



**Caracterización microbiológica del material
particulado intramural y del agua de consumo
en jardines de la Secretaría de Integración
Social en la Localidad de Usme**

**Harold Eduardo Lara Rodríguez
Vanessa Jineth Torres Alfonso**

**Universidad Santo Tomás
Facultad de Ingeniería Ambiental,
Bogotá, Colombia
2015**

Caracterización microbiológica del material particulado intramural y del agua de consumo en jardines de la Secretaría de Integración Social en la Localidad de Usme

**Harold Eduardo Lara Rodríguez
Vanessa Jineth Torres Alfonso**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Ambiental

Director:

Ingeniero Ambiental y Sanitario y Mc Toxicología Ambiental Johan Alexander Álvarez Berrio

Codirectora:

Ingeniera Agrónoma y Mc Estadística Claudia Fernanda Navarrete

Universidad Santo Tomas
Facultad de Ingeniería Ambiental,
Bogotá, Colombia

2015

Dedicado a nuestros padres y hermanos por su apoyo y confianza, por acompañarnos durante este trayecto, por aconsejarnos y velar por nosotros para que llegemos a convertirnos en profesionales.

Agradecimientos

Gracias a Dios por darnos la oportunidad de conocernos y cumplir nuestros sueños, a nuestros padres por su paciencia y esfuerzo para que cumpliéramos esta meta, a nuestros profesores por compartir con nosotros su conocimiento.

Resumen

La alta prevalencia de enfermedades respiratorias y enfermedades transmitidas por consumo de agua en niños de 0 a 5 años en la localidad de Usme, posiblemente relacionadas con las emisiones atmosféricas provenientes de las principales Avenidas, donde las fuentes primordiales son el flujo de vehículos y las emisiones procedentes del Parque Minero Industrial, son factores de riesgo lesivos para la salud. Se puede mencionar que el material particulado proveniente de dichos lugares es un medio de transporte para microorganismos patógenos y oportunistas, contribuyendo al aumento de enfermedades respiratorias en la localidad. A demás, afectaciones a la salud relacionadas con la contaminación hídrica ya que gran parte de la localidad es abastecida de agua potable por acueductos comunitarios, lo que da lugar a afectaciones como la enfermedad diarreica aguda – EDA, desarrolladas comúnmente en instituciones cerradas como: círculos infantiles, escuelas y unidades militares.

Por esta razón se realizó una caracterización microbiológica del aire intramural y agua de consumo empleando el método de recolección de muestras de aire por succión con el equipo MAS 100-ECO y el método de muestreo manual de calidad del agua de consumo con el objetivo de determinar y correlacionar los principales microorganismos patógenos existentes en los ambientes intramurales y en el agua de consumo presentes en cinco jardines infantiles de la Secretaria Distrital de Integración Social de la localidad de Usme, y con esto determinar el factor de riesgo por la presencia de los microorganismos en estos jardines.

Las bacterias más frecuentes en el aire intramural durante el periodo de muestreo en los cinco jardines de estudio fueron: *Pseudomonas spp* con 1468 UFC/m³, *Serratia spp* con 1436 UFC/m³ y *Staphylococcus aureus* con 947 UFC/m³, mientras que los hongos más frecuentes identificados fueron: *Aspergillus fumigatus* con 687 UFC/m³ y *Aspergillus niger* con 348 UFC/m³. En el agua de consumo se observó baja frecuencia de *Enterobacteriaceae* con 198 UFC/m³ y *Coliformes totales* con 142 UFC/m³.

Palabras clave: Patógenos oportunistas, IRA, EDA, Jardines infantiles

Abstract

The high prevalence of respiratory-borne and water consumption in children of 0-5 years in Usme diseases possibly related to air emissions from major avenues, where the primary sources are the flow of vehicles and emissions diseases from the Industrial Mining Park, are risk factors harmful to health. It may be mentioned that the particulate material from such sites as a means of transport for pathogens and opportunistic microorganisms, contributing to increased respiratory disease in the town. In others, damages to health related to water pollution and much of the town is supplied with water by community water systems, leading to threats such as acute diarrheal disease - EDA, commonly developed in closed institutions such as circles children, schools and military units.

For this reason characterization microbiological indoor air and drinking water using the method of collecting samples of air suction equipment MAS 100-ECO and manual sampling of drinking water quality in order to determine held and correlating the main pathogens in intramural existing environments and drinking water present in five kindergartens of the District Department of Social Integration of Usme, and thereby determine the risk factor for the presence of microorganisms in these gardens.

The most frequent in the indoor air during the sampling period in the five gardens of study bacteria were *Pseudomonas spp* with 1468 CFU/m³, *Serratia spp* with 1436 CFU/m³ and *Staphylococcus aureus* 947 CFU/m³, while fungi more Frequently identified were: *Aspergillus fumigatus* with 687 CFU/m³ and *Aspergillus niger* 348 CFU/m³. In drinking water *Enterobacteriaceae* low frequency was observed with 198 CFU/m³ and *Total Coliforms* 142 CFU/m³.

Keywords: Opportunistic pathogens, IRA, EDA, kindergartens.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Abstract	X
Introducción	19
Objetivos	21
Objetivo General.....	21
Objetivos Específicos.....	21
1. Marco de Referencia	22
1.1 Marco Teórico	22
1.1.1 Localidad de Usme	22
1.1.1.1 Zonas de riesgo ambiental	22
1.1.2 Contaminación ambiental	23
1.1.3 Contaminación del aire interior	25
1.1.4 Contaminación del agua potable.....	30
1.2 Marco Conceptual	35
1.3 Marco Legal	39
2. Metodología	41
2.1 Selección del número de jardines representativos de la SDIS.....	43
2.2 Elaboración de medios de cultivo para muestreo de aire y agua	46
2.3 Determinación del número de muestras representativas	46
2.4 Muestreo microbiológico de aire intramural	50
2.5 Muestreo físico, químico y microbiológico de agua de grifos	51
2.6 Recolección de información secundaria relacionada con el ausentismo de los niños al jardín por IRA y/o EDA	52
2.7 Identificación de colonias	54
2.7.1 Recuento de Unidades Formadoras de Colonias.....	54
2.7.2 Aislamiento de colonias	55
2.7.3 Identificación de hongos y bacterias	55
2.8 Correlación de datos	56
2.9 Factor de riesgo	56
3. Resultados y Análisis	57
3.1 Jardín Infantil Secretaria Distrital de Integración Social Tenerife	57
3.1.1 Resultados de muestreos de aire intramural	57
3.1.2 Análisis de resultados aire intramural	58
3.1.3 Resultados de muestreo de agua de consumo	58
3.1.4 Análisis de resultados agua de consumo	59
3.2 Jardín Infantil Acunar Cofinanciado Nido de Amor	59
3.2.1 Resultados de muestreo de aire intramural.....	59
3.2.2 Análisis de resultados de aire intramural.....	60
3.2.3 Resultados de muestreo de agua de consumo	60
3.2.4 Análisis de resultados de agua de consumo	61
3.3 Jardín Infantil Casas Vecinales Gran Yomasa.....	62

3.3.1	Resultados de muestreos de aire intramural	62
3.3.2	Análisis de resultados de aire intramural	63
3.3.3	Resultados de muestreo de agua de consumo.....	63
3.3.4	Análisis de resultados de agua de consumo.....	64
3.4	Jardín Infantil Secretaria Distrital de Integración Social Tejares.....	64
3.4.1	Resultados de muestro de aire intramural	64
3.4.2	Análisis de resultados de aire intramural	65
3.4.3	Resultados de muestreo de agua de consumo.....	65
3.4.4	Análisis de resultados de agua de consumo.....	66
3.5	Jardín Infantil Secretaria Distrital de Integración Social Acunar Gran Yomasa..	66
3.5.1	Resultados de muestro de aire intramural	66
3.5.2	Análisis de resultados de aire intramural	67
3.5.3	Resultados de muestreo de agua de consumo.....	67
3.5.4	Análisis de resultados de agua de consumo.....	68
3.6	Frecuencia de microorganismos encontrados.....	68
4.	Análisis Estadístico	83
4.1	Correlación de datos.....	83
4.2	Cálculo de probabilidades en distribuciones t-Student	86
4.3	Análisis de Varianza	88
5.	Factor de riesgo.....	93
6.	Conclusiones y recomendaciones	99
6.1	Conclusiones	99
6.2	Recomendaciones	102

Anexos

A. Anexo: Protocolo preparación de medios	103
B. Anexo: Protocolo autoclave	108
C. Anexo: Protocolo de incubación.....	110
D. Anexo: Protocolo Microbiological Air Sampler - MAS100 ECO.....	111
E. Anexo: Protocolo toma de muestras aire intramural	114
F. Anexo: Protocolo análisis físico y químico de agua de consumo.....	115
G. Anexo: Protocolo análisis microbiológico de agua mediante filtración	116
H. Anexo: Protocolo vestimenta de protección personal	118
I. Anexo: Protocolo contador de colonias.....	119
J. Anexo: Identificación de hongos comunes del aire	120
K. Anexo: Formato conteo colonias de JI SDIS Tenerife – Aire Intramural	123
L. Anexo: Formato conteo colonias de JI SDIS Tenerife – Agua de Consumo	125
M. Anexo: Formato conteo colonias de JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor – Aire Intramural.....	126
N. Anexo: Formato conteo colonias de JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor – Agua de Consumo.....	128
O. Anexo: Formato conteo colonias JI Casa Vecinales Gran Yomasa – Aire Intramural	129
P. Anexo: Formato conteo colonias de JI Casa Vecinales Gran Yomasa – Agua de Consumo.....	132
Q. Anexo: Formato conteo de colonias JI SDIS Tejares – Aire Intramural	133
R. Anexo. Formato conteo colonias de bacterias JI SDIS Tejares – Agua de Consumo.....	136
S. Anexo: Formato de conteo de colonias JI SDIS Acunar Gran Yomasa – Aire Intramural	137
T. Anexo. Formato conteo colonias de bacterias JI SDIS Acunar Gran Yomasa – Agua de Consumo.....	140
U. Anexo: Recuento de Unidades Formadoras de Colonia – Aire Intramural...	141
V. Anexo: Tabla de Feller – MAS 100 ECO	145
W. Anexo: Registro fotográfico de las especies con mayor número de repeticiones.....	147

Lista de Ilustraciones

	Pág.
Ilustración 2-1. Flujograma metodología	42
Ilustración 2-2. Mapa Jardines de la SDIS de la localidad de Usme.....	44
Ilustración 3-1. Muestreos aire intramural JI SDIS Tenerife.....	57
Ilustración 3-2. Muestreos agua de consumo JI SDIS Tenerife	58
Ilustración 3-3. Muestreos de aire intramural JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor	60
Ilustración 3-4. Muestreo de agua de consumo JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor...	61
Ilustración 3-5. Muestreo agua de consumo JI CV Gran Yomasa	62
Ilustración 3-6. Muestreo agua de consumo JI CV Gran Yomasa	63
Ilustración 3-7. Muestreo agua de consumo JI SDIS Tejares	64
Ilustración 3-8. Muestreo aire intramural JI SDIS Acunar Gran Yomasa	66
Ilustración 3-9. Muestreo agua de consumo JI SDIS Acunar Gran Yomasa.....	67

Lista de Ecuaciones

	Pág.
Ecuación 2-1.Unidad formadora de colonia (UFC)	54
Ecuación 5-1. Evaluación de exposición a bioaerosoles patógenos.....	96
Ecuación 5-2. Evaluación de la exposición a bioaerosoles patógenos	97

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1. Clasificación de contaminantes en el aire interior	26
Tabla 1-2. Composición de bioaresoles.....	27
Tabla 1-3. Características Físicas del agua para consumo	30
Tabla 1-4. Características químicas del agua para consumo que tienen implicaciones sobre la salud humana	31
Tabla 1-5. Características microbiológicas del agua para consumo	31
Tabla 1-6. Enfermedades de transmisión por agua para consumo	33
Tabla 2-1. Jardines SDIS a muestrear.....	44
Tabla 2-2. Número mínimo de puntos de muestreo dependiendo del área de sala limpia según ISO 14644-1	47
Tabla 2-3. Número de muestras a tomar de aire interior y agua de consumo en los Jardines de SDIS	48
Tabla 2-4. Ausentismo estudiantes JI SDIS Tenerife.....	52
Tabla 2-5. Ausentismo estudiantes Acunar Cofinanciado Nido de Amor	52
Tabla 2-6. Ausentismo estudiantes JI CV Gran Yomasa	53
Tabla 2-7. Ausentismo estudiantes JI SDIS Tejares	53
Tabla 2-8. Ausentismo estudiantes JI SDIS Acunar Gran Yomasa.....	54
Tabla 3-1. Resultados analisis fisico-quimico del agua de consumo JI SDIS Tenerife....	59
Tabla 3-2. Resultados analisis fisico-quimico del agua de consumo JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor.....	61
Tabla 3-3. Resultados analisis fisico-quimico del agua de consumo JI CV Gran Yomasa	63
Tabla 3-4. Resultados analisis fisico-quimico del agua de consumo JI SDIS Tejares	65
Tabla 3-5. Resultados analisis fisico-quimico del agua de consumo JI SDIS Acunar Gran Yomasa.....	68
Tabla 4-1. Correlación UFC jornada de la mañana asociado a ausentismo por IRA.....	84
Tabla 4-2. Correlación UFC jornada de la tarde asociado a ausentismo por IRA	84
Tabla 4-3. Correlación UFC jornada de la mañana asociado a ausentismo por síntomas de EDA.....	85
Tabla 4-4. Correlación UFC jornada de la tarde asociado a ausentismo por síntomas de EDA.....	85
Tabla 4-5. Cálculo de probabilidades en distribuciones t-Student para UFC de bacterias relacionadas con IRA	86
Tabla 4-6. Cálculo de probabilidades en distribuciones t-Student para UFC de hongos relacionados con IRA	87
Tabla 4-7. Cálculo de probabilidades en distribuciones t-Student para UFC de bacterias relacionadas con EDA.....	87

