

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS



**CALIDAD BACTERIOLÓGICA EN EL AIRE DEL CENTRO
HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA,
JALISCO, MÉXICO.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN LA MODALIDAD DE TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA.**

**PRESENTA:
ANA XÓCHITL GONZÁLEZ BECERRA
ZAPOPAN JALISCO; JUNIO 2006.**



Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y
Agropecuarias

Coordinación de Titulación y Carrera de Licenciatura
en Biología
4771 C. C. BIOLOGÍA

C. ANA XÓCHITL GONZÁLEZ BECERRA
PRESENTE

Manifiestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de: **Tesis e Informes** opción **Tesis** con el título :
" **CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL AIRE EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA, JALISCO, MÉXICO** " para obtener la Licenciatura en Biología.

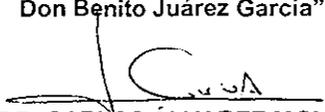
Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director / a de dicho trabajo el/la: **DR. JAVIER GARCÍA VELASCO** y el Asesor / a es: **M en C. JOSEFINA CASAS SOLÍS.**

Sin más por el momento, le envío un caluroso saludo.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"

Las Agujas, Zapopan., 8 de Mayo del 2006.

"2006. Año del Bicentenario del natalicio del Benemérito de las Américas.
Don Benito Juárez García"



DR. CARLOS ÁLVAREZ MOYA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN



DRA. LAURA GUADALUPE MEDINA CEJA
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

C.c.p. DR. JAVIER GARCÍA VELASCO - Director del trabajo

Dr. Carlos Álvarez Moya.
 Presidente del Comité de Titulación.
 Carrera de Licenciado en Biología.
 CUCBA.
 Presente

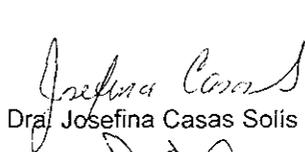
Nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de titulación, modalidad TESIS E INFORMES, opción TESIS con el título: "CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL AIRE EN EL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA, JALISCO, MÉXICO" que realizó la pasante ANA XOCHITL GONZÁLEZ BECERRA con número de código 397619867 consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorizar su impresión.

Sin otro particular quedamos de usted con un cordial saludo.

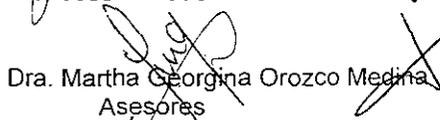
ANA XOCHITL GONZÁLEZ BECERRA
 Zapopan, Jalisco 30 de Mayo 2006



Dr. Javier Garcia Velasco
 Director del trabajo,



Dra. Josefina Casas Solís



Dra. Martha Georgina Orozco Medina
 Asesores



14/6/06

Nombre completo de los Sinodales asignados por el Comité de Titulación	Firma de aprobado	Fecha de aprobación
Biol. Sergio Alvarez B.		30-05-06
plante Aurora Resca Ramirez		30/05/2006
MA. CAUZ ARRIAGA Ruiz		05/06/06
Luz Elena Claudio		19/06/06

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a grandes personas en mi vida personal y académica:

Mi mamá y papá: María Eva Becerra González

Mi hermana: Gloria Natalia Becerra González

Mi abuelo: Miguel Becerra Muñoz

Mi tía: Ana María Becerra González

Mi maestro y amigo: Dr. Javier García Velasco

Y mis dos grandes amigas: Dulce Castillo Aguirre y Beatriz Rodríguez Pérez.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por darme la oportunidad de existir, por darme una familia y amigos, que me ayudaron a lograr todo lo propuesto.

A mi familia, mi mamá, por darme todo lo necesario: la vida, cariño, valores como responsabilidad, deseos de superación, fuerza; a mi hermana por apoyarme en mis decisiones, por su cariño y su ternura; a mi tía que sin su apoyo y consejos, jamás hubiese logrado llegar a la meta; a mis abuelos, por su ejemplo, sus consejos, su apoyo, y su cariño.

A mis maestros y tutor, por sus conocimientos. Al Dr. Javier García Velasco, mi director, por permitirme aprender de él, apoyarme, animarme, por toda su ayuda y brindarme su amistad. A mis asesoras, la Dra. Josefina Casas Solís, por su tiempo, apoyo, consejos y amistad; Dra. Martha Georgina Orozco Medina, por su apoyo y tiempo.

A mis compañeros y amigos, en especial a Beatriz Rodríguez Pérez, por su amistad incondicional y apoyo, a Dulce Castillo Aguirre porque a pesar de la distancia y el tiempo siempre esta para mí. A los chicos del laboratorio de microbiología Alejandra y Ricardo por su ayuda y su alegría.

Gracias a todos los que me ayudaron y apoyaron para llegar a este punto, porque de todos aprendemos algo. Debemos tomar lo mejor de cada persona que cruza por nuestras vidas y recordar tanto las alegrías como las penas, ambas son parte de la vida, y es lo que nos hace valorar las cosas importantes.

ÍNDICE

1. RESUMEN.	01
2. INTRODUCCIÓN.	02
3. ANTECEDENTES.	04
4. MARCO TEORICO.	06
4.1. <i>CONCEPTOS BÁSICOS</i>	06
4.2. <i>COMPOSICIÓN DEL AIRE.</i>	06
4.2.1. <i>Partículas suspendidas.</i>	06
4.2.2. <i>Aerosoles y bioaerosoles.</i>	07
4.3. <i>POSIBLES CAUSAS DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA EN EL AIRE.</i>	09
4.3.1. <i>Bioaerosoles y salud.</i>	10
4.3.3. <i>Bacterias en el aire.</i>	12
4.4. <i>CALIDAD DEL AIRE.</i>	14
4.4.2 <i>Calidad del aire en México.</i>	15
4.4.3 <i>Calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara.</i>	17
4.4.4 <i>Percepción de la calidad del aire.</i>	17
4.5. <i>ÍNDICES DE CALIDAD.</i>	19
4.5.1. <i>Índice de calidad del aire (AQI).</i>	19
4.5.2. <i>Índice metropolitano de la calidad del aire (IMECA).</i>	20
4.6. <i>ACCIONES PARA CONTROLAR LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE.</i>	21
4.6.1. <i>Acciones de monitoreo de la calidad del aire realizadas en la Republica Mexicana.</i>	22
4.6.2. <i>Acciones de monitoreo de la calidad del aire realizadas en la Zona Metropolitana de Guadalajara.</i>	23
5. HIPOTESIS.	25
6. OBJETIVOS.	26
7.1 <i>GENERAL.</i>	26
7.2 <i>PARTICULARES.</i>	26
7. METODOLOGÍA.	28
7.1 <i>ÁREA DE ESTUDIO.</i>	28
7.1.1 <i>Descripción geográfica.</i>	28
7.1.2 <i>Clima.</i>	28
7.1.3 <i>Demografía.</i>	28
7.1.4 <i>Vientos y patrones generales de circulación en superficie.</i>	29
7.2 <i>METODOLOGÍA.</i>	30
7.2.1 <i>Composición bacteriológica.</i>	31
7.2.1.1 <i>Toma de muestra.</i>	32
7.2.1.2 <i>Aislamiento e identificación.</i>	33
7.2.2 <i>Percepción de la población.</i>	38
8. RESULTADOS.	39
8.1. <i>CARACTERIZACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO</i>	39
8.2. <i>COMPOSICIÓN BACTERIOLÓGICA</i>	48

8.2.1. Método por gravedad	48
8.2.2 Método mecánico.	52
8.3. PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN.	59
9. DISCUSIÓN.	66
10. CONCLUSIONES.	69
11. BIBLIOGRAFÍA.	70
12. ANEXOS.	73

ÍNDICE DE CUADROS

4.1. Fuentes naturales y antropogénicas que contribuyen a incrementar la concentración de bacterias a la atmósfera.	13
4.2. Normas nacionales para la calidad del aire en varios países de América Latina y guías globales de la OMS.	15
4.3. Diferencias entre partículas ásperas.	16
4.4. Normatividad en materia de la calidad del Aire en la Atmósfera en México. Valores Normados para los contaminantes.	16
4.5. Índices de calidad de Aire (AQI) y problemas a la salud.	20
4.6. Interpretación del IMECA.	21
4.7. Estaciones de Red Automática de Monitoreo de la Zona Metropolitana de Guadalajara.	23
7.1 Localización con coordenadas de los puntos de muestreo.	30
8.1. Promedio de unidades formadoras de colonias en 5 minutos de exposición, por punto de muestreo.	48
8.2. Promedio de unidades formadoras de colonias por m ³ , por punto de muestreo.	52

ÍNDICE DE FIGURAS.

4.1. Flujo generalizado del polvo en el Caribe y los Estados Unidos.	7
4.2. Tamaño de partículas μm .	8
4.3. Síntomas y enfermedades relacionadas con la calidad del aire.	8
4.4. Camino aerobiológico para la transmisión de una enfermedad respiratoria.	11
4.5. Evolución de la tuberculosis no tratada en el cuerpo humano.	12
4.6. Estaciones de Res Automática de Monitoreo de la Zona Metropolitana de Guadalajara.	24
7.1 Localización del área de estudio.	29
7.2. Cajas de petri con medio de cultivo.	32
7.3. Analizador de aire Millipore Mair T®	33
8.1. <i>Staphylococcus</i> .	51
8.2. <i>Streptococcus</i> .	51
8.3. <i>Corynebacterium</i> .	55
8.4. <i>Escherichia</i> .	55
8.5 Mapa de carga bacteriana por minuto del primer muestreo.	56
8.6. Mapa de carga bacteriana por minuto del segundo muestreo.	57
8.7. Mapa de carga bacteriana por minuto del tercer muestreo.	58

1. RESUMEN

En la Ciudad de Guadalajara, Jalisco, la calidad del aire solo se evalúa para contaminantes químicos y físicos por medio de la red automática de monitoreo atmosférico (RAMA). Por lo que en este estudio se determinó la calidad bacteriológica del aire en el centro histórico de Guadalajara, por considerarse un parámetro importante en función de incidir en la población de gran número de pobladores al ser una zona de concentración de actividades turísticas, de servicios y comercios, así como de tránsito vehicular.

Se realizaron tres muestreos, en horario matutino, en 25 puntos en espacios exteriores, correspondientes a los meses de marzo, mayo y agosto del 2005, para conocer la composición bacteriológica del aire en la zona del centro histórico de Guadalajara, que corresponde perimetralmente a las calles Juan Álvarez, Juan Díaz Covarrubias y Ángulo y las Avenidas Federalismo y La Paz. Para la ubicación se considero el tráfico vehicular, densidad de paso de población, actividades económicas y educativas, etc.

Para el muestreo se utilizaron dos métodos: uno por gravedad y otro mecánico. En el de gravedad, se utilizaron cajas de petri con agar soya tripticaseina (TSA) para la detección y aislamiento de bacterias mesófilas aerobias. Las cajas se abrieron a una altura de 1 m, durante 5 minutos. Se incubaron a 37 °C durante 24 horas, tiempo al que se cuantificaron las unidades formadoras de colonias (UFC) por caja, utilizando un cuenta colonias de Québec, después se aislaron y se procedió a realizar las pruebas de identificación; en el método mecánico se utilizo una bomba de filtrado de aire Millipore®, la cual impactó en caja el contenido biológico de 100 litros de aire, siguiendo el procedimiento de incubación y determinación similar al método de gravedad. (Rosas, 2003)

Los géneros encontrados fueron: *Aerococcus*, *Bacillus*, *Citrobacter*, *Corynebacterium*, *Chryseomona*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Proteus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Salmonella*, *Vibrio*, la mayoría son especies patógenas que posiblemente afectan la salud de la población del área de estudio. Las especies más abundantes corresponden a los géneros *Staphylococcus* y *Streptococcus*. En su mayoría estos géneros son causantes de enfermedades en el sistema respiratorio, como: faringitis aguda, neumonía aguda, sinusitis, meningitis; además de infecciones cutáneas y de mucosas.

Los puntos con mayor abundancia de bacterias, se ubican de manera muy específica, principalmente cercanos a mercados municipales y centros escolares, y en general las bacterias se presenta de forma uniforme en toda la zona estudiada.

Como parte de los objetivos, se aplicaron 10 encuestas por punto de muestreo, para conocer si la población percibe los efectos de la contaminación bacteriana en el área de estudio.

La población mencionó dar más importancia a la contaminación química, sin embargo, relacionan sus visitas al centro con enfermedades que presentaron el año pasado, en su mayoría del tipo de respiratorias, originadas por organismos patógenos.

2. INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire es el resultado de la creciente industrialización y del desarrollo económico asociado con la cantidad de vehículos, aumento de bienes materiales y más espacio dedicado a las zonas urbanas. Los reportes científicos se acumulan anualmente y documentan las concentraciones de los contaminantes fisicoquímicos, los cuales son irritantes y hasta tóxicos a los pobladores; y tienen el potencial de formar otros compuestos en la atmósfera aún más tóxicos que los compuestos originalmente emitidos, como consecuencia, dañan ecosistemas, bosques, cultivos agrícolas, monumentos históricos y materiales de construcción en general. (Sistema de monitoreo de la ciudad de México, 2005).

Las evaluaciones anuales de la calidad de aire, en las ciudades, tienen como objetivo medir que la presencia de contaminantes atmosféricos que puedan significar o representar un riesgo para la salud y para el medio ambiente. (Curiel, et al. 1994).

Debido a esto, desde 1995 se integró, la Red Automática de Monitoreo Ambiental para la Zona Metropolitana de Guadalajara (RAMAG), la cual esta constituida por ocho estaciones que miden de manera continua la concentración de Ozono (O_3), bióxido de azufre (SO_2), bióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO), partículas suspendidas totales (PST), partículas fracción respirable (PM_{10}) e hidrocarburos (CH); estas estaciones se distribuyen, procurando que el sitio donde se colocan, sea representativo de los alrededores y no se presenten influencias debido a fuentes contaminantes o áreas que los atenúen. (Hernández, 2006).

Uno de los parámetros, del cual se tienen más reportes y estudios, donde se hace referencia al daño que causan a la población son las partículas suspendidas, en particular aquellas con tamaños inferiores a los 10 micrómetros (PM_{10}), pues causan severos estragos a la salud, al penetrar hasta las áreas más pequeñas y sensibles de las vías respiratorias, agravando los síntomas de las frecuentes enfermedades de pulmones, arterias, corazón y sistema respiratorio; este daño es superior en los pobladores de ciudades y en regiones ubicadas cerca de industrias y en grandes asentamientos humanos. La reducción en la esperanza de vida, los gastos económicos para el tratamiento de enfermedades cardiopulmonares, los recursos en productividad laboral y escolar por las personas afectadas y sensibles a los contaminantes en el aire, nos demuestran la severidad que este rubro de la contaminación ambiental que impacta a ciudades, regiones geográficas extensas y que viajan miles de kilómetros alrededor del globo terráqueo. (Sistema de monitoreo de la ciudad de México, 2005).

Si bien, se integra a los microorganismos dentro de las partículas suspendidas, no se cuantifican ni identifican, a pesar de que muchas especies de hongos y bacterias (incluyendo alguno que sea patógeno para el humano) tienen características para realizar el transporte atmosférico de largo alcance. El polvo del desierto africano puede afectar la calidad del aire en África, Europa, el Oriente Medio, y América. El polvo asiático del desierto puede afectar la calidad del aire en Asia, el Ártico, Norteamérica, y Europa. La exposición atmosférica al polvo del desierto puede afectar la salud humana directamente con la inducción alérgica de la tensión respiratoria. Además, las esporas de hongos, dentro de estas nubes de polvo, pueden sembrar ecosistemas en ambientes al aire libre y al interior. (Eugene, Dale y Douglas, 2003).

La exposición a bacterias, hongos, micotoxinas y virus suspendidos en el aire es la causa de un riesgo biológico potencial. (Rosas, 2003).

Algunos, posibles puntos generadores de contaminación bacteriana en el área de estudio, son los mercados, como el corona, el San Juan de Dios (o libertad) entre otros; puntos de infección importantes por el tipo de artículos que son vendidos, como son frutas, verduras; productos perecederos, que al haber excesos o no ser vendidos en tiempo, se convierten en origen de crecimientos de diversos organismos, como son bacterias, hongos, mosquitos, moscas, ratas, etc.; las alcantarillas que son convertidas en basureros por pobladores y visitantes del centro de la ciudad; puentes y esquinas que son utilizadas como sanitarios públicos.

Tomando en cuenta lo anterior y dado que uno de los principales promotores de contaminación en las ciudades son las excretas; principalmente de origen de rata, perro, humano, por último el de aves y otros animales domésticos (Salcedo, 1997); es importante identificar las especies bacterianas a la que se esta expuesto al visitar estos lugares.

Las bacterias del aire en general se dispersan con relativa facilidad, tal como los patógenos verdaderos y los oportunistas del tipo *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pyogenes*, comunes en la nasofaringe humana que se expulsan al aire por gotas de saliva, mucus, al toser, estornudar, hablar, escupir o reír y que son responsables de la transmisión de enfermedades comunes del aparato respiratorio. (Nava, 2006).

Se han utilizado diferentes métodos de análisis para determinar la contaminación en el aire, de los mas utilizados son los métodos cuantitativos como son recuento en placa para determinar el número de unidades formadoras de colonias (UFC) por placa relacionado con tiempo de exposición o por recuento directo utilizando un portaobjetos modificado (un portaobjetos impregnado de una sustancia adhesiva que se desplaza por el aire en un avión). Actualmente, se utiliza una bomba que succiona un volumen calibrado de aire a través de un filtro de membrana con un tamaño de poro 0,5 μm o inferior. (Dominguez, 1998).

3. ANTECEDENTES

La contaminación del aire, ha sido un problema de salud pública, desde hace siglos. Séneca, hablaba ya del aire cargado de Roma, en el año 61 A.C., y existían leyes romanas, que limitaban la carga y descarga de los carros de mercancías, por cuestiones medioambientales. (Dadrio, 2001).

En el siglo XIII, el rey Eduardo I de Inglaterra prohibió la quema de ciertos carbones altamente contaminantes en Londres originando las primeras ordenanzas de control de la contaminación. (CEPAL, JICA, CEMNA, 2001).

El problema de la contaminación del aire aumento en el siglo XVIII con el nacimiento de la Revolución Industrial. La quema de combustibles fósiles, por las fábricas, fue entonces, el principal problema. La aparición del automóvil, empeoró estas contingencias medioambientales, y condujo a otros nuevos riesgos. (Dadrio, 2001).

A fin de minimizar el riesgo que representa la contaminación del aire para la salud humana, los países de la Región de América Latina y el Caribe intentan establecer estructuras institucionales y técnicas para mejorar las acciones de vigilancia, control y prevención. La Organización Panamericana de la Salud (OPS), a través de su Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), analizó la situación de la gestión de la calidad del aire urbano en exteriores en la Región 2 y elaboró un Plan Regional sobre Calidad del Aire Urbano y Salud para el período 2000-2009. (CEPAL, JICA, CEMNA, 2001).

La Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire (REDPANAIRES) inició sus operaciones en junio de 1967. Comenzó con ocho estaciones y hacia fines de 1973 contaba con 88 estaciones distribuidas en 26 ciudades de 14 países. En 1980, la REDPANAIRES discontinuó sus actividades y pasó a formar parte del Programa Global de Monitoreo de la Calidad del Aire, establecido en 1976 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como parte del Sistema Mundial de Monitoreo del Medio Ambiente (GEMS por sus siglas en inglés). En 1990, el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (ECO) de la OPS realizó una encuesta sobre la situación de los programas de calidad del aire y salud en América Latina y el Caribe, los resultados indicaron que sólo seis países habían establecido estándares de calidad del aire. Diez habían desarrollado redes de monitoreo de la calidad del aire, nueve habían preparado inventarios de emisiones, cuatro habían establecido estrategias de control y cuatro habían llevado a cabo estudios epidemiológicos. (CEPAL, JICA, CEMNA, 2001).

Durante la década de los noventa, la OMS organizó el Sistema de Información sobre la Gestión de la Calidad del Aire (AMIS por sus siglas en inglés). En 1997, el programa GEMS se incorporó al AMIS. Actualmente, el AMIS brinda la información requerida para el desarrollo de programas de calidad del aire que incluye: monitoreo de la concentración de contaminantes del aire; desarrollo de instrumentos para elaborar inventarios de emisiones y modelos de calidad del aire; estimación de los efectos sobre la salud pública a través de estudios epidemiológicos y la propuesta de planes de acción detallados para mejorar la calidad del aire. La participación en el AMIS vincula automáticamente a los países con una red de apoyo que cuenta con recursos y experiencia. (CEPAL, JICA, CEMNA, 2001).

A fines de 1977 la Dirección General de Saneamiento Atmosférico de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, desarrolló el Índice Mexicano de la Calidad del Aire "IMEXCA", con la finalidad de informar al público de manera precisa y oportuna. Se basó en la estructura técnica del Pollutant Standard Index (PSI), es decir, funciones lineales segmentadas donde los puntos de quiebre correspondían a las normas primarias de calidad del aire de los Estados Unidos, debido a que en México no existían normas oficiales de calidad del aire, ni criterios de episodios, ni niveles a daño significativo.

Actualmente este índice se denomina como Índice Metropolitano de la Calidad del Aire "IMECA" y se genera para los contaminantes criterio como O₃, NO₂, SO₂, CO y PM₁₀. (SINAICA, 2005).

A pesar de ser un tema sin suficiente información, estudios recientes de bacterias en la atmósfera han estado dirigidos a la necesidad de determinar las especies, fuente, concentración y/o transmisión potencial de patógenos. La dispersión de aerosoles ó patógenos como las especies de *Escherichia*, *Salmonella*, *Neisserie*, *Bacillus*, *Francisella*, *Bukholderia*, *Clostridium*, *Brucilla* y *Yersinia*, generan importantes problemas de salud y ecológicos. (Kuske, 2006).

4. MARCO TEORICO.

4.1 CONCEPTOS BÁSICOS

Aire: Mezcla de gases incoloros, inodoros e insípidos, que rodean y forman la atmósfera de la Tierra. Compuesto por 21 partes de oxígeno, 78 de nitrógeno y una de argón y otros gases semejantes a este, al que se añaden algunas centésimas de dióxido de carbono. (Real academia Española, 2001; Real academia de ciencias exactas, físicas y naturales, 1996).

Microorganismo: Organismo de tamaño microscópico, por ejemplo: bacterias, levaduras, virus, protozoos y determinados tipos de algas. (Real academia de ciencias exactas, físicas y naturales, 1996).

Bacteria: Microorganismo unicelular procarionte, cuyas diversas especies pueden causar enfermedades, tienen la facultad de fermentar y/o putrefacción en los seres vivos o en las materias orgánicas. (Real academia Española, 2001)

4.2. COMPOSICIÓN DEL AIRE.

Tanto las normas oficiales, como la mayoría de los estudios, están relacionadas con componentes químicos y partículas, que incluyen compuestos orgánicos, inorgánicos y material biológico. Sin embargo en lo que se refiere a partículas no se hace una identificación del material que las componen, sólo se cuantifica con respecto al tamaño, la medida reportada es menor a 10 micrómetros.

4.2.1. Partículas suspendidas.

En contaminación atmosférica se reconoce como partícula a cualquier material sólido o líquido con un diámetro que oscila entre 0.0002 y 500 micrómetros (μm). En conjunto se designan como partículas suspendidas totales o PST. (SINAICA, 2005).

Las partículas pueden tener una composición fisicoquímica homogénea o estar constituidas por diversos compuestos orgánicos, inorgánicos y material biológico. Algunos de los componentes orgánicos son: fenoles, ácidos, alcoholes. Entre los componentes de origen biológico están: el polen, protozoarios, bacterias, virus, hongos, esporas y algas. Entre los compuestos inorgánicos se encuentran nitratos, sulfatos, polímeros, silicatos, metales pesados (hierro, plomo, manganeso, zinc o vanadio) y elementos derivados de pesticidas y plaguicidas. Las fuentes de emisión de partículas pueden ser naturales o antropogénicas. Entre las fuentes naturales se encuentran: erosión del suelo, material biológico fraccionado, erupciones volcánicas, incendios forestales, etc. Entre las fuentes antropogénicas se encuentran: combustión de productos derivados del petróleo, quemadas en campos agrícolas y diversos procesos industriales. (SINAICA, 2005).

Estudios e investigaciones recientes demuestran que las partículas que causan problemas significativos de contaminación del aire y efectos a la salud, son las de

tamaños menores a $10\ \mu\text{m}$, conocidas como PM_{10} . Las PM_{10} (con diámetros aerodinámicos aproximadamente, siete veces menores que el grosor de un cabello humano), pueden viajar a lo más profundo del sistema respiratorio, y depositarse en los alvéolos pulmonares, quedando atrapados en las membranas. (Sistema de monitoreo de la ciudad de México, 2005).

4.2.2. Aerosoles y bioaerosoles.

Los aerosoles son pequeñas partículas sólidas o líquidas suspendidas en un medio gaseoso, y los bioaerosoles son partículas transportadas por el aire, constituidas por seres vivos, o moléculas que han sido liberadas por un ser vivo (El tamaño de un bioaerosol se encuentra entre 0.5 y $100\ \mu\text{m}$). (CONAMA, 2004).

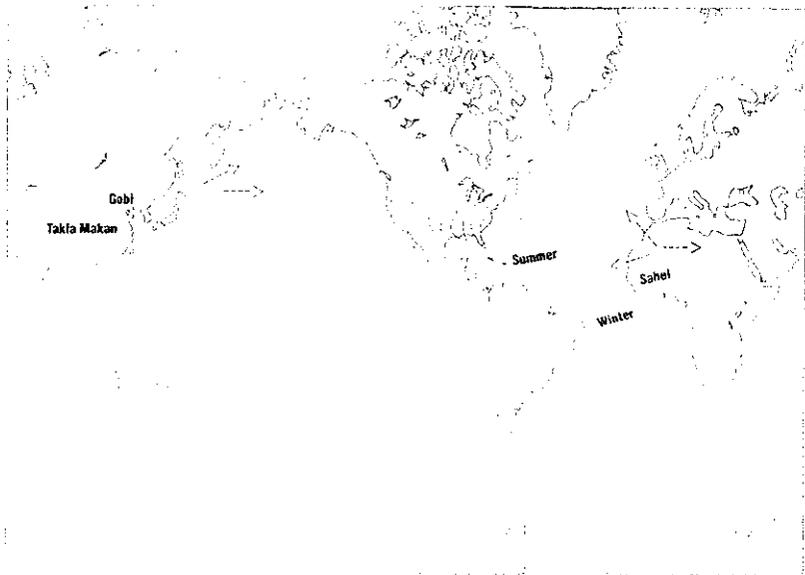


Fig. 4.1. Flujo generalizado del polvo en el Caribe y los Estados Unidos. (Eugene, et al. 2003).

