

ÍNDICE GENERAL

	página
INTRODUCCIÓN	6
1. MARCO TEÓRICO	14
1.2. Fuentes y Efectos de las Bacterias y Hongos (Bioaerosoles)	27
1.3. Aspectos Microambientales	30
1.3.1. Humedad Relativa	31
1.3.2. Temperatura	32
1.3.3. Velocidad del Aire.....	32
1.3.4. Ventilación	33
1.4. Legislación.....	34
2. MARCO METODOLÓGICO	36
2.1 Descripción de los Institutos Seleccionados	38
2.1.1 Instituto 1.....	38
2.1.2 Instituto 2.....	42
2.1.3 Instituto 3.....	44
2.2 Descripción de Técnicas de muestreo y análisis empleadas	48
2.2.1 Técnica de Sedimentación en placas de Petri (Técnica gravitacional)	48
2.2.2 Técnica volumétrica (Equipo muestreador HIAIR)	50
2.3 Parámetros Microambientales	52
2.4 Plan de Muestreo	53
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
3.1 Instituto 1	60
3.1.1 Evaluación con la Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri	60

3.1.2	Evaluación con la Técnica Volumétrica de Impactación utilizando el equipo HIAIR	65
3.2	Instituto 2	69
3.2.1	Evaluación con la Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri	69
3.2.2	Evaluación con la Técnica Volumétrica utilizando el equipo HIAIR.....	72
3.3	Instituto 3	75
3.4	Área de Preparación y Servicio de Comida	79
3.5	Comparación entre los resultados obtenidos en otros estudios y el presente estudio	84
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
6.	ANEXOS	95

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1.1. Fuentes Típicas de Contaminantes en Ambientes Internos.	21
Tabla 1.2...Resultados de Concentraciones de Hongos y Bacterias en Centros de Cuidado en la ciudad de Taipei, Taiwan (1997)	23
Tabla 1.3..... Valores límites sugeridos para concentraciones de bioaerosoles por algunos organismos e instituciones.....	30
Tabla 2.1. Inventario de posibles fuentes de contaminación.	55
Tabla 3.1. Rangos y promedios de densidad de bioaerosoles (bacterias y hongos) de los tres (3) muestreos realizados con la Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri. Instituto 1	62
Tabla 3.2. Rangos y promedios de densidad de bioaerosoles (bacterias y hongos) del muestreo realizado con la Técnica Volumétrica utilizando el equipo HIAIR. Instituto 1	67
Tabla 3.3. Rangos y promedios de densidad de bioaerosoles (bacterias y hongos)de los tres (3) muestreos realizados por la Técnica Gravitacional en Placas de Petri. Instituto 2.....	70
Tabla 3.4. Rangos y promedios de densidad de bioaerosoles (bacterias y hongos) del muestreo realizado con la Técnica Volumétrica utilizando el equipo HIAIR. Instituto 2	74
Tabla 3.5. Rangos y promedios de las densidades promedios de bioaerosoles (bacterias y hongos) de los tres (3) muestreos realizados con la Técnica de Sedimentación en Placas de Petri. Instituto 3	77
Tabla 3.6. Rangos y promedios de densidades de bioaerosoles (bacterias y hongos) por la Técnica Gravitacional de Sedimentación	

en Placas de Petri. Área de Preparación y servicio de comida. Instituto 3	80
Tabla 3.7. Rangos y promedios de densidad de bioaerosoles (bacterias y hongos) por la Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri. Área de Preparación y servicio de comida. Instituto 3	82
Tabla 3.8 Comparación entre los resultados obtenidos en otros estudios y el presente estudio	85

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1 Mapa de Ubicación de Zonas de Muestreo	54
Figura 3.1 Variación Temporal de Densidad Promedio de bacterias y hongos. Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri. Instituto 1	64
Figura 3.2 Densidad Promedio de bacterias y hongos. Técnica Volumétrica utilizando el equipo HIAIR. Instituto 1	68
Figura 3.3 Variación Temporal de Densidad Promedio de bacterias y hongos. Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri. Instituto 2	71
Figura 3.4 Densidad Promedio de bacterias y hongos. Técnica Volumétrica utilizando el equipo HIAIR. Instituto 2	74
Figura 3.5 Variación Temporal de Densidad Promedio de bacterias y hongos. Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri. Instituto 3	79
Figura 3.6 Variación Temporal de Densidad Promedio de bacterias y hongos. Técnica Gravitacional de Sedimentación. Área de Preparación y Servicio de Comida. Instituto 3	81
Figura 3.7 Variación Temporal de Densidad Promedio de bacterias y hongos. Técnica Gravitacional de Sedimentación. Áreas de Preparación y Servicio de Comida. Instituto 3	83

INTRODUCCIÓN

La importancia del recurso aire para los seres vivos en general y para los seres humanos en particular está fuera de toda discusión; sin embargo a lo largo de la historia el ser humano ha ejercido acciones negativas de creciente intensidad sobre la atmósfera.

Para definir la contaminación del aire resulta apropiado hablar del aire "limpio" y su composición. Se considera aire limpio aquel que no está afectado por las actividades humanas o por eventos naturales especiales, como una erupción volcánica. En tal caso las concentraciones de los diferentes constituyentes naturales de la atmósfera están en un orden que se suele llamar basal y contra el cual se compara la situación del aire en la zona de interés. El aire limpio contiene mayoritariamente N_2 (78,1%), O_2 (20,9%), Ar (0.93%) y CO_2 (0.03%) y como componentes menores una serie de gases en concentraciones muy bajas, a nivel de trazas que apenas alcanzan entre todos 0.04%.

La contaminación del aire ha sido un problema de salud pública desde el descubrimiento del fuego. En la antigüedad, las personas encendían fogatas en sus cuevas y cabañas y frecuentemente contaminaban el aire con humo nocivo. El filósofo Séneca escribió sobre el "aire cargado de Roma" en el año 61 A.C. y en el siglo XI se prohibió la quema de carbón en Londres.

El origen de los problemas modernos de contaminación del aire puede remontarse a la Inglaterra del siglo XVIII y al nacimiento de la revolución industrial. La industrialización comenzó a reemplazar las actividades agrícolas y las poblaciones se desplazaron del campo a la ciudad. Las fábricas requerían la energía producida mediante la quema de combustibles fósiles, tales como el carbón y el petróleo.

El principal problema de contaminación del aire a fines del siglo XIX e inicios del siglo XX fue el humo y ceniza producidos por la quema de combustibles fósiles en las plantas estacionarias de energía. La situación empeoró con el creciente uso del automóvil. Con el tiempo, se presentaron episodios importantes de salud pública a causa de la contaminación del aire en ciudades como Londres, Inglaterra y Los Ángeles, en los Estados Unidos.

En años recientes, en respuesta a las recomendaciones de la Agenda 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, realizada en 1992, a los compromisos asumidos en la Cumbre de las Américas de 1994 y al Protocolo de Kyoto, la Organización Panamericana de la Salud junto con otros organismos multilaterales y bilaterales, ha promovido, la mejora de la calidad del aire, como por ejemplo, la eliminación del plomo en la gasolina y la reducción del CO₂.

Por otra parte, el impacto de la conservación de la energía en los ambientes interiores puede ser muy grande, sobre todo debido a los reducidos niveles de ventilación y los edificios "cerrados", construidos para minimizar el ingreso del aire exterior. Se hace necesario establecer guías apropiadas para el diseño, construcción y ventilación de edificios para evitar la exposición innecesaria de sus ocupantes a ambientes poco saludables (Wadden y Scheff, 1987). Además, el uso de alfombras, la acumulación de materiales de papelería, sistemas de aire acondicionado sin adecuado mantenimiento, entre otros, contribuyen a la acumulación de polvo, generación de gases y desarrollo de microorganismos (bacterias, hongos).

La calidad del aire que se respira y las consecuencias que esta calidad tiene para la salud de los seres humanos, están influenciados por varios factores. Estos factores incluyen entre otros: emisiones peligrosas en ambientes interiores y en el exterior, las condiciones ambientales y de ventilación, así como los procesos de degradación y eliminación de los contaminantes.

La mayoría de los ocupantes de ambientes cerrados están de acuerdo, en que la Calidad del Aire Interior es buena cuando el aire está libre de olores y polvo, cuando no está ni demasiado quieto ni

hay corrientes de aire y cuando tiene una temperatura y humedad aceptables.

El ambiente interno en cualquier edificación es el resultado de la interacción entre el sitio de ubicación, la estructura del edificio, las técnicas de construcción, las fuentes de contaminantes (dentro y fuera de la edificación) y los ocupantes del edificio.

Los contaminantes en ambientes interiores pueden originarse dentro de la edificación o ser trasladados desde el exterior, y si las fuentes de contaminación no son controladas, pueden aparecer problemas de calidad de aire interno tales como: altos niveles de concentración de partículas, polvo, fibras, bioaerosoles (agentes biológicos) y gases o vapores.

Más del 80% del tiempo de las actividades de los seres humanos transcurre en ambientes interiores (Wadden y Scheff, 1987), por lo que existe la necesidad de determinar las exposiciones a las que están sometidos, tanto para cumplir con las normas específicas de los ambientes industriales y de ocupación como de reconocer niveles potencialmente peligrosos de contaminantes que no tienen normas aplicables.

La exposición a la contaminación del aire es una preocupación significativa, muy especialmente para los ancianos, los niños y las personas con deficiencias en las vías respiratorias (población de

mayor riesgo). Las estimaciones actuales indican que aproximadamente 81 millones de personas en América Latina, alrededor de la quinta parte de la población total, están expuestas a niveles de contaminación del aire que exceden las señaladas en las Normas de la OMS. (Rondón M., 1998).

Los problemas de contaminación en ambientes internos pueden ser sutiles y no siempre producen impactos fácilmente reconocibles a la salud de los seres humanos, o a la planta física (edificios o instalaciones). Los lugares de mayor riesgo son aquellos que involucran exposición prolongada y continua: el hogar, la escuela y el ambiente de trabajo, entre otros.

La dinámica actual obliga a que nuestros niños permanezcan en este tipo de ambientes, pasando una parte sustancial del día (no menos de ocho horas) en centros de cuidado y educación, y a esta realidad se une la de formar parte de la población de mayor riesgo a efectos de contaminantes atmosféricos. La preocupación que se origina por esta situación motiva este trabajo en el cual se realiza una evaluación preliminar donde los actores principales son precisamente este segmento de la población, se seleccionaron en particular guarderías y preescolares, para levantar una línea base que permita conocer la situación actual en esta materia en varias zonas del área metropolitana de Caracas. Se pretende obtener

resultados que puedan contribuir de algún modo a orientar en el establecimiento de valores recomendables o estándares, adaptados a los requerimientos y condiciones de nuestro país.

De igual modo se procura sentar los fundamentos para la adecuación de una metodología para la evaluación de calidad de aire interno en este tipo de ambientes. En este trabajo se utilizaron la Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri y la Técnica Volumétrica utilizando el equipo HIAIR, para la medición de agentes biológicos o bioaerosoles (bacterias y hongos), aplicadas en trabajos similares (Sabagh, Z., 1999 y Meza E., 2000). Dicha medición forma parte de un proyecto multidisciplinario de evaluación de calidad de aire interno que además de estos contaminantes evaluará polvo total, plomo en partículas y gases como CO, CO₂ entre otros.

Los institutos escolares estudiados, se seleccionaron tomando en consideración: ubicación (niveles de contaminación exterior), disponibilidad, fácil acceso.

Para el logro de lo anteriormente expuesto se contó con la valiosa colaboración de las autoridades de los preescolares de tres institutos ubicados en el Área Metropolitana de Caracas que prestaron sus instalaciones para la realización de este estudio. Los institutos en cuestión son:

- **Instituto 1**, ubicado en la urbanización Colinas de Bello Monte
- **Instituto 2**, ubicado en la Av. Baralt
- **Instituto 3**, ubicado en la urbanización La California

El objetivo general de este estudio es la evaluación preliminar de la Calidad de Aire Interno respecto a bioaerosoles en el área de preescolar.

Los objetivos específicos planteados son:

- Determinar la concentración de bacterias y hongos (bioaerosoles) en las áreas de mayor frecuencia de ocupación
- Reconocer morfológicamente de forma preliminar los agentes biológicos presentes, utilizando claves taxonómicas y/o alguna otra metodología recomendada
- Aplicar una técnica volumétrica y valorar su potencial para la determinación de bioaerosoles

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

La contaminación del aire ocurre cuando uno o varios contaminantes están presentes en tales cantidades y por tales períodos, en el aire ambiental que son nocivos a los seres humanos, animales, vegetales y propiedades y contribuyen a dañar o causar molestias al bienestar y uso con grado medible (Organización Mundial de la Salud).

La normativa venezolana (Decreto 638, G.O. de la República de Venezuela, 1995) define contaminación del aire como: cualquier sustancia presente en el aire que, por su naturaleza, es capaz de modificar los constituyentes naturales de la atmósfera, pudiendo alterar sus propiedades físicas o químicas, y cuya concentración y período de permanencia en la misma pueda originar efectos nocivos sobre la salud de las personas y el ambiente en general.

El interés en solucionar los aspectos de contaminación del agua y del suelo, ocurre después que han sido utilizados, y la recuperación de los mismos a condiciones aceptables es un asunto eminentemente de salud, tecnología y economía. Por el contrario en la contaminación del aire urge la prevención, ya que para purificarlo no hay otra vía que actuar en armonía con la naturaleza.

La contaminación atmosférica es función de la densidad de las emisiones de contaminantes, de la densidad de población afectada y de su nivel de salud, dependiendo además de la capacidad atmosférica de arrastre (horizontal por vientos y vertical por lluvia) y de la radiación solar que promueve las transformaciones de precursores en contaminantes, así como de las características físico-químicas del contaminante.

La mayoría de las personas tienen conocimiento que la polución atmosférica puede dañar su salud, pero muchos ignoran que la polución del aire en ambientes interiores puede también causar daños. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA - USA, 1998), ha estudiado la exposición humana a contaminantes atmosféricos e indica que los niveles de dichos contaminantes en ambientes interiores, pueden ser entre 2 y 5 veces, y ocasionalmente hasta 100 veces, mas altos que los niveles en ambientes exteriores.

Estos niveles de contaminantes en ambientes intramuros son de particular interés debido a que se ha estimado que la mayoría de las personas pasan aproximadamente el 90% de su tiempo en este tipo de ambientes.

En las últimas décadas, la exposición a contaminantes en ambientes internos se ha incrementado debido a una variedad de

factores, incluyendo la construcción de edificios fuertemente sellados, la reducción de tasas de ventilación para ahorrar energía y el uso de productos para el cuidado personal, plaguicidas y materiales para limpieza doméstica (U.S. – EPA, 2003).

Entre los contaminantes del aire más comunes se tienen: partículas, bioaerosoles (agentes biológicos) y gases o vapores.

A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de ellos:

- Las partículas

El polen, las bacterias, esporas de hongos, plantas y virus, están asociados con las partículas suspendidas en el aire. La medición común de las partículas viables se conoce como PVT (Partículas Suspendidas Viables Totales) o PFC (Partículas Formadoras de Colonias), por lo general estas mediciones reflejan la actividad bacteriana y no incluye ni el polen ni virus, excluyendo a menudo a las esporas de hongos (Wadden y Scheff, 1987).

- Los bioaerosoles

Tipo especial de aerosol de origen biológico, el cual puede estar compuesto por: polen, esporas de hongos y plantas y transportadas por el viento, bacterias transportadas en las partículas de polvo, virus contenidos en las pequeñas gotas de estornudo (Reist, 1993)

Este trabajo en particular se enfoca a la evaluación de bacterias y hongos.

- Gases o vapores

Emisiones de compuestos orgánicos, humos de tabaco, quema de combustibles entre otros.

Existen antecedentes de situaciones de contaminación en ambientes internos por difusión de bioaerosoles, el primer brote epidémico conocido tuvo lugar en 1965 en un hospital psiquiátrico de Washington, Estados Unidos, afectando a 81 personas, de las cuales murieron 15 (Domínguez, 1993).

A partir de esa fecha han sido numerosos los casos esporádicos y brotes epidémicos descritos, afectando a diferentes tipos de establecimientos (hoteles, hospitales, balnearios e incluso barcos). En julio de 1968 se presentó un brote de lo que se denominó Fiebre de Pontiac, afectando al 95% de las personas que laboraban en un edificio del Departamento de Sanidad del Condado de Oakland, en Pontiac (Michigan, Estados Unidos). Se observó, que las únicas personas que no fueron afectadas, fueron aquellas que ingresaron al edificio cuando el aire acondicionado estaba apagado.

El episodio acaecido en un hotel de Filadelfia (USA) con ocasión de la Convención de la Legión Americana (1976), en la que murieron 49 personas, producto de lo que comúnmente se conoce como la

enfermedad de los Legionarios, comprobándose que las bacterias que la causaron, crecieron en el sistema de aire acondicionado, siendo éste la vía de difusión. Esta enfermedad puede presentarse de forma epidémica o esporádica (Chust, 2003).

Desde 1989 hasta 1998 se declararon en España 55 brotes, de los cuales el más numeroso fue el ocurrido en 1996 en Alcalá de Henares que afectó a 224 personas y que presenta como peculiaridad el que no estuvo restringido a un solo edificio. La especie que se ha identificado con más frecuencia en la ***Legionella pneumophila serogrupo 1***, subtipo Pontiac.

El último gran brote descrito fue el ocurrido en marzo de 1999 en Holanda en el transcurso de una exposición floral; de las 223 personas que enfermaron tras visitar la exposición, se confirmó el diagnóstico en 106, 48 se etiquetaron de probables y 4 como posible (Chust, 2003).

A diferencia de otras edificaciones, hay muchos aspectos únicos de las escuelas. Los ocupantes de las escuelas están muy juntos, una típica escuela tiene cerca de cuatro veces más ocupantes que un edificio de oficinas con el mismo espacio. Una variedad de fuentes potenciales de contaminación existe en las escuelas, incluyendo materiales para manualidades y ciencias, artes vocacionales e industriales y gimnasios. En combinación con la ventilación natural

las escuelas pueden usar ventilación y sistemas de aire acondicionado, las cuales requieren cuidados y mantenimiento.

Una buena calidad de aire interno en las escuelas es un importante componente de un ambiente saludable interno, ya que contribuye a un lugar favorable de aprendizaje para los estudiantes, productividad del personal docente, y a una sensación de confort, salud y bienestar. Los niños son especialmente susceptibles a la contaminación del aire, por esto la calidad del aire en las escuelas es de particular interés; la misma concentración de un contaminante puede resultar mas dañina en niños que en adultos, porque los primeros respiran un volumen mayor de aire en relación a su peso corporal.

En la **Tabla 1.1** se presenta una lista de Fuentes Típicas de Contaminantes del Aire en Ambientes Internos, aclarando que los ejemplos dados para cada categoría no son todos los que existen.

Tabla 1.1. Fuentes Típicas de Contaminantes en Ambientes Internos.

Fuentes Externas	Fuentes Internas (Componentes/Equipos)	Otras Fuentes Internas
<p>Aire Exterior Contaminado: Polen, Polvo, Esporas de hongos, Emisiones industriales, y Emisiones de Vehículos</p> <p>Fuentes Cercanas: Olores de vertederos; desechos o escombros de edificios cercanos a tomas de aire exterior</p> <p>Fuentes Ocultas: Radón; Pesticidas; y Derrames de tanques subterráneos</p>	<p>Componentes: Crecimiento microbiológico en materiales sucios o dañados por agua; trampas secas que permiten el paso de emanaciones de cloacas; materiales que contienen compuestos orgánicos volátiles, compuestos inorgánicos, o asbestos; y materiales que generan partículas (polvo)</p> <p>Equipos: Emisiones de nuevos equipos y materiales para pisos; y Crecimiento microbiológico sobre o en equipos sucios o dañados por agua</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Laboratorios de ciencia - Áreas de artes vocacionales - Áreas de copiado/impresión - Áreas de preparación de comidas - Materiales de limpieza - Emisiones de desechos - Pesticidas - Olores y compuestos orgánicos volátiles provenientes de pintura, tiza, sustancias adhesivas - Ocupantes con enfermedades transmisibles - Borradores secos, marcadores y similares - Insectos y otros animales - Productos de cuidado personal

FUENTE: IAQ Tools for Schools Kit Indoors Air Quality Coordinator's Guide. Typical Indoor Air Pollutants. EPA. (2003)

Diferentes organismos se han dedicado a la realización de importantes estudios sobre la contaminación en ambientes interiores, entre ellos se tienen: el Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional de Estados Unidos (NIOSH), la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), la Agencia de Salud y Seguridad Ocupacional de Estados Unidos (OSHA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), además de los desarrollados por universidades, institutos, organismos

gubernamentales y particulares, lo que denota la importancia que cobra cada día mas este tema.

En las últimas décadas se han incrementado a escala mundial, los estudios aerobiológicos producto de la interacción de diferentes disciplinas, (Menzles y col., 1998; O´Hollaren y col., 1991). Hoy día, la mayoría de los investigadores en el área de hipersensibilidad y neumonología conocen los principales agentes ambientales causantes de las enfermedades alérgicas más relevantes de carácter respiratorio (O´Hollaren y col., 1991).

Chih – Shan y col. de la Universidad Nacional de Taiwan, en 1997 desarrollaron un estudio, vinculado a la contaminación del aire en ambientes internos y Síndrome del Edificio Enfermo. El mismo se efectuó en 28 centros de cuidados diarios en Taipei, Taiwan, país subtropical, con temperaturas ambientales entre 18 y 28 °C, alta humedad relativa durante todo el año, condiciones que, sumadas al polvo del interior de las casas, permiten que los hongos sean el principal alérgeno de este país. De los resultados se tienen que los géneros de hongos encontrados en mayor proporción en los centros son: ***Aspergillus***, ***Cladosporium*** y ***Penicillium***, la **Tabla 1.2** presenta las concentraciones medias obtenidas.

Tabla 1.2 Resultados de Concentraciones de Hongos y Bacterias en Centros de Cuidado en la ciudad de Taipei, Taiwan (1997)

Concentración (UFC/m³)	Ambientes Internos	Ambientes Externos
Bacterias	735	384
Hongos	1212	1032

UFC: Unidades Formadoras de Colonias

Los estudios aplicados en la Ingeniería Civil, son de suma importancia ya que los materiales utilizados en la construcción y las remodelaciones que se realicen en edificios, pueden contribuir a la contaminación del aire interno como se ha mencionado anteriormente. Rautiala y col. (1998) realizaron una investigación sobre técnicas de control a la exposición de microorganismos viables transportados por el aire durante el saneamiento de edificios con presencia de gran cantidad de moho, para reducir la exposición a microorganismos durante tales trabajos, se utilizaron tres técnicas diferentes, utilizadas comúnmente para prevenir la exposición al polvo:

1. Aislamiento con barrera plástica y presurización negativa, adicional.
2. Método de extracción local utilizado para dismantelar asbesto.

3. Método de extracción portátil con una corriente de aire lateral.

Se midieron las concentraciones de hongos y actinomicetos antes y después de los trabajos de saneamiento, dentro de las áreas de trabajo o saneamiento y en las zonas adyacentes. Se observó que la concentración de microorganismos fue de 4 a 25 veces más alta durante los trabajos de saneamiento, que antes de ejecutar los mismos y el método de extracción local fue el más efectivo para el control de dicha concentración, en comparación con los otros dos. En las áreas adyacentes no se observó un incremento en la concentración de microorganismos. Por otra parte, todas las técnicas empleadas mostraron que la concentración de microorganismos durante los trabajos puede ser reducida empleando dichos métodos de control.

Otro estudio realizado por Wynand y Heederick en el mismo año presenta una investigación sobre la confiabilidad, eficiencia, precisión y exactitud de los diversos métodos empleados para medir la concentración microorganismos en el aire. En dicho trabajo se reconoce que la exposición a niveles altos de microorganismos en el aire, es una de las causas de síntomas respiratorios y de enfermedades entre los trabajadores expuestos.

En otra investigación realizada por Meklin y col. (2002), se realizó la evaluación de la distribución de tamaños de microorganismos transportados en edificios donde funcionan escuelas de Finlandia, construidos unos con concreto y otros con madera, obteniéndose que las concentraciones de hongos en todos los tamaños fueron más altas en las escuelas construidas de madera que las construidas en concreto.

En Venezuela, se han realizado trabajos de investigación relacionados con la contaminación por bioaerosoles en ambientes internos, entre ellos el estudio piloto de Sequera y Cortés en 1990, sobre mediciones de Partículas Totales en Suspensión en espacios interiores, en la sala de lectura de la biblioteca de la Facultad de Ingeniería. En una selección aleatoria de muestras se aplicó una fotomicrografía, observándose la presencia de hongos, unos pertenecientes a la clase Phycomycetes y otros a la clase Basidiomycetes.

El trabajo realizado por Sabagh en 1999, donde se evaluó la calidad del aire interior en la unidad de depósito y archivo adjunta a la sección de bienes de la Dirección de Administración del Rectorado de la U.C.V., presentó resultados positivos utilizando las técnicas de sedimentación en placas de Petri (TSPP) y de impactación

centrífuga, empleando el Reactor de Carga Secuencial (RCS – PLUS). Los resultados fueron los siguientes:

TSPP Bacterias = 354 UFC/m³

TSPP Hongos = 171 UFC/m³

RCS – PLUS Bacterias = 3.040 UFC/m³

RCS – PLUS Hongos = 1.000 UFC/m³

De la identificación de hongos de acuerdo a sus características macromorfológicas, los géneros de mayor presencia fueron:

Aspergillus, Cladosporium, Mucor y Penicillium.

En el trabajo presentado por Meza (2000) realizado en el Departamento de Historias Médicas del Hospital Universitario de Caracas, los resultados obtenidos fueron:

TSPP Bacterias = 19.545 UFC/m³ – 47.816 UFC/m³

TSPP Hongos = 6.701 UFC/m³ – 9.144 UFC/m³

RCS – PLUS Bacterias = 1.030 UFC/m³ - 20.660 UFC/m³

RCS – PLUS Hongos = 1.140 UFC/m³ - 15.820 UFC/m³

Escobar (2002) evaluó la calidad de aire en la biblioteca “Humberto García Arocha”, de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, donde detectó la presencia de hongos

Aspergillus, Alternaria y Cladosporium.

