

## ALTERACIONES BACTERIANAS OROFARÍNGEAS EN HABITANTES DE ZONAS CON DIFERENTE ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Myriam ARRIAGA-ALBA, Rosa Elvira ESPINOSA-ROMERO y María Elena GONZÁLEZ-PATIÑO

Hospital Juárez de México, Av. Instituto Politécnico Nacional 5160. Col. Magdalena de las Salinas 077610 D. F., México

(Recibido marzo 1995, aceptado diciembre 1996)

Palabras clave: contaminación ambiental, colonización de vías respiratorias superiores, bacterias orofaríngeas

### RESUMEN

Las molestias crónicas de las vías respiratorias superiores se encuentran entre los principales efectos adversos de la exposición continua a la contaminación ambiental, constituyendo una de las principales causas de ausentismos laboral y escolar en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. En este trabajo se comparó el estudio microbiológico realizado en dos poblaciones con diferentes niveles de contaminación química y biológica para detectar si la población expuesta a los mayores, muestra alteraciones en el tipo de bacterias presentes en la orofaringe. En los dos grupos de población urbana, tanto infantil como adulta, hubo un incremento importante en la cantidad de bacterias Gram negativas, especialmente aquellas de la familia Enterobacteriaceae y *Branhamella catarrhalis*. Estos resultados fueron estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ), cuando se comparan las dos poblaciones adultas. Se observó también un porcentaje mayor de *Streptococcus faecalis* en los habitantes de la zona urbana con respecto a la población rural, especialmente en el grupo infantil. En la población más afectada por la contaminación ambiental, se aisló más frecuentemente *Staphylococcus aureus*, una de las bacterias características de la orofaringe reconocida como posible patógena. Con los resultados presentados en este trabajo, se recomienda revalorar los criterios de patogenicidad de Enterobacterias en la orofaringe. Asimismo, ante la evidencia de contaminación de tipo fecal en habitantes de la zona urbana, se hace énfasis en la importancia de mejorar las condiciones sanitarias en ésta área, como medida emergente en forma paralela a las acciones tendientes a disminuir la contaminación ambiental.

### ABSTRACT

Upper respiratory diseases are one of the most frequent health damages associated with air pollution. It is also known that they are the main causes of laboral and school absentism. Therefore, a comparative bacteriological study was done among two populations, exposed to high and low levels of air pollution to determine afterwards if there are any alterations of the oropharynx normal bacteria. An important number of Gram negative strains was observed, among two groups of urban population (adult and young), especially those of the Enterobacteriaceae family and *Branhamella catarrhalis*. These results were statistically significant when adult populations from urban and suburban populations were compared ( $P < 0.05$ ). *Streptococcus faecalis* was most easily isolated from infants from the urban zone. One of the most potentially dangerous pathogens isolated among the oropharynx indigenous bacteria was *Staphylococcus aureus*; it was also frequently found among the urban habitants. These results suggest that the patogenicity of Enterobacteriaceae in the oropharynx should be revised. Suggestive data of fecal contamination in the oropharyngeal flora of the people of the high polluted area are presented. Sanitary actions should be improved besides of the effort in trying to reduce the air pollution.

### INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica en la Ciudad de México es un problema agudo y complejo que ha crecido considerablemente en los últimos cincuenta años. Los contaminantes químicos

y biológicos hallados son muy numerosos (ozono, óxidos de azufre, nitrógeno, compuestos fluorados, partículas sólidas, metales pesados, hidrocarburos, nitro-arenos, bacterias y proteínas) y se les encuentra en concentraciones diversas en el mismo día. Debido a la complejidad del problema,

ha sido difícil establecer la asociación causa-efecto de alguno de ellos con los trastornos a la salud de la población expuesta (Suárez 1991, Rivero-Serrano *et al.* 1993, Rosas *et al.* 1994, 1995). La asociación directa de algunos contaminantes con los riesgos biológicos sólo se han podido reconocer en accidentes desafortunados como es el caso de la nube estática de humo que se mantuvo en Londres en 1952 (Fleisher y Nayeri 1991).