La microflora del aire consta de una gran diversidad de especies que llegan a éste procedentes del suelo, plantas y animales. En el aire suelen encontrarse bacterias saprófitas pigmentarias, micrococcos, diferentes sarcinas y algunos actinomicetos, mohos, levaduras, etc. La cantidad de microorganismos en el aire oscila desde pocos ejemplares hasta muchas decenas de millares por metro cúbico. Los microorganismos pueden difundirse con las corrientes de aire y por el polvo. (Rosas, 2003) (Fig. 4.1).

En un estudio microbiano se identificó numerosas especies de bacterias y los hongos que sobreviven de 5 a 7 días, transportadas por el trasatlántico (Fig. 4.1). Este estudio demostró aproximadamente el 30% de los microorganismos cultivados e identificados son capaces de causar enfermedad en plantas y animales, y 10% son patógenos oportunistas para el ser humano identificaron: *Acremonium*, *Alternaria*, de *Aspergillus*, de *Aurcibasidium*, de *Bipolaris*, *Cladosporium*, de *Coccodinium*, de *Fusarium*, de *Gibberella*, *Microsporium*, de *Nigrospora*, de *Paecilomyces*, *Penicillium*, de *Pleospora*, de *Scopulariopsis*, y de *Trichophyton*. A excepción de *Pleospora* y de *Gibberella* y de *Coccodinium*, todos los géneros reportados incluyen especies que se sabe causan reacciones alérgicas, infecciones pulmonares, o infecciones de la piel, lo que indica que dichos géneros son capaces de transportarse a lo largo de la atmósfera y sobrevivir. (Eugene, Dale, Douglas, 2003).

Los componentes vivos del aerosol están diseñados para reproducir a sus especies, por ejemplo el polen, la forma de transportación a la planta es a través del aire. Igualmente, los hongos sueltan esporas que se transportan en el aerosol para aterrizar en un ambiente adecuado para su crecimiento. Algunas especies de hongos son patógenas para el hombre, pero puede ser que el estar en contacto con los estos sea necesario, para hacer más resistente nuestro sistema inmunológico. (Harriet, 2003).

Las bacterias suspendidos en el aire pueden estar en tres fases de aerosol: en gotas, en el núcleo de las gotas y en el polvo (Fig. 4.2). Las gotas pequeñas de bioaerosol (1 – 10 micras) pueden permanecer suspendidas en el aire durante horas o días. (Rosas, 2003).

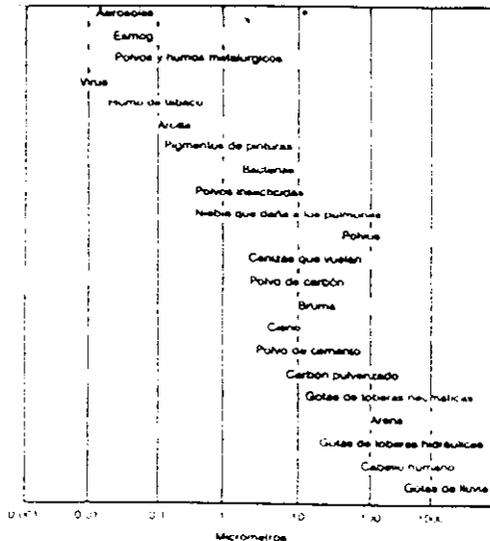


Fig. 4.2.Tamaño de partículas μm (Roberts 2000).

En otros estudios microbiológicos, se demuestra la pérdida de viabilidad para bacterias no patógenas o patógenas oportunistas que se encuentran con frecuencia en ambientes extramuros es de algunas horas, en cambio para bacterias patógenas es de tan solo algunos minutos o segundos; esto debido a que el aire es un medio desfavorable para ciertos microorganismos. Las condiciones ambientales como la temperatura, humedad, falta de sustancias nutritivas, desecación y radiación solar, crean condiciones inapropiadas para la supervivencia de los microorganismos, alterándose la tasa de mortalidad bacteriana y como consecuencia el riesgo a la salud que éstas representan. (Rosas, 2003).

4.3. POSIBLES CAUSAS DE CONTAMINACIÓN MICROBIANA EN EL AIRE.

Entre los factores causantes de las infecciones respiratorias agudas, se encuentran: la pobreza, la marginación, la desnutrición y la falta de acceso a los servicios de salud; condiciones fisicoquímicas y meteorológicas, que se dan en la atmósfera, de los conglomerados urbanos en donde podemos relacionar altos contaminantes con la existencia de eventos epidemiológicos (Dirección general de salud ambiental, 2002).

Según la OMS, existen aproximadamente 20 ratas por habitante en la ciudad de México, cada rata excreta en promedio 10 mg. por día, equivalentes a 200 gr. por habitante. Si se considera que la población del área conurbana de la ciudad de México es de alrededor de 20 millones de habitantes, significa que existen alrededor de 4,000 toneladas diarias de excrementos que son degradadas por el sol, el aire, el tránsito de los individuos e incorporadas a la atmósfera. (Salcedo, 1997).

Existen en el área conurbana, de la ciudad de México, cerca de 3 millones de perros, que excretan aproximadamente 425 gr. por día, por lo que significa que 1,275 toneladas diarias; además del excremento de todos los animales domésticos y aves (es demasiado ácido), aunque no esta cuantificado, se incorporan a la atmósfera. (Salcedo, 1997).

Las excretas son generadores de una gran cantidad de enfermedades, de las vías respiratorias, piel y tracto gastrointestinal, sin escapar las mucosas de los ojos. La razón es que son un excelente vehículo para toda clase de microorganismos. (Salcedo, 1997).

La segregación de esputos (flemas), se ha convertido en un círculo vicioso, por que al segregar una flema al aire libre, estamos segregando principalmente microorganismos en medios vivos, que son arrastrados por el aire aunada a la cantidad de fecalismo se incorpora a la actividad contaminante y es tragado por otro individuo. La orina del humano, animales y las deyecciones de las aves, aunque con otros componentes se incorporan a la atmósfera. (Salcedo, 1997).

Los microorganismos causales de enfermedades, se transmiten en forma directa por las secreciones de la nariz y la garganta de los infectados, las cuales son diseminadas por la tos, los estornudos y la conversación, o indirectamente por medio de los objetos contaminados como vasos, cubiertos o pañuelos. Los alimentos sólo ocasionalmente transmiten estos microbios. (Pelczar, 1982).

La flora está capacitada para sintetizar CO y CO₂, pero no está capacitada para sintetizar bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno ni hidrocarburos mucho menos partículas o

microorganismos, esto quiere decir que también las plantas se están viendo afectadas por la contaminación química. (Salcedo, 1997).

4.3.1. Bioaerosoles y salud.

Las enfermedades de transmisión aerotransportada, son causadas por los agentes que pueden iniciar naturalmente la infección a través de las rutas múltiples, pero transmitidas predominante por los aerosoles depositados en vías aéreas distal; con estos agentes, la infección iniciada a través de otra ruta causa generalmente enfermedad modificada. (Chad, 2004). Dichas enfermedades pueden causar distintos síntomas (Figura 4.3).

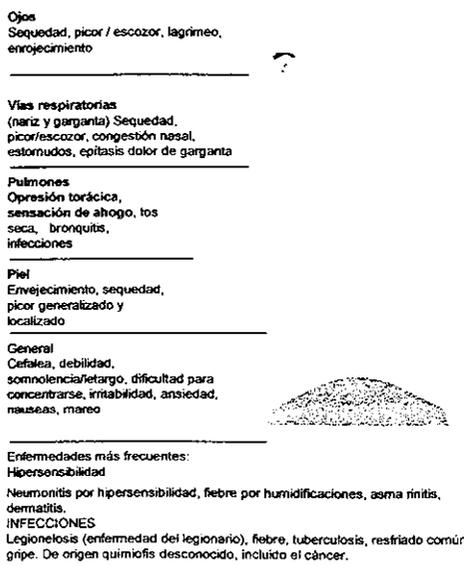


Fig. 4.3. Síntomas y enfermedades relacionadas con la calidad del aire (Guardino, 2005).

La inhalación de bioaerosoles y polvo diseminado por las actividades humanas, así como por los animales, es uno de los mecanismos primarios de transmisión de las infecciones respiratorias (Fig. 4.4). (Rosas, 2003).

Los agentes etiológicos, en más de un tercio de los casos de infecciones respiratorias son virales, aunque esto no disminuye la importancia de las enfermedades respiratorias producidas por bacterias, muchas de las cuales pueden no pasar de un "resfriado", pero otras, causan complicaciones graves e incluso la muerte. (Pelczar, 1982).

Un individuo inspira diariamente de 12,000 a 14,000 litros de aire y el 99.8% los microorganismos en el aire, quedan retenidos en las vías respiratorias. (Rosas, 2003).

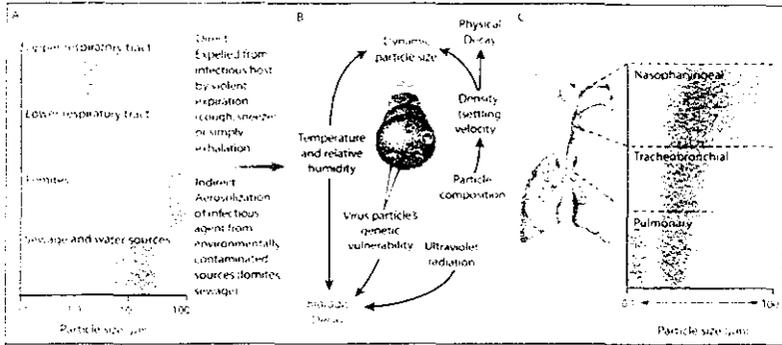


Figura 4.4. Camino aerobiológico para la transmisión de una enfermedad respiratoria. (Chad, 2004).

Sin embargo, la exposición de los habitantes de la ciudad a los contaminantes, no siempre es igual a la concentración medida en las estaciones de la red automática para la medición de la calidad del aire. Para que exista un efecto en la salud de un individuo, éste debe estar expuesto al contaminante durante cierto tiempo. El patrón de la exposición de una persona a un contaminante depende de tres factores:

- El tiempo que la persona pasa en diferentes microambientes como la casa, la oficina, la escuela, el automóvil, el autobús o caminando por una calle congestionada.
- La concentración de contaminantes presentes en cada uno de estos microambientes.
- La tasa ventilatoria de la persona, es decir, la cantidad de aire que respira y que es determinada por el tipo de actividad que realiza (dormir, caminar, hacer ejercicio intenso, etc.) (González, 1997).

Las infecciones respiratorias agudas, asma y la enfermedad pulmonar crónica (EPOC) son considerados como los padecimientos que más se relacionan con la contaminación atmosférica. (Dirección General de Salud Ambiental, 2002).

Existe una serie de padecimientos clasificados como respiratorios agudos determinados por virus, alérgenos y bacterias como *rinofaringitis*, *laringitis*, *bronquitis aguda*, *tuberculosis*, (Fig. 4.5) etc., que se presentan con cuadros clínicos semejantes y en ocasiones es difícil identificar la causa de la patología.

Los padecimientos respiratorios tienen importancia por su gran morbilidad, porque se han presentado pandemias de alta mortalidad, y por razones económicas, pues se menciona que al año se pierden días de trabajo por adulto y días de asistencia a la escuela por niño. (Dirección general de salud ambiental, 2002). Son más frecuentes durante el otoño y el invierno, cuando las personas acostumbran a reunirse en habitaciones cerradas. (Pelczar, 1982).

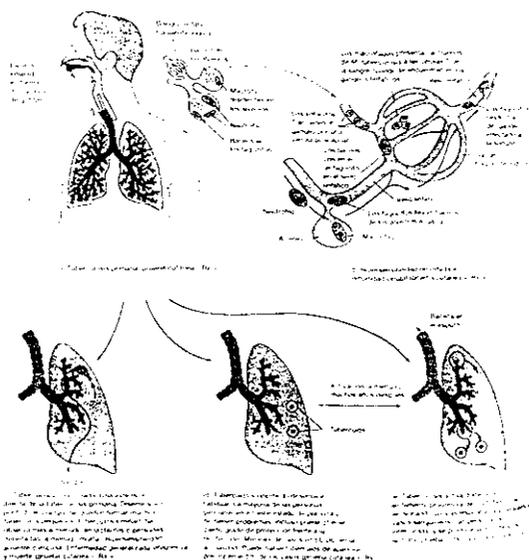


Fig. 4.5. Evolución de la tuberculosis no tratada en el cuerpo humano (Prescott, 2004).

4.3.2. Bacterias en el aire.

Las normas mexicanas no contemplan la calidad microbiológica del aire; sin embargo se han reportado la presencia de un sin número de microorganismos, cuya relación con el hombre, dan lugar a una interacción que puede ser beneficiosa o nociva.

A la atmósfera se pueden introducir una gran variedad de partículas de origen biológico, como granos de polen, esporas fúngicas, bacterias, algas, protozoarios, insectos y, ocasionalmente, virus. En general, las partículas predominan en las partes bajas de la atmósfera cerca de las fuentes locales de generación. (Rosas et al., 2005)

Los microorganismos del aire en general se dispersan con relativa facilidad, tal como los patógenos verdaderos y los oportunistas del tipo *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pyogenes*, comunes en la nasofaringe humana que se expulsan al aire por gotas de saliva, mucus, al toser, estornudar, hablar, escupir o reír y que son responsables de la transmisión de enfermedades comunes del aparato respiratorio. (Nava, 2006).

Las actividades antropogénicas, como el tráfico vehicular, las plantas de tratamiento de aguas residuales, los centros de manejo de desechos sólidos, el movimiento de los animales en suelos expuestos, las prácticas agrícolas y la manipulación de composta, entre otros, liberan una gran cantidad de bacterias a la atmósfera, produciendo la contaminación de las áreas circundantes (Cuadro 4.1) (Rosas et al., 2005).

Cuadro 4.1. Fuentes naturales y antropogénicas que contribuyen a incrementar la concentración de bacterias a la atmósfera (UFC: unidades formadoras de colonias; ND: no detectable)

Fuente	Concentración (UFC m ⁻³)
Naturales	
Costa	ND - 560
Bosques	385 - 1.2 x 10 ³
Pastizales	127 - 587
Matorral desértico	2 - 283
Antropogénicas	
Zona urbana	539 - 7.2 x 10 ³
Calles transitadas	100 - 13 x 10 ³
Parques	100 - 2.5 x 10 ³
Estación de transferencia de basura	350 - 14 x 10 ³
Planta recicladora de basura	1.1 x 10 ³ - 2.8 x 10 ⁷
Planta de composteo	1 x 10 ³ - 11 x 10 ⁶
Planta de tratamiento de aguas residuales	1 x 10 ² - 2 x 10 ⁵
Zona rural	202 - 3.4 x 10 ³
Campo agrícola	46 - 6.5 x 10 ³
Empacadora de algodón	3.3 x 10 ⁶ - 19 x 10 ⁶

La distribución espacial de las aerobacterias es dependiente de los flujos y la modulación meteorológica. El flujo es definido como el número de bacterias que pasan a través de una unidad de área por una unidad de tiempo y esto a su vez, está determinado por la dinámica atmosférica. Sin embargo, se tienen pocos datos al respecto. Diferentes observaciones señalan que estos flujos varían durante el día a pesar de que se considera que la tasa de crecimiento de las bacterias se mantiene constante. En general puede mencionarse que:

- Las aerobacterias decrecen con la altura (la capa de inversión representa una barrera para la dispersión de las bacterias).
- La concentración de aerobacterias cambia dependiendo de las características de la superficie por la que atraviesa la masa de aire.
- Los sistemas climáticos frontales con vientos en ráfaga pueden incrementar la concentración, mientras que disminuyen con la lluvia.
- Las actividades en zonas urbanas y rurales pueden aumentar la entrada de bacterias a la atmósfera.
- El efecto de la contaminación atmosférica puede afectar su viabilidad y por lo tanto su distribución espacial. (Rosas et al., 2005)

Algunas bacterias pueden viajar grandes distancias y otras pueden afectar solamente a nivel local y su supervivencia es por corto tiempo. (Rosas et al., 2005).

El aire se considera una fuente de contaminación microbiana que contribuye a la incidencia de enfermedades respiratorias y gastrointestinales humanas y animales que ambos inhalan partículas de entre 0.3 y 10 μ de diámetro y de 0.40 a 2.75 μ de longitud. Esto representa un riesgo constante y parcialmente moderado para la salud de humanos

y animales en función de las condiciones ambientales en un determinado sitio geográfico. (Nava, 2006)

Las aerobacterias son más numerosas en las ciudades (4000 m⁻³, promedio 850) que en áreas rurales (3400 m⁻³, promedio 99). (Rosas et al., 2005)

La piel de los humanos es habitada generalmente por numerosos microorganismos. Las especies predominante incluyen *Staphylococcus epidermidis*, especies de *Micrococcus* y differoides. Otras bacterias como *Staphylococcus aureus*, estreptococos alfa y gammahemolíticos y levaduras, colonizan transitoriamente la piel. (García, 1997).

Las fosas nasales, nasofaringe y senos accesorios están fuertemente colonizados por bacterias, debido a la filtración de aire a través de la nasofaringe. Se trata de una mezcla de estreptococos del grupo Viridans, especies no patógenas de *Neisseria* y *Staphylococcus epidermidis*. Con frecuencia se encuentran bacterias patógenas como *Streptococcus pneumoniae*, *Neisseria meningitidis*, *Staphylococcus aureus* y otras, en individuos portadores. (García, 1997).

La cavidad oral esta expuesta a un gran número de bacterias, que varían de unos individuos a otros. Los estreptococos del grupo Viridians representan el 30-60% de la flora, junto con anaerobios, levaduras y otros. (García, 1997).

4.4. CALIDAD DEL AIRE.

Últimamente se ha desarrollado mucho la tecnología para el control de la calidad del aire como resultado de una mayor conciencia, tanto de parte de los gobiernos como del público en general, sobre la importancia de mantener el aire limpio. (Korc, 1999).

Desde inicios de 1950 se observó en los países de América Latina y del Caribe una preocupación por la contaminación del aire. Las universidades y dependencias de los ministerios de salud fueron los organismos que realizaron las primeras mediciones de contaminación del aire. (Korc, 1999).

El monitoreo del aire es el resultado de los procedimientos de muestro y análisis de los contaminantes atmosféricos; los que se monitorean comúnmente son: SO₂, CO, PST, PM₁₀, ozono y óxido de nitrógeno (NO_x). Conocidos como contaminantes criterio, para los cuales existen normas de calidad del aire. (Korc, 1999).

Varios países de América Latina, han comenzado a realizar monitoreos de la calidad del aire. Algunos cuentan con una buena capacidad de monitoreo como: Brasil, Chile y México; otros tienen una capacidad limitada como: Argentina, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Perú y Venezuela; y países con capacidad mínima, en los cuales se han realizado mediciones, pero no existe una red de monitoreo permanente; entre ellos están Bolivia, Guatemala, Nicaragua y Uruguay. (Korc, 1999).

En 1987, la OMS publicó las guías de calidad del aire para Europa. En 1993, se revisaron estas guías. En el cuadro 4.2 se indican las guías mundiales propuestas, por algunos países de América Latina, para ozono, SO₂, NO₂, CO, PST, PM₁₀ y plomo.

Cuadro 4.2. Normas nacionales para la calidad del aire en varios países de América Latina y guías globales de la OMS (un $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Korc, 1999).

	Período de muestreo	Argentina	Bolivia	Brasil	Colombia	Costa Rica ¹	Chile	E.E.U.U.	México	Perú ²	Venezuela	Guías de la OMS ³	
Ozono	1 hora	195	235	160 ⁴		160		255	216 ⁴	235 ¹			
	8 horas				170		160 ⁴	160 ⁴	120			120	
	24 horas		365	365	400	360	365 ⁴	365	311 ¹	150 ⁴	80	365 ⁴	125
SO ₂	Meristual												
	Actual ⁵		80	80	100	90	80	80	79	80		80	
	1 hora	546	400	320 ⁴			170 ⁴		295 ¹	300		300	
NO ₂	24 horas		150							150 ⁴	100-300 ⁶		
	Actual ⁵			100	100	120	100	100	50			40	
	1 hora	57000	20000	10000 ⁴	20000	15000	40000 ⁴	40000	30000 ⁴			30000	
CO	8 horas	11000	10000	10000	15000	13000	10000	10000	17000 ⁴	10000	10000	10000 ⁴	10000
	24 horas		360	240 ⁴	400		260		260 ⁴	300	75	260	
	Meristual	150											
PM ₁₀	Actual ⁵		75	80	77	130 ⁴	75		75	100		10 ⁷	
	24 horas			150			150	190 ⁴	150			150 ⁴	
	Actual ⁵			50		85		50 ⁴	50			50 ⁴	
Plomo	24 horas										1.5	2.0 ⁸	
	Meristual												
	3 Meses		1.5					1.5	1.5	1.5			
Actual					2.0				0.5		0.5		

1 Normas propuestas.

2 No debe ser más de una vez al año.

3 El último valor más alto no debe ser excedido más de una vez cada tres años.

4 El tiempo promedio mensual.

5 El tiempo promedio anual.

6 No se ha establecido ningún valor de referencia para PM₁₀ y PM_{2.5} por que no existe un método estándar en cuanto a sus efectos en la salud.

7 El estudio Luján también tiene una norma para PM₁₀ de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

8 Guías globales propuestas.

9 No debe ser más de una vez cada tres años.

10 El valor debe ser mayor a 50% de las mediciones y el año de estudio es el 95%.

11 El valor debe ser mayor a 50% de las mediciones y el año de estudio el 95%.

12 El promedio mensual anual.

13 El estudio Luján también tiene una norma para PM₁₀ de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.4.1. Calidad del aire en México.

Actualmente en México, las PM₁₀ se consideran contaminantes criterio (estándar de calidad del aire que se debe cumplir para asegurar la salud pública) y la norma que se debe cumplir no debe rebasar los 150 mg/m^3 como promedio de 24 horas. En los últimos años ha crecido la preocupación por las partículas menores a 2.5 μm , también conocidas como PM_{2.5}, debido a su alta peligrosidad para la salud humana. El gobierno y las autoridades de salud han comenzado a gestionar una norma de calidad del aire para México con respecto a este tipo de partículas (Sistema de monitoreo de la ciudad de México, 2005).

Como se observa en el cuadro 4.3, las partículas tienen distinto origen. En estudios realizados en campo sobre la composición de las PM₁₀ en la Ciudad de México, se ha encontrado que alrededor del 40% proviene de fuentes naturales (como vegetación y suelos, etc.), el 36% proviene de los vehículos automotores y las fuentes industriales contribuyen con el 16% y el 8% restante se atribuye a la combustión comercial e incendios forestales. (Sistema de monitoreo de la ciudad de México, 2005)

Cuadro 4.3. Diferencias entre partículas ásperas (PM₁₀) y finas (PM_{2.5})

	Partículas Ásperas (PM ₁₀)	Partículas Finas (PM _{2.5})
Lo que son	<ul style="list-style-type: none"> humo, tierra y polvo tóxicos de las fábricas, la agricultura y caminos mohos, esporas y polen 	<ul style="list-style-type: none"> compuestos orgánicos metales pesados
Que las produce	<ul style="list-style-type: none"> moliendo y aplastando rocas y tierra que el viento levanta 	<ul style="list-style-type: none"> manejaando automóviles quemando plantas (arbustos e incendios forestales desperdicios del jardín) fundiendo (purificando) y procesando metales

Fuente: PIMA, COUNTY, EPA, 2005.

En nuestro país, se norman solo los siguientes contaminantes atmosféricos (cuadro 4.4): bióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), bióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃), partículas suspendidas totales (PST), partículas menores a 10 µm de diámetro (PM₁₀) (como bacterias, hogos, etc.) y plomo (Pb). Para cada uno de los contaminantes se cuenta con un estándar o norma de calidad del aire. Las normas de calidad del aire establecen las concentraciones máximas de contaminantes en el ambiente que no debería sobrepasarse más de una vez por año, para que pueda garantizarse que se protege adecuadamente la salud de la población. (Dirección de salud ambiental, 2002)

Cuadro 4.4. Normatividad en materia de la calidad del Aire en la Atmósfera en México. Valores Normados para los Contaminantes

Contaminante	Valor Normado	Periodo	Valor Normado	Periodo	Normatividad
Ozono	0.110 ppm	1 hora			NOM-020-SSA-1993
Bióxido de azufre	0.130 ppm	24 horas	0.03 ppm	Media art. anual	NOM-022-SSA-1993
Bióxido de Nitrógeno	0.210 ppm	1 hora			NOM-023-SSA-1993
Monóxido de Carbono	11 ppm	8 horas			NOM-021-SSA-1993
PST	260 mg/m ³	24 horas	75 mg/m ³	Media art. anual	NOM-024-SSA-1993
PM10	150 mg/m ³	24 horas	50 mg/m ³	Media art. Anual	NOM-025-SSA-1993
Plomo	1.5 mg/m ³	24 horas			NOM-026-SSA-1993

Fuente: Normas Oficiales Mexicanas publicadas en el Diario Oficial de la federación el día 23 de Diciembre de 1993

4.4.2. Calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)

En la ZMG, se han reportado principalmente partículas suspendidas (PM₁₀), que son de origen natural o formado por reacciones fotoquímicas en la atmósfera a partir de sulfatos, nitratos o carbón orgánico. (González, 1996).

