



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ANALISIS DE LOS COMPONENTES PROTEICOS  
DEL POLVO DE CASAS LOCALIZADAS EN  
DIFERENTES PUNTOS DE LA ZONA  
METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G A

P R E S E N T A:

MICHELLE MARIE MARGARETE HASSELBARTH LOPEZ

DIRECTOR DE TESIS:  
DR. ROBERTO ARREGUIN ESPINOSA



FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA LE  
MEXICO

**MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO**  
**Jefa de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

"ANALISIS DE LOS COMPONENTES PROTEICOS DEL POLVO DE CASAS LOCALIZADAS EN  
DIFERENTES PUNTOS DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO"

realizado por MICHELLE MARIE MARGARETE HASELBARTH LOPEZ

con número de cuenta 8433976-4 , pasante de la carrera de BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis DR. ROBERTO ARREGUIN ESPINOSA

Propietario NEUMOLOGO PEDIATRA JOSE PEREZ NERIA

Propietario DR. HECTOR GUILLERMO BARRIOS LOPEZ

Suplente DRA. BERTHA FENTON NAVARRO

Suplente BIOL. ROCIO GEORGE TELLEZ

FACULTAD DE CIENCIAS  
U.N.A.M.

*Edna M. Suarez D.*

Consejo Departamental de BIOLOGIA

DRA. EDNA MARIA SUAREZ DIAZ



DEPARTAMENTO  
DE BIOLOGIA

## DEDICATORIA

A mi esposo, novio y amigo Pedro Solano por su confianza, apoyo incondicional y su incalculable amor.

A toda la familia Solano y familia Vergara por brindarme su comprensión y amor en mis horas de flaqueza alentándome siempre a seguir adelante.

A mis hermanas Christine y Terese que con sus pequeños detalles, le dan sentido y cariño a mi vida. Gracias por estar junto a mí.

A todos mis amigos por creer en mí.

A todos ellos, por su paciencia y el gran apoyo que me han brindado, porque en este trabajo, ven concluido un gran sueño puesto en mí.

Por eso y mas los amo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi tutor Dr. Roberto Arreguín Espinosa . Creo que este es el momento de agradecerle lo mucho que me ha ayudado, le doy las gracias por haberme otorgado su valioso tiempo en mi proceso de formación como Bióloga y llegar hasta el final.

Al Dr. José Perez Neria por su gran apoyo incondicional.

Al Dr. Ignacio Méndez Ramírez , a la Dra. Aurora Tapia Díaz y al Lic. Angel Rodríguez Pérez por su ayuda en la parte estadística del trabajo. Gracias por su paciencia.

Al Biól. José Antonio Ordóñez Díaz . Por su valioso apoyo y orientación en el trabajo. Gracias por ser un buen amigo.

A mis asesores por haber compartido conmigo sus conocimientos.

A todos los que con algún consejo o sugerencia pusieron un granito de arena en la evolución de la tesis:

Biol. Noé Alvarado Vazquez  
Lic. Ma. Angeles Mendoza Martínez  
Dr. Felipe Mendoza Pérez  
Biól. Julio Santiago Cruz  
Quím. Angélica Velazquez González

Biól. Raúl Barrera Rodriguez  
Biól. Manuel Meneses Flores  
Quím. Doroteo Castillo Sanchez

**A TODOS MUCHAS GRACIAS**

## Contenido:

Resumen	1
Introducción	2
Partículas Suspendidas Totales	3
Filtración y Eliminación de Partículas Inspiradas	6
Antecedentes	8
Contaminación Intramuros	8
Factores que Influyen en los Niveles de Alergenos Intramuros	9
Condiciones Climáticas	9
Características de la Vivienda	11
Humedad Intramuros	11
Ventilación	11
Mascotas	12
Alfombra	13
Contaminación Intramuros Inorgánica	13
Radón	13
Humo del Tabaco	14
Monóxido de Carbono (CO)	15
Dióxido de Nitrógeno (NOx)	16
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	16
Contaminación Intramuros: Agentes Biológicos	17
Acaros	17
Cucarachas	18

<b>Mascotas</b>	19
<b>Bacterias</b>	20
<b>Hongos</b>	21
<b>Plantas</b>	22
<b>Justificación</b>	24
<b>Objetivos</b>	26
<b>Método</b>	26
<b>Muestreo</b>	26
<b>Area de Estudio</b>	27
<b>Trabajo de Campo</b>	28
<b>Obtención de Muestras de Polvo Casero</b>	28
<b>Trabajo de Laboratorio</b>	28
<b>Extracción de Proteínas</b>	28
<b>Caracterización</b>	29
<b>Método del Acido Bicinconínico (BCA)</b>	29
<b>Análisis Cualitativo de las Proteína</b>	30
<b>Peso Molecular de las Proteínas</b>	31
<b>Discusión de Resultados</b>	33
<b>Conclusiones</b>	40
<b>Bibliografía</b>	42
<b>Apendice</b>	46

## RESUMEN

Se realizó un análisis cuali-cuantitativo, de los componentes proteicos del polvo en casas de niños que presentan síntomas respiratorios recurrentes. Además se identificaron algunas características en las viviendas de los pacientes, como son: la presencia o ausencia de mascotas (perro, gato, aves, hamster, peces y ratón), alfombra y factores ambientales, como la humedad relativa (HR)  $\geq 45\%$  a fin de relacionar los parámetros anteriores con el análisis cuali-cuantitativo. Los tipos de proteínas registrados en el polvo de estas mismas, se cotejaron con las proteínas alergénicas de origen animal reportados por la literatura.

El estudio se realizó en un total de treinta y un casas, localizadas en diferentes puntos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) en época de lluvias.

Diferentes concentraciones de proteínas fueron registradas, las cuales se encontraron dentro de un intervalo que va de 0.036 a 9.03 miligramo por gramo de polvo colectado (mg/g). Los niveles de proteínas encontrados en las casas no dependió de las condiciones que se les estudiaron.

Respecto al análisis cualitativo de la investigación, se encontró que las proteínas con peso molecular de 13.6-16.5 kilodaltones (kDa) fueron, las que más frecuentemente se presentaron en el polvo y es probable (por la comparación que se hizo con las proteínas alergénicas de origen animal), que se trate de alérgenos de ácaros y/o a las proteínas humanas. Al confrontar el segundo y el tercer tipo de proteína más importante (debido a su frecuencia de aparición), tanto en las casas que presentaron mascotas (perro y/o gato) y/o fauna nociva (cucarachas) como en las casas en las que no había este tipo de condiciones; con los alérgenos de animales ya reportados, no se observó ninguna coincidencia entre ellos.

Por otro lado, se encontró que las proteínas de 40.6-43.5kDa se asociaron con el uso de alfombra. Además, esta proteína tiene una probabilidad casi siete veces mayor de presentarse en casas con alfombra que en las que no la tienen.

## INTRODUCCION

El desarrollo industrial, el tránsito vehicular, la sobrepoblación y los movimientos migratorios a las grandes ciudades, tiene entre otras consecuencias un aumento en el consumo de energía y en la utilización de combustibles. Cuando los combustibles se queman, desprenden sustancias indeseables en forma de gases como el monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SOx), óxidos de nitrógeno(NOx), hidrocarburos (HC), ozono y partículas suspendidas totales (PST). Cabe aclarar que el ozono es un contaminante que no es emitido directamente al aire; este se forma a partir de la reacción de sus precursores ( HC y los NOx) cuando los activa la luz del sol.

Una de las causas primarias de muchos de los problemas de contaminación en la ZMCM se debe al crecimiento acelerado de su población la cual está actualmente constituida por mas de 21 millones de habitantes. Esto representa el 23.3% de la población total del país. Además del problema de sobrepoblación se alojan en la ciudad de México y sus áreas conurbadas 30,000 industrias, una planta vehicular de tres y medio millones de autos y unos doce mil servicios; siendo estos los principales agentes productores de contaminación del aire<sup>(1)</sup>. En esta metrópoli, se producen 4,300,000 toneladas anuales de contaminates atmosféricos de los cuáles el 75% es producido por el parque vehicular y el transporte público<sup>(1)</sup>. En segundo lugar tenemos la vegetación y suelos que contribuyen con el 12% del total de emisiones anuales de contaminantes atmosféricos. Cabe mencionar que este factor contribuye de manera muy importante a la contaminación atmosférica por partículas suspendidas totales provenientes principalmente de la erosión de grandes áreas deforestadas<sup>(1,2,3)</sup>. El siguiente factor en importancia son los servicios públicos y el sector industrial. Cada uno de estos contribuye con el 10 y el 3% del total anual de contaminantes atmosféricos emitidos respectivamente<sup>(1)</sup>. Actualmente el ozono y las partículas constituyen uno de los principales problemas de contaminación atmosférica en la ZMCM, sin embargo también se alcanzan concentraciones altas de otros contaminantes como monóxido de

carbono, óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre. Todos estos agentes junto con los contaminantes de origen biológico tales como polenes, ácaros, bacterias, virus, etc, forman una compleja mezcla que afecta la salud del aparato respiratorio. El daño de los contaminantes atmosféricos sobre la salud del ser humano se han presentado especialmente en los llamados episodios agudos de contaminación atmosférica, los cuales generalmente van acompañados de condiciones climáticas desfavorables. Un ejemplo histórico fué el que ocurrió en Londres en el año de 1952, en el cuál debido a las concentraciones tan elevadas de  $SO_2$  y PST causó un incremento de 4000 muertes en una semana entre sus habitantes. Respecto a los efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre el aparato respiratorio, el problema consiste en que favorece el aumento en la incidencia de enfermedades tales como faringitis, sinusitis, bronquitis y asma. Asimismo, se han detectado diversas alteraciones en las funciones pulmonares, incremento en la reactividad bronquial, exacerbación de los ataques de asma y de la sintomatología respiratoria en personas con enfermedades pulmonares preexistentes. Un aspecto que no ha sido estudiado es el efecto que tiene sobre el desarrollo de cáncer pulmonar, y otras enfermedades crónico degenerativas como el enfisema y la fibrosis pulmonar<sup>(1)</sup>.

#### PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES ( PST)

Los contaminantes atmosféricos se pueden encontrar en forma de gases y como material particulado. El material particulado esta conformado por pequeñas partículas líquidas o sólidas suspendidas en gases (aerosoles) y este está constituido por el polvo, hollin, fibras, niebla, bruma, vapores y smog ( que es una palabra inglesa que proviene de smoke que significa humo y fog que significa niebla). Deben añadirse también al grupo de partículas suspendidas los bioaerosoles o microorganismos los cuales están constituidos por virus, bacterias, hongos, amibas, algas, ácaros, protozoarios, polen y artrópodos <sup>(4,5)</sup>.

La contaminación del aire por partículas se ve favorecida no sólo por la erosión del suelo, quema de combustibles y las erupciones volcánicas sino también por los basureros a cielo abierto, el fecalismo al aire libre, los incendios forestales y las tolvaneras que levantan las partículas del suelo las ponen en suspensión y las transportan <sup>(1)</sup>.