Tabla 4-8. Cálculo de probabilidades en distribuciones t-Student para UFC de hongos relacionados con EDA.....	88
Tabla 4-9. ANOVA UFC de bacterias relacionadas con IRA en JI SDIS Localidad de Usme jornada de la mañana	89
Tabla 4-10. ANOVA UFC de bacterias relacionadas con IRA en JI SDIS Localidad de Usme jornada de la tarde.....	90
Tabla 4-11. ANOVA UFC de hongos relacionados con IRA en JI SDIS Localidad de Usme jornada de la mañana	91
Tabla 4-12. ANOVA UFC de hongos relacionadas con IRA en JI SDIS Localidad de Usme jornada de la tarde	92
Tabla 5-1. Frecuencia de microorganismos que representan riesgo biológico en JI SDIS de la Localidad de Usme.....	94
Tabla 5-2. Modelo de evaluación de riesgos para la salud derivados de agentes patógenos.....	95
Tabla 5-3. Evaluación de la exposición a bioaerosoles patógenos.....	96
Tabla 5-4. Evaluación de la exposición a microbios patógenos.....	97

Introducción

La calidad del aire y del agua es una temática que está estrechamente relacionada con la calidad de vida, esto gracias a que gran parte de las afecciones a la salud que se presentan en la población se deben a la contaminación atmosférica e hídrica de la región en la que se habita o el área de trabajo de los afectados, esto a su vez aumenta los índices de morbilidad y mortalidad presentando un considerable valor en los niños menores a 5 años y/o adultos mayores.

La identificación microbiológica del material particulado presente en el aire y en el agua para consumo humano, es importante ya que permite establecer una guía de estudio de los posibles agentes contaminantes y/o vectores que se reflejan en los problemas respiratorios y digestivos, para mitigar la producción o dispersión de estos en el aire y el agua, uno de los asuntos de mayor cuidado en el manejo del tema es la incidencia de estos microorganismos en los jardines o lugares donde los infantes menores a 5 años pasan la mayor parte del tiempo, esto se entiende debido a que son la población con un mayor grado de vulnerabilidad a ser afectados por dichas infecciones o enfermedades respiratorias.

La localidad de Usme es una de las que presenta un considerable problema con respecto a la contaminación atmosférica basados en que en esta se ubican la mayor parte de ladrilleras que se registran en la ciudad de Bogotá y gran parte de las canteras de extracción, adicional a esto es importante mencionar que no existe estación de monitoreo de calidad del aire, es por esta razón que se determinó hacer el estudio en la localidad y más específicamente en algunos de los jardines infantiles que están bajo la jurisdicción de la Secretaria Distrital de Integración Social (SDIS) de la localidad; en el desarrollo de la investigación se determinó que es deber del ingeniero ambiental identificar la presencia de factores de riesgo a la salud que se puedan presentar por la exposición a contaminantes y vectores presentes en el ambiente, en otras palabras es detectar cuáles son las fuentes que están afectando y buscar los mecanismos para que las cargas contaminantes sean disminuidas, y para que la actividad que este generando dicho impacto se maneje de manera responsable, esto con el fin de proteger de la salud de la población.

El objetivo principal de todo el estudio es determinar si existe una correlación entre los microorganismos encontrados en el aire y agua con el ausentismo de los niños en los cinco de los jardines infantiles de la Secretaria Distrital de Integración Social de la localidad, el muestreo de aire se basa en un método simple que consiste en la utilización

de un equipo muestreador, MAS 100 ECO, que permite la recolección de material particulado inferior a 2,5 micras ($PM_{2,5}$) el método requiere una previa preparación de medios de cultivo en los cuales se recolectara la muestra, es importante mencionar que los medios deben ser específicos para los posibles microorganismos que se esperan encontrar, el muestreo de agua consistió en realizar pruebas de cloro residual y pH del agua de los grifos de los cuales se extrae el agua de consumo para los niños, y toma de muestras de la misma para análisis microbiológico en laboratorio.

Se buscó dar una explicación coherente y determinar si existe correlación o no entre el ausentismo escolar por infecciones o enfermedades respiratorias y/o diarreicas en los niños menores a 5 años y los microorganismos registrados en el muestreo, el estudio permitió tener una percepción más clara de los agentes microbianos que están afectando la salud de los niños menores a 5 años.

Teniendo en cuenta que la constitución nacional de 1991 en su artículo 79 menciona que *“Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.”* Es responsabilidad de todos contribuir a que esto sea una realidad tangible en todos los ámbitos.

La importancia del estudio radica en el análisis de la presencia de microorganismos que generan riesgos en la salud de los niños, como consecuencia de la exposición a contaminantes microbiológicos presentes en los ambientes intramurales y en el agua de consumo, esto conociendo que la salud es un punto focal al que se le debe prestar la debida importancia, es por ello que es sumamente interesante e importante hallar el punto antes de la manifestación de la enfermedad, y es con este tipo de estudios con los que se puede dar una solución al problema antes de que este tome ventaja y afecte la salud de la población expuesta.

Objetivos

Objetivo General

Caracterizar microbiológicamente el material particulado intramural y el agua de consumo humano en jardines de la Secretaria de Integración Social en la localidad de Usme.

Objetivos Específicos

- Correlacionar el ausentismo escolar por infección respiratoria aguda - IRA con la calidad microbiológica del aire interior.
- Correlacionar el ausentismo escolar por enfermedad diarreica aguda - EDA con la calidad de agua potable.
- Determinar el factor de riesgo por la presencia de microorganismos en el aire intramural y en el agua de consumo humano en los jardines seleccionados en la localidad de Usme.

Pregunta de Investigación

¿Son los microorganismos presentes en el aire intramural y agua de consumo causa de ausentismo escolar en los jardines de la Secretaria de Integración Social de la localidad de Usme?

1. Marco de Referencia

1.1 Marco Teórico

1.1.1 Localidad de Usme

La Localidad de Usme se encuentra ubicada en el costado Suroriental de la ciudad de Bogotá y forma parte de la cuenca media y alta del Río Tunjuelito, en alturas que van desde 2.600 hasta 3.800 metros, y su temperatura oscila entre los 12 y 15°C en la parte baja de la localidad, en la zona media su temperatura puede estar entre los 9 y 12°C y en las partes más altas o páramos el clima puede estar entre los 6 y 9°C [1]. Usme limita al norte con las Localidades de Tunjuelito, Rafael Uribe y San Cristóbal, al nororiente, con la Localidad de San Cristóbal, al oriente con los Municipios de Ubaque, Chipaque, Une y Fosca, al occidente con la Localidad de Ciudad Bolívar y al sur con la Localidad de Sumapaz. De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial, Usme está dividida en siete Unidades de Planeamiento Zonal - UPZ. Estas son: La Flora (52), Danubio (56), Comuneros (58), Alfonso López (59), Gran Yomasa (57), Ciudad Usme (61) y el Parque Entre Nubes (60), con un total de 220 barrios legalizados [2].

1.1.1.1 Zonas de riesgo ambiental

Respecto al deterioro ambiental, se encuentra que los factores que afectan el medio ambiente son la disposición inadecuada de residuos sólidos, se evidencia la problemática de manejo de residuos. A esto se suma la falta del servicio de recolección en algunas zonas como la zona alta de la UPZ Alfonso López y en donde los habitantes como alternativa para deshacerse de los residuos utilizan las quemas aumentando negativamente el impacto ambiental por contaminación atmosférica [1].

En relación directa con la problemática de residuos sólidos esta la proliferación de vectores como roedores y sancudos, además de los malos olores teniendo una gran incidencia en las viviendas presentándose afectación a la salud de las personas por mordeduras de roedores, brotes en la piel, enfermedades diarreicas agudas y enfermedades respiratorias agudas en el ciclo vital de infancia principalmente [1].

Otra de las principales problemáticas es la contaminación de los sistemas de agua potable con la orina y heces de animales. Como se ha mencionado, en la Localidad de Usme, existen fuentes de contaminación antrópicas, tanto en la zona urbana por las actividades domiciliarias, actividades productivas y mineras; y en la zona rural por actividades domiciliarias y agropecuarias [1].

Finalmente, cabe mencionar los procesos de urbanización no planificada que se han desarrollado en la localidad de Usme durante los últimos decenios, han generado en la

zona urbana, invasión de rondas de quebradas, carencia de servicios públicos, entre ellos problemáticas como alcantarillado, lo que ocasiona contaminación de fuentes hídricas con vertimientos de origen doméstico e industrial, proliferación de vectores, generación de olores ofensivos; carencia de agua potable, dificultades de acceso, viviendas sin las mínimas normas técnicas, entre otros [1].

La contaminación atmosférica causada por el alto nivel de tráfico vehicular y la ubicación cercana de ladrilleras a las viviendas y familias, que además no cumplen con el estándar de calidad y normatividad [1].

1.1.2 Contaminación ambiental

La contaminación es la introducción en un medio cualquiera de un contaminante, es decir, la introducción de cualquier sustancia o forma de energía con potencial para producir daños, irreversibles o no, en el medio inicial.

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente; físico, químico o biológico, o de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o perjudiciales para la vida animal o vegetal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación [3].

Una de las clases de contaminación es la contaminación biológica, en la que se considera como contaminante aquellos seres o productos biológicos que afectan al hombre, ya sea amenazando su salud; causando enfermedades de tipo infeccioso o parasitario [3].

El hecho de que los contaminantes sean seres vivos y que en una misma especie bacteriana haya distintas cepas con diferente patogenicidad o factores tales como la temperatura y humedad ambiental puedan condicionar su presencia, no permite establecer valores máximos permitidos generalizados y válidos para cualquiera que sea la situación problema planteada [3].

1.1.2.1 Clasificación de contaminantes microbiológicos

Virus: Son las formas de vida más simples, están constituidas únicamente por material genético: ADN (Ácido desoxirribonucleico) o ARN (Ácido ribonucleico) y una cubierta proteica. Son parásitos obligados, es decir, precisan de un huésped para poder reproducirse. La infección la llevan a cabo inyectando su material genético en las células del huésped. Una vez en su interior se sirven de la maquinaria biológica del huésped para producir copias de sí mismos hasta lograr su total recomposición y en un número tal que rompe las membranas celulares pasando así a infectar nuevas células [4].

Bacterias: Son organismos más complejos que los virus y a diferencia de ellos son capaces de vivir, en un medio adecuado, sin la necesidad de un huésped para completar su desarrollo. De todos modos un buen número de ellos son patógenos para el hombre. Es de destacar la capacidad de elaborar esporas que presentan algunas bacterias. Las esporas no son más que formas de vida resistentes a condiciones adversas. Pueden resistir, durante años incluso, altas temperaturas, sequedad, falta de nutrientes, etc., recuperando su estado normal y capacidad infectiva al entrar en contacto con un medio adecuado para su desarrollo [4].

Protozoos: Son organismos unicelulares siendo algunos de ellos parásitos de los vertebrados. Su ciclo vital es complejo, necesitando, en algunos casos, de varios huéspedes para completar su desarrollo. La transmisión de un huésped a otro la realizan habitualmente insectos [4].

Hongos: Son formas complejas de vida que presentan una estructura vegetativa denominada micelio que está formada por hifas (estructuras filiformes por las que circula el citoplasma plurinucleado). Esta estructura vegetativa surge de la germinación de sus células reproductoras o esporas. Su hábitat natural es el suelo, pero algunos componentes de este grupo son parásitos tanto de hombres y animales como de vegetales [4].

Helmintos: Son organismos pluricelulares con ciclos vitales complejos y con diversas fases en su desarrollo. Así, es frecuente que completen cada una de sus fases de desarrollo (huevo-larva-adulto) en diferentes huéspedes (animales/hombre), y que la transmisión de un huésped a otro sea realizada por diferentes vectores (aire/agua/alimentos/insectos/roedores...) [4].

Artrópodos: Son organismos pluricelulares con ciclos vitales complejos y con diversas fases en su desarrollo, (huevo-larva-adulto) fases que pueden ser completadas en diversos huéspedes siendo transmitidas de unos a otros por varios vectores [4].

1.1.2.2 Vías de entrada

Muchos de los procesos propios de los sectores de actividad en que los contaminantes biológicos están presentes son susceptibles de producir polvo y aerosoles a los que, habitualmente, irán asociados los microorganismos. La exposición y subsiguiente infección de un individuo por un agente biológico puede tener lugar por varias vías [4]:

- Oral (ingestión)
- Respiratoria (inhalación)
- Ocular (a través de la conjuntiva)
- Parenteral (pinchazos)
- Dérmica (a través de lesiones y/o roturas de la piel)

Siendo de todas ellas la vía respiratoria la de mayor probabilidad.

Las dosis infectivas para el hombre varían con [4]:

- El agente biológico
- La vía de entrada
- La resistencia del huésped, es decir, el grado de integridad de sus sistemas defensivos.