Se identificaron en total 131 industrias que manejan sustancias peligrosas (ver mapa en anexo 4), de las cuales 63 son catalogadas como de alto riesgo ya que en sus procesos productivos manejan sustancias como materias primas y/o residuos que pueden tener alguna característica de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad y flamabilidad. Los sectores Juárez y Reforma concentran la mayoría de las industrias. (Curiel, 1994). Esto provoca muchos problemas a la población en general, por lo que se han registrado denuncias de afectaciones hacia distintos recursos, en las cuales para 1995, se registraron 108 de un total de 125 denuncias, con respecto al tema del aire, en la Zona metropolitana de Guadalajara; para 1997, solo se registraron 4 de 21. (INEGI, 2005).

En 1996, se rebasó la norma de ozono e el 60% de los días del año y la de partículas menores a 10 micras, en más del 30%, y esto si contar los eventos fortuitos como forestales o manifestaciones de personas que interrumpían el flujo vehicular. (Ramírez, 2003).

4.4.3. PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CALIDAD DEL AIRE.

La percepción ambiental implica el proceso de conocer el medio ambiente inmediato a través de los sentidos, esto esta relacionado con el conocimiento ambiental que comprende el almacenamiento, organizado y reconstructivo de imágenes de las características ambientales que no están a la vista en el momento. Las actitudes con respecto al ambiente son los sentimientos favorables o desfavorables que las personas tiene hacia las características del ambiente físico. (Hernández et al., 2006)

La calidad de vida involucra, además de las cuestiones económicas, toda una serie de situaciones que deben permanecer equilibradas para lograr que la vida del hombre también permanezca equilibrada. (Hernández et al., 2006)

En lo ambiental como parte de lo global, entender la calidad de vida así, significa recalcar que la calidad del ambiente, en este caso del medio ambiente urbano, es parte de los problemas de la calidad de vida general y que su deterioro representa una reducción cualitativa del bienestar humano. (Hernández et al., 2006)

Las ciencias ambientales tienen cuatro características que las identifican y las definen: a) tratan del ambiente ordenado y definido por el ser humano, b) nacen de apremiantes problemas sociales, c) son de naturaleza multidisciplinaria, d) incluyen el estudio de la humanidad como parte principal de todo problema, es decir, se ocupan de los problemas humanos en relación con su ambiente en el cual el ser humano es víctima y conquistador. (Villalvazo, 2006).

Dunlap & Catton (1979) mencionan que en 1978 se publicó una lista de 300 estudios empíricos sobre el tema "problemas ambientales". El análisis indica que muchos de los primeros reportes simplemente documentaban niveles de *preocupación ambiental* por parte del público, pero rápidamente se turno el enfoque hacia publicaciones de correlación de las variables en actitudes ambientales. En los planteamientos de estas investigaciones se ha encontrado que la educación, edad, ideología política y lugar de residencia son los mejores indicadores de preocupación para la calidad ambiental. (Villalvazo, 2006).

En 1992 se realizó una encuesta titulada "Encuesta de la salud del planeta", investigación realizada en veinticuatro países, representando el 40% de la población del mundo, incluyendo México, conducida por el Instituto Internacional Gallup (The Gallup International Institute) donde se estudiaron temas de "sabiduría popular". Esta encuesta fue aplicada para orientar los trabajos de la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro 1992. Se invirtió cerca de un millón de dólares en la colecta y proceso de datos para resultados que reflejaron las opiniones de cerca de 30,000 ciudadanos en todo el mundo. Los resultados encontrados desafían contundentemente lo que indicaba la sabiduría popular. (Villalvazo, 2006).

Una de las primeras preguntas de la encuesta, fue: "¿Cuál cree usted que es el problema más importante que enfrenta nuestra nación hoy?" México encabeza la lista de los datos inesperados con el 29% indicando problemas ambientales. Se coloca entre los primeros cuatro países en porcentaje que indicaron que los problemas ambientales les preocupa "mucho". Hacia 10 años se había preguntado la opinión sobre la amenaza que representaban los problemas ambientales para la salud y sólo el 23% indicó que afectaba "mucho". En 1992 la proporción había cambiado a 68% y 89% refiriéndose a salud de los hijos y nietos respectivamente. (Villalvazo, 2006).

En las encuestas se preguntaba temas acerca de la mala calidad del agua, del aire, suelo contaminado, inadecuado drenaje, sanidad y disposición de la basura, sobrepoblación y hacinamiento, y demasiado ruido. Una cuarta parte de la población de México (25%) indicó que la calidad del agua era un asunto muy serio, 21% para la mala calidad del aire, 24% para suelo contaminado, 23% sobrepoblación, y 23% para demasiado ruido. (Villalvazo, 2006).

Bustamante (1994) registra que el 61% de las personas entrevistadas en su estudio de percepciones ambientales entre adolescentes mexicanos indican que los problemas más graves son los ecológicos, por encima de los económicos, políticos, sociales y religiosos. En cuanto a percepción de los problemas de tipo ambiental el 48.5% reconoce la contaminación de la atmósfera como el más importante y significativo, pero el 5.9% dice que la contaminación del suelo es relevante y el 33% indicó que la contaminación del agua es importante. (Villalvazo, 2006).

Además se han realizado estudios, en los países Latinoamericanos y en Europa, con respecto a la participación o conciencia ciudadana, como el de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el año 2000, en donde realizó estudios en Chile y en México con el tema: "Conciencia Ciudadana y contaminación ambiental: Estado de Situación (México) y Conciencia ciudadana y contaminación atmosférica: Estado de situación en el área metropolitana de Santiago de Chile. (Hernández et al. 2006)

En el trabajo realizado en Chile, se concluye que las políticas públicas que se pusieron en marcha lograron desacelerar el proceso de contaminación endémica del cual sufre la

ciudad, sin embargo, una mayor superación de los problemas requiere un mayor compromiso de la población.

Para el caso de México se concluye que las estrategias en la Gestión de la calidad del aire requieren de una política ambiental surgida del consenso entre sectores involucrados, así como la aceptación general de la población, donde son indispensables los mecanismos formales e informales de comunicación y participación ciudadana. Así mismo, la percepción sobre el daño en salud, derivado del deterioro de la calidad del aire, requiere de mucha más información por parte de las autoridades de salud, a fin de que se logre un entendimiento colectivo del problema y se le dé prioridad a los esfuerzos para enfrentarlo.

En el estudio: "La percepción que tiene la población adulta del Distrito Federal sobre la contaminación del aire", realizado por el Instituto Nacional de las Enfermedades Respiratorias (INER), permite conocer de que manera una parte de la población del Distrito Federal percibe la contaminación del aire, en cuanto a magnitud, riesgo, efectos a la salud, contaminación del aire, en cuanto a magnitud, riesgo, efectos sobre la salud, información y colaboración ciudadana. Resalta que la contaminación del aire junto con la seguridad pública, son las preocupaciones más importantes. (Hernández et al. 2006)

Roberto Ramírez Espitia (2003), menciona en su investigación titulada: "Percepción social de la calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara", que la participación de los ciudadanos es parte fundamental en los cambios sociales, además de que es necesario promover acciones a favor del comportamiento para orientarlo a la solución de la problemática del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara, destaca que la opinión pública es muy importante en la toma de decisiones, pues permite saber que piensa, siente y expresa la comunidad afectada acerca del tema y reconocer la necesidad de realizar proyectos integrales, con estrategias de apoyo y seguimiento en relación con la participación de la ciudadanía.

A pesar de que los estudios antes mencionados tienen un enfoque con respecto a contaminación físico-química, es importante mencionarlos como antecedente de trabajos de percepción del tema de calidad del aire, con ellos sabemos de la preocupación e interés de la población en aspectos de calidad ambiental.

4.5. ÍNDICES DE CALIDAD.

El índice de la calidad del aire es un valor representativo de los niveles de contaminación atmosférica y sus efectos a la salud, dentro de una región determinada.

4.5.1. Índice de calidad del aire (AQI).

Para saber la calidad del aire, existe un índice denominado AQI (por sus siglas en Inglés), el cual hace una valoración de los componentes del aire y los problemas que pueden causar (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5. Índice de calidad de Aire (AQI) y problemas en la Salud.

Valores AQI	Descripción de la Calidad del Aire	Problemas en la Salud*	
		PM _{2.5}	PM ₁₀
0-50	Buena (Verde)	Ninguno	Ninguno
51-100	Moderada (Amarillo)	Ninguno	Ninguno
101-150	Insalubre para grupos sensitivos (Naranja)	Gente con enfermedades respiratorias o del corazón deben limitar esfuerzos prolongados.	Personas con enfermedades de las vías respiratorias deben limitar esfuerzos al aire libre.
151-200	Insalubre (Rojo)	Gente con enfermedades respiratorias o del corazón, los ancianos y los niños deben evitar esforzarse prolongadamente, los demás deben limitar esfuerzo prolongado.	Gente con enfermedades respiratorias como asma, deben evitar esforzarse al aire libre, los demás, especialmente los ancianos y niños deben limitar esforzarse al aire libre prolongadamente
201-300	Muy Insalubre (Morado)	Gente con enfermedades respiratorias o del corazón, los ancianos y los niños deben evitar esforzarse prolongadamente, los demás deben limitar esfuerzo prolongado	Gente con enfermedades respiratorias como asma, deben evitar esforzarse al aire libre, los demás, especialmente los ancianos y niños deben limitar esforzarse al aire libre prolongadamente
301-500	Peligroso (rojo oscuro)	Todos deben evitar cualquier esfuerzo al aire libre; gente con enfermedades del corazón o respiratorias deben permanecer en casa.	Todos deben evitar cualquier esfuerzo al aire libre. Gente con enfermedades respiratorias como asma, deben permanecer en casa.

* PM Cuenta con dos conjuntos de declaraciones de advertencia los cuales corresponden a los dos tipos de PM que son:
 ✓ Partículas de hasta 2.5 micrómetros de diámetro (PM_{2.5})
 ✓ Partículas de hasta 10 micrómetros de diámetro (PM₁₀)
 ** ✓ Un AQI de 100 para PM_{2.5} corresponde a un nivel de 40 PM_{2.5} microorganismos por metro cúbico (promediado por 24 horas)
 ✓ Un AQI de 100 para PM₁₀ corresponde a un nivel de 150 PM₁₀ microorganismos por metro cúbico (promediado por 24 horas)

Fuente: PIMA, COUNTY, EPA, 2005.

4.5.2. Índice metropolitano de la calidad del aire (IMECA).

El Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) es un valor de referencia para que la población conozca los niveles de contaminación prevalecientes en su zona de residencia, de manera precisa y oportuna, para que tome las medidas pertinentes de protección. (SINAICA, 2005).

Cuando el IMECA de cualquier contaminante rebasa los 100 puntos, significa que sus niveles son perjudiciales para la salud y en la medida en que aumenta el valor del IMECA se agudiza el peligro. (Cuadro 4.6). (SINAICA, 2005).

Cuadro 4.6. Interpretación del IMECA

IMECA	Condición	Efectos a la Salud
0 - 100	Condición dentro de la norma.	Ninguno.
101 - 200	Condición no satisfactoria.	Molestias en ojos, nariz y garganta en personas sensibles.
201 - 300	Condición mala.	Evitar actividades al aire libre. Posibles problemas respiratorios.
301 - 500	Condición muy mala.	Se agudizan los síntomas anteriores en personas sensibles y fumadores o padecen enfermedades crónicas.

Fuente: Sistema nacional de información de la calidad del aire, 2005.

4.6. ACCIONES PARA CONTROLAR LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE.

Los esfuerzos para controlar la contaminación del aire en América Latina y el Caribe no han sido uniformes. Los resultados de la encuesta realizada por CEPIS en 1999 y la información publicada en los países indican que (CEPAL, JICA, CEMNA, 2001):

- En 11 países se han establecido normas nacionales sobre calidad del aire en exteriores, en 12 se han establecido límites máximos permisibles para emisiones de fuentes móviles y en 13 se han establecido límites máximos permisibles para emisiones de fuentes fijas, pero generalmente no existen procesos de revisión.
- Ciudades de 13 países han implementado actividades de muestreo de la calidad fisicoquímica del aire pero solo en cuatro países han llevado a cabo actividades relacionadas con el aseguramiento y control de la calidad.
- En 14 países se han elaborado inventarios de emisiones, pero generalmente estos son incompletos y no se actualizan regularmente.
- En seis países se han llevado a cabo estudios con modelos predictivos de la calidad del aire, pero generalmente éstos son rudimentarios y de aplicación limitada.
- En 13 países se ha establecido al menos una medida para el control de la contaminación, pero solo en cinco se ha evaluado el impacto de las mismas.
- El impacto de la contaminación del aire sobre la salud es un tema de alta o mediana prioridad, pero el nivel de conocimiento es limitado o mínimo.
- La información, capacitación y sensibilización pública en el tema calidad del aire y salud son áreas de baja prioridad.

Actualmente, hay varias iniciativas regionales para mejorar la calidad del aire en América Latina y el Caribe (CEPAL, JICA, CEMNA, 2001):

- Eliminación del plomo de la gasolina.
- Movimiento de municipios saludables.
- La Iniciativa de Aire Limpio para Ciudades de América Latina del Banco Mundial.
- El Programa Aire Puro en Centro América.
- Proyecto Conciencia Ciudadana y Contaminación Atmosférica en América Latina.

Además, varios países de la región están desarrollando sus capacidades en el tema (CEPAL, JICA, CEMNA, 2001):

- La Fundación Nacional de Salud de Brasil está implementando un sistema nacional de vigilancia en epidemiología ambiental, en forma descentralizada como parte del Proyecto VIGISUS.
- Perú, Trinidad y Tobago y Uruguay están preparando normas nacionales de calidad del aire en exteriores.
- La Municipalidad de Quito en Ecuador está elaborando un programa de gestión de la calidad del aire hacia el año 2005.
- Cuba ha creado el Sistema Nacional de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica (SINVCA).
- Las ciudades de Monterrey, Guadalajara, Valle de Toluca y Ciudad Juárez en México han desarrollado planes de acción para mejorar la calidad del aire basados en el marco conceptual del plan de acción para el Valle de México.
- Argentina ha establecido el Programa Nacional sobre Calidad del Aire y Salud basado en el programa GEMS de la OMS.
- La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) de Chile ha llevado a cabo un diagnóstico de la calidad del aire en regiones urbano-industriales del país con el apoyo financiero de COSUDE.

4.6.1. Acciones de monitoreo de la calidad del aire realizadas en la República Mexicana.

En nuestro país algunas de las acciones que se vienen realizando, son la implementación de redes de monitoreo de la calidad de aire. Actualmente las ciudades que cuentan con este tipo de infraestructuras son: México, Guadalajara, Monterrey, Toluca, Tijuana, Ciudad Juárez, Mexicali, Manzanillo, Cananea, Nacozari y Aguascalientes. (González, 1997).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente (LGEEPA) establece que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) debe ejecutar programas de reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera provenientes de las fuentes de jurisdicción federal. Asimismo, la Ley indica que corresponde a las autoridades locales elaborar programas para mejorar la calidad del aire en las entidades y someterlos a consideración de la SEMARNAT, para su aprobación, así como instrumentar programas de verificación de las emisiones vehiculares. (Dirección general de salud ambiental, 2002).

En coordinación con las autoridades estatales y municipales con la participación de los sectores académicos, privado y no gubernamentales de cada ciudad, se elaboraron los programas para mejorar la calidad del aire (Proaires) para las ciudades de México, Monterrey, Guadalajara, Toluca, Ciudad Juárez, Mexicali y Tijuana. (Dirección General de Salud Ambiental, 2002).

A fin de mejorar la calidad del aire en diversas ciudades mexicanas, desde principio de la década de 1990 se han implementado en diferentes ciudades programas para el mejoramiento de la calidad del aire, conocidos informalmente como Proaires, entre los que se encuentran: el Programa Integral contra la Contaminación Atmosférica 1990-1995; el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000 (PROAIRE); el Programa de Administración de la Calidad del Aire del Área Metropolitana

de Monterrey 1997-2000 (PACADAMM); el Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara 1997-2001; el Programa para el Valle de Toluca 1997-2000 (Aire Limpio); el Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez 1998-2002 y el Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010 (CAM 2002, SEMARNAP y GEM 1997).

Los Proaires constituyen uno de los principales instrumentos desarrollados para revertir las tendencias de deterioro de la calidad del aire. Los Proaires incorporan medidas concretas para el abatimiento y control de emisiones de contaminantes y se fundamentan en la relación existente entre la emisión de los contaminantes por las fuentes que los producen y el impacto que ocasionan en la calidad del aire y en la salud de las personas. (Dirección general de salud ambiental, 2002).

En México al igual que en otros países, se han desarrollado índices de contaminación. En nuestro país se usa el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), según el cual la concentración que señala la Norma de Calidad del Aire para cada contaminante le corresponde a 100 puntos de IMECA. (INE, 2005).

Los niveles IMECA, máximos de ozono en Guadalajara reportados arriba de 250 IMECA, se presentaron durante 1996, con la misma frecuencia que en la ciudad de México. (González, 1996).

4.6.2. Acciones de monitoreo realizadas en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

La red automática de monitoreo de la calidad del aire de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) inició sus operaciones en 1993 y consta de 8 estaciones de monitoreo continuo (Fig. 3.6), en donde se miden los contaminantes criterio (cuadro 4.7): ozono (O₃), bióxido de nitrógeno (NO₂), bióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO) y partículas con diámetro menor a 10 micrómetros (PM₁₀); Además cuenta con equipo meteorológico que reporta la humedad relativa (HR), la temperatura (TMP), la dirección del viento (DV) y la velocidad del viento (VV). El cuadro 3.7 muestra las estaciones que conforman esta red y los parámetros que se miden en cada una de ellas. (INE, 2005).

La Comisión Estatal de Ecología del Gobierno del Estado de Jalisco (COESE), es la encargada de la operación y mantenimiento de este sistema de monitoreo. (INE, 2005).

Cuadro 4.7. Estaciones de Red Automática de Monitoreo de la Zona Metropolitana de Guadalajara (Sistema nacional de información de la calidad del aire, 2005.)

No. Estación	Nombre	Clave	O3	NO2	SO2	CO	PM10	VV	DV	TMP	HR	HCT
1	Las Águilas	AGU	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	Vallarta	VAL	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3	Atemajac	ATM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	Oblatos	OBL	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	Centro	CEN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	Tlaquepaque	TLA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	Miravalle	MIR	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	Loma Dorada	LDO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Las cuales tienen las siguientes ubicaciones:

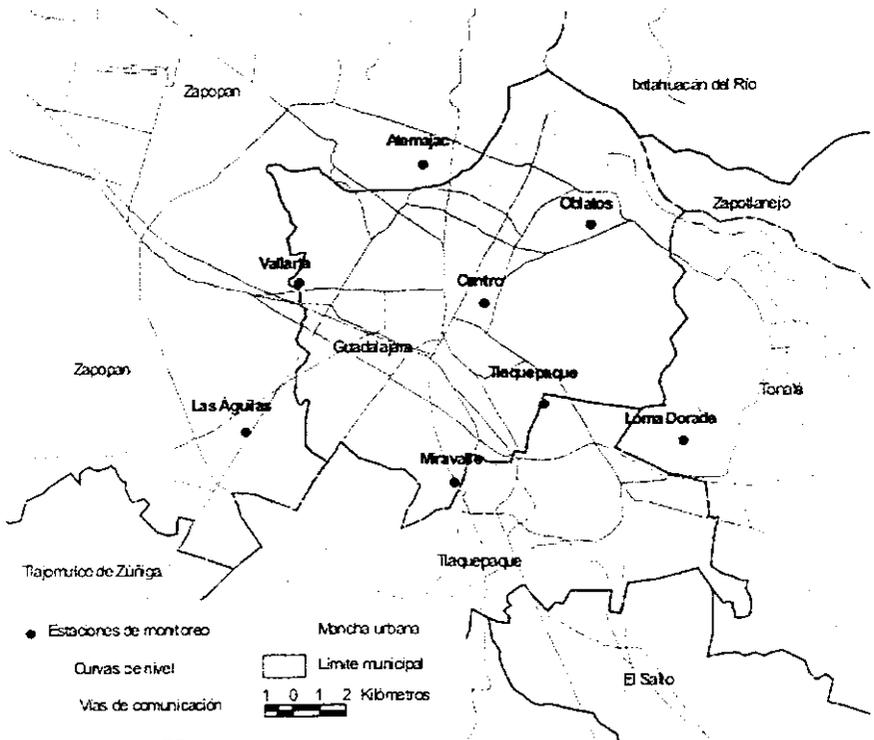


Fig. 4.6. Estaciones de Red Automática de Monitoreo de la Zona Metropolitana de Guadalajara (SINAICA, 2005)

Por su ubicación la estación más cercana a la zona de estudio es la estación de monitoreo Centro, cuya dirección es: Calle: Churubusco No. 143 entre las calles Dionisio Rodríguez y Javier Mina. Colonia: Sector Libertad (González, 1996).

Ante la problemática de la contaminación del aire la Universidad de Guadalajara planteó veintiún acciones, a través de cinco subprogramas (González, 1996):

- Investigación y Diagnóstico.
- Formación de Recursos Humanos.
- Promoción de la Participación Universitaria y Comunitaria.
- Planteamiento de políticas.
- Evaluación de Políticas y Programas.

5. JUSTIFICACION.

Los contaminantes de mayor problema en la ZMG con base a los reportes de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire, son el ozono y las partículas suspendidas (PM₁₀). (González, 1996).

Los síntomas que se asocian con la exposición a contaminantes atmosféricos son conocidos por los habitantes de las grandes zonas metropolitanas:

- ✱ El incremento en la frecuencia de enfermedades respiratorias crónicas y agudas,
- ✱ Aumento en la frecuencia de muertes asociadas a la contaminación atmosférica,
- ✱ Disminución de la capacidad respiratoria,
- ✱ Aumento de ataques de asma,
- ✱ Incremento de casos de enfermedades cardíacas, y
- ✱ Aumento en la frecuencia de cánceres pulmonares. (INE, 2005; Dirección General de Salud Ambiental, 2002)

Existe una serie de padecimientos clasificados como respiratorios agudos determinados por virus, alergias y bacterias como la rinoфарingitis, laringitis, bronquitis aguda, etc., que se presentan en cuadros clínicos semejantes y en ocasiones es difícil identificar la causa de la patología.

Sin embargo, no existen normas que determinen las concentraciones permisibles de patógenos en el aire de espacios abiertos. Algunos estudios consideran que el límite permisible para bacterias Gram negativas en ambientes ocupacionales interiores esta dentro del rango de 300 a 1000 UFC/m³. (Rosas, 2003).

La información, capacitación y sensibilización pública en el tema de la calidad de aire y salud son áreas que no se les ha dado prioridad.

Por tal motivo se pretende realizar el presente estudio, ya que en la actualidad, no existe información de la calidad bacteriológica del aire en el Centro Histórico de Guadalajara, que permita visualizar el estado de riesgo a que están expuestas, las personas que diariamente se encuentran en este lugar.

6. OBJETIVOS.

6.1. GENERAL.

- Conocer la composición bacteriana del aire, del centro histórico de Guadalajara.

6.2 PARTICULARES.

- Analizar dos métodos de muestreo, uno por gravedad y otro mecánico.
- Conocer la percepción de la población presente en el área de estudio, con relación a la calidad bacteriológica del aire.

7. METODOLOGIA.

7.1. ÁREA DE ESTUDIO.

7.1.1. Descripción geográfica.

La Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) se ubica en el centro del Estado de Jalisco a una latitud de 20°39'54" N, longitud de 103°18'42" W y una altitud de 1540 msnm, se sitúa en la cuenca del Valle de Atemajac y la Planicie de Tonalá. Entre las zonas montañosas que circulan la zona son: al noroeste la Sierra de San Esteban; al sureste, la Serranía de San Nicolás y los conjuntos montañosos Cerro Escondido-San Martín y el Tapatío-La Reyna; al sur, el Cerro del Cuatro-Gachupín-San Martín y al oeste, la Sierra de la primavera. Estas sierras constituyen parcialmente una barrera física natural para la circulación del viento impidiendo el desalojo del aire contaminado fuera de la ZMG. El terreno donde se ubica la zona metropolitana tiene pendientes variables con un promedio de 3% (González, 1997). Tiene una extensión territorial de 187.91 km² (INEGI, 2005)

7.1.2. Clima.

Se clasifica como semiseco con invierno y primavera secos, y semicálido sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de 18.8° C., y tiene una precipitación media anual de 886 milímetros con régimen de lluvias de junio a agosto. (INEGI, 2005)

7.1.3. Demografía.

El municipio de Guadalajara, tiene una población de 1'646,319 de habitantes, de la cual 486,116 están en el rango de 0 a 14 años de edad; 1'049,545 de 15 a 64 años, la cual es la mayor parte de la población; 97,134 de 65 años y más; y por último un grupo de 13,524, el cual no se especifica la edad. (INEGI, 2005).

La zona centro de la ciudad de Guadalajara tiene una población total de 198,563 habitantes. Dentro de esta zona se localiza el centro histórico de la ciudad, así como muchos de los barrios más antiguos y tradicionales de la misma: Analco, Mexicaltzingo, San Juan de Dios o el Santuario, entre otros; así como muchos símbolos de la ciudad, como su Catedral o la Plaza Tapatía, sitios de recreación como el Parque Alcalde o el Parque Agua Azul, instituciones académicas como la Universidad de Guadalajara o de atención como los hospitales civiles, además de ser sede tanto del gobierno municipal como del estatal. (H. Ayuntamiento de Guadalajara, 2001-2003).

El área de estudio esta delimitada por las calles Juan Álvarez, Juan Díaz Covarrubias y las avenidas Federalismo y la Paz (Fig. 7.1).