El comportamiento de las partículas, tanto en la atmósfera como en el aparato respiratorio, depende de sus propiedades físicas y químicas; el tamaño; es la característica física más importante para determinar su toxicidad. La materia particulada puede presentar un rango de tamaños que va desde 0.0005 a 5000 micrómetros ( esto se sitúa entre el tamaño de una molécula y el de un grano de arena). El tiempo que pueden estar en suspensión varía de unos cuantos segundos a varios meses y está en función del tamaño; las mas grandes caen rápidamente al suelo, mientras que las partículas menores de diez micrómetros quedan suspendidas en el aire por largos periodos de tiempo <sup>(5)</sup>. El movimiento de las partículas en el aire en calma se debe a dos causas principales: sedimentación por gravedad y difusión por efecto browniano. Las partículas relativamente grandes o sea las mayores a 10 micrómetros sufren la sedimentación por gravedad; siendo este el procedimiento mediante el cual las partículas se sedimentan de la corriente del aire y se establecen por efecto de la gravedad. Por otro lado las partículas pequeñas es decir las menores de 0.01 micrómetro, son transportadas por difusión browniano con movimientos en zig-zag. Muchas de estas partículas se eliminan cuando quedan adheridas al chocar sobre superficies de sólidos o líquidos o contra partículas mayores , así como por asociaciones en cúmulos más grandes. Las partículas mas pequeñas tienden a seguir el flujo del aire en torno de las gotas de lluvia, pero pueden eliminarse también al servir como núcleos de condensación para niebla y nubes, que luego son eliminados por precipitación <sup>(4)</sup>.

Las partículas menores de 10 micrómetros constituyen la llamada fracción respirable, que por su tamaño pueden llegar hasta la parte alveolar del aparato

respiratorio; se estima que más del 50% de las partículas comprendidas entre 0.01 y 0.1 micrómetros que penetran en el pulmón allí se depositan <sup>(6)</sup>.

El efecto tóxico de las partículas respirables se debe porque en su superficie se pueden producir distintas reacciones químicas y fotoquímicas mediante las cuales es posible formar compuestos mucho más nocivos que las propias partículas. Tal es el caso de los metales pesados, el radón y sustancias químicas que se adhieren a la superficie de la partícula y de esta manera penetran al aparato respiratorio<sup>(5,6)</sup>. La inhalación crónica de PM10 (partículas menores de 10 micrómetros) puede producir efectos negativos en la salud respiratoria caracterizándose por una serie de procesos que pueden conducir a procesos degenerativos pulmonares. Esto ocurre, debido a que se rebasa la capacidad fisiológica del escalador mucociliar y de los macrófagos del pulmón de limpiar las partículas depositadas en el alveólo produciéndose daño en el pulmón <sup>(7)</sup>. Por otra parte se ha visto que cuando en la atmósfera se presentan altas concentraciones de partículas biológicas como diversos hongos y granos de polen éstas pueden provocar alergias respiratorias; especialmente en la población que presenta un alto grado de sensibilización alérgica <sup>(8)</sup>.

Por lo tanto, muchos de los microorganismos o bioaerosoles presentes en la atmósfera son potencialmente alérgicos ó patógenos y son responsables de numerosas enfermedades producidas en el humano como por ejemplo el ántrax (infección en la piel causado por la bacteria *Staphylococcus aureus*), la tuberculosis pulmonar, el sarampión y las infecciones por estreptococos<sup>(9)</sup>. Algunos bioaerosoles como bacterias, virus, protozoarios, hongos y helmintos proliferan a partir de tiraderos de residuos sólidos municipales a cielo abierto, así como también de heces fecales de animales y humanos que se encuentran al aire. En México, el fecalismo al aire libre y el control deficiente de las poblaciones de perros y ratas ha ocasionado la acumulación en el suelo no sólo de microorganismos, sino también de escamaciones dérmicas y pelo los cuales realizan un intercambio continuo con la atmósfera, y se vuelven a suspender las partículas provocando que se contamine la atmósfera con microorganismos<sup>(11)</sup>.

## FILTRACION Y ELIMINACION DE PARTICULAS INSPIRADAS

Las partículas inhaladas pueden depositarse sobre la membrana mucosa del tracto respiratorio y superficie alveolar como resultado del impacto, la sedimentación por gravedad y por movimiento Browniano. El aire que pasa a través de la nariz es primero filtrado al atravesar los pelos nasales o vibrissas. Estas eliminan la mayor parte de las partículas de más de 10 a 15 micrómetros de diámetro. Una gran parte de estas partículas son depositadas por impacto sobre la superficie del tabique y cornetes nasales. El flujo de aire inspirado fluye horizontalmente hasta la faringe donde cambia súbitamente de dirección, formando un ángulo de 90 grados antes de descender a la tráquea. A esta área se le conoce como nasofarínge. En esta porción la mayor parte de las partículas de 10 micrometros chocan y se depositan en la mucosa debido a su inercia. Cerca de este sitio de intercepción; se encuentran las amígdalas y las adenoides que proporcionan defensas inmunológicas contra el material bacteriológicamente activo que se deposita en este punto. Además de la región nasofaríngea existen otros puntos del aparato respiratorio que presentan bifurcación como la región traqueobronquial y la región pulmonar. Los puntos de bifurcación favorecen sobre todo que partículas grandes se impacten; esto es debido a que por inercia no continúan con el flujo de la corriente de aire en las vías aéreas. El aire que entra a la tráquea contiene muy pocas partículas mayores de 10 micrómetros, que serán detenidas principalmente en la carina o los bronquios. La sedimentación de una gran proporción de las partículas de entre 0.2 y 5 micrómetros ocurre por gravedad en vías aéreas distales. Las partículas con un diámetro entre 2 y 10 micrómetros son atrapadas en el moco que recubre el epitelio ciliado de las vías aéreas superiores (traquea, bronquio y bronquiolos) y este moco es continuamente movido hacia la faringe por el movimiento ciliar. Las partículas menores de 0.5 micrómetros de diámetro, quedan suspendidas como aerosoles, y aproximadamente el 80% de ellas son espiradas. Las partículas menores de 0.1 micrómetros se depositan como resultado del movimiento browniano (fig 1).

Las partículas retenidas en el alveolo son eliminadas debido a que son fagocitadas por los macrófagos alveolares; o bien, si penetran al espacio intersticial o entran en la sangre también son fagocitadas por macrófagos intersticiales en el primer caso y por fagocitos sanguíneos en el segundo caso. El recubrimiento líquido alveolar mueve lentamente hacia fuera las partículas, en dirección a los bronquiolos respiratorios, y mas allá, hasta la faringe, por el escalador mucociliar.

Diversas sustancias humorales e inmunoglobulinas encontradas en las secreciones mucosas contribuyen de forma inespecífica a la defensa del pulmón frente a gérmenes vivos . Dentro de las sustancias humorales encontramos las opsoninas, las lisozimas e interferones. Los tipos de inmunoglobulinas que encontramos en las secreciones mucosas son: IgA ,IgE, IgG, e IgM. <sup>(5,8,10,11)</sup>

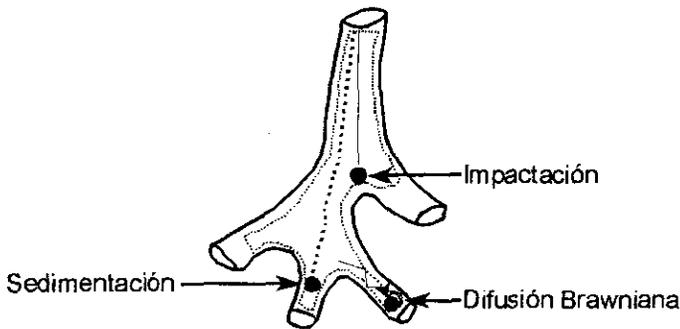


Figura 1: Mecanismos por los cuales se depositan las partículas en el pulmón (Modificado por Haselbarth, 2000. Tomado de la cita14; modificado de Murray J.F., Nadel J.A., eds).

## ANTECEDENTES

### CONTAMINACION INTRAMUROS

Mientras que una buena parte del interés público y científico ha sido dirigido al estudio de la contaminación en extramuros e impacto sobre la salud, existe una creciente opinión por parte de los investigadores de que la calidad del aire intramuros es extremadamente importante para la salud humana, ya que se ha calculado que es en el interior de la vivienda en donde se transcurre entre el 70 al 80% de nuestro tiempo de vida. Además, cuando el hombre creó sus viviendas, construyó espacios cerrados donde el poco intercambio del aire en el interior, favorece que se acumulen y por ende se eleven las concentraciones de contaminantes intramuros. Estos contaminantes intramuros; pueden representar un riesgo para la salud humana.

Los contaminantes encontrados intramuros provienen; por una parte, del aire que por convección se mueve del exterior hacia el interior de la construcción y por otra, de los generados en condiciones intramuros <sup>(1,12)</sup>.

Existen dos tipos de contaminantes intramuros: los biológicos y los inorgánicos.

Los contaminantes de tipo biológico o bioaerosoles pueden estar presentes tanto en extramuros como en intramuros de casas, escuelas, oficinas o fábricas. La mayoría de las bacterias y virus presentes en el aire intramuros se originan de la descamación de la epidermis, caspa y saliva del hombre y de los animales domésticos. También se originan estos microorganismos a partir del excremento y de la orina de las mascotas y del hombre mismo. Otro tipo de bioaerosoles como hongos, protozoarios, pólenes y también algunas bacterias están presentes en el aire extramuros y son introducidos intramuros por la ventilación natural o por los sistemas artificiales de ventilación. Una vez que estos bioaerosoles son introducidos al interior de una casa, éstos pueden desarrollarse en muchos materiales tales como madera, alfombras, paredes, cocina y baños. Para que esto suceda estos deben de tener una humedad, un pH correcto y una

temperatura adecuada que permita el crecimiento de estos organismos. Otros contaminantes que encontramos en intramuros son los de origen inorgánico y están asociados a fuentes que pueden ser: a) fumadores, b) combustión asociada al uso de estufas de leña o de gas, calentadores o chimeneas c) materiales de construcción y d) consumo de productos que se utilizan en intramuros. Algunos de los contaminantes que se generan por cualquiera de estas fuentes son partículas, que pueden encontrarse en paredes, pisos y muebles en forma de polvo<sup>(5,13)</sup>.

La concentración de partículas en el interior de la vivienda está determinado por: contaminación extramuros, fuentes intramuros, porcentaje de remoción, mezclado y porcentaje de intercambio aéreo con el exterior. También las actividades cotidianas intramuros como el sacudir, barrer, cocinar, el aspirado de alfombras y la utilización de productos en aerosol entre otras, favorecen la contaminación del aire por partículas dentro de la vivienda debido a la resuspensión<sup>(12)</sup>. Algunas de estas partículas pueden ser tóxicas y estar asociada a enfermedades<sup>(1,5)</sup>.

La mayoría de las sustancias alergénicas del ambiente aéreo están presentes en el polvo que se acumula dentro de las casas. La información relacionada con la exposición de los pacientes a alérgenos, muestra que este mecanismo desempeña un papel muy importante en enfermedades como rinitis, conjuntivitis y asma. Tovey, Chapman y Patts Mill (1981) encontraron que del 5 al 10% de la población general desarrolla alguna sintomatología por exposición al polvo y en general se ha observado que más del 85% de pacientes con asma muestran reacción cutánea positiva con extractos de polvo<sup>(14)</sup>.

## FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS NIVELES DE ALERGENOS INTRAMUROS

### CONDICIONES CLIMATICAS

Se ha encontrado que existe una relación entre las características que presentan las viviendas y el clima que las rodea, con los niveles de alérgenos encontrado en éstas. Para saber la influencia que tiene el clima en la concentración intramuros

de alérgenos de ácaros y de mascotas, se realizó en Suecia un estudio, considerando las tres zonas climáticas que tiene este país. La región norte Umea con un clima subártico, la región central Linköping y la región sur Helsingborg con un clima cálido y húmedo. La región sur de Suecia fue la más importante en cuanto a la frecuencia de alérgenos, ya que éstos se encontraron en todas las casas muestreadas excepto una. El nivel de alérgenos de ácaro obtenido de éstas casas fué el más alto de las tres regiones estudiadas con una media de 5212 nanogramos de proteína por gramo de polvo colectado (ng/g). Por otra parte en la región centro y norte sólo se encontró alérgenos de ácaro en el 63 y 22% de las casas muestreadas respectivamente y la abundancia promedio de éste alérgeno fué de 25ng/g para la zona centro y de 16ng/g para la zona norte. Otros estudios realizados en diferentes partes del mundo también indican que en las regiones frías el nivel de este tipo de alérgenos son bajos comparados con los niveles encontrados en las regiones cálidas y húmedas.

En contraste con los alérgenos de ácaro, los alérgenos de mascotas son dominantes en las regiones frías. Así, las concentraciones de alérgenos de gato más altas encontradas fueron para región de Umea, con un nivel de 796ng/g de polvo colectado. Posteriormente, le siguen en orden de importancia las regiones de Linköping y Helsingborg con 685 y 498ng/g en cada uno de ellas. Los alérgenos de gato fueron encontrados en todas las casas muestreadas.

Los alérgenos de perro por otra parte, al igual que los del gato también tuvieron una frecuencia y un nivel más elevado en las regiones frías que en las regiones cálidas y húmedas. La frecuencia de aparición de éste alérgeno fué del 92, 90 y 80% de las viviendas muestradas, con concentraciones promedio de 1000, 693 y 600 ng/g de polvo para las regiones de Umea, Linköping y Helsingborg respectivamente.

Así como el clima, las estaciones del año también influyen en los niveles de alérgenos intramuros. Varias investigaciones al respecto han señalado que los niveles más altos de alérgenos en intramuros (ácaros y mascotas) se presentaron a finales de otoño y en invierno que durante los meses del verano. Esto

probablemente se deba al hecho de que durante el invierno, ventanas y puertas permanecen cerrados, por lo que la ventilación disminuye favoreciendo la acumulación de alérgenos<sup>(15)</sup>.

## CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

### Humedad intramuros:

Los estudios efectuados en Suecia acerca de la relación de humedad intramuros y niveles de alérgenos revelan que, las casas que tienen manchas de humedad ó cuando la vivienda tenía una humedad absoluta (HA)  $\geq 7\text{g/kg}$  de aire o H.R:  $\geq 45\%$ , niveles elevados de alérgenos de ácaro  $\geq 2$  microgramos por gramo de polvo ( $\mu\text{g/g}$ ) fueron encontrados. Estos mismos resultados coinciden con los obtenidos en estudios efectuados en Dinamarca, Estocolmo, Escandinavia y Atlanta. Por otra parte; también existen trabajos en los cuáles se reportan altas concentraciones de alérgenos de gato en casas con elevada humedad<sup>(15)</sup>.

### Ventilación:

Existen reportes que indican que es más frecuente que viviendas con poca ventilación  $<0.5$  cambios de aire por hora (ach) tienen niveles más altos de alérgenos de ácaros que en las que tienen una ventilación buena ( $\geq 0.5$  ach). Este último estudio se realizó en diferentes regiones de Suecia y tomó como índice de ventilación adecuada el que ha sido sugerido para las viviendas de este país el cuál definió como buena ventilación a aquella casa que tiene por lo menos 0.5 ach. Sin embargo en este trabajo se encontró que dos casas localizadas en la región costera de Helsingborg tuvieron mas de  $10 \mu\text{g}$  de alérgenos de ácaro en el polvo a pesar de tener un ach  $\geq 0.5$  (cabe mencionar el hecho de que éstas dos casas registraron una humedad elevada con una HA de  $8\text{g/kg}$  y una HR del 55%). Por lo tanto el autor sugiere que: es probable que el índice de ventilación mas

adecuado en regiones frías sea de 0.5ach mas sin embargo, la humedad en las áreas costeras, hace al ambiente intramuros un lugar óptimo para el crecimiento de ácaros, por lo tanto la ventilación no resolvería el problema de las altas concentraciones registradas.

Los niveles de alergenos de gato por otra parte, también fueron más altos en casas mal ventiladas ( $\leq 0.5ach$ ) que en las casas en las que se observa un ach  $> 0.5^{(15)}$ .

#### Mascotas:

Existen estudios en los cuales se han encontrado alergenos de gato y de perro en el polvo de casas en todos los siguientes casos: 1) Las que tienen mascotas, 2) En las casas donde previamente había vivido una mascota y que actualmente ya no está presente, 3) Las que están rodeadas por casas vecinas que tienen animales domésticos y 4) En viviendas donde nunca han tenido ni gatos ni perros y tampoco estan presentes en las casas vecinas.

Las casas que exhibieron los niveles mas altos de alergenos de gato y de perro son las que tienen mascotas, seguido en orden descendente se encuentra el caso dos, tres y finalmente el cuatro. Es importante resaltar que los niveles de alergenos encontrados en el caso dos eran elevados aún cuando ya se había removido la mascota de la vivienda tiempo atrás (9-15 años). Por otro lado también es necesario resaltar la importancia que tiene la gran influencia no sólo la presencia de las mascotas en casa, sino también los que viven en las casas vecinas sobre el nivel de alergenos encontrados en intramuros.

Por último; una de las explicaciones mas probables que se tiene para abordar el caso cuatro, es que los alergenos de las mascotas son dispersadas por la ropa de la gente. Esta hipótesis fué sustentada en un trabajo realizado en Suecia en 1994 donde se encontró niveles altos de alergenos de gato en casas sin mascotas de niños alérgicos después de una visita temporal en éstas mismas por personas propietarias de mascotas. Por lo tanto, la presencia de mascotas en casa ó el

contacto indirecto que se puede dar con éstos, incrementa la exposición que se puede tener con los alérgenos de animales domésticos <sup>(15)</sup>.

A continuación se describirán de manera breve los dos tipos de contaminantes intramuros que pueden hallarse en la vivienda: Contaminación inorgánica y biológica.

### Alfombra

Las alfombras han sido consideradas como los reservorios mas importantes de alérgenos de ácaro y de mascotas <sup>(15)</sup> ya que se han encontrado en el polvo casero niveles muy altos de éstos en comparación a las casas que no la presentan.

Sin embargo, en estudios mas recientes reportan que no existen diferencias entre la concentración de alérgenos de ácaros entre una vivienda con alfombra con respecto a las que no la tienen <sup>(16)</sup>.

### CONTAMINACION INTRAMUROS : INORGANICA.

Los contaminantes intramuros de tipo inorgánico que pueden representar un riesgo potencial para la salud son: el radón, compuestos inorgánicos volátiles, humo de tabaco y gases resultantes de la combustión <sup>(1)</sup>.

### Radón

El radón es un elemento químico natural emitido a partir de los materiales de construcción de las viviendas así como también de casi todos los tipos de suelos y rocas de donde pasa al aire y al agua que los rodea. El radón junto con otros elementos radiactivos se forma como un producto de la degradación del uranio (U). Está bien documentado que la incidencia de cáncer pulmonar es muy alta en los trabajadores de minas de uranio; esto se debe a las altas concentraciones de radón a la cuál están expuestos. Los efectos en la salud por exposición al radón

han sido difíciles de demostrar. La mayor parte de los estudios epidemiológicos que se tienen no han podido demostrar que existen daños en la salud de los habitantes de una vivienda por la exposición al radón. Sin embargo, en un estudio que se realizó en Suecia, se observó, que existe un aumento en el riesgo de contraer cáncer pulmonar de los ocupantes de viviendas cuando existe en ellas una ventilación deficiente<sup>(17)</sup>.

Existen resultados experimentales que han demostrado que el humo del tabaco y el radón ejercen un efecto sinérgico en el riesgo de cáncer pulmonar<sup>(1)</sup>. El límite establecido para la concentración de radón en el interior de las viviendas es de  $150\text{Bq/m}^3$  (bequerels por metro cúbico. EPA 1988). En la Cd. de México se han hecho mediciones de las concentraciones de radón en algunas casas encontrándose variaciones estacionales siendo éstas 30% mas elevadas en invierno. Las concentraciones encontradas, también dependieron de la localización y del tipo de construcción de las viviendas. Las casas de construcción colonial encontradas en el centro de la ciudad mostraron niveles de radón por debajo de los  $100\text{Bq/m}^3$ , sin embargo los edificios y construcciones modernos situadas al sur de la ciudad mostraron concentraciones promedio que excedió los  $150\text{Bq/m}^3$  con una máxima de  $458\text{Bq/m}^3$ . Las posibles implicaciones que pueden tener en la salud estos niveles de radiación son todavía un problema que requiere ser estudiado<sup>(1)</sup>.

### Humo del Tabaco

El tabaco es el mas importante de los contaminantes intramuros, ya que se ha demostrado que daña la salud, no sólo del fumador sino también de quienes comparten con él la vivienda (fumadores pasivos).

El humo del tabaco está constituido por una compleja mezcla de gases y partículas en aerosol. Los mas importantes como causantes de daño en la salud son ( monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono), partículas

suspendidas respirables como compuestos aromáticos policíclicos y alcaloides, entre ellos la nicotina que es la responsable de la adicción <sup>(1)</sup>.

En estudios de monitoreo de partículas se ha encontrado que el humo de cigarro contribuye de manera importante en la concentración de partículas intramuros en viviendas y oficinas. Leaderer et al (1990) encontró que las casas de fumadores registraron concentraciones de partículas aproximadamente tres veces más altas que las casas de no fumadores<sup>(18)</sup>. La concentración de partículas sin embargo; depende del número de fumadores y de la ventilación, humedad y temperatura de la habitación<sup>(19)</sup>.

Se ha comprobado fehacientemente en estudios epidemiológicos de cohorte, la estrecha relación entre el tabaco con enfermedad pulmonar obstructiva crónica enfermedades cardiovasculares y cáncer pulmonar. El humo del tabaco también se asocia a otros tipos de neoplasias como el cáncer de boca, laringe, esófago, vejiga, riñón, páncreas y cervico uterino. En lo que respecta a los niños, se ha observado que los niños de padres fumadores tienen una mayor prevalencia de sibilancias, bronquitis, hiperreactividad bronquial, asma, tos crónica, otitis, infecciones respiratorias y flujo espiratorio bajo <sup>(1)</sup>.

Los principales contaminantes que se generan por combustión de gas son los siguientes: monóxido de carbono(CO), óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles<sup>(1)</sup>.

#### Monóxido de carbono (CO):

La principal fuente intramuros de CO proviene de la utilización de gas para cocinar. En condiciones normales la concentración de CO no excede las 10 ppm durante la preparación de alimentos, sin embargo, cuando los quemadores están defectuosos se han llegado a detectar hasta 2500 ppm en el interior de una cocina<sup>(1)</sup>. Algunos estudios revelan que en cocinas normalmente ventiladas se han encontrado altos niveles de CO (40ppm) cuando se está empleando la estufa.

Además, la utilización de calentadores de gas o boilers para calentar agua produce también cantidades importantes de CO.<sup>(1)</sup>

Los daños que causa a la salud la exposición de CO a altas concentraciones son: isquemia aguda al miocardio, aterosclerosis., angina de pecho, hipoxia del feto y se ha observado reducción de la supervivencia en pacientes que han sufrido infarto al miocardio <sup>(1)</sup>.