En la actualidad, es poco lo que se sabe acerca de los efectos en la salud que causa la exposición crónica a niveles continua o moderadamente elevados de contaminación ambiental, como los que se detectan en la Ciudad de México. Sin embargo, se conoce que la acción inmediata sobre la salud en las personas expuestas es: rinitis alérgica, irritación de ojos así como infecciones frecuentes de las vías respiratorias superiores que son las causas principales de ausentismos laboral y escolar (Arriaga-Alba *et al.* 1992). Existen trabajos realizados en una población londinense entre los 30 y 60 años en donde determinaron que el decremento de bióxido de azufre está relacionado con la disminución de los problemas de expectoración. Otros estudios en Estados Unidos de América y en Gran Bretaña informaron acerca de la reducción de síntomas respiratorios en personas entre los 50 y 70 años al bajar los niveles de algunos contaminantes y en Canadá se reporta una diferencia estadísticamente significativa de síntomas respiratorios entre poblaciones con índices altos y bajos de contaminación ambiental (OPS 1980, Sedue 1990).

El exudado faríngeo es un método recomendado para detectar microorganismos patógenos importantes de la orofaringe. Con él se han podido aislar numerosas especies, aunque no todas pueden ser asociadas a procesos patológicos y su significado aún no se conoce. A pesar de que la contaminación ambiental es un problema serio, existen pocas descripciones sobre la interacción de la contaminación química y biológica y las alteraciones de la colonización normal de la orofaringe y sus posibles implicaciones en la salud (Torales-Torales y Rodríguez-Suárez 1990). Actualmente, de la orofaringe se han aislado más de 30 especies diferentes de microorganismos siendo las más frecuentes de los géneros *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Corynebacterium*, miembros de la familia Enterobacteriaceae, *Neisseria* y *Branhamella*. Se consideran como los patógenos de mayor importancia clínica a *Streptococcus*  $\beta$ -hemolíticos, *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes*, *Corynebacterium diphtheriae*, *Corynebacterium ulcerans* y *Staphylococcus aureus*. Este último puede permanecer en muchos casos como parte de las especies nativas, sin causarle complicaciones al portador (Insenberg y D' Amato 1992). Entre la flora normal más frecuente se ha considerado a *Streptococcus viridans*, micrococos, *Branhamella catarrhalis* y *Corynebacterium* sp., *Staphylococcus epidermidis*, diferentes especies de la familia Enterobacteriaceae (Lactobacilos y bacteroides), (Cheesbrough 1989, Insenberg y D' Amato 1992). La patogenicidad de algunas enterobacterias en la orofaringe es muy discutible. Sin embargo, Torales-Torales y Rodríguez-Suárez (1990), describen un incremento de éstas en la población mexicana.

En el presente estudio se caracterizaron las bacterias de la orofaringe de habitantes de zonas con niveles altos y bajos de contaminación ambiental, para conocer si la exposición continua a diferentes contaminantes puede estar causando alteraciones importantes en el equilibrio del ecosistema orofaríngeo, que pueda explicar las molestias continuas en las vías respiratorias que presenta la población de la Ciudad de México.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Selección de los pacientes

Se realizaron cultivos de exudados faríngeos a 250 individuos voluntarios entre enero de 1992 y abril de 1993 y se les aplicaron cuestionarios sobre la recurrencia de molestias de las vías respiratorias, hábitos de tabaquismo, de alcoholismo y uso de antibióticos. Se excluyeron del estudio a personas que mostraron anteriormente cuadros de bronquitis crónica, asma, alcoholismo y tabaquismo, así como aquellas que estuvieron en tratamiento con antibióticos en el momento de la toma de la muestra o diez días anteriores a ésta.