Fig 7.1. Localización del área de estudio

7.1.4 Vientos y patrones generales de circulación en superficie.

El viento manifiesta dos patrones principalmente de circulación; el primer patrón con 33% de la frecuencia total, indica un flujo de vientos occidentales, incluyendo las direcciones suroeste, oeste-suroeste, oeste, oeste-noroeste y noroeste, para las épocas de invierno-primavera; el segundo patrón en importancia, con el 18% de incidencia son los vientos orientales que incluye a las direcciones noreste, este-noreste, este, este-sureste y sureste para las épocas de verano-otoño. Con relación a los vientos provenientes del norte y sur, ambos comprenden sólo el 5% de la frecuencia total, representando una incidencia poco importante en la circulación del viento local. (González, 1997).

Los vientos locales de la ZMG la mayor parte del año son débiles, aunque aumentan su fuerza casi siempre en febrero y marzo, se tienen registros donde se presentan con una fuerza máxima cercana a los 16 m/s. También durante estos meses y parte de abril, esta región de encuentra bajo una zona de influencia de circulación anticiclónica, cuyo estancamiento propicia la formación de un gradiente de presión bajo de gran escala y consecuentemente vientos globales débiles. (González, 1997).

7.2. METODOLOGÍA.

- ✓ Se ubicaron 25 puntos en espacios exteriores en la zona centro que comprende perimetralmente las calles Federalismo, Avenida la Paz, Juan Díaz Covarrubias y Juan Álvarez. (Fig. 7.1)(Cuadro 7.1).
- ✓ Para la ubicación de estos, se considero tráfico vehicular, densidad de paso de población, actividades económicas y educativas, etc. (ver mapas en los anexos 3 4).

Cuadro 7.1. Localización con coordenadas de los puntos de muestreo.

No.	Localización	Coordenadas
1	Calzada independencia entre Esteban Alatorre y Pablo Gutiérrez	N 20°40'49.7" W 103°20'17.2"
2	Brillante y Manuel Acuña	N 20°41'01.0" W 103°20'19.4"
3	General Salazar e Industria	N 20°40'40.9" W 103°20'10.7"
4	Republica y Calzada Independencia	N 20°40'36.6" W 103°20'23.9"
5	Mariano Jiménez después de Republica	N 20°40'36.9" W 103°20'05.2"
6	Cabañas antes de Avenida Juárez	N 20°40'28.4" W 103°20'16.5"
7	Vicente Guerrero y Gigantes	N 20°40'19.9" W 103°20'15.7"
8	Constitución entre Analco y 5 de mayo	N 20°40'02.8" W 103°20'25.2"
9	Insurgentes y Gómez Farias	N 20°40'20.7" W 103°20'28.2"
10	Obregón y Lic. Verdad	N 20°40'25.6" W103°20'27.0"
11	La paz y Calzada Independencia	N 20°40'04.1" W 103°20'44.4"
12	Corona entre Calzada Revolución y Prisciliano Sánchez	N 20°40'16.2" W 103°20'45.3"
13	Corona y López Cotilla	N 20°40'18.4" W 103°20'45.7"
14	López Cotilla y Degollado	N 20°40'26.1" W 103°20'40.2"
15	Degollado, Plaza Tapatía	N 20°40'33.3" W 103°20'40.5"
16	Independencia y Liceo	N 20°40'39.5" W 103°20'46.3"
17	San Felipe y Houmbolot	N 20°40'45.4" W 103°20'34.2"
18	Garibaldi y Baeza Alzaga	N 20°40'49.8" W 103°20'29.6"
19	Liceo, entre San Felipe y Reforma	N 20°40'45.7" W 103°20'46.8"
20	Ángulo y Belén	N 20°40'52.8" W 103°20'41.8"

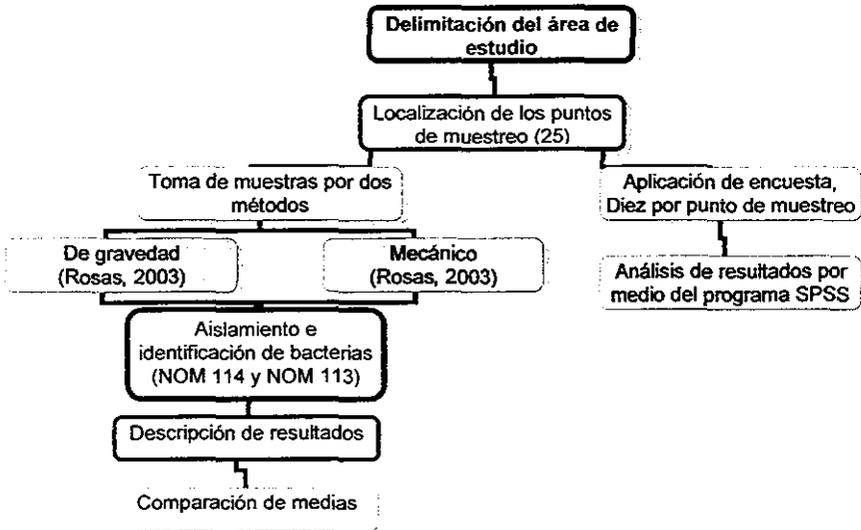
Continuación del cuadro 7.1. Localización con coordenadas de los puntos de muestreo

21	Medellín, entre Ángulo y Herrera y Cairo	N 20°40'52.9" W 103°21'02.7"
22	Mariano Barcenas y San Felipe	N 20°40'44.0" W 103°21'06.3"
23	Mariano Barcenas y Morelos	N 20°40'33.1" W 103°21'08.4"
24	Pavo, entre Nueva Galicia y Libertad	N 20°40'12.1" W 103°21'11.6"
25	Federalismo y Juárez	N 20°40'28.6" W 103°21'14.1"

7.2.1 Composición bacteriológica

- ✓ Se realizaron tres muestreos, correspondientes a los meses de marzo, mayo y septiembre, para observar las variaciones de las poblaciones bacterianas, con respecto a los cambios climáticos.
- ✓ Se tomaron las muestras, según el método. (Por gravedad o mecánico; Rosas, 2003) (Ver diagrama 7.1).
- ✓ De acuerdo con la morfología, se identificaron las posibles colonias diferentes y se sembraron en tubos.
- ✓ Se analizaron las muestras, para la identificación de las bacterias, de acuerdo con el método, modificado en la preparación de muestra, de las normas: 09-22-95 NORMA Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la determinación de *Salmonella* en alimentos y 08-25-95 NORMA Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
- ✓ Una vez identificadas, se determinó qué especies y/o géneros estaban presentes en cada uno de los puntos. (se agruparon a través de tablas en Excel®, por géneros, debido a que algunas muestras no se fue posible llegar hasta especie).
- ✓ Con estos resultados se realizaron gráficos de porcentajes de Gram positivos y Gram negativos, así como de diversidad, con respecto a porcentajes de presencia de género por muestreo, en relación a su aparición en cada punto.
- ✓ Análisis estadístico. Se realizó una comparación de medias por medio de una prueba T para muestras relacionadas, con 95% de intervalo de confianza, en el programa SPSS 10® y como postulado, que al ser menor la significancia de 0.05 existen diferencias significativas; al ser mayor de 0.05 no hay diferencias significativas.
- ✓ Con base en la relación de las medias aritméticas del muestreo uno y dos del método mecánico, se determinaron niveles de abundancia: bajo, medio y alto.

Diagrama 7.1. Metodología de muestreos y encuestas



7.2.1.1. Toma de muestra

- Método por gravedad: exponer al aire libre en cada punto de muestreo, por duplicado, cajas abiertas con agar de soya tripticaseína a una altura de 1.30 mt. (altura aproximada a la cual las personas respiran) durante 5 minutos, para no saturar y poder realizar la identificación de las bacterias. Posteriormente trasladar al laboratorio en hieleras e incubarlas a una temperatura de 37°C durante 48 horas. Al término de la incubación cuantificar el número de unidades formadoras de colonias (UFC) en un contador de colonias de Québec, determinar las UFC por placa en un periodo de 5 minutos de exposición. Reservar las muestras para su posterior aislamiento e identificación de bacterias presentes. (Rosas, 2003)



Figura 7.2. Cajas de petri con medio de cultivo.

- Método mecánico (Millipore Mair T[®]): siguiendo el manual del equipo, colocar una caja de petri con agar soya tripticaseína (cassette) en el cabezal del analizador de

aire, destapar la caja y asegurar la rejilla microperforada; presionar START para que la bomba absorba la cantidad de aire previamente seleccionada (100 litros para no saturar la caja y poder realizar el análisis de las bacterias). Este proceso se realizó en un lapso de tiempo de aproximadamente 3 minutos, en lo que se tomó la muestra del método por gravedad. Después se trasladó al laboratorio en hieleras para darles el mismo tratamiento de las muestras del método por gravedad. (Rosas, 2003)

NOTA: Debido a no contar con suficientes filtros para cada punto, se realizaba una limpieza (con toallas húmedas con alcohol, especiales del mismo equipo) al filtro y el área donde se colocaba la caja.



Figura 7.3. Analizador de aire (Millipore Mair T®)

7.2.1.2. Aislamiento e identificación

Seleccionar las colonias bacterianas con diferente morfología colonial y transferir a tubos con medio de enriquecimiento (Caldo Soya Trypticaseína y/o Infusión Cerebro Corazón). Incubar de 18 a 24 horas a $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Inocular el crecimiento bacteriano en caja de petri con agar de enriquecimiento (Agar Soya Trypticaseína) e incubar a $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.

Después, hacer resiembras hasta la obtención de un cultivo puro, en caso de que no se logre, sembrar nuevamente en medio de cultivo diferencial y selectivo (Agar Salado Manitol, Eosina Azul de Metileno, y AST) por estría cruzada para obtener colonias aisladas e incubar a 37°C /24 hrs.

En seguida realizar una tinción diferencial de gram de cada una de las colonias y agruparlas de acuerdo a sus características tintoriales en Gram positivas, Gram negativas, bacilos, cocos, esporulados, etc.

Una vez aisladas y purificadas las colonias, posteriormente realizar la identificación por pruebas las bioquímicas (que a continuación se describen), y confirmado por kit de API (bioMérieux®). Realizar un cultivo para tener suficiente crecimiento bacteriano.

Para el grupo de cocos Gram positivos realizar pruebas de hemólisis, manitol, coagulasa, catalasa y confirmar algunas con el método de API Strep (para identificar el grupo de streptococos) (Ver diagrama 8.2).

- **Reacción de hemólisis:** La hemólisis es producida en el agar gelosa sangre por microorganismos capaces de lisar los eritrocitos presentes en el medio de cultivo debido a la producción de toxinas hemolíticas y pueden ser de dos tipos: 1) Hemólisis α , corresponde a una hemólisis parcial o incompleta, en donde se observa un color verdoso en una zona estrecha alrededor de las colonias; 2) Hemólisis β , corresponde a una hemólisis completa, y aparece como una zona claramente transparente que usualmente se extiende varias veces el diámetro de la colonia. (Dominguez, 1998).
- **Agar salado manitol:** La degradación del manitol con producción de ácido cambia el color del medio de rosado a amarillo. Debido a su alto contenido de cloruro de sodio, puede hacerse una siembra masiva del material en uso. Generalmente se incuban las placas unas 36 hrs., apareciendo las colonias de estafilococos no patógenos de tamaño pequeño y rodeados de una zona roja; en cambio las colonias de estafilococos patógenos fermentadores del manitol, dan colonias más grandes y rodeadas de una zona amarilla. Se emplea para aislar estafilococos patógenos. (Dominguez, 1998).
- **Prueba de coagulasa:** Tomar un ml de cultivo de microorganismos y colocar en un tubo, agregar 0.5ml de plasma (proporción 2:1). Mezclar suavemente e incubar 4 horas a 37°C. Observar la formación de coagulación o coagulo cada hora inclinando el tubo suavemente. Positivo: formación del coagulo. (Dominguez, 1998).
- **Prueba de la catalasa en porta:** Se emplea un palillo de madera (o asa de nicromo) para tomar una colonia de una placa de cultivo y se coloca en una gota de peróxido de hidrógeno sobre un porta. Una prueba catalasa positiva presenta burbujas de gas; una reacción catalasa negativa carece de burbujas. Se emplea para diferenciar *Streptococcus* (catalasa negativa) de *Staphylococcus* (catalasa positiva) (Dominguez, 1998).

La galería de API 20 Strep es un sistema sistemático estandarizado que asocia 20 ensayos bioquímicos de un gran poder discriminante. Permite realizar un diagnóstico de grupo o por especie de la mayoría de los estreptococos, enterococos, y para los gémenes emparentados más corrientes. La galería de API 20 Strep se compone de 20 microtubos que contienen los sustratos deshidratados para detección de actividades enzimáticas o de fermentación de azúcares. Los ensayos enzimáticos se inoculan con una suspensión densa realizada a partir de un cultivo puro que reconstituye los medios. Las reacciones que se producen durante el periodo de incubación se traducen en variaciones de coloración, espontáneas o reveladas mediante la adición de reactivos. Los ensayos de fermentación se inoculan con un medio enriquecido (que contiene un indicador de pH), que rehidrata los azúcares. La fermentación de los hidratos de carbono trae consigo una acidificación que se traduce en la modificación espontánea del indicador de color. Los sustratos utilizados fueron: piruvato sódico, ácido hipúrico, esculina, citrato de hierro, ácido piroglutámico- β -naftilamida, 6-bromo-2-naftil- α -D-galactopiranosida, ácido naftol-ASBI-glucurónico, 2-naftil- β -D-galactopiranosida, 2-naftil fosfato, L-leucina- β -

naftilamida, L-arginina, D-ribosa, L-arabinosa, D-manitol, D-sorbitol, D-lactosa (origen bovino), D-trehalosa, inulina, D-rafinosa, almidón, glicerol. (bioMérieux®).

Para la identificación de bacilos Gram negativos realizar las pruebas convencionales de RMVP, MIO, FAD, TSI, citrato, LIA, urea, malonato y seleccionar algunas bacterias para confirmar por kit API 20E (para identificación del grupo de enterobacterias) (ver diagrama 8.2).

- Prueba de rojo de metilo y reacción Vogues-Proskauer: Se trata de una prueba cualitativa de la acidez producida por bacterias que crecen en caldo de RM-VP. Algunas bacterias que realizan fermentación ácido-mixta producen una mezcla de ácidos (láctico, acético y formico) a partir de glucosa, reduciendo el pH por debajo de 4.4; a este pH el rojo de metilo, después de añadir unas gotas al medio con crecimiento bacteriano, un color rojo brillante indica una prueba positiva, un color amarillo o naranja es negativo. Otras bacterias fermentan la glucosa produciendo ácido pirúvico y transformándolo en acetilmetilcarbinol o acetoina, éste puede hacerse reaccionar con KOH en presencia de O₂ formando diacetilo, que al reaccionar con α -naftol produce un complejo de color tinto. Se emplea para diferenciar especies de *Bacillus* y bacterias entéricas. Por ejemplo, *E. coli* es VP negativa y *Enterobacter aerogenes* es VP positiva; *E. coli* es RM positiva y *Enterobacter aerogenes* es RM negativa. (Domínguez, 1998).
- Prueba del indol, movilidad y omitina: Se utiliza el medio MIO, identifica la formación de indol como producto del metabolismo del aminoácido triptófano. Las bacterias que producen triptofanasa utilizan el triptófano como fuente de nitrógeno, produciendo un metabolito llamado indol, éste puede ser detectado al hacerlo reaccionar con el p-dimetilbenzaldehído del reactivo de Ehrlich, para formar un anillo de color. Un color rojo en la superficie, es una prueba de indol positivo; un color naranja – amarillo es negativo. Se emplea para diferenciar bacterias entéricas como *E. coli* (indol positivo) y *Enterobacter* (indol negativo). También permite determinar movilidad y la descarboxilación del aminoácido omitina. La movilidad se observa cuando el microorganismo crece mas allá de la línea de inoculación. La presencia del aminoácido omitina se identifica con el cambio de coloración, púrpura o gris (+), amarillo (-). (Domínguez, 1998).
- Prueba de desaminación de la fenilalanina: Cuando se añade cloruro férrico al 10% a un cultivo inclinado (*slant*) de agar fenilalanina desaminasa, un color verde oscuro indica un resultado positivo para la enzima. Se emplea para diferenciar miembros del grupo *Proteus* (*Proteus vulgaris*, positivo), de *E. coli* (negativa) (Domínguez, 1998).
- Reacciones en agar con hierro y tres azúcares (TSI): Se emplea para diferenciar miembros de la familia *Enterobacteriaceae* basándose en la fermentación de lactosa, sacarosa, glucosa y en la producción de H₂S. Las bacterias que sólo producen metabolitos ácidos que viran el indicador de pH a amarillo en el fondo del tubo (el pico de la flauta permanece rojo por la presencia de aminas alcalinas producto del metabolismo de aminoácidos). Las bacterias que fermentan glucosa y sacarosa producen mayor cantidad de ácidos y reducen el pH en todo el medio, virando el indicador tanto en el fondo del tubo como en el pico de flauta. También se puede observar la presencia de H₂S, por la formación de un precipitado negro.

La presencia de burbujas de gas, representa producción de CO₂. (Domínguez, 1998).

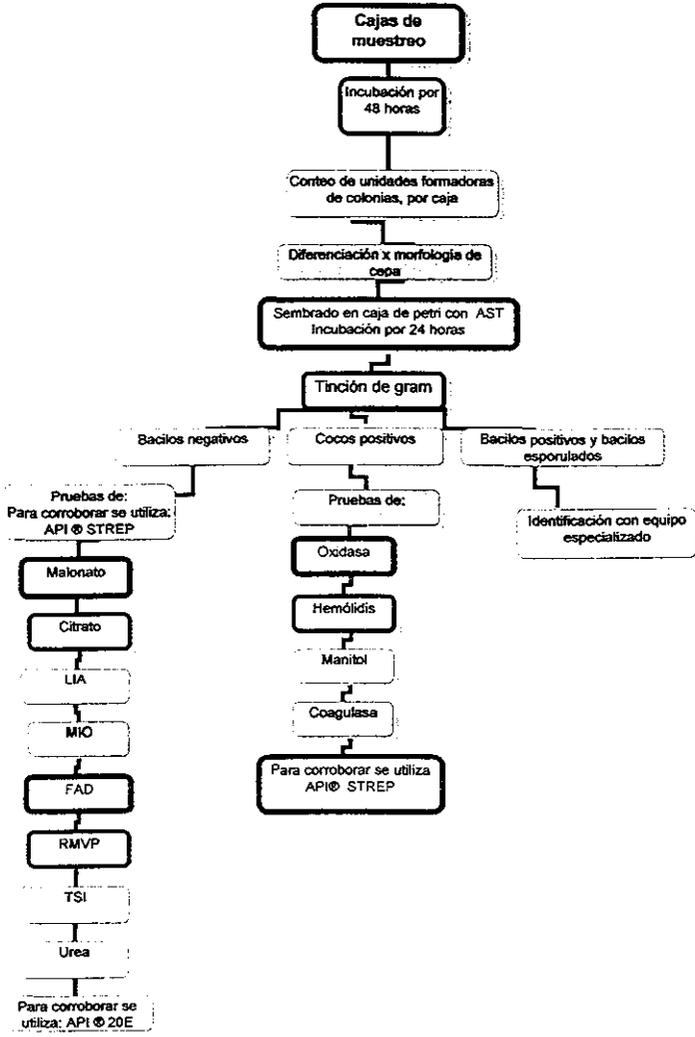
- Utilización de citrato: Se emplea agar citrato de Simmons; sólo las bacterias capaces de utilizar el citrato como única fuente de carbono pueden desarrollar en este medio, al hacerlo, utilizan también el fosfato de amonio como fuente de nitrógeno produciendo amoníaco que alcaliniza el medio y hace virar el indicador de pH que se torna azul a valores de pH>7.6. Se emplea para la clasificación de las bacterias entéricas, *Klebsiella* (+), *Enterobacter* (+), *Salmonella* (a menudo +), *Escherichia* (-), *Edwardsiella* (-) (Domínguez, 1998).
- Prueba del aminoácido descarboxilasa: Se emplean para clasificar bacterias entéricas. Se utiliza el medio LIA, determina si una bacteria produce las enzimas responsables de desaminar o descarboxilar el aminoácido lisina. Las reacciones de desaminación de aminoácidos crean productos ácidos que causan el vire del indicador de pH a color amarillo. La descarboxilación de lisina produce cadaverina que es una amina que alcaliniza el medio y torna el indicador a color púrpura. (Prescott, 2004; Domínguez, 1998).
- Urea: Determinar la capacidad de un organismo de desdoblar la urea, formando dos moléculas de amoníaco por acción de la enzima ureasa. Las bacterias que producen ureasa hidrolizan la urea formando amoníaco que alcaliniza el medio e intensifica su color rosa. (Domínguez, 1998).
- Prueba de caldo malonato: Solo las bacterias capaces de usar simultáneamente el malonato de sodio como fuente de carbono y el sulfato de amonio como fuente de nitrógeno alcalizan el medio y este cambia a color azul. (Domínguez, 1998).

API 20E es un sistema para la identificación de las Enterobacterias y otros bacilos Gram-negativos no exigentes que utiliza 23 tests bioquímicos estandarizados y miniaturizados, y una base de datos. Consta de 20 microtubos conteniendo substratos deshidratados. Estos tests se inoculan con una suspensión bacteriana la cual hidrata el medio. Durante la incubación, se producen cambios de color espontáneos o revelados por adición de reactivos. La lectura de las reacciones se hace de acuerdo con la tabla de lectura y la identificación mediante el API 20 E index o el programa informático para identificación. Los substratos utilizados son: orto-nitro-fenil-β-D-gal-actopiranosido (ONPG), arginina, lisina, ornitina, citrato sódico, tiosulfato sódico, urea, triptofano, creatina, piruvato sódico, gelatina de Kohn, glucosa, manitol, inositol, sorbitol, ramnosa, sacarosa, melibiosa, amigdalina, arabinosa; además se realizo la prueba de oxidasa, (bioMérieux®).

Las bacterias dudosas, bacilo positivos y esporulados, fueron enviadas para su identificación a laboratorios especializados.

Los resultados de las pruebas bioquímicas fueron evaluados por datos mostrados para identificación según el manual de Bergey e interpretados por los cambios en los medios de cultivo. Y los confirmatorios de API siguiendo el manual de uso para el kit.

Diagrama 7.2 Metodología para identificación de bacterias. (NOM-114-SSA1-1994; Rosas 2003)



7.2.2. Percepción de la población.

Las encuestas responden a una necesidad de información, ya sea que se carece de ella o porque no es reciente o confiable. Una encuesta por muestreo, es un método para obtener información de un número de individuos elegidos bajo ciertos criterios, para inferir algo acerca de la población de la cual fueron seleccionados.

Se realizó una investigación bibliográfica acerca del tema de la calidad bacteriológica del aire, con base a dicha información, se seleccionaron los puntos relevantes a tratar en la encuesta. Se buscó información referente a la percepción social, con respecto al tema, pero no se encontró, de manera que basándose en un trabajo de percepción de contaminación fisicoquímica en la Zona Metropolitana de Guadalajara (Ramírez, 2003), se dio formato a una encuesta base, para realizar una prueba piloto; misma que se aplicó en dos puntos, pues se observó que requería de modificaciones, mismas que se efectuaron, además de que se agregó el uso de tarjetas para ilustrar la pregunta: ¿Qué tipo de contaminación considera más importante? para reforzar la aplicación de la encuesta.

Una vez elaboradas las correcciones necesarias, se procedió a aplicar las encuestas. Se realizó un muestreo no probabilístico por cuota y de sujetos disponibles, se establecieron los puntos de muestreo (mismos del muestreo de bacterias) en un área específica, en cada uno de ellos se aplicaron 10 encuestas, teniendo como total 250 encuestas, que según Salant & Dilman, dan una confiabilidad del 95% para una población con más de 10,000 habitantes (Ramírez, 2003); como único requisito se eligieron a personas mayores de 15 años y con disponibilidad de contestar el cuestionario.

Los resultados se analizaron con el programa SPSS 10®; se obtuvo la estadística descriptiva, por falta de definición en los gráficos del programa, se elaboraron en Excel Microsoft versión 2003.

Se realizó una encuesta con valores nominales, dicotómicos y politómicos para obtener información como edad, sexo, escolaridad, actividades, tiempos, recurrencias, etc. Y con valores ordinales para información de apreciaciones.

8. RESULTADOS.

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de los muestreos bacterianos, de los métodos previamente descritos; así como las respuestas de la encuesta aplicada. Se organizo de la siguiente manera:

- Caracterización de los puntos de muestreo.
- Resultados del análisis de la composición bacteriológica.
- Resultados de la aplicación de la encuesta.

8.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.

<p>Punto 1 Ubicación: Calzada Independencia, entre Esteban Alatorre y Pablo Gutiérrez. N 20°40'7" W 103°20'19.4"</p> <p>Caracterización e identificación de factores ambientales positivos y negativos: Escuela, Plaza comercial, enfrente parque Morelos, arbolado, parada de camiones, tráfico vehicular, colecta de basura.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Aerococcus, Bacillus, Citrobacter, Corynebacterium, Enterobacter Escherichia, Micrococcus, Stapylococcus, Salmonella, Streptococcus.</i></p>	
<p>Punto 2 Ubicación: Brillante y Manuel Acuña. N 20°41'1" W 103°20'19.4"</p> <p>Caracterización e identificación de factores ambientales positivos y negativos: Casas habitación, paso peatonal, comercios (farmacia, florería, abarrotes, office depot), puestos ambulantes.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Bacillus, Chrisomona, Corynebacterium, Enterobacter. Escherichia, Klebsiella, Micrococcus, Proteus, Stapylococcus, Streptococcus.</i></p>	

<p>Punto 3 Ubicación: General Salazar e Industria. N 20°40'40.9" W 103°20'10.7"</p> <p>Caracterización e identificación de factores ambientales positivos y negativos: Casas habitación, paso peatonal, comercios, tráfico vehicular, paso peatonal.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Bacillus</i>, <i>Corynebacterium</i>, <i>Enterobacter</i>, <i>Escherichia</i>, <i>Micrococcus</i>, <i>Stapylococcus</i>, <i>Streptococcus</i>.</p>	
<p>Punto 4 Ubicación: Republica y Calzada Independencia. N 20°40'36.6" W 103°20'23.9"</p> <p>Tipificación: Comercios, paso peatonal.</p> <p>Factores ambientales positivos y negativos: Tráfico vehicular, paso a desnivel en el cual se concentran: malos olores e indigentes que lo utilizan como sanitario.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Aerococcus</i>, <i>Bacillus</i>, <i>Chrisomona</i>, <i>Corynebacterium</i>, <i>Enterobacter</i>, <i>Escherichia</i>, <i>Stapylococcus</i>, <i>Streptococcus</i>, <i>Vibrio</i>.</p>	
<p>Punto 5 Ubicación: Mariano Jiménez después de Republica. N 20°40'36.9" W 103°20'5.2"</p> <p>Tipificación: Casas habitación</p> <p>Factores ambientales positivos y negativos: Comercios, tráfico vehicular.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Bacillus</i>, <i>Corynebacterium</i>, <i>Escherichia</i>, <i>Kiebsiella</i>, <i>Micrococcus</i>, <i>Stapylococcus</i>, <i>Streptococcus</i>.</p>	

Punto 6

Ubicación:
Cabañas antes de Av. Juárez.
N 20°40'24.8" W 103°20'16.5"

Tipificación:
Comercios, poco arbolado.