### Dióxido de Nitrógeno (NOx)

El dióxido de nitrógeno es otro contaminante cuyos niveles intramuros generalmente son más elevados que extramuros, siendo una fuente común la estufa de gas. Algunos estudios han encontrado niveles de NOx que van entre los 500 y 1000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  siendo la media anual promedio de más de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  que es la norma establecida por NAAQS (National Ambient Air Quality Standar) de EUA.

Existen evidencias que sugieren que los habitantes de viviendas en las que cocinan con gas presentan una mayor prevalencia de síntomas e infecciones respiratorias y una función pulmonar menor que los de casas en que se usan estufas eléctricas. Por otra parte estudios efectuados en niños revelan que presentan más tos, resfriados, y bronquitis cuando en sus casas cocinan con estufas de gas y Comstock (1981) observó un incremento en la frecuencia de síntomas respiratorios y VEF<sub>1</sub>( Volúmen expiratorio forzado en el primer segundo) anormales en hombres no fumadores expuestos al gas para cocinar<sup>(1)</sup>.

### Compuestos orgánicos volátiles (COV)

Existen cientos de productos orgánicos volátiles que han sido detectados en ambientes intramuros. Estos compuestos son emitidos al ambiente a partir de los materiales de construcción, muebles, productos de limpieza, productos de uso personal, pinturas y humo de tabaco. Algunos de éstos químicos son conocidos por sus efectos tóxicos, mutagénicos o carcinogénicos. Se sospecha también que

estos compuestos producen una sintomatología similar al "síndrome del edificio enfermo", denominación utilizada para describir un edificio cuyos ocupantes presentan una sintomatología característica como: letargo, piel seca, cefalea, irritación nasal, ocular y de membranas mucosas. Se ha visto que éste síndrome es más frecuente entre los trabajadores de oficinas que se encuentran ubicadas en edificios nuevos<sup>(1)</sup>.

En los E.U se han realizado monitoreos de COV tanto en viviendas nuevas como antiguas encontrándose que en las construcciones nuevas las emisiones de COV fueron altas en comparación con las construcciones viejas e incluso algunas de las casas presentaron niveles de COV que rebasaron el límite permisible recomendado para evitar algún daño en la salud.

En este estudio también se mostró que los muebles nuevos son también responsables de altas emisiones de COV. En conclusión, el nivel de COV más alto se encontró en las construcciones nuevas ó construcciones recién remodeladas y en las que recientemente habían sido amuebladas en comparación, con las construcciones viejas ó en las casas que no se había hecho cambio del mobiliario<sup>(20)</sup>.

## CONTAMINACION INTRAMUROS: AGENTES BIOLÓGICOS

### Acaros

El elemento orgánico más abundante y común en el polvo de las casas los constituyen los ácaros de la familia *Dermatophagoides*<sup>(6)</sup>. Los ácaros son arácnidos que pertenecen al orden Acarina, y se alimentan partir de los restos de epidermis de la piel del humano (cada adulto desprende aproximadamente 1g por día). De acuerdo a las condiciones ambientales locales, normalmente es una especie de ácaro la que predomina en el polvo casero, así tenemos que en Europa el ácaro más común es *Dermatophagoides pteronyssimus* mientras que en el norte de América, durante la época de secas favorece a *D. farinae*. En zonas

tropicales donde la humedad es muy alta el género de ácaro mas abundante es *Blomia*<sup>(21)</sup>. Por otra parte, se han aislado e identificado algunos alérgenos de éstos ácaros. Así tenemos que, el grupo I de alérgenos de *Dermatophagoides pteronyssimus* ha sido designado como (Der p I) y este es una glicoproteína cisteínica con un peso molecular de 24KDa. que se encuentra en las heces fecales del microorganismo. La exposición humana a este alérgeno se observa al inhalar, precisamente las partículas fecales, las cuales están constituidas principalmente por alimento parcialmente digerido y enzimas digestivas. Un segundo grupo de alérgenos ha sido purificado también de *Dermatophagoides pteronyssimus* y de *Dermatophagoides farinae*. Este segundo grupo no se encuentra en grandes concentraciones en las heces fecales y se cree que derivan de otras fuentes. Estos parecen ser una forma de lisozima que tienen un tamaño molecular de 14KDa y son resistentes al cambio de temperatura y de pH<sup>(22)</sup>. Recientemente otros cinco grupos de alérgenos han sido caracterizados como enzimas. La importancia de estos nuevos grupos en cuanto a la frecuencia con la cuál desencadena enfermedades alérgicas es probablemente menor que el grupo uno y dos de alérgenos (Tabla I); sin embargo esto no ha sido completamente dilucidado<sup>(23)</sup>.

El tamaño de las heces del ácaro varía entre 10 y 35 micrómetros por lo que estas tienden a precipitar y acumularse en el polvo en vez de permanecer suspendidas en el aire<sup>(23)</sup>.

Las condiciones óptimas de humedad para el crecimiento de los ácaros es de:  $\geq 45\%$  <sup>(15)</sup>.

## Cucarachas

La relevancia que tiene la exposición de los componentes alérgicos de cucaracha en enfermedades como el asma es muy importante. Las cucarachas se encuentran generalmente en las cocinas de los hogares siendo este el lugar donde encuentran la temperatura, humedad y alimento disponible para su

desarrollo. De acuerdo con lo anterior; se han encontrado grandes concentraciones de alérgenos de cucarachas en las cocinas a comparación de otros cuartos de la casa como sala y recámaras<sup>(21)</sup>.

Los alérgenos de cucarachas derivan de los componentes de su organismo y de su materia fecal; este último componente es de gran importancia debido al riesgo de contaminarse que presentan los alimentos y a la posibilidad que tienen de ser distribuidas al ambiente por las corrientes de aire.

Cuando los alimentos se contaminan por éstos alérgenos y se ingieren pueden producir infecciones gastrointestinales<sup>(21)</sup>.

Se han extraído más de doce componentes alérgicos del cuerpo de las cucarachas de tres especies: *Periplaneta americana*, *Blattella germanica* y *B.asahinai*. Dos alérgenos de *B.germánica*: han sido caracterizados y denominados como Bla gI con un peso molecular entre 20 y 25KDa y Bla gII con un peso molecular de 36KDa<sup>(22)</sup>. Los alérgenos que han sido extraídos de *Periplaneta americano* se describen en la Tabla I<sup>(24,25)</sup>.

## Mascotas

Las mascotas son la segunda causa más importante para el desarrollo de alergias en ambientes domésticos y más del 40% de los niños asmáticos son sensibles a los gatos y perros. En E.U. se ha calculado que aproximadamente 2 millones de personas que presentan alergia al gato tienen un gato en casa<sup>(23)</sup>.

Los alérgenos de gato más importantes han sido aislados de orina, saliva y pelo. y estas han sido caracterizadas como glucoproteínas con un peso molecular que va de entre 17 y 18KDa. Los alérgenos de esta mascota se agrupan en Fel dI<sup>(22,26)</sup>.

El tamaño de partículas que contienen el alérgeno del gato están dentro del rango de 2.5 a 10 micrómetros de diámetro; sin embargo una porción significativa del total del alérgeno del gato se encuentra en las partículas menores de 2.5 micrómetros de diámetro, lo cual explica la distribución de Fel d I en pisos, muebles, paredes y el aire. De acuerdo con lo anterior se explica el porque una

persona que es sensible podría presentar síntomas cuando ingresa a una casa con gato sin la necesidad de que se tenga contacto directo con el animal<sup>(23)</sup>.

La convivencia frecuente que tiene el humano con los perros domésticos también los hace de particular importancia en la etiología del asma. La prevalencia y la importancia de la sensibilidad hacia los perros aún no ha sido completamente investigado debido a la carencia de extractos bien estandarizados para realizar pruebas de sensibilidad en la piel<sup>(22)</sup>. Los alérgenos de perro más importantes debido a su potencia alérgica han sido denominados Can dI y Can dII. El alérgeno Can dI ha sido extraído principalmente del pelo y saliva, teniendo muy poco la orina y las heces. Este alérgeno tiene un peso molecular de 25KDa y es responsable de aproximadamente el 25% de las uniones IgE a las proteínas del perro<sup>(21)</sup>. El alérgeno Can dII proviene de la piel del animal y tiene un peso molecular de 19 KDa<sup>(26)</sup>(Tabla I).

## Bacterias

Las bacterias son microorganismos que son capaces de crecer en un amplio rango de condiciones y pueden encontrarse en aire, agua y suelo. Las bacterias y sus compuestos biogénicos metabólicos son agentes etiológicos de varias enfermedades respiratorias por ej: la neumonía y enfermedades ocupacionales como: bisinosis, fiebre de molineros y bagasosis<sup>(27)</sup>. Estos microorganismos no han sido reconocidos como agentes etiológicos de una respuesta alérgica dependiente; pero sí se ha visto que su presencia puede agudizar los síntomas después de la exposición al alérgeno o favorecer la sensibilidad a éste<sup>(22)</sup>.

La especie del género *Bacillus* se encuentran de manera importante en el polvo casero. Estos microorganismos crecen de manera óptima en rangos de temperatura que van desde los 45 a los 60°C y pueden ser encontrados en el cuerpo de animales y plantas, en el escape de secadoras de ropa, humidificadores integrados a los sistemas de calentamiento, sistemas de enfriamiento y material orgánico en descomposición<sup>(22)</sup>.

Un compuesto biogénico bacteriano de gran importancia por su alta reactividad celular es la endotoxina. La endotoxina es un compuesto que forma parte de la pared celular de las bacterias gram negativas. Se han encontrado niveles de actividad biológica de endotoxinas en ambientes domésticos; en agua (0.04 a  $1\mu\text{g/ml}$ ), en sistemas humidificadores de aire (0.13 a  $0.39\mu\text{g/m}^3$ ) y en extractos de polvo de casas ( $0.45$  a  $500\mu\text{g/m}^3$ )<sup>(27)</sup>.

En la Cd. de México se han estudiado los niveles de endotoxinas en polvo depositado tanto en condiciones intra como en extramuros encontrándose que las concentraciones de endotoxinas son mayores intramuros que extramuros. Es importante que se realicen mas estudios en nuestro país acerca del posible riesgo a la salud que implica la exposición continua de endotoxinas tanto en ambientes intra como extramuros<sup>(1)</sup>.

## Hongos

Los hongos, son organismos que pueden ser encontrados tanto en el polvo acumulado de las casas como en el aire. Ampliamente distribuidos en la naturaleza, los hongos se encuentran prácticamente durante todas las épocas del año y en todos los lugares. El crecimiento de los hongos es muy rápido y éste no depende exclusivamente de variaciones en la temperatura y humedad, pero si no existen las condiciones propicias para su desarrollo su presencia estará limitada. En el interior de los domicilios, las condiciones más estables de temperatura y de humedad favorecen el desarrollo de flora fúngica en especial en zonas del hábitat poco influenciadas por el ambiente exterior. Las mayores fuentes de hongos dentro del interior de la vivienda son: cocina, armarios, baños y paredes<sup>(8)</sup>.

La mayoría de los hongos se desarrolla óptimamente entre los  $20$  y  $40^\circ\text{C}$ , aunque algunas especies pueden también desarrollarse a los  $50^\circ\text{C}$ . La humedad relativa mas idónea para el crecimiento fúngico es entre  $75$  y  $95\%$ , pero las especies xerófilas también se desarrollan por debajo de éstas concentraciones<sup>(8)</sup>.

Los hongos alergénicos se reproducen por esporas siendo éstas estructuras las que producen mayor sensibilidad, se propagan por el viento y resisten condiciones ambientales adversas.