1.1.3 Contaminación del aire interior

El término aire interior suele aplicarse a ambientes de interior no industriales: edificios de oficinas, edificios públicos (colegios, guarderías, hospitales, teatros, restaurantes, etc.) y viviendas particulares en donde se pasa el 80% del tiempo. Las concentraciones de contaminantes en el aire interior de estas estructuras suelen ser de la misma magnitud que las encontradas habitualmente al aire exterior, y mucho menores que las existentes en el medio ambiente industrial [5].

El ser humano pasa una parte considerable de su tiempo respirando el aire de espacios cerrados en los que, por medio de muy diversas fuentes, pueden generarse contaminantes que deterioren su calidad y constituyan un importante factor de riesgo para la salud de la población en general [6], ya que la mezcla de muchos contaminantes aun en bajas concentraciones y matizados por las condiciones de humedad y temperatura puede disminuir la percepción de calidad de este [7].

Los factores de afectan a la calidad del aire interior son las deficiencias en la ventilación, la calidad del aire exterior y la presencia de fuentes contaminantes en el interior.

- *Deficiencias en la ventilación:* La ventilación aporta aire y debe de ser suficiente para diluir los contaminantes hasta niveles inferiores a la percepción humana y a los considerados perjudiciales para la salud [6].
- *Contaminación exterior:* Desde el exterior se produce la entrada en los espacios interiores de contaminantes exteriores: CO, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno procedentes fundamentalmente de la combustión de vehículos de motor, óxidos de azufre (SO₂) y COV generados en procesos industriales [6].
- *Contaminación interior:* Las actividades que se realizan, los materiales de construcción, el mobiliario y el uso de productos químicos influyen en la calidad del aire interior [6]. Los contaminantes en el aire interior se clasifican como se muestra en la Tabla 1-1 [8].

Tabla 1-1. Clasificación de contaminantes en el aire interior

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINANTES EN AIRE INTERIOR	
Inorgánicos	CO, CO ₂ , NO, SO ₂ , O ₃ , partículas, fibras minerales.
Orgánicos	COVs
De origen biológico	Virus, hongos, bacterias, ácaros, pelo, caspa de mascotas.
Mezclas	Humo ambiental de tabaco, plaguicidas, ambientadores, desinfectantes y otros productos de uso doméstico.
Alérgenos	Hongos, mohos, ácaros del polvo, caspa y pelo de mascotas, cucarachas, plantas.

Fuente: [8].

El material particulado respirable (PM₁₀ y PM_{2.5}), consiste en el material sólido o líquido que por su bajo peso es capaz de permanecer en suspensión en el aire y que tiene un diámetro aerodinámico igual o inferior a 10 µm (PM₁₀) o 2.5 µm (PM_{2.5}) y que por esta condición puede penetrar hasta lo más profundo del tracto respiratorio humano provocando importantes pérdidas de la salud. Este contaminante proviene tanto de fuentes industriales, como de tránsito vehicular y fuentes naturales como las sales marinas y el polvo levantado por el viento [9].

El factor determinante en el efecto en la salud es el tamaño de las partículas, debido al grado de penetración y permanencia que ellas tienen en el sistema respiratorio. La mayoría de las partículas cuyo diámetro es mayor a 5 µm se depositan en las vías aéreas superiores (nariz) y en la tráquea y bronquios. Aquellas cuyo diámetro es inferior tienen mayor probabilidad de depositarse en los bronquiolos y alvéolos a medida que su tamaño disminuye [9] [10].

Su acumulación puede producir los siguientes trastornos a la salud de la población:

- Aumento en la frecuencia de cáncer pulmonar
- Síntomas respiratorios severos
- Irritación de ojos y nariz
- Agrava el asma y las enfermedades cardiovasculares

1.1.3.1 Microbiología del aire

Los microorganismos son, y siempre han sido, un factor importante para la salud humana. Los microorganismos dispersados por el aire tienen una gran importancia biológica y económica porque producen enfermedades en plantas, animales y humanos, causan alteraciones en los alimentos y materiales orgánicos y contribuyen al deterioro y corrosión de monumentos y metales. El transporte se realiza sobre partículas de polvo, fragmentos de hojas secas, piel, fibras de ropa, en gotas de agua o en gotas de saliva eliminadas al toser, estornudar o hablar [11].

La transmisión aérea de enfermedades no es exclusiva de microorganismos que salen de las vías respiratorias. En algunos casos se forman bioaerosoles procedentes de animales

y sus productos que se suspenden en el aire y pueden ser inhaladas, como heces desecadas y plumas de aves (*Chlamydothripsittaci*, *Cryptococcusneoformans*, *Histoplasma capsulatum*), placenta (*Coxiellaburnetii*), lana, piel y marfil (*Bacillus anthracis*), que son diseminadas sobre el polvo y transportadas por el viento [11].

Los bioaerosoles son una clase de aerosol que contiene partes pequeñas de origen biológico o sustancias biológicamente activas las cuales pueden generar en organismos vivos reacciones como infecciones, alergias o reacciones toxicas.

El diámetro de las partículas constitutivas de los aerosoles oscila desde el submicroscópico (< 0.1 µm) hasta el superior a los 100 µm. La mayoría de los bioaerosoles son complejos en cuanto a la naturaleza de sus componentes, de modo que pueden estar constituidos por bacterias, hongos, protozoos, virus, y/o diversas estructuras y compuestos consecuencia de su desarrollo o actividad, tal como se especifica en la Tabla 1-2 [9].

Tabla 1-2. Composición de bioaerosoles

Organismo	Ejemplo de organismos	Efectos humanos primarios	Fuentes interiores iniciales
Bacterias	<i>Thermoactinomyces</i>	Neumonía	Fuentes de agua caliente
	<i>Endotoxinas</i>	Fiebre	Reservorios de agua estancada
	<i>Proteasas</i>	Escalofríos	Procesos industriales
		Asma	
Hongos	<i>Sporobolomyces</i>	Asma (rinitis)	Aire exterior
	<i>Alternaria</i>	Infección	Superficies mojadas
	<i>Aflatoxinas</i>	Cáncer	Superficies mojadas
Protozoos	<i>Naoglersis</i>	Infección	Reservorio de agua contaminada
	<i>Acamiamaebs</i>	Neumonía	
Virus	<i>Gripe</i>	Infección Respiratoria	Huéspedes humanos

Fuente: [9]

▪ Bacterias de importancia:

- *Pseudomonas spp*: Patógeno oportunista, nosocomial de individuos inmunocomprometidos, *P. aeruginosa* típicamente infecta el tracto pulmonar, tracto urinario, quemaduras y heridas. Es la causa más común de infecciones de quemaduras y del oído externo (otitis externa) , y es el colonizador más frecuente de dispositivos médicos (por ejemplo, catéteres). *Pseudomonas* pueden, en raras circunstancias ser causa de neumonías adquiridas en la comunidad, así como las neumonías asociadas a ventilación mecánica, siendo uno de los agentes más comunes aislados en varios estudios [12].
- *Staphylococcus aureus*: Infección nosocomial más común, esta bacteria puede estar presente en la nariz y en la piel de las personas sin causar una infección activa [13].
- *Serratia spp*: Bacteria que puede causar infección en varios sitios, incluyendo el tracto urinario, tracto respiratorio, heridas, y el ojo, ya que puede causar conjuntivitis,

queratitis, endoftalmitis, y las infecciones de los conductos lagrimales. También es una causa poco frecuente de endocarditis y osteomielitis, neumonía y meningitis [14].

- *Klebsiella spp*: es un patógeno oportunista en pacientes con enfermedad pulmonar crónica, la patogenicidad entérica, atrofia de la mucosa nasal, y rinoscleroma. Las heces son la fuente más importante de infección del paciente, seguido por el contacto con instrumentos contaminados [15].
- *Haemophilus influenzae*: Bacteria Gram negativa que causa meningitis e infecciones respiratorias agudas, principalmente en los niños [16].
- *Streptococcus pneumoniae*: Bacteria responsable de infecciones benignas como otitis media y sinusitis agudas, e infecciones severas como septicemia, meningitis y neumonía [17].
- *Mycobacterium*: Bacteria que se propaga a través del aire cuando las personas que tienen una activa infección como lo es tos, estornudo, o transmisión de su saliva a través del aire.

▪ **Hongos de importancia:**

- *Mucor spp* y *Rhizopus spp*: Hongos los cuales pueden originar ocasionalmente enfermedad al hombre. Algunas especies son capaces de producir mucormicosis al hombre, que si no se tratan pueden causar la muerte. Ambos géneros se encuentran ampliamente extendidos en la naturaleza, especialmente en la materia orgánica en descomposición.
- *Aspergillus fumigatus*: Para que se produzca enfermedad por *Aspergillus* es necesario estar muy expuesto a ella y presentar deficiencia inmunitaria u otras circunstancias como ciertos tratamientos farmacológicos y enfermedades debilitantes. Se localiza inicialmente en los pulmones debido a la inhalación de esporas, que cuando germinan crecen invadiéndolo todo (bola de hongos), provocando fiebre, dolor pleural, tos seca [18].
- *Alternaria spp*: Hongo alérgico en los humanos, y, dentro de casa, pueden causar rinitis alérgica o reacciones de hipersensibilidad que, en ocasiones, pueden producir ataques de asma. Sus esporas son las causantes de la alergia, y, al igual que los pólenes, son transportadas por el aire hasta la nariz o bronquios del alérgico, causando la rinitis o asma [19].
- *Aspergillus Níger*: Las infecciones causadas por el hongo rara vez ocurren en personas con un sistema inmunitario normal. Las infecciones raras causadas por el aspergillus abarcan neumonía y bola fúngica (aspergiloma) [20].
- *Absidia spp*: Son hongos filamentosos comunes en el medio ambiente, La *A. corymbifera* es la especie de *Absidia* más comúnmente aislada. Es un patógeno que causa zigomicosis en seres humanos. Puede infectar la piel, los pulmones, el sistema nervioso y el cerebro o causar infecciones diseminadas. [21]
- *Cladosporium spp*: La especie *Cladosporium herbarum* es la especie con más frecuencia encontrada en el aire, es uno de los hongos alérgicos respiratorios más importantes y se le ha implicado casos de asma y fiebre del heno. [22]

1.1.3.2 Sistema Respiratorio

Aunque los contaminantes pueden afectar a la piel, ojos y otros sistemas del cuerpo, el principal perjudicado es el sistema respiratorio. El aire se inhala por la nariz que actúa como el sistema filtrante primario del cuerpo. Los pelos pequeños y las condiciones calientes y húmedas de la nariz eliminan eficazmente las partículas contaminantes de mayor tamaño. Luego el aire pasa por la faringe y laringe antes de llegar a la parte superior de la tráquea [23].

Las partículas sólidas se pueden impregnar en las paredes de la tráquea, bronquios y bronquiólos, donde su eliminación se da mediante la acción de limpieza (barrido) de los cilios, pequeños filamentos de las paredes de los pulmones, mediante estornudos o tos [23].

Sin embargo, las partículas sumamente pequeñas pueden alcanzar los alvéolos, donde a menudo toma semanas, meses o incluso años para que el cuerpo las elimine. Los contaminantes gaseosos del aire también pueden afectar la función de los pulmones mediante la reducción de la acción de los cilios. La respiración continua de aire contaminado disminuye la función de limpieza normal de los pulmones, lo que puede ocasionar que gran número de partículas llegue a las partes inferiores del pulmón, contribuyendo a la aparición de enfermedades respiratorias como la bronquitis, enfisema y cáncer [23].

1.1.3.3 Infección Respiratoria Aguda

La Infección Respiratoria Aguda (IRA) constituye un grupo de enfermedades que se producen en el aparato respiratorio, causadas por diferentes microorganismos como virus y bacterias, que comienzan de forma repentina y duran menos de 2 semanas. Es la infección más frecuente en el mundo y representa un importante tema de salud pública en nuestro país. La mayoría de estas infecciones como el resfriado común son leves, pero dependiendo del estado general de la persona pueden complicarse y llegar a amenazar la vida, como en el caso de las neumonías [24].

En niños menores de 5 años, la causa de la infección en el 95% de los casos son los virus siendo de buen pronóstico, pero un pequeño porcentaje puede padecer complicaciones como otitis, sinusitis y neumonía.

1.1.3.4 Situación Nacional

La incidencia de los virus respiratorios en los dos últimos años, de acuerdo con el Instituto Nacional de Salud, muestra que en 2010 el virus sincitial respiratorio causó el 62% de los casos estudiados, seguido de Influenza AH1N1 (18%), Parainfluenza (8%) Influenza A estacional (6%), Influenza B (3%) y los adenovirus (3%) [24].

La población más afectada son los menores de 5 años y los principales síntomas son: fiebre, malestar general, congestión y secreción nasal, asimismo también se pueden presentar síntomas como tos, dolor de garganta, expectoración y dificultad para respirar [24].

1.1.4 Contaminación del agua potable

El agua potable según la definición dada en el Decreto 2105 de 1983 del Ministerio de Salud es aquella que por reunir requisitos físicos, químicos y bacteriológicos, en las condiciones señaladas, al ser consumida por la población humana no produce efectos adversos a su salud [25].

El agua de consumo inocua (agua potable), según se define en las Guías para Calidad de Agua Potable, no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida. Las personas que presentan mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua son los lactantes y los niños de corta edad, las personas debilitadas o que viven en condiciones antihigiénicas y los ancianos. El agua potable es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal [26].