Factores ambientales positivos y negativos:
Mercado San Juan de Dios, puestos ambulantes, basura en las calles, indigentes, parques, comercios, tráfico vehicular.

Géneros encontrados:
Aerococcus, Bacillus, Corynebacterium, Enterobacter Escherichia, Klebsiella, Micrococcus, Staphylococcus, Streptococcus.



Punto 7

Ubicación:
Vicente Guerrero y Gigantes.
N 20°40'19.9" W 103°20'15.7"

Factores ambientales positivos y negativos:
Comercios (carnicería, tortillería, artículos diversos) puestos ambulantes, colecta de basura en la esquina.

Géneros encontrados:
Bacillus, Citrobacter, Corynebacterium, Enterobacter, Klebsiella, Staphylococcus, Streptococcus.



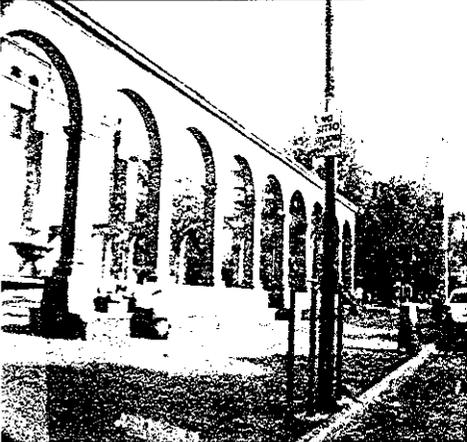
Punto 8

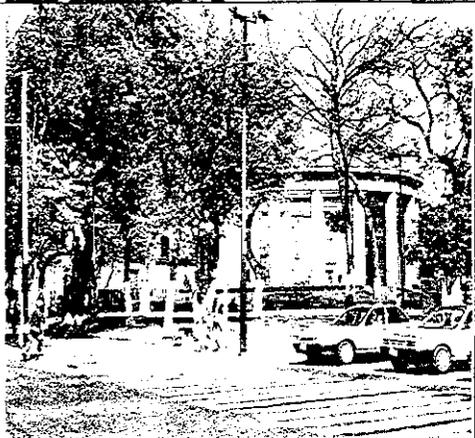
Ubicación:
Constitución entre Analco y 5 de mayo.
N 20°40'2.8" W 103°20'25.2"

Factores ambientales positivos y negativos:
Parque con fuente, iglesia, comercios (neverías, agua agranel), puestos de alimentos, ambulantes y fijos; casas habitación,

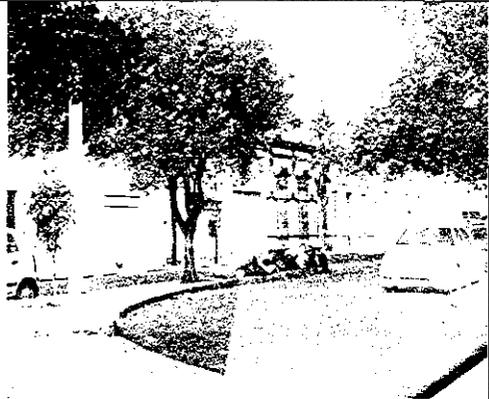
Géneros encontrados:
Aerococcus, Bacillus, Citrobacter, Enterobacter Escherichia, Staphylococcus.



<p>Punto 12 Ubicación: Corona entre Calzada Revolución y Prisciliano Sánchez. N 20°40'24.8" W 103°20'16.5"</p> <p>Factores ambientales positivos y negativos: Parque con fuente, calandrias, escuela, oficinas públicas (bancos), paso de peatones, tráfico vehicular, indigentes, puestos de alimentos ambulantes y hijos.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Aerococcus, Bacillus, Corynebacterium, Enterobacter, Escherichia, Klebsiella, Micrococcus, Stapylococcus, Streptococcus, Vibrio.</i></p>	
<p>Punto 13 Ubicación: Corona y López Cotilla. N 20°40'18.4" W 103°20'45.7"</p> <p>Factores ambientales positivos y negativos: Comercios (restaurantes, estacionamiento, hotel), tránsito vehicular, paso de peatones.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Bacillus, Corynebacterium, Escherichia, Klebsiella, Micrococcus, Stapylococcus.</i></p>	
<p>Punto 14 Ubicación: López Cotilla y Degollado. N 20°40'26.1" W 103°20'40.2"</p> <p>Factores ambientales positivos y negativos: Comercios (bares, hotel, venta de alimentos), paso de peatones, tráfico vehicular.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Bacillus, Chrisomona, Corynebacterium, Escherichia, Stapylococcus, Streptococcus</i></p>	

<p>Punto 15 Ubicación: Degollado (Plaza Tapatia). N 20°40'33.3" W 103°20'40.5"</p> <p>Factores ambientales positivos y negativos: Plaza, teatro, museos, comercios (discoteca, panadería, nevería) paso peatonal, iglesia, puestos ambulantes.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Bacillus</i>, <i>Citrobacter</i>, <i>Corynebacterium</i>, <i>Enterobacter</i>, <i>Klebsiella</i>, <i>Micrococcus</i>, <i>Staphylococcus</i>, <i>Streptococcus</i>.</p>	
<p>Punto 16 Ubicación: Independencia y Liceo. N 20°40'39.5" W 103°20'46.3"</p> <p>Factores ambientales positivos y negativos: Parque, puestos de alimentos establecidos y ambulantes, paso peatonal, indigentes, museo, iglesia, oficinas de gobierno, tránsito vehicular, escuela.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Bacillus</i>, <i>Enterobacter</i>, <i>Klebsiella</i>, <i>Staphylococcus</i>.</p>	
<p>Punto 17 Ubicación: San Felipe y Houmbolot. N 20°40'45.4" W 103°20'34.2"</p> <p>Factores ambientales positivos y negativos: Cruz roja, puestos de alimentos ambulantes y establecidos, paso peatonal, tráfico vehicular.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Aerococcus</i>, <i>Corynebacterium</i>, <i>Enterobacter</i>, <i>Klebsiella</i>, <i>Staphylococcus</i>, <i>Streptococcus</i>.</p>	

<p>Punto 18 Ubicación: Garibaldi y Baeza Alzaga. N 20°40'24.8" W 103°20'16.5"</p> <p>Factores ambientales positivos y negativos: Escuela primaria, parque, cruz roja, puestos ambulantes, neverías.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Citrobacter, Corynebacterium, Enterobacter, Escherichia, Klebsiella, Stapylococcus, Streptococcus, Vibrio.</i></p>	
<p>Punto 19 Ubicación: Liceo entre San Felipe y Reforma. N 20°40'45.7" W 103°20'46.8"</p> <p>Factores ambientales positivos y negativos: Oficinas públicas, paso vehicular, puestos ambulantes.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Bacillus, Chrisomona, Corynebacterium, Escherichia, Klebsiella, Micrococcus, Proteus, Stapylococcus, Streptococcus.</i></p>	
<p>Punto 20 Ubicación: Águila y Belén. N 20°40'52.8" W 103°20'41.8"</p> <p>Factores ambientales positivos y negativos: Mercado Alcalde, tráfico vehicular, comercios (venta de semillas, dulces, fruta, alimentos, deposito, tortillería) , paso peatonal.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Bacillus, Corynebacterium, Enterobacter, Escherichia, Micrococcus, Stapylococcus, Streptococcus.</i></p>	

<p>Punto 21 Ubicación: Contreras Medellín entre Ángulo y Herrera y Cairo. N 20°40' 52.9" W 103°20' 2.7"</p> <p>Factores ambientales positivos y negativos: Tráfico vehicular, casas habitación, comercios (frutería, puesto de alimentos), parque, basura, paso peatonal.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Bacillus, Chrisomona, Corynebacterium, Enterobacter, Klebsiella, Micrococcus, Stapylococcus, Streptococcus.</i></p>	
<p>Punto 22 Ubicación: Mariano Barcenas y San Felipe. N 20°40' 44.0" W 103°20' 6.3"</p> <p>Factores ambientales positivos y negativos: Tráfico vehicular, paso peatonal, casas habitación, comercios.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Bacillus, Corynebacterium, Escherichia, Klebsiella, Micrococcus, Stapylococcus, Streptococcus.</i></p>	
<p>Punto 23 Ubicación: Mariano Barcenas y Moleros. N 20°40' 33.1" W 103°20' 8.4"</p> <p>Factores ambientales positivos y negativos: Parada de camión, comercios (paletería, papelería, óptica), tráfico vehicular, basura.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Bacillus, Chrisomona, Citrobacter, Corynebacterium, Klebsiella, Escherichia, Stapylococcus.</i></p>	

<p>Punto 24 Ubicación: Pavo entre Nueva Galicia y Libertad. N 20°40'12.1" W 103°20'11.6"</p> <p>Factores ambientales positivos y negativos: Comercios (imprentas, industrias, salón de fiestas infantiles, estacionamiento público), basura, tráfico vehicular, casas habitación.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Bacillus</i>, <i>Corynebacterium</i>, <i>Escherichia</i>, <i>Klebsiella</i>, <i>Stapylococcus</i>, <i>Streptococcus</i>.</p>	
<p>Punto 25 Ubicación: Av. Federalismo y Juárez. N 20°40'28.6" W 103°20'14.1"</p> <p>Factores ambientales positivos y negativos: Escuelas, tráfico vehicular, bancos, paso peatonal, estación del tren ligero, puestos de alimentos ambulantes y establecidos.</p> <p>Géneros encontrados: <i>Corynebacterium</i>, <i>Escherichia</i>, <i>Proteus</i>, <i>Stapylococcus</i>, <i>Streptococcus</i>.</p>	

8.2. COMPOSICIÓN BACTERIOLÓGICA.

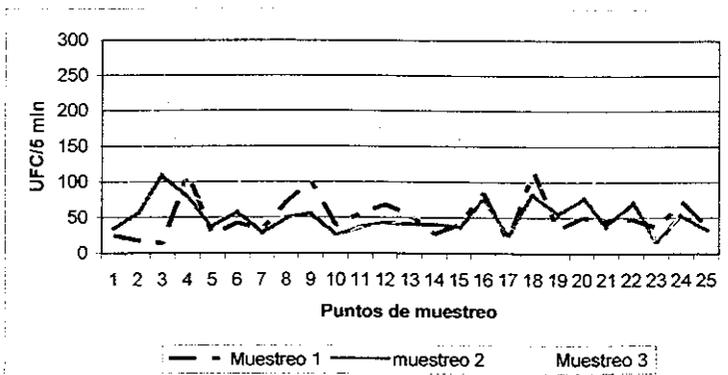
Para el reporte de este apartado se optó por separar los resultados por método empleado, previamente descrito, para el muestreo de las bacterias.

8.2.1. Método por gravedad.

Cuadro 8.1 Promedio de unidades formadoras de colonias en 5 minutos de exposición, por punto de muestreo.

Localización.	Muestreo 1 (marzo)	Muestreo 2 (mayo)	Muestreo 3 (Septiembre)
Calzada independencia entre Esteban Alatorre y Pablo Gutierrez.	25	33	57
Brillante y Manuel Acuña.	18	58	127
General Salazar e Industria.	14	109	258
Republica y Calzada Independencia	111	77	82
Mariano Jiménez después de Republica.	26	37	66
Cabañas antes de Avenida Juárez.	42	59	105
Vicente Guerrero y Gigantes.	33	27	35
Constitución entre Analco y 5 de mayo.	72	50	53
Insurgentes y Gómez Farias.	100	56	40
Obregón y Lic. Verdad.	39	24	21
La paz y Calzada Independencia.	56	37	37
Corona entre Calzada Revolución y Prisciliano Sánchez.	68	43	39
Corona y López Cotilla.	54	41	49
López Cotilla y Degollado.	27	40	56
Degollado, Plaza Tapatía.	40	37	53
Independencia y Liceo.	85	74	99
San Felipe y Houmbolot.	17	27	51
Garibaldi y Baeza Alzaga.	115	82	90
Liceo, entre San Felipe y Reforma.	33	53	100
Ángulo y Belén.	50	77	142
Medellín, entre Ángulo y Herrera y Cairo.	45	38	49
Mariano Barcenas y San Felipe	48	71	129
Mariano Barcenas y Morelos	36	18	9
Pavo, entre Nueva Galicia y Libertad.	73	53	59
Federalismo y Juárez.	38	32	42

Las unidades formadoras de colonias (UFC) del primer y segundo muestreos fueron semejantes como se observa en el cuadro 8.1 y la gráfica 8.1; en contraparte el tercer muestreo presentó un elevado aumento de UFC, en especial en los puntos 3, 19, 20 y 22. (Figuras 8.1 y 8.2).

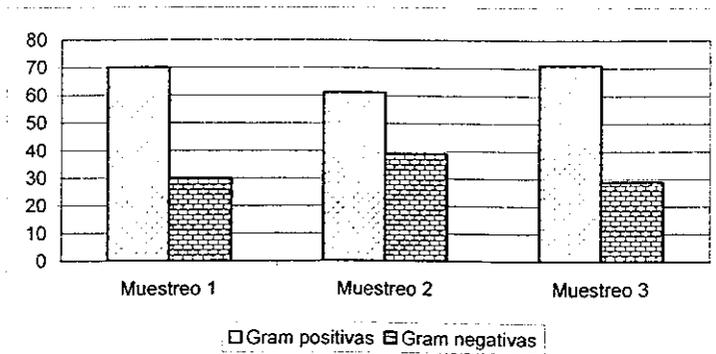


Gráfica 8.1. Comparación de las UFC en 5 min. de exposición de los tres muestreos por gravedad.

De la abundancia de UFC en 5 min. de exposición de los muestreos por gravedad se obtuvo una media de 50.36 del primer muestreo, del segundo de 28.62; y del tercero 362.42. De las comparaciones de medias se obtuvo que: los muestreos el uno y el tres tiene diferencias significativas al presentar una $P = 0.0221$; al igual, los muestreos dos y tres al obtener una $P = 0.0164$; los muestreos uno y dos no presentaron

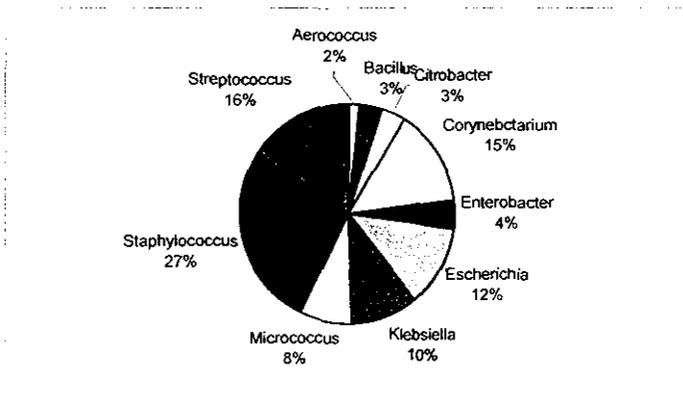
De la abundancia de organismos patógenos de los muestreos por gravedad se registró, para el primer muestreo una media de 3.56, del segundo muestreo de 2.8, del tercero de 3.4.

De las comparaciones de medias se obtuvo que: los muestreos uno y dos tuvieron una $P = 0.0463$, por lo tanto tienen diferencias significativas; los muestreos uno y tres, dos y tres, no presentaron diferencias significativas

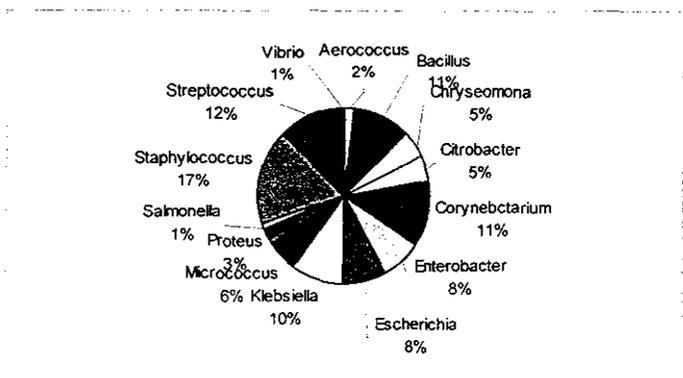


Gráfica 8.2. Porcentajes de bacterias Gram positiva y Gram negativa por gravedad.

Los porcentajes de bacterias Gram positivas y Gram negativas no hubo variaciones significativas en el primer y tercer muestreo, se situaron entre el 70% para positivas y el 30% para negativas. El segundo muestreo tuvo porcentajes de 61 y 39 respectivamente. (Gráfica 8.2).



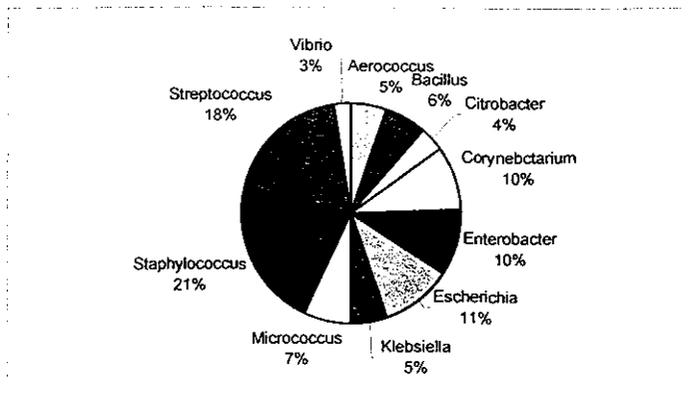
Gráfica 8.3. Diversidad de bacterias del primer muestreo por gravedad.



Gráfica 8.4. Diversidad de bacterias del segundo muestreo por gravedad.

Como se observa en las gráficas 8.3, 8.4 y 8.5 en los tres muestreos se presentó mayor incidencia de bacterias Gram positivas, *Staphylococcus* (Fig. 9.3) y *Streptococcus* (Fig. 8.4); en el primer muestreo se determinó la presencia de *Corynebacterium*, *Escherichia* y *Klebsiella* (15, 12 y 10% respectivamente), en comparación con el segundo muestreo que presentó *Bacillus*, *Corynebacterium* y *Klebsiella* (11, 11, 10% respectivamente); en el tercer muestreo se registró la presencia de *Escherichia*, *Corynebacterium*, y *Enterobacter*

(11, 10, 10% respectivamente). El primer y tercer muestreo presentan, a excepción del *Vibrio*, los mismos géneros y coinciden algunos porcentajes; en el segundo muestreo se reportaron más géneros como *Chryseomona*, *Proteus*, y *Salmonella*.



Grafica 8.5. Diversidad de bacterias del tercer muestreo por gravedad.



Fig. 8.1. *Staphylococcus*
(www.zdravjeizivot.com)

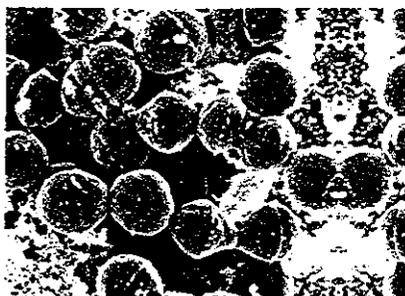


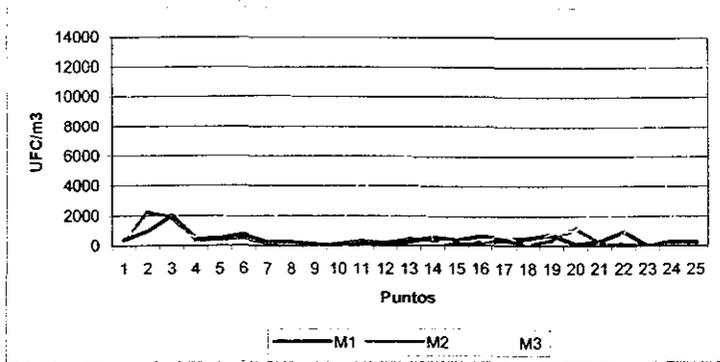
Fig. 8.2. *Streptococcus*
(www.microscopyconsulting.com)

8.2.2. Método mecánico.

Cuadro 8.2 Promedio de unidades formadoras de colonias por m³, por punto de muestreo.

Punto	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Calzada independencia entre Esteban Alatorre y Pablo Gutierrez	400	360	210
Brillante y Manuel Acuña	980	2250	240
General Salazar e Industria	2030	1900	900
Republica y Calzada Independencia	430	380	570
Mariano Jiménez después de Republica	470	410	1570
Cabañas antes de Avenida Juárez	750	500	3550
Vicente Guerrero y Gigantes	210	150	2520
Constitución entre Analco y 5 de mayo	280	300	940
Insurgentes y Gómez Farias	120	100	400
Obregón y Lic. Verdad	90	150	770
La paz y Calzada Independencia	180	380	4800
Corona entre Calzada Revolución y Prisciliano Sánchez	170	190	900
Corona y López Cotilla	280	470	6990
López Cotilla y Degollado	530	320	190
Degollado, Plaza Tapatía	340	170	300
Independencia y Liceo	620	240	280
San Felipe y Houmbolot	370	350	630
Garibaldi y Baeza Alzaga	490	110	1700
Liceo, entre San Felipe y Reforma	730	360	810
Ángulo y Belén	1030	1210	10350
Medellín, entre Angulo y Herrera y Cairo	300	130	2990
Mariano Barcenás y San Felipe	930	110	5160
Mariano Barcenás y Morelos	INC	80	12150
Pavo, entre Nueva Galicia y Libertad	320	120	1300
Federalismo y Juárez	260	120	8220

INC: Incontable.



Gráfica 8.6. Comparación de las UFC/m³ de los tres muestreos por método mecánico.

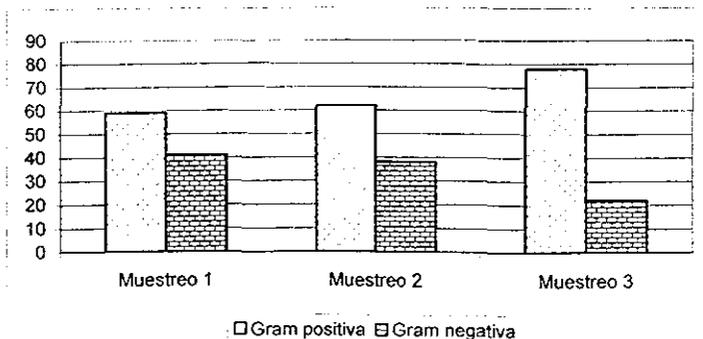
Como se observa en cuadro 8.2 y la gráfica 8.6, el primer y segundo muestreo obtuvieron abundancias muy similares, el tercer muestreo, sin embargo, tuvo aumentos muy considerables, como en los puntos 6, 11, 13, 20, 23 y 25. (Figuras 8.5 y 8.6)

De la abundancia de UFC/m³ de los muestreos de método mecánico se obtuvo, para el primer muestreo una media de 455., para el segundo de 434.4 y para el tercero de 2118.04.

De los resultados de las comparaciones de medias se obtuvo que: el muestreo uno y tres tienen diferencias significativas al obtener una $P = 0.0139$; al igual que los muestreos dos y tres que obtuvieron una $P = 0.0128$, los muestreos uno y dos no presentaron diferencias significativas.

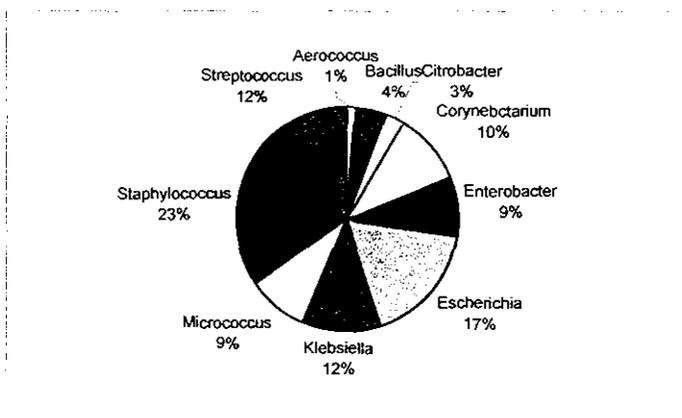
De la abundancia de organismos patógenos se registraron, para el primer muestreo una media de 2.04, para el segundo de 1.88 y el tercero de 1.96.

De las comparaciones de medias se obtuvo que los muestreos no tienen diferencias significativas entre sí.

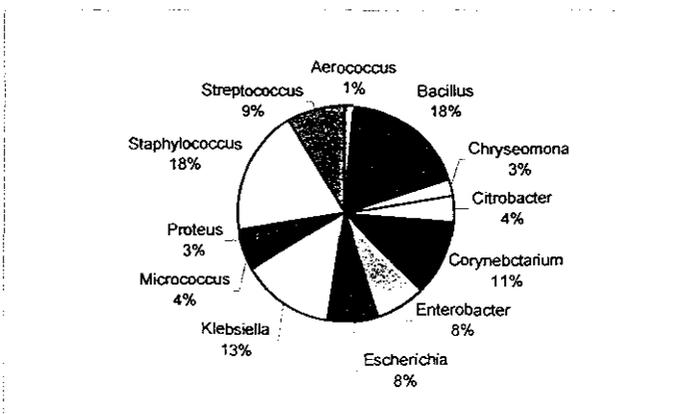


Gráfica 8.7. Porcentajes de bacterias Gram positiva y Gram negativa por método mecánico.