Se consideraron dentro del grupo urbano a quienes tuvieron más de un año de residencia en la Ciudad de México, siendo éstos trabajadores del Hospital Juárez de México, sus familiares y amigos. El grupo rural estuvo constituido por habitantes de los Reyes Acozac, Municipio de Tecamac en el km 44.5 de la carretera Federal México-Pachuca, en el Estado de México. Ambas poblaciones se subdividieron en infantil (menores de 14 años) y adulta (de 15 a 60 años), que a su vez se separaron en cuatro grupos: 1) adulto de la zona urbana, 2) adulto de la zona rural, 3) infantil de la zona urbana y 4) infantil de la zona rural.

### Toma de la muestra

Se siguieron las recomendaciones de Burnet y Schuster (1982), para procesar el exudado faríngeo. Las muestras se tomaron entre las 7 y las 9 horas y se recibieron en caldo de infusión cerebro corazón (BHI) y en medio de tioglicolato reducido con aceite de parafina. Todas las muestras fueron transportadas inmediatamente al laboratorio para ser procesadas e incubadas en menos de tres horas.

### Cultivo y aislamiento

Los precultivos se incubaron a 37°C durante cuatro horas para el aislamiento de bacterias aerobias y de 24 horas para las microaerobias y anaerobias, con el fin de aislar todos los microorganismos presentes en las muestras. Los precultivos provenientes de caldo BHI se sembraron en medio de sangre enriquecido con eritrocitos de carnero al 5%, agar de Mc Conkey y agar de sal y manitol, incubándolos durante 24 horas en condiciones de aerobiosis estricta. Las muestras del medio de tioglicolato se aislaron en agar chocolate, agar san-

gre de cordero al 5%, incubándose 48 horas a 37°C en atmósfera de CO<sub>2</sub> y en medio de agar sangre de cordero al 5% enriquecido con hemina-menadiona, incubándose 72 horas en atmósfera rica en N-H-CO<sub>2</sub>, producida con un catalizador Anaerocult A Merck No. 13829.

Posteriormente, se procedió a obtener cultivos axénicos para realizar las pruebas de identificación, efectuándose primeramente tinción de Gram, catalasa, oxidasa y tolerancia al oxígeno, posteriormente pruebas de coagulasa, CAMP para la identificación de *Streptococcus-β-hemolíticos*, crecimiento en NaCl al 6.5%, así como fermentación de azúcares, tolerancia al cianuro, hidrólisis de bilis, producción de indol y prueba de Voges-Proskauer, resistencia a bacitracina y optoquina, de acuerdo con lo recomendado por Mac Faddin (1980), para cada grupo de bacterias.

### Análisis estadístico de los datos

El análisis estadístico se efectuó con la fórmula de variables múltiples del teorema de Cochran, en donde se evalúa la distribución independiente de ambas poblaciones considerando el número de individuos en cada grupo de estudio con relación al total de especies aisladas y el número de casos en que se encontraron (Anderson 1984).

## RESULTADOS

Se hicieron cultivos de exudado faríngeo a 250 personas, de ellos sólo 124 individuos cumplieron con los criterios de inclusión. De estos 83 pertenecían al grupo urbano (38 menores y 45 adultos) y 41 al grupo rural (20 menores y 21 adultos).

En la población adulta de la zona urbana se aisló con más frecuencia *Branhamella catarrhalis*, *Escherichia coli*, especies de *Enterobacter*, que en la población rural, encontrándose también en la población urbana mayor cantidad de especies Gram negativas incluyendo bacterias patógenas como especies de *Klebsiella* y *Salmonella*, como puede observarse en la **figura 1**. Al aplicar la prueba de Q de Cochran (Anderson 1984), se notó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las poblaciones urbana y rural adulta a  $p < 0.05$ .

No se hallaron diferencias entre las diversas especies Gram negativas aisladas de habitantes de menor edad de las dos áreas estudiadas. Sin embargo, se observó mayor incidencia de contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Enterobacter spp.* en habitantes de la zona urbana con respecto al grupo testigo como se observa en la **figura 2**.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en lo que respecta a las bacterias Gram positivas de la orofaringe de las poblaciones de las áreas urbana o rural, adulta o menor, aunque pueden notarse en la colonización (**Figs. 3 y 4**).