El agua para consumo humano debe contar con ciertas características físicas, químicas y microbiológicas; como se establece en la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Salud [27].

El agua para consumo humano no podrá sobrepasar los valores máximos aceptables para cada una de las características físicas que se señalan a continuación:

Tabla 1-3. Características Físicas del agua para consumo

Características físicas	Expresadas como	Valor máximo aceptable
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y Sabor	Aceptable ó no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2
Conductividad	microsiemens/cm	1000
pH		6,5-9,0

Fuente: [27]

Las características químicas del agua para consumo humano en relación con los elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana se señalan en la Tabla 1-4:

Tabla 1-4. Características químicas del agua para consumo que tienen implicaciones sobre la salud humana

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Carbono Orgánico Total	COT	5,0
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1
Nitratos	NO ₃ ⁻	10
Fluoruros	F ⁻	1,0
Cloro Residual Libre	mg/L	0,3 – 2,0

Fuente: [27]

Las características microbiológicas del agua para consumo humano deben enmarcarse dentro de los siguientes valores máximos aceptables desde el punto de vista microbiológico, los cuales son establecidos teniendo en cuenta los límites de confianza del 95% y para técnicas con habilidad de detección desde 1 Unidad Formadora de Colonia (UFC) ó 1 microorganismo en 100 cm³ de muestra:

Tabla 1-5. Características microbiológicas del agua para consumo

Técnicas utilizadas	Coliformes totales Totales	Escherichia coli
Filtración por membrana	0 UFC/100cm ³	0 UFC/100cm ³
Enzima Sustrato	< de 1 microorganismo en 100cm ³	< de 1 microorganismo en 100cm ³
Sustrato Definido	0 microorganismo en 100cm ³	0 microorganismo en 100cm ³
Presencia – Ausencia	Ausencia en 100cm ³	Ausencia en 100cm ³

Fuente: [27]

El agua apta para consumo humano puede contaminarse cuando entra al sistema de distribución, a través de conexiones cruzadas, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos, grifos dañados y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones realizadas sin las mínimas medidas de seguridad. De igual manera, la construcción defectuosa en las estructuras de pozos o depósitos y ausencia o irregular mantenimiento de estas instalaciones son causas que predisponen el ingreso y multiplicación de microorganismos a partir de distintas fuentes. Además, existen otros factores que permiten el desarrollo de microorganismos en el agua dentro de los sistemas de distribución y almacenamiento como: cantidad y tipo de nutrientes, oxígeno, temperatura, pH, concentración de desinfectante y material de las tuberías [28].

1.1.4.1 Microbiología del agua potable

Las posibles consecuencias para la salud de la contaminación microbiana del agua son tales que su control debe ser siempre un objetivo de importancia primordial y nunca debe comprometerse [26].

En términos generales, los mayores riesgos microbianos son los derivados del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales (incluidos los de las aves). Los excrementos pueden ser fuente de patógenos, como bacterias, virus, protozoos y helmintos [26].

Los patógenos fecales son los que más preocupan a la hora de fijar metas de protección de la salud relativas a la inocuidad microbiana. Se producen con frecuencia variaciones acusadas y bruscas de la calidad microbiológica del agua. Pueden producirse aumentos repentinos de la concentración de patógenos que pueden aumentar considerablemente el riesgo de enfermedades y pueden desencadenar brotes de enfermedades transmitidas por el agua. Además, pueden exponerse a la enfermedad numerosas personas antes de que se detecte la contaminación microbiana. Por estos motivos, para garantizar la inocuidad microbiana del agua de consumo no puede confiarse únicamente en la realización de análisis del producto final, incluso si se realizan con frecuencia [26].

De los muchos microorganismos infecciosos que se encuentran en el medio ambiente, en el agua se pueden hallar bacterias como *Shigella*, *Escherichia coli*, *Vibrio* y *Salmonella*, virus como el *virus Norwalk* y *rotavirus*, y protozoos como *Entamoeba*, *Giardia* y *Cryptosporidium*. Estos microorganismos pueden provocar síntomas como náuseas, vómitos, diarrea y calambres estomacales. En las personas adultas con un buen estado de salud, estas enfermedades suelen ser leves y duran poco tiempo. En bebés, niños, ancianos y personas con el sistema inmunológico deprimido, pueden revestir mayor gravedad.

Las enfermedades de transmisión por agua más comunes se nombran en la Tabla 1-6:

Tabla 1-6. Enfermedades de transmisión por agua para consumo

Organismo	Enfermedad	Síntomas
<i>Salmonella</i>	Salmonelosis	Diarrea, espasmos abdominales, fiebre, trastornos intestinales.
<i>Vibrio</i>	Cólera	Enfermedad diarreica; espasmos abdominales, náusea, vómito, diarrea abundante, deshidratación.
<i>Poliovirus, rotavirus, virus A de la hepatitis infecciosa</i>	Hepatitis Infecciosa	Fiebre, pérdida de apetito, ictericia.
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amibiasis	Espasmos estomacales y diarrea.
<i>Giardia</i>	Giardiasis	Espasmos abdominales, diarrea, fatiga, anorexia y náusea.
<i>Cryptosporidium</i>	Criptosporidiosis	Diarrea, dolor abdominal, náusea y vomito
<i>Schistosoma</i>	Esquistosomiasis	Agrandamiento del hígado, diarrea y anemia.

Fuente: [29]

▪ Bacterias de importancia:

- *Giardia y Cryptosporidium*: Son las bacterias que en la actualidad, causan más frecuentemente enfermedades transmitidas por el agua [30].
- *Shigella spp*: Aunque la mayoría de las epidemias de shigelosis se transmiten por alimentos contaminados o por contagio persona-persona, también pueden ir vehiculadas por el agua potable. Esto se debe, con frecuencia, a la interrupción accidental del tratamiento del agua, excreta transportadas por inundaciones o por coincidencia de una vía de agua tratada con una que no lo está como es el caso de las aguas residuales. [31]
- *Campylobacter spp*: Bacteria propia de la flora intestinal de mamíferos y aves, que puede ser aislada en las aguas con elevado nivel de contaminación fecal. [31]
- *Vibrio cholerae*: Microorganismo responsable del cólera, enfermedad diarreica de leve a grave. [31]

▪ Hongos de importancia:

Los hongos encontrados en la actual investigación pertenecen principalmente a los géneros *Cladosporium*, *Alternaria* y *Penicillium*.

1.1.4.2 Sistema digestivo

La mayor parte de las enfermedades transmitidas a través del agua son de origen intestinal. La materia fecal de huéspedes o portadores infectados puede introducirse de diversas maneras en un sistema de abastecimiento de agua [29].

El aparato digestivo está constituido por un conjunto de órganos cuya función consiste en la elaboración mecánica y química de los alimentos, en la absorción de las sustancias elaboradas y en la excreción de los residuos alimenticios no digeridos [29].

1.1.4.3 Enfermedad Diarreica Aguda

La Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) se entiende como la presencia de heces líquidas o acuosas, asociada a un aumento de la frecuencia (al menos 3 en 24 horas) que puede ir acompañada de vómito y/o fiebre. La duración del episodio debe ser menor de 14 días [32].

1.1.4.4 Situación Nacional

En Colombia el microorganismo identificado más frecuentemente en niños menores de 5 años con EDA es el *rotavirus*. Las bacterias más frecuentemente implicadas son *Escherichia coli* (entero-patógena, y enterotoxigénica, principalmente) y *Salmonella* (alrededor del 10%); con menor frecuencia se aíslan *Campylobacter* y *Shigella* (menos de 6%) y no se identifica microorganismo patógeno hasta en 45% de los niños en quienes se busca etiología de la EDA [32].

1.2 Marco Conceptual

Aerobio: organismo que crece en presencia de O₂; puede ser facultativo, estricto o microaerofílico.

Aerosol: suspensión de partículas en pequeñas gotas de agua que son llevadas por el aire.

Agar: El agar es un elemento solidificante muy empleado para la preparación de medios de cultivo. Se licúa completamente a la temperatura del agua hirviendo y se solidifica al enfriarse a 40 °C. Con mínimas excepciones no tiene efecto sobre el crecimiento de las bacterias y no es atacado por aquellas que crecen en él.

Agua cruda: Es el agua natural que no ha sido sometida a proceso de tratamiento para su potabilización.

Agua potable o agua para consumo humano: Es aquella que cumple las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en la Resolución 2115 de 2007.

Aire Limpio: es aquél libre de partículas sucias y de microorganismos.

Anaerobio: organismo que se desarrolla en ausencia de O₂.

Análisis microbiológico del agua: Son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.

Antígeno: sustancia usualmente macromolecular, que induce la formación de anticuerpos específicos.

Bacteria: grupo de organismos microscópicos unicelulares, rígidos carentes de clorofila, que desempeñan una serie de procesos de tratamiento que incluyen oxidación biológica, fermentaciones, digestión, nitrificación y desnitrificación.

Bioaerosol: partículas en el aire que son de origen biológico.

Biocontaminación: consiste en la presencia de sustancias (basura, pesticidas, aguas sucias) extrañas de origen humano en el medio ambiente, ocasionando alteraciones en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas.

Biolimpia: Se llama área de contaminación controlada o área biolimpia o zona limpia a aquella área o espacio delimitado en el cual la contaminación ambiental, en términos de partículas y de microorganismos, así como la carga microbiana en las superficies

(murallas, cielos, pisos, equipos) y la carga microbiana sobre el personal (máscaras, gorros, delantales, cubre calzados, guantes) se encuentran dentro de los límites especificados para ella.

Cadena de custodia: Proceso por medio del cual se mantiene una muestra bajo posesión física o control durante su ciclo de vida completo, es decir, desde que se toma hasta que se desecha.

Calidad del agua: Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia.

Cloro residual libre: Es aquella porción que queda en el agua después de un período de contacto definido, que reacciona química y biológicamente como ácido hipocloroso o como ión hipoclorito.

Coliformes totales: bacilos Gram negativos, no esporulados, anaerobios facultativos.

Colonia: población de células que puede observarse macroscópicamente, y que crecen en un medio sólido, procedentes de una sola célula.

Contaminantes: son fenómenos físicos, o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que, solos, o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de éstas.

Crecimiento: en microbiología, aumento del número de células.

Enfermedad diarreica: son infecciones del tracto digestivo ocasionadas por bacterias, virus o parásitos, cuyo principal síntoma es la diarrea.

Especie: en procariontes, colección de cepas estrechamente relacionadas, pero lo bastante distintas de las otras cepas como para ser reconocidas como una unidad diferente.

Espora: término general para las estructuras latentes resistentes, formadas por muchas bacterias y hongos.

Factor de riesgo: es cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión. Entre los factores de riesgo más importantes cabe citar la insuficiencia ponderal, las prácticas sexuales de riesgo, la hipertensión, el consumo de tabaco y alcohol, el agua insalubre, las deficiencias del saneamiento y la falta de higiene.

Facultativo: indica que un organismo es capaz de crecer tanto en presencia como en ausencia de un factor ambiental.

Fuente fija: es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.

Fuente móvil: es la fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.

Género: grupo taxonómico de especies relacionadas.

Huésped: organismo capaz de sustentar el crecimiento de un microorganismo, virus o parásito.

Impactación directa: sistema para la toma de muestras de aire, donde la corriente de viento incide sobre un objeto en el cual se captura la muestra.

Incidencia: respecto a la transmisión de una enfermedad, número de casos de la enfermedad, en un subconjunto específico de la población.

Infección: desarrollo de un microorganismo dentro de un cuerpo.

Medio de cultivo: solución acuosa de varios nutrientes, que se solidifica y es adecuada para el crecimiento de microorganismo. También llamado agar.

Monitoreo: Proceso de muestreo de agua y aire que cubre espacio, tiempo y frecuencia en los puntos concertados según norma.

Morbilidad: incidencia de la enfermedad en una población, incluyendo los casos fatales y no fatales.

Mortalidad: incidencia de muertes en una población.

Muestra: Toma puntual de agua en los puntos de muestreo concertados, que refleja la composición física, química y microbiológica representativa del momento, para el proceso de vigilancia de la Autoridad Sanitaria.

Muestreo: Proceso de toma de muestras que son analizadas en laboratorios para obtener información sobre la calidad del agua o aire del sitio concertado en que fueron tomadas.

No patógeno: especies que no están reportadas como causantes de enfermedad en el hombre.

Patógeno: microorganismos que pueden causar enfermedades en otros organismos, ya sea en humanos, animales y plantas.

Patógeno oportunista: especies que dependiendo de las condiciones del hospedador pueden causar daño en el hombre.

PM₁₀: partículas menores de 10 micras (partículas respirables).

PM_{2.5}: partículas menores de 2.5 micras (partículas respirables).

Punto de muestreo: sitio específico destinado para tomar una muestra representativa del cuerpo de agua o aire.

Riesgo: es la probabilidad de que ocurra daño por una amenaza y depende de la amenaza y de la vulnerabilidad de los elementos en riesgo.

Riesgo ambiental: es la magnitud probable esperada de daño o de falla de uno o más elementos de un sistema durante un periodo específico y dentro de un área determinada, ocasionados por el desencadenamiento de un fenómeno natural o artificial.

Sistema de suministro de agua para consumo humano: Es el conjunto de estructuras, equipos, materiales, procesos, operaciones y el recurso humano utilizado para la captación, aducción, pre tratamiento, tratamiento, almacenamiento, conducción y distribución del agua para consumo humano.