Por otra parte, investigaciones realizadas por un equipo multidisciplinario: meteorólogo, geoquímico e inmunólogo clínico

(Ponce y col., 1998), han obtenido resultados que señalan que los principales factores precipitantes de afecciones para el tracto respiratorio superior son los contaminantes atmosféricos y el descenso de la temperatura ambiental, observándose una tendencia a la prevalencia de enfermedades respiratorias correlacionadas con la concentración de contaminantes en el valle de Caracas.

1.2. Fuentes y Efectos de las Bacterias y Hongos (Bioaerosoles)

Algunos de los materiales biológicos presentes en aerosol son benignos, mientras que otros pueden causar efectos que van desde simples alergias hasta mortíferas enfermedades. La diferencia con otros aerosoles, la marca entonces la viabilidad de los microorganismos que pueden estar asociados a estos.

Los bioaerosoles se encuentran en algún grado en cada casa, escuela y lugar de trabajo. Las fuentes incluyen:

- El aire externo
- Los seres humanos quienes esparcen o transportan virus y bacterias
- Los animales: insectos y otros artrópodos, perros, gatos, que igualmente esparcen alergenos, y
- Las superficies internas y reservorios de agua, donde hongos y bacterias pueden crecer.

Algunos factores permiten o facilitan el crecimiento y supervivencia de los agentes biológicos en el aire; especialmente importante es la humedad relativa, la cual favorece el crecimiento de ácaros en el polvo doméstico y de hongos en superficies húmedas. Adicionalmente la contaminación por ácaros y hongos puede existir en lugares anegados, húmedos o por limpieza inadecuada de los baños y cocinas.

Entre los problemas de salud causados por los bioaerosoles a los seres humanos se tienen: infecciones, donde los patógenos invaden los tejidos humanos; hipersensibilidad, donde la activación específica del sistema inmunológico causa alteraciones; y toxicosis, donde las toxinas químicas causan efectos tóxicos directos. Además, la exposición a condiciones conducentes a contaminación biológica (por ejemplo, humedad, agua contaminada) ha sido relacionada en mayor o menor grado a síntomas respiratorios no específicos.

Para calificar las exposiciones y las reacciones a los bioaerosoles se sugiere evaluar (INAHEMC, 1996):

1. Las especies, tipos y naturaleza de los organismos viables suspendidos o de las partículas de procedencia biológica.

2. La exposición a los bioaerosoles, incluyendo la influencia de las fuentes, sitios de multiplicación, reservorios y medios de dispersión.
3. La naturaleza y mecanismos de los efectos en morbilidad asociados a los bioaerosoles, incluyendo el rango y distribución de la sensibilidad de la población.
4. Los métodos de evaluación y control.

Las investigaciones realizadas en el transcurso del tiempo, han llevado a la pregunta acerca de la posibilidad de establecer valores estandarizados como Valor Límite Umbral; concentración de una sustancia a la que los trabajadores pueden exponerse durante 8 horas diarias o 42 horas semanales, sin sufrir efectos adversos a su salud; que permitan interpretar los resultados obtenidos sobre concentración microbiana en ambientes interiores y evaluar la exposición en los seres humanos. El establecimiento de dichos valores, es una investigación que aún en la actualidad genera importantes discusiones científicas con el fin de normalizar dichos valores. La mayor dificultad en la medición de bioaerosoles es que son extremadamente sensibles a los factores ambientales, tales como temperatura, humedad relativa y velocidad del aire. (Griffiths y col., 2001)

En la actualidad, organismos gubernamentales, institutos, universidades y particulares, han realizado propuestas y sugerencias, para la estandarización de los valores de bioaerosoles, en el **Tabla 1.3** se presentan algunas de ellas.

Tabla 1.3 Valores límites sugeridos para concentraciones de bioaerosoles por algunos organismos e instituciones

ORGANISMO O INSTITUTO	VALOR LÍMITE SUGERIDO (UFC/m³)	OBSERVACIÓN
NIOSH	Microorganismos viables > 1.000	CONDICIONES ANORMALES EN EL AMBIENTE INTERNO, SE SUGIERE TOMAR ACCIONES DE EVALUACIÓN Y REMEDIACIÓN
ACGHI - USA	Microorganismos viables > 10.000	TOMAR ACCIONES DE REMEDIACIÓN
UNIVERSIDAD DE MINNESOTA	Poblaciones mixtas (hongos y Bacterias) > 500	AMBIENTE QUE PUEDE CAUSAR ALGÚN TIPO DE MOLESTIA PARA LAS PERSONAS QUE OCUPAN ESE ESPACIO
IAQA	Especies simples, exceptuando Cladosporium (Hongos) < 50 Especies totales (Hongos) < 300 Bacterias < 500	ACEPTABLE ACEPTABLE ACEPTABLE

NIOSH: Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional (siglas en inglés) - 1984

ACGHI - USA: Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales de Estados Unidos de América - 1986

Universidad de Minnesota: Reynolds y col. 1990

IAQA: Asociación de Calidad de Aire Interno (IAQA 01- 2000)

1.3. Aspectos Microambientales

Los aspectos microambientales (micro por ser ambientes interiores o cerrados) consisten en aquellos factores meteorológicos que de alguna manera puedan estar relacionados en los contaminantes atmosféricos ya sea en ambientes exteriores o interiores. En el caso

de este estudio se consideran: la Humedad Relativa y la Temperatura.

1.3.1. Humedad Relativa

La humedad relativa es uno de los principales factores que promociona o limita el crecimiento microbiano. Las bacterias, frecuentemente tienen un estrecho rango de humedad relativa, dentro del cual pueden sobrevivir. Por ejemplo, la ***Legionella***, sobrevive mejor en un rango entre 55% y 65% (Burge y Hoyer, 1997).

Una alta humedad relativa puede ser beneficiosa para el crecimiento de microorganismos, se consideran ambientes positivos para la proliferación de bacterias aquellos con humedad relativa entre 84% a 100%, y para hongos entre 61% y 99% (Kraemer, 1973).

La Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE, siglas en inglés) recomienda niveles de humedad relativa entre 30 y 60 por ciento para controlar el crecimiento de bacterias y hongos (Zimmerman, 1999).

Otras medidas de control incluyen un buen mantenimiento general de los equipos de aire acondicionado, una adecuada ventilación y una buena distribución del aire.

1.3.2. Temperatura

Los requerimientos de confort térmico varían de persona a persona, un número de variables interactúan para determinar si las personas están confortables o no con la temperatura en un ambiente interior; la ropa utilizada, la edad, la actividad que desarrollan.

No se debe permitir la existencia de una diferencia marcada entre la temperatura exterior y la interior, estableciéndose un rango aceptable entre 10 y 12 °C. Además, el rango de temperatura aceptable para un ambiente confortable esta entre 20 °C y 26 °C (Domínguez, 1993). Valores similares recomienda la ASHRAE Standard 55-1992 (U.S. - EPA, 2002).

La temperatura muy elevada o muy baja puede ser causante de un ambiente no confortable, además, la temperatura del ambiente interior, puede incidir en el desarrollo de algunos microorganismos, según sea la afinidad de estos por el calor o el frío. La temperatura mínima para el crecimiento y desarrollo de microorganismos está por debajo de 0°C y la óptima en un rango entre 20 y 28 °C, estableciendo la temperatura máxima entre 44 y 52 °C (Kraemer, 1973).

1.3.3. Velocidad del Aire

El movimiento del aire se debe, en primer lugar, al hecho mismo de que el aire se enfría o se calienta. En efecto, el aire frío

es más pesado que el aire caliente, por lo que resulta un movimiento descendente o ascendente, que se denomina convección natural. Por otra parte, otros fenómenos están vinculados con la ventilación del local, infiltraciones, aperturas de puertas, desplazamientos de objetos y de las personas, lo que se llama convección forzada (Croiset, 1970).

No existe nada establecido en cuanto a velocidad del aire en ambientes interiores, sólo recomendaciones y en tal sentido lo que mas pudiera aproximarse es el Reglamento de las Condiciones y Seguridad en el Trabajo, del Ministerio del Trabajo (1973) que establece que la velocidad no debe exceder de 15 m/min en lugares con temperatura efectiva inferior a 20°C, ni 45 m/min en lugares con temperatura efectiva hasta 28°C.

1.3.4. Ventilación

La ventilación tiene por objeto reemplazar una cierta cantidad de aire interior viciado, por una cantidad igual de aire fresco y limpio proveniente del exterior. La ventilación es el método para controlar los contaminantes ambientales en el lugar de trabajo mediante un flujo de aire (COVENIN 2250-90).

Todos los ambientes interiores necesitan ventilación. Las escuelas en nuestro país generalmente utilizan ventilación natural o ventiladores en las aulas de clase, más con la idea de refrescar el

ambiente que para remover olores y contaminantes. El uso de sistemas de aire acondicionado queda más restringido a las áreas administrativas.

1.4. Legislación

Es importante destacar que por parte de los organismos gubernamentales existe un amplio historial de regulaciones para calidad de aire externo y las concentraciones de contaminantes aerotransportados emitidos por industrias, los procesos industriales son ampliamente conocidos, igualmente las emisiones que generan, lo que facilita el estudio de sus posibles efectos y establecer regulaciones que limiten las exposiciones a los mismos.

En lo relativo a la calidad de aire interno, en algunas zonas de Estados Unidos se han regulado contaminantes específicos tales como: radón y plomo en las escuelas. Por otro lado la OSHA siglas en inglés de la Agencia Federal de Administración de Salud y Seguridad Ocupacional, cuyo enfoque inicial estaba dirigido a lugares de trabajo industrial, recientemente ha ampliado sus esfuerzos en dirección a otros lugares de trabajo que puedan ser peligrosos. En 1994 propuso una regulación para calidad de aire interno en ambientes no industriales.

En Venezuela no existe normativa para ambientes internos, a excepción de los ambientes laborales (COVENIN 2253 – 1993), que establece un límite máximo de 10 mg/m^3 para polvo total ambiental, al cual pudieran estar asociados los hongos y bacterias, pero no existe nada específico para los bioaerosoles.

La realización de estudios como el presente pretende establecer una línea base preliminar para conocer la situación actual en esta materia en Venezuela, y obtener resultados que puedan contribuir de algún modo a orientar el establecimiento de valores recomendables o estándares, adaptados a los requerimientos y condiciones de nuestro país.

2. MARCO METODOLÓGICO

Con base a la bibliografía consultada y recopilación de datos, se procedió a realizar un estudio exploratorio en guarderías y pre-escolares donde se incluyó:

- Disponibilidad de la institución
- Zonas de ubicación (según clasificación por contaminación exterior)
- Inventario de fuentes posibles de contaminantes (externas e internas)
- Tránsito automotor
- Otros (fácil acceso, seguridad para los equipos y personal, etc.)

Luego de realizado el estudio exploratorio se seleccionaron tres preescolares ubicados en las siguientes zonas: Urb. Colinas de Bello Monte, Av. Baralt y Urb. La California, por cumplir con las condiciones mínimas requeridas mencionadas anteriormente (Ver **Figura 2.1**).

Seleccionados los preescolares, se realizó una inspección en cada uno de ellos a fin de establecer puntos de muestreo, número de muestras y frecuencia de muestreo; en virtud de la carencia de estudios previos en este tipo de lugares que permitieran definir un número de muestras a priori.

Los parámetros evaluados fueron los siguientes:

- Bioaerosoles (Hongos y bacterias)
- Humedad Relativa
- Temperatura
- Velocidad del aire

2.1 Descripción de los Institutos Seleccionados

2.1.1 Instituto 1

Este instituto se encuentra ubicado en la prolongación del Ramal 3, de la Calle Caurimare, en la Urbanización Colinas de Bello Monte. Dicho instituto imparte Preescolar, Primaria y Secundaria. El área de estudio se limitó al Preescolar, que se encuentra aparte de las áreas de primaria y secundaria y que consta de: tres niveles, con dos secciones cada uno (seis aulas en total), dos baños y un comedor.

Área aproximada de construcción: una sola planta de 340 m².

Área verde o de recreo: 134 m².

Tipo de construcción: convencional, bloques de concreto y mampostería en bloques de arcilla.

Acabado superficial: buenas condiciones de pintura (de aceite), piso en iguales condiciones (granito).

El área promedio de las aulas es de 43.5 m², poseen amplios ventanales, puerta de acceso al salón y puerta de salida hacia el área de recreo.

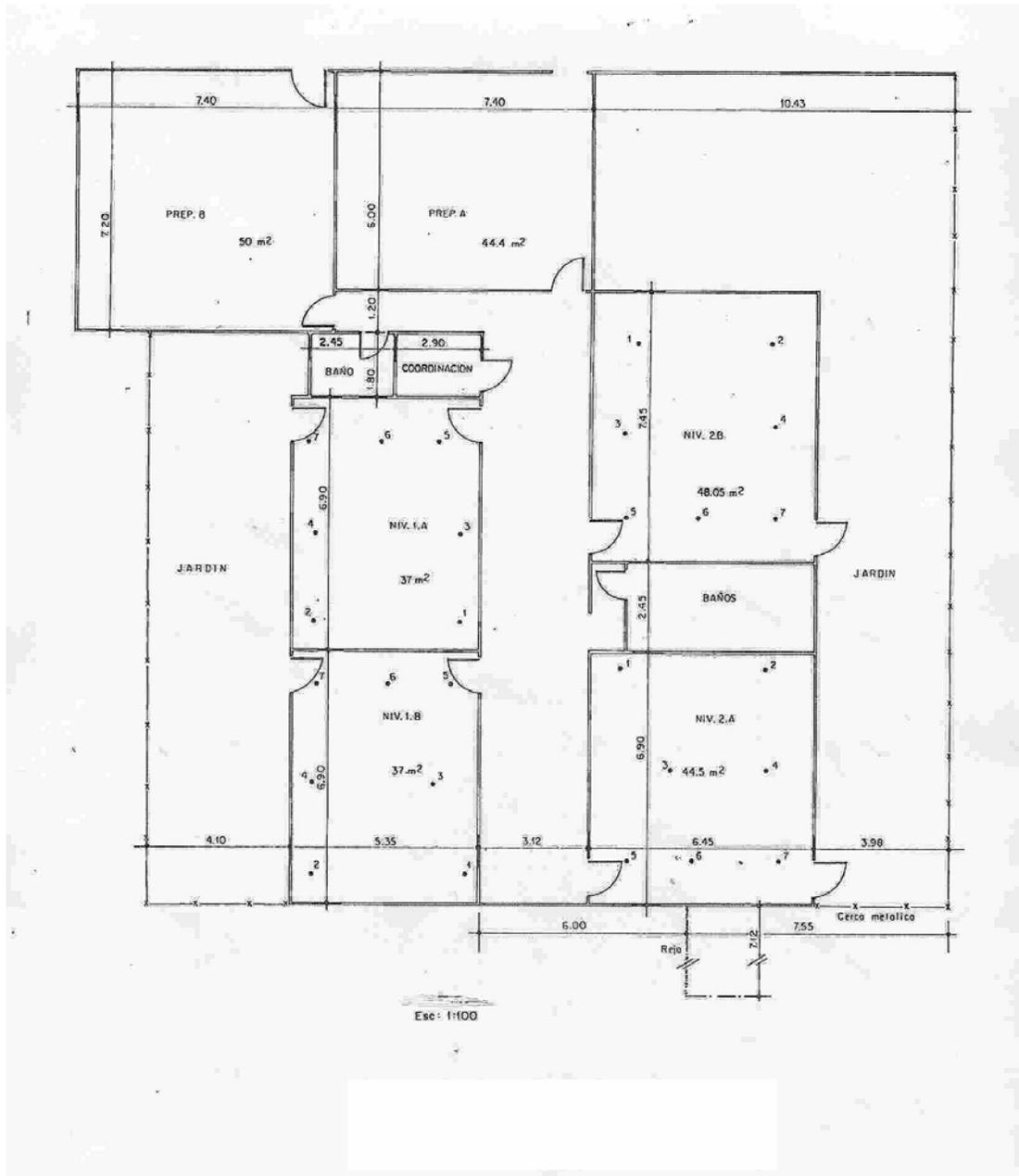
Los baños tienen un área promedio de 10 m².

El comedor tiene un área de 211 m².

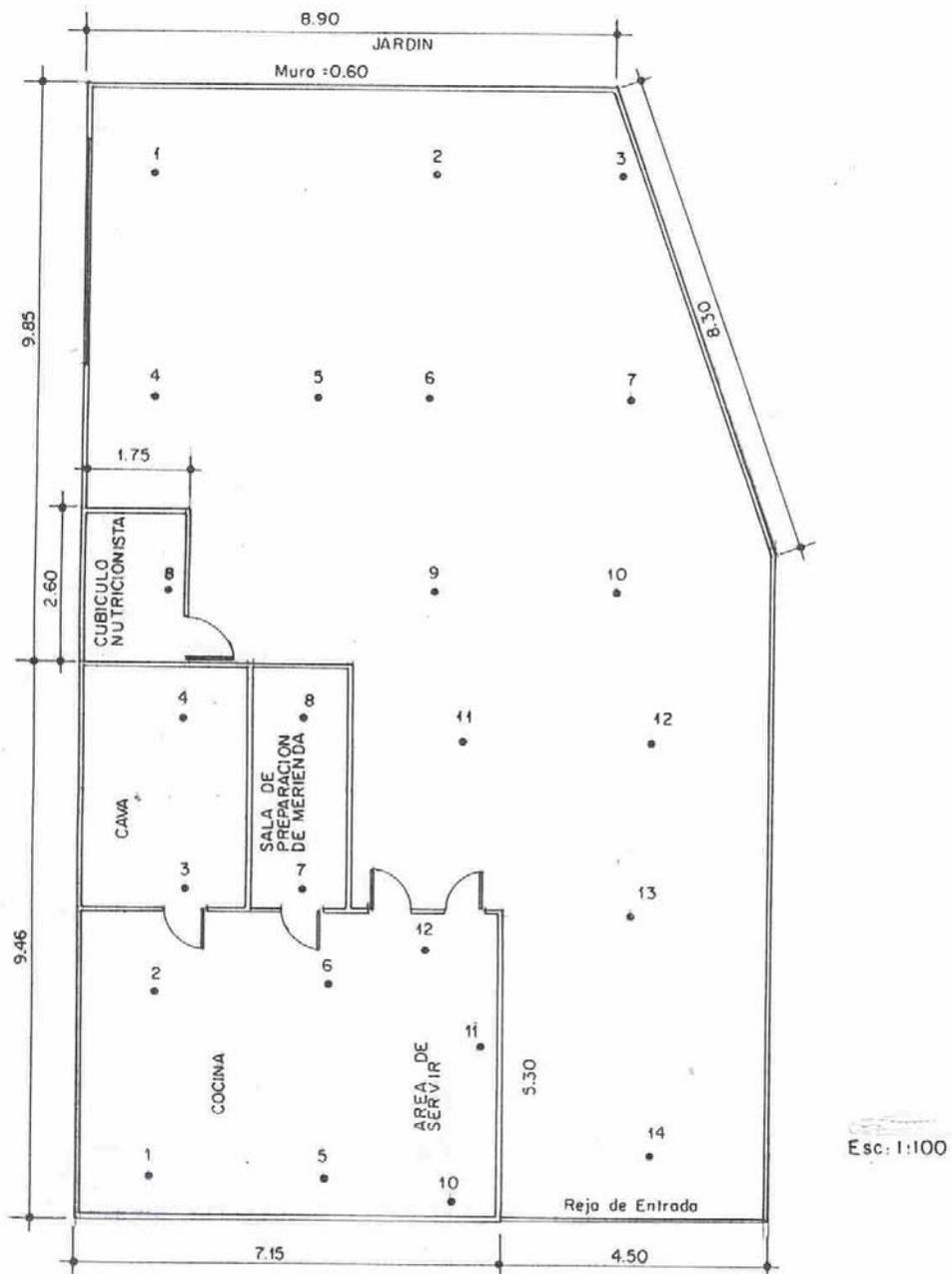
Se ubicaron:

- Siete (7) puntos de toma de muestra en cada aula
- Doce (12) puntos en el área de preparación de comida (cocina)
- Catorce (14) puntos en el comedor
- Un (1) punto en área externa del instituto

(Ver **Planos 2.1 a y b**)



Plano 2.1 (a)
Instituto 1. Área de Aulas



Plano 2.1 (b)
Instituto 1. Área de preparación y servicio de comida

2.1.2 Instituto 2

Ubicado en la esquina de Balconcito, en la Av. Baralt, en el centro de la ciudad. Edificación de dos plantas, donde se imparte Preescolar, Primaria y Secundaria. El Preescolar se encuentra separado de las otras dos áreas.

Área aproximada de construcción: una planta de 300 m².

Consta de dos aulas, con un área promedio de 47.04 m².

Dos baños con un área promedio aproximada de 9 m².

Área aproximada de comedor de 139.5 m².

Tipo de construcción: convencional, bloques de concreto y arcilla.

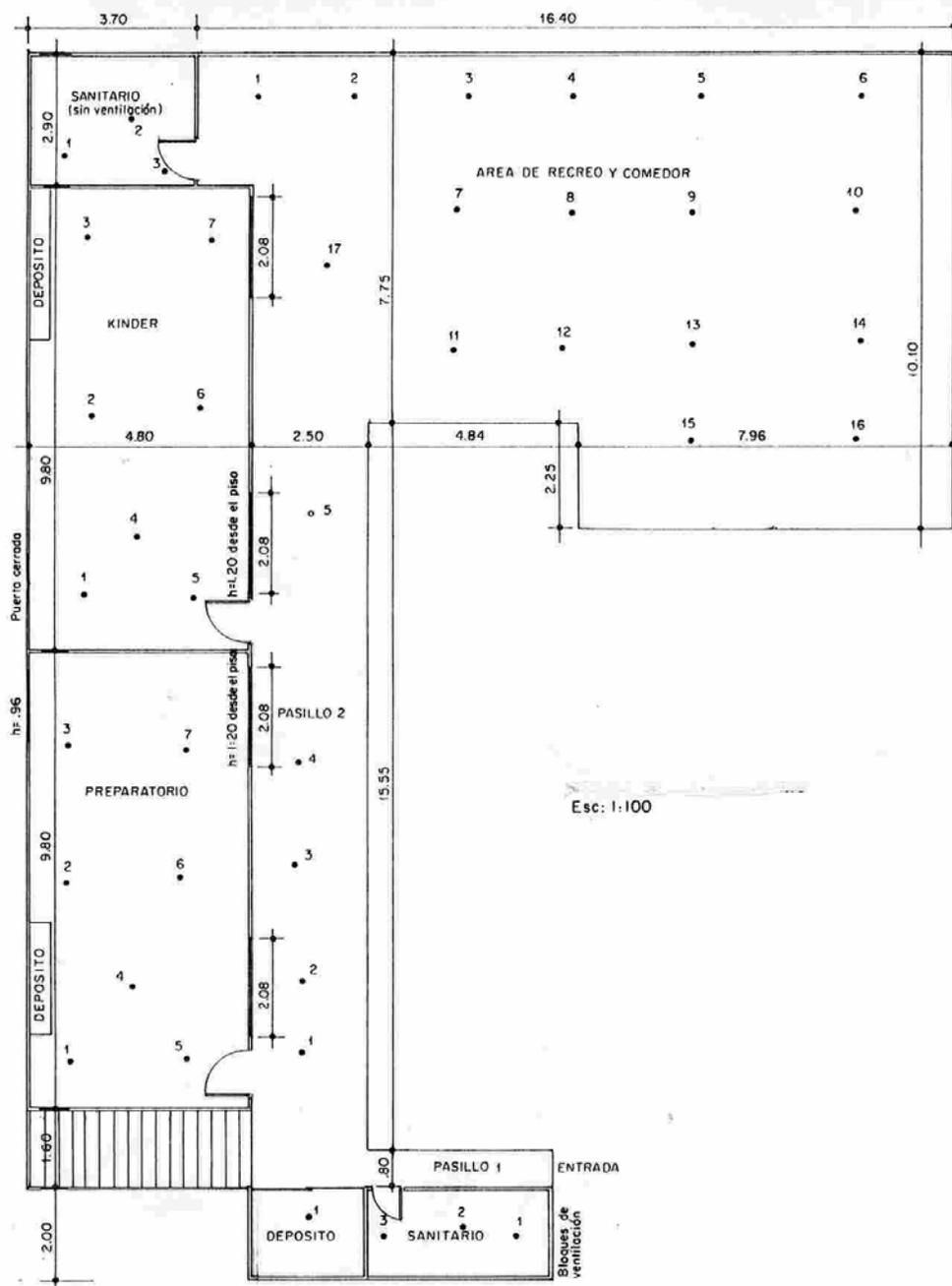
Acabado superficial: pintura (de aceite) en buen estado e igualmente el piso (granito).

Las aulas poseen amplios ventanales, contando con una buena ventilación natural.

Se ubicaron:

- Siete (7) puntos de muestreo por aula
- Un (1) punto en área externa

(Ver **Plano 2.2**).



Plano 2.2
Instituto 2

2.1.3 Instituto 3

Ubicado en la Avenida Madrid, Urbanización La California Norte, imparte únicamente Preescolar, consta de: cuatro niveles (maternal, preescolar 1, 2 y 3), sala de computación, sala de tareas dirigidas (cinco aulas en total), cuatro baños y comedor.

Área aproximada de construcción: consta de tres plantas y tiene aproximadamente 325.5 m².

Tipo de construcción: bloques de concreto y arcilla.

Acabado superficial: en líneas generales presenta pintura (de aceite) en buen estado, igualmente el piso (granito).

Las aulas se encuentran distribuidas en las dos últimas plantas. El área promedio de las aulas es de 21 m², algunas de las aulas carecen de ventilación natural.