Desde 1870 se conoce que la inhalación de esporas de hongos puede producir alergia respiratoria; esto ha sido confirmado por autores europeos desde 1920 y en 1930 por los estudios de Prince y Feinberg<sup>(28)</sup>.

Los hongos alergénicos mas frecuentes que se han identificado en las casas de México tanto en el aire como en el polvo intra y extramuros son especies de los géneros: *Cladosporium*, *Penicillum*, *Aspergillus* y *Alternaria*<sup>(29)</sup>.

## Plantas

El polen, producido por las plantas que son dispersados por el viento pueden provocar enfermedades alérgicas en individuos atópicos. La producción de polen es estacional y está influida por las condiciones climatológicas y por la localidad geográfica<sup>(22)</sup>.

En el Valle de México por ejemplo los árboles polinizan durante el invierno y las hierbas y el pasto durante el verano<sup>(28)</sup>.

El pólen que se encuentra extramuros puede entrar intramuros por los sistemas de ventilación o transportados por el propio ser humano. Se han realizado estudios para determinar las concentraciones de pólen intra-extramuros y se ha encontrado que las concentraciones intramuros pueden ser significativas durante el periodo de polinización, con un promedio de 5 a 6 millones de granos de polen por gramo de polvo. Sin embargo la carga de polen en el polvo de las casas no rebasa los niveles encontrados en extramuros<sup>(22)</sup>.

En la actualidad está siendo objeto de estudio la composición antigénica de los pólenes más frecuentemente asociados a la patología alérgica debido a que, se desconoce la composición antigénica de la mayoría. A este respecto el polen que mejor se ha estudiado es el de Ambrosía, del cuál se han extraído varios componentes antigénicos. Uno de los componentes potencialmente alergénicos

que han sido extraídos de *Ambrosia* es una proteína globular que tiene un peso molecular de 37.8KDa. Otros constituyentes que son menos importantes desde el punto de vista alergénico también han sido aislados de la misma planta y han sido denominados como: Ra3, Ra5 y Ra6<sup>(28)</sup>. Se ha confirmado la similitud de algunas proteínas procedentes de pólen botánicamente emparentados, que origina reacciones cruzadas de sensibilidad. Un ejemplo de ello es el reporte de Hirschwehr en Austria, quien encontró que los pacientes sensibles al pólen de *Artemisa vulgaris* también presentan reactividad IgE positiva a los alérgenos del pólen de peso molecular comparable a la especie de *Ambrosia artemisiifolia* ( 60 KDa, 46KDa, 30 y 28KDa ) . Este resultado fue inesperado ya que, ésta última especie es rara en Europa y contrario a esto, *Artemisa vulgaris*, es abundante en casi toda este continente. Esta investigación demostró que existe una asociación entre éstas dos especies de pólen debido a que tienen estructuras alergénicas comunes, las cuáles son reconocidas por la reactividad cruzada que presentan los anticuerpos IgE<sup>(30)</sup>.

## JUSTIFICACION

Actualmente el ozono y las partículas son uno de los principales problemas de contaminación atmosférica en la ZMCM. Existen algunos estudios acerca del efecto de estos contaminantes en la salud respiratoria de la población en México, pero éstos resultan escasos si se comparan con la gran cantidad de estudios que se han hecho en otros países<sup>(1)</sup>.

Un elemento poco investigado en México y que se encuentra asociado con problemas de salud y ambiente es la contaminación de tipo biológico. Los trabajos que se tienen acerca del comportamiento de las biopartículas en ambientes intra y extramuros para la Cd. de México se refiere a hongos<sup>(29,31)</sup>, algas<sup>(32)</sup> y bacterias<sup>(33)</sup>. En muestreos realizados en diferentes sitios de la ciudad se han encontrado hongos (como *Pencillum* y *Aspergillus*) y numerosas especies de algas.

La información relacionada con la exposición de los pacientes a biopartículas , desempeña un papel muy importante en enfermedades como la rinitis, conjuntivitis y asma alérgica. Se han identificado un gran número de alergenos en el polvo intramuros y algunos de ellos existen en concentraciones que superan las encontradas extramuros<sup>(4)</sup>. Tomando en cuenta éste fenómeno sumado a que se calcula que el ser humano permanece en el interior de la vivienda cerca del 70 al 80% de su tiempo de vida, puede concluirse que la exposición a contaminantes en intramuros puede tener un impacto en la salud mucho mayor comparado con la exposición en extramuros. Por otra parte, es generalmente aceptado la relación de ciertas características de la vivienda con la presencia y concentración de ciertos alergenos<sup>(15)</sup>, sin embargo, en estudios mas recientes no se ha encontrado dicha relación<sup>(16)</sup>. Desafortunadamente en nuestro país no existen estudios que se hayan hecho al respecto; a pesar, de que la prevalencia de asma en México es un problema que preocupa, ya que se presenta entre el 5 y el 10% de la población<sup>(34)</sup>. Por ello es imperativo que se realicen estudios encaminados a caracterizar las proteínas del polvo casero y a definir los factores que influyen en sus niveles a fin de que se pueda prevenir la sensibilidad de tipo alérgica.

TABLA I: Alergenos mas frecuentemente reconocidos por las inmunoglobulinas IgE humana.

FUENTE DEL ALERGENO	PESO MOLECULAR Y NATURALEZA DEL ALERGENO		CITA
ACAROS	GRUPO I (24 KDa)	Heces	Dennis. (1994)
	GRUPO II (14 KDa)	Desconocido	
	GRUPO III (29 KDa)	Desconocido	
CUCARACHA	Cr PI (72 KDa)	Cuerpo	Smith et al. (1995) Wu et al. (1996)
	Cr PII (78 KDa)		
	(28 KDa)		
	(32 KDa)		
	(38 KDa)		
	(40 KDa)		
	(45 KDa)		
PERRO	Can dI (23 KDa)	Pelo	Spitzauer et al. (1997)
	Can dII (19 KDa)	Piel	
GATO	Fel dI (17 KDa)	Pelo, piel y saliva.	Spitzauer et al. (1997)

## **OBJETIVOS**

- Extracción de proteínas en muestras de polvo de casas de niños con síntomas respiratorios recurrentes en diferentes puntos de la ZMCM.
- Caracterizar cuanti-cualitativamente las proteínas obtenidas.
- Determinar la relación que existe entre algunas características de vivienda con los niveles y tipos de proteínas encontrados en el polvo de estas mismas.

## **METODO.**

### **MUESTREO**

Las casas-habitación que integraron la unidad última de muestreo para este estudio fueron las residencias de niños con una edad de entre 7 y 12 años pertenecientes a escuelas primarias públicas ubicadas dentro de un radio de 2km alrededor de un monitor de la Red Automática de Monitoreo Ambiental (RAMA) de la ZMCM.

De todas éstas se seleccionaron veinticuatro de manera aleatoria en donde se aplicó a los padres de familia un total de mil ochocientos cuestionarios de *sintomatología respiratoria de sus hijos (alumnos de éstas escuelas)*. En base al resultado de éstos cuestionarios, se tomaron en cuenta diez escuelas, cuyos niños presentaron una mayor frecuencia de síntomas respiratorios.

Posteriormente se escogió al azar veinte cuestionarios por escuela y se contactó a los informantes de éstos para muestrear el polvo de sus viviendas. Un total de treinta y un casas fueron las que nos permitieron obtener las muestras para el estudio.

## **OBJETIVOS**

- Extracción de proteínas en muestras de polvo de casas de niños con síntomas respiratorios recurrentes en diferentes puntos de la ZMCM.
- Caracterizar cuanti-cualitativamente las proteínas obtenidas.
- Determinar la relación que existe entre algunas características de vivienda con los niveles y tipos de proteínas encontrados en el polvo de estas mismas.

## **METODO.**

### **MUESTREO**

Las casas-habitación que integraron la unidad última de muestreo para este estudio fueron las residencias de niños con una edad de entre 7 y 12 años pertenecientes a escuelas primarias públicas ubicadas dentro de un radio de 2km alrededor de un monitor de la Red Automática de Monitoreo Ambiental (RAMA) de la ZMCM.

De todas éstas se seleccionaron veinticuatro de manera aleatoria en donde se aplicó a los padres de familia un total de mil ochocientos cuestionarios de sintomatología respiratoria de sus hijos (alumnos de éstas escuelas). En base al resultado de éstos cuestionarios, se tomaron en cuenta diez escuelas, cuyos niños presentaron una mayor frecuencia de síntomas respiratorios.

Posteriormente se escogió al azar veinte cuestionarios por escuela y se contactó a los informantes de éstos para muestrear el polvo de sus viviendas. Un total de treinta y un casas fueron las que nos permitieron obtener las muestras para el estudio.

## AREA DE ESTUDIO

El número de casas y los sitios donde se colectaron las muestras de polvo fueron: nueve casas en la Delegación (Del.) Benito Juárez, seis en la Del. Gustavo A. Madero, cinco en la Del. Venustiano Carranza, cuatro en la Del. Miguel Hidalgo, tres en la Del. Iztapalapa, y dos casas en la Del. Magdalena Contreras del Distrito Federal. También se muestreo dos casas pertenecientes al municipio de Tlanepantla Estado de México (figura 2). Los ocupantes de cada casa respondieron a un cuestionario referente a las condiciones de vivienda.

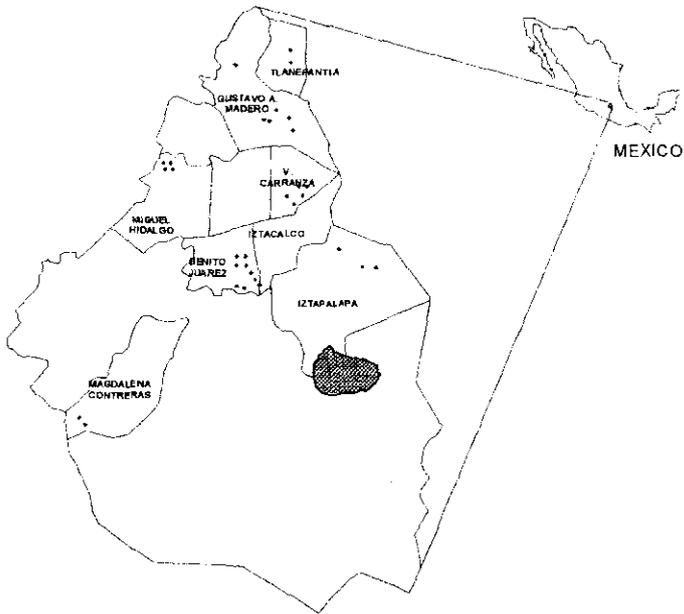


Figura 2. Localización de los sitios de muestreo.

## TRABAJO DE CAMPO

### Obtención de muestras de polvo casero

El muestreo de polvo se realizó utilizando dos aspiradoras Volta, modelo U-130 acondicionadas con mangueras de plástico desmontables para facilitar su limpieza y equipadas con bolsas colectoras asépticas. La muestra se colectó de alfombras, tapetes, muebles y superficies de toda la casa, en las que se acumule el polvo. Durante el muestreo se registró la temperatura y la humedad del interior de la vivienda. El polvo colectado fué tamizado a travez de una malla con un tamaño de poro de 0.149 micrómetros; y almacenado a 4°C.

## TRABAJO DE LABORATORIO

Las técnicas de laboratorio que se utilizaron fueron las siguientes:

- Extracción y purificación de proteínas del polvo casero
- Cuantificación de proteínas por el método de MicroBCA.
- Caracterización de las proteínas por electroforesis.

