Perioral en reposo     | Intercostal (++)      |
| 3  | >70                     | >60       | Audibles a distancia                           | Generalizada en reposo | Supraclavicular (+++) |
| Se considera Bronquiolitis leve < 5 puntos, moderada 6 a 8, grave > 8 puntos |                         |           |  |                        |                       |
| Demirdjian G. GAP 2013: Manejo de la Bronquiolitis, Actualización 2019.      |                         |           |  |                        |                       |

## (Anexo 2)

### INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLÍTICAS DE SALUD COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD

#### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRES PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

|   |  |
|---|--|
| Nombre de estudio   | Asociación entre exposición a partículas PM 10 y PM 2.5 en menores con diagnóstico de bronquiolitis en HGP 3 A.  |
| Patrocinador externo  | No aplica  |
| Lugar y fecha   | Hospital Gineco – Pediatría No. 3 A  |
| Número de registro institucional  |  |
| Justificación y objetivo de estudio   | Mejorar la calidad de vida de los niños e implementar mejores medidas de prevención relacionadas con el ambiente.  |
| Procedimiento   | Se aplicará una encuesta para obtener datos de su hija (o) como son datos generales, algunos aspectos desde su nacimiento y posibles causas que originaron la enfermedad por la está siendo manejado en este hospital.   |
| Posibles riesgos y molestias  | Este estudio no origina ningún riesgo de salud o de prestación de servicio ya que la información se obtiene por la entrevista.   |
| Posibles beneficios al participar   | Al contestar cuestionario no se obtiene ningún beneficio personal, sin embargo los resultados serán de utilidad para aplicarlos posteriormente en estrategias para atención en primer nivel y en el seguimiento de niños con episodio de bronquiolitis.  |
| Información sobre resultados  | Todos los datos proporcionados ante una publicación de los resultados y difusión de estos serán respetando el anonimato de cada uno de los pacientes participantes y solo se otorgaran de manera general en gráficas o tablas. En el momento en el que el menor se identifique alguna alteración fuera de los parámetros normales inmediatamente se derivara a su institución de salud correspondiente y se otorgarán platicas acerca medidas preventivas e higiénico-dietéticas en beneficio de su salud. |
| Participación o retiro  | En caso que usted como padre/madre o responsable del menor decida no participar o no continuar en el estudio en el momento que usted desee no habrá repercusión alguna para usted ni para el menor en cuanto a aspectos de atención en la institución de salud.  |
| Privacidad y confidencialidad   | Su identidad será protegida y ocultada. En caso de que se solicite sus resultados solo se hará de manera personalizada y para proteger su identidad se le asignara un número de folio o código con el cual podrá solicitar sus resultados previa cita.   |
| Beneficios al término del estudio   | Conocer si existe asociación entre partículas contaminantes y la bronquiolitis así como factores de riesgo asociados.  |
| En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:<br>Investigador responsable:<br>Dr. Cristian Mercado Esquivel Coordinador de Educación e Investigación, Unidad de Medicina Familiar no. 17 del IMSS. Ciudad de México. Tel: 5554186101 Email: <a href="mailto:cristian.mercadoe@imss.gob.mx">cristian.mercadoe@imss.gob.mx</a><br><br>Dra. Lysette Vásquez Montes de Oca, Residente de primer año de la especialidad de Medicina Familiar, Unidad de Medicina Familiar no. 17 del IMSS. Ciudad de México. Tel: 5554186101 Email: <a href="mailto:lalysvmo@gmail.com">lalysvmo@gmail.com</a><br><br>Asesores:<br>Dra. Elizabeth Padilla Muñiz. Especialista en Medicina Familiar, Unidad de Medicina Familiar no. 11 del IMSS. Ciudad de México, CDMX Tel.: 5517 35 13. Correo electrónico: <a href="mailto:eli_pm@outlook.com">eli_pm@outlook.com</a><br><br>Dr. Víctor M. Camarillo Nava. Especialista en Medicina Familiar, Unidad de Medicina Familiar no. 16 del IMSS. Ciudad de México, Email: <a href="mailto:drcamarillonava@gmail.com">drcamarillonava@gmail.com</a> |  |
| <b>Declaración de consentimiento:</b><br>Después de haber leído y habiéndome explicado todas mis dudas acerca del estudio:<br><b>No acepto participar en el estudio ( )</b>   |  |