Los microorganismos Gram positivos característicos de la faringe, están constituidos especialmente por *Streptococcus*

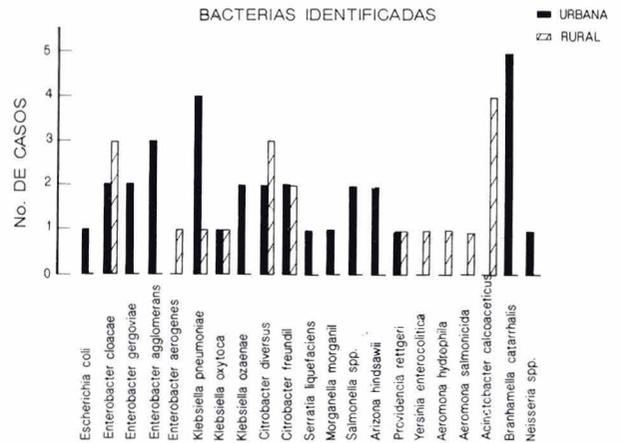


Fig. 1. Bacterias Gram negativas aisladas de la orofaringe de la población adulta. Área urbana n=45, Área rural n=21.

*viridans*, que fueron aislados en ambas poblaciones. En la población adulta de la zona urbana se aislaron con más frecuencia bacterias Gram positivas patógenas, como *Streptococcus pyogenes* o potencialmente patógenos como *Staphylococcus spp.* (**Fig. 3**).

La población infantil de la zona urbana (**Fig. 4**) presentó mayor incidencia de individuos colonizados con *S. aureus* y otras especies de *Staphylococcus*, notándose también que en este grupo fue más frecuente el aislamiento de microorganismos indicadores de contaminación fecal como *S. faecalis* que en personas de la misma edad de la población rural.

Con respecto a los resultados obtenidos en el aislamiento de bacterias anaerobias únicamente se encontraron *Peptostreptococcus* y *Peptococcus* en las poblaciones infantiles de ambas áreas, sin observarse diferencias importantes en la cantidad de sujetos afectados en el área urbana (**Fig. 4**).

Las principales molestias que mostraron en las vías res-

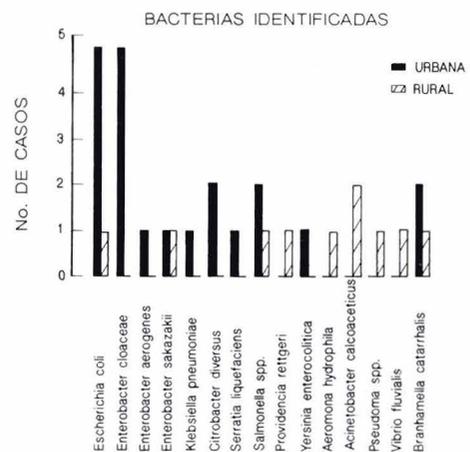


Fig. 2. Bacterias Gram negativas aisladas de la orofaringe de la población infantil. Área urbana n=38, Área rural n=20.