Los porcentajes de bacterias Gram positivas y Gram negativas en los muestreos uno y dos fueron muy semejantes, con un promedio aproximado entre 60% y 40% respectivamente, sin embargo comparando con el tercero aumento casi el 20% en Gram positivas. (Gráfica 8.7).



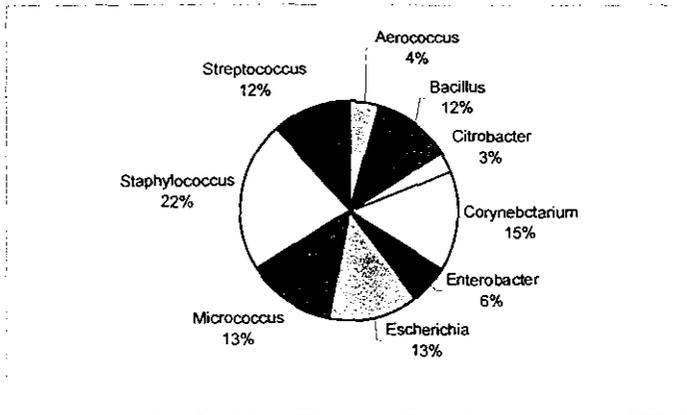
Gráfica 8.8. Diversidad de bacterias del primer muestreo por método mecánico.



Gráfica 8.9. Diversidad de bacterias del segundo muestreo por método mecánico.

En cuanto a diversidad (Gráficas 8.8, 8.9 y 8.10), en los tres muestreos se presentó mayor incidencia de bacterias Gram positivas, *Staphylococcus* (Fig. 8.3) y *Streptococcus* (Fig. 8.4); el primer y tercer muestreo presentaron, a excepción de *Klebsiella*, presente en el primero, el mismo número de géneros, en el primer muestreo se determinó la presencia de *Escherichia*, *Klebsiella* y *Corynebacterium*, (17, 12 y 10% respectivamente), en

comparación con el segundo muestreo el cual presento un aumento de porcentaje del género *Bacillus*, (18%) también se determino la presencia de *Klebsiella* y *Corynebacterium* (13, 11% respectivamente); en el tercer muestreo se registró la presencia de *Corynebacterium*, *Escherichia* y *Micrococcus* (15, 13, 13% respectivamente); el segundo muestreo tuvo mayor diversidad al registrarse especies de 12 géneros diferentes. En el tercer muestreo se registro la presencia de *Chryseomona* y *Proteus*.



Grafica 8.10. Diversidad de bacterias del tercer muestreo por método mecánico.



Fig. 8.3. *Corynebacterium*
(www.microscopyconsulting.com)



Fig. 8.4. *Escherichia*
(http://res2.agr.ca/lethbridge/emia/SEMproj/ecoli_e.htm)

En las figuras 8.7, 8.8 y 8.9, se realizaron gradientes para identificar la abundancia de bacterias por medio de la identificación de la media aritmética del primer muestreo se calcularon niveles clasificados como bajo, medio y alto, posteriormente se realizó la comparación con el segundo y tercer muestreo.

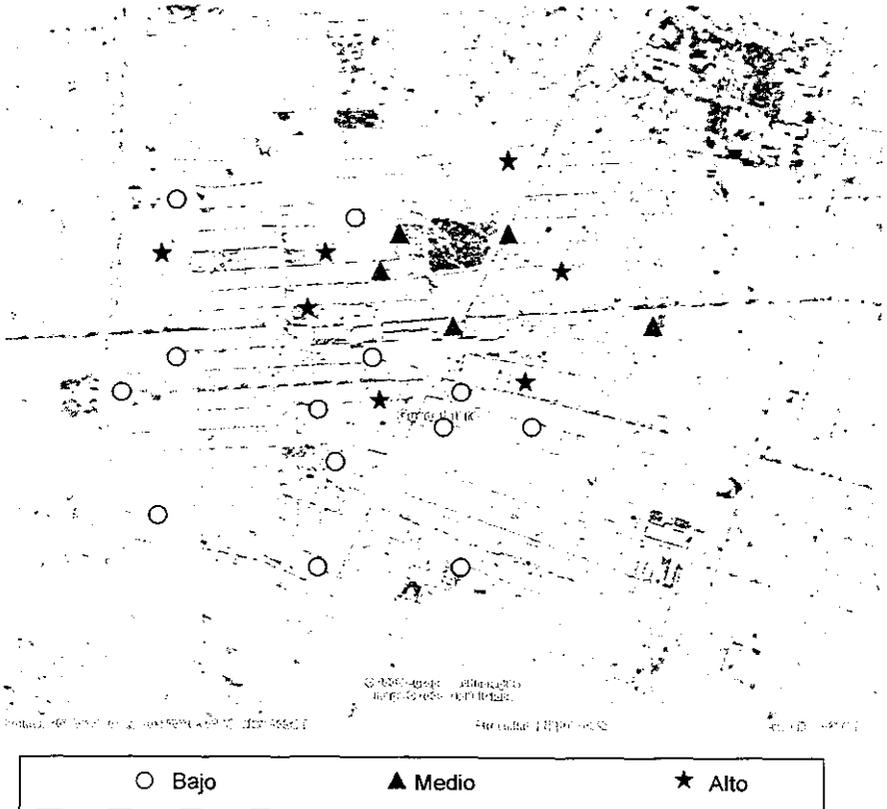


Figura 8.5 Mapa de carga bacteriana por punto del primer muestreo.

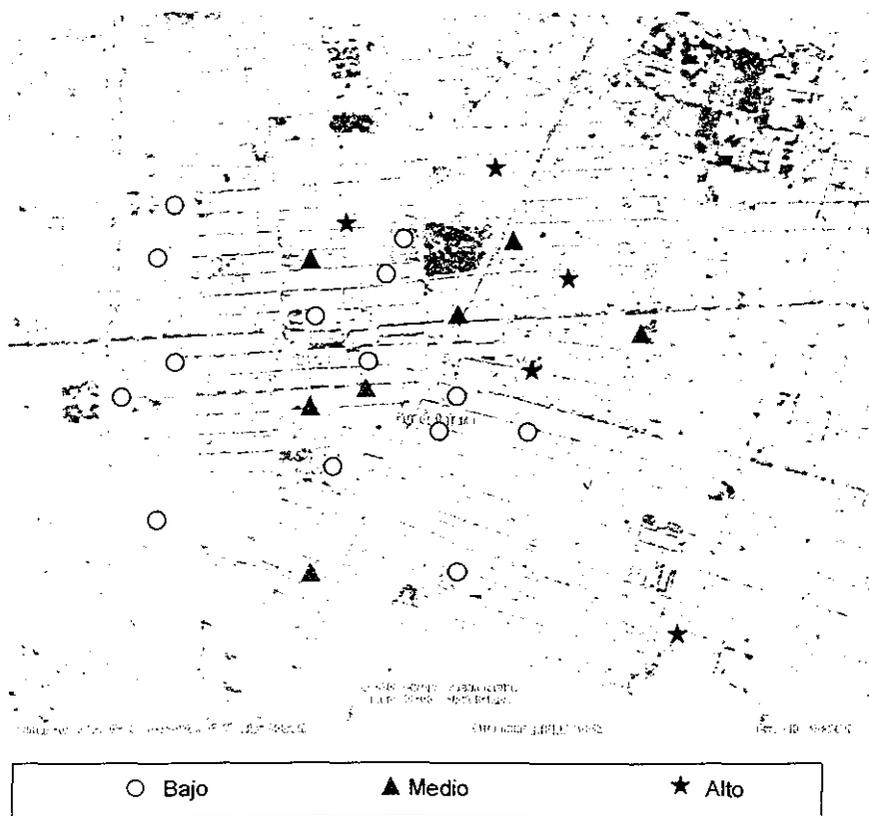


Figura 8.6. Mapa de carga bacteriana por punto del segundo muestreo.

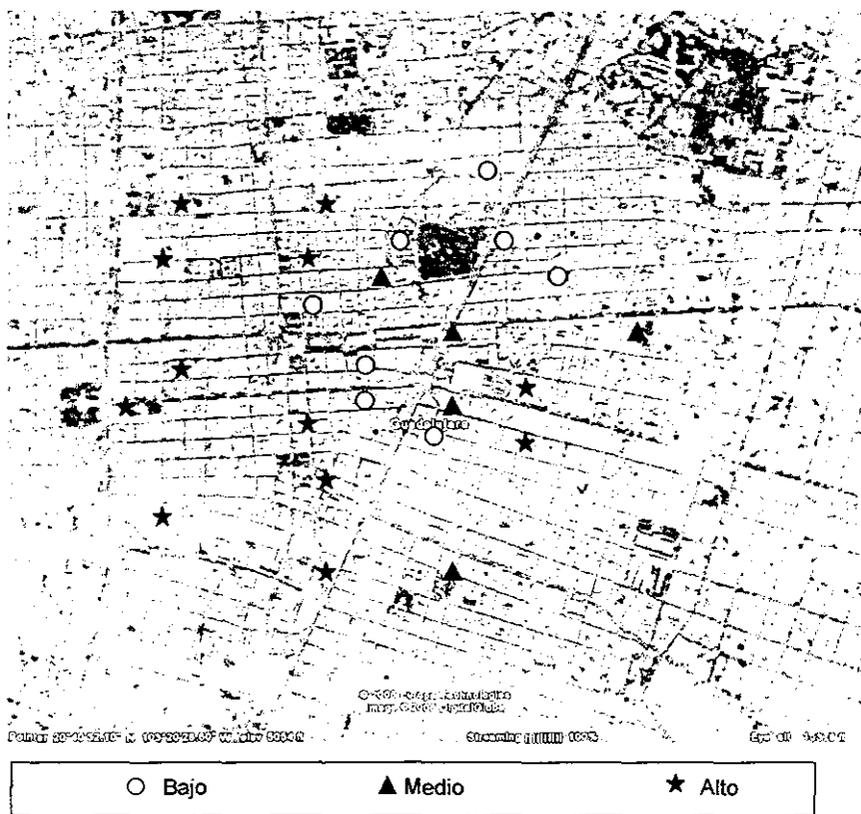


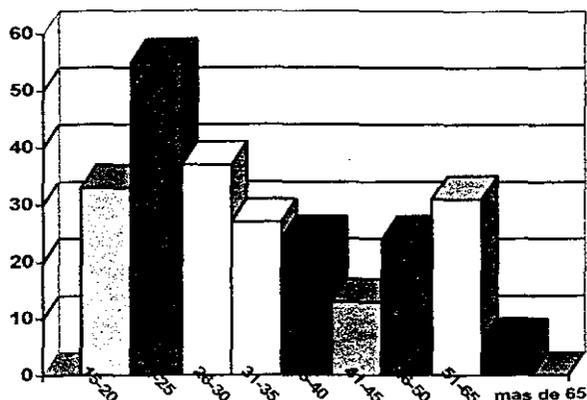
Figura 8.7. Mapa de carga bacteriana por punto del tercer muestreo.

El punto 5 (Mariano Jiménez después de republica) mantuvo una carga bacteriana clasificada en el nivel medio, el nivel mas alto fue el punto 6 y los niveles mas bajos los presentaron los puntos 8, 9 y 10, entre otros, se conservaron constantes durante los tres muestreos.

Como se observó en los gráficos anteriores (Gráfica 8.1 y 8.8), los niveles más altos de abundancia de organismos se presentaron en el tercer muestreo.

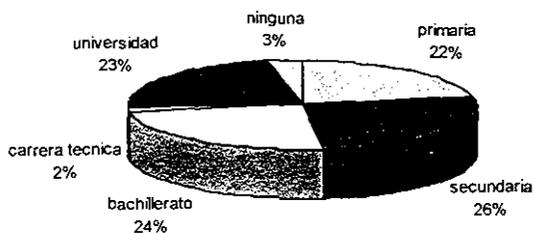
8.3 PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN.

En este apartado se reportan los resultados de la encuesta; se realizaron las gráficas más representativas, con las respuestas de las diferentes preguntas.



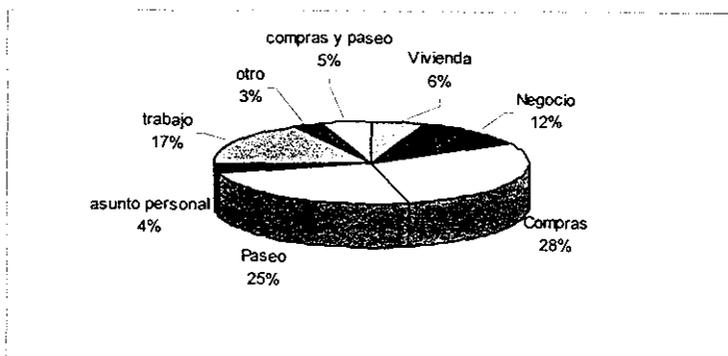
Gráfica 8.11. Edades de la población encuestada.

Se realizaron 250 encuestas de las cuales 59.6% fueron a hombres y el 40.4% a mujeres. El rango de edades fue de 15 a 75 años, la mayoría de la población encuestada fueron jóvenes y/o adultos jóvenes, el 22% esta representada por personas de entre 21 y 25 años, 14.8% de 26 a 30 años, 13.2% de 15 a 20 años. (Gráfica 8.11)

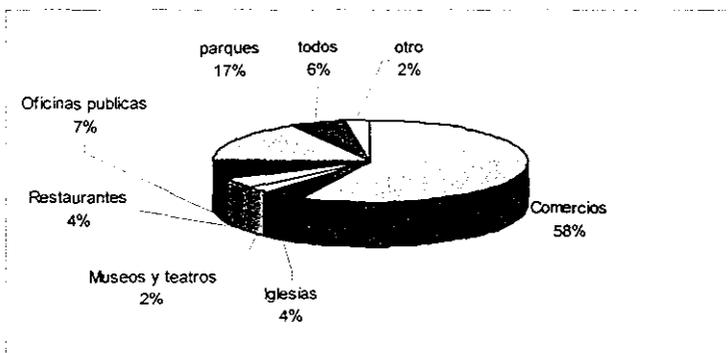


Gráfica 8.12. Escolaridad de la población encuestada.

Respecto a educación, solo 3.2% de las personas encuestadas fueron analfabetas, los demás rangos, como se puede observar en el gráfico 8.12, tienen porcentajes semejantes, 26.4% tienen estudios de secundaria, 24.4% de bachillerato, 22.8% estudios universitarios, 21.6% únicamente la primaria y solo 1.6% carrera técnica.



Gráfica 8.13. Motivo de visita

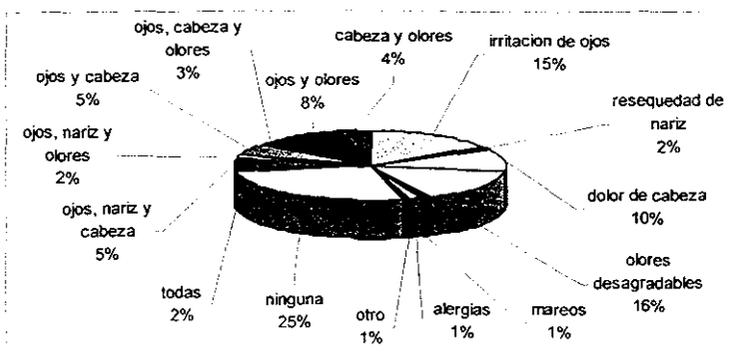


Gráfica 8.14. Lugares que más frecuenta la población en el centro de Guadalajara.

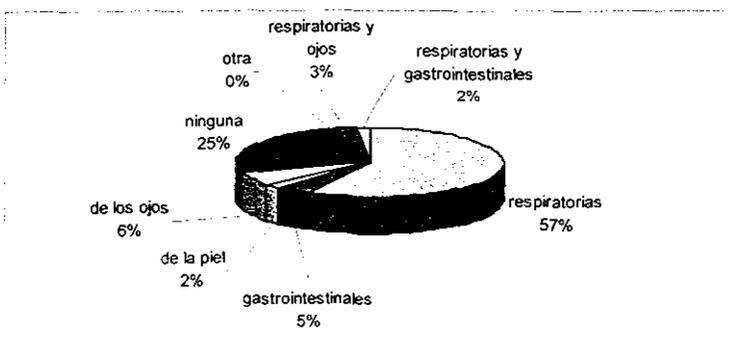
El 73.6% de la población dura más de dos horas en realizar sus actividades, las cuales en su mayoría son compras o paseo (Gráfica 8.13), los lugares más frecuentados son los comercios (Gráfica 8.14). Varios mencionaron presentar irritación de ojos, olores desagradables, dolor de cabeza y resequeadad de nariz (Gráfica 8.15), síntomas referenciados en la bibliografía como asociados a la exposición a la contaminación atmosférica; pueden ser causados por partículas, pero sabemos de la presencia de agentes patógenos localizados en dichos lugares, esto se relaciona con el 57.2% de los pobladores que presentaron enfermedades respiratorias el año pasado (Gráfica 8.16); el 42.5% relaciona su padecimiento con sus visitas al centro.

De la población que mencionó presentar algún malestar, el 36.4% comentó haber tenido la necesidad de faltar a sus labores a causa de ello. Para algunas de ellas, esto repercute en la pérdida de días de salario, 19.8% mencionó haber perdido menos de una semana, 4.3% una semana, 1.1% dos o tres semanas, 1.6% un mes y 0.5% más de un mes.

Por otra parte 69.3% de población invierte \$100, menos o incluso no previene, dichas enfermedades, 21% invierte de \$100 a \$300, 5.4% desembolsa hasta \$500 y solo un 4.3% gasta mas de \$500 para prevenir estos padecimientos. Porcentajes que se mantienen en el tema de inversión para su recuperación, 57% gasta menos de \$100, 24.2% utiliza de \$100 a \$300, para dicho fin. 11.8% costea hasta \$500 en recuperarse y solo el 7% invierte mas de \$500. Cabe mencionar que un gran número de personas cuentan con servicios médicos, de tal manera que no invierten en consultas ni en medicina.

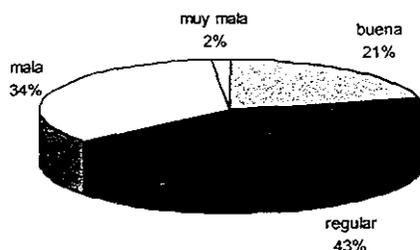


Gráfica 8.15. Signos y síntomas que presenta la población durante su estancia en el área de estudio.



Gráfica 8.16. Enfermedades que presentaron los visitantes del centro el año pasado.

Sólo el 46.8% de la población encuestada comentó consumir alimentos preparados al momento en la zona de estudio. De los cuales el 26% los consume en establecimientos, 11.2% en puestos ambulantes y 9.6% en ambos. El 77.1% aseveró, que existe una relación entre la calidad del aire y la higiene de los alimentos que consume, el 51.7% ratificó que la higiene con la que son preparados dichos alimentos es suficiente. Sin embargo 49.2% considera que el área donde los consume es de calidad regular, 45% cree que es buena, 3.4% mala y solo 1.7% opina que es muy buena.

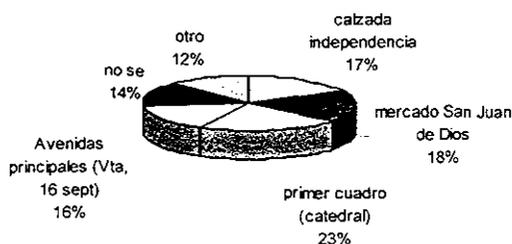


Gráfica 8.17. Calidad del aire en el punto de muestreo.

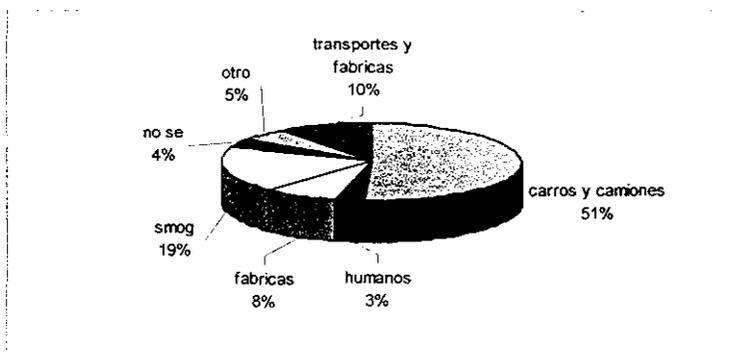
Sin tomar en cuenta la ubicación específica de los puntos muestreados, los resultados muestran que se considera al aire del centro histórico con una calidad regular, expresado por un 42.8% de los encuestados, 34.4% opinan que es mala, 21.2% la consideran buena y el 1.6% restante la juzgan de muy mala. (Gráfica 8.17)

Sin embargo el 82% expreso que la calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara es un problema, en contraparte el 13.6% no lo considera así, y 4.4% no tiene opinión al respecto.

De acuerdo con la percepción pública, el 22% ubico al primer cuadro (enfrente de Catedral) como el sitio mas contaminado del centro histórico, enseguida al mercado San Juan de Dios (o mercado Libertad) con 18.4%, 17.2% consideran, que es la calzada independencia, del 16.6% que son las avenidas principales (Av. Juárez, 16 de septiembre, etc.), 12.4% mencionó otros sitios, como la central vieja, la normal, Miravalle, mercado corona; y el 14.4% comentó no saber. (Gráfica 8.18).



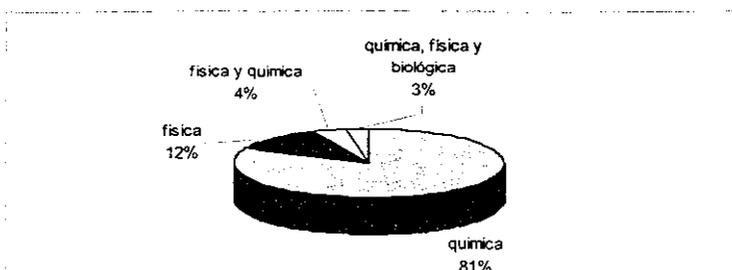
Gráfica 8.18. Sitio mas contaminado, según la percepción de la población.



Gráfica 8.19. Principal causa de contaminación del aire, según la percepción de la población.

Con respecto a las causas de la contaminación del aire, la población identificó a los carros y camiones como principal causa con un 50.8% de las opiniones, 8% juzgó que eran las fabricas. (Gráfica 8.19).

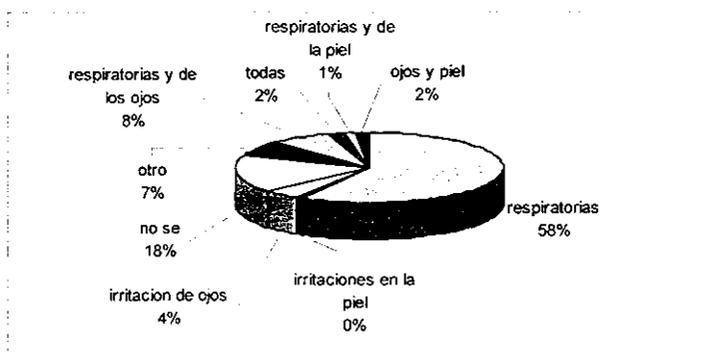
Lo anterior, se confirmó al expresar el 81.6% que el tipo de contaminación mas importante es la química, la física obtuvo 11.6%, la física y química 4% y solo 2.8% considero que tanto la contaminación química, la física y la biológica son importantes. (Gráfica 8.20). Sin embargo, la población identificó con un 58.4% a las enfermedades respiratorias como relacionadas con aire contaminado, las de los ojos 4.4%, de la piel 0.4%, otras 6.8%, y el 17.8% comento no tener conocimiento del tema. (Gráfica 8.21).



Gráfica 8.20. Tipo de contaminación que más afecta la calidad del aire, según la percepción de la población.

Respecto a si consideran que las autoridades hacen lo suficiente para mejorar la calidad del aire, 79.6% opinó que no, 14.4% dice que si, y 6% comento no saber sobre el tema. Las opiniones respecto a, si los habitantes del centro realizan las labores de limpieza que les corresponden, son semejantes pues 60.8% menciona que no, 36% piensa que si y 3.2% respondió no saber.

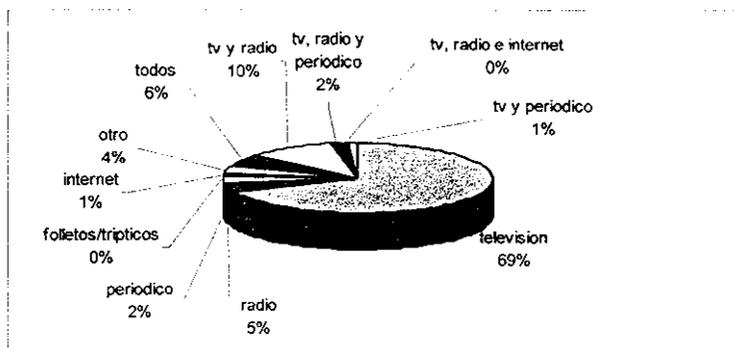
La acción que más se sugiere, con un 20.4% de las opiniones, es aplicar el programa no circula, 16% piensa que es cuestión de que la ciudadanía tenga más conciencia de sus actos, 13.2% cree que la afinación de los vehículos, 10.4% no tirar basura, 6.8% mas sanciones, 1.2% opina que además de mayores sanciones también es indispensable tener mas conciencia, el mismo porcentaje opina que es cuestión de conciencia y afinar los vehículos, 0.8% dice que es indispensable la afinación y mayores sanciones, 1.2% comenta, que es necesaria la afinación y no tirar basura, el 5.6% propone la utilización de vías altermas para evitar el trafico en el centro, 4.4% opina que es necesaria la verificación vehicular, 10.8% propone otras acciones como sincronización de semáforos, uso de vehículos eléctricos o bicicletas, etc.; y un 8% comento no saber sobre el tema. (Gráfica 8.22).