### Extracción de proteínas

Los extractos fueron preparados pesando 4g de polvo, el cuál fué sometido a una homogenización con un regulador de fosfatos (PBS) 0.1M a un pH de 7.2 con 8% de NaCl. Posteriormente se procedió a la molienda del polvo con hielo seco durante 30 minutos. Los extractos se centrifugaron a 3000 rpm en una centrifuga Beckman modelo TJ-6 y se dializaron contra PBS 0.01M utilizando una membrana del número 3 (Spectra /por membrana:6000-8000); hasta dejar libres los extractos de NaCl y KCL. Posteriormente las muestras fueron concentradas con el polímero desecante polyethylene glicol y guardados a 4°C para determinaciones posteriores.

## CARACTERIZACION

### Cuantificación de proteínas

#### Absorción a 280nm.

A las proteínas que habían sido purificadas se les leyó su absorción a 280nm, ya que en esta región, las proteínas se pueden cuantificar y detectar por medio de su absorbencia y su coeficiente de extinción. La absorbencia de cada proteína depende del número y la posición de sus residuos aromáticos, fenilalanina, tirosina y triptofano, así como de los puentes disulfuro existentes entre las cisteínas<sup>(35)</sup>.

#### Método del ácido Bicinconínico (BCA)

Este es un método espectrofotométrico muy sensible para la determinación de la concentración de proteína. El ácido bicinconínico (BCA), en su forma de sal de sodio soluble en agua es sensible, estable y altamente específico hacia el ión cuproso ( $\text{Cu}^+$ ). El método combina la reacción de Biuret en la cual los enlaces peptídicos de la proteína reaccionan con el  $\text{Cu}^{2+}$  en un medio alcalino para producir  $\text{Cu}^+$ . Este último, en presencia del BCA, da por resultado una reacción color púrpura que involucra a dos moléculas de BCA con una del ión cuproso  $\text{Cu}^+$ . Este complejo es soluble en agua y tiene un máximo de absorción de 562nm<sup>(36)</sup>.

El reactivo comercial de Pierce consta de las siguientes soluciones:

Reactivo A: Carbonato de sodio, bicarbonato de sodio, ácido bicinconínico y tartrato de sodio en solución acuosa de hidróxido de sodio 1N.

Reactivo B: Solución acuosa de  $\text{CuSO}_4$  al 4%.

Reactivo C: 100 partes de reactivo A más 2 partes de reactivo B.

### Procedimiento

Se prepararon diferentes estandars de albúmina de suero de bovino (con concentraciones que fueron de 2.5µg/ml hasta 200 µg/ml) y se incubaron junto al reactivo de trabajo a 60°C durante 60 minutos. Posteriormente se leyó la absorción a 562nm y se procedió a formar la curva de calibración.

Este mismo procedimiento también se utilizó para las muestras problema, y la cantidad de proteína en éstas se determinó interpolando el dato de absorbancia en la curva de calibración.

### ANALISIS CUALITATIVO DE LAS PROTEINAS

La electroforesis es una técnica que se utiliza para la separación de las proteínas la cual se basa en la migración de proteínas con carga eléctrica en un campo eléctrico.

Para la separación de los constituyentes proteínicos de los extractos de polvo fué utilizada ésta técnica en geles de poliacrilamida<sup>(37)</sup> con la presencia del detergente SDS (dodecil sulfato de sodio) más un agente reductor, el 2 mercaptoetanol (2-ME). Los geles se corrieron en una cámara de electroforesis vertical Protean II (Bio-Rad). El gradiente de acrilamida que se utilizó en la elaboración de los mismos fué del 4-12%. La electroforesis se realizó a 140 volts(V) durante una hora aproximadamente.

Las muestras que se sometieron a electroforesis fueron preparadas de la manera siguiente: Se pipetearon 50 microlitros de muestra mas 8.3 microlitros de buffer de muestra 6X los cuales fueron hervidos durante 3 minutos. Una vez que estuvieron listas las muestras se cargaron en los carriles del gel ademas de cinco microlitros de marcadores de proteínas de bajo peso molecular (de 14.4-97.4KDa) preteñidos de BioRad sometiéndolos a una electroforesis en paralelo. Las bandas de proteína de las muestras de estudio se fijaron y se detectaron con la tinción de plata (BioRad).

Los geles obtenidos se fotografiaron y se muestra el mas representativo en la figura 3.

Para realizar el análisis cualitativo de todas las proteínas obtenidas, se agruparon éstas en intervalos diferentes. Cada intervalo se formó a partir de grupos de proteínas que presentaron una diferencia de peso molecular entre éstas de mas menos 3,000KDa.

Se formó un total de cuarenta y tres intervalos diferentes que fueron de 133.5-130.6KDa a 7.5-4.5KDa.

Peso molecular de las proteínas .

Para determinar el peso molecular y la densidad de las proteínas extraídas se leyeron las fotografías de los geles en un densitometro BioRad (Modelo GS-690), con el fin de lograr una apreciación más exacta de las bandas. Para construir la curva de calibración se trazó el logaritmo de peso molecular contra el logaritmo de movilidad relativa.

Los resultados del peso molecular y densidad de las proteínas se muestran en el Apéndice.

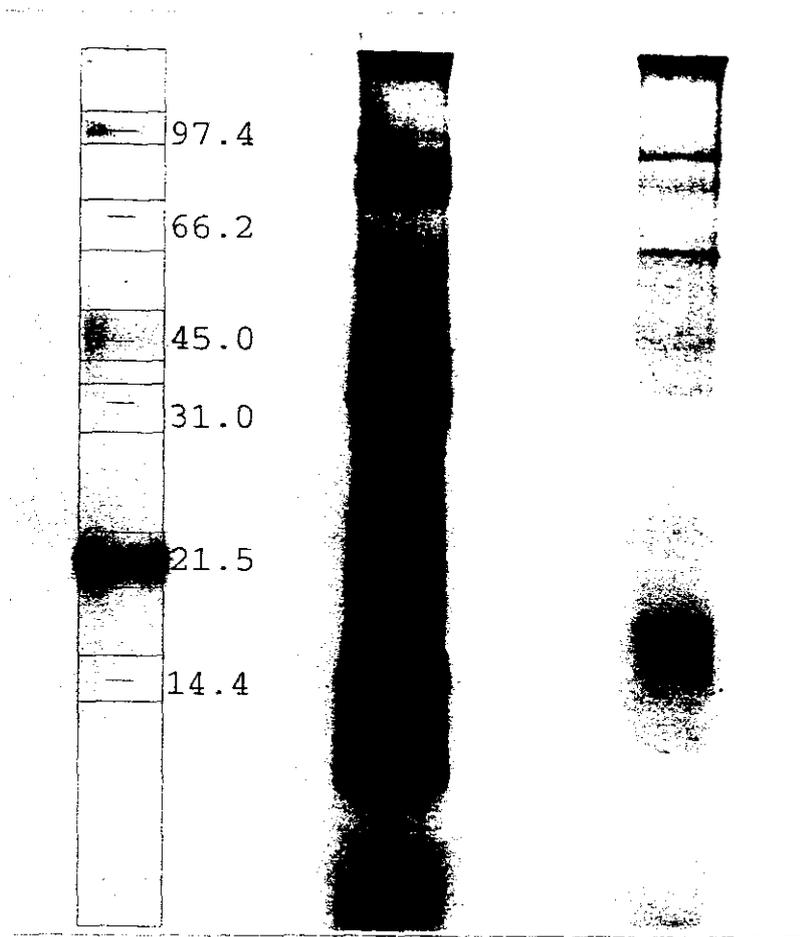


Fig.3. En esta figura se muestra uno de los geles mas representativos de proteinas extraidas del polvo casero .

## DISCUSION DE RESULTADOS

Al caracterizar cuali-cuantitativamente el polvo de casas habitación se encontraron los siguientes resultados:

### CUANTIFICACION DE PROTEINAS

Se sabe que la mayoría de los alérgenos son proteínas solubles y glicoproteínas que pueden tener orígenes diferentes y que la cuantificación de proteínas en polvo casero permiten tener una aproximación de la concentración de una mezcla de alérgenos<sup>(38,39,40)</sup>.

Las concentraciones de proteínas que se encontraron en el polvo colectado van de 0.036 a 9.976 miligramo por gramo (mg/g) de polvo colectado (tabla 2). Existe también otro estudio realizado en la Cd. de México, en el cuál se midió los niveles de proteínas del polvo colectado de viviendas de pacientes asmáticos. En este último se midió la concentración tanto en la sala como en la recámara de cada una de las viviendas encontrándose un rango de proteínas que fue de 0.2 a 8.6mg/g<sup>(29)</sup>. Como puede observarse, la concentración mínima de proteínas fue casi seis veces mayor en comparación al que se obtuvo en nuestro trabajo. Estas diferencias, fundamentalmente pueden deberse a que en el presente estudio se utilizó un método de cuantificación de proteínas mucho más sensible (Método del Ac. Bicinconínico) que en el otro (Método de Lowry).

Cuando se comparó algunas de las características de las viviendas que estudiamos con respecto a los niveles de proteína encontrados, observamos que, no hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las concentraciones de proteínas obtenidas de casas con mascotas con respecto a las casas que no los presentan (tabla 3). En otros trabajos, estos mismos resultados han sido obtenidos, donde no solamente encontraron altas concentraciones de alérgenos en las viviendas donde tienen mascotas sino también, en viviendas donde no los tienen<sup>(15,16)</sup>.

Por otra parte; no se encontraron tampoco, diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de proteínas obtenida de casas con alfombra con respecto a casas sin alfombra (tabla 4). Los resultados obtenidos en este estudio difieren de trabajos previos, en los cuales se ha visto que la alfombra es el reservorio mas importante para diversos alérgenos como son: los de ácaro y gato<sup>(15)</sup>. Sin embargo; recientes investigaciones revelan que la no presencia de alfombra en casa, no garantiza la ausencia de alérgenos<sup>(16)</sup>.

Por último, no hubo diferencias estadísticamente significativas cuando se comparó los niveles de proteínas del polvo de viviendas que registraron una humedad relativa (HR)  $\geq 45\%$  con respecto a las casas que presentaron una humedad  $< 45\%$  (tabla 5). Estos resultados contrastan con los obtenidos en otros estudios en los cuales, han encontrado que las casas con una HR  $\geq 45\%$  presentan altas concentraciones de alérgenos de ácaro con respecto a las casas con una HR  $< 45\%$ <sup>(15)</sup>. Es probable que éstas diferencias no se hayan encontrado debido a que se observó de manera general que el tipo (puertas y ventanas) y el tiempo de ventilación de las casas donde se registró una HR  $\geq 45\%$  es mejor; por lo que el mejor intercambio de aire con el exterior que tienen éstas viviendas ayuda que se dispersen los contaminantes de intramuros.

Sin embargo, en un futuro será importante plantear investigaciones en las cuáles se mida de manera precisa el índice de ventilación de las casas y se estudie su posible relación con la concentración de proteínas.