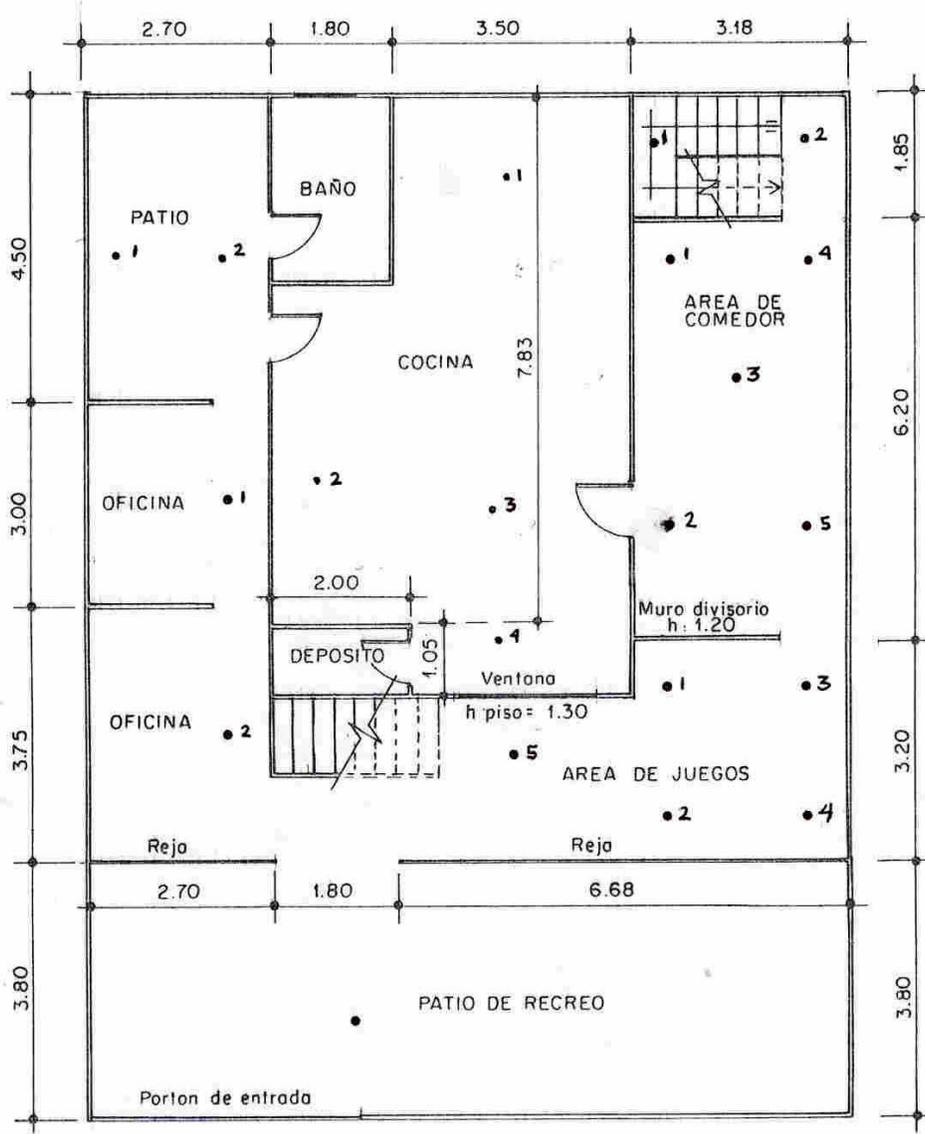
Los baños tienen un área promedio de 4 m².

El comedor tiene un área aproximada de 25 m².

Se ubicaron (:

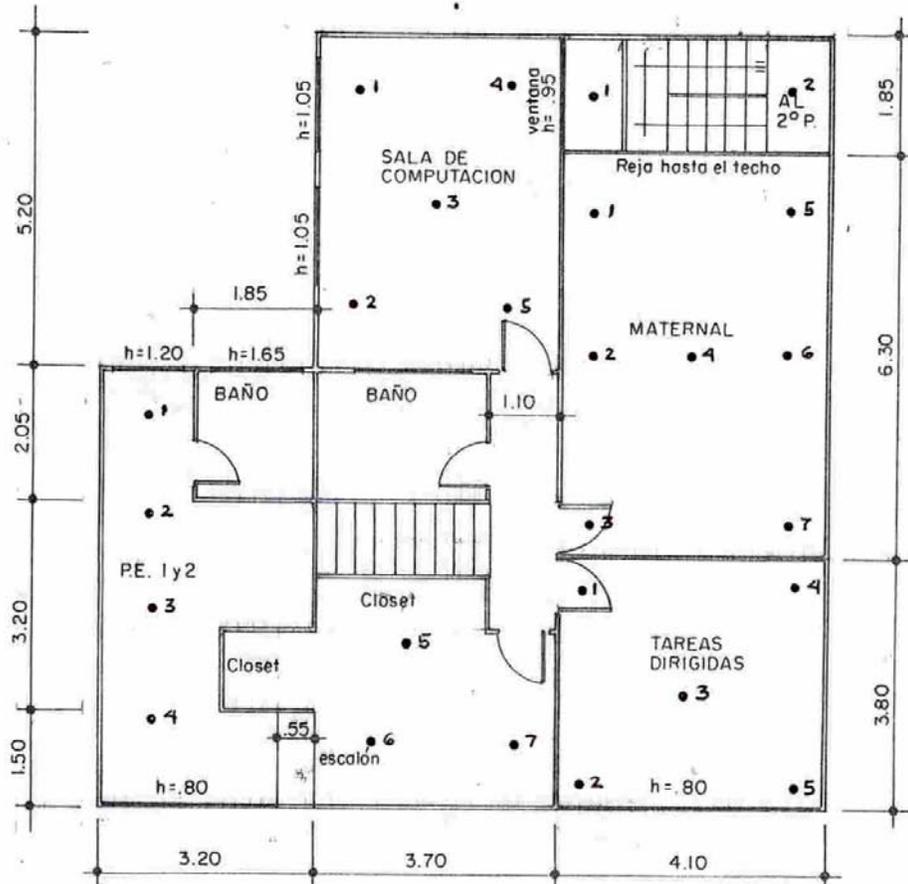
- Siete (7) puntos de muestreo en cada aula.
- Cuatro (4) puntos en el área de preparación de comida (cocina)
- Cinco (5) puntos en el comedor
- Un (1) punto en área externa

(Ver **Planos 2.3 a, b y c**)

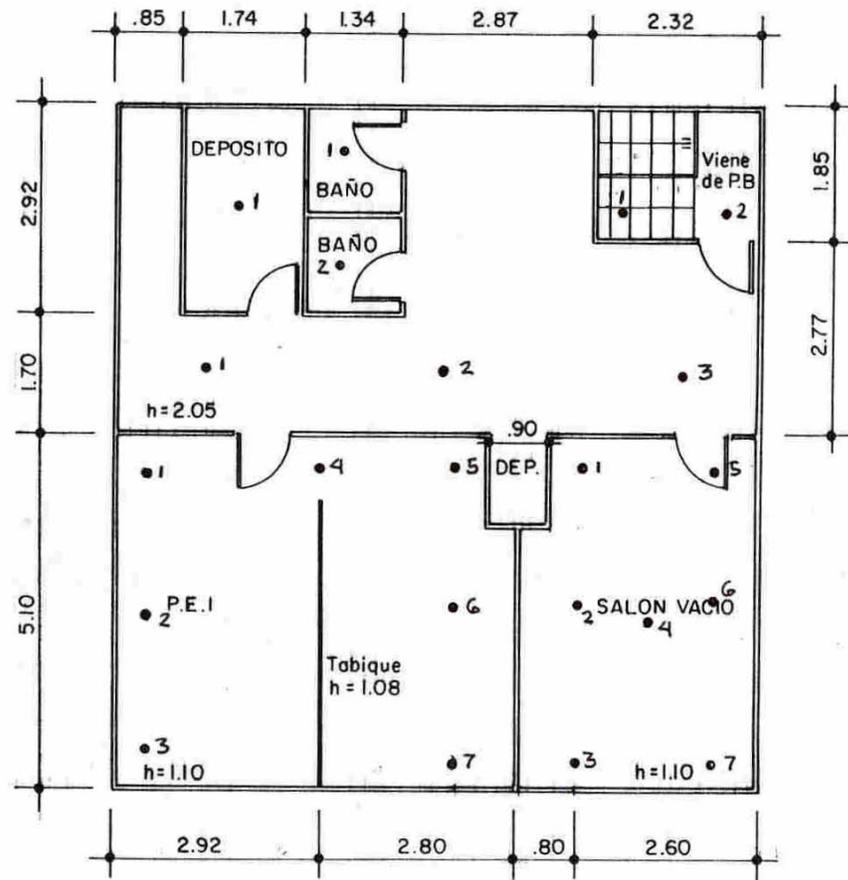


PLANTA BAJA
Esc. 1:100

Plano 2.3 (a)
Instituto 3



Plano 2.3 (b)
Instituto 3



PLANTA 2^{do} PISO

ESC: 1:100

Plano 2.3 (c)

2.2 Descripción de Técnicas de muestreo y análisis empleadas

Para la medición de los agentes biológicos o aerosoles se utilizaron dos técnicas: una gravitacional, sedimentación en placas de Petri, y otra volumétrica, impactación, utilizando un sistema muestreador de aire, HIAIR.

La primera de ellas con la finalidad de evaluar todo el área de estudio, a fin de detectar los lugares más problemáticos, de mayor tránsito y de tener una idea general, cualitativa, de las condiciones del ambiente interior. La segunda técnica relaciona el número de partículas colectadas con el volumen de aire muestreado, lo que permite obtener resultados cuantitativos de la condición del ambiente. Por el alto costo de los reactivos y del equipo en sí, se utilizó sólo en aquellas áreas de mayor interés para el estudio.

2.2.1 Técnica de Sedimentación en placas de Petri (Técnica gravitacional)

Se utilizaron placas o cápsulas de Petri con medios de cultivo específicos: agar agar para bacterias y agar de Sabouroud para hongos, exponiéndolas durante diez (10) minutos, a una altura aproximada de noventa (90) centímetros sobre el nivel del suelo, luego fueron transportadas al laboratorio donde se incubaron a temperatura ambiente, siendo observadas las colonias durante 48

horas en el caso de las bacterias y durante 7 días en el caso de los hongos. Se preparó un blanco de referencia, tanto para bacterias como para hongos, para verificar las condiciones de esterilidad de los medios de cultivo y del proceso de llenado de las placas.

Los resultados se expresan en Unidades Formadoras de Colonia (UFC), utilizando la fórmula de Parker Reist (Reist, 1993), la cual permite a partir del número de UFC estimar la concentración de UFC por centímetro cúbico, para ello se establece la velocidad final de caída de la partícula (0.304 cm/s), para un tamaño de partícula promedio de 10 μ m.

$$P = \text{UFC}/(\pi \cdot D^2/4) \cdot t \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

P = Partículas captadas (UFC/cm²/s)

D = Diámetro de la placa (cm)

t = Tiempo de exposición de la placa (s)

$$C = P/v_f \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

C = Concentración (UFC/m³)

v_f = Velocidad final de la partícula (0.304 cm/s)

Se ha mencionado anteriormente, que los bioaerosoles son extremadamente sensibles a los factores microambientales: temperatura, humedad relativa y velocidad del aire, lo que puede ocasionar resultados disímiles dentro de un mismo ambiente, en

momentos diferentes. Adicionalmente, la utilización de la fórmula de Parker Reist, presenta algunas debilidades, ya que no todas las partículas tienen el mismo diámetro y la misma forma, por lo que la velocidad de sedimentación no es la misma para todas. Pero, considerando que los microorganismos capaces de entrar al tracto respiratorio son aquellos menores a 10 μm , se asume este valor promedio, para así entonces obtener, un estimado del total de bioaerosoles de manera preliminar.

Es importante destacar que este tipo de técnicas gravitacionales son útiles en la identificación cualitativa de microorganismos, pero no rinden análisis cuantitativos exactos.

2.2.2 Técnica volumétrica (Equipo muestreador HIAIR)

Como técnica volumétrica se entenderá toda aquella donde el equipo utilizado permita correlacionar el número de partículas colectadas con el volumen de aire muestreado (Guariglia, 1984).

Su operación se basa en el principio de impactación. El aire a examinar es succionado por acción de un rotor, que genera una fuerza centrífuga sobre las partículas presentes en dicho aire, impactando las mismas contra tiras estériles que contienen el medio de cultivo específico para cada bioaerosol: agar agar, para las bacterias y agar de Sabouroud, para los hongos

La operación del equipo se realizó, siguiendo las indicaciones del fabricante: todo el material del equipo debe ser previamente esterilizado, y utilizar guantes estériles y tapaboca, para la manipulación de las tiras para su colocación y posterior retiro del aparato, así como durante el muestreo. Se programó el aparato para succionar aire durante nueve (9) minutos, haciendo el recorrido por el lugar de muestreo a una altura promedio de noventa (90) cm, sobre el nivel del suelo, trabajando en las mismas condiciones que se hizo con la técnica de sedimentación en placas de Petri. Luego las tiras se incubaron a temperatura ambiente en el laboratorio, cuarenta y ocho (48) horas para las bacterias y siete (7) días para los hongos. Al igual que en la técnica de sedimentación se preparó un blanco de referencia, tanto para bacterias como para hongos, para verificar las condiciones de esterilidad de los medios de cultivo y del proceso de llenado de las placas.

El cálculo de la concentración se hizo mediante la siguiente fórmula:

$$C = N * 25/t \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

C = Concentración de colonias (UFC/m³)

N = Número de colonias presente en la tira

t = Tiempo de muestreo (minutos)

25 = Factor de conversión de unidades

Esta técnica se utilizó a fin de obtener resultados cuantitativos de mayor validez.

2.3 Parámetros Microambientales

Los parámetros microambientales evaluados fueron:

- Temperatura
- Humedad Relativa

Para la medición de ambos parámetros se utilizó un psicrómetro, el cual consta de dos elementos sensores (termómetros) idénticos, uno de los cuales está cubierto con un trozo de muselina humedecida. En aire saturado los dos termómetros dan la misma lectura, en aire insaturado ocurre una evaporación en muselina humedecida, presentándose el efecto del bulbo húmedo que baja la temperatura del termómetro. Con estas dos temperaturas y las tablas psicrométricas (Ministerio de la Defensa, 1973) se obtiene la relación de humedad relativa, por otra parte la temperatura del lugar es la que indica el termómetro de bulbo seco.

2.4 Plan de Muestreo

Previo a la elaboración del plan de muestreo, se visitaron varias instituciones educativas, a fin de informar a las mismas sobre el estudio que se quería realizar, así como también en caso de que las autoridades de las mismas estuviesen dispuestas a colaborar, conocer si las condiciones del instituto eran las adecuadas para la realización de dicho estudio.

Se consideró la ubicación de los institutos de acuerdo a la clasificación por área de contaminación (Ver **Figura 2.1**), según la concentración de Partículas Totales en Suspensión (PTS), de manera que se incluyera: un área de poca contaminación, una de mediana contaminación y una de alta contaminación, correspondiendo a esto la Urbanización Colinas de Bello Monte, la Urbanización California Norte y la Av. Baralt, respectivamente.



● Instituto 1

▲ Instituto 2

■ Instituto 3

Figura 2.1 Mapa de Ubicación de Zonas de Muestreo

Los números indican Partículas Totales en Suspensión (PTS). Las líneas gruesas son isolíneas de concentración

(Modificado de Ponce y col, 1.995)

Se realizó un inventario de fuentes posibles de contaminación externas e internas, en base a la **Tabla 1.1**, del **Capítulo 1** de este mismo estudio, teniendo los siguientes resultados:

Tabla 2.1. Inventario de posibles fuentes de contaminación.

INSTITUTO EDUCATIVO	FUENTES EXTERNAS	FUENTES INTERNAS
C.E.A.P.U.C.V.	Polen Esporas de Hongos Polvo	Materiales de limpieza Borradores secos, marcadores y similares Insectos y otros animales Productos de cuidado personal
I.E.X.E.M.	Polvo Polen Esporas de hongos Emisiones de vehículos	Área de preparación de comidas Materiales de limpieza Borradores secos. Marcadores y similares Productos de cuidado personal Alfombras
U.E.P. COLEGIO SAN ANTONIO	Polvo Esporas de hongos Emisiones de vehículos	Materiales de limpieza Borradores secos, marcadores y similares Productos de cuidado personal Alfombras

ELABORADO POR: Lara Milagros, 2003

En la selección de los institutos también prevaleció el fácil acceso a los mismos y la seguridad tanto a nivel personal como de los equipos utilizados.

Finalizada esta etapa del estudio, se realizaron entrevistas con el personal de los institutos, a fin de conocer la rutina establecida, para no interrumpir u obstaculizar sus actividades diarias.

Se elaboraron planos de los sitios a evaluar para:

- Establecer áreas de muestreo
- Dimensiones de las áreas de muestreo
- Número de puntos de muestreo y su ubicación
- Determinar equipos y reactivos
- Determinar personal requerido

Para la determinación de los Agentes Biológicos (Bacterias y Hongos) se realizaron:

- Tres (3) muestreos con la técnica de sedimentación en Placas de Petri para cada instituto.
- Se realizaron mediciones abarcando la mayor área posible, a fin de obtener una evaluación preliminar de todo el preescolar, para luego discriminar los de mayor contaminación y evaluarlos con la técnica volumétrica.
- Un (1) muestreo con la técnica volumétrica con el equipo muestreador HIAIR para los institutos **1** y **2**, (no siendo posible hacerlo en el instituto **3** por comenzar obras de remodelación en el mismo).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados y discusión de los mismos siguiendo el esquema que se presenta a continuación:

- a) Resultados de la evaluación de cada instituto empleando la Técnica de Sedimentación en Placas de Petri
- b) Resultados de la evaluación de cada instituto empleando la Técnica Volumétrica utilizando el equipo HIAIR.
- c) Resultados de la evaluación en las áreas de preparación y servicio de comida de los institutos **1** y **3**.

Es importante destacar que en la evaluación con la primera de las técnicas (Técnica Gravitacional de Sedimentación en placas de Petri), se tomaron muestras en todas las áreas (aulas, pasillos, baños, escaleras), debido a la carencia de información que permitiera conocer cuales pudieran presentar mayores niveles de contaminación por bioaerosoles, esto permitió tener una visión general de la calidad de aire en los ambientes internos de los institutos y seleccionar los de mayor interés para el estudio, y luego aplicar la Técnica Volumétrica utilizando el equipo HIAIR. Dicha data a pesar de no ser analizada en su totalidad en este estudio, se presenta en el **Anexo A** y puede servir de base para la continuidad y profundización de estudios posteriores.

Se consideraron además para la selección de los puntos de muestreo, algunas características como:

1. Variabilidad de las condiciones ambientales
2. Área
3. Regularidad y frecuencia de ocupación
4. Permanencia, transición y circulación de los usuarios
5. Actividades realizadas por los usuarios
6. Disponibilidad de recursos económicos y humanos para la realización de los muestreos

Con base a lo anteriormente expuesto, se hizo mayor énfasis para la evaluación y el análisis en todas las aulas de los tres institutos estudiados. Se realizaron tres (3) muestreos con la Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri, en los tres institutos, y un muestreo con la Técnica Volumétrica utilizando el equipo HIAIR, sólo para los institutos **1** y **2**, ya que en el instituto **3** se comenzaron trabajos de remodelación que impidieron la realización de la evaluación por esta última técnica.

En lo que respecta a las áreas de preparación y servicio de comida (comedor), estas fueron evaluadas separadamente, debido a que sólo dos de los tres institutos cuentan con este servicio. Dicha evaluación sólo se realizó con la técnica de sedimentación, por no

contar con suficiente material para la técnica volumétrica con el HIAIR.

3.1 Instituto 1

3.1.1 Evaluación con la Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri

Se realizaron tres (3) muestreos utilizando la Técnica Gravitacional de Sedimentación en placas de Petri, en las seis aulas que tiene el preescolar. Se establecieron los rangos entre valores mínimos y máximos en cada aula, así como las densidades promedios de bacterias y hongos (**Tabla 3.1**) donde se muestra la magnitud de las diferencias entre los valores mínimos y máximos de la densidad de bacterias dentro de las aulas, de un punto de muestreo a otro, que se mantiene a lo largo de todos los muestreos. Igualmente los promedios de densidad de bacterias en las diferentes aulas difieren en gran medida unos de otros.

La ubicación de las aulas y su distribución interna parecieran jugar un papel importante en la presencia de bioaerosoles, el aula 2B presenta el mayor promedio de densidad de bacterias para el primer muestreo (8.715 UFC/m³), y el aula 3B presenta el mayor promedio para el segundo y tercer muestreos (7.160 y 9.074 UFC/m³ respectivamente). Esta aula (3B) en particular presenta una distribución diferente a las restantes (Ver **Plano 2.1**), ya que

las puertas de entrada al aula y de salida al jardín no se encuentran una frente a la otra como en el resto, lo que pudiera influir en una circulación de aire inadecuada, concentrándose los bioaerosoles en la misma, aunado a ello colinda con el área montañosa. Información suministrada por personal del instituto indica que en años anteriores ha presentado problemas de humedad en las paredes en esta aula, lo que puede favorecer el crecimiento de bacterias y hongos.

La menor densidad promedio de bacterias se observa en el aula 1A (2.054 UFC/m³) para el primer muestreo, y el aula 2A para el segundo y tercer muestreo (733 y 873 UFC/m³ respectivamente), aulas que se encuentran ubicadas a la entrada del preescolar, contigua a un pasillo con gran circulación de aire, que pudiera contribuir a una mejor dispersión de los bioaerosoles.

La variabilidad de los resultados se evidencia en que el aula que presenta la mayor y menor densidad de hongos, no es la misma en los tres muestreos; para el primer muestreo la mayor densidad promedio la presenta el aula 2B (2.094 UFC/m³), para el segundo muestreo el aula 3B (2.533 UFC/m³) y para el tercero el aula 3A (858 UFC/m³).

Tabla 3.1. Rangos y promedios de densidad de bioaerosoles (bacterias y hongos) de los tres (3) muestreos realizados con la Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri. Instituto 1

MUESTREO	FECHA	LUGAR DE MUESTREO	Densidad de bacterias (UFC/m ³)	Densidad de hongos (UFC/m ³)	HR (%)	T (°C)
1	26/06/2001	1A	(698 - 5235) [2054]	(907 - 2024) [1246]	90	24
		1B	(1675 - 9214) [5096]	(768 - 1954) [418]	88	25
		2A	(1256 - 5654) [2074]	(628 - 1256) [917]	88	23
		2B	(5584 - 13542) [8715]	(1466 - 2513) [2094]	85	24
		3A	(2932 - 12076) [5475]	(907 - 2164) [1436]	88	24
		3B	(4467 - 10540) [6561]	(419 - 1815) [1286]	80	24
		AREA EXTERNA*	638	1396	92	25
2	03/07/2001	1A	(1605 - 3351) [2144]	(349 - 1256) [718]	88	26
		1B	(3700 - 6003) [4767]	(768 - 1745) [1256]	84	26
		2A	(279 - 1885) [733]	(768 - 1466) [1057]	88	25
		2B	(2303 - 5305) [3261]	(838 - 2373) [1705]	88	25
		3A	(768 - 3211) [1705]	(907 - 2303) [1675]	92	26
		3B	(5445 - 9493) [7160]	(1675 - 3979) [2533]	71	26
		AREA EXTERNA*	838	977	86	24
3	11/07/2001	1A	(489 - 2303) [1625]	(489 - 1117) [718]	87	25
		1B	(558 - 1954) [1163]	(349 - 977) [628]	85	25
		2A	(489 - 1326) [873]	(279 - 977) [608]	85	25
		2B	(907 - 2513) [1685]	(279 - 768) [519]	87	25
		3A	(1536 - 6073) [3520]	(279 - 1326) [858]	84	24
		3B	(4816 - 7888) [6645]	(70 - 419) [578]	88	25
		AREA EXTERNA*	1326	698	82	24

() Rango de densidad de bacterias o de hongos

[] Densidad Promedio

* Corresponde a una muestra puntual captada en el ambiente exterior del instituto

Por otra parte, las poblaciones de bacterias y hongos parecieran independientes la una de la otra, se observa una mayor concentración de bacterias que de hongos (**Figura 3.1**).

Respecto al valor de densidad de la muestra para bacterias captada en la parte exterior del preescolar, se tiene que es menor a los valores obtenidos en las aulas para los tres muestreos (638, 838 y

1.326 UFC/m³), el transporte de dichos bioaerosoles por parte de la población que ocupa las aulas (niños y adultos) pudiera contribuir al aumento de la densidad de bacterias en el ambiente interior. Sin embargo este es un aspecto que debe ser estudiado con cuidado.

Por otra parte la densidad de la muestra para hongos captada en la parte exterior del instituto, se encuentra en el intervalo de valores obtenidos en las aulas para los tres muestreos (1.396, 977 y 698 UFC/m³), lo que parece indicar que no hay mayor variación en la población de hongos dentro y fuera del instituto.

En cuanto a la humedad relativa generalmente se encontró por encima de 80%, lo que puede atribuirse a la ubicación del instituto en una zona montañosa, estos resultados superan los niveles recomendados por la ASHRAE (30 % - 60 %), para controlar el crecimiento de estos agentes biológicos; la temperatura estuvo en un intervalo entre 23°C y 26°C, con poca variabilidad de un aula a otra, estando en el intervalo recomendado por la ASHRAE el cual se en cuenta entre 20° y 26°C para ambiente confortable.

La poca variabilidad de estos parámetros ambientales entre aulas y entre muestreos, pareciera indicar que no inciden en la mayor o menor densidad de bacterias y hongos presentes en los ambientes estudiados.

Los resultados obtenidos por esta técnica no se compararon con los valores sugeridos por organismos internacionales, ya que a pesar que se realizan ciertas suposiciones a fin de expresar los resultados en unidades de UFC/m³, dicha técnica es más cualitativa que cuantitativa.