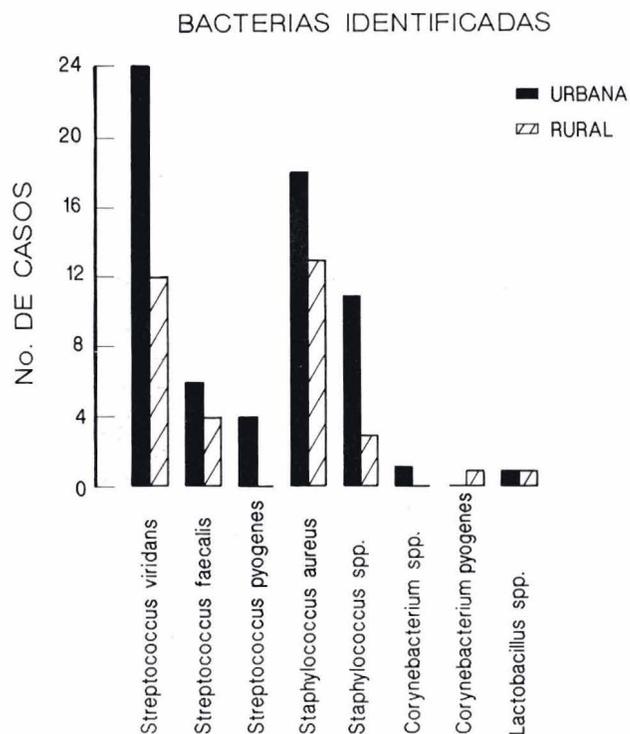


Fig. 3. Bacterias Gram positivas aisladas de la orofaringe de la población adulta. Área urbana n=45, Área rural n=21.

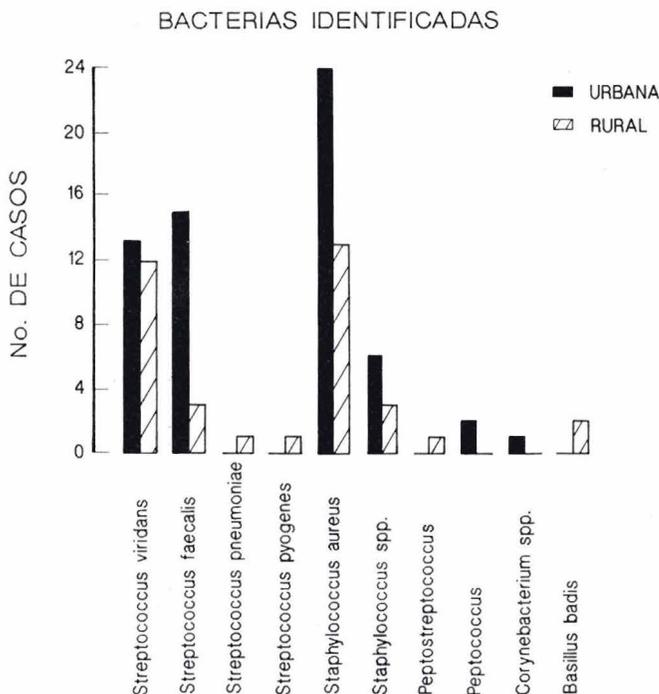


Fig. 4. Bacterias Gram positivas aisladas de la orofaringe de la población infantil. Área urbana n=38, Área rural n=20.

piratorias fueron: gripe, tos, faringitis y rinorrea y fueron en mayor frecuencia y recurrencia anual en los habitantes de la zona urbana, como se muestra en la figura 5.

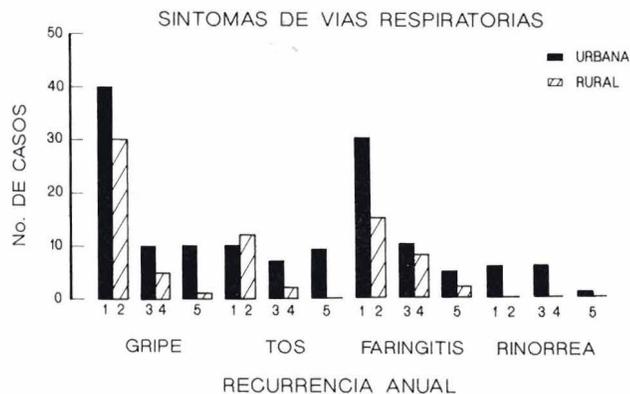


Fig. 5. Principales molestias respiratorias referidas por la población estudiada en áreas con diferentes niveles de contaminación. Área urbana n=83, Área rural n=41.