Tabla 2. Niveles de proteínas y condiciones de vivienda encontrados  
en las casas muestreadas

Concentración de proteínas (mg/g)	Humedad relativa ( $\geq 45\%$ )	Presencia de mascotas	Presencia de Alfombra
0.036		•	
0.475			
0.595	•		
0.909		•	
0.911			
0.942		•	
0.974	•		•
0.975		•	•
1.160			
1.177		•	
1.263	•	•	•
1.277	•	•	
1.305			
1.448			
1.602		•	
1.613		•	•
1.988		•	
1.988			
2.159			
2.194		•	
2.247	•	•	•
2.516		•	•
2.518		•	
2.256			
2.716		•	•
2.756	•	•	
2.906	•		
2.962	•	•	•
3.062			
3.441	•		
9.976			

• Presentó la condición de vivienda señalada

TABLA 3. Comparación de la concentración de proteínas de viviendas con mascota con respecto a las viviendas que no las presentaron

CARACTERISTICA DE LA CASA	N	CONCENTRACION DE PROTEINAS (mg/g)	Error Estandar
Sin mascotas	14	1.745	0.246
Con mascotas	17	1.746	0.215

Mann-Whitney .948  
P = 0.351

TABLA 4. Comparación de la concentración de proteínas de viviendas que presentaron alfombra con respecto a las viviendas que no la presentaron

CARACTERISTICA DE LA CASA	N	CONCENTRACION DE PROTEINAS (mg/g)	Error Estandar
Sin alfombra	23	1.686	0.188
Con alfombra	8	1.908	0.312

Mann-Whitney .195  
P = 0.847

TABLA 5. Comparación de la concentración de proteínas de viviendas que presentaron una humedad relativa  $\geq 45\%$  con respecto a las viviendas que la tuvieron  $< 45\%$ .

CARACTERISTICA DE LA CASA	N	CONCENTRACION DE PROTEINAS (mg/g)	Error Estandar
$\geq 45\%$	9	2.047	0.344
$< 45\%$	22	1.996	0.413

Mann-Whitney .073  
P = .942

N es el número de casas que presentó la condición señalada

## DESCRIPCION CUALITATIVA DE LAS PROTEINAS EXTRAIDAS

De las diversas proteínas que se obtuvieron en el polvo de las viviendas, se encontró que las más frecuentes, fueron las que presentaron un peso molecular de 13.6-16.5KDa. Posteriormente le siguen en frecuencia de aparición las proteína que van de 34.6 a 37.6 KDa. ya que se presentaron en el 58%, de 10.6 a 13.5 KDa. en el 55%, de 40.6 a 43.5 y de 58.6 a 61.5 KDa. en el 42%, de 82.6 a 85.5 KDa en el 39% y de 7.6 a 10.5KDa, 16.6 a 19.5 KDa, 61.6 a 64.5 KDa, 76.6 a 79.5 KDa, 79.6 a 82.5 KDa. en el 35% de las casas muestreadas (tabla 6).

Se presume que las proteínas que se reportaron como las mas frecuentes puede corresponder a alergenicos de ácaros, y/o a las proteínas que constituyen a la epidermis del humano, ya que el peso molecular de éstos es muy parecido al que se obtuvo<sup>(1,41)</sup>. Los ácaros son los elementos más abundantes y comunes que hay en el polvo casero<sup>(1)</sup>, y por otra parte, en los estudios de intramuros, se analiza los espacios habitados por humanos, por lo que es lógico encontrar proteínas humanas.

También se registró, que éstas proteínas tiene el promedio de densidad mas alto (27.3%) con respecto a las demás, por lo que resalta la importancia de estas, por ser la mas abundante de la mezcla de proteínas extraídas.

TABLA 6. Intervalos de proteínas mas frecuentemente encontrados en el polvo casero

INTERVALOS DE PESO MOLECULAR (KDa)	FRECUENCIA DE CASAS QUE LO PRESENTO (%)	DENSIDAD PROMEDIO (%)
13.6 – 16.5	81	27.3
34.6 – 37.5	58	10.1
10.6 –13.5	55	17.3
40.6– 43.5	42	6.5
58.6– 61.5	42	6.6
82.6– 85.5	39	10.6
7.6– 10.5	35	22.6
16.6 – 19.5	35	22.7
61.6 –64.5	35	4.6
76.6– 79.5	35	8.74
79.6– 82.5	35	7.2

Cuando se comparó la frecuencia de las diferentes proteínas obtenidas de casas con mascotas (tabla 7), con respecto a las casas sin mascotas (tabla 8), encontramos que las proteínas de 13.6-16.5KDa fueron las que más se presentaron; registrándose en el 88% de las casas con mascotas y en el 71% de las casas sin mascotas. Le siguen en orden de aparición, las proteínas de 34.6-37.5KDa y de 40.6-43.5KDa; con un 59% y 53% respectivamente de las casas con mascotas.

Para las viviendas sin mascotas, el segundo y tercer tipo de proteínas más importantes fueron las de 10.6-13.5KDa y de 34.6-37.5KDa con el 64% y 57% de aparición correspondiente.

Al comparar el segundo y el tercer tipo de proteínas determinadas en casas con y sin mascotas, con los alérgenos de animales registrados en la literatura, no se encontró coincidencia alguna. Para saber la importancia que tienen estas proteínas, es necesario realizar más estudios para dilucidar su alergenicidad y su origen.

Tabla 7. Tipos de proteínas más frecuentemente encontrados en casas con mascotas.

Peso molecular (KDa)	Frecuencia (%)
13.6-16.5	88
34.6-37.5	59
40.6-43.5	53
10.6-13.5	47
58.6-61.5	47

Tabla 8. Tipos de proteínas más frecuentemente encontrados en casas sin mascotas

Peso molecular (KDa)	Frecuencia (%)
13.6-16.5	71
10.6-13.5	64
34.6-37.5	57
73.6-76.5	43
76.6-79.5	43

Cuando se confrontó las proteínas más detectadas ( 13.6-16.5 y 19.6-22.5KDa) de viviendas con fauna nociva ( cucarachas) con respecto a los alérgenos reportados de ésta arácnido en estudios anteriores no se halló tampoco ninguna similitud entre ellas.

Por otra parte, se encontró una mayor diversidad de proteínas en casas sin mascotas ( y sin alfombra ) con respecto a las casas con mascotas (algunas con alfombra).

Con la finalidad de probar independencia entre las variables de condición de casa con respecto al tipo de proteína obtenido se realizó la prueba exacta de Fisher (esta se efectuó a aquellos tipos de proteínas similares a las que han sido reportados por la literatura como potencialmente alergénicas, o que se presentaron con mayor frecuencia) de donde se deriva las siguiente observacion:

- La proteína de 40.6 a 43.5KDa presentó una asociación estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) con el uso de alfombras.

El riesgo de que las proteínas de 40.6-43.5 se asociaran a condiciones especiales de vivienda, fue explorado a partir del cálculo de la razón de momios(OR), la cuál arrojó los siguientes resultados:

Existe 6.86 veces más probabilidad (con un intervalo de confianza de 1.10,42.76) de encontrarse la proteína de 40.6-43.5KDa en casas con alfombras que en las casas que no la tienen.

## CONCLUSIONES

- La alta frecuencia del rango de proteínas de 13.6-16.5KDa (que probablemente correspondan a alérgenos de ácaro y de proteínas humanas) para este estudio, no dependió de la presencia o ausencia de mascotas ni de las condiciones que presentaron las viviendas de la ZMCM.
- Las condiciones de vivienda estudiadas no predicen los niveles de proteínas encontrados en el polvo casero.
- Cabe destacar que la contaminación de tipo biológica extramuros es fácil de difundir a intramuros (ya sea por ventilación o por vectores como el humano o las mascotas) y es probablemente por eso que, hayamos encontrado altos niveles de proteínas en casas donde no existe una fuente de contaminación biológica aparente.
- Probablemente muchos de los alérgenos animales reportados por la literatura, que no se encontraron en este trabajo fue debido a 1) las proteínas fueron obtenidas directamente del polvo depositado y es posible que éstas hayan sufrido procesos de degradación por los factores ambientales, 2) la técnica para la extracción de proteínas difiere del de otros trabajos, 3) muchos de los estudios anteriores se han hecho empleando diversos extractos alérgicos comerciales y 4) el tamaño de muestra de este estudio fue muy pequeño.
- Las tres proteínas que más frecuentemente se encontraron en el polvo de casas con aves fueron las de 13.6-16.5, 10.6-13.5KDa y las de 34.6-37.5KDa.
- De las casas que tuvieron como mascotas peces, las proteínas más importantes fueron las de 103.6-106.5KDa.
- Las proteínas que más se presentaron en casas con hámster fueron las de 58.6-61.5KDa. No existen estudios acerca de los últimos tres puntos, que antecedan el presente.
- Las proteínas de 40.6-43.5KDa se asociaron al uso de alfombra. Además esta proteína presentó una probabilidad casi siete veces mayor de encontrarse en casas con alfombra que en casas que no la tuvieran.

- Es importante que en un futuro se hagan estudios acerca del origen y potencial alergénico de las proteínas que se obtuvieron ya que en base a esto, podrá incluirse la técnica de extracción aquí planteada en proyectos posteriores de investigación sobre alergenos

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Rivero,O; Ponciano,G.(1996). Riesgos Ambientales para la Salud en la Ciudad de México. Programa Universitario del Medio Ambiente, México. 592pp.
- 2.-Fuentes,V.(1991).“La contaminación por partículas suspendidas en la atmósfera del Valle de México”. *Ciencias*.**22**: 45-49.
- 3.- Hernandez,E; Pérez,J; Mungía,M; Catalán,M.(1995). Los niveles de las partículas menores de 10 micrómetros en cinco monitores automáticos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. *Rev. Inst. Nal Enf. Resp. Méx.* **8**:267-274.
- 4.- Arreguín; R. .(1997). La contaminación del aire..*Folium*.**16**:4-6.
- 5.- Hines,A; Ghosh,T; Loyalka,S; Warder,R. (1993). Indoor air quality and control. Prentice Hall. New Yersey.
- 6.- Rivero,O; Ponciano,G.; Fortoul,I.(1993). Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria. Fondo de Cultura Económica (Biblioteca de la Salud), México.228pp.
- 7.- Ferin,J.(1994). Pulmonary retention and clearance of particles. *Toxicology Letters* .**72**:121-125.
- 8.- Muñoz,F.(1989).Alergia Respiratoria en la infancia y la adolescencia Barcelona, España.309pp.
- 9- Rivera,F.(1988) .Amibas en el aire de la Cd. de México. *Información Científica y Tecnológica*.**10**(139):29-31.
- 10- Salvaggio,J.(1994). Inhaled particles and respiratory disease. *J. Allergy Clin Immunol*.**94**(2 Pt1):304-9 Aug.
- 11.- Levitzky.(1993). Fisiología pulmonar. Uteha, México. 337pp.
- 12.- Thatcher,L; Layton,W.(1995) Deposition, Resuspension, and penetration of particles within a residence. *Atm Environ*. **29**(13): 1487-1497.