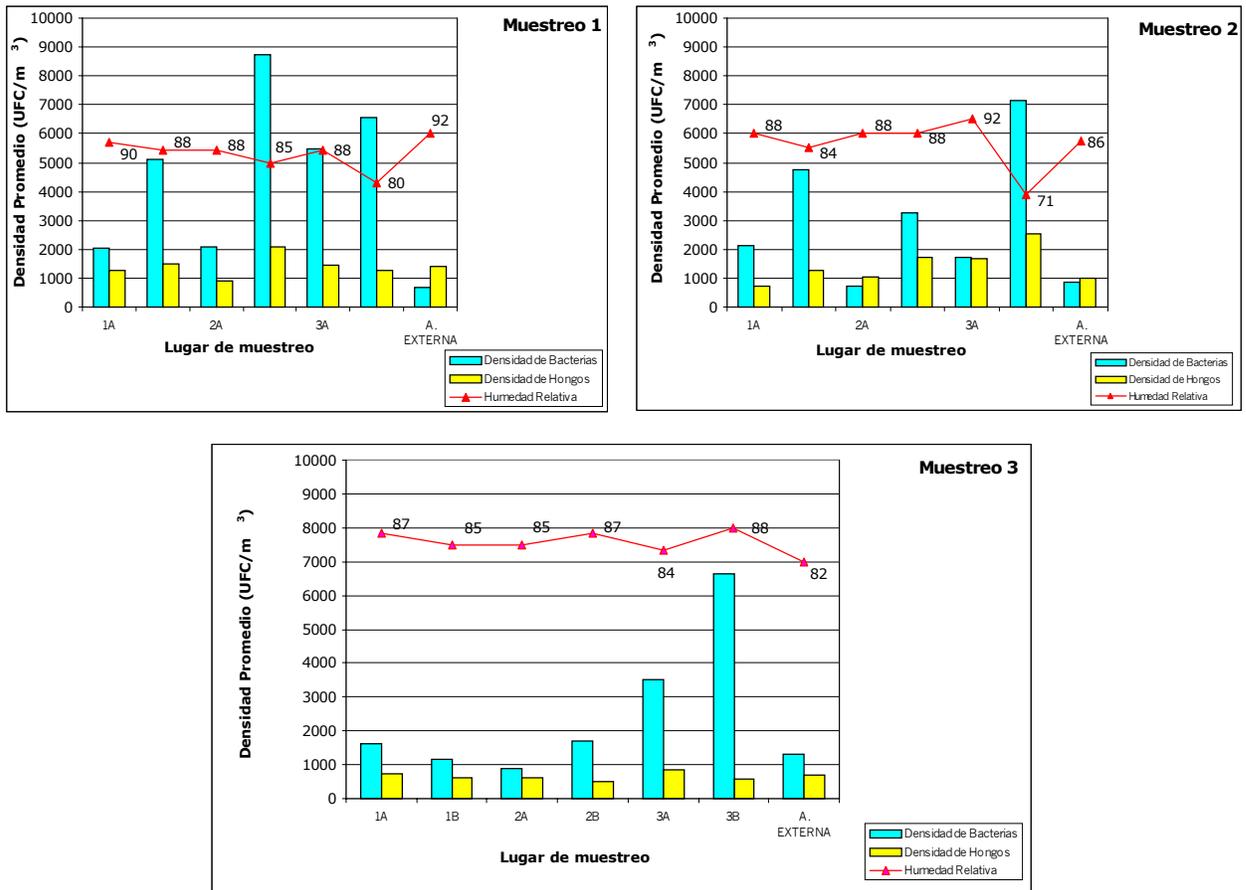


Figura 3.1 Variación Temporal de Densidad Promedio de bacterias y hongos. Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri. Instituto 1

3.1.2 Evaluación con la Técnica Volumétrica de Impactación utilizando el equipo HIAIR

Para la evaluación por la Técnica Volumétrica utilizando el equipo HIAIR, se realizó un muestreo, captando muestras por triplicado. En la **Tabla 3.2 y Figura 3.2**, se tienen los intervalos y los valores promedio de las tres muestras captadas, donde se observa que los mayores valores promedios de densidad de bacterias los presentan las aulas 3A y 3B, (1.053 y 987 UFC/m³ respectivamente). Estas aulas si se observa el **Plano 2.1**, se encuentran ubicadas al fondo del preescolar, en un área menos ventilada lo que pudiera favorecer la poca dispersión de las bacterias. El menor promedio de densidad de bacterias lo presenta el aula 2A (455 UFC/m³), que se encuentra a la entrada del preescolar, justo al lado del pasillo, donde hay una mejor circulación de aire.

En cuanto a la densidad de hongos, los mayores valores promedio se encuentran en las aulas 2A y 3A, (308 y 300 UFC/m³ respectivamente) y el menor se encuentra en el aula 2B (172 UFC/m³). En el caso del aula 3A, la misma esta próxima a la zona montañosa que se encuentra en la zona posterior del preescolar, lo que puede favorecer la presencia de hongos. Las aulas 2A y 2B, se encuentran cercanas una de otra, y la mayor o menor presencia de hongos en las mismas, pudiera deberse a otros factores

(acumulación de libros, estantes y otros útiles escolares), es importante destacar que los hongos son muy susceptibles a los cambios que puedan ocurrir en el ambiente donde se encuentran. Por otra parte, se observa menor variabilidad de las densidades promedios de bacterias y hongos dentro de las aulas y entre las mismas. En cuanto a los parámetros ambientales, los resultados indican poca variabilidad de los mismos de un aula a otra. La humedad relativa se encuentra generalmente por encima de 89 %, superando el intervalo recomendado entre 30 - 60% por la ASHRAE, y la temperatura seca se mantuvo en 24 °C, que se encuentra en el intervalo de confort (20 - 26°C) recomendado por este mismo organismo.

En lo que respecta a la muestra captada en el área externa del preescolar, se observa que los valores promedio de bacterias (310 UFC/m³) son menores que los obtenidos en el ambiente interno (aulas), y los valores promedio de hongos (225 UFC/m³) se encuentran en el intervalo de valores promedios obtenidos en dicho ambiente interno, manteniéndose la tendencia de los resultados obtenidos con la técnica de sedimentación.

Para efectos de comparación de resultados, se seleccionaron los valores más restringidos y sugeridos por la IAQA - 2000, que considera como ambiente aceptable aquel con concentraciones de

Hongos < 300 UFC/m³ y Bacterias < 500 UFC/m³, dicha selección se con base a la población involucrada en este tipo de ambientes (niños), que tiende a ser más susceptible a los cambios ambientales que puedan ocurrir en su entorno. El aula 2A es el único lugar que no supera el valor sugerido para bacterias, pero si supera el valor sugerido para hongos.

Tabla 3.2. Rangos y promedios de densidad de bioaerosoles (bacterias y hongos) del muestreo realizado con la Técnica Volumétrica utilizando el equipo HIAIR. Instituto 1

LUGAR DE MUESTREO	Densidad de Bacterias (UFC/m ³)	Densidad de Hongos (UFC/m ³)	HR (%)	T (°C)
1A	(572 - 883) [737]	(175 - 303) [246]	89	24
1B	(169 - 1353) [894]	(228 - 297) [262]	89	24
2A	(269 - 611) [455]	(228 - 353) [308]	86	24
2B	(239 - 972) [520]	(139 - 228) [172]	89	24
3A	(406 - 1561) [1053]	(233 - 364) [300]	89	24
3B	(944 - 1064) [987]	(208 - 269) [230]	89	24
AREA EXTERNA*	310	225	92	24

() Rango de densidad de bacterias o de hongos

[] Densidad Promedio

*Corresponde a una muestra puntual captada en el ambiente exterior del instituto

Fecha de muestreo: 10/07/2002

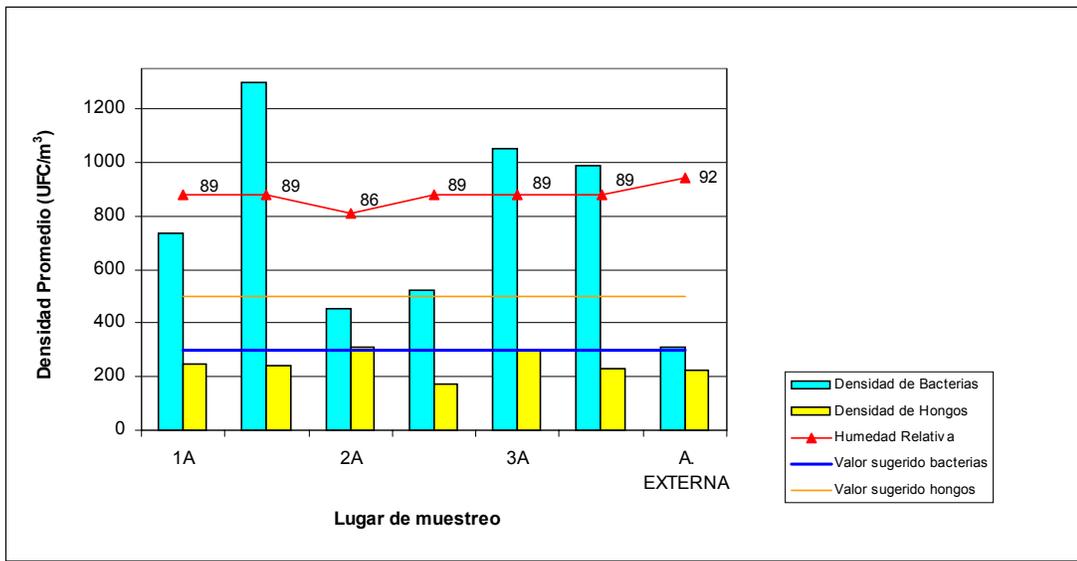


Figura 3.2 Densidad Promedio de bacterias y hongos. Técnica Volumétrica utilizando el equipo HIAIR. Instituto 1

Durante la evaluación tanto con la técnica de sedimentación como la de impactación, se realizó una identificación preliminar de los hongos, de acuerdo a sus características macromorfológicas, utilizando el flujograma de Nielsen en Quel (Guariglia, 1984) para la identificación de colonias. Los géneros de hongos principalmente encontrados fueron: ***Aspergillus***, ***Mucor***, ***Cladosporium*** y ***Alternaria***.

3.2 Instituto 2

3.2.1 Evaluación con la Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri

En este instituto se estudiaron las dos aulas que conforman el preescolar: Kinder y Preparatorio.

En la **Tabla 3.3**, se presenta un resumen de los resultados obtenidos de los tres muestreos realizados por la Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri, se observa al igual que en el instituto **1**, la poca variabilidad de los parámetros ambientales: humedad relativa y temperatura de un aula a otra, y entre muestreos. Los valores de humedad relativa se encuentran por encima de 78%, superando los niveles recomendados por la ASHRAE (30 % - 60%), para controlar el crecimiento de los bioaerosoles, la temperatura estuvo en un rango entre 23°C y 26°C, para los tres muestreos, estando en el intervalo recomendado por la ASHRAE (20°C - 26°C) para ambiente confortable.

El aula de Kinder presenta valores de densidades promedio de bacterias ligeramente mayores que el aula de Preparatorio en los tres muestreos (529, 997 y 828 UFC/m³, respectivamente).

La mayor densidad promedio de hongos la presenta el aula de Preparatorio para el primer muestreo (289 UFC/m³) y el aula de Kinder para el segundo y tercer muestreos (289 y 618 UFC/m³) respectivamente.

Tabla 3.3. Rangos y promedios de densidad de bioaerosoles (bacterias y hongos) de los tres (3) muestreos realizados por la Técnica Gravitacional en Placas de Petri. Instituto 2

MUESTREO	FECHA	LUGAR DE MUESTREO	Densidad de Bacterias (UFC/m ³)	Densidad de Hongos (UFC/m ³)	HR (%)	T (°C)
1	16/11/2001	KINDER	(279 - 977) [529]	(0 - 419) [219]	82	25
		PREPARATORIO	(70 - 698) [409]	(140 - 419) [289]	88	25
		ÁREA EXTERNA*	70	140	79	25
2	21/11/2001	KINDER	(558 - 2234) [997]	(140 - 558) [289]	78	25
		PREPARATORIO	(209 - 768) [449]	(70 - 349) [259]	80	25
		ÁREA EXTERNA*	140	558	78	26
3	26/11/2001	KINDER	(349 - 1117) [828]	(419 - 1047) [638]	84	23
		PREPARATORIO	(279 - 628) [439]	(349 - 698) [529]	88	23
		ÁREA EXTERNA*	419	489	87	23

() Rango de densidad de bacterias o de hongos

[] Densidad Promedio

* Corresponde a una muestra puntual captada en el ambiente exterior del instituto

La diferencia en los rangos de los valores de los puntos de muestreo es muchos menor que la observada en el instituto **1**, igual ocurre con los valores promedios entre aulas y entre los muestreos. Cabe destacar que estas aulas no presentan mayores diferencias en lo que respecta a características físicas (área, distribución, ubicación, entre otras, y de funcionamiento).

En lo que respecta al valor de densidad obtenido en las muestra para bacterias en el área externa, el mismo es menor que los valores obtenidos en las aulas en los tres muestreos (70, 140 y 419 UFC/m³), al igual que en el caso del instituto **1** el aumento que se observa en el ambiente interior pudiera ser causado por los ocupantes del mismo (portadores de bacterias).

Los blancos tanto para bacterias como para hongos para control en el laboratorio no presentaron crecimiento de bioaerosoles

La **Figura 3.3** ilustra lo anteriormente explicado.

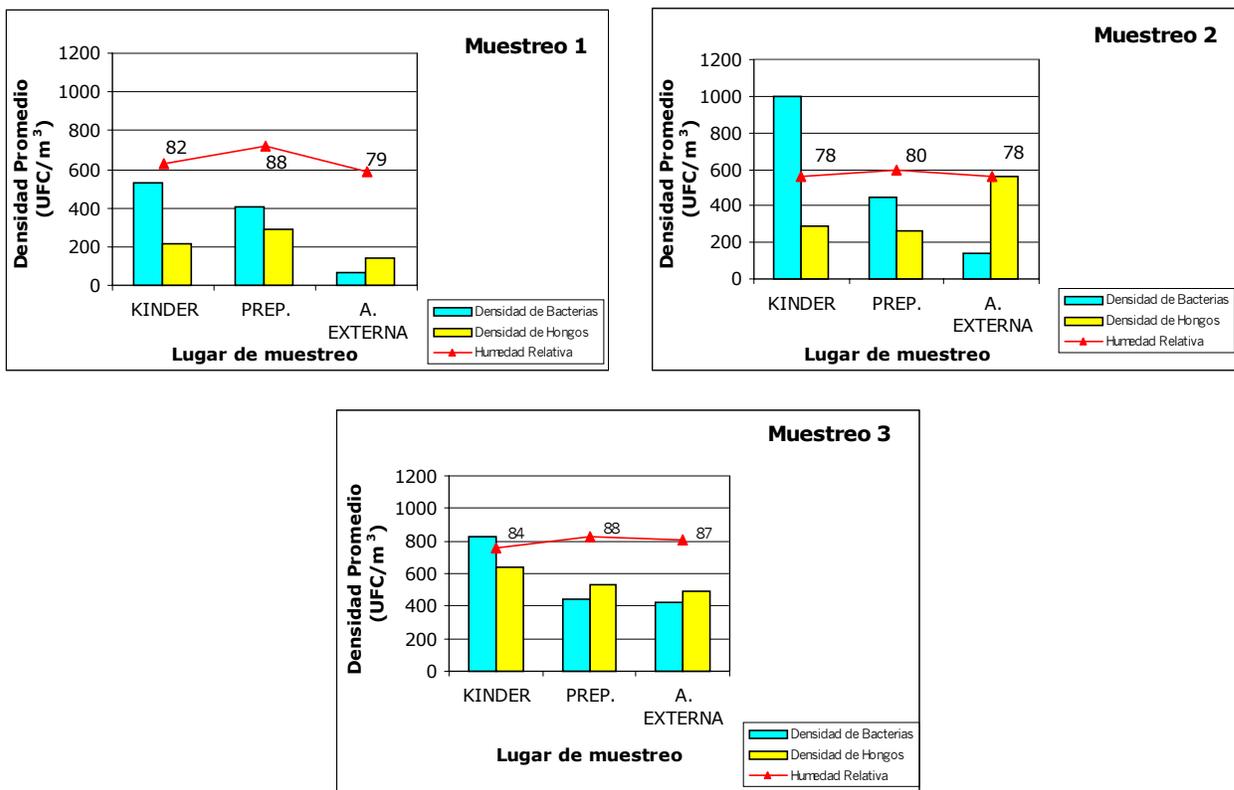


Figura 3.3 Variación Temporal de Densidad Promedio de bacterias y hongos. Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri. Instituto 2

El valor de densidad en la muestra para hongos captada en el área externa es mayor que los valores obtenidos en las aulas, únicamente en el segundo muestreo (558 UFC/m³), para el primer y tercer muestreos la densidad de hongos se encuentra en los intervalos de valores obtenidos en las aulas.

Estos resultados sugieren que no hay una influencia significativa del ambiente exterior en el ambiente interior del preescolar y que ambos son similares, lo que pudiera atribuirse a un escaso intercambio de aire de un ambiente al otro.

Como en el instituto anterior los parámetros ambientales no sufren mayor variación dentro y fuera del preescolar.

3.2.2 Evaluación con la Técnica Volumétrica utilizando el equipo HIAIR

Los resultados del muestreo realizado por la técnica volumétrica utilizando el equipo HIAIR se muestran en la **Tabla 3.4**, donde se observa que los valores promedios de densidad tanto de bacterias como de hongos no difieren en gran medida entre las aulas evaluadas. La mayor densidad promedio de bacterias se observa en el aula Preparatorio (253 UFC/m³) y la mayor densidad de hongos en el aula de Kinder (185 UFC/m³).

Estos valores no superan, los niveles recomendados por la IAQA.

Los resultados de los parámetros ambientales presentan poca variabilidad: la humedad relativa para el aula Kinder fue de 84% y para el Preparatorio de 86%, superando los niveles recomendados por la ASHRAE (30 % - 60 %), para controlar el crecimiento de estos agentes biológicos.

En cuanto a la temperatura, el Kinder presentó un valor de 25°C y el Preparatorio de 23°C, estando ambos valores en el intervalo recomendado por la ASHRAE para ambiente confortable (20°C - 26°C).

La muestra captada en el área externa tiene un valor promedio de densidad de bacterias de 215 UFC/m³ que se encuentra en el intervalo de valores encontrados en las aulas, y el valor promedio de densidad de hongos fue de 130 UFC/m³, menor (pero no significativamente) a los obtenidos en las aulas, lo que sugiere que los ambientes exterior e interior son similares, que indicaría un escaso intercambio de aire entre los mismos, el preescolar se encuentra ubicada en un área bastante alejada de la entrada principal del instituto.

Los blancos tanto para bacterias como para hongos para control en el laboratorio no presentaron crecimiento de bioaerosoles.

Tabla 3.4. Rangos y promedios de densidad de bioaerosoles (bacterias y hongos) del muestreo realizado con la Técnica Volumétrica utilizando el equipo HIAIR. Instituto 2

LUGAR DE MUESTREO	Densidad de Bacterias (UFC/m ³)	Densidad de Hongos (UFC/m ³)	HR (%)	T (°C)
KINDER	(72 - 289) [193]	(128 - 217) [185]	84	25
PREPARATORIO	(111 - 386) [253]	(128 - 172) [152]	86	23
AREA EXTERNA*	215	130	86	24

() Rango de densidad de bacterias o de hongos

[] Densidad Promedio

* Corresponde a una muestra puntual captada en el ambiente exterior del instituto

Fecha de muestreo: 03/07/2002

Los géneros de hongos con mayor frecuencia de aparición en ambas técnicas fueron: **Cladosporium** y **Aspergillus**.

La **Figura 3.4** indica que las poblaciones de bacterias y hongos son independientes entre sí, así como que no hay una incidencia notoria de la humedad relativa en las mismas.

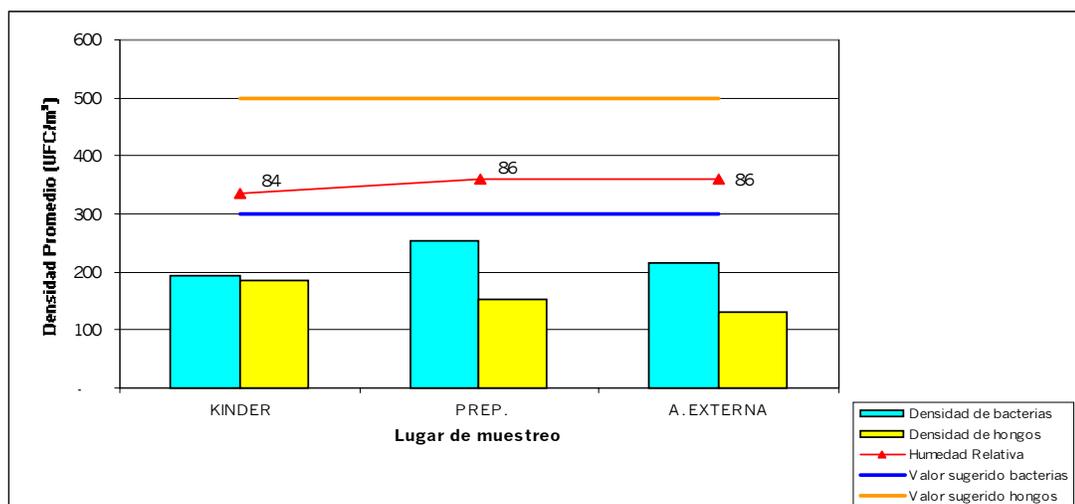


Figura 3.4 Densidad Promedio de bacterias y hongos. Técnica Volumétrica utilizando el equipo HIAIR. Instituto 2

3.3 Instituto 3

El ambiente de este instituto fue evaluado únicamente con la Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri, se realizaron tres (3) muestreos en las aulas: Maternal, Preescolar 1 y 2 (PE - 1 y 2), y Preescolar 3 (PE - 3), y en las áreas de preparación y servicio de comida.

En la **Tabla 3.5** se muestra que la humedad relativa y la temperatura no presentan, al igual que en los otros institutos, mayor variabilidad ni entre aulas ni entre muestreos; la humedad relativa presentó un valor mayor a 74% en todos los casos, superando igualmente los valores recomendados por la ASHRAE (30% - 60%), para controlar el crecimiento de agentes biológicos, y la temperatura estuvo en un intervalo de 23 °C a 25 °C, estando en el rango recomendado por la ASHRAE de 20 °C a 26 °C para ambiente confortable.

La mayor densidad promedio de bacterias se observa en el aula PE-1 y 2 en el primer muestreo (967 UFC/m³), en el aula de Maternal para el segundo muestreo (18.887 UFC/m³) y en el aula PE - 3 para el tercer muestreo (3.241 UFC/m³), aulas con escasa ventilación, presencia de alfombras y acumulación de papelería y otros materiales escolares.

La mayor densidad promedio de hongos se presenta para los tres muestreo en el aula PE - 3 (658, 409 y 548 UFC/m³ respectivamente). Luego de la identificación preliminar se tiene entre los géneros de hongos encontrados: ***Aspergillus***, ***Cladosporium***, ***Mucor*** y ***Alternaria***.

Se destaca una notable diferencia en los resultados de densidad de bacterias del Muestreo 2 respecto al 1 y 3, con diferencias entre los rangos muy altas y densidades promedios igualmente altas, hecho que no puede atribuirse a variaciones bruscas de temperatura, ya que la misma osciló entre 23 °C y 25 °C aproximadamente para los tres muestreos, ni a la humedad relativa que estuvo en un rango entre 74 % y 80 %.

Según información suministrada por personal del instituto, no ocurrieron cambios en la rutina de limpieza, tampoco puede atribuirse a lo distanciado los muestreos 1 y 2 (casi dos meses), ya que los resultados del tercer muestreo realizado cinco días después del segundo siguen la tendencia a los obtenidos en el primero.

Tabla 3.5. Rangos y promedios de las densidades promedios de bioaerosoles (bacterias y hongos) de los tres (3) muestreos realizados con la Técnica de Sedimentación en Placas de Petri. Instituto 3

MUESTREO	FECHA	LUGAR DE MUESTREO	Densidad de Bacterias (UFC/m ³)	Densidad de Hongos (UFC/m ³)	HR (%)	T (°C)
1	03/12/2001	PE - 1 y 2	(489 - 1466) [967]	(70 - 628) [384]	74	24
		MATERNAL	(209 - 1117) [598]	(209 - 768) [469]	80	23
		PE - 3	(209 - 1187) [469]	(349 - 1396) [658]	77	24
		AREA EXTERNA*	1605	628	80	25
2	29/01/2002	PE - 1 y 2	(5026 - 27921) [17311]	(70 - 279) [120]	77	24
		MATERNAL	(6003 - 27921) [1887]	(70 - 349) [150]	77	24
		PE - 3	(6003 - 20941) [11567]	(209 - 628) [409]	80	23
		AREA EXTERNA*	3630	558	81	24
3	05/02/2002	PE - 1 y 2	(279 - 1047) [500]	(70 - 209) [117]	78	24
		MATERNAL	(209 - 7748) [1594]	(70 - 349) [209]	76	24
		PE - 3	(907 - 5445) [3241]	(209 - 768) [548]	76	23
		AREA EXTERNA*	838	140	80	24

() Rango de densidad de bacterias o de hongos

[] Densidad Promedio

* Corresponde a una muestra puntual captada en el ambiente exterior del instituto

Puede notarse que para el segundo muestreo el valor de densidad de bacterias de la muestra captada en el área externa (3.630 UFC/m³), es mucho mayor respecto a los valores obtenidos en la misma área para los muestreos 1 y 3 (1.605 y 838 UFC/m³ respectivamente).

Es importante destacar que este instituto se encuentra ubicado en las cercanías de la quebrada Tócome que es un receptor de aguas residuales.

En el muestreo 2, la muestra captada para hongos en el área externa (558 UFC/m³) se mantiene en el intervalo de densidades promedios obtenidas en las aulas para dicho muestreo.

Para los muestreos 1 y 3 los valores de densidad de hongos (628 y 140 UFC/m³) se encuentran en los intervalos obtenidos en las aulas para ambos muestreos.

En lo que respecta a los parámetros ambientales: Humedad Relativa y Temperatura, no se observa mayor variabilidad en ambos ambientes.

Estos resultados parecieran indicar que en lo que respecta a las bacterias que existe algún tipo de interacción entre los ambientes exterior e interior.

La **Figura 3.5** muestra la variabilidad de las densidades promedios de bacterias entre las aulas y entre muestreos, siguiendo la tendencia a lo observado en el instituto **1**.