Gráfica 8.21. Enfermedades que se transmiten por aire contaminado, según la población encuestada.



Gráfico 8.22. Acciones que sugiere la población para mejorar la calidad del aire.



Gráfica 8.23. Medios de comunicación para informarse sobre la calidad del aire.

El 50.8% manifestó tener mucho interés en conocer que se hace para mejorar la calidad del aire, 44.4% mencionó tener poco interés, y 4.8% mencionó no interesarle el tema. Por otro lado el 57.2% menciona tener mucha disposición para participar en actividades para mejorar la calidad del aire; 36.4% poco y solo 6.4% no tiene interés en dichas actividades.

Como mejor medio de comunicación para informarse sobre el tema de la calidad del aire, 68% opina que es la televisión, 4.8% el radio, 2.4% los periódicos, 1.2% internet, 0.4% folletos y trípticos, 10.4% la radio y la televisión, 1.6% radio, televisión y periódicos, 0.4% televisión, radio e internet, 1.2% televisión y periódico, 5.6% opinó que todos son buenos, y 4% opinó otros como pantallas, carteles, etc. (Gráfica 8.23).

9. DISCUSION

Recientemente se publicó un trabajo de microorganismos en la atmósfera de la ciudad de Monterrey (Nava, 2006), en el cual se identificó la biota bacteriana y fúngica suspendida en esa atmosfera, algunos resultados coinciden con el presente, como la presencia de los géneros: *Bacillus*, *Enterobacter*, y *Proteus*; además de estos reportaron la presencia de *Streptomyces*, organismo que no se reportó, pues no se realizó identificación de levaduras. Cabe mencionar que en dicha publicación solo se realizó el muestreo en ocho puntos, y se reporto menor diversidad de bacterias por estación.

Varios países han tomado cartas en el asunto de la contaminación del aire, sin embargo el problema se ha abocado a descargas de contaminantes químicos. En México no existen Normas Oficiales que establezcan los límites máximos permisibles de bacterias respirables en espacios abiertos. Si consideramos que un individuo inspira diariamente de 12,000 a 14,000 litros de aire y el 99.8% los microorganismos en el aire quedan retenidos en las vías respiratorias, será evidente la importancia del control de este tipo de contaminación ambiental.

Con respecto al método mecánico y al tercer muestreo, fue evidente un aumento en la contaminación, se determino la presencia de entre 190 y 12,150 UFC/m³, que nos indica una susceptibilidad del hombre a padecer enfermedades de vías respiratorias relacionadas con estos organismos. Sin embargo en el primer y segundo muestreo se determinaron rangos de entre 80 y 2250 UFC/m³ que se corroboraron con algunos estudios que consideran que el límite permisible de bacterias Gram negativas en ambientes ocupacionales en interiores esta entre 300 a 1000. (Rosas, 2003).

Dentro de este estudio, la composición bacteriana del centro histórico de Guadalajara se encontraron patógenos para la salud del hombre, clasificados dentro de los géneros: *Corynebacterium*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*. En su mayoría tiene relación con padecimientos de las vías respiratorias; como faringitis aguda, neumonía aguda, sinusitis, meningitis; además de infecciones cutáneas y de mucosas.

El tercer muestreo, que fue en el periodo de septiembre después del temporal de lluvias y antes de otoño presento un aumento considerable con respecto a los dos muestreos anteriores debido a que la abundancia de las UFC varía con respecto a los cambios climáticos, Rosas et al. (2006) reporta que en algunos lugares de Europa, Estados Unidos y Canadá se han encontrado altas concentraciones de éstas en verano y bajas en invierno, asociadas con periodos polvosos de sequía durante la primera temporada, mientras que en primavera e invierno la lluvia y la nieve permiten a la disminución de su concentración, además informa que el tipo de bacterias aéreas varía con las horas del día; en la noche las Gram positivas esporuladas presentan su concentración mínima (17%) y las Gram negativas su máxima (22%); durante el día se invierte el proceso con 35% y 12%, respectivamente ; dicho comportamiento se reporto en los resultados del presente estudio, con los porcentajes de bacterias gram positivas y negativas; debido a que los muestreos se realizaron iniciando a las 9:00 de la mañana y finalizando a las 2:00 de tarde aproximadamente, los porcentajes de bacterias gram positivas, en los tres muestreos, en los dos métodos, siempre estuvieron arriba de los porcentajes de las bacterias gram negativas, con una relación aproximada de 65% y 35% respectivamente.

Algunos puntos se mantuvieron durante los periodos muestreados, como el punto localizado sobre la calle Cabañas antes de Av. Juárez, el cual presenta altos niveles

constantes; así como algunos puntos mantienen niveles medios como el de Mariano Jiménez después de Republica; o niveles bajos como: Constitución entre Analco y 5 de mayo; cruce de insurgentes y Gómez Farias y cruce de Obregón y Lic. Verdad, entre otros. Los puntos con mayor abundancia de UFC corresponden: al cruce de la calle Independencia y Liceo (tomado en la Rotonda de los hombres ilustres); el cruce de Angulo y Belén; sobre pavo, entre Nueva Galicia y Libertad; cruce de Mariano Barcenás y San Felipe; cruce de Garibaldi y Baeza Alzaga. Dichos puntos se ubican de manera muy específica, principalmente cercanos a mercados municipales y centros escolares, y en general la contaminación se presenta de forma uniforme en toda la zona estudiada.

Los resultados de los métodos de muestreo en cuanto a fijación de UFC fueron semejantes, pero con respecto a diversidad hubo variaciones significativas, sobre todo en el segundo y tercer muestreo. El método por gravedad obtuvo mayor número de organismos diferentes. Las posibles explicaciones a este comportamiento pueden ser varias, como el hecho de que debido a la corriente que se forma durante la succión del aire por método mecánico, se fijen partículas de polvo que ocupen el espacio de las bacterias; o que el impacto debido a la fuerza de succión impida el crecimiento de ciertos organismos; algo importante de señalar y que puede ser causa de este efecto, es el hecho de que la caja de muestreo de la bomba de aire es de menor área que la caja utilizada para el método de gravedad. Se concluye que ambos métodos son útiles, pero es importante definir el objetivo para elegir cual utilizar; si es un estudio cualitativo, preferentemente utilizar el método mecánico, pues se puede referenciar organismos / volumen, aspecto que no se puede definir en el método de gravedad; por otro lado, si se desea hacer un estudio cualitativo, es mejor utilizar el método por gravedad, pues según los resultados obtenidos se consigue mayor diversidad de organismos. Para este trabajo, ambos métodos fueron útiles, debido a los objetivos planteados; pues se obtuvieron buenos resultados en cuanto a diversidad de organismos, así como reportar UFC/m³; con el fin de identificar puntos críticos tanto de carga bacteriana, como presencia de organismos patógenos.

Con respecto a la percepción de la población, se observó que se le da mayor importancia a la contaminación fisicoquímica que a la biológica. Las repuestas obtenidas reflejan preocupación por medidas para mejorar la calidad del aire, pero todas enfocadas en mejorar servicios de transporte, menor descarga de contaminantes químicos, programas de multas para regular las condiciones de los vehículos que circulan en el centro de la ciudad. La población mencionó la importancia de la creación de una conciencia en los pobladores para participar en la mejora del ambiente.

La percepción de la contaminación biológica, no es evidente, sin embargo de manera indirecta se sabe de su presencia, pues el 42.5% de las personas encuestadas mencionaron relacionar sus visitas al centro de la ciudad, con la manifestación de signos y síntomas de irritación de ojos y nariz, dolor de cabeza y detección de olores desagradables; que se ven relacionado con enfermedades presentadas en años anteriores, principalmente de vías respiratorias, donde ellos determinaron una calidad de aire entre regular y mala. Los resultados obtenidos son asociados con los síntomas que se asocian con la exposición de contaminación atmosférica, de acuerdo con el INE y la dirección general de salud ambiental. Los cuales fueron clasificados como respiratorios agudos, ocasionados por virus, alergias y bacterias, de acuerdo con la clasificación que se hizo en este trabajo los puntos de muestreo fueron determinados de acuerdo a las condiciones ambientales presentando en el tercer muestreo, correspondiente a el mes de septiembre, un nivel alto de contaminación bacteriana; sin embargo en los muestreos de

marzo y mayo se mantuvieron constantes. Con los resultados se identificó la necesidad de la realización de monitoreos de la calidad de bacteriana del aire.

De las 250 encuestas realizadas más del 50% de ellas fueron aplicadas a personas de entre 21 y 30 años, un rango de edad de jóvenes y adultos jóvenes, con preparación académica de buen nivel, pues los porcentajes reflejan que solo el 3% de los encuestados no tienen ninguna preparación y el 49% tienen bachillerato o una carrera universitaria; de acuerdo con esto podemos suponer una alta confiabilidad de las respuestas.

González (1997) en su trabajo expone que el patrón de la exposición de una persona a un contaminante depende de tres factores: tiempo, concentración de contaminante y cantidad de aire que respira, determinada por el tipo de actividad que realiza. Con base en esto y en las encuestas, las cuales reflejaron que las personas duran más de dos horas realizando sus actividades, las cuales en su mayoría son compras y paseo, visitando lugares muy concurridos como comercios y parques; y de acuerdo con los datos obtenidos de los muestreos bacterianos y la caracterización de los puntos e identificación de factores ambientales positivos y negativos; podemos aseverar que la población que visita y reside en el centro de la ciudad esta en un riesgo constante y puede verse afectada su salud.

A pesar de que las respuestas obtenidas, con respecto a las causas de la contaminación del aire, estuvieron enfocadas a contaminación físico – química (transportes y fabricas), e identificaron como tipo de contaminación que más afecta la calidad del aire a la química, la mayoría de la población mencionó haber padecido enfermedades respiratorias el año pasado, y el 57% relaciona su sintomatología con su estancia en el centro de la ciudad; además señalaron, la presencia de malos olores y mostrar irritación de ojos y garganta, resequedad de nariz, dolor de cabeza, entre otros; síntomas que pueden estar relacionados con exposición a factores físico – químicos, pero también pueden ser causados por agentes biológicos, como bacterias, las cuales ya esta confirmado que están presentes especies patológicas en esta área.

Por otro lado la población no identificó los puntos de mayor abundancia de UFC, que se reportaron en este trabajo, así como tampoco identificaron los puntos probables del origen de dicha contaminación (mercados, basura, agua estancada, perros, ratas), por lo que son más susceptibles. Pero le otorgo una calificación de regular al aire del centro de Guadalajara.

Se proponen algunas soluciones para mejorar la calidad del aire, sin embargo, solo son para contaminación fisicoquímica (programa hoy no circula, sanciones más severas, verificación).

Un aspecto positivo fue la disposición e interés a participar en mejorar la calidad del aire. Indicaron como mejor medio de comunicación, para informarse es, la televisión; y señalaron como sugerencia la creación de grupos y sesiones informativas.

Aun no se tiene una norma para la legislación de este tipo de contaminación, se cuenta con programas encaminados en el mejoramiento de la calidad fisicoquímica del aire, se aborda el problema desde el punto de vista de partículas suspendidas, falta mucho trabajo, con respecto a este tema, sin embargo se debe considerar que ya se inicio una serie de investigaciones que pueden ser el comienzo de acciones importantes para el mejoramiento de la calidad del aire, tanto fisicoquímica como biológica.

11. CONCLUSIONES.

- La diversidad bacteriológica del Centro histórico de Guadalajara, es semejante durante las diferentes estaciones del año. En cuanto a abundancia de UFC, debido a los cambios en clima, se reportó un aumento después del temporal de lluvias.
- Ambos métodos, reflejaron resultados de gran interés; el método de gravedad representa una buena herramienta en trabajos cualitativos, sin embargo para trabajos cuantitativos, en los que se requiera referencias UFC/m³, es mejor utilizar el método mecánico.
- Los habitantes y visitantes del centro histórico, no tienen una percepción clara de la contaminación biológica presente en dicha área, solo perciben la presencia de contaminantes químicos y partículas que dañan la salud.
- Los resultados obtenidos demuestran que dentro de la diversidad bacteriana en el aire del centro histórico de Guadalajara, se encuentran organismos que pueden ser patógenos como *Corynebacterium*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*; que deterioran la salud de los pobladores.

Las recomendaciones sugeridas son:

Aspectos técnicos y Autoridades:

- Que la Secretaria de Salud incluya el monitoreo microbiológico del aire, al igual que lo hace con el agua en la ciudad.
- Se aumenten número de estaciones de monitoreo del aire.
- Se realice un estudio para la elaboración una norma para la regulación de aspectos sanitarios y se minimice la emisión de bacterias que puedan dañar la salud de la población.
- Hacer extensivo el estudio a la población de la Ciudad de Guadalajara.
- Que los H. Ayuntamientos evalúen las principales fuentes de emisión de contaminación microbiológica y genere actuaciones de corrección y prevención.
- Se generen programas educativos que prevengan y minimicen el impacto de la contaminación microbiológica del aire en Guadalajara.
- Establecer horarios de recolección de basura para evitar que se acumule en las esquinas, pues aparte de dar un mal aspecto es fuente de emisión de diversos agentes que pueden propiciar sintomatologías.

Población y locatarios:

- Tomar conciencia de cuidar la ciudad y mantenerla limpia.
- Evitar los residuos, que propicien plagas, como ratas u otros roedores.
- Exigir a las autoridades mayor calidad en el servicio recolección de basura.
- Respetar los acuerdos con las autoridades.
- Tomar conciencia de las actividades que corresponden.

12. BIBLIOGRAFIA

CEPAL, JICA, CEMNA. (2001). Desafíos e innovaciones en la gestión ambiental. Actas del Seminario Internacional. "Experiencia latinoamericana en manejo ambiental. CEPAL. Santiago de Chile. Pags. 125 – 130.

Chad J Roy, Donald K Milton. (2004). Transmisión aerotransportada de la infección comunicable – el camino evasivo, The New England Journal of Medicine. Boston: Abril 22 del 2004. Tomo 350, N° 17; página. 171.

Convenio CONAMA –Asociación de Industriales de Antofagasta, octubre 2004. Informe no. 1. Periodo agosto – septiembre, Programa de vigilancia ambiental sector centro de la ciudad de Antofagasta "estación prat". Pags. 56 – 60.

Curiel Ballesteros Arturo, etal. (1994). Riesgo en la Zona Metropolitana de Guadalajara. Universidad de Guadalajara. México. Pags. 142 – 150.

Dadrío Villarejo Antonio L. (2001). La polución del aire: un reto de nuestro tiempo. Discurso de recepción de académicos de número. Real academia nacional de farmacia. España. www.ranf.com/pdf/discursos/numero/antonio.pdf. Pags.1,2.

Dirección general de salud ambiental. (2002). Primer diagnóstico Nacional de salud ambiental y ocupacional. Comisión Federal para la protección contra riesgos sanitarios. México. Pags. 15 – 25.

Domínguez Arias etal. (1998). Manual de prácticas de microbiología. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Ambientales, Departamento de Biología Celular y Molecular. México. Pags. 25, 30, 31.

Eugene A Shinn, Dale W Griffin, Douglas B Seba. (2003). Transporte atmosférico de las esporas del molde en nubes del polvo del desierto., Archives of Environmental Health. Washington: Agosto 2003. Tomo 58, N° 8; página. 498.

García Martos Pedro, et al. (1997) Microbiología clínica aplicada, 3ª edición. Ediciones Díaz Santos. España. Pags. 124, 136, 150 – 155.

González Núñez Ramón. (1997). Ponencias presentadas Contaminación del Aire en Guadalajara. Síntesis del Tercer Foro. Contaminación Atmosférica en la Zona Metropolitana de Guadalajara. Universidad de Guadalajara. Pags. 131 – 142.

González Romero Víctor Manuel. (1996). Programa Universitario de veintiún acciones a favor de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara. Síntesis del Primer Foro. Contaminación Atmosférica en la Zona Metropolitana de Guadalajara. Universidad de Guadalajara. Pags. 56 – 58.

Guardino Solá Xavier. Calidad del aire interior. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/sid/servicio/enciclop/tomo2/44.pdf (enero, 2006).

- Harriet A Burge. (2003). Bioaerosols and the scientific method. *Annals of Allergy, Asthma, and Immunology*. Palatine: Sep 2003. Tomo 91, N° 3; pag. 217
- Hernández Méndez José Tomás, et al. (2003) *Bacteriológica médica diagnóstica*. 2ª Edición. Instituto Politécnico Nacional. Editorial Cuellar. México. Pags. 130 – 143.
- Hernández Pérez Gabriela et al. (2006). Percepción de la contaminación del aire en habitantes de la zona metropolitana de Guadalajara. Trabajo final de la asignatura de Procesos de contaminación y degradación ambiental, de la maestría en ciencias de la salud ambiental. Universidad de Guadalajara.
- Holt John G. et al. (1994) *Bergey's manual of determinative bacteriology*. 9° edición. Williams & Wilkins. Pags. 123 – 150, 233 – 256.
- http://res2.agr.ca/lethbridge/emia/SEMproj/ecoli_e.htm (Marzo, 2006).
- Instituto Nacional de Ecología http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/316/cap3.html?id_pub=316&id_tema=6&dir=Consultas (marzo – 2005)
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática www.inegi.gob.mx (abril – 2005)
- Koneman Elmer W. et al. (1997). *Diagnóstico microbiológico. Texto y Atlas a color*. 3ª Edición. Editorial Médica Panamericana. México. Pags. 162 – 180.
- Korc Marcelo E. (1999). *Monitoreo de la calidad del aire en América Latina*. Programa de Control de la Contaminación de la Aire. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, División de Salud y Ambiente, Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana – Oficial Regional de la Organización Mundial de la Salud. Lima. Pags. 2-4, 18.
- Kuske Cheryl R. (2006). *Current and emerging technologies for the study of bacteria in the outdoor air*. Elsevier. Science@direct. *Current opinion in biotechnology*. www.sciencedirect.com. Pags. 1, 2.
- Manual de laboratorio de bioMérieux® 2005.
- Nava Palacios Aida, García S. Hilda, Leal Lozano Libertad, Sánchez Yáñez Juan Manuel. (2006). *Microorganismos en la Ciudad de Monterrey, N. L., México*. <http://www.monografias.com/trabajos32/microorganismos-ire-monterrey/microorganismo-aire-monterrey.shtml>.
- Organización Panamericana de la salud. <http://www.paho.org/Spanish/DPI/ps011012.htm> (Octubre 2005).
- Pelczar Michael, et al. (1982). *Microbiología* 2° edición. Mc Graw Hill. México. pp 490, 491, 502.
- PIMA COUNTY, EPA. Air info now. http://www.airinfnow.org/espanol/html/ed_particulate.html (marzo – 2005)

Prescott Langsing M. (2004). Microbiología 5° Edición. Mc Graw Hill. España pags.729-735.

Ramírez Espitia Roberto. (2003). Percepción Social de la calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara. Tesis para obtener el título de Licenciado en Biología. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Ambientales. Pags. 99, 39-47, 75-78.

Real academia de ciencias exactas, físicas y naturales. (1996). Vocabulario científico y técnico, Espasa. España. Pags. 10, 54, 123.

Real academia Española. (2001). Diccionario de la lengua española. Espasa. España. Pags. 22, 56, 145.

Roberts Alley E. & Associates, Inc. (2000) Manual de control de calidad del aire. Mc Graw Hill. México. pp. 2.20.

Rosas Ramírez Aurora. (2003) Evaluación Ambiental del proceso de tratamiento de aguas residuales y los riesgos a la salud en la comunidad universitaria del CUCBA. Tesis de maestría. U de G. Pags. 35 – 42.

Salcedo Campos Eduardo. (1997). Purificador de aire "El Nazareno". Síntesis del Octavo Foro. Contaminación Atmosférica en la Zona Metropolitana de Guadalajara. Universidad de Guadalajara. Pags. 23 – 25.

SEMARNAP, CEMCA, Centro de Investigaciones y Capacitación ambiental, Instituto Nacional de Ecología. (1996) Primer informe sobre la calidad del aire en Ciudades de México. Pags. 44 – 53.

Sistema Nacional de Información de la calidad del aire http://sinaica.ine.gob.mx/red_quada.html , responsable Ing. Ramón Humberto González Núñez. (13 – marzo – 2005).

Sistema de monitoreo de la ciudad de México. <http://www.sma.df.gob.mx/simat/pnrama2.htm> (2005).

Villalvazo Hinojosa Adriana. (2006). Percepción de la calidad de Vida, diagnóstico ambiental, zona Cruz del sur, Guadalajara, Jalisco, México, 2005. Tesis profesional para obtener el grado de maestro en ciencias de la salud ambiental. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Ambientales, Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Pags. 52 – 63.

Wilson H.R., Gaskin J.M., etal. (2001). Enfermedades de las aves transmisibles a los humanos. University of Florida. Extensión Institute of food and agricultural sciences. Pag.3

www.microscopyconsulting.com (Marzo, 2006).

www.zdravljeizivot.com (Marzo, 2006).

ANEXO 1.

Clasificación de bacterias según el manual de Bergey's, 1994.

Tabla 19.10 Organización del *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*

Rango taxonómico	Generos representativos
Volumen 1. Las arqueas, bacterias fototróficas y bacterias con divisiones profundas	
Reino Archaea	
Phylum Crenarchaeota	<i>Thermoproteus, Pyrodicticum, Sulfolobus</i>
Phylum Euryarchaeota	
Clase I. Methanobacteria	<i>Methanobacterium</i>
Clase II. Methanococci	<i>Methanococcus</i>
Clase III. Halobacteria	<i>Halobacterium, Halococcus</i>
Clase IV. Thermoplasmata	<i>Thermoplasma, Picinophilus</i>
Clase V. Thermococci	<i>Thermococcus, Pyrococcus</i>
Clase VI. Archaeoglobi	<i>Archaeoglobus</i>
Clase VII. Methanopyri	<i>Methanopyrus</i>
Reino Bacteria	
Phylum Aquificae	<i>Aquifex, Hydrogenobacter</i>
Phylum Thermotogae	<i>Thermotoga, Geotoga</i>
Phylum Thermodesulfobacteria	<i>Thermodesulfobacterium</i>
Phylum "Deinococcus-Thermus"	<i>Deinococcus, Thermus</i>
Phylum Chrysiogenetes	<i>Chrysiogenes</i>
Phylum Chloroflexi	<i>Chloroflexus, Herpetosiphon</i>
Phylum Thermomicrobia	<i>Thermomicrobium</i>
Phylum Nitrospira	<i>Nitrospira</i>
Phylum Deferribacteres	<i>Geovibrio</i>
Phylum Cyanobacteria	<i>Prochloron, Synechococcus, Pleurocapsa, Oscillatoria, Anabaena, Nostoc, Stigonema</i>
Phylum Chlorobi	<i>Chlorobium, Pelodictyon</i>
Volumen 2. Las proteobacterias	
Phylum Proteobacteria	
Clase I. Alphaproteobacteria	<i>Rhodospirillum, Rickettsia, Caulobacter, Rhizobium, Brucella, Nitrobacter, Methylobacterium, Begonia, Hyphomicrobium, Neisseria, Burkholderia, Alcaligenes, Comamonas, Nitrosomonas, Methylophilus, Thiobacillus</i>
Clase II. Betaproteobacteria	<i>Chromatium, Leucothrix, Legionella, Pseudomonas, Azotobacter, Vibrio, Escherichia, Klebsiella, Proteus, Salmonella, Shigella, Yersinia, Haemophilus</i>
Clase III. Gammaproteobacteria	<i>Desulfotribes, Bdellovibrio, Myxococcus, Polyangium</i>
Clase IV. Deltaproteobacteria	<i>Campylobacter, Helicobacter</i>
Clase V. Epsilonproteobacteria	
Volumen 3. Bacterias Gram positivas con bajo contenido en G + C	
Phylum Firmicutes	
Clase I. Clostridia	<i>Clostridium, Peptostreptococcus, Eubacterium, Desulfotomaculum, Helicobacterium, Veillonella</i>
Clase II. Mollicutes	<i>Mycoplasma, ureaplasma, Spiroplasma, Acholeplasma</i>
Clase III. Bacilli	<i>Bacillus, Corynebacterium, Paenibacillus, Thermobacillus, Lactobacillus, Streptococcus, Enterococcus, Listeria, Leuconostoc, Saphrostococcus</i>
Volumen 4. Bacterias Gram positivas con alto contenido en G + C	
Phylum Actinobacteria	
Clase Actinobacteria	<i>Actinomycetes, Micromonospora, Actinobacter, Corynebacterium, Mycobacterium, Nocardia, Actinoplanes, Propionibacterium, Streptomyces, Thermomonospora, Frankia, Actinomyces, Bifidobacterium</i>
Volumen 5. Planctomyces, Spirochaetas, Fibrobacteres, Bacteroidetes y Fusobacteria	
Phylum Planctomyces	<i>Planctomyces, Gemmata</i>
Phylum Chlamydiae	<i>Chlamydia</i>
Phylum Spirochaetes	<i>Spirochaeta, Borrelia, Treponema, Leptospira</i>
Phylum Fibrobacteres	<i>Fibrobacter</i>
Phylum Actinobacteria	<i>Actinobacterium</i>
Phylum Bacteroidetes	<i>Bacteroides, Porphyromonas, Prevotella, Flavobacterium, Spirochaetium, Flexibacter, Clostridium</i>
Phylum Fusobacteria	<i>Fusobacterium, Streptobacillus</i>
Phylum Veillonellales	<i>Veillonellum</i>
Phylum Dictyoglomi	<i>Dictyoglomus</i>

ANEXO 2. DESCRIPCIÓN DE GÉNEROS ENCONTRADOS.

a) *Aerococcus*.

Células espirales, 1.0 – 2.0 μm de diámetro, formando tetrados en medio líquido. Gram positivos, sin movimiento, anaerobios facultativos, pero crecen mejor con reducción de oxígeno y crecen pobremente con aire o anaeróticamente. Producen H_2O_2 durante el crecimiento aeróbico, y allí es señalado con verde en agar sangre. Metabolismo respiratorio. Produce ácido sin gas de varios carbohidratos, catalasa negativa. La temperatura óptima es de 30°C; crecen a 10°C pero no a 45°C; crecen a pH 9.6, en 10% de NaCl, y en 40% de bilis. (Holt et al., 1994).