**Si acepto participar en el estudio ( )**

En caso de colección de material biológico (si aplica):

No autorizo que se tome la muestra ( ) Si autorizo que se toma la muestra solo para este estudio ( ) Si autorizo que se tome la muestra para este estudio y estudios futuros ( )

Disponibilidad de tratamiento médico en derechohabientes (si aplica):

---

---

---

---

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma de familiar responsable

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

\_\_\_\_\_  
Testigo 1

\_\_\_\_\_  
Testigo 2

### (Anexo 3)

## INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL UNIDAD DE EDUCACION, INVESTIGACIÓN Y POLITICAS DE SALUD COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO (PARA NIÑOS Y PERSONAS CON DISCAPACIDAD)

|  |  |
|--|--|
| Nombre de estudio  | Asociación entre exposición a partículas PM 10 y PM 2.5 en menores con diagnóstico de bronquiolitis en HGP 3 A.  |
| Patrocinador externo   | No aplica  |
| Lugar y fecha  | Hospital Gineco – Pediatría No. 3 A  |
| Número de registro institucional   |  |
| Justificación y objetivo de estudio  | Mejorar la calidad de vida de los niños e implementar mejores medidas de prevención relacionadas con el ambiente.  |
| Procedimiento  | Se aplicará una encuesta para obtener datos de su hija (o) como son datos generales, algunos aspectos desde su nacimiento y posibles causas que originaron la enfermedad por la está siendo manejado en este hospital.   |
| Posibles riesgos y molestias   | Este estudio no origina ningún riesgo de salud o de prestación de servicio ya que la información se obtiene por la entrevista.   |
| Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:  | Al contestar cuestionario no se obtiene ningún beneficio personal, sin embargo los resultados serán de utilidad para aplicarlos posteriormente en estrategias para atención en primer nivel y en el seguimiento de niños con episodio de bronquiolitis.  |
| Información sobre resultados   | Todos los datos proporcionados ante una publicación de los resultados y difusión de estos serán respetando el anonimato de cada uno de los pacientes participantes y solo se otorgaran de manera general en gráficas o tablas. En el momento en el que el menor se identifique alguna alteración fuera de los parámetros normales inmediatamente se derivara a su institución de salud correspondiente y se otorgarán platicas acerca medidas preventivas e higiénico-dietéticas en beneficio de su salud. |
| Participación o retiro   | En caso que usted como padre/madre o responsable del menor decida no participar o no continuar en el estudio en el momento que usted desee no habrá repercusión alguna para usted ni para el menor en cuanto a aspectos de atención en la institución de salud.  |
| Privacidad y confidencialidad  | Su identidad será protegida y ocultada. En caso de que se solicite sus resultados solo se hará de manera personalizada y para proteger su identidad se le asignara un número de folio o código con el cual podrá solicitar sus resultados previa cita.   |
| Beneficios al término del estudio  | Conocer si existe asociación entre partículas contaminantes y la bronquiolitis así como factores de riesgo asociados.  |
| En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:<br><br>Investigador responsable:<br>Dr. Cristian Mercado Esquivel Coordinador de Educación e Investigación, Unidad de Medicina Familiar no. 17 del IMSS. Ciudad de México. Tel: 5554186101 Email: <a href="mailto:cristian.mercadoe@imss.gob.mx">cristian.mercadoe@imss.gob.mx</a><br><br>Dra. Lysette Vásquez Montes de Oca, Residente de primer año de la especialidad de Medicina Familiar, Unidad de Medicina Familiar no. 17 del IMSS. Ciudad de México. Tel: 5554186101 Email: <a href="mailto:lalysvmo@gmail.com">lalysvmo@gmail.com</a><br>Asesores:<br>Dra. Elizabeth Padilla Muñiz. Especialista en Medicina Familiar, Unidad de Medicina Familiar no. 11 del IMSS. Ciudad de México, CDMX Tel.: 5517 35 13. Correo electrónico: <a href="mailto:eli_pm@outlook.com">eli_pm@outlook.com</a> |  |