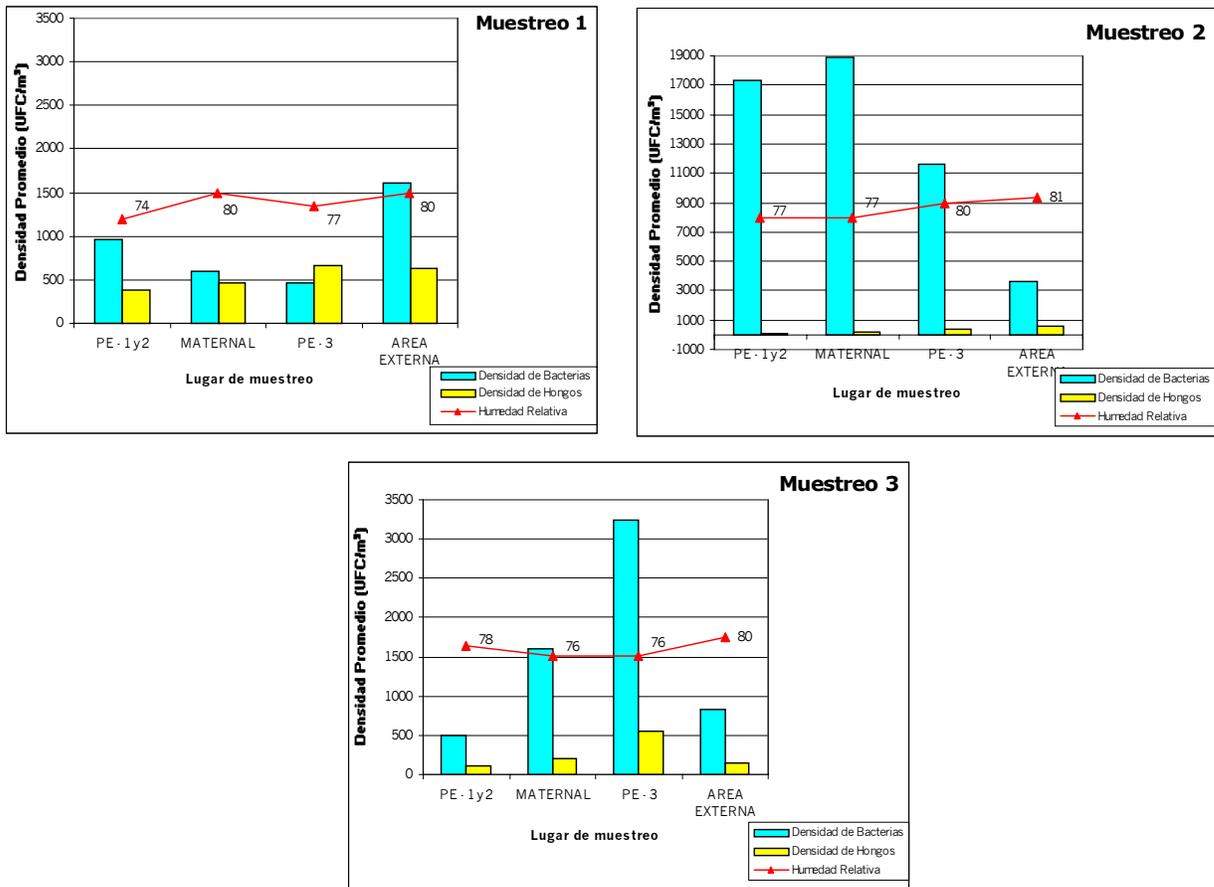


Figura 3.5 Variación Temporal de Densidad Promedio de bacterias y hongos. Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri. Instituto 3

3.4 Área de Preparación y Servicio de Comida

Para la evaluación de estas áreas sólo se utilizó la Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri, realizándose en los institutos **1** y **2** que cuentan con dicho servicio. La **Tabla 3.6** y la **Figura 3.6** muestran los resultados obtenidos para el instituto **1**, observándose la mayor densidad promedio de bacterias en el área de comedor para los tres muestreos (2.638, 3.351 y 1.212 UFC/m³), con un promedio de densidad de bacterias menor en el

área de la cocina propiamente dicha que en el comedor en los tres muestreos con valor mínimo de 297 UFC/m³. Igualmente las densidades promedio de hongos fueron mayores con valores mínimos y máximos de 1.281 y 3.318 UFC/m³ respectivamente. El área de comedor presenta en líneas generales valores mayores tanto en densidad de bacterias como de hongos que el área de cocina. Los valores de humedad relativa están entre 80 y 92%, y la temperatura oscila entre 24 °C y 25 °C.

Entre los géneros de hongos se identifican: ***Levaduras, Alternaria y Rhizopus.***

Tabla 3.6. Rangos y promedios de densidades de bioaerosoles (bacterias y hongos) por la Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri. Área de Preparación y servicio de comida. Instituto 3

MUESTREO	FECHA	LUGAR DE MUESTREO	Densidad de Bacterias (UFC/m ³)	Densidad de Hongos (UFC/m ³)	HR (%)	T (°C)
1	26/06/01	COMEDOR	(977 - 7190) [2638]	(1466 - 7399) [2772]	92	25
		COCINA	(0 - 628) [297]	(419 - 1256) [838]	92	25
2	03/07/01	COMEDOR	(698 - 8795) [3351]	(768 - 6003) [3318]	86	25
		COCINA	(70 - 1187) [634]	(1117 - 3490) [1908]	80	26
3	11/07/01	COMEDOR	(349 - 2443) [1212]	(70 - 1815) [1281]	82	24
		COCINA	(0 - 1117) [390]	(349 - 907) [541]	84	24

() Rango de densidad de bacterias o de hongos
[] Densidad Promedio

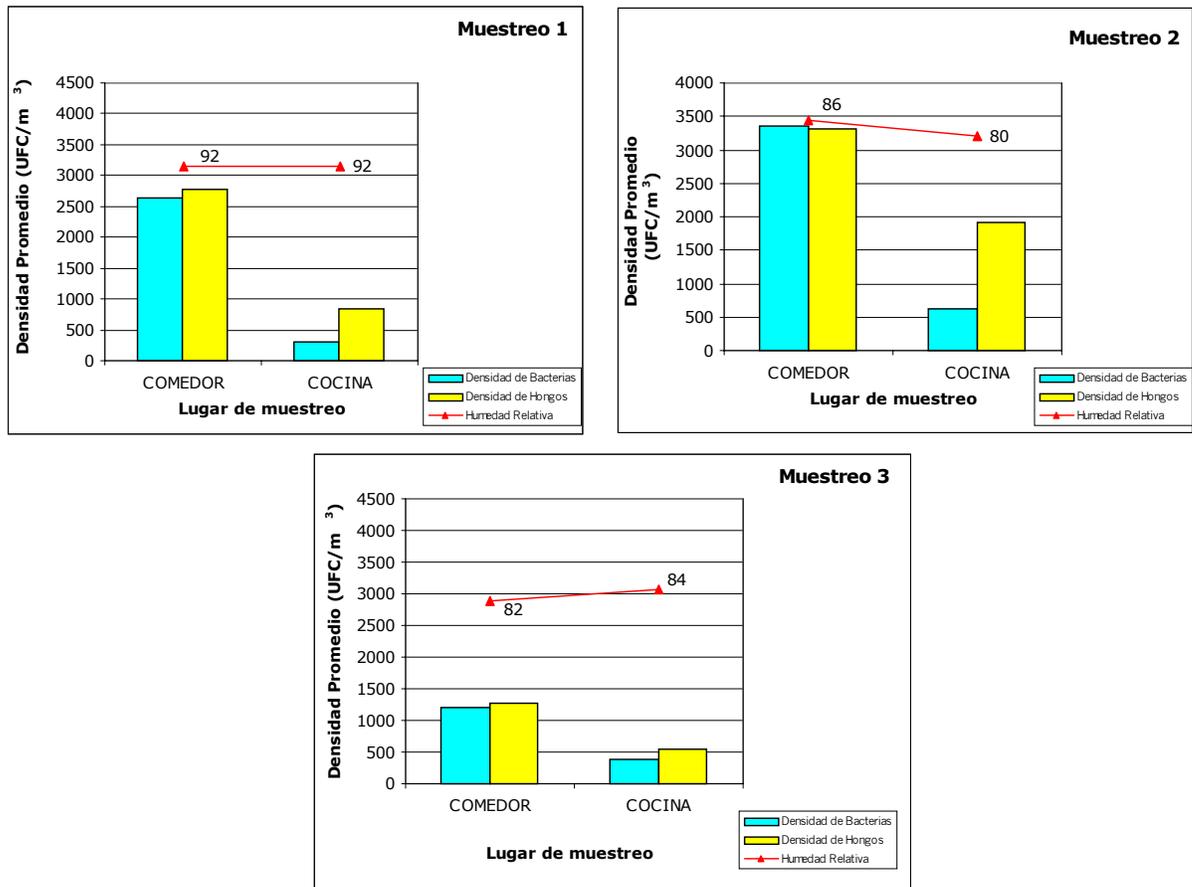


Figura 3.6 Variación Temporal de Densidad Promedio de bacterias y hongos. Técnica Gravitacional de Sedimentación. Área de Preparación y Servicio de Comida. Instituto 3

La **Tabla 3.7**, y la **Figura 3.7**, muestran los resultados obtenidos para el instituto **3**, se observa que en el muestreo 2 esta área sigue la misma tendencia que en las aulas evaluadas presentando densidades promedios de bacterias de 10.209 UFC/m³ (cocina) y 11.503 UFC/m³ (comedor).

En lo que respecta a la densidad promedio de hongos no ocurren mayores variaciones, siendo el área de la cocina la que presenta los

mayores variaciones, siendo el área de la cocina la que presenta los mayores valores promedio en los tres muestreos (384, 366 y 1.064 UFC/m³). Los valores de humedad relativa están en un rango entre 70 % - 81 % y la temperatura oscila entre 24°C y 25°C.

La identificación preliminar de los hongos según sus características macro morfológicas indican que los géneros más frecuentes fueron: **Levaduras**, **Alternarias** y **Cladosporium**, muy comunes en ambientes internos.

Tabla 3.7. Rangos y promedios de densidad de bioaerosoles (bacterias y hongos) por la Técnica Gravitacional de Sedimentación en Placas de Petri. Área de Preparación y servicio de comida. Instituto 3

MUESTREO	FECHA	LUGAR DE MUESTREO	Densidad de Bacterias (UFC/m ³)	Densidad de Hongos (UFC/m ³)	HR (%)	T (°C)
1	03/12/2001	COMEDOR	(140 - 2234)	(70 - 349)	80	24
			[628]	[195]		
		COCINA	(70 - 209)	(140 - 768)	72	25
		[140]	384			
2	29/01/2002	COMEDOR	(4677 - 27921)	(70 - 279)	77	24
			[11503]	[154]		
		COCINA	(2862 - 27921)	(140 - 558)	70	25
		[10209]	[366]			
3	05/02/2002	COMEDOR	(977 - 1605)	(0 - 1187)	81	24
			[1187]	[503]		
		COCINA	(698 - 1815)	(419 - 1885)	75	24
		[1222]	[1064]			

() Rango de densidad de bacterias o de hongos

[] Densidad Promedio

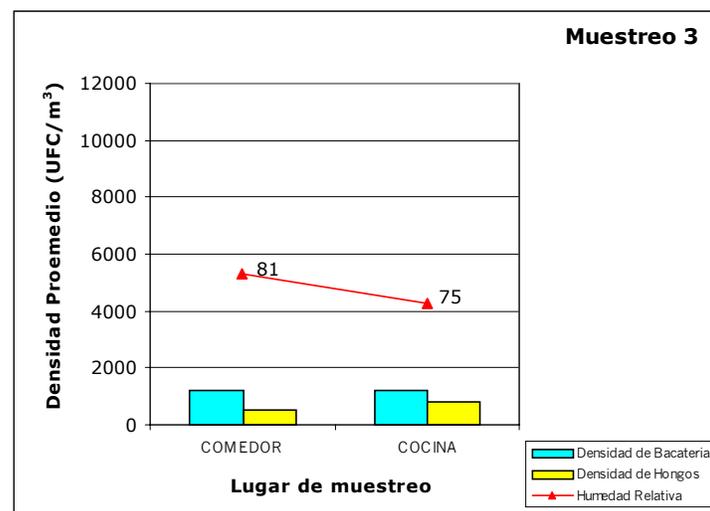
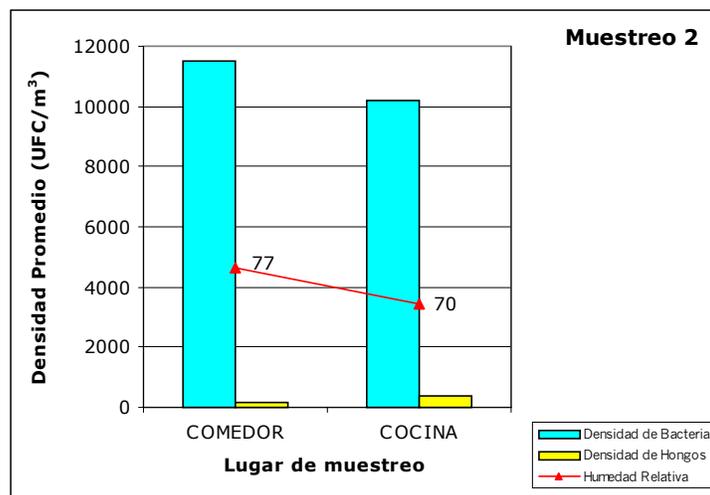
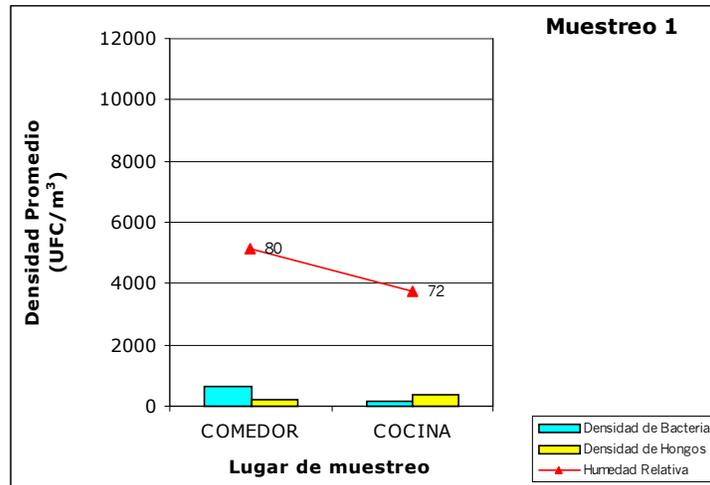


Figura 3.7 Variación Temporal de Densidad Promedio de bacterias y hongos. Técnica Gravitacional de Sedimentación. Áreas de Preparación y Servicio de Comida. Instituto 3

3.5 Comparación entre los resultados obtenidos en otros estudios y el presente estudio

La concentración de bioaerosoles es especialmente sensible a los cambios en las condiciones ambientales que se presentan en el área de estudio, de allí que los resultados que se obtienen para un mismo ambiente pueden variar incluso de un día a otro. Adicionalmente, es importante destacar que la sensibilidad y precisión de los métodos que se emplean pueden influir en la correcta valoración de los resultados.

Por todo esto la diferencia que se pueda encontrar entre estos últimos puede ser significativa para un mismo ambiente o área y más aún para áreas diferentes dentro de una edificación escolar.

La **Tabla 3.8** muestra resultados obtenidos de algunos estudios y del presente donde se puede observar que en general se mantiene una tendencia de mayor densidad de bacterias que de hongos, independientemente de la técnica de muestreo utilizada. Por otra parte se observa la coincidencia en los géneros de hongos reportados, cabe destacar que los géneros como el ***Aspergillus*** y ***Penicillium*** son normales en ambientes internos, en tanto que los de ***Cladosporium*** y ***Alternaria*** son de origen externo (Miller, 1992).

Tabla 3.8 Comparación entre los resultados obtenidos en otros estudios y el presente estudio

REFERENCIA	ÁREA EVALUADA	Densidad de bacterias (UFC/m ³)	Densidad de hongos (UFC/m ³)	Técnica o método empleado	Géneros de hongos reportados
Chih-Shan y col. (1997). Taipei - Taiwan	Centros de cuidado diario	735	1212	Muestreador Andersen una sola etapa	Aspergillus, Cladosporium, Penicillium
Sabagh, Z. (1999). Caracas - Venezuela	Unidad de depósito y archivo de administración. Sótano Estadio de béisbol UCV	354	171	Técnica de Sedimentación en Placas de Petri	Aspergillus, Cladosporium, Penicillium y Mucor
		3040	1000	Técnica volumétrica. Equipo RCS-PLUS ^a	
Meza, E. (2000). Caracas - Venezuela	Dpto. Historias Médicas del Hospital Universitario de Caracas				Alternaria, Cladosporium y Mucor
	Sala oficina	47816	6701	Técnica de Sedimentación en Placas de Petri	
	Archivo A	10545	9444		
	Archivo B	24362	7748		
	Sala oficina	1030	1140	Técnica volumétrica. Equipo RCS-PLUS ^a	
Archivo A	20660	15820			
Archivo B	3790	5830			
Este trabajo	Centros educativos				Aspergillus, Mucor, Cladosporium y Alternaria
	Instituto 1 (Aula 1A) ^b	2054	1245	Técnica de Sedimentación en Placas de Petri	
	Instituto 1 (Aula 3B) ^b	6561	1286		
	Instituto 1 (Aula 1A) ^b	737	246	Técnica volumétrica. Equipo HIAIR ^d	
Instituto 1 (Aula 3B) ^b	987	230			

a: Su operación se basa en el principio de impactación

b: Se presentan los resultados de dos de las aulas con menor variabilidad y del instituto con mayor número de datos

NOTA: Los resultados corresponden a diferentes ambiente internos

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados se puede concluir:

1. El instituto que presenta mayor presencia de bioaerosoles es el **1**, respecto a los otros dos institutos evaluados.
2. La densidad promedio de bacterias fue siempre mayor que la densidad promedio de hongos en los tres institutos.
3. Los géneros de hongos con mayor frecuencia de aparición fueron: ***Aspergillus, Mucor, Cladosporium*** y ***Alternaria*** en los institutos **1** y el **3**, y ***Cladosporium*** y ***Alternaria*** en el instituto **2**.
4. La humedad relativa se mantiene en los tres institutos en el intervalo óptimo para el crecimiento y desarrollo de microorganismos.
5. Otras variables como: área, ubicación y distribución interna de las aulas parecieran jugar un papel importante en la presencia de los bioaerosoles en ambientes interiores
6. Los resultados obtenidos por la Técnica Volumétrica utilizando el equipo HIAIR, presentan menos variaciones que los obtenidos con la Técnica de Sedimentación en Placas de Petri, lo que pudiera indicar un mayor grado de confiabilidad y una mejor opción para su utilización en próximos estudios.

Recomendaciones

1. Eliminar el uso de alfombras en aulas, escaleras y pasillos, y la acumulación de materiales escolares (libros, mesas, pupitres, etc.) en las cercanías de las aulas.
2. Realizar estudios para evaluar las características experimentales, teóricas y físicas de los equipos de muestreo de bioaerosoles, a fin de garantizar que se emplee el o los mas adecuados para las determinaciones.
3. Realizar evaluaciones con las Técnicas utilizadas u otras existentes de forma simultánea, a fin de establecer posibles correspondencias entre las mismas y criterios de selección de las más adecuadas según su grado de confiabilidad.
4. Realizar estudios con mayor duración en institutos con instalaciones físicas similares, a fin de establecer si existe una mayor variabilidad en los valores de los parámetros ambientales: humedad relativa y temperatura y su relación con los bioaerosoles.
5. Continuar los estudios emprendidos a fin de establecer y mantener una base de datos que permita la elaboración e implementación de estándares a nivel nacional.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bauer, E. L., **Manual de Estadística para Químicos**. Madrid. España. Editorial Alhambra. 1974.
2. Burge, H. y Hoyer, M. **Indoor Air Quality**. In Di Nardo, S. R., ed. *The Occupational Environment - Its Evaluation and Control*. Virginia - USA. American Industrial Hygiene Association. 319 - 416 pp. 1997.
3. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. **Contaminación del Aire en Interiores (Una Introducción para los Profesionales de la Salud)**. 1992.
4. Chih-Shan, L.; Chu-Wan, H.; Mei-Luan. **Indoor Pollution and Sick Building Syndrome Symptoms among Workers in Day-Care Centres**. *Archives of Environmental Health*. Vol 52 (Nº3): 72 - 79 pp. 1997.
5. Chust, B. **Legionella y Legionelosis**. 2003. [On-line]. Disponible en: <http://www.laciencia.hypermart.net/articulos/legionela.html>
6. Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN 2250-1990. **Ventilación en Lugares de Trabajo**. 1990.
7. Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN 2253-1993. **Concentraciones Ambientales Máximas Permisibles en lugares de Trabajo e Índices Biológicos de Exposición**. 1993.
8. Croiset, M. **Humedad y Temperatura en los Edificios**. Barcelona - España. Editores Técnicos Asociados, S.A. 1970.
9. Devore, Jay L. **Probability and Statistics for Engineering and the Sciences**. Monterrey, California - USA. Brooks/Cole Publishing Company. 1982.
10. Domínguez, V. **Enfermedades de los climatizadores y humificadores. Enfermedad de los legionarios. Alveolitis alérgica extrínseca**. McGraw-Hill. Segunda Edición. 1993.
11. Escobar, A. **Evaluación Preliminar de la Contaminación del Aire causada por Hongos y Bacterias en Ambientes Interiores. Caso de Estudio: Bibliotecas**. Trabajo Especial

de Grado. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. UCV. 2002.

12. Gaceta Oficial de la República de Venezuela, Decreto 638. 19 de mayo de 1995.
13. Griffiths, W. D.; Stewart, I. W.; Clark, J.M. y Holwill, I. L. **Procedure for the characterisation of bioaerosol particles. Part II: Effects of environment on culturability.** *Aerobiología* 17: 109 – 119, 2001.
14. Guariglia, M. **Técnicas de Muestreo Aerobiológico.** Primer Taller Venezolano sobre Aerobiología y sus Implicaciones en las Enfermedades Alérgicas. CECOIC. 1984.
15. Indoor Air Quality Association. IAQA 01 – 2000. **Recommended Guidelines for Indoor Environments.** [On-line]. Last updated on January 22, 2004. Disponible en: <http://www.iaqa.org/guidelines.htm>
16. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología de Cuba. **Unidad 33: Ambiente de la Vivienda. Parte IV.** 1996.
17. Kraemer, G. **Tratado de la Prevención del Papel y de la Conservación de Bibliotecas y Archivos.** Segunda Edición Iberoamericana de Madrid. Tomo I. 1973.
18. Meklin, T.; Reponen, T.; Toivola, M.; Koponen, V.; Husman, T.; Hyvärinen, A. y Nevalainen, A. **Size distributions of airborne microbes in moisture-damaged and reference school buildings of two construction types.** *Atmospheric Environment* 36: 6031 – 6039, 2002.
19. Menzies D., Contois P. y Pasztor J. **Aeroallergens and work-related respiratory symptoms among office workers.** *J. Allergy Clin Immunol* 101:38-44, 1998.
20. Meza, E. **Evaluación de Bioaerosoles y de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Departamento de Historias Médicas del hospital Universitario de Caracas.** Trabajo Especial de Grado. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. UCV. 2000.

21. Miller, J. D. **Fungi as contaminants indoor air.** Atmospheric Environment 26A: 2163 – 2172. 1992.
22. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables: **Boletín de Calidad del Aire en el Área Metropolitana.** 1996.
23. Ministerio de la Defensa. Fuerza Aérea Venezolana. Comando Aéreo Logístico. Servicio de Meteorología y Comunicaciones. **Tablas Psicométricas.** Cuarta Edición. 1973.
24. Ministerio del Trabajo. **Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo.** 1973.
25. O'Hollaren M., Yunginger W. y Offord K.: **Exposure to an aeroallergen as a possible precipitating factor in respiratory arrest in young patients with asthma.** N England J Med 324: 359-363 pp. 1991.
26. Ponce P. Doris: **Evidencias Preliminares del Efecto de la Contaminación Atmosférica en la Salud Respiratoria de los Habitantes en el valle de Caracas.** I Simposium "Caracas. Contaminación Atmosférica, Exposición y Riesgo. 1998.
27. Ponce P. D., Hernández A., y Fernández R.: **Inflamación de la mucosa bronquial vs. Contaminación ambiental en el valle de Caracas.** Acta Científica Venezolana 46 (1) 101, 1995.
28. Rautiala, S.; Reponen, T.; Nevalainen, A.; Husman, T.; Kalliokoski, P. **Control of Exposure to Airborne Viable Microorganisms During Remediation of Moldy Buildings; Report of Three Cases Studies..** American Industrial Hygiene Association Journal. N° 59: 455-460 pp. 1998.
29. Reist, P. C.: **Aerosol Science and Technology.** Segunda Edición. McGraw-Hill Education. 1993.
30. Reynolds, S.J., Straifel, C., McJilton E. **Elevated Airborne Concentrations of Fungi in Residential and Office**

Environments. American Industrial Hygiene Association Journal. N° 51: 601-605 pp. 1990.

31. Rondón G. Marco A.: **Un Enfoque Holístico de la Contaminación del Aire. I Simposium "Caracas. Contaminación Atmosférica, Exposición y Riesgo.** 1998.
32. Sabagh, Z. **Evaluación de la Calidad del Aire Interior en la Unidad de Depósito y Archivo Adjunta a la Sección de Bienes de la Dirección de Administración del Rectorado de la Universidad Central de Venezuela.** Trabajo Especial de Grado. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. UCV. 1999.
33. Sequera, G. y Cortés, L. **Contaminación del Aire por Material Particulado en Suspensión en Espacios Interiores, Estudio Piloto.** Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela. Volumen 5. N° 1. 13-33 pp. 1990.
34. Siegel, S. **Estadística no Paramétrica aplicada a las Ciencias de la Conducta.** Editorial Trillas. México. 1974.
35. Torres P., Manuel: **Vigilancia y Control de la contaminación Atmosférica en el valle de Caracas. I Simposium "Caracas. Contaminación Atmosférica, Exposición y Riesgo.** 1998.
36. United States Environmental Protection Agency. **Indoors Air Quality Coordinator's Guide – Sources of Indoor Air Pollution – Biological Pollutants.** [On-line]. Last update: june 10th, 2002. Disponible en: <http://www.epa.gov/iaq/schools/tfs/guidee.html>.
37. United States Environmental Protection Agency. **Indoors Air Quality, Basics for Schools.** [On-line]. Created: December 26, 1996, Last Modified: June 5, 2003. Disponible en: <http://www.epa.gov/iaq/schools/scholkit.html>.
38. United States Environmental Protection Agency. **IAQ Tools for Schools Kit Indoors Air Quality Coordinator's Guide – Typical Indoor Air Pollutants.** [On-line]. Created: March 23. 1998. Last update: june 10th, 2003. Disponible en: <http://www.epa.gov/iaq/schools/tfs/guidee.html>.