Unidad Formadora de Colonia (UFC): Se denomina a una célula bacteriana viva y aislada que si se encuentra en condiciones de sustrato y ambientales adecuadas da lugar a la producción de una colonia en un breve lapso de tiempo. En el caso de los hongos filamentosos que tienen un crecimiento trófico no se producen colonias aisladas sino formaciones más difusas o miceliales.

Velocidad de retención: Es la velocidad de la partícula cuando llega al agar. Viene determinada por la velocidad del flujo, el número de orificios y el diámetro del orificio.

Vía de Exposición: Medio por el que un tóxico accede a un organismo sea a través del tracto gastrointestinal o vía digestiva o enteral (ingestión), del tracto respiratorio o vía respiratoria o pulmonar (inhalación), a través de la piel o vía dérmica o cutánea (tópica), o mediante introducción o inyección por las vías intravenosa, subcutánea, intramuscular o intraperitoneal.

Vulnerabilidad: es la susceptibilidad de los elementos en riesgo a sufrir daños o fallas ante la presencia de un fenómeno, que por su magnitud es potencialmente destructivo.

1.3 Marco Legal

- **Constitución Política de Colombia de 1991:**

Art 8: Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.

Art 79: Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Art 80: El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Art 84: Cuando un derecho o una actividad hayan sido reglamentados de manera general, las autoridades públicas no podrán establecer ni exigir permisos, licencias o requisitos adicionales para su ejercicio [33].

- **Ley 99 de 1993:**

Art 2: Creación y Objetivos del Ministerio del Medio Ambiente. Créase el Ministerio del Medio Ambiente como organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con la naturaleza y de definir, en los términos de la presente Ley, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible.

Art 5: Funciones del Ministerio del Medio Ambiente [34].

- **Decreto Ley 2811 de 1974:**

Art 1: El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. La preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social.

Art 2: Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto:

- Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad

permanente de éstos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio Nacional.

- Prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos.

- Regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la Administración Pública, respecto del ambiente y de los recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y del ambiente [35].

- **Decreto 1575 de 2007:**

Potabilización del agua

Art 16: El valor para el potencial de hidrógeno, pH, deberá estar comprendido entre 6.5 y 9.0 y el valor deseable entre 7.0 y 8.5.

Art 25: Cuando se practiquen análisis por método del filtro de membrana, se deberán cumplir las siguientes normas:

1. La concentración promedio aritmética de las muestras analizadas mensualmente, no deberán ser superior a una (1) bacteria coliforme por 100 cm³ de agua.
2. El número de colonias producidas por las bacterias coliformes totales en una muestra, no deberá exceder de 3 por 50 cm³ de agua, o de 4 por 100 cm³, o de 7 por 200 cm³, o de 13 por 500 cm³ en:
 - a) Dos muestras consecutivas;
 - b) Más de una muestra, cuando se examinen menos de 20 mensuales;
 - c) Más del 5% de las muestras, cuando se examinen 20 o más mensuales.

En caso de que el número de colonias obtenido exceda los valores observados anteriormente, de inmediato deberán tomarse diariamente muestras para análisis en el mismo punto de recolección inicial hasta obtener resultados negativos en dos (2) muestras consecutivas [36].

- **Resolución 2115 de 2007:**

Establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo, exceptuando el agua envasada [37].

2. Metodología

El estudio se desarrolló en 3 etapas:

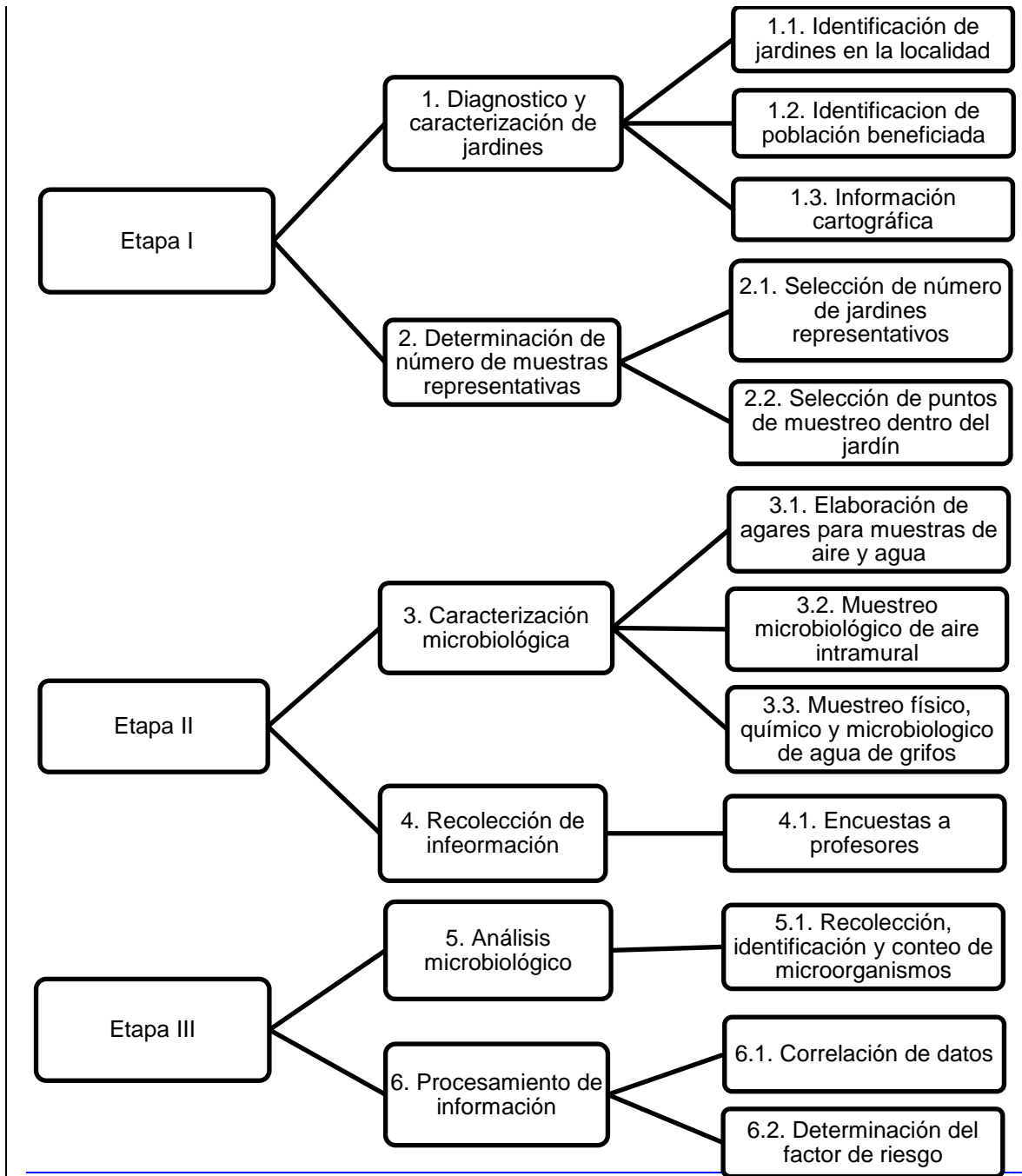
Etapa I: Diagnóstico y caracterización de los jardines infantiles de la Secretaría de Integración Social de la localidad de Usme en relación con la selección de los jardines representativos teniendo en cuenta los que benefician mayor población de niños y niñas en los que se llevó a cabo los muestreos y la determinación del número de muestras representativas a tomar de aire interior y agua potable en el área de estudio.

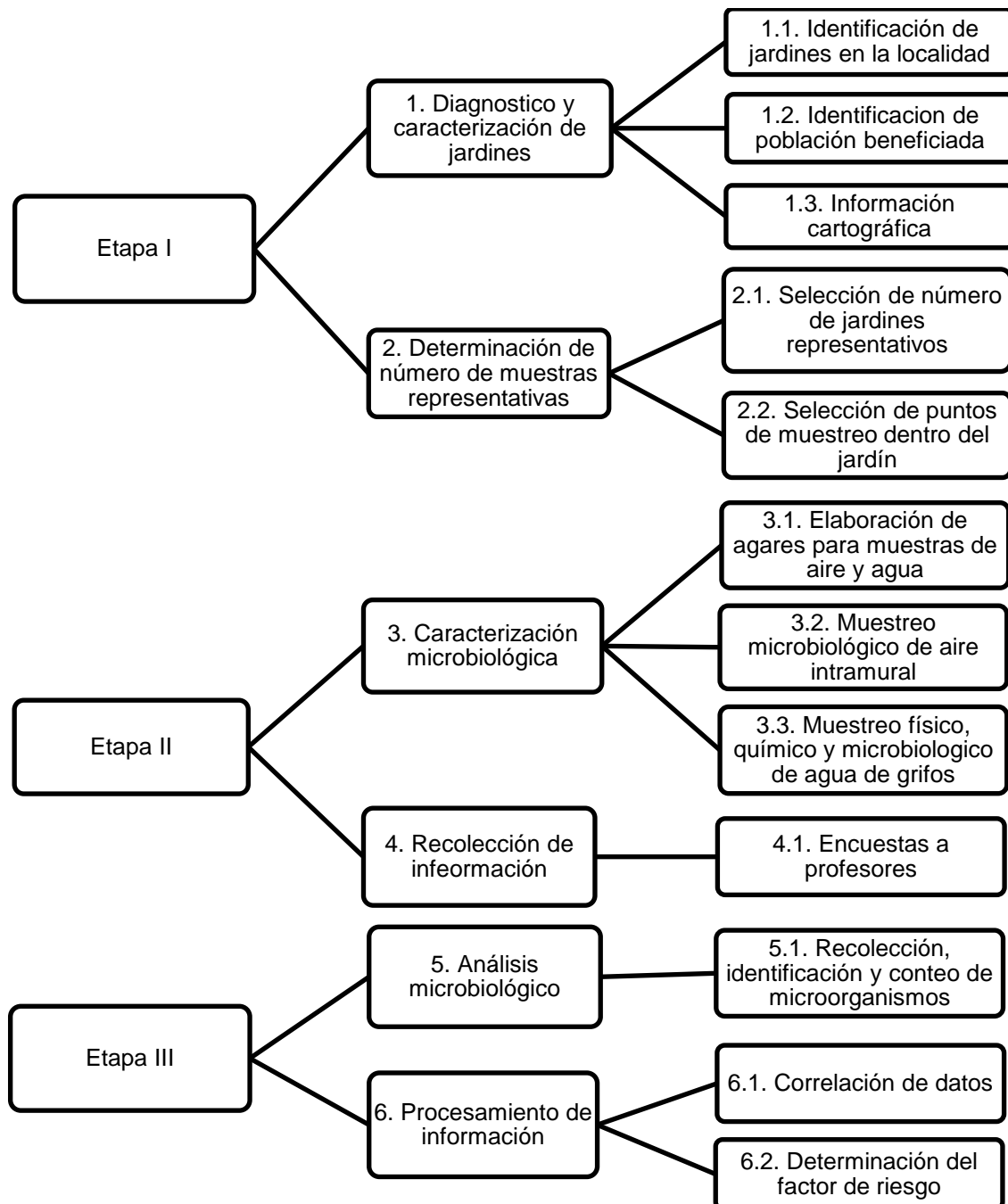
Etapa II: Preparación de medios de cultivo, recolección de muestras microbiológicas en los puntos de muestreo, caracterización microbiológica del material particulado intramural y contaminantes microbiológicos del agua para consumo dentro de los jardines de la Secretaria de Integración Social. Recolección de información secundaria relacionada con los niños menores de 5 años del jardín y razones de ausencia al mismo.

Etapa III: Análisis microbiológico de muestras tomadas en los jardines de la Secretaria de Integración Social y su incidencia en IRA relacionada con los contaminantes microbiológicos atmosféricos, y análisis físico, químico y microbiológico en el área de estudio y su relación con EDA relacionada con los contaminantes microbiológicos del agua potable en los niños menores de 5 años de los jardines de la Secretaria de Integración Social de la localidad.

A continuación en la Figura 2-1. se muestra un diagrama de flujo en el cual se describe la metodología general utilizada en el estudio durante las etapas lo que servirá para una mejor interpretación de los títulos presentes en este capítulo.

Ilustración 2-1. Flujograma metodología





Fuente: Los Autores

2.1 Selección del número de jardines representativos de la SDIS

Actualmente la Secretaria de Integración Social en la Localidad de Usme cuenta con 39 jardines, teniendo en cuenta los jardines con mayor población de niños menores de 5 años beneficiados, el acceso a los mismos y la cantidad de recursos e insumos necesitados se muestrearon 5 de estos jardines los cuales se mencionan a continuación en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1. Jardines SDIS a muestrear

JARDIN	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD	DIRECCION	BARRIO	COBERTURA
SDIS	JI SDIS Tenerife	-74,113837	4,505159	Calle 91B sur No. 1-10	Comuneros	121
Cofinanciados	Acunar Cof Nido de Amor	-74,113499	4,537423	Diagonal 57 sur No. 3A-06 este	Danubio Azul	274
Casas Vecinales	JI CV Gran Yomasa	-74,107848	4,506734	Calle 84 No. 3A-13 SUR	Gran Yomasa	135
SDIS	JI SDIS Tejares	-74,111136	4,514252	Carrera 2 No. 75B-40 sur	Gran Yomasa	231
Acunar SDIS	JI SDIS Acunar Gran Yomasa	-74,114957	4,514626	Carrera 1A este No. 75-26 sur	Gran Yomasa	231

Fuente: Los Autores

Los jardines seleccionados se encuentran en la zona urbana de la localidad como se muestra en la Figura 2-2, por lo que se ven afectados por las emisiones atmosféricas provenientes de los vehículos que transitan por las principales avenidas y las emisiones del Parque Minero Industrial.