Dr. Víctor M. Camarillo Nava. Especialista en Medicina Familiar, Unidad de Medicina Familiar no. 16 del IMSS. Ciudad de México, Email: [drcamarillonava@gmail.com](mailto:drcamarillonava@gmail.com)

**Declaración de consentimiento:**

Después de haber leído y habiéndome explicado todas mis dudas acerca del estudio:

**No acepto participar en el estudio ( )**

**Si acepto participar en el estudio ( )**

En caso de colección de material biológico (si aplica):

No autorizo que se tome la muestra ( ) Si autorizo que se toma la muestra solo para este estudio ( ) Si autorizo que se tome la muestra para este estudio y estudios futuros ( )

Disponibilidad de tratamiento médico en derechohabientes (si aplica):

---

---

---

---

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma de familiar responsable

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

\_\_\_\_\_  
Testigo 1

\_\_\_\_\_  
Testigo 2



## Instrumento

(Anexo 4)

### INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL COORDINACIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD

Fecha de aplicación: \_\_\_\_\_

FOLIO: \_\_\_\_\_

Sexo del menor: Femenino ( ) Masculino ( )

Edad en meses: \_\_\_\_\_

Diagnóstico: \_\_\_\_\_ Inicio de síntomas: \_\_\_\_\_

Fecha de diagnóstico \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

**Por favor, lea con atención y conteste las siguientes preguntas.**

1. ¿Cuál fue el peso en gramos del menor al nacimiento? \_\_\_\_\_
2. ¿Cuál fue la edad gestacional en semanas al nacimiento del menor?:  
\_\_\_\_\_
3. ¿Se le dio lactancia materna exclusiva? Si ( ) No ( )  
En caso de que sí, ¿Cuántos meses? \_\_\_\_\_
4. ¿El menor asiste a guardería?: Si ( ) No ( )  
En caso de que sí, ¿A los cuantos meses ingresó a la guardería?:  
\_\_\_\_\_
5. ¿Qué edad tiene la madre del menor? \_\_\_\_\_ años
6. ¿Alguien actualmente fuman en el domicilio donde vive el menor?  
Si ( ) No ( )
7. En caso de que sí, ¿Quién es el que fuma?  
Padre ( ) Madre ( ) Abuelos ( ) Tíos ( ) Otros ( )
8. ¿El menor tiene hermanos mayores que van a la escuela o guardería?  
Si ( ) No ( )

### Apartado llenado por encuestador

9. ¿Cuáles fueron las concentraciones de contaminantes al momento de diagnóstico del menor?

| <b>CONTAMINANTE</b> | <b>CO</b> | <b>NO<sub>2</sub></b> | <b>PM<sub>10</sub></b> | <b>PM<sub>2.5</sub></b> | <b>SO<sub>2</sub></b> | <b>O<sub>3</sub></b> |
|---------------------|-----------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| CONCENTRACION       |           |                       |                        |                         |                       |                      |

10. ¿Cuál fue la calidad del aire registrada en la CDMX al momento de diagnóstico del menor?