39. Wadden R. A., y Scheff P.A.: **Contaminación del Aire en Interiores**. Editorial Limusa. México. 1987.
40. Wark K., y Warner C.: **Contaminación del Aire. Origen y Control**, 1990.
41. World Health Organization – Regional Office for Europe. **The Right to Healthy Indoor Quality**. 2000.
42. World Health Organization – **Environmental Health Criteria, N° 213: Human Exposure Assessment**. 2002.
43. Wynand E.; Heederick, D. **Methods for Quantitative Assessment of Airborne Levels of Noninfectious Microorganisms in Highly Contaminated Work Environments**. American Industrial Hygiene Association. Journal. N° 59: 113 – 127 pp. 1998.
44. Zimmerman, R. **Indoor Air Quality Guidelines for Pennsylvania Schools**. Pennsylvania Department of Health. 1999.

6. ANEXOS

ANEXO A. TABLAS DE RESULTADOS

Tabla A.1 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE HONGOS EN AGAR SABOUROUD

MUESTREO: 1

FECHA: 26/06/2001

COLEGIO: Instituto 1

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	72 h UFC/PLACA	96 h UFC/PLACA	120 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
NIVEL 1-A							
P1	0	11	2	0	0	13	907
P2	2	20	0	0	0	22	1536
P3	0	9	0	1	5	15	1047
P4	0	5	3	3	7	18	1256
P5	0	11	1	0	1	13	907
P6	2	21	2	3	1	29	2024
P7	2	12	1	0	0	15	1047
Promedio							1246
NIVEL 1-B							
P1	0	16	7	0	1	24	1675
P2	0	9	0	0	2	11	768
P3	0	22	1	2	3	28	1954
P4	0	22	3	0	0	25	1745
P5	1	11	4	0	0	16	1117
P6	1	7	15	2	0	25	1745
P7	2	21	*	*	*	23	1605
Promedio							1516
NIVEL 2-A							
P1	0	6	0	2	3	11	768
P2	1	8	*	*	*	9	628
P3	1	6	2	5	1	15	1047
P4	0	8	0	4	1	13	907
P5	0	8	0	0	1	9	628
P6	0	11	0	4	2	17	1187
P7	2	10	0	3	3	18	1256
Promedio							917
NIVEL 2-B							
P1	2	19	0	1	4	26	1815
P2	2	2	15	11	4	34	2373
P3	3	3	14	11	3	34	2373
P4	1	9	15	3	4	32	2234
P5	0	9	18	0	0	27	1885
P6	0	5	23	7	1	36	2513
P6	0	2	9	10	0	21	1466
Promedio							2094
NIVEL 3-A							
P1	2	5	16	6	2	31	2164
P2	2	9	7	6	1	25	1745
P3	1	6	7	8	1	23	1605
P4	2	5	6	*	*	13	907
P5	2	8	6	*	*	16	1117
P6	5	6	2	3	0	16	1117
P7	2	10	0	8	0	20	1396
Promedio							1436
NIVEL 3-B							
P1	0	8	15	0	2	25	1745
P2	6	8	7	5	0	26	1815
P3	3	3	*	*	*	6	419
P4	1	13	5	*	*	19	1326
P5	4	15	2	*	*	21	1466
P6	3	13	*	*	*	16	1117
P7	2	11	3	*	*	16	1117
Promedio							1286
PASILLO							
P1	2	2	3	3	1	11	768
P2	0	6	3	7	2	18	1256
P3	0	2	6	7	1	16	1117
Promedio							1047
BANO 1							
P1	1	7	12	0	0	20	1396
P2	2	8	0	1	2	13	907
Promedio							1152
BANO 2							
P1	1	18	0	1	0	20	1396
P1	2	2	3	10	4	21	1466
Promedio							1431

* Placa Invasida

MUESTREO: 1
 FECHA: 26/06/2001
 COLEGIO: Instituto 1

LUGAR DE MUESTREO	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	UFC/PLACA	UFC/m ³
	UFC/PLACA	UFC/PLACA	UFC/PLACA	UFC/PLACA	UFC/PLACA	TOTAL	TOTAL
COCINA							
P1	0	6	5	2	1	14	977
P2	1	7	5	4	1	18	1256
P3	0	5	7	1	1	14	977
P4	1	6	2	1	0	10	698
P5	0	2	0	1	3	6	419
P6	0	3	3	5	0	11	768
P7	0	7	0	4	2	13	907
P8	0	7	0	6	2	15	1047
P9	0	6	2	0	0	8	558
P10	1	5	3	0	2	11	768
P11	0	6	3	1	3	13	907
P12	0	6	3	1	1	11	768
Promedio							838
COMEDOR							
P1	9	81	4	10	2	106	7399
P2	3	17	3	5	0	28	1954
P3	2	23	8	4	8	45	3141
P4	2	38	0	11	0	51	3560
P5	13	13	*	*	*	26	1815
P6	1	33	12	5	4	55	3839
P7	0	17	1	6	5	29	2024
P8	1	35	17	1	0	54	3769
P9	5	16	5	8	8	42	2932
P10	0	13	3	0	3	19	1326
P11	2	12	3	3	1	21	1466
P12	2	16	0	4	1	23	1605
P13	1	19	0	2	0	22	1536
P14	2	25	1	4	3	35	2443
Promedio							2772
AREA EXTERNA							
Promedio	2	7	3	3	5	20	1396

* Placa Invadida

Tabla A.2 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE BACTERIAS EN AGAR NUTRITIVO

MUESTREO: 1

FECHA: 26/06/2001

COLEGIO: Instituto 1

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
NIVEL 1-A				
P1	8	3	11	768
P2	20	6	26	1815
P3	15	9	24	1675
P4	4	6	10	698
P5	8	12	20	1396
P6	15	25	40	2792
P7	25	50	75	5235
Promedio				2054
NIVEL 1-B				
P1	16	8	24	1675
P2	10	32	42	2932
P3	18	63	81	5654
P4	24	44	68	4747
P5	22	59	81	5654
P6	19	64	83	5794
P7	25	107	132	9214
Promedio				5096
NIVEL 2-A				
P1	4	16	20	1396
P2	2	16	18	1256
P3	5	14	19	1326
P4	5	18	23	1605
P5	2	6	8	5654
P6	7	11	18	1256
P7	16	13	29	2024
Promedio				2074
NIVEL 2-B				
P1	31	49	80	5584
P2	66	128	194	13542
P3	22	88	110	7678
P4	50	87	137	9563
P5	32	68	100	6980
P6	51	79	130	9074
P7	54	69	123	8586
Promedio				8715
NIVEL 3-A				
P1	16	35	51	3560
P2	30	32	62	4328
P3	15	27	42	2932
P4	20	49	69	4816
P5	35	45	80	5584
P6	48	125	173	12076
P7	31	41	72	5026
Promedio				5475
NIVEL 3-B				
P1	42	70	112	7818
P2	26	38	64	4467
P3	68	27	95	6631
P4	41	60	101	7050
P5	102	49	151	10540
P6	48	21	69	4816
P7	32	34	66	4607
Promedio				6561
PASILLO				
P1	15	26	41	2862
P2	25	12	37	2583
P3	11	15	26	1815
Promedio				2420
BANO 1				
P1	13	1	14	977
P2	11	26	37	2583
Promedio				1780
BANO 2				
P1	11	9	20	1396
P2	5	40	45	3141
Promedio				2269

* Placa Invadida

MUESTREO: 1
 FECHA: 26/06/2001
 COLEGIO: Instituto 1

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
COCINA				
P1	3	6	9	628
P2	4	0	4	279
P3	3	6	9	628
P4	1	3	4	279
P5	4	0	4	279
P6	3	2	5	349
P7	4	2	6	419
P8	1	5	6	419
P9	2	2	4	279
P10	NM	NM	0	0
P11	NM	NM	0	0
P12	NM	NM	0	0
Promedio				297
COMEDOR				
P1	59	44	103	7190
P2	4	10	14	977
P3	16	9	25	1745
P4	10	19	29	2024
P5	31	3	34	2373
P6	11	21	32	2234
P7	4	23	27	1885
P8	23	17	40	2792
P9	38	9	47	3281
P10	10	16	26	1815
P11	11	26	37	2583
P12	12	27	39	2722
P13	13	22	35	2443
P14	15	26	41	2862
Promedio				2638
AREA EXTERNA				
Promedio	3	7	10	698

Placa Invalida

Tabla A.3 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE HONGOS EN AGAR SABOURD
MUESTREO: 2
FECHA: 03/07/2001
COLEGIO: Instituto 1

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	72 h UFC/PLACA	96 h UFC/PLACA	120 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
NIVEL 1-A							
P1		11	4	2	1	18	1256
P2		9	1	1	1	12	838
P3		4	1	*	*	5	349
P4		6	3	*	*	9	628
P5		2	3	*	*	5	349
P6		9	4	0	1	14	977
P7		6	0	3	0	9	628
Promedio							718
NIVEL 1-B							
P1		16	1	1	3	21	1466
P2		5	12	*	*	17	1187
P3		17	2	1	4	24	1675
P4		12	1	*	*	13	907
P5		10	1	*	*	11	768
P6		13	2	*	*	15	1047
P7		19	2	4	0	25	1745
Promedio							1256
NIVEL 2-A							
P1		6	1	3	1	11	768
P2		5	5	1	0	11	768
P3		11	9	1	0	21	1466
P4		6	6	0	0	12	838
P5		10	6	1	0	17	1187
P6		7	9	2	1	19	1326
P7		5	8	1	1	15	1047
Promedio							1057
NIVEL 2-B							
P1		7	5	*	*	12	838
P2		13	17	4	0	34	2373
P3		9	12	3	0	24	1675
P4		14	13	0	1	28	1954
P5		13	14	1	0	28	1954
P6		13	14	1	0	28	1954
P7		10	7	*	*	17	1187
Promedio							1705
NIVEL 3-A							
P1		14	14	1	0	29	2024
P2		7	8	1	0	16	1117
P3		6	7	0	0	13	907
P4		13	14	1	0	28	1954
P5		10	14	0	1	25	1745
P6		16	14	1	2	33	2303
P7		11	10	1	2	24	1675
Promedio							1675
NIVEL 3-B							
P1		7	14	7	2	30	2094
P2		25	26	6	0	57	3979
P3		9	12	3	0	24	1675
P4		10	17	3	0	30	2094
P5		13	11	*	*	24	1675
P6		15	16	3	0	34	2373
P7		24	26	3	2	55	3839
Promedio							2533
PASILLO							
P1		5	13	1	0	19	1326
P2		9	12	1	0	22	1536
P3		8	10	4	0	22	1536
Promedio							1466
BAÑO 1							
P1		8	10	0	0	18	1256
P2		6	8	1	1	16	1117
Promedio							1187
BAÑO 2							
P1		6	11	0	1	18	1256
P2		5	11	1	1	18	1256
Promedio							1256

*Placa invadida

Tabla A.3 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE HONGOS EN AGAR SABOURAUD

MUESTREO: 2

FECHA: 03/07/2001

COLEGIO: Instituto 1

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	72 h UFC/PLACA	96 h UFC/PLACA	120 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
COCINA							
P1		11	8	*	*	19	1326
P2		10	10	2	0	22	1536
P3		8	10	2	0	20	1396
P4		27	20	2	1	50	3490
P5		14	17	1	0	32	2234
P6		14	21	2	0	37	2583
P7		16	10	*	*	26	1815
P8		22	14	3	0	39	2722
P9		10	6	*	*	16	1117
P10		11	12	3	1	27	1885
P11		13	8	0	1	22	1536
P12		8	8	1	1	18	1256
							1908
COMEDOR							
P1		13	11	2	1	27	1885
P2		15	19	*	*	34	2373
P3		43	37	5	0	85	5933
P4		24	19	2	0	45	3141
P5		21	16	2	0	39	2722
P6		5	6	*	*	11	768
P7		30	35	2	0	1	70
P8		16	22	3	1	42	2932
P9		20	20	3	0	43	3002
P10		23	28	3	1	55	3839
P11		15	20	1	0	36	2513
P12		21	18	3	0	42	2932
P13		42	41	3	0	86	6003
P14		43	30	*	*	73	5096
							3318
AREA EXTERNA							
		2	3	5	4	14	977

* Placa Invasida

NOTA: Valores en rojo, valor invalidado, aplicando el criterio de Bauer, 1974

Tabla A.4 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE BACTERIAS EN AGAR NUTRITIVO

MUESTREO: 2

FECHA: 03/07/2001

COLEGIO: Instituto 1

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
NIVEL 1-A				
P1		27	27	1885
P2		48	48	3351
P3		29	29	2024
P4		36	36	2513
P5		27	27	1885
P6		25	25	1745
P7		23	23	1605
Promedio				2144
NIVEL 1-B				
P1		74	74	5165
P2		50	50	3490
P3		86	86	6003
P4		53	53	3700
P5		54	81	5654
P6		51	51	3560
P7		83	83	5794
Promedio				4767
NIVEL 2-A				
P1		6	6	419
P2		11	11	768
P3		6	6	419
P4		9	9	628
P5		20	81	5654
P6		27	27	1885
P7		4	4	279
Promedio				733
NIVEL 2-B				
P1		40	40	2792
P2		58	58	4049
P3		34	34	2373
P4		33	33	2303
P5		76	76	5305
P6		35	35	2443
P7		51	51	3560
Promedio				3261
NIVEL 3-A				
P1		11	11	768
P2		22	22	1536
P3		18	18	1256
P4		24	24	1675
P5		30	30	2094
P6		46	46	3211
P7		20	20	1396
Promedio				1705
NIVEL 3-B				
P1		78	78	5445
P2		97	97	6771
P3		81	81	5654
P4		136	136	9493
P5		96	96	6701
P6		131	131	9144
P7		99	99	6910
Promedio				7160
PASILLO				
P1	2	19	21	1466
P2	3	11	14	977
P3	3	16	19	1326
Promedio				3769
BAÑO 1				
P1	0	7	7	489
P2	0	11	11	768
Promedio				628
BAÑO 2				
P1	1	7	8	558
P2	4	2	6	419
Promedio				489

Debido a disturbios en la Universidad no se pudieorn terminar de contar las placas
 NOTA: Valores en rojo, valor invalidado, aplicando el criterio de Bauer, 1974

MUESTREO: 2
 FECHA: 03/07/2001

COLEGIO: Instituto 1

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
COCINA				
P1		5	5	349
P2		15	15	1047
P3		7	7	489
P4		4	4	279
P5		17	17	1187
P6		12	12	838
P7		12	12	838
P8		17	17	1187
P9		11	11	768
P10		1	1	70
P11		4	4	279
P12		4	4	279
Promedio				634
COMEDOR				
P1	17	44	61	4258
P2	14	10	24	1675
P3	41	9	50	3490
P4	8	19	27	1885
P5	7	3	10	698
P6	15	21	36	2513
P7	25	23	48	3351
P8	8	17	25	1745
P9	21	9	30	2094
P10	43	16	59	4118
P11	26	26	52	3630
P12	49	27	76	5305
P13	104	22	126	8795
P14	161	26	187	13053
Promedio				3351
AREA EXTERNA				
	4	8	12	838

Debido a disturbios en la Universidad no se pudieron terminar de contar las placas

Tabla A.5 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE HONGOS EN AGAR SABOUROUD
MUESTREO: 3
FECHA:11/07/2001
COLEGIO: Instituto 1

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	72 h UFC/PLACA	96 h UFC/PLACA	120 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
NIVEL 1-A							
P1	3	0	4	1	0	8	558
P2	1	1	0	6	3	11	768
P3	1	1	7	0	1	10	698
P4	6	3	2	0	0	11	768
P5	0	1	2	2	2	7	489
P6	3	4	2	0	0	9	628
P7	1	5	7	2	1	16	1117
Promedio							718
NIVEL 1-B							
P1	3	0	2	2	1	8	558
P2	0	4	2	3	1	10	698
P3	1	2	0	3	0	6	419
P4	2	2	4	1	1	10	698
P5	1	2	0	2	0	5	349
P6	0	5	3	2	0	10	698
P7	0	6	2	5	1	14	977
Promedio							628
NIVEL 2-A							
P1	0	3	2	3	0	8	558
P2	0	1	2	2	3	8	558
P3	0	1	1	2	0	4	279
P4	2	5	4	1	1	13	907
P5	0	2	0	2	1	5	349
P6	0	8	1	4	1	14	977
P7	1	2	2	3	1	9	628
Promedio							608
NIVEL 2-B							
P1	1	0	3	0	0	4	279
P2	0	1	3	2	2	8	558
P3	2	4	3	2	0	11	768
P4	0	3	1	2	0	6	419
P5	0	3	1	2	0	6	419
P6	0	5	3	0	3	11	768
P7	0	4	0	1	1	6	419
Promedio							519
NIVEL 3-A							
P1	0	8	1	1	0	10	698
P2	5	7	6	1	0	19	1326
P3	3	7	0	0	1	11	768
P4	1	3	*	*	*	4	279
P5	0	3	4	2	2	11	768
P6	0	5	8	0	2	15	1047
P7	2	4	6	3	1	16	1117
Promedio							858
NIVEL 3-B							
P1	1	5	*	*	*	6	419
P2	6	12	3	1	0	22	1536
P3	1	*	*	*	*	1	70
P4	5	9	9	0	0	23	1605
P5	4	*	*	*	*	4	279
P6	1	*	*	*	*	1	70
P7	1	*	*	*	*	1	70
Promedio							578
PASILLO							
P1	0	1	2	2	1	6	419
P2	0	4	6	0	1	11	768
P3	3	3	8	2	1	17	1187
Promedio							791
BAÑO 1							
P1	1	1	3	0	0	5	349
P2	0	4	0	0	0	4	279
Promedio							314
BAÑO 2							
P1	2	2	5	4	2	15	1047
P2	1	2	1	2	0	6	419
Promedio							733

* Placa Invasada

MUESTREO: 3
 FECHA: 11/07/2001
 COLEGIO: Instituto 1

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	72 h UFC/PLACA	96 h UFC/PLACA	120 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
COCINA							
P1	0	2	2	0	2	6	419
P2	0	3	1	1	0	5	349
P3	1	4	*	*	*	5	349
P4	0	2	3	1	1	7	489
P5	0	3	3	0	1	7	489
P6	0	4	1	1	0	6	419
P7	2	5	3	1	2	13	907
P8	1	5	2	2	1	11	768
P9	0	1	3	1	1	6	419
P10	1	4	4	1	0	10	698
P11	2	3	1	3	2	11	768
P12	0	4	0	2	0	6	419
Promedio							541
COMEDOR							
P1	6	20	5	3	2	36	2513
P2	1	5	8	3	1	18	1256
P3	11	*	*	*	*	11	768
P4	2	0	7	1	0	10	698
P5	4	10	5	0	1	20	1396
P6	1	5	3	1	0	10	698
P7	0	5	3	2	0	1	70
P8	6	12	5	2	1	26	1815
P9	3	8	5	5	1	22	1536
P10	8	9	3	1	0	21	1466
P11	3	6	6	0	1	16	1117
P12	5	13	3	0	2	23	1605
P13	6	6	8	3	0	23	1605
P14	4	13	2	1	0	20	1396
Promedio							1281
AREA EXTERNA							
	1	3	2	2	2	10	698

* Placa Invadida

Tabla A.6 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE BACTERIAS EN AGAR NUTRITIVO

MUESTREO: 3

FECHA: 11/07/2001

COLEGIO: Instituto 1

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
NIVEL 1-A				
P1	8	16	24	1675
P2	8	25	33	2303
P3	0	7	7	489
P4	5	13	18	1256
P5	9	15	24	1675
P6	8	23	31	2164
P7	11	15	26	1815
Promedio				1625
NIVEL 1-B				
P1	2	7	9	628
P2	2	13	15	1047
P3	2	6	8	558
P4	8	20	28	1954
P5	4	18	81	5654
P6	6	9	15	1047
P7	8	17	25	1745
Promedio				1163
NIVEL 2-A				
P1	3	5	8	558
P2	6	11	17	1187
P3	1	6	7	489
P4	8	11	19	1326
P5	7	4	81	5654
P6	6	7	13	907
P7	6	5	11	768
Promedio				873
NIVEL 2-B				
P1	10	11	21	1466
P2	7	19	26	1815
P3	7	18	25	1745
P4	5	16	21	1466
P5	1	12	13	907
P6	3	33	36	2513
P7	5	22	27	1885
Promedio				1685
NIVEL 3-A				
P1	13	49	62	4328
P2	11	76	87	6073
P3	8	29	37	2583
P4	17	34	51	3560
P5	2	20	22	1536
P6	13	36	49	3420
P7	9	36	45	3141
Promedio				3520
NIVEL 3-B				
P1	46	145	191	13332
P2	23	73	96	6701
P3	53	190	243	16962
P4	46	23	69	4816
P5	36	77	113	7888
P6	12	80	92	6422
P7	16	90	106	7399
Promedio				9074
PASILLO				
P1	9	14	23	1605
P2	10	38	48	3351
P3	11	12	23	1605
Promedio				2187
BANO 1				
P1	6	14	20	1396
P2	12	30	42	2932
Promedio				2164
BANO 2				
P1	3	7	10	698
P2	1	7	8	558
Promedio				628

NOTA: Valores en rojo, valor invalidado, aplicando el criterio de Bauer, 1974

MUESTREO: 3
 FECHA: 03/07/2001
 COLEGIO : Instituto 1

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
COCINA				
P1	4	12	16	1117
P2	2	3	5	349
P3	2	5	7	489
P4	2	3	5	349
P5	4	4	8	558
P6	4	7	11	768
P7	DAÑADA	DAÑADA	0	0
P8	2	1	3	209
P9	2	2	4	279
P10	1	1	2	140
P11	1	1	2	140
P12	2	2	4	279
Promedio				390
COMEDOR				
P1	7	2	9	628
P2	2	17	19	1326
P3	7	27	34	2373
P4	2	3	5	349
P5	3	12	15	1047
P6	7	10	17	1187
P7	5	7	12	838
P8	4	5	9	628
P9	4	8	12	838
P10	4	8	12	838
P11	12	10	22	1536
P12	6	16	22	1536
P13	11	9	20	1396
P14	9	26	35	2443
Promedio				1212
AREA EXTERNA				
	7	12	19	1326

Tabla A.7 DATOS DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA/Instituto 1

MUESTREO: 1

FECHA: 26/06/2001

LUGAR DE MUESTREO	Ts	Th	HR (%)
NIV 1 A	24,4	23,3	90
NIV 1 B	25,0	23,0	88
NIV 2 A	23,3	21,3	88
NIV 2 B	23,8	21,9	85
NIV 3 A	24,0	22,0	88
NIV 3 B	24,0	21,5	80
PASILLO	NM	NM	NM
BAÑO 1	24,0	21,2	79
BAÑO 2	24,5	21,0	78
AREA EXTERNA	25,0	24,0	92
COMEDOR	25,0	24,0	92
COCINA	25,0	24,0	92

MUESTREO: 2

FECHA: 03/07/2001

LUGAR DE MUESTREO	Ts	Th	HR (%)
NIV 1 A	25,6	24,0	88
NIV 1 B	25,5	23,5	84
NIV 2 A	25,0	23,5	88
NIV 2 B	25,3	24,1	88
NIV 3 A	25,7	24,8	92
NIV 3 B	25,9	22,2	71
PASILLO	NM	NM	NM
BAÑO 1	25,9	22,5	75
BAÑO 2	25,5	22,2	75
AREA EXTERNA	25,0	22,9	86
COMEDOR	24,8	22,9	86
COCINA	25,7	22,5	80

MUESTREO: 3

FECHA: 11/07/2002

LUGAR DE MUESTREO	Ts	Th	HR (%)
NIV 1 A	25,0	23,4	87
NIV 1 B	25,4	23,5	85
NIV 2 A	24,7	22,8	85
NIV 2 B	25,1	23,5	87
NIV 3 A	24,2	22,3	84
NIV 3 B	25,0	23,8	88
PASILLO	24,2	23,0	90
BAÑO 1	24,3	22,4	84
BAÑO 2	24,3	22,0	82
AREA EXTERNA	24,2	22,0	82
COMEDOR	24,3	22,0	82
COCINA	24,1	22,0	84

Ts = Temperatura bulbo seco

Th = Temperatura bulbo húmedo

Tabla A.8 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE HONGOS EN AGAR SABOUROUD

MUESTREO: 1
 FECHA: 16/11/2001
 COLEGIO: Instituto 2

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	72 h UFC/PLACA	96 h UFC/PLACA	120 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
KINDER							
P1	0	0	1	2	0	3	209
P2	0	2	0	1	0	3	209
P3	0	1	2	3	0	6	419
P4	0	1	3	1	0	5	349
P5	0	0	1	2	0	3	209
P6	0	2	0	0	0	2	140
P7	0	0	0	0	0	0	0
Promedio							219
PREPARATORIO							
P1	0	1	0	0	3	4	279
P2	0	2	2	1	0	5	349
P3	0	2	0	0	3	5	349
P4	0	2	0	0	4	6	419
P5	0	1	0	1	1	3	209
P6	0	0	1	1	0	2	140
P7	0	1	1	2		4	279
Promedio							289
BAÑO 1							
P1	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	2	0	0	0	2	140
P3	0	0	0	2	0	2	140
Promedio							93
BAÑO 2							
P1	0	0	0	1	0	1	70
P2	0	1	1	5	0	7	489
P3	0	2	0	2	0	4	279
Promedio							279
PASILLO 1							
P1	0	4	4	0	0	8	558
P2	0	1	0	0	0	1	70
Promedio							314
PASILLO 2							
P1	0	2	1	7	1	11	768
P2	0	4	1	3	0	8	558
P3	0	3	1	1	1	6	419
P4	0	3	3	3	0	9	628
P5	0	1	2	0	0	3	209
Promedio							517
DEPOSITO							
P1	0	1	0	0	0	1	70
							70
AREA EXTERNA							
P1	0	1	0	1	0	2	140
							140
COMEDOR							
P1	0	1	2	0	0	3	209
P2	0	2	0	0	1	3	209
P3	0	4	1	2	1	8	558
P4	0	3	0	1	0	4	279
P5	0	1	0	3	0	4	279
P6	0	1	0	0	0	1	70
P7	0	3	0	2	0	5	349
P8	0	6	1	2	0	9	628
P9	0	1	0	0	0	1	70
P10	0	4	0	1	0	5	349
P11	0	3	1	5	0	9	628
P12	0	4	1	1	0	6	419
P13	0	1	3	1	0	5	349
P14	0	6	1	0	2	9	628
P15	0	1	1	0	0	2	140
P16	0	7	2	2	0	11	768
P17	0	3	0	2	0	5	349
Promedio							370