Ilustración 2-2. Mapa Jardines de la SDIS de la localidad de Usme



Fuente: Los Autores

2.2 Elaboración de medios de cultivo para muestreo de aire y agua

Los medios de cultivo utilizados en el estudio se seleccionaron teniendo en cuenta la gran cantidad de microorganismos que logran estar presentes en el aire y que puedan llegar a presentar un factor de riesgo en la salud de los menores, especialmente en las vías respiratorias, por ello la biocolección de aire intramural se llevó a cabo en cajas de Petri con:

- *Agar sangre*: Medio utilizado para el aislamiento de bacterias Gram positivas y todas las especies encontradas en muestras de origen clínico [38].
- *Agar chocolate*: Este medio permite el crecimiento de microorganismos exigentes en sus requerimientos nutricionales [38].
- *Agar Sabouraud*: Medio utilizado para el aislamiento, identificación y conservación de hongos patógenos y saprófitos [38].
- *Agar Eosin Methylene Blue (EMB)*: Este medio es utilizado para el aislamiento selectivo de bacilos Gram negativos de rápido desarrollo y escasas exigencias nutricionales [38].

Teniendo en cuenta que en el agua para consumo de los jardines se buscó determinar la presencia principalmente de especies de la familia *Enterobacteriaceae* el medio de cultivo utilizado fue:

- ✓ *Agar Eosin Methylene Blue (EMB)*: Medio es utilizado para el aislamiento selectivo de bacilos Gram negativos, permite el desarrollo de todas las especies de la familia *Enterobacteriaceae*; *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis*, *Shigella flexneri*, *Salmonella typhimurium* [38].

Los medios de cultivo se prepararon siguiendo el protocolo que se muestra en el Anexo A.

2.3 Determinación del número de muestras representativas

Para la determinación del número de muestras representativas de aire interior a tomar en cada jardín se tuvo en cuenta la norma de muestreo ISO 14644-1 para Salas limpias y entornos controlados asociados - Clasificación de la limpieza del aire por concentración de partículas, en donde se dicta el número de localizaciones de muestras a través de la siguiente tabla:

Tabla 2-2. Número mínimo de puntos de muestreo dependiendo del área de sala limpia según ISO 14644-1

Área de sala limpia (m ²) de menos o igual a	Número mínimo de puntos de muestreo a probar (NL)
2	1
4	2
6	3
8	4
10	5
24	6
28	7
32	8
36	9
52	10
56	11
64	12
68	13
72	11
76	15
104	16
108	17
116	18
148	19
156	20
192	21
232	22
276	23
352	24
436	25
636	26
1000	Ecuación

Fuente: [39]

Para la determinación del número de muestras representativas de agua de consumo a tomar en cada jardín se tuvo en cuenta el Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio, en donde se establece que un tipo de muestreo es el intradomiciliario; aun cuando en sentido estricto este no hace parte del programa de muestreo para controlar y vigilar la calidad de agua para consumo, hay circunstancias en las que para investigar focos de contaminación dentro de las viviendas, es necesario llevarlo a cabo. Para este muestreo se recomienda tomar muestras de las llaves de agua antes y después de que los accesorios como grifos, sean desinfectados [40].

Por lo que para cada jardín se tomaron el siguiente número de muestras de aire y agua:

Tabla 2-3. Número de muestras a tomar de aire interior y agua de consumo en los Jardines de SDIS

JARDIN	NOMBRE	ÁREA (m ²)	No. MUESTRAS AIRE INTERIOR	No. MUESTRAS AGUA DE CONSUMO
SDIS	JI SDIS Tenerife	37,18	10	2
Cofinanciados	Acunar Cof Nido de Amor	29,7	8	2
Casas Vecinales	JI CV Gran Yomasa	43,03	10	2
SDIS	JI SDIS Tejares	77,8	16	2
Acunar SDIS	JI SDIS Acunar Gran Yomasa	99,06	16	2

Fuentes: Los Autores

JI SDIS TENERIFE:

El Jardín Infantil Secretaria Distrital de Integración Social Tenerife, es una institución de operación directa de la Secretaría Distrital de Integración Social, los niños y las niñas de 0 a 5 años de edad se benefician de un conjunto de acciones pedagógicas dirigidas a lograr su desarrollo integral. Este jardín se encuentra ubicado en el barrio Comuneros, en la Calle 91B sur No. 1-10 y atiende diariamente 121 niños y niñas de 0 a 5 años.

El muestreo en este jardín se llevó a cabo el día 02 de octubre de 2015. Teniendo en cuenta que el jardín cuenta con un área total de 102 m², se seleccionó un área representativa de 37,18 m² en la que se tomaron 10 muestras de aire interior de cada agar en la mañana y en la tarde, para un total de 80 muestras de aire interior en este. El área corresponde al corredor principal del jardín.

Las muestras de agua potable se tomaron teniendo en cuenta una posible contaminación en los dispositivos instalados en la red interna del jardín, por ello se tomaron dos muestras de agua, se recolectaron antes y después de hacer limpieza y desinfección de los grifos o llaves de agua de uno de los lavamanos del jardín.

ACUNAR COFINANCIADO NIDO DE AMOR:

El Jardín Infantil Acunar Cofinanciados Nido de Amor, es una institución de operación mixta de la Secretaría Distrital de Integración Social y Compensar, los niños y las niñas de 0 a 5 años de edad gozan de acceso a salud, nutrición y un conjunto de acciones pedagógicas dirigidas a lograr su desarrollo integral, en este jardín se atienden niños de cuna o que están en brazos. Este jardín se encuentra ubicado en el barrio Danubio Azul, en la Diagonal 57 sur No. 3ª-06 este y atiende diariamente 274 niños y niñas hasta de 5 años.

El muestreo en este jardín se llevó a cabo el día 06 de octubre de 2015. Teniendo en cuenta en cuenta que el jardín cuenta con un área total de 309 m², se seleccionó un área representativa de 29,7 m² en la que se tomaron 8 muestras de aire interior de cada agar

en la mañana y en la tarde, para un total de 64 muestras de aire interior en este. El área corresponde a uno de los comedores del jardín.

Las muestras de agua potable se tomaron teniendo en cuenta una posible contaminación en los dispositivos instalados en la red interna del jardín, por ello se tomaron dos muestras de agua, se recolectaron antes y después de hacer limpieza y desinfección de los grifos o llaves de agua de uno de los lavamanos que usan los niños en el jardín.

JI CV GRAN YOMASA:

El Jardín Infantil Casas Vecinales Gran Yomasa, es una institución social de operación mixta organizada y administrada por la comunidad, asesoradas y apoyadas por la Secretaria de Integración Social de la ciudad de Bogotá. Este jardín se encuentra ubicado en el barrio Gran Yomasa, en la Calle 84 No. 3ª-13 sur y atiende diariamente 135 niños y niñas de 0 a 5 años.

El muestreo en este jardín se llevó a cabo el día 06 de octubre de 2015. Teniendo en cuenta que el jardín cuenta con un área total de 127 m², se seleccionó un área representativa de 43,03 m² en la que se tomaron 10 muestras de aire interior de cada agar en la mañana y en la tarde, para un total de 80 muestras de aire interior en este. El área corresponde a uno de los salones del jardín en el cual se encuentran niños de 4 años.

Las muestras de agua potable se tomaron teniendo en cuenta una posible contaminación en los dispositivos instalados en la red interna del jardín, por ello se tomaron dos muestras de agua, se recolectaron antes y después de hacer limpieza y desinfección de los grifos o llaves de agua de uno de los lavamanos que usan los niños en el jardín.

JI SDIS TEJARES:

El Jardín Infantil Secretaria Distrital de Integración Social Tejares, es una institución de operación directa de la Secretaría Distrital de Integración Social, los niños y las niñas de 0 a 5 años de edad gozan de acceso a salud, nutrición, goce y disfrute de la cultura y un conjunto de acciones pedagógicas dirigidas a lograr su desarrollo integral. Este jardín se encuentra ubicado en el barrio Gran Yomasa, en la Carrera 2 No. 75B-40 sur y atiende diariamente 231 niños y niñas de 0 a 5 años.

El muestreo en este jardín se llevó a cabo el día 29 de octubre de 2015. Teniendo en cuenta que el jardín cuenta con un área total de 162 m², se seleccionó un área representativa de 77,8 m² en la que se tomaron 16 muestras de aire interior de cada agar en la mañana y en la tarde, para un total de 128 muestras de aire interior en este. El área corresponde al comedor del jardín.

Las muestras de agua potable se tomaron teniendo en cuenta una posible contaminación en los dispositivos instalados en la red interna del jardín, por ello se tomaron dos muestras de agua, se recolectaron antes y después de hacer limpieza y desinfección de los grifos o llaves de agua de uno de los lavamanos que usan los niños en el jardín.

JI SDIS ACUNAR GRAN YOMASA:

El Jardín Infantil Secretaria Distrital de Integración Social Acunar Gran Yomasa, es una institución de operación directa de la Secretaría Distrital de Integración Social, los niños y las niñas de 0 a 5 años de edad gozan de acceso a salud, nutrición, goce y disfrute de la cultura y un conjunto de acciones pedagógicas dirigidas a lograr su desarrollo integral. Este jardín se encuentra ubicado en el barrio Gran Yomasa, en la Carrera 1ª este No. 75-26 sur y atiende diariamente 231 niños y niñas de 0 a 5 años.

El muestreo en este jardín se llevó a cabo el día 29 de octubre de 2015. Teniendo en cuenta en cuenta que el jardín cuenta con un área total de 368 m², se seleccionó un área representativa de 99,06 m² en la que se tomaron 16 muestras de aire interior de cada agar en la mañana y en la tarde, para un total de 128 muestras de aire interior en este. El área corresponde al corredor principal del jardín.

Las muestras de agua potable se tomaron teniendo en cuenta una posible contaminación en los dispositivos instalados en la red interna del jardín, por ello se tomaron dos muestras de agua, se recolectaron antes y después de hacer limpieza y desinfección de los grifos o llaves de agua de uno de los lavamanos que usan los niños en el jardín.

2.4 Muestreo microbiológico de aire intramural

El muestreo de aire microbiano se llevó a cabo utilizando un método volumétrico de impactación al emplear el equipo Merck Air Sampler MAS-100 ECO en el interior de los jardines de la Secretaria de Integración Social, teniendo en cuenta las exigencias de la norma española ISO 14698-1 relacionada con el control de salas limpias y ambientes controlados asociados, y el procedimiento de muestreo microbiológico de aire del Instituto de Salud Pública de Chile, en el que se describe el procedimiento de muestreo microbiológico de aire en áreas biolimpias, salas blancas, y/o de contaminación controlada, utilizando el equipo MAS – 100 ECO [41].

El equipo MAS-100 ECO es un instrumento de alto rendimiento que está basado en el principio de muestreador de aire Andersen, el cual aspira aire a través de una placa perforada. El flujo de aire resultante es dirigido sobre una placa estándar de agar. Después del ciclo de colección, la placa Petri es incubada y las unidades formadoras de colonias (UFC) son contadas. El MAS-100 ECO opera con un dispositivo de succión de alto rendimiento y el volumen aspirado es continuamente monitoreado. El sistema mide el flujo de aire que ingresa y regula el volumen aspirado a un valor constante estándar de 100 litros por minuto. Este equipo regula automáticamente el volumen de acuerdo a la presión y temperatura ambiental arrojando resultados comparables de forma constante [41]. Para mayor información acerca del equipo revisar el Anexo D.

Para llevar a cabo el muestreo se debe instalar la placa de cultivo para ello se gira la tapa, abre e instala la caja de Petri destapada, se tapa y gira para fijar. Se enciende el equipo, se programa el proceso de muestreo seleccionado como se muestra en el Anexo

D, a continuación comienza el muestreo; para cada uno de los puntos se seleccionó un volumen aspirado de 100 litros por minuto, una vez terminado el ciclo de 1 minuto se retira la caja de Petri con medio de cultivo, se tapa, rotula y guarda para incubación. Anexo E.

Posteriormente se procedió a incubar las placas de cultivo en las estufas a temperatura de 37°C por un periodo de 24 a 48 horas. Anexo C

2.5 Muestreo físico, químico y microbiológico de agua de grifos

Se llevó a cabo el muestreo manual de calidad de agua de consumo humano de los grifos en el interior de los jardines de la Secretaria de Integración Social teniendo en cuenta la Resolución 0811 de 2008 de los ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; “Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la Autoridad Sanitaria y las Personas Prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución”, la Resolución 2115 de 2007 la cual establece en los capítulos II y III las características físicas, químicas y microbiológicas, y por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano, las cuales deberán cumplirse en todos los puntos de la red de distribución que son utilizados habitualmente para el consumo humano, y también se tuvo en cuenta el Manual de Instrucciones para la Toma, Preservación y Transporte de Muestras de Agua de Consumo Humano para Análisis de Laboratorio del Instituto Nacional de Salud [40].