## DISCUSIÓN

Los resultados encontrados en este trabajo mostraron que la población adulta de la zona urbana presenta con más frecuencia bacterias de origen fecal como *Escherichia coli* y otras enterobacterias como *Enterobacter spp.*, *Arizona hinshawii* y *Salmonella spp.*, hallándose en este grupo mayor diversidad de Gram negativas que entre las personas de la misma edad expuestas a menores niveles de contaminación, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) y opuestas a algunos datos descritos en la literatura que proponen que las enterobacterias se aíslan en baja frecuencia en la orofaringe y cuando están presentes raras veces producen un cuadro infeccioso (Burnett y Schuster 1982, Insenburg y D'Amato 1992); aún más, otros autores no consideran a los miembros de la familia Enterobacteriaceae como posibles colonizadoras de la orofaringe (Cheesbrough 1989). No obstante, existe otro reporte en Alemania que concuerda con los resultados presentados aquí (Goren 1991) que describe el incremento de enterobacterias en áreas con altos niveles de contaminación ambiental, lo que favorece la sensibilidad de los individuos a infecciones virales. Consecuentemente, con los resultados de este trabajo se muestra que la orofaringe en la población urbana está contaminada con bacterias de origen fecal, probablemente por exposición o por ser favorecido su desarrollo en esta región del tracto respiratorio.

*Branhamella catarrhalis* es un microorganismo que se encuentra ocasionalmente en las vías respiratorias de individuos sanos, sin embargo, en los últimos años se ha demostrado que puede ser causante de infecciones de las vías respiratorias altas y del oído (Dehamur *et al.* 1989, Morello *et al.* 1992). En este

trabajo se demuestra que las personas expuestas a niveles constantes de contaminación ambiental contienen con mayor frecuencia *B. catarrhalis* que aquellas que viven en lugares menos contaminados, estos datos pueden ser indicadores de una alteración en el equilibrio de la flora bacteriana de la orofaringe en los habitantes de la zona urbana y deberán realizarse más estudios para evaluar la patogenicidad de *B. catarrhalis* a este nivel.

La diferencia de contaminación fecal entre la población infantil de la zona urbana, especialmente con *Escherichia coli* y de los habitantes de zonas de menor contaminación no fue significativa, lo que podría deberse al bajo tamaño de la muestra, por lo cual es recomendable que se hagan más estudios sobre las bacterias orofaríngeas en menores que habitan en áreas con distinto nivel de contaminación. En la población rural de ambos grupos (menor y mayor de edad), una de las bacterias Gram negativas que se encontró con más frecuencia fue *Acinetobacter calcoaceticus*, que es normal en la piel y puede aislarse de diversos especímenes clínicos, siendo rara vez patógena (Isenberg y D'Amato 1992).

La población bacteriana constituida por Gram positivos, aislada de personas mayores de quince años, no presentó diferencias significativas entre las poblaciones de niveles menores o mayores de contaminación. *Staphylococcus aureus*, considerada como una bacteria indigente de la orofaringe, que es potencialmente patógena, se aisló con frecuencia en ambas poblaciones, lo cual concuerda con datos de Peter *et al.* (1986), obtenidos en los Estados Unidos de América. En la población adulta del área urbana, se aislaron otras especies de *Staphylococcus*, coagulasa negativa y fermentadoras de manitol (*Staphylococcus haemolyticus* o *Staphylococcus saprophiticus*), que pueden ser de importancia clínica (Kloos y Lambe 1992), aunque en los ensayos de rutina sólo se reporta a *Staphylococcus aureus* como posible patógeno. Las variedades coagulasa negativa son consideradas como bacterias normales de la nariz (Isenberg y D'Amato 1992), su incremento en la población urbana deberá ser mejor evaluado para determinar si no hay cambio en el equilibrio normal de las bacterias indigentes de la faringe. Aunque *S. pyogenes*, uno de los principales patógenos de la orofaringe, se detectó únicamente en la población del área más contaminada, los datos no fueron significativos. El incremento de *Streptococcus spp.* patógenos en áreas con aire contaminado, ha sido previamente descrito por Hryniewicz (1994) en zonas industrializadas de Europa del Este.