Tabla A.9 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE BACTERIAS EN AGAR NUTRITIVO
MUESTREO: 1
FECHA: 16/11/2001
COLEGIO: Instituto 2

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
KINDER				
P1	1	13	14	977
P2	1	7	8	558
P3	0	5	5	349
P4	0	5	5	349
P5	1	8	9	628
P6	0	4	4	279
P7	0	8	8	558
Promedio				529
PREPARATORIO				
P1	0	1	1	70
P2	0	5	5	349
P3	1	5	6	419
P4	1	5	6	419
P5	0	7	7	489
P6	0	10	10	698
P7	1	5	6	419
Promedio				409
BAÑO 1				
P1	0	7	7	489
P2	0	9	9	628
P3	0	8	8	558
Promedio				558
BAÑO 2				
P1	0	8	8	558
P2	0	11	11	768
P3	0	3	3	209
Promedio				512
PASILLO 1				
P1	0	15	15	1047
P2	11	25	36	2513
Promedio				1780
PASILLO 2				
P1	0	10	10	698
P2	3	9	12	838
P3	2	11	13	907
P4	3	5	8	558
P5	0	6	6	419
Promedio				684
DEPOSITO				
P1	0	3	3	209
				209
AREA EXTERNA				
P1	0	1	1	70
				70
COMEDOR				
P1	2	2	4	279
P2	2	20	22	1536
P3	4	13	17	1187
P4	3	5	8	558
P5	0	10	10	698
P6	0	5	5	349
P7	2	18	20	1396
P8	0	6	6	419
P9	2	5	7	489
P10	0	6	6	419
P11	0	14	14	977
P12	3	19	22	1536
P13	2	7	9	628
P14	0	5	5	349
P15	0	10	10	698
P16	0	10	10	698
P17	1	12	13	907
Promedio				772

Tabla A.10 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE HONGOS EN AGAR SABOUROUD
MUESTREO: 2
FECHA: 21/11/2001
COLEGIO: Instituto 2

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	72 h UFC/PLACA	96 h UFC/PLACA	120 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
KINDER							
P1	0	1	0	1	1	3	209
P2	0	3	1	0	1	5	349
P3	0	3	3	2	0	8	558
P4	0	1	3	1	0	5	349
P5	0	0	1	2	0	3	209
P6	0	2	0	0	0	2	140
P7	0	1	1	1	0	3	209
Promedio							289
PREPARATORIO							
P1	0	0	0	1	0	1	70
P2	0	2	2	1	0	5	349
P3	0	3	1	0	1	5	349
P4	0	2	2	0	0	4	279
P5	0	1	1	0	0	2	140
P6	0	2	1	1	0	4	279
P7	0	0	2	2	1	5	349
Promedio							259
BAÑO 1							
P1	0	3	3	1	2	9	628
P2	0	4	1	1	3	9	628
P3	0	2	1	0	0	3	209
Promedio							489
BAÑO 2							
P1	0	5	0	0	1	6	419
P2	0	3	3	0	2	8	558
P3	0	1	2	2	3	8	558
Promedio							512
PASILLO 1							
P1	0	4	1	1	0	6	419
P2	0	5	3	0	0	8	558
Promedio							489
PASILLO 2							
P1	0	2	3	2	1	8	558
P2	0	5	1	0	0	6	419
P3	0	3	4	0	2	9	628
P4	0	2	0	3	0	5	349
P5	0	2	1	0	3	6	419
Promedio							475
DEPOSITO							
P1	0	2	0	0	1	3	209
Promedio							209
AREA EXTERNA							
P1	0	4	0	1	3	8	558
Promedio							558
COMEDOR							
P1	0	1	2	2	1	6	419
P2	0	0	1	1	1	3	209
P3	0	4	1	2	0	7	489
P4	0	5	4	1	0	10	698
P5	0	4	2	0	3	9	628
P6	0	3	2	2	0	7	489
P7	0	2	0	0	2	4	279
P8	0	4	2	2	0	8	558
P9	0	1	3	1	0	5	349
P10	0	3	1	2	2	8	558
P11	0	4	2	1	0	7	489
P12	0	5	2	1	0	8	558
P13	0	6	4	0	3	13	907
P14	0	1	2	0	0	3	209
P15	0	2	0	1	4	7	489
P16	0	5	3	1	1	10	698
P17	0	1	*	*	*	1	70
Promedio							476

Placa invadida *

Tabla A.11 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE BACTERIAS EN AGAR NUTRITIVO
 MUESTREO: 2
 FECHA: 21/11/2001
 COLEGIO: Instituto 2

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
KINDER				
P1	2	9	11	768
P2	1	8	9	628
P3	3	5	8	558
P4	1	12	13	907
P5	4	13	17	1187
P6	3	7	10	698
P7	7	25	32	2234
Promedio				997
PREPARATORIO				
P1	0	6	6	419
P2	3	4	7	489
P3	1	3	4	279
P4	0	10	10	698
P5	0	3	3	209
P6	1	3	4	279
P7	6	5	11	768
Promedio				449
BAÑO 1				
P1	2	5	7	489
P2	70	50	120	8376
P3	7	6	13	907
Promedio				3257
BAÑO 2				
P1	4	8	12	838
P2	7	5	12	838
P3	2	6	8	558
Promedio				745
PASILLO 1				
P1	7	12	19	1326
P2	6	11	17	1187
Promedio				1256
PASILLO 2				
P1	3	6	9	628
P2	12	15	27	1885
P3	8	15	23	1605
P4	7	28	35	2443
P5	6	17	23	1605
Promedio				1633
DEPOSITO				
P1	0	10	10	698
				698
AREA EXTERNA				
P1	0	2	2	140
				140
COMEDOR				
P1	3	6	9	628
P2	4	8	12	838
P3	3	5	8	558
P4	14	13	27	1885
P5	6	3	9	628
P6	2	6	8	558
P7	4	15	19	1326
P8	4	5	9	628
P9	1	12	13	907
P10	10	8	18	1256
P11	6	10	16	1117
P12	7	16	23	1605
P13	17	5	22	1536
P14	10	4	14	977
P15	4	10	14	977
P16	7	2	9	628
P17	5	10	15	1047
Promedio				1006

Tabla A.12 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE HONGOS EN AGAR SABOURD
MUESTREO: 3
FECHA: 26/11/2001
COLEGIO: Instituto 2

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	72 h UFC/PLACA	96 h UFC/PLACA	120 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
KINDER							
P1	0	0	3	2	3	8	558
P2	0	3	1	2	2	8	558
P3	0	3	2	2	0	7	489
P4	0	3	4	1	2	10	698
P5	0	8	5	2	0	15	1047
P6	0	1	2	1	2	6	419
P7	0	4	2	2	2	10	698
Promedio							638
PREPARATORIO							
P1	0	3	5	1	1	10	698
P2	0	0	2	2	3	7	489
P3	0	3	4	0	0	7	489
P4	0	2	3	0	0	5	349
P5	0	3	3	2	1	9	628
P6	0	2	3	0	0	5	349
P7	0	3	5	2	0	10	698
Promedio							529
BAÑO 1							
P1	0	2	2	0	1	5	349
P2	0	1	1	1	2	5	349
P3	0	2	1	0	0	3	209
Promedio							302
BAÑO 2							
P1	0	2	4	1	0	7	489
P2	0	2	4	4	0	10	698
P3	0	0	4	2	0	6	419
Promedio							535
PASILLO 1							
P1	0	2	3	1	0	6	419
P2	0	1	5	0	1	7	489
Promedio							454
PASILLO 2							
P1	0	1	1	1	1	4	279
P2	0	0	2	0	0	2	140
P3	0	3	7	1	0	11	768
P4	0	4	5	2	0	11	768
P5	0	5	2	3	1	11	768
Promedio							544
DEPOSITO							
P1	0	1	2	2	0	5	349
							349
AREA EXTERNA							
P1	0	3	3	1	0	7	489
							489
COMEDOR							
P1	0	3	3	2	1	9	628
P2	0	3	3	0	0	6	419
P3	0	3	2	5	2	12	838
P4	0	5	3	5	0	13	907
P5	0	0	6	1	3	10	698
P6	0	10	3	4	0	17	1187
P7	0	5	6	0	0	11	768
P8	0	1	2	3	0	6	419
P9	0	2	6	2	3	13	907
P10	0	3	15	3	0	21	1466
P11	0	2	5	2	0	9	628
P12	0	1	2	2	0	5	349
P13	0	1	5	1	0	7	489
P14	0	12	15	4	0	31	2164
P15	0	6	9	3	1	19	1326
P16	0	13	5	9	0	27	1885
P17	0	1	2	0	1	4	279
Promedio							903

*Placa invadida

Tabla A.13 RESULTADOS OBTENIDOS POR EL METODO DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE BACTERIAS EN AGAR NUTRITIVO

MUESTREO: 3
 FECHA: 26/11/2001
 COLEGIO: Instituto 2

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
KINDER				
P1	2	4	6	419
P2	2	3	5	349
P3	1	4	5	349
P4	5	11	16	1117
P5	11	5	16	1117
P6	4	8	12	838
P7	7	16	23	1605
Promedio				828
PREPARATORIO				
P1	2	3	5	349
P2	1	6	7	489
P3	3	1	4	279
P4	1	5	6	419
P5	3	6	9	628
P6	2	4	6	419
P7	2	5	7	489
Promedio				439
BAÑO 1				
P1	0	3	3	209
P2	0	1	1	70
P3	2	0	2	140
Promedio				140
BAÑO 2				
P1	3	7	10	698
P2	5	7	12	838
P3	1	5	6	419
Promedio				651
PASILLO 1				
P1	2	7	9	628
P2	1	4	5	349
Promedio				489
PASILLO 2				
P1	3	6	9	628
P2	4	4	8	558
P3	5	4	9	628
P4	8	16	24	1675
P5	5	10	15	1047
Promedio				907
DEPOSITO				
P1	2	3	5	349
				349
AREA EXTERNA				
P1	2	4	6	419
				419
COMEDOR				
P1	2	10	12	838
P2	0	8	8	558
P3	11	24	35	2443
P4	84	*	*	*
P5	3	8	11	768
P6	40	70	110	7678
P7	1	3	4	279
P8	1	13	14	977
P9	5	12	17	1187
P10	68	63	131	9144
P11	0	3	3	209
P12	1	3	4	279
P13	4	7	11	768
P14	104	*	*	*
P15	42	52	94	6561
P16	19	52	71	4956
P17	0	5	5	349
Promedio				2467

* Placa invadida

Tabla A.14 DATOS DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA/Instituto 2

MUESTREO: 1
FECHA: 16/11/2001

LUGAR DE MUESTREO	Ts	Th	HR (%)
KINDER	24,7	22,3	82
PREPARATORIO	24,5	23,0	88
PASILLO 1	22,4	21,8	95
PASILLO 2	25,6	22,4	77
BAÑO 1	24,5	22,2	83
BAÑO 2	25,2	22,2	81
COMEDOR	25,7	22,4	79
DEPOSITO	24,4	22,0	81
AREA EXTERNA	25,0	22,1	79

MUESTREO: 2
FECHA: 21/11/2001

LUGAR DE MUESTREO	Ts	Th	HR (%)
KINDER	25,2	22,0	78
PREPARATORIO	25,1	22,4	80
PASILLO 1	25,3	22,5	80
PASILLO 2	26,2	22,9	78
BAÑO 1	25,1	22,8	84
BAÑO 2	26,5	24,2	82
COMEDOR	27,1	23,4	73
DEPOSITO	24,4	22,0	81
AREA EXTERNA	25,7	22,4	78

MUESTREO: 3
FECHA: 26/11/2001

LUGAR DE MUESTREO	Ts (°C)	Th (°C)	HR (%)
KINDER	23,4	21,3	84
PREPARATORIO	22,7	21,4	88
PASILLO 1	22,8	21,0	84
PASILLO 2	23,0	21,0	88
BAÑO 1	22,9	21,3	88
BAÑO 2	23,2	21,4	84
COMEDOR	23,1	21,3	84
DEPOSITO	23,2	21,4	88
AREA EXTERNA	22,6	21,0	87

Ts = Temperatura bulbo seco
Th = Temperatura bulbo húmedo

Tabla A.15 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE HONGOS EN AGAR SABOURD

MUESTREO: 1
 FECHA: 03/12/2001
 COLEGIO: Instituto 3

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	72 h UFC/PLACA	96 h UFC/PLACA	120 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
PRE ESCOLAR 1 Y 2							
P1	0	0	1	0	0	1	70
P2	0	2	2	13	44	61	4258
P3	0	0	4	2	0	6	419
P4	0	1	4	3	1	9	628
P5	0	1	1	2	1	5	349
P6	0	1	2	1	1	5	349
P7	0	2	3	2	0	7	489
Promedio							384
MATERNAL							
P1	0	1	4	0	5	10	698
P2	0	1	2	0	0	3	209
P3	0	0	3	1	2	6	419
P4	0	1	3	2	1	7	489
P5	0	0	3	0	0	3	209
P6	0	1	4	2	4	11	768
P7	0	1	2	1	3	7	489
Promedio							469
BAÑO 1							
P1	0	1	3	1	0	5	349
P2	0	0	4	3	1	8	558
Promedio							454
BAÑO 2							
P1	0	0	1	1	2	4	279
P2	0	0	2	0	0	2	140
Promedio							209
PASILLO 1							
P1	0	0	1	1	0	2	140
P2	0	0	0	0	0	0	0
Promedio							70
SALA DE COMPUTACION							
P1	0	0	4	0	0	4	279
P2	1	0	2	0	0	3	209
P3	0	0	2	1	1	4	279
P4	1	1	0	2	1	5	349
P5	0	2	1	0	0	3	209
Promedio							279
TAREAS DIRIGIDAS							
P1	0	0	3	1	0	4	279
P2	0	4	1	1	1	7	489
P3	1	0	2	2	3	8	558
P4	0	0	1	2	0	3	209
P5	2	0	2	1	0	5	349
Promedio							377
ESCALERA 1							
P1	0	2	2	0	3	7	489
P2	1	0	2	1	0	4	279
Promedio							384
PRE ESCOLAR 3							
P1	0	6	4	0	0	10	698
P2	0	2	2	1	0	5	349
P3	0	3	3	1	0	7	489
P4	0	3	1	1	0	5	349
P5	1	3	6	1	9	20	1396
P6	0	2	4	2	3	11	768
P7	0	3	0	5	*	8	558
Promedio							658

Valor en rojo: valor invalidado, aplicando el criterio de Bauer, 1974

MUESTREO: 1
 FECHA: 03/12/2001
 COLEGIO: Instituto 3

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	72 h UFC/PLACA	96 h UFC/PLACA	120 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
SALON VACIO							
P1	0	3	16	1	0	20	1396
P2	0	11	6	1	0	18	1256
P3	0	8	7	1	0	16	1117
P4	2	11	4	4	15	36	2513
P5	1	13	4	3	0	21	1466
P6	0	12	8	1	1	22	1536
P7	0	4	1	0	0	5	349
Promedio							1376
ESCALERA 3							
P1	1	1	3	2	0	7	489
P2	0	9	3	2	0	14	977
Promedio							733
BAÑO 3 (2º PISO)							
P1	1	1	3	0	1	6	419
P2	0	0	0	3	0	3	209
Promedio							314
DEPOSITO							
P1	1	7	2	1	0	11	768
							768
PASILLO 2							
P1	0	1	3	1	0	5	349
P2	2	0	3	4	2	11	768
P2	1	3	1	2	1	8	558
Promedio							558
COMEDOR							
P1	0	2	1	0	0	3	209
P2	0	1	0	*	*	1	70
P3	0	2	3	0	0	5	349
P4	0	0	1	0	0	1	70
P5	0	0	4	0	0	4	279
Promedio							195
COCINA							
P1	0	1	1	0	0	2	140
P2	0	1	3	0	0	4	279
P3	0	0	3	0	8	11	768
P4	0	2	2	1	0	5	349
Promedio							384
AREA RECREO							
P1	0	3	1	2	2	8	558
P2	0	1	2	0	1	4	279
P3	0	1	1	1	1	4	279
P4	0	0	1	1	0	2	140
P5	0	3	0	0	2	5	349
Promedio							321
ESCALERA 2							
P1	0	0	0	0	2	2	140
P2	0	0	1	1	0	2	140
Promedio							140
PATIO TRASERO							
P1	0	0	3	2	6	11	768
P2	0	1	5	1	0	7	489
Promedio							628
OFICINAS							
P1	0	0	2	2	0	4	279
P2	0	1	0	0	0	1	70
Promedio							175
AREA EXTERNA							
P1	0	2	3	2	2	9	628
							628

* Placa invadida

Tabla A.16 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE BACTERIAS EN AGAR NUTRITIVO
MUESTREO: 1
FECHA: 03/12/2001
COLEGIO: Instituto 3

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
PRE ESCOLAR 1 Y 2				
P1	1	8	9	628
P2	4	15	19	1326
P3	9	6	15	1047
P4	3	18	21	1466
P5	4	8	12	838
P6	1	13	14	977
P7	1	6	7	489
Promedio				967
MATERNAL				
P1	1	8	9	628
P2	2	14	16	1117
P3	1	9	10	698
P4	3	4	7	489
P5	2	7	9	628
P6	2	4	6	419
P7	2	1	3	209
Promedio				598
BAÑO 1				
P1	1	5	6	419
P2	2	9	11	768
Promedio				593
BAÑO 2				
P1	1	3	4	279
P2	0	7	7	489
Promedio				384
PASILLO 1				
P1	1	1	2	140
P2	2	5	7	489
Promedio				314
SALA DE COMPUTACION				
P1	1	4	5	349
P2	1	2	3	209
P3	0	5	5	349
P4	1	0	1	70
P5	0	4	4	279
Promedio				251
TAREAS DIRIGIDAS				
P1	2	4	6	419
P2	1	6	7	489
P3	3	5	8	558
P4	0	4	4	279
P5	3	5	8	558
Promedio				461
ESCALERA 1				
P1	5	7	12	838
P2	0	3	3	209
Promedio				524
PRE ESCOLAR 3				
P1	0	8	8	558
P2	0	5	5	349
P3	0	4	4	279
P4	0	3	3	209
P5	1	4	5	349
P6	8	9	17	1187
P7	1	4	5	349
Promedio				469

MUESTREO: 1
 FECHA: 03/12/2001
 COLEGIO: Instituto 3

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
SALON VACIO				
P1	1	13	14	977
P2	0	5	5	349
P3	1	2	3	209
P4	0	0	0	0
P5	0	11	11	768
P6	2	9	11	768
P7	0	5	5	349
Promedio				489
ESCALERA 3				
P1	1	8	9	628
P2	1	11	12	838
Promedio				733
BAÑO 3 (2° PISO)				
P1	0	8	8	558
P2	2	3	5	349
Promedio				454
DEPOSITO				
P1	0	4	4	279
				279
PASILLO 2				
P1	0	9	9	628
P2	3	10	13	907
P3	2	8	10	698
Promedio				745
COMEDOR				
P1	0	2	2	140
P2	0	3	3	209
P3	1	2	3	209
P4	0	5	5	349
P5	19	13	32	2234
Promedio				628
COCINA				
P1	1	2	3	209
P2	0	1	1	70
P3	0	2	2	140
P4	0	2	2	140
Promedio				140
AREA RECREO				
P1	1	9	10	698
P2	1	3	4	279
P3	3	8	11	768
P4	0	1	1	70
P5	1	2	3	209
Promedio				405
ESCALERA 2				
P1	1	2	3	209
P2	3	9	12	838
Promedio				524
PATIO TRASERO				
P1	2	1	3	209
P2	2	3	5	349
Promedio				279
OFICINAS				
P1	0	1	1	70
P2	1	1	2	140
Promedio				105
AREA EXTERNA				
P1	6	17	23	1605
				1605

Tabla A.17 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE HONGOS EN AGAR SABOUROUD
MUESTREO: 2
FECHA: 29/01/2002
COLEGIO: Instituto 3

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	72 h UFC/PLACA	96 h UFC/PLACA	120 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
PRE ESCOLAR 1 Y 2							
P1	0	1	1	0	2	4	279
P2	0	2	0	0	0	2	140
P3	0	1	0	0	0	1	70
P4	0	1	0	0	0	1	70
P5	0	1	0	0	0	1	70
P6	0	0	1	0	1	2	140
P7	0	1	*	*	*	1	70
Promedio							120
MATERNAL							
P1	0	0	0	0	2	2	140
P2	0	0	1	0	0	1	70
P3	0	1	0	0	0	1	70
P4	0	0	1	0	0	1	70
P5	0	1	1	1	0	3	209
P6	0	2	1	2	0	5	349
P7	0	0	0	1	1	2	140
Promedio							150
BAÑO 1							
P1	0	1	0	0	1	2	140
P2	0	1	0	0	2	3	209
Promedio							175
BAÑO 2							
P1	0	0	2	0	0	2	140
P2	0	0	2	0	1	3	209
Promedio							175
PASILLO 1							
P1	0	2	2	1	1	6	419
P2	0	2	1	1	0	4	279
Promedio							349
SALA DE COMPUTACION							
P1	0	2	0	1	3	6	419
P2	0	3	1	3	0	7	489
P3	0	1	2	4	0	7	489
P4	0	2	1	1	0	4	279
P5	0	0	0	0	0	0	0
Promedio							335
TAREAS DIRIGIDAS							
P1	0	2	5	1	0	8	558
P2	0	2	0	1	0	3	209
P3	0	1	2	0	1	4	279
P4	0	2	2	0	0	4	279
P5	0	2	1	1	0	4	279
Promedio							321
ESCALERA 1							
P1	0	2	1	0	0	3	209
P2	0	1	1	1	1	4	279
Promedio							244
PRE ESCOLAR 3							
P1	0	0	3	3	3	9	628
P2	0	0	4	2	0	6	419
P3	0	2	2	4	1	9	628
P4	0	0	2	1	3	6	419
P5	0	1	1	1	0	3	209
P6	0	0	3	2	0	5	349
P7	0	1	1	1	0	3	209
Promedio							409

MUESTREO: 2
 FECHA: 29/01/2002
 COLEGIO: Instituto 3

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	72 h UFC/PLACA	96 h UFC/PLACA	120 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
SALON VACIO							
P1	0	0	0	1	0	1	70
P2	0	5	2	3	0	10	698
P3							
P4							
P5							
P6							
P7							
Promedio							384
ESCALERA 3							
P1	0	0	1	0	3	4	279
P2	0	0	5	1	1	1	70
Promedio							175
BAÑO 3 (2° PISO)							
P1	0	4	2	0	0	6	419
P2	0	2	0	0	0	2	140
Promedio							279
DEPOSITO							
P1	0	2	2	0	1	5	349
							349
PASILLO 2							
P1	0	6	4	1	0	11	768
P2	0	7	6	2	0	15	1047
P2	0	1	6	0	0	7	489
Promedio							768
COMEDOR							
P1	0	2	1	1	0	4	279
P2	0	2	0	0	0	2	140
P3	0	1	0	0	0	1	70
P4	0	3	0	0	0	3	209
P5	0	0	1	0	0	1	70
Promedio							154
COCINA							
P1	0	1	1	0	0	2	140
P2	0	5	3	0	0	8	558
P3	0	2	3	1	2	8	558
P4	0	3	*	*	*	3	209
Promedio							366
AREA RECREO							
P1	0	0	1	2	1	4	279
P2	0	1	0	1	0	2	140
P3	0	4	*	*	*	4	279
P4	0	0	4	0	0	4	279
P5	0	0	2	2	0	4	279
Promedio							251
ESCALERA 2							
P1	0	1	1	1	0	3	209
P2	0	2	0	0	0	2	140
Promedio							175
PATIO TRASERO							
P1	0	4	1	2	0	7	489
P2	0	4	5	0	2	11	768
Promedio							628
OFICINAS							
P1	0	0	2	0	0	2	140
P2	0	0	1	0	1	2	140
Promedio							140
AREA EXTERNA							
P1	0	2	4	1	1	8	558
							558

* Placa invadida

Tabla A.18 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE BACTERIAS EN AGAR NUTRITIVO

MUESTREO: 2
 FECHA: 29/01/2002
 COLEGIO: Instituto 3

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
PRE ESCOLAR 1 Y 2				
P1	125	165	290	20243
P2	>400		400	27921
P3	29	55	84	5863
P4	38	52	90	6282
P5	>400		400	27921
P6	27	45	72	5026
P7	>400		400	27921
Promedio				17311
MATERNAL				
P1	26	60	86	6003
P2	>500		500	34901
P3	29	212	241	16822
P4	40	125	165	11517
P5	40	62	102	7120
P6	>400		400	27921
P7	>400		400	27921
Promedio				18887
BAÑO 1				
P1	>400			>400
P2	>400			>400
Promedio				>800
BAÑO 2				
P1	21	25	46	3211
P2	26	220	246	17171
Promedio				10191
PASILLO 1				
P1	28	44	72	5026
P2	35	115	150	10470
Promedio				7748
SALA DE COMPUTACION				
P1	30	55	85	5933
P2	10	400	410	28619
P3	42	70	112	7818
P4	28	100	128	8935
P5	15	64	79	5514
Promedio				11364
TAREAS DIRIGIDAS				
P1	25	255	280	19545
P2	22	160	182	12704
P3	35	92	127	8865
P4	24	36	60	4188
P5	18	50	68	4747
Promedio				10010
PRE ESCOLAR 3				
P1	26	40	66	4607
P2	45	120	165	11517
Promedio				8062
PRE ESCOLAR 3				
P1	59	120	179	12495
P2	>300		300	20941
P3	30	100	130	9074
P4	39	150	189	13193
P5	21	65	86	6003
P6	40	64	104	7259
P7	22	150	172	12006
Promedio				11567

Tabla A.18 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE BACTERIAS EN AGAR NUTRITIVO (cont.)