Se llevó a cabo un análisis físico y químico “in situ” midiendo pH y cloro residual con el analizador OTO (Cloro) y pH – Calidad en servicio y suministro. Anexo F.

También se realizó un análisis microbiológico de las muestras, llevado a cabo en el laboratorio de microbiología de la Universidad Santo Tomas, para ello fue necesaria la recolección de muestras de agua en envases de vidrio de 237 mL, estos envases se llevaron refrigerados al laboratorio en donde se filtró el agua a través de una membrana la cual retiene los posibles microorganismos presentes en el agua, este filtro se colocó sobre el medio de cultivo, se llevó a la incubadora por un periodo entre 24 y 48 horas. Anexo G.

2.6 Recolección de información secundaria relacionada con el ausentismo de los niños al jardín por IRA y/o EDA

En cada uno de los jardines visitados para el estudio se pidió información de ausentismo de niños en la semana del estudio, y la razón de la ausencia del estudiante. Se obtuvo la siguiente tabla para el Jardín Infantil Secretaria Distrital de Integración Social Tenerife:

Tabla 2-4. Ausentismo estudiantes JI SDIS Tenerife

JI SDIS Tenerife Matriculados 2015							Ausencia
Niveles	Niños/as	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	
Sala Materna	16	0	1	1	0	1	
Caminadores	15	14	14	13	14	14	*Síntomas de gripa*Fiebre
Párvulos	25	23	23	24	25	25	*Dolor estomacal*Vomito
Pre jardín A	15	11	11	11	11	11	*Diarrea*Espasmos
Pre jardín B	15	12	12	13	13	13	*Síntomas de gripa*Rinitis
Jardín A	15	13	13	13	14	14	*Dolor de cabeza
Jardín B	20	16	16	15	16	16	*Cita medica
TOTAL	121	89	90	90	93	94	

Fuente: Los Autores

Se obtuvo la Tabla 2-5 con las razones de las ausencias de los estudiantes al Jardín Infantil Acunar Cofinanciado Nido de Amor.

Tabla 2-5. Ausentismo estudiantes Acunar Cofinanciado Nido de Amor

Acunar Cofinanciado Nido de Amor Matriculados 2015							Ausencia
Niveles	Niños/as	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	
Maternal	25	20	20	19	20	20	*Cita Medica
Caminadores A	30	28	29	29	29	29	*Pañalitis
Caminadores B	30	30	30	29	30	30	*Dolor de garganta
Párvulos A	25	24	24	25	25	25	* Fiebre
Párvulos B	20	16	15	18	18	18	
Párvulos C	20	20	19	19	19	19	* Fiebre, llanto continuo
Pre jardín A	30	28	29	29	30	30	
Pre jardín B	30	29	30	30	28	29	
Jardín A	32	30	30	31	30	30	* Fiebre, dolor muscular
Jardín B	32	29	29	29	30	30	* Otitis
TOTAL	274	254	255	258	259	260	

Fuente: Los Autores

Se obtuvo la Tabla 2-6 con las razones de las ausencias de los estudiantes al Jardín Infantil Casas Vecinales Gran Yomasa.

Tabla 2-6. Ausentismo estudiantes JI CV Gran Yomasa

JI CV Gran Yomasa Matriculados 2015							
Niveles	Niños/as	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Ausencia
Caminadores	10	8	8	8	10	9	*Nauseas, vomito
Párvulos A	15	14	14	15	15	13	
Párvulos B	15	14	13	13	13	13	*Varicela
Pre jardín A	20	16	17	16	16	16	*Síntomas de gripa
Pre jardín B	15	13	14	13	13	13	
Jardín A	30	27	26	27	27	27	*Gripa
Jardín B	30	28	29	29	29	29	*Gripa
TOTAL	135	120	121	121	123	120	

Fuente: Los Autores

La Tabla 2-7 contiene las razones por las cuales los estudiantes del Jardín Infantil Secretaria Distrital de Integración Social Tejares fallaron al mismo en la semana del muestreo.

Tabla 2-7. Ausentismo estudiantes JI SDIS Tejares

JI SDIS Tejares Matriculados 2015							
Niveles	Niños/as	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Ausencia
Caminadores A	15	9	9	9	9	10	*Síntomas de gripa
Caminadores B	13	8	9	9	10	9	*Malestar general
Caminadores C	10	9	10	10	10	10	*Viaje
Párvulos A	19	14	14	15	15	14	
Párvulos B	24	23	24	22	22	24	*Nauseas*Fiebre
Párvulos C	24	22	23	23	24	24	*Resfrió*Fiebre
Pre jardín A	31	28	29	29	30	30	*Fatiga, nauseas
Pre jardín B	34	32	32	32	33	34	*Brote
Jardín A	25	22	23	23	24	23	*Bronquitis
Jardín B	36	35	36	36	36	36	
TOTAL	231	202	209	208	213	214	

Fuente: Los Autores

La Tabla 2-8 contiene las razones por las cuales los estudiantes del Jardín Infantil Secretaria Distrital de Integración Social Acunar Gran Yomasa fallaron a este en la semana del muestreo.

Tabla 2-8. Ausentismo estudiantes JI SDIS Acunar Gran Yomasa

JI SDIS Acunar Gran Yomasa							Matriculados 2015
Niveles	Niños/as	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Ausencia
Nido 1	20	20	20	20	20	20	
Nido 2	20	19	19	20	20	20	*Viaje
Exploradores 1	20	20	19	20	20	20	
Exploradores 2	20	19	19	19	19	19	*Varicela
Párvulos 1	26	22	23	24	24	24	*Fiebre
Párvulos 2	25	25	25	25	25	25	
Párvulos 3	25	24	24	25	25	25	*Diarrea
Pre jardín 1	25	25	23	23	25	25	
Pre jardín 2	25	24	24	24	25	25	*Gripa
Pre jardín 3	25	20	20	20	19	20	*Nauseas, dolor abdominal
TOTAL	231	218	216	220	222	223	

Fuente: Los Autores

2.7 Identificación de colonias

2.7.1 Recuento de Unidades Formadoras de Colonias

Se realizó el recuento de las unidades formadoras de colonia (UFC) utilizando el método de conteo visual a partir del crecimiento de microorganismos en el Agar Sangre, Agar Chocolate y Agar EMB, como se muestra en el Anexo I. Este recuento se expresa en función del volumen en (m³) de aire muestreado por el equipo (UFC/m³). Como se ilustra en la Ecuación 3-1.

Ecuación 2-1.Unidad formadora de colonia (UFC)

$$\frac{UFC}{m^3} = \frac{\sum UFC \text{ agar sangre} + UFC \text{ agar chocolate} + UFC \text{ agar EMB}}{\text{Volumen de aire muestreado}}$$

Fuente: [42]

Los datos obtenidos de los conteos, se corrigieron por el método de estadístico de Feller, Anexo V, este método de corrección estadística se basa en el principio de que a mayor cantidad de microorganismos en cada toma de muestras, aumenta la probabilidad de que penetren varios microorganismos por el mismo orificio. El conteo de colonias por cada uno de los jardines y su corrección se encuentran en los Anexos K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T.

El recuento de las unidades formadoras de colonia por cada uno de los jardines y su corrección por el método estadístico de Feller para aire intramural se encuentran en el Anexo U.

2.7.2 Aislamiento de colonias

Las colonias de bacterias que crecieron en los medios de cultivo primarios se aislaron y sembraron nuevamente en agar Sangre, Chocolate y EMB con el fin de obtener cultivos puros para la identificación de especies.

Las colonias de hongos que crecieron en el cultivo inicial es decir, Sabouraud se sembraron nuevamente para así obtener un cultivo puro de hongos.

2.7.3 Identificación de hongos y bacterias

Dentro de los procedimientos utilizados para la identificación de los microorganismos, se utilizaron las siguientes técnicas por tipo de microorganismo en la etapa de laboratorio realizado en el laboratorio de microbiología de la Universidad Santo Tomas:

➤ Hongos:

Observación de morfología macroscópica: Se analizaron las colonias de hongos desarrollados en las cajas de Petri. Se tuvo en cuenta la apariencia de la colonia, tamaño, color, forma y textura.

Observación de morfología microscópica: Se realizaron preparaciones en fresco, teniendo en cuenta la incineración del asa de micología, la desinfección del mesón y trabajar cerca del mechero. Se realizó el siguiente procedimiento con cada hongo a identificar:

- Tomar una lámina portaobjetos desengrasada. Colocar una gota de azul de lactofenol en la zona central de esta.
- Tomar una porción de muestra con el asa de micología, teniendo en cuenta la parte del micelio y las hifas (parte reproductiva), se deposita sobre la gota y con ayuda de otra asa se desprende la porción suavemente. Poner una laminilla.
- Observar en el microscopio y seguir la guía para identificación de hongos comunes del aire presentada en el Anexo J.

➤ Bacterias (Bacilos Gram Positivos y Gram Negativos - Cocos Gram Positivos y Gram Negativos):

Observación de morfología microscópica: Se realizaron preparaciones en fresco, teniendo en cuenta la incineración del asa bacteriológica, la desinfección del mesón y

trabajar cerca del mechero. Se realizó el siguiente procedimiento con cada bacteria a identificar:

- Tomar una lámina portaobjetos desengrasada. Colocar una gota de agua destilada en la zona central de esta. Tomar una pequeña muestra de la cepa y diluirla en el portaobjetos.
- Fijar la muestra al calor flameándola en el mechero, cuidando no quemar la muestra. Colocar el portaobjetos sobre un soporte.
- Cubrir la muestra con cristal violeta. Esperar que transcurran 2 minutos. Escurrir y enjuagar con agua destilada.
- Cubrir la muestra con solución de lugol y esperar que transcurran 2 minutos. Escurrir y enjuagar con agua destilada.
- Cubrir la muestra con alcohol cetona. Esperar que transcurran 30 segundos. Escurrir y enjuagar con agua destilada.
- Cubrir la muestra con fucsina. Esperar que transcurran 15 segundos. Escurrir y enjuagar con agua destilada.
- Dejar secar la muestra. Agregar una gota de aceite de inmersión y observar en el microscopio a 100x.

2.8 Correlación de datos

Los resultados obtenidos se analizaron mediante el programa estadístico IBM SPSS Statistics 21, utilizamos este programa ya que es útil para el análisis multivariado, determinando las relaciones entre la concentración de microorganismos en el aire intramural y en el agua de consumo en cada uno de los jardines y el ausentismo de los niños al mismo por enfermedades relacionadas con IRA y EDA.

2.9 Factor de riesgo

Para la determinación del factor de riesgo por la presencia de microorganismos en el aire intramural y en el agua de consumo humano en niños de cero a cinco años de los jardines de la Secretaria de Integración Social en la localidad de Usme a través de los resultados obtenidos, se empleó la calificación cualitativa de riesgos ambientales, que fue modificada según las necesidades del proyecto.

3. Resultados y Análisis

En las bacterias y hongos identificados durante el periodo de estudio, en las jornadas mañana y tarde de los ambientes intramurales y del agua de consumo, se observó que algunos de ellos se presentaron con mayor frecuencia, por esta razón se realizó una recopilación de bacterias y hongos teniendo en cuenta cuáles de ellos se encontraban con mayor repetición en los diferentes jardines infantiles de estudio durante todo el muestreo.

3.1 Jardín Infantil Secretaria Distrital de Integración Social Tenerife

3.1.1 Resultados de muestreos de aire intramural

Las muestras fueron tomadas el día viernes 02 de octubre de 2015 en la mañana desde las 8:20 am hasta las 9:40 am, y en la tarde desde las 2:30 pm hasta las 3:40 pm.

- Se ubicó el equipo sobre una superficie plana a una altura aproximada de 90cm.
- Los 10 puntos de muestreo se distribuyeron en el pasillo en forma de "X".

Ilustración 3-1. Muestreos aire intramural JI SDIS Tenerife



Fuente: Los Autores

En el muestreo desarrollado en la mañana en general se encontró gran desarrollo de colonias en los medios de cultivo, especialmente en el agar Sabouraud. En los medios

selectivos se identificó microorganismos con características similares a *Pseudomonas spp*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus aureus*, *Serratia spp*, *Yersinia spp*, *Klebsiella spp*, *Haemophilus influenzae*, *Streptococcus pneumoniae*, *Penicillium spp*, *Mucor spp*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus Níger*, *Cladophialophora spp*, *Cladosporium spp*, *Chrysosporium spp*, *Pithomyces spp*, *Stemphylium spp*.

En el muestreo desarrollado en la tarde en general se encontró gran desarrollo de colonias en los medios de cultivo, especialmente en el agar Sabouraud. En los medios selectivos se identificó microorganismos con características similares a *Pseudomonas spp*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus aureus*, *Serratia spp*, *Yersinia spp*, *Klebsiella spp*, *Mucor spp*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Microsporium spp*, *Aspergillus Níger*, *Chrysonilia spp*, *Cladophialophora spp*, *Cladosporium spp*, *Pithomyces spp*, *Stemphylium spp*.

Como se muestra en el formato del Anexo K.

3.1.2 Análisis de resultados aire intramural

El desarrollo de las colonias en los diferentes medios de cultivo fue de mayor frecuencia en las horas de la mañana, que en las horas de la tarde. Existe mayor desarrollo de colonias de hongos, no solo en el agar Sabouraud sino también en el agar Sangre y EMB. En general teniendo en cuenta los microorganismos encontrados en la mañana y en la tarde son similares.