Se encuentran en el medio ambiente, habitualmente asociadas a medios acuáticos y pueden recuperarse del aire, el polvo doméstico, los suelos, las plantas, los productos alimenticios y el medio ambiente hospitalario. Se sabe que producen una enfermedad en langostas de mar, pero en el ser humano son fundamentalmente oportunistas. Los aerococos se han aislado de pacientes con una variedad de cuadros clínicos entre los que incluyen endocarditis, bacteriemia, meningitis, artritis séptica, osteomielitis, infecciones y heridas. (Koneman, 1997).

b) *Bacillus*.

Células redondas y rectas, 0.5-2.5 x 1.2-10 μm , y a menudo son ordenadas en pares. Gram positivas y son móviles por flagelos peritricos. Endoesporas ovaladas y a veces redondas o cilíndricas y son muy resistentes a condiciones adversas. Tiene solo una espora por célula. Aeróbica o anaeróbica facultativa. Metabolismo respiratorio o fermentativo. Usualmente catalasa positiva. Se encuentra en varios hábitats. (Holt et al., 1994).

Se aíslan con frecuencia contaminando los cultivos, procedentes, de la piel, de las mucosas y del tracto intestinal. Casi todas las especies son saprofitas y no tienen interés clínico. *B. anthracis* es el agente etiológico del carbunco (cutáneo, pulmonar y gastrointestinal). *B. cereus* es responsable de cuadros de toxoinfección alimentaria, principalmente por consumo de arroz. Otras especies han sido referidas raramente como patógenas: *B. brevis*, *B. circulans*, *B. licheniformis*, *B. macerans*, *B. sphaericus*, *B. subtilis*. (García, 1997).

c) *Chryseomona*.

Células Gram negativas. Movilidad por flagelos polares multitrichos. Aeróbicas, tienen metabolismo estrictamente respiratorio. Su rango de temperatura es de 18 – 42°C Crecen en medio sólido. Colonias típicamente circulares, escotadas convexas. Catalasa positiva; oxidasa negativa. (Holt et al., 1994).

Se aísla con frecuencia junto a otros organismos y no se les asigna importancia clínica. Las comunicaciones de infecciones graves producidas por *C. luteola* son bacteriemia, endocarditis, osteomielitis y peritonitis. (Koneman, 1997).

d) *Citrobacter*.

Barras rectas, 1 μm de diámetro y 2 – 6 μm de largo. Gram negativa. Usualmente móviles por flagelos peritrichos. Anaerobia facultativa. Tiene dos tipo de metabolismo, respiratorio y fermentativo. Su óptima temperatura es 37°C. D-Glucosa y otros carbohidratos son catabolizados con producción de ácido y gas. Oxidasa negativa y catalasa positiva, rojo

de metilo positivo, usualmente citrato positivo, Voges-Proskauer negativo y lisina descarboxilaza negativa. (Holt et al., 1994).

C. freundii produce infecciones en pacientes debilitados y en órganos dañados *C. diversus* y *C. amalonaticus* son patógenos ocasionales. (García, 1997).

e) *Corynebacterium*.

Son de 0.3-0.8 x 1.5-8.0 µm; Las células se encuentran en singular o en pares, a menudo en una formación de "V" o en palizadas de varias células paralelas. Gram positivas. Gránulos metacromáticos de polymetafosfato son comúnmente formados dentro de la célula. Sin movimiento ni esporas, Anaerobias facultativas, comúnmente requieren medios ricos en nutrientes. Metabolismo fermentativo, muchas especies producen ácido sin gas de glucosa y algunos otros carbohidratos. Catalasa positiva, a menudo reduce nitratos. (Holt et al., 1994).

Están ampliamente distribuidos por la naturaleza. Se encuentran en el suelo y el agua, y en la piel y mucosas del hombre y animales. A excepción de *C. diphtheriae*, agente etiológico de la difteria, el resto de especies son consideradas saprofitas, aunque pueden comportarse como patógenas oportunistas en pacientes inmunodeprimidos. Se aíslan con frecuencia en los cultivos como contaminantes, sobre todo en muestras nasofaríngeas, óticas, vaginales y en contacto con la piel. Recientemente *C. haemolyticum* ha sido asociada con faringitis aguda, *C. urealyticum* con cistitis incrustante y *C. jeikeium* con sepsis en pacientes comprometidos. (García, 1997).

f) *Enterobacter aerogenes*.

Barras rectas, 0.6 – 1.0 µm de ancho y por 1.2 – 3.0 µm de largo, Gram negativa. Movilidad por flagelos peritrichos. Anaerobia facultativa, tiene metabolismo respiratorio y fermentativo. Temperatura óptima es de 30 – 37°C. D-Glucosa y otros carbohidratos son catabolizados con la producción de ácido y gas. Indol negativo. Voges-Proskauer positivo y citrato de Simmons positivo. Lisina negativa y omitina positiva. (Holt et al., 1994).

El género *Enterobacter* se considera integrado por 14 especies. *E. cloacae* es la especie oportunista aislada más frecuentemente, seguida por *E. aerogenes*, esto a partir de vías urinarias, de procesos septicémicos y de pacientes hospitalizados muy debilitados. En un estudio se demostró que *E. aerogenes* puede ser adquirido por los pacientes de la unidad de cuidados intensivos por la transmisión de paciente-a-paciente por tres formas: adquisición endógena de una cepa que forma parte de su biota normal, por la infección de una capa exógena predominante en el medio hospitalario y colonización por una cepa no predominante que pasa de un paciente a otro. (Hernández, 2003).

E. aerogenes y *E. cloacae*, son las especies que se hallan con más frecuencia en muestras clínicas. Están ampliamente distribuidas en agua, aguas reservadas, suelos y vegetales. Forman parte de la flora entérica comensal y no se cree causen diarrea. También se asocian con variedad de infecciones oportunistas que afectan las vías urinarias, las vías respiratorias y las heridas cutáneas y, en ocasiones; causan septicemia y meningitis. (Koneman, 1997).

g) *Escherichia*.

Barras rectas, 1.1 – 1.5 µm x 2.0 – 6.0 µm, singulares o en parejas. Gram negativas. Movilidad por flagelos peritrichos o sin movilidad. Anaerobia facultativa. Metabolismo respiratorio o fermentativo. Temperatura óptima 37°C. Oxidasa negativa, catalasa

positiva, rojo de metilo positivo, Voges-Proskauer negativo, y usualmente citrato negativo. Negativo para H₂S, hidrólisis de urea. (Holt et al., 1994).

E. coli constituye el componente más numeroso de la flora aerobia de las heces. Fuera del intestino se transforma en patógeno y puede invadir cualquier órgano o tejido: vías biliares, vías urinarias, peritoneo, meninges, pulmones, etc., produciendo todo tipo de infecciones. Es el primer patógeno hospitalario. *E. hermannii* engloba las cepas con pigmento amarillo, no fermentadoras. (García, 1997).

h) Klebsiella.

Barras rectas, 0.3 – 1.0 µm de diámetro y 0.6 – 6.0 µm de largo, ingular o en parejas. Las células están encapsuladas, Gram negativas. Sin movilidad. Anaerobias facultativas. Metabolismo respiratorio y fermentativo. Oxidasa negativa y catalasa positiva. Usualmente lisina descaboxilasa positiva y ornitina descarboxilasa negativa. Crecimiento con KCN. H₂S no se produce. Reduce nitratos. Muchas especies fermentan todas las pruebas de carbohidratos excepto dulcitol y erythritol. (Holt et al., 1994).

K. pneumoniae está ampliamente distribuida en la naturaleza y en el intestino humano. Origina graves infecciones hospitalarias en salas quirúrgicas, de quemados, de cuidado intensivo, etc. Es causa importante de neumonía aguda, infección del tracto urinaria y septicemia. *K. oxytoca* es una variedad indol positiva con las mismas implicaciones clínicas. *K. ozaenae* se asocia con rinitis atrófica (ocena) y *K. rhinoscleromatis* con rinoscleroma. (García, 1997).

i) Micrococcus.

Células espirales, 0.5 – 2.0 µm de diámetro, en pares, tétradas o grupos irregulares, no en cadenas. Gram positivas. Rara vez se mueven, sin esporas. Estrictamente aeróbicas. Colonias usualmente pigmentadas en sombra amarilla o roja. Quimioorganotróficos, con un metabolismo respiratorio, a menudo producen un poco o nada de ácido de carbohidratos. Usualmente crecen en medio simple. Catalasa positiva y a menudo oxidasa positiva. Crecen con 5% de NaCl. Su temperatura óptima es 25-37°C. (Holt et al., 1994).

Cocos aislados, en parejas tétradas, paquetes cúbicos o masas irregulares, generalmente más grandes que los estafilococos. Aerobios. Producen colonias semejantes a las de los estafilococos (*M. sedentarius*), pigmentadas de amarillo (*M. varians* y *M. luteus*) y de rosa (*M. roseus*). Se confunden con los estafilococos coagulasa negativa. (García, 1997).

Se encuentran en el ambiente y como flora transitoria en la piel del hombre y varios otros mamíferos. Ciertas especies han sido utilizadas en la industria como microorganismos de ensayos biológicos destinados a la detección de agentes antimicrobianos en comidas de animales, cosméticos y líquidos corporales. Ocasionalmente son aislados a partir de muestras clínicas humanas, en las que generalmente representan contaminantes de la piel o de la superficie de las mucosas o del ambiente, aunque pueden producir infecciones oportunistas en los huéspedes adecuados. (Pelczar, 1982).

j) Proteus ssp.

Barras rectas, 0.4 – 0.8 de diámetro x 1 – 3 µm de largo. Gram negativa. Movilidad por peritrichos. Muchas venas están llenas con ciclos periódicos de migración produciendo zonas de concentración. Anaerobia facultativa. Tiene ambos tipos de metabolismo respiratorio y fermentación. Oxidasa negativa, catalasa positiva y rojo de metilo positivo; especies variantes en prueba de indol, Voges –Proskauer y citrato de Simmons. Lisina

descarboxilasa negativa. Crece en KCN. H₂S es usualmente producido. El malonato no es utilizado. Reduce nitratos. (Holt et al., 1994).

Los proteus forman parte de la flora fecal normal y son importantes agentes de la putrefacción de la materia orgánica. Son patógenos frecuentes, muchas veces asociados a otros invasores primarios, en infecciones de heridas, otitis y septicemia, *P. mirabilis* es el segundo agente causal de infección del tracto urinario. *P. vulgaris* (indol positivo y ornitina negativa) y *P. penneri* (indol negativo y ornitina negativa) son menos frecuentes. (García, 1997).

k) *Salmonella* ssp.

Barras rectas, 0,7 – 1,5 x 2 – 5 µm. Gram negativa. Usualmente móvil por flagelos peritrichos. Anaerobia facultativa. Metabolismo respiratorio y fermentativo. Oxidasa negativa, catalasa positiva, indol y Voges-Proskauer negativos, y rojo de metilo y citrato de Simmons positivo. Lisina y ornitina descarboxilasa positiva. H₂S es producido, la urea no es hidrolizada, crece en KCN y la utilización de malonato es variable (Holt et al., 1997). De todas las Enterobacteriaceae, las *Salmonellae* son las más complejas, con más de 2.200 serotipos descritos actualmente en el esquema de Kauffman-White.

Las infecciones humanas más habitualmente ocurren por ingesta de alimentos, agua o leche contaminados por heces humanas o de animales.

Es posible identificar 4 tipos clínicos de infección con salmonelas: 1) gastroenteritis, la manifestación más frecuente, que varía de una diarrea leve a fulminante acompañada por fiebre de bajo grado y grados variables de náuseas y vómitos; 2) bacteriemia o septicemia caracterizada por fiebre alta en picos y hemocultivos positivos; 3) fiebre entérica, potencialmente causada por cualquier cepa de especie de *Salmonella*, que por lo general se manifiesta con fiebre leve y diarrea, excepto los casos clásicos de fiebre tifoidea, en los que la enfermedad progresa a través de un período temprano de fiebre y constipación (con hemocultivos positivos) un estado de portador en el cual sujetos con una infección previa, pueden continuar eliminando el microorganismo en sus heces hasta 1 año después de la remisión de síntomas. (Koneman, 1997),

S. arizona se encuentra alrededor del mundo. Se presenta frecuentemente en los reptiles y las aves, pero todos los animales son susceptibles. Los más jóvenes tienen mayor riesgo. El período de incubación es de 6-72 horas aunque 12-36 es lo más común. Las epidemias en pavos, pollos y canarios llegan hasta 60% de mortalidad. En humanos, la diarrea es más común. Muchas infecciones son subclínicas. La transmisión es por vía fecal. Puede existir alguna transmisión por medio de los huevos. Las aves infectadas pueden ser portadoras por mucho tiempo, numerosos antibióticos pueden reducir la mortalidad, pero no eliminan la bacteria de los intestinos. *S. arizona* puede sobrevivir por meses en el suelo (Wilson, 2001),

l) *Staphylococcus* ssp.

Células espirales, 0,5-1,5 µm de diámetro, en pares, y en grupos irregulares. Gram positiva, sin movimiento. Anaerobias facultativas. Quimioorganotrófico, con ambos tipos de metabolismo, respiratorio y fermentativo. Las colonias son usualmente opacas y pueden ser blancas o cremas y a veces amarillas a naranjas. Usualmente catalasa positiva, citocromas presentes pero usualmente oxidasa negativa. Nitrato es a menudo reducido a nitrito. Usualmente crece con 10% NaCl. El óptimo de temperatura es 30-37°C. (Holt et al., 1997),

Las colonias de estafilococos en general no son difíciles de reconocer cuando crecen en el agar. La mayoría de las especies forman colonias relativamente grandes, de 2 – 3 mm, después de 24 horas de incubación a 35°C, o hasta de 7mm después de 48 a 72 horas de incubación. La mayor parte de las colonias estafilocócicas son opacas y convexas, tienen consistencia cremosa y son blancas o muestran una variada gama de tonos amarillos, en particular después de la incubación prolongada o de permanecer a temperatura ambiente durante varios días. (Koneman, 1997),

Se distinguen tres especies de interés: *S. aureus*, *S. epidermidis* y *S. saprophyticus*. Los estafilococos forman parte de la flora normal del organismo humano, encontrándose en la mucosa nasal, cavidad oral, intestino grueso y en la piel. *S. aureus* se asocia con infecciones cutáneas y de mucosas (foliculitis, forunculitis, impétigo, pénfigo, panadizos, sobreinfecciones del acné, de heridas, úlceras y quemaduras) infecciones del tracto respiratorio y del tracto urinario, osteomielitis, artritis séptica, meningitis, otitis, conjuntivitis, endocarditis, sepsis, enterocolitis aguda y toxoinfección alimentaria. *S. epidermidis* y, con menos frecuencia, otros estafilococos coagulasa negativa, se relacionan con sepsis en pacientes portadores de catéteres, endocarditis en drogadictos e infecciones del tracto urinario. *S. saprophyticus* se refiere como causa de infecciones urinarias en mujeres jóvenes ambulatorias. (García, 1997),

m) Streptococcus ssp.

Células espirales u ovoides, 0.5-2.0 µm de diámetro. Sin movimiento, ni esporas, son Gram positivas. Algunas especies están encapsuladas. Anaerobias facultativas. Quimoorganotrópicos, requiriendo un medio nutricional rico para crecer y a veces 5% de CO₂. Metabolismo fermentativo, sin producción de gas. Catalasa negativa. Crece usualmente restringido a una temperatura de 25-45°C. (Holt et al., 1994),

Los miembros del género *Streptococcus* tienen una historia interesante, y son causa de las enfermedades más difundidas y de mayor morbilidad en los seres humanos en todos los tiempos (Koneman, 1997),

Cuadro 4.6 Algunos aspectos clínicos y de laboratorio de los estreptococos (Koneman, 1997).

Grupos de Lancefield	Especies	Hemólisis (sangre de camero)	Hábitat humano normal	Enfermedades causadas en el hombre	Pruebas de laboratorio utilizadas en la identificación
D	<i>Enterococos</i> <i>E. faecalis</i> <i>E. faecium</i> <i>E. durans</i> No enterococos <i>S. bovis</i> <i>S. equinus</i>	γ - reactivo (α) (β) α, reacción γ (α)	Intestino grueso	<u>Infecciones del tracto urinario.</u> Abscesos pelvianos Peritonitis Infecciones de heridas Endocarditis	Agrupamiento de Lancefield Hidrólisis de bilis-esculina Tolerancia a 6,5% de NaCl Aglutinación de látex
G	<i>Streptococcus</i>	β	Faringe, vagina, piel	Infección puerperal Infección de heridas Endocarditis	Agrupamiento de Lancefield Amoníaco a partir de arginina Fermentación de inulina Aglutinación de

Ninguno	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	α	Faringe, boca, tráquea	Neumonía lobar Septicemia Otitis media Meningitis Endocarditis	látex Serotipificación Reacción de quellung solubilidad en bilis Susceptibilidad a la optoquina
---------	---------------------------------	----------	------------------------	--	---

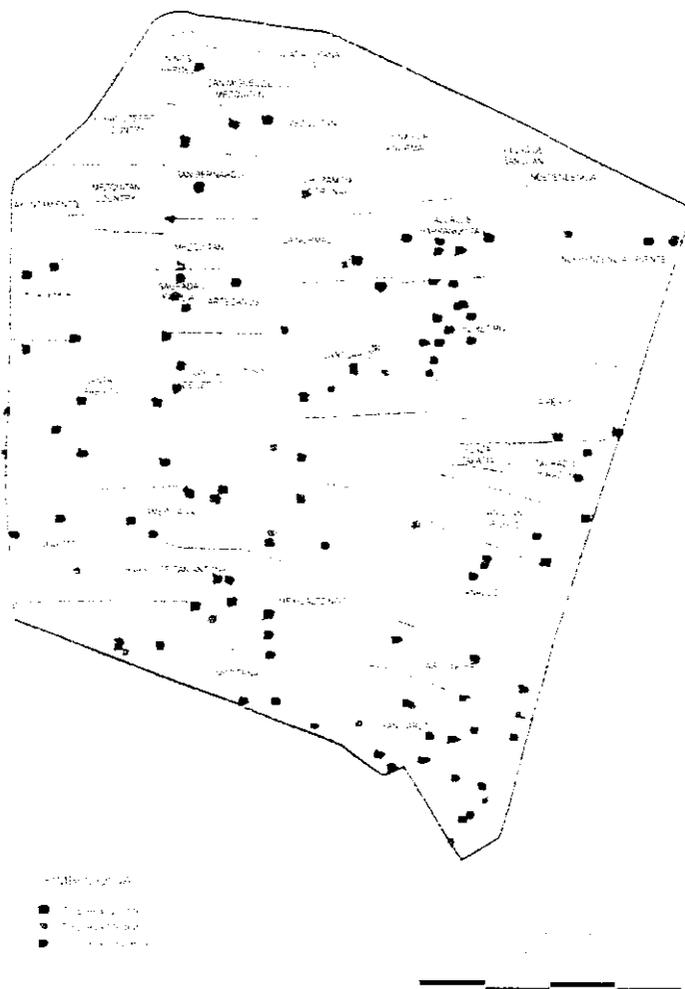
La mayoría de los estreptococos forman parte de la flora comensal de la orofaringe, del intestino y de la piel. Cuando son patógenos dan lugar a cuadros clínicos multiformes que pueden cursar como infecciones localizadas o generalizarse y provocar procesos sépticos. *S. pneumoniae* se aísla como causante de infecciones respiratorias, particularmente neumonía, sinusitis, conjuntivitis, otitis, meningitis, y sepsis. Otros estreptococos no suelen ser patógenos, aunque los del grupo "viridians" se han asociado con endocarditis y bacteriemia tras extracciones dentarias. (García, 1997),

n) *Vibrio*.

Barras rectas o curvadas, 0.5 – 0.8 μm de ancho y 1.4 – 2.6 μm de largo. Gram positiva. Movilidad por uno o mas flagelos polares los cuales están encerrados en una continua vaina con otra membrana del exterior de la célula. Facultativa anaerobia. Quimoorganotrófica, tiene ambos tipos de metabolismo, uno respiratorio y uno fermentativo. Su óptimo de temperatura varía considerablemente; todas crecen a 20°C, mayor crecimiento a 30°C. D-Glucosa y otros carbohidratos son catabolizados con producción de ácido, pero no gas. Oxidación positiva. Los carbohidratos fermentados por más especies incluyen maltosa, D-mannosa, y trehalosa. Los iones del sodio estimulan el crecimiento de todas las especies y son un requerimiento absoluto para más especies. Se encuentra en hábitats acuáticos con un alto rango de salinidad. Muy común en mar y ambiente de estuarios y en la superficie y en los contenidos intestinales de los animales marinos. (Holt et al., 1994),

Producen infecciones esporádicas, principalmente diarrea por consumo de pescado crudo (*V. parahaemolyticus*, *V. fluviales*), sepsis (*V. vulnificus*) e infecciones de heridas y óticas (*V. alginolyticus*). *V. cholerae* es el agente productor del cólera y el principal patógeno. (García, 1997),

**ANEXO 4.
UBICACIÓN DE EMPRESAS SEGÚN SU TAMAÑO. ZONA CENTRO, AÑO 2001.**



En el centro se localizan empresas de distinta magnitud, poniéndose de manifiesto el mercado como predominante, en esta zona de la pequeña empresa (aquella entre 31 y 100 trabajadores).

También se ubican en esta zona empresas de tamaño mediano (aquellas que tienen entre 101 y 500 trabajadores). Destaca el área de El Retiro, donde se concentra un número importante de las empresas de la zona.

Por último las empresas grandes, con más de 500 trabajadores, de las cuales solo se identifican seis en esta zona.

ANEXO 5. Encuesta.

1. Motivo de visita al centro.

- a) Vivienda b) Negocio c) Compras d) Paseo
e) Asunto personal (oficinas) f) Otro cuál? _____

2. Aproximadamente cuanto tarda en realizar dicha actividad?

- a) Menos de una hora b) Una hora c) De dos a tres horas d) Mas de tres horas

3. Cuál es el lugar que mas frecuenta?

- a) Comercios b) Iglesias c) Museos y teatros d) Restaurantes
e) Oficinas públicas f) Hospitales g) Otro _____

4. Con qué frecuencia visita estos lugares?

- a) Diario b) Una vez a la semana c) dos a tres veces al mes
d) Menos de dos veces al mes d) Otro Cual? _____

5. Presenta alguna de las siguientes molestias, cuándo está en el centro?

- a) Irritación de ojos b) Resequedad y sangrado de nariz c) Dolor de cabeza
d) Irritaciones en la piel e) Olores desagradables f) Mareos g) Alergias
h) Vómitos i) Otro cual? _____

6. Qué enfermedades presentó con mayor frecuencia el año pasado?

- a) Respiratorias b) Gastrointestinales c) De la piel d) De los ojos e) Ninguna
f) Otro cual? _____

7. Ha faltado a su trabajo a causa de estos padecimientos?

(SI) (NO)

8. Ha perdido días de salario a causa de estos padecimientos?

(SI) (NO)

Cuántos? (al año) _____

9. Cuánto invierte en la prevención de estos padecimientos?

- a) 0 - 100 b) 100 - 300 c) 300 - 500 d) > 500

10. Cuánto invierte en su recuperación cuando tiene estos padecimientos?

- a) 0 - 100 b) 100 - 300 c) 300 - 500 d) > 500

11. Encuentra alguna relación con el padecimiento y su visita al centro? (SI) (NO) Cual? _____

12. Durante su visita consume alimento preparados al momento? (SI) (NO)

13. En dónde? a) Establecimientos b) Puestos ambulantes

14. Cree que exista alguna relación entre la calidad del aire y la higiene de los alimentos que consume en dichos lugares? (SI) (NO)

15. Cree que es suficiente la higiene con que son preparados los alimentos? (SI) (NO)

16. Cómo considera la limpieza del área donde consume dichos alimentos?

- a) Muy buena b) Buena c) Regular d) Mala e) Muy mala

17. Qué le parece la calidad del aire en esta zona?

- a) Excelente b) Buena c) Regular d) Mala

18. Considera que la calida del aire en la ZMG es un problema? (SI) (NO) (NO SE)

19. Cuál cree que es el sitio mas contaminado del centro de Guadalajara? _____

Por que? _____

20. Cuál cree que es la principal causa de contaminación del aire? _____

21. Para usted cuál tipo de contaminación es mas importante? (Uso de tarjetas)

- (a) Química (b) Física (c) Biológica

22. Qué enfermedades conoce, que se transmiten a través del aire contaminado? _____

23. Considera que las autoridades hacen lo suficiente para mejorar la calidad del aire?

(SI) (NO) (NO SE)

24. Considera que los habitantes de las colonias del centro realizan las labores de limpieza que les corresponden de su domicilio? (SI) (NO) (NO SE)

25. Qué acciones sugiere para mejorar la calidad del aire en la zona centro de la ciudad de Guadalajara? _____

Tarjetas

A

Contaminación Química



Smog

Humo de carros

Humo de fabricas

Bioxido de carbono, de azufre

13	14	15	16
Al	Si	P	S
Aluminio	Silicio	Fosforo	Azufre
31	32	33	34
Ga	Ge	As	Se
Gallio	Germanio	Arsenico	Selenio
49	50	51	52
In	Sn	Sb	Te
Indio	Estanho	Antimonio	Teluro

B

Contaminación biológica

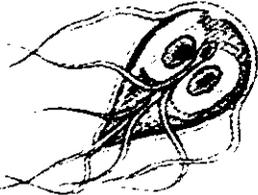


Bacterias

Hongos

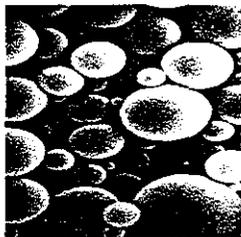
Protozoarios

Virus



C

Contaminación física



Partículas

Hollín

Polvo