MUESTREO: 2
 FECHA: 29/01/2002
 COLEGIO: Instituto 3

LUGAR DE MUESTREO	24 h	48 h	UFC/PLACA	UFC/m ³
Promedio	UFC/PLACA	UFC/PLACA	TOTAL	TOTAL
SALON VACIO				
P1	23	35	58	4049
P2	16	33	49	3420
P3	NM	NM	NM	NM
P4	NM	NM	NM	NM
P5	NM	NM	NM	NM
P6	NM	NM	NM	NM
P7	NM	NM	NM	NM
Promedio				3734
ESCALERA 3				
P1	38	200	238	16613
P2	19	110	129	9005
Promedio				12809
BAÑO 3 (2° PISO)				
P1	50	48	98	6841
P2	62	54	116	8097
Promedio				7469
DEPOSITO				
P1	40	50	90	6282
Promedio				6282
PASILLO 2				
P1	53	39	92	6422
P2	48	45	93	6492
P2	60	42	102	7120
Promedio				6678
COMEDOR				
P1	29	38	67	4677
P2	63	40	103	7190
P3	27	84	111	7748
P4	28	115	143	9982
P5	>400		400	27921
Promedio				11503
COCINA				
P1	12	42	54	3769
P2	50	40	90	6282
P3	18	23	41	2862
P4	>400		400	27921
Promedio				10209
AREA RECREO				
P1	NM	NM	NM	NM
P2	37	80	117	8167
P3	7	7	14	977
P4	65	37	102	7120
P5	>400		400	27921
Promedio				11046
ESCALERA 2				
P1	10	70	80	5584
P2	24	68	92	6422
Promedio				6003
PATIO TRASERO				
P1	22	36	58	4049
P2	27	30	57	3979
Promedio				4014
OFICINAS				
P1	>400		400	27921
P2	>400		400	27921
Promedio				27921
AREA EXTERNA				
P1	17	35	52	3630
				3630

NM = No Medido

Tabla A.19 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE HONGOS EN AGAR SABOUROUD

MUESTREO: 3
 FECHA: 05/02/2002
 COLEGIO: Instituto 3

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	72 h UFC/PLACA	96 h UFC/PLACA	120 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
PRE ESCOLAR 1 Y 2							
P1	0	3	0	0	0	3	209
P2	0	1	0	1	0	2	140
P3	0	1	0	0	0	1	70
P4	0	2	1	0	2	5	340
P5	0	0	0	0	0	1	70
P6	0	1	0	0	0	1	70
P7	0	2	0	0	0	2	140
Promedio							117
MATERNAL							
P1	0	2	1	1	1	5	349
P2	0	2	1	0	0	3	209
P3	0	0	1	0	0	1	70
P4	0	1	0	1	0	2	140
P5	0	1	0	0	4	5	349
P6	0	1	0	0	1	2	140
P7	0	0	0	2	1	3	209
Promedio							209
BAÑO 1							
P1	0	0	1	0	0	1	70
P2	0	0	2	0	0	2	140
Promedio							105
BAÑO 2							
P1	0	4	2	1	1	8	558
P2	0	1	*	*	*	1	70
Promedio							314
PASILLO 1							
P1	0	1	1	0	0	2	140
P2	0	2	0	0	0	2	140
Promedio							140
SALA DE COMPUTACION							
P1	0	0	0	1	0	1	70
P2	0	2	1	0	0	3	209
P3	0	1	*	*	*	1	70
P4	0	1	*	*	*	1	70
P5	0	1	*	*	*	1	70
Promedio							98
TAREAS DIRIGIDAS							
P1	0	5	*	*	*	5	349
P2	0	2	*	*	*	2	140
P3	0	1	*	*	*	1	70
P4	0	3	2	1	0	6	419
P5	0	1	*	*	*	1	70
Promedio							209
ESCALERA 1							
P1	0	1	0	4	0	5	349
P2	0	6	3	0	0	9	628
Promedio							489
PRE ESCOLAR 3							
P1	0	1	5	1	3	10	698
P2	0	3	3	2	3	11	768
P3	0	5	4	2	0	11	768
P4	0	4	2	0	1	7	489
P5	0	0	1	1	4	6	419
P6	0	5	0	2	0	7	489
P7	0	1	0	0	2	3	209
Promedio							548

* Placa invadida

Valor en rojo: Valor invalidado, aplicando el criterio de Bauer, 1974

Tabla A.19 RESULTADOS OBTENIDOS POR EL METODO DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE HONGOS EN AGAR SABOUROUD (cont.)

MUESTREO: 3
 FECHA: 05/02/2002
 COLEGIO: Instituto 3

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	72 h UFC/PLACA	96 h UFC/PLACA	120 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
SALON VACIO							
P1	0	3	16	0	0	19	1326
P2	0	2	2	4	3	11	768
Promedio							1047
ESCALERA 3							
P1	0	3	4	0	2	9	628
P2	0	1	1	2	1	5	349
Promedio							489
BAÑO 3 (2° PISO)							
P1	0	2	1	1	5	9	628
P2	0	0	1	2	2	5	349
Promedio							489
DEPOSITO							
P1	1	7	2	1	0	11	768
							768
PASILLO 2							
P1	0	2	4	1	0	7	489
P2	0	3	1	5	0	9	628
P2	0	6	3	2	3	14	977
Promedio							698
COMEDOR							
P1	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	5	1	0	0	6	419
P3	0	6	1	0	0	7	489
P4	0	3	1	0	2	6	419
P5	0	15	2	0	0	17	1187
Promedio							503
COCINA							
P1	0	2	3	1	0	6	419
P2	0	6	3	3	0	12	838
P3	0	24	1	2	0	27	1885
P4	0	16	*	*	*	16	1117
Promedio							1064
AREA RECREO							
P1	0	0	0	0	1	1	70
P2	0	0	1	0	1	2	140
P3	0	2	0	0	1	3	209
P4	0	0	2	0	2	4	279
P5	0	0	1	0	4	5	349
Promedio							209
ESCALERA 2							
P1	0	0	1	3	1	5	349
P2	0	1	1	1	2	5	349
Promedio							349
PATIO TRASERO							
P1	0	0	1	1	2	4	279
P2	0	0	3	2	0	5	349
Promedio							314
OFICINAS							
P1	0	1	3	1	0	5	349
P2	0	1	2	1	0	4	279
Promedio							314
AREA EXTERNA							
P1	0	2	0	0	0	2	140
							140

*Placa invadida

Tabla A.20 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA TÉCNICA DE SEDIMENTACION/CAPTACION DE BACTERIAS EN AGAR NUTRITIVO
MUESTREO: 3
FECHA: 05/02/2002
COLEGIO: Instituto 3

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
PRE ESCOLAR 1 Y 2				
P1	1	3	4	279
P2	0	5	5	349
P3	0	7	7	489
P4	2	2	4	279
P5	1	7	8	558
P6	1	21	22	1536
P7	4	11	15	1047
MATERNAL				
P1	0	82	82	5724
P2	1	110	111	7748
P3	2	27	29	2024
P4	0	3	3	209
P5	2	8	10	698
P6	0	5	5	349
P7	1	7	8	558
BAÑO 1				
P1	0	21	21	1466
P2	2	31	33	2303
BAÑO 2				
P1	2	9	11	768
P2	5	1	6	419
PASILLO 1				
P1	0	8	8	558
P2	18	5	23	1605
SALA DE COMPUTACION				
P1	0	8	8	558
P2	1	2	3	209
P3	1	9	10	698
P4	0	5	5	349
P5	0	43	43	3002
TAREAS DIRIGIDAS				
P1	3	51	54	3769
P2	0	54	54	3769
P3	4	3	7	489
P4	1	72	73	5096
P5	2	25	27	1885
ESCALERA 1				
P1	NM	NM	NM	NM
P2	NM	NM	NM	NM
PRE ESCOLAR 3				
P1	6	46	52	3630
P2	5	73	78	5445
P3	2	69	71	4956
P4	2	24	26	1815
P5	4	67	71	4956
P6	3	10	13	907
P7	1	13	14	977
3241				

NM : No Medido

Valor rojo: Valor invalidado, aplicando el criterio de Bauer, 1974

MUESTREO: 3
 FECHA: 05/02/2002
 COLEGIO: Instituto 3

LUGAR DE MUESTREO	24 h UFC/PLACA	48 h UFC/PLACA	UFC/PLACA TOTAL	UFC/m ³ TOTAL
SALON VACIO				
P1	NM	NM	NM	NM
P2	NM	NM	NM	NM
P3	NM	NM	NM	NM
P4	NM	NM	NM	NM
P5	NM	NM	NM	NM
P6	NM	NM	NM	NM
P7	NM	NM	NM	NM
ESCALERA 3				
P1	0	13	13	907
P2	1	12	13	907
				907
BAÑO 3 (2° PISO)				
P1	1	20	21	1466
P2	1	12	13	907
				1187
DEPOSITO				
P1	0	7	7	489
				489
PASILLO 2				
P1	0	17	17	1187
P2	3	78	81	5654
P2	2	57	59	29
				2290
COMEDOR				
P1	2	21	23	1605
P2	2	15	17	1187
P3	3	7	10	698
P4	5	9	14	977
P5	3	18	21	1466
				1187
COCINA				
P1	6	4	10	698
P2	14	12	26	1815
P3	1	16	17	1187
P4	1	16	17	1187
				1222
AREA RECREO				
P1	0	3	3	209
P2	0	3	3	209
P3	2	8	10	698
P4	2	5	7	489
P5	2	5	7	489
				419
ESCALERA 2				
P1	16	130	146	10191
P2	36	12	48	3351
				6771
PATIO TRASERO				
P1	0	5	5	349
P2	0	2	2	140
				244
OFICINAS				
P1	1	4	5	349
P2	0	4	4	279
				314
AREA EXTERNA				
P1	1	11	12	297
				838
				838

NM : No Medido

Tabla A.21 DATOS DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA/Instituto 3

MUESTREO: 1
FECHA: 03/12/2001

LUGAR DE MUESTREO	Ts	Th	HR (%)
TAREAS DIRIGIDAS	25,1	21,9	78
MATERNAL	23,1	20,4	80
PREESC. 1 Y 2	24,3	21,0	74
BAÑO 2	25,5	23,5	84
PASILLO 2	23,0	20,3	80
PREESC. 3	24,2	21,0	77
COMEDOR	24,0	21,4	80
COCINA	25,0	21,0	72
AREA RECREO (INT)	24,1	21,2	79
AREA EXTERNA	25,0	22,0	80
PATIO TRASERO	23,7	21,0	78

MUESTREO: 2
FECHA: 29/01/2002

LUGAR DE MUESTREO	Ts	Th	HR (%)
TAREAS DIRIGIDAS	24,1	21,9	83
MATERNAL	24,2	21,2	77
PREESC. 1 Y 2	24,2	21	75
BAÑO 2	24	21,5	80
PASILLO 2	22,9	20,1	78
PREESC. 3	23,1	20,3	80
COMEDOR	24,1	20,9	77
COCINA	25	21	70
AREA RECREO (INT)	24,2	21,5	78
AREA EXTERNA	23,5	21,3	81
PATIO TRASERO	23,7	21	78

MUESTREO: 3
FECHA: 05/02/2002

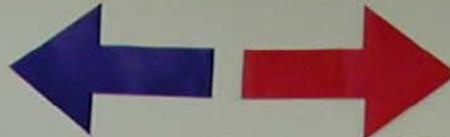
LUGAR DE MUESTREO	Ts	Th	HR (%)
TAREAS DIRIGIDAS	23,5	20,8	76
MATERNAL	24,2	21,4	76
PREESC. 1 Y 2	23,8	21,3	78
BAÑO 2	23,4	21,2	87
PASILLO 2	22	20	83
PREESC. 3	22,7	20,6	83
COMEDOR	23,5	21,1	81
COCINA	24,3	21,5	75
AREA RECREO (INT)	23,8	21,6	76
AREA EXTERNA	23,8	21,4	80
SALA COMPUTAC.	23,5	21	79
PASILLO 1	23,5	20,8	76
PATIO TRASERO	24	21,2	77
SALON VACIO	22,2	20	84

Ts = Temperatura bulbo seco
Th = Temperatura bulbo húmedo

ENTRADA HACIA AREA DE PREESCOLAR – Instituto 1



NIVEL 3A – Instituto 1



NIVEL 3B – Instituto 1



PREPARATORIO- Instituto 2



KINDER – Instituto 2



AREA DE RECREO Y COMEDOR - Instituto 2



VISTA DESDE EL AREA DE RECREO – Instituto 2



SALÓN DE PREESCOLAR 1 Y 2 – Instituto 3



SALÓN DE PREESCOLAR 3 – Instituto 3



SALÓN DE PREESCOLAR 3 – Instituto 3



SALÓN DE MATERNAL - Instituto 3





CULTIVO DE HONGOS EN PLACAS DE PETRI – Instituto 1



CULTIVO DE HONGOS EN PLACAS DE PETRI – Instituto 1



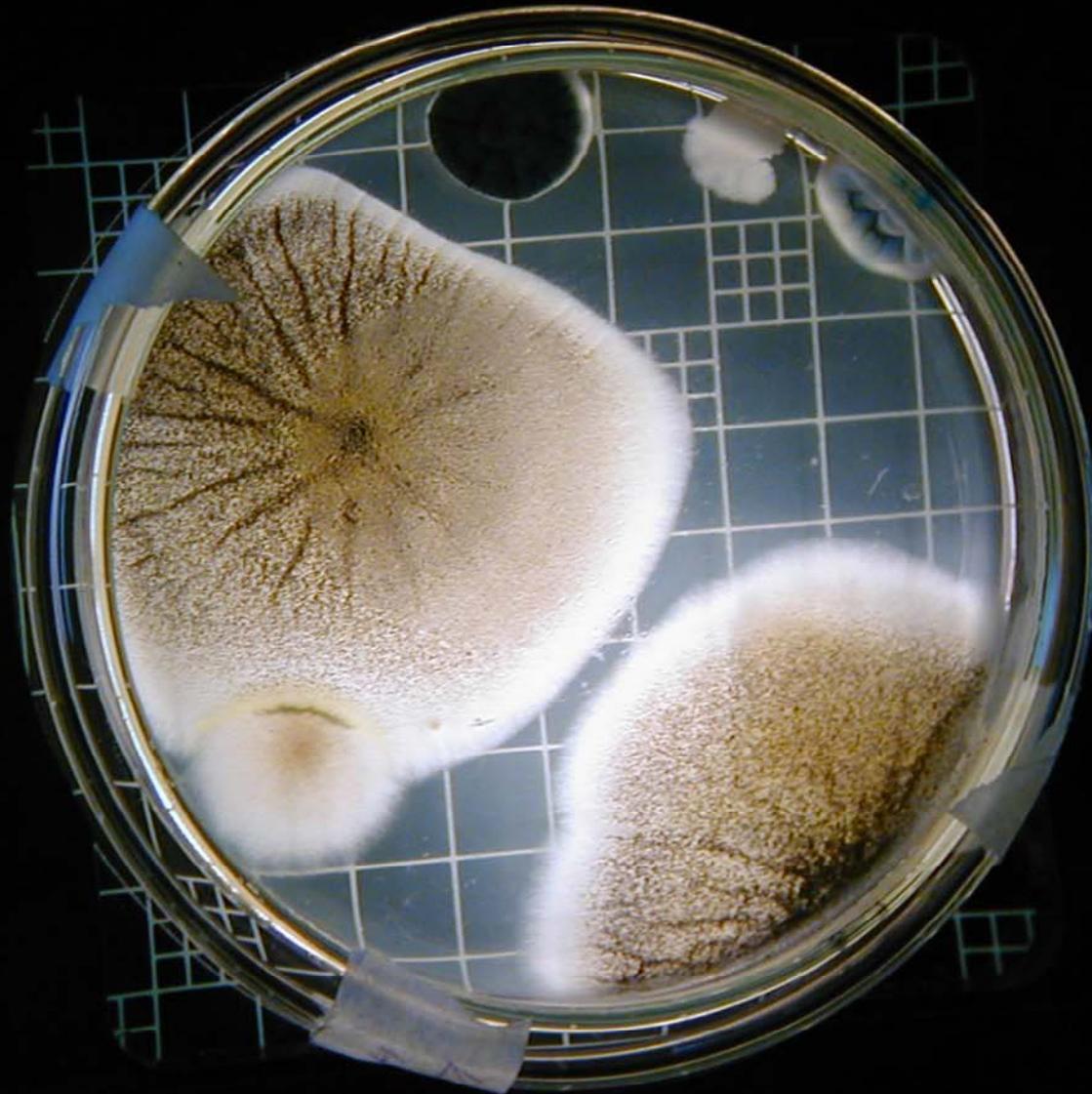
CULTIVO DE HONGOS CAPTADOS CON EL EQUIPO MUESTREADOR HIAIR – Instituto 1 (NIVELES 1A Y 2A)



CULTIVO DE HONGOS CAPTADOS CON EL EQUIPO MUESTREADOR HIAIR- Instituto 1 (NIVELES 1A Y 2A)

CULTIVO DE HONGOS EN PLACAS DE PETRI

Instituto 2



CULTIVO DE HONGOS EN PLACAS DE PETRI

Instituto 2



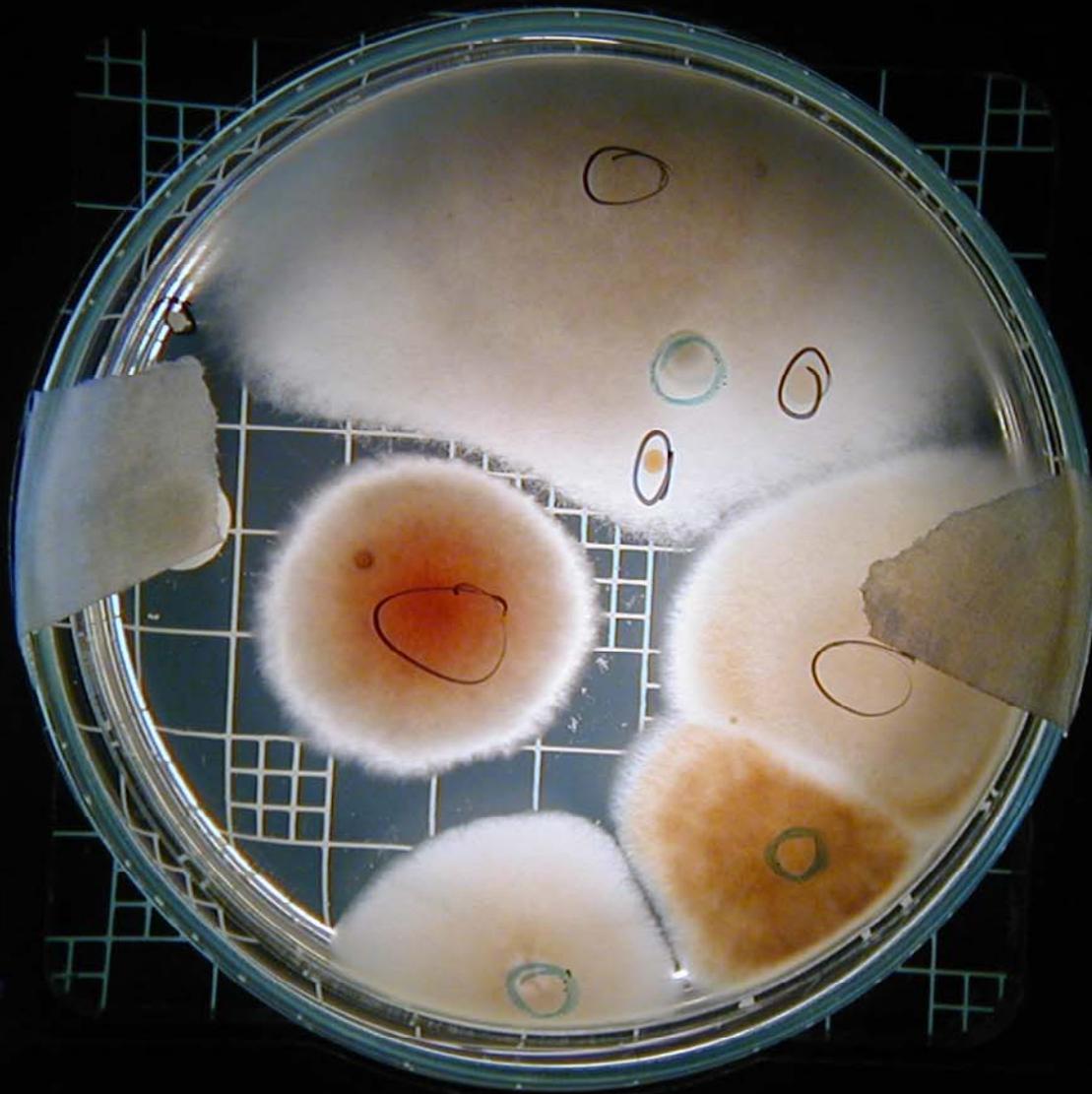
CULTIVO DE HONGOS EN PLACAS DE PETRI

Instituto 2



CULTIVO DE HONGOS EN PLACAS DE PETRI

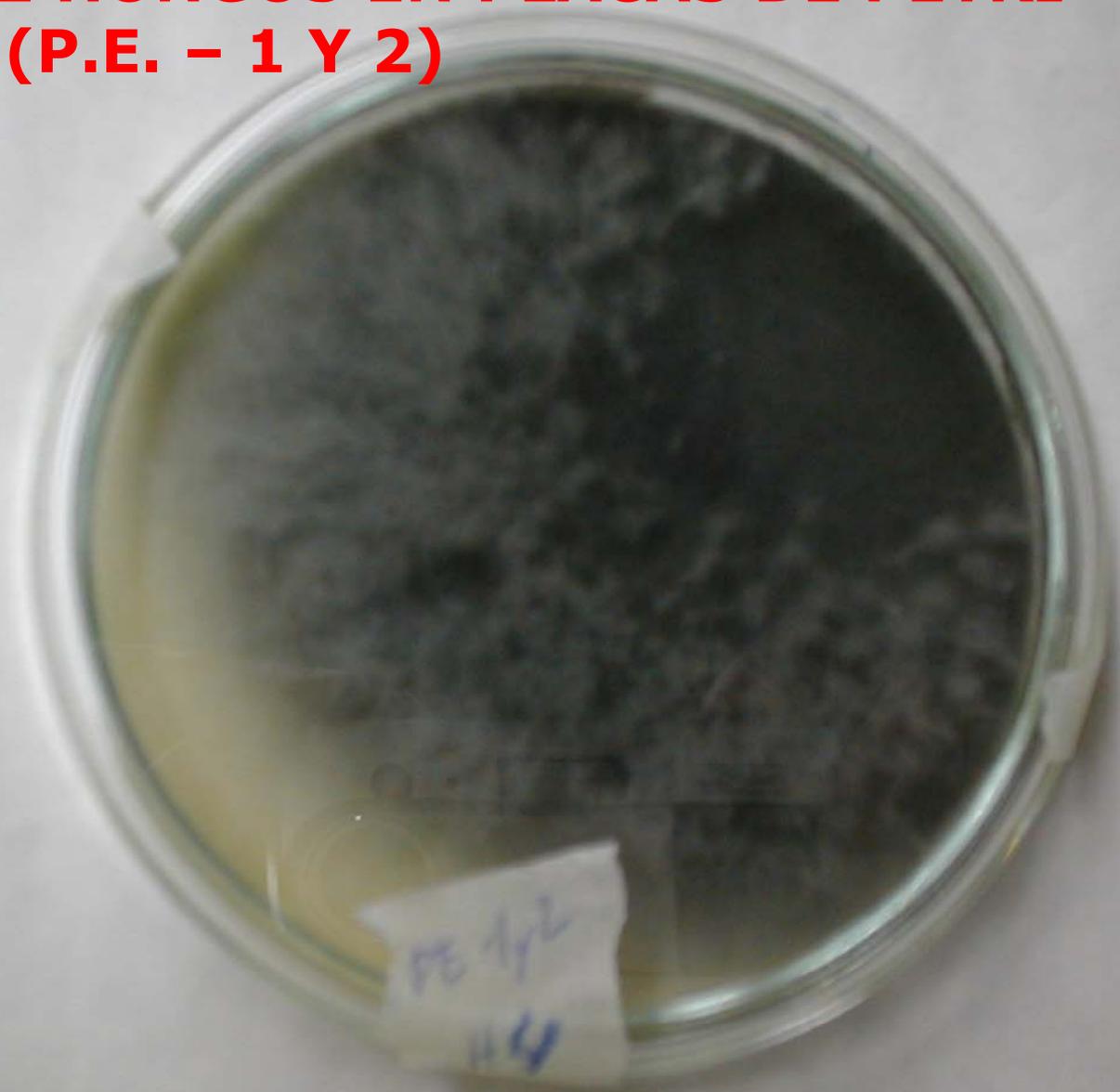
Instituto 2



**CULTIVO DE HONGOS EN PLACAS DE PETRI –
Instituto 3 (PASILLO)**



**CULTIVO DE HONGOS EN PLACAS DE PETRI –
Instituto 3 (P.E. – 1 Y 2)**



**CULTIVO DE HONGOS EN PLACAS DE PETRI –
Instituto 3 (ESCALERA ALFOMBRADA)**



- **Cálculo tipo de Concentración de Unidades Formadoras por metro cúbico de aire (UFC/m³) (Fórmula de Parker Reist)**

$$P = \text{UFC}/(\pi \cdot D^2/4) \cdot t \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

P = Partículas captadas (UFC/cm²/s)

D = Diámetro de la placa (cm) = 10 cm

t = Tiempo de exposición de la placa (s) = 10 min = 600 s

$$C = P/v_f \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

C = Concentración (UFC/m³)

v_f = Velocidad final de la partícula (0.304 cm/s) para partículas de $\phi = 10 \mu\text{m}$

$$P = 13 \text{ UFC}/(\pi \cdot (10\text{cm})^2/4) \cdot 600 \text{ s} = 2.7 \times 10^{-4} \text{ UFC}/\text{cm}^2/\text{s}$$

$$C = 2.7 \times 10^{-4} \text{ UFC}/\text{cm}^2/\text{s}/0.304 \text{ cm}/\text{s} = 0.000907 \text{ UFC}/\text{cm}^3$$

$$\mathbf{C = 907 \text{ UFC}/\text{m}^3}$$

- **Cálculo tipo de Concentración de Unidades Formadoras por metro cúbico de aire (UFC/m³) (Utilizando el equipo HIAIR)**

$$\mathbf{C = N * 25/t} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

C = Concentración de colonias (UFC/m³)

N = Número de colonias presente en la tira

t = Tiempo de muestreo (minutos)

25 = Factor de conversión de unidades

$C = (109 \text{ UFC} / 9 \text{ min}) * 25$

$C = 303 \text{ UFC/m}^3$