*S. aureus* en los grupos menores de quince años, de las áreas urbana y rural, fue el principal microorganismo Gram positivo que se aisló. Sin embargo, la diferencia mayor entre las dos poblaciones es que se presenta con más frecuencia *S. faecalis* en los habitantes de la zona urbana. Esta es una bacteria característica de contaminación fecal (Koneman *et al.* 1989), que rara vez se halla en vías respiratorias y cuando se observa no es un agente etiológico de infecciones importantes (Isenberg y D'Amato 1992), volviendo a hacer énfasis en que la población

urbana está más expuesta a contaminación de origen fecal.

Los resultados de los cuestionarios que se utilizaron para seleccionar a los individuos incluidos en esta investigación concuerdan con los datos publicados por SEDUE (1992), ya que se determinó que las molestias referidas con mayor frecuencia por la población fueron; gripe, faringitis, tos y rinorrea, observándose que estos cuadros tienen mayor recurrencia anual en la población urbana. Debe hacerse notar que la elevada frecuencia de rinorrea en esta población sugiere evidencias de procesos alérgicos. Los resultados del presente trabajo mostraron alteraciones en la heterogeneidad bacteriana en personas que han estado expuestas durante tiempo prolongado a la contaminación ambiental, aunque es difícil asociar estos datos con daños en la salud, ya que para conocer mejor los efectos de la contaminación en las vías respiratorias superiores, se recomienda realizar estudios comparados en tiempos más prolongados (Rivero Serrano *et al.* 1993).

Debe hacerse notar que la contaminación ambiental en la Ciudad de México registrada por las instituciones gubernamentales durante el tiempo de esta investigación llegó hasta 298 IMECA de ozono en marzo de 1992 (SEDUE 1992), manteniéndose constantemente elevada en los meses en que se tomaron las muestras. Sin embargo, los resultados presentados en este trabajo, son más representativos de daños biológicos producidos por exposición continua a niveles constantemente elevados de contaminación del aire, que a niveles esporádicamente muy altos como en los casos de contingencias ambientales. En efecto, el daño agudo a la salud por niveles elevados de ozono en el sistema respiratorio es dificultad respiratoria e irritación de ojos, que se recupera cuando se respira un ambiente menos contaminado (Rivero-Serrano *et al.* 1993). Se considera que las alteraciones presentadas en este estudio, no son producto de falta de higiene de la población escogida porque la población urbana estuvo constituida por trabajadores del Hospital Juárez de México, con un nivel de escolaridad mayor al de educación media superior (adultos) y los menores fueron hijos o hermanos pequeños de éstos. La población adulta testigo, estuvo constituida principalmente por amas de casa y los menores fueron sus hijos que asistían a escuelas cercanas a su domicilio, sin exponerse a los niveles importantes de contaminación biológica del área urbana (Rosas *et al.* 1994, 1995). Cabe mencionar que las condiciones higiénicas de vivienda y agua potable de la población testigo eran adecuadas y comparables a la urbana. Se eliminaron del grupo de habitantes de los Reyes Acozac, Municipio de Temac, a quienes realizaban viajes constantes a la Ciudad de México, como es el caso de personal profesional del Hospital Juárez de México.

## REFERENCIAS

- Anderson T.W. (1984). *An introduction to multivariate statistical analysis*. 12a. Ed., Wiley, Nueva York, pp. 257-259.