Buena ( )      Regular ( )      Mala ( )      Muy mala ( )

(Anexo 5)

## Hoja de Abreviaturas

**HGP 3 A:** Hospital Gineco Pediatría 3 A

**Ha:** Hipótesis

**H0:** Hipótesis Nula

**PM:** Partículas Microscópicas

**µm:** micrómetros

**CO:** Monóxido de Carbono

**NO<sub>2</sub>:** Dióxido de nitrógeno

**SO<sub>2</sub>:** Dióxido de azufre

**O<sub>3</sub>:** Ozono

**PM<sub>10</sub>:** Partículas microscópicas de diámetro aerodinámico menor a 10 micrómetros

**PM<sub>2.5</sub>:** Partículas microscópicas de diámetro aerodinámico menor a 2.5 micrómetros

**PPM:** Partes por millón

**INF:** Interferón

**R:** Realizado;

**P:** Pendiente

**(Anexo 6)**



GOBIERNO DE  
MÉXICO



Of N° 35.01.23.25.2110/ENS/2021/098  
Ciudad de México, a 17 de Noviembre del 2021

**DR. GERMÁN HERNÁNDEZ AMADOR**  
DIRECTOR DEL HOSPITAL GINECO 3 A  
ÓRGANO DE OPERACIÓN ADMINISTRATIVA  
DESCONCENTRADA EN EL DISTRITO FEDERAL NORTE

**AT'N: MIGUEL ARMANDO BUENFIL VARGAS**  
COORDINADOR DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN GINECO 3 A

**ASUNTO: CARTA DE NO INCONVENIENTE**

Por medio del presente, me dirijo a usted para solicitar la no inconveniencia para llevar con los médicos residentes de la Unidad sede a su digno cargo, el proyecto de investigación que lleva por título "Asociación entre la exposición a contaminantes y partículas PM10 y PM 2.5 en niños en bronquiolitis en el HGP 3<sup>er</sup>". Dicho proyecto de investigación únicamente es con fines académicos y en beneficio de los alumnos, es realizado por la médico residente de primer año con sede en la UMF 17 C. **VASQUEZ MONTES DE OCA LYSETTE**, matrícula 97351677, y su servidor como investigador Responsable, anexo a este documento el resumen estructurado.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo, quedando pendiente a sus comentarios,

Atentamente

**Dra. Nora Zarate Reyes**  
Directora de la Unidad de Medicina Familiar No. 17

Cop. Dra. Elizabeth López Rojas  
Coordinadora de planeación y enlace  
Institucional OOAD de la CdMx Norte  
Dr. Victor Manuel Camarillo Nava  
Coordinador Auxiliar Médico de Investigación  
En salud OOAD de la CdMx Norte

## ANEXO 7



### Carta de Confidencialidad

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO social  
UNIDAD DE EDUCACION, INVESTIGACION Y POLITICAS DE SALUD  
COORDINACION E INVESTIGACION EN SALUD  
CARTA DE CONFIDENCIALIDAD Y APEGO  
A LA PROTECCION DE DATOS PERSONALES PARA INVESTIGADORES Y/O COINVESTIGADORES/AS

Ciudad de México, a 09 de noviembre del 2022

Yo Lysette Vásquez Montes de Oca investigadora de la Unidad de Medicina Familiar No. 17 del Instituto Mexicano del Seguro Social, hago constar en relación con el protocolo No.: \_\_\_\_\_ Titulado: **“ASOCIACIÓN ENTRE LA EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES Y PARTÍCULAS PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub> EN NIÑOS CON DIAGNOSTICO DE BRONQUIOLITIS EN EL HGP 3 A ”**, me comprometo a resguardar, mantener la confidencialidad y no hacer mal uso de los documentos, expedientes, reportes, estudios, actas, resoluciones, oficios, correspondencia, acuerdos, contratos, convenios, archivos físicos y/o electrónicos de información relacionada con el estudio mencionado a mi cargo o en el cual participé como investigador, así como a no difundir, distribuir o comercializar con los datos personales contenidos en los sistemas de información desarrollados en la ejecución del mismo. Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones civiles, penales o administrativas que procedan de conformidad con lo dispuesto en la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares y el Código Penal del Distrito Federal, y sus correlativas en las entidades federales y demás disposiciones aplicables en la materia.

ATENTAMENTE

---

TESISTA  
Lysette Vásquez Montes de Oca