- 13.- Reyes,C; Mireles,R; Chimal,A; Estrada, Aguirre,A. Moreno,E Osornio,A. (1995). Evaluación de la capacidad hemolítica in vitro de muestras de polvo casero de la Delegación Benito Juárez (D.F). *Rev.Inst.Nal.Enf.Resp.Méx.* **8**(2): 119-123.
- 14.- Tovey,R; Chapman,D; Platts-Mill,E.(1981). Mite faeces are a major source of house dust allergens. *Nature(London)*.289pp.
- 15.- Munir,M.(1995). Environmental factors influencing the levels of indoor allergens. *Pediatr. Allergy. Immunol.* **6** Suppl 7:13-21. .
- 16.-Ginger,C; Harriet,B; Douglas,W.et al.(1998). Limitations of a Home Characteristics Questionnaire as a Predictor of Indoor Allergens Levels. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.* **157**:1536-1541.
- 17.-Vladimir,B.(1994). Health risk of Indoor Air Pollutants: A Central European Perspective. *Indoor Environ.* **3**:213-223.
- 18.- Leaderer,B; Koutrakis, P; Briggs,K; Rizzuto,J.(1990) Measurement of Toxic and Related Air Pollutants. *Proceedings EPA/Air and Waste Management Association International Symposium. VIP-17,567.*
- 19.- Dimich,H; Sterling,T; Kobayashi,D.(1982). Indoor by product levels tobacco smoke : a critical review of the literature. *JAPCA.* **32**:250-259.
- 20.- Kozdrón, B; Przyjazny,A; Namie´snick,J.(1996). Determination of Selected Volatile Organic Compounds in an Indoor Environment. *Indoor. Built. Environ.* **5**: 212-218
- 21.- Burgess, I.(1993). Allergic Reactions to Arthropods. *Indoor. Environ.* **2**: 64-70.
- 22.-Dennis,K;Ledford,D.(1994). Indoor allergens. *J. Allergy. Clin. Immunol.* **94**:327-334.August .
- 23.- Moscato,G; Perfetti,L.(1995) The role of indoor pollution on bronchial hyperreactivity and asthma. *Indoor Environ.* **4**:95-101.
- 24.- Smith,D; Baldwin,L; Amend,M; Kordash,T.(1995). Biologic potency and immunoblotting studies of extracts of three cockroach species. *Ann. Allergy. Asthma. Immunol.* **75**:317-323.

- 25.- Wu,C; Hsieh,M; Huang,J; Luo,S.(1996). Identification of low molecular weight allergens of American Cockroach and production of monoclonal antibodies. *Ann. Allergy. Asthma. Immunol.***76**:195-203.
- 26.- Spitzauer,S; Pandjaitan,B; Muhl,S; Ebner,C; Kraft,D; Valenta,R; Rumpold,H.(1997). Major cats and dogs allergens share IgE epitopes. *J. Allergy Clin Immunol.***99**(1Pt1):100-106.
- 27.- Harkema,J; Hotchkiss,J.(1991).In Vivo Effects of endotoxin on nasal epithelial mucosubstances quantitative histochemistry. *Experimental. Lung. Research.***17**:743-761.
- 28.- Pacheco,C; Diaz,G.(1991). Asma. 1er ed. Facultad de Medicina. UNAM.
- 29.- Martínez,L.(1994). Evaluación de aeroalergenos en ambientes intramuros y extramuros de pacientes asmáticos. Tesis de Licenciatura,pp61.
- 30.- Hirschehr,R; Heppner,C; Spitzauer,D.et al.(1998). Identification of common allergenic structures in mugwort and ragweed pollen. *J. Allergy Clin Immunol.***101**(2):196:206.
- 31.- Rosas,I; Calderón,C; Martínez,L; Ulloa,M; Lacey,J.(1997). Indoor and outdoor airborne fungal propagule concentrations in Mexico City. *Aerobiología.***13**:23-30.
- 32.- Rosas,I; Roy,G; Mosiño,P.(1989). Metereological effects on variation of airborne algae in Mexico. *Int. J. Biometereol.***33**:173-179.
- 33.- Rosas,I; Yela, A; Santos, C.(1994). Ocurrence of airborne enteric bacteria in Mexico City. *Eur. J. Aerobio.***10**:39-45.
- 34.- Vargas, M; Monje,J; Salas,J.(1994). Diagnóstico y tratamiento de asma. *Rev. Inst. Nal. Enf. Respir. Méx.***7**(1):53-66.
- 35.- Lehninger,A.(1985). Bioquímica. Omega,S.A. Barcelona.
- 36.- Smith,K; Krohn,I; Hermanson,G. et al (1985). Measure of protein using bicinchoninic acid. *Anal. biochem.* **150**:76-85.
- 37.- Laemmli,K.(1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature.* **227**: 680-685.
- 38.- Agarwal,M; Yunginger,J; Swanson,M; Reed,C.(1981). An immunochemical method to measure atmospheric allergens. *J. Allergy. Clin. Immunol.***68**:194-200.

- 39.- Twinggs,T; Agarwal,K; Dahlberg,J; Yunginger,W.(1982). Immunochemical measurement of airborne mouse allergens in a laboratory animal facility. *J. Allergy. Clin. Immunol.* **69**(6):522-526.
- 40.- Preller,L; Hollander,A; Heederick,D; Brunekreet,B.(1989). Potentially allergenic airborne particles in the vicinity of yeast and *Penicillium* production plant. *JAPCA.* **39**:1094-1097.
- 41.- Witteman, AM; van Leeuwen,J; Perdok, GL; van der Zee; JS; Stapel, SO; Aalberse, R.C.(1993). Human proteins in house dust. *Allergy.* **48**:383-384.

## APENDICE

Peso molecular y densidad de las proteínas encontradas en el polvo de las nueve casas muestreadas de la Delegación Benito Juárez.

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
105.7	1.4
87.6	2.3
81.4	1.8
71.5	2
60.0	2.3
42.8	2.4
38.5	4.8
14.1	43.4
9.7	39.6

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
83.1	7.0
74.5	4.3
60.7	2.9
56.6	5.4
42.9	6.2
30.1	12.0
15.4	35.7
11.2	16.8
6.9	9.7

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
118.8	5.2
96.7	4.1
88.4	3.6
81.9	4.8
62.5	6.6
45.0	7.3
38.8	5.4
14.0	38.7
9.9	24.3

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
80.9	5.7
76.9	4.8
41.4	2.7
35.6	3.6
15.2	64.1
10.5	10.9
6.5	8.2

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
78.8	13.5
66.6	12.8
53.5	4.5
46.3	3.7
40.9	7.3
30.7	8.4
14.9	36.8
10.5	13.0

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
103.7	1.1
79.6	1.5
60.2	3.4
36.6	13.0
20.1	16.1
13.5	19.4
9.7	21.1
8.4	24.4

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
95.5	0.8
86.6	1.0
80.5	1.5
60.9	0.9
43.8	1.8
37.1	2.7
24.9	1.3
22.5	1.2
13.6	42.5
12.7	31.3
9.4	15.0

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
88.4	15.5
81.4	10.4
68.2	13.9
58.7	7.4
48.0	5.7
41.3	8.0
34.9	6.6
32.1	9.9
20.0	12.8
15.4	9.7

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
87.1	34.6
83.5	12.8
38.2	4.7
13.7	47.9

Peso molecular y densidad de las proteínas encontradas en el polvo de las seis casas muestreadas de la Delegación Gustavo. A. Madero.

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
109.2	1.0
90.6	6.0
80.9	19.4
68.4	10.3
62.1	3.0
48.7	6.6
44.9	4.3
39.9	5.1
17.3	30.5
12.9	13.8

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
104.1	2.6
94.0	3.0
85.5	4.1
78.5	10.2
59.7	5.9
37.1	18.2
15.3	10.8
13.9	23.7
10.6	21.5

ESTA COPIA NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
94.7	16.4
89.0	18.1
81.9	12.8
75.2	11.8
19.4	16.7
17.0	24.2

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
83.2	26.2
77.1	11.3
69.5	2.7
62.4	1.9
36.6	4.5
11.1	53.4

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
85.1	11.6
75.9	10.4
60.2	14.6
37.0	19.7
15.1	43.7

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
100.2	8.5
87.0	14.6
77.7	13.5
61.9	8.7
54.9	9.4
45.1	7.7
37.6	6.1
15.8	22.3
11.1	9.2

Peso molecular y densidad de las proteínas encontradas en el polvo de las cinco casas muestreadas de la Delegación Venustiano Carranza

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
75.5	2.4
59.8	8.2
54.7	3.3
49.8	4.0
42.0	3.9
38.1	3.9
26.9	4.1
22.9	5.3
21.9	5.6
14.4	5.8
9.9	15.3
8.3	38.2

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
99.6	5.2
83.5	17.9
75.9	11.8
71.6	5.8
62.6	6.3
51.0	2.6
39.2	3.8
30.8	6.2
24.8	2.3
22.8	2.6
20.7	4.0
16.1	3.8
14.7	5.5
12.0	18.9
8.0	3.3

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
96.2	6.0
85.5	9.0
74.5	14.6
69.9	8.5
59.5	5.7
52.3	8.3
37.3	15.3
32.6	18.2
11.1	14.4

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
73.3	5.0
62.3	6.0
57.4	17.0
52.3	6.7
47.7	5.8
40.5	6.2
21.5	14.4
15.0	8.8
12.3	6.9
9.8	9.6
8.4	13.6

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
90.7	2.5
77.9	4.3
72.5	1.9
65.4	4.6
56.2	1.7
49.9	3.3
36.9	9.4
29.6	2.5
25.7	10.5
22.3	7.6
19.8	6.0
18.6	11.8
14.8	13.4
12.7	20.3

Peso molecular y densidad de las proteínas encontradas en el polvo de las cuatro casas muestreadas de la Delegación Miguel Hidalgo.

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
84.5	6.9
78.3	9.7
58.3	7.9
56.0	7.8
41.3	10.8
36.1	13.3
19.7	6.7
15.6	16.9
13.3	14.6
9.0	5.4

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
119.1	0.8
111.2	0.7
93.0	7.3
85.4	2.2
77.2	3.0
63.9	1.4
43.1	5.8
34.9	7.3
25.1	14.2
22.9	12.2
16.6	22.7
14.2	22.4

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
72.8	6.6
70.6	6.0
61.8	5.8
52.7	3.1
49.5	6.2
34.8	5.5
30.7	6.1
27.1	4.4
24.3	5.3
13.6	14.6
11.6	18.5
10.2	9.4
8.5	8.5

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
119.5	5.6
95.4	6.3
77.4	7.6
68.4	7.3
60.8	5.4
54.5	5.6
47.5	9.0
35.3	7.2
31.9	6.5
26.4	5.2
22.8	8.7
19.0	7.6
16.0	9.0
14.3	9.0

Peso molecular y densidad de las proteínas encontradas en el polvo de las tres casas muestreadas de la Delegación Iztapalapa.

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
87.3	24.9
79.7	9.2
59.7	7.9
35.9	23.2
16.9	20.0
14.5	14.8

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
101.5	8.5
93.7	9.8
83.4	7.3
74.0	8.9
63.5	9.0
41.7	7.6
37.0	7.7
17.5	19.2
15.0	10.8
12.7	11.2

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
98.1	5.6
89.8	11.5
80.9	12.1
74.0	12.9
61.4	19.2
42.1	21.3
14.9	17.4

Peso molecular y densidad de las proteínas encontradas en el polvo de las dos casas muestreadas en la Delegación Magdalena Contreras.

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
98.5	1.8
90.7	3.7
83.5	1.7
77.1	0.8
63.5	1.0
58.6	1.6
52.4	1.0
45.1	1.2
41.8	2.1
38.1	2.0
34.7	5.6
30.5	6.1
23.9	6.1
16.9	14.2
13.9	18.1
11.0	14.8
9.7	18.2

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
131.8	0.3
125.0	0.1
93.7	0.2
88.9	2.8
81.1	0.4
74.9	0.6
63.5	0.9
49.2	1.4
42.6	1.0
36.9	2.6
30.0	1.2
18.7	3.4
16.6	4.3
14.0	73.1
11.6	4.7
9.4	3.0

Peso molecular y densidad de las proteínas encontradas en el polvo de las dos casas muestradas del municipio de Tlanepantla Estado de México.

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
86.0	16.2
67.2	15.8
40.5	18.0
36.2	16.6
17.7	33.4

PESO MOLECULAR (KDa)	DENSIDAD (%)
104.3	20.6
84.3	20.4
78.2	17.2
16.9	41.8