- Arriaga-Alba M, Espinosa R.R. y Muñis L.F.E. (1992). Prevalencia de infecciones de vías respiratorias superiores en el D.F. y Zona Metropolitana. *Bioquímica* 16 (Suppl.), 111.
- Burnett G.W. y Schuster G.S. 1982. *Microbiología oral y enfermedad infecciosa*. Ed. Médica Panamericana Buenos Aires, pp. 170-207.
- Cheesbrough M. (1989). *Medical manual for tropical countries*. Vol. 11 Microbiology, Ed. ELBS Cambridge, pp. 457-459.
- Dehamur E., Skuermond G., Debroca A., Defovillo C, Laurans G, Muir J.F. y Orbilia J. (1989). Nosocomial infections caused by *Branhamella catarrhalis* in intensive care units. *Agressologie* 30, 251-253.
- Fleisher J.M. y Nayeri K. (1991). Mortality and air pollution in London: a time series analysis. *Am. J. Epidemiol.* 133, 631-633.
- Goren E. (1991). Colibacillosis in poultry: etiology, pathology and therapy. *Tijdschr. Diergeneesd.* 116, 1122-1129.
- Hryniewicz W. (1994). Bacterial resistance in eastern Europe selected problems. *Scand. J. Infect. Dis. (Suppl. 93)*, 33-39.
- Insenberg H.D. y D'Amato R.F. (1992). Indigenous and pathogenic microorganisms of humans. En: *Manual of clinical microbiology* (W.J. Ballows, K.L. Hausler, H.D. Hermann, H.J. Insenberg y H.J. Shadomy, Eds.). 5a.Ed., American Society for Microbiology Washington, pp. 2-14.
- Koneman E.W., Allen S.D., Dowell V.R. y Sommers H.M. (1989). *Diagnóstico microbiológico*. Ed. Médica Panamericana, México, pp. 636-640.
- Kloos W.E. y Lambe D.W. (1992). *Staphylococcus*. En: *Manual of clinical microbiology* (W.J. Ballows, K.L. Hausler, H.D. Hermann, H.J. Insenberg y H.J. Shadomy, Eds.). 5a. Ed., American Society for Microbiology, Washington, pp. 222 - 237.
- Mac Faddin J.F. (1980). *Biochemical test for identification of medical bacteria*. 2a. Ed., Williams y Williams, Baltimore, pp. 346-464.
- Morello J.A., Janda W.M. y Doren G.V., (1992). *Neisseria and Branhamella*. En: *Manual of clinical microbiology* (W.J. Ballows, K.L. Hausler, H.D. Hermann, H.J. Insenberg y H.J. Shadomy, Eds.), 5a. Ed., American Society for Microbiology, Washington, pp. 258-276.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud) (1980). Manual de calidad del aire en medio urbano. *Publicación Científica*. 401, 35-53.
- Peter G, Giebink S.G, Hall C.B. y Plotkin S.A. (1986). Report of the Committee on Infectious Diseases. 28a. Ed., American Academy of Pediatrics, Nueva York, pp. 470-487.
- Rivero-Serrano O., Ponciano-Rodríguez G. y Fortul van der Goes T. 1993. *Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria*. Fondo de Cultura Económica, México, pp. 64-74, 137-147.
- Rosas I., Yela A. y Santos-Burgoa C. (1994). Occurrence of airborne enteric bacteria in Mexico City. *Aerobiología* 10, 39-45.
- Rosas I., Yela A., Arreguín R. y Rodríguez-Romero A. (1995). Preliminary assessment of protein associated with airborne particles in Mexico City. *Aerobiología* 11, 81-86.
- SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología) (1990). Programa Integral contra la contaminación atmosférica de la zona Metropolitana de la Ciudad de México, México, pp. 1-69.
- SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología) (1992). Índices y equivalencias de monitoreo de contaminantes ambientales en el D.F. de Junio de 1991 a junio de 1992, México.
- Suárez B.G. (1991). Análisis de la calidad atmosférica en la Ciudad de México. *Información Científica y Tecnológica* 13, 36-40.
- Torales-Torales A.N. y Rodríguez-Suárez J. (1990). Infecciones de vías respiratorias. En: *Infectología Clínica* (N. Gonzales-Saldaña, A. Torales-Torales y D. Gómez-Barreto, Eds.) 4a. Ed., Editorial Trillas, México, pp. 43-69.