3.1.3 Resultados de muestreo de agua de consumo

Las muestras fueron tomadas el día viernes 02 de octubre de 2015 en la mañana a las 8:00 am antes de que el grifo fuera desinfectado y a las 1:00 pm después de que en grifo fue desinfectado por parte del personal de aseo del jardín.

Ilustración 3-2. Muestreos agua de consumo JI SDIS Tenerife



Fuente: Los Autores

➤ **Análisis físico-químico:**

En la tabla 3-1 se muestran los resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ en el jardín.

Tabla 3-1. Resultados analisis fisico-quimico del agua de consumo JI SDIS Tenerife

Parámetro	Resultado	
	Antes de desinfectar	Después de desinfectar
pH	7,2	7,2
Cloro Residual (mg/L)	1,0	1,0

Fuente: Los Autores

➤ **Análisis microbiológico:**

En el muestreo desarrollado antes y después de que se llevara a cabo la desinfección de los grifos del jardín se encontró crecimiento de bacterias y hongos. En el medio selectivo EMB en el que se incubaron los filtros de agua se identificó antes y después de la desinfección de los grifos *Enterobacteriaceae*, *Coliformes totales* y *Penicillium spp*, como se muestra en el formato del Anexo L.

3.1.4 Análisis de resultados agua de consumo

Los resultados obtenidos se ajustan al valor máximo permitido por la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Salud, teniendo en cuenta que el pH esta entre el rango de 6,5 – 9,0, y el cloro residual libre esta entre el rango de 0,3 – 2,0 mg/L.

Fue el jardín con mayor crecimiento de bacterias y hongos, esto evidencia incumplimiento a la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Salud, ya que se encontraron 84 UFC/m³ de Coliformes totales antes de la desinfección del grifo y 124 UFC/m³ de Coliformes totales después de la desinfección del grifo.

3.2 Jardín Infantil Acunar Cofinanciado Nido de Amor

3.2.1 Resultados de muestreo de aire intramural

Las muestras fueron tomadas el día martes 06 de octubre de 2015 en la mañana desde las 9:30 am hasta las 10:20 am, y en la tarde desde las 2:00 pm hasta las 2:50 pm.

- Se ubicó el equipo sobre mesas de comedor, a una altura aproximada de 60 cm.
- Los 8 puntos de muestreo se distribuyeron en el comedor en forma de "X".

Ilustración 3-3. Muestreos de aire intramural JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor



Fuente: Los Autores

En el muestreo desarrollado en la mañana en general se encontró poco desarrollo de colonias en los medios de cultivo, especialmente en el agar EMB. En los medios selectivos se identificó microorganismos con características similares a *Pseudomonas spp*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus aureus*, *Serratia spp*, *Klebsiella spp*, *Penicillium spp*, *Mucor spp*, *Rhizopus spp*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Alternaria spp*, *Absidia spp*, *Cladosporium spp*, *Phoma glomerata*.

En el muestreo desarrollado en la tarde en general se encontró gran desarrollo de colonias en los medios de cultivo, especialmente en el agar Sabouraud. En los medios selectivos se identificó microorganismos con características similares a *Pseudomonas spp*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus aureus*, *Corynebacteria spp*, *Serratia spp*, *Yersinia spp*, *Klebsiella spp*, *Mycobacterium*, *Salmonella spp*, *Penicillium spp*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus Níger*, *Cladophialophora spp*, *Cladosporium spp*, *Phoma glomerata*, *Pithomyces spp*.

Como se muestra en el formato del Anexo M.

3.2.2 Análisis de resultados de aire intramural

El desarrollo de las colonias de bacterias en los diferentes medios de cultivos fue con mayor frecuencia en las horas de la tarde y las colonias de hongos fueron similares en las dos jornadas. Existe mayor desarrollo de colonias de bacterias en los medios Sabouraud y Sangre. En el agar EMB no hubo gran desarrollo de colonias y en el agar Chocolate solo crecieron colonias de bacterias.

En general teniendo en cuenta los microorganismos encontrados en la mañana y en la tarde se puede observar una mediana diferencia.

3.2.3 Resultados de muestreo de agua de consumo

Las muestras fueron tomadas el día martes 06 de octubre de 2015 en la mañana a las 9:30 am antes de que el grifo fuera desinfectado y a las 2:00 pm después de que el grifo fue desinfectado por parte del personal de aseo del jardín.

Ilustración 3-4. Muestreo de agua de consumo JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor



Fuente: Los Autores

➤ Análisis físico-químico:

En la tabla 3-2 se muestran los resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ en el jardín.

Tabla 3-2. Resultados analisis fisico-quimico del agua de consumo JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor

Parámetro	Resultado	
	Antes de desinfectar	Después de desinfectar
pH	7,2	7,2
Cloro Residual (mg/L)	1,0	1,0

Fuente: Los Autores

➤ Análisis microbiológico:

En el muestreo desarrollado antes y después de que se llevara a cabo la desinfección de los grifos del jardín se encontró crecimiento de bacterias y hongos. En el medio selectivo EMB en el que se incubaron los filtros de agua se identificó antes y después de la desinfección de los grifos *Enterobacteriaceae*, como se muestra en el formato del Anexo N.

3.2.4 Análisis de resultados de agua de consumo

Los resultados obtenidos se ajustan al valor máximo permitido por la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Salud, teniendo en cuenta que el pH esta entre el rango de 6,5 – 9,0, el cloro residual libre esta entre el rango de 0,3 – 2,0 mg/L. En cuanto a Coliformes totales antes y después de la desinfección del grifo se encontraron 0 UFC/m³, aunque se debe tener en cuenta que se encontraron *Enterobacteriaceae*; en mayor cantidad después de la desinfección del grifo.

3.3 Jardín Infantil Casas Vecinales Gran Yomasa

3.3.1 Resultados de muestreos de aire intramural

Las muestras fueron tomadas el día martes 06 de octubre de 2015 en la mañana desde las 10:50 am hasta las 11:50 am, y en la tarde desde las 3:20 pm hasta las 4:10 pm

- Se ubicó el equipo sobre una superficie plana a la altura de las mesas de trabajo de los estudiantes.
- Los 8 puntos de muestreo se distribuyeron en forma de “X” en el área del salón de clase.

Ilustración 3-5. Muestreo agua de consumo JI CV Gran Yomasa



Fuente: Los Autores

En el muestreo desarrollado en la mañana en general se encontró gran desarrollo de colonias en los medios de cultivo, especialmente en el agar Sabouraud. En los medios selectivos se identificó microorganismos con características similares a *Pseudomonas spp*, *Bacilo Anthracis*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus aureus*, *Corynobacteria spp*, *Serratia spp*, *Yersinia spp*, *Klebsiella spp*, *Mucor spp*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Microsporium spp*, *Alternariaspp*, *Aspergillus Níger*, *Absidia spp*, *Chrysonilia spp*, *Cladophialophora spp*, *Cladosporium spp*, *Chrysosporium spp*, *Phoma glomerata*.

En el muestreo desarrollado en la tarde en general se encontró gran desarrollo de colonias en los medios de cultivo, especialmente en el agar Sabouraud. En los medios selectivos se identificó microorganismos con características similares a *Pseudomonas spp*, *Bacilo Anthracis*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus aureus*, *Serratia spp*, *Yersinia spp*, *Mycobacterium*, *Salmonella spp*, *Penicillium spp*, *Mucor spp*, *Rhizopus spp*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Microsporium spp*, *Aspergillus Níger*, *Absidia spp*, *Chrysonilia spp*, *Cladophialophora spp*, *Cladosporium spp*, *Chrysosporium spp*, *Phoma glomerata*, *Stemphylium spp*.

Como se muestra en el formato del Anexo O.

3.3.2 Análisis de resultados de aire intramural

El desarrollo de las colonias en los diferentes medios de cultivo fue con mayor frecuencia en las horas de la tarde, que en las horas de la mañana. Existe mayor desarrollo de colonias de hongos en las horas de la tarde, no solo en el agar Sabouraud sino también en el agra Sangre y EMB. Mientras el crecimiento de bacterias es muy similar en las dos jornadas desarrolladas.

3.3.3 Resultados de muestreo de agua de consumo

Las muestras fueron tomadas el día martes 06 de octubre de 2015 en la mañana a las 10:50 am antes de que el grifo fuera desinfectado y a las 3:20 pm después de que el grifo fue desinfectado por parte del personal de aseo del jardín.

Ilustración 3-6. Muestreo agua de consumo JI CV Gran Yomasa



Fuente: Los Autores

➤ Análisis físico-químico:

En la tabla 3-3 se muestran los resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ en el jardín.

Tabla 3-3. Resultados analisis fisico-quimico del agua de consumo JI CV Gran Yomasa

Parámetro	Resultado	
	Antes de desinfectar	Después de desinfectar
pH	7,2	7,2
Cloro Residual (mg/L)	1,0	1,0

Fuente: Los Autores

➤ Análisis microbiológico:

En el muestreo desarrollado antes y después de que se llevara a cabo la desinfección de los grifos del jardín se encontró crecimiento de bacterias y hongos. En el medio selectivo EMB en el que se incubaron los filtros de agua se identificó después de la desinfección de los grifos *Enterobacteriaceaes*. Como se muestra en el formato del Anexo P.

3.3.4 Análisis de resultados de agua de consumo

Los resultados obtenidos se ajustan al valor máximo permitido por la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Salud, teniendo en cuenta que el pH esta entre el rango de 6,5 – 9,0, y el cloro residual libre esta entre el rango de 0,3 – 2,0 mg/L, y que se encontraron 0 UFC/m³ de Coliformes totales antes y después de la desinfección del grifo, se debe tener en cuenta que se encontraron 5 UFC/m³ de Enterobacteriaceae después de la desinfección del grifo.

3.4 Jardín Infantil Secretaria Distrital de Integración Social Tejares

3.4.1 Resultados de muestro de aire intramural

Las muestras fueron tomadas el día jueves 29 de octubre de 2015 en la mañana desde las 10:00 am hasta las 11:40 am, y en la tarde desde las 2:40 pm hasta las 4:00 pm

- Se ubicó el equipo sobre mesas de comedor, a una altura aproximada de 60 cm.
- Los 16 puntos de muestreo se distribuyeron en el pasillo en forma de “X”.

Ilustración 3-7. Muestreo agua de consumo JI SDIS Tejares



Fuente: Los Autores

En el muestreo desarrollado en la mañana en general se encontró gran desarrollo de colonias en los medios de cultivo, especialmente en el agar Sabouraud. En los medios selectivos se identificó microorganismos con características similares a *Pseudomonas spp*, *Bacilo Anthrcis*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus aureus*, *Serratia spp*, *Yersinia spp*, *Klebsiella spp*, *Salmonella spp*, *Penicillium spp*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus Níger*, *Alternaria spp*, *Chrysonilia spp*, *Chrysosporium spp*, *Pithomyces spp*, *Stemphylium spp*.

En el muestreo desarrollado en la tarde en general se encontró gran desarrollo de colonias en los medios de cultivo, especialmente en el agar Sabouraud. En los medios selectivos se identificó microorganismos con características similares a *Pseudomonas*

spp, *Bacilo Anthracis*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus aureus*, *Serratia spp*, *Yersinia spp*, *Klebsiella spp*, *Mycobacterium*, *Salmonella spp*, *Penicillium spp*, *Mucor spp*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Alternaria spp*, *Aspergillus Níger*, *Cladosporium spp*, *Chrysosporium spp*, *Phoma glomerata*, *Pithomyces spp*, *Stemphylium spp*.

Como se muestra en el formato del Anexo Q.

3.4.2 Análisis de resultados de aire intramural

Se pudo observar que el crecimiento de colonias se facilitó en los medios de EMB, sangre y chocolate, es decir, que el número de colonias fue mayor en estos medios de cultivo, por otra parte en el medio Saboreaud en el que se buscó encontrar una cantidad similar de hongos, no fue posible en los muestreos de la mañana, mientras que en los muestreos realizados en horas de la tarde se evidencio un mayor número de colonias de hongos en Saboreaud que aun así no fue un valor similar a los hallados en los demás medios de cultivo trabajados.

3.4.3 Resultados de muestreo de agua de consumo

Las muestras se tomaron el día jueves 29 de octubre de 2015 en la mañana a las 10:00 am antes de que el grifo se desinfectara y a las 2:40 pm después de que el grifo fue desinfectado por parte del personal de aseo del jardín.

➤ Análisis físico-químico:

En la tabla 3-4 se muestran los resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ en el jardín.

Tabla 3-4. Resultados analisis fisico-quimico del agua de consumo JI SDIS Tejares

Parámetro	Resultado	
	Antes de desinfectar	Después de desinfectar
pH	7,2	7,2
Cloro Residual (mg/L)	1,0	1,0

Fuente: Los Autores

➤ Análisis microbiológico:

En el muestreo desarrollado antes y después de que se llevara a cabo la desinfección de los grifos del jardín se encontró crecimiento de bacterias y hongos. En el medio selectivo EMB en el que se incubaron los filtros de agua se identificó antes de la desinfección de los grifos *Penicillium spp*, y después de la desinfección de los grifos *Enterobacteriaceas* y *Coliformes totales*. Como se muestra en el formato del Anexo R.

3.4.4 Análisis de resultados de agua de consumo

Los resultados obtenidos se ajustan al valor máximo permitido por la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Salud, teniendo en cuenta que el pH esta entre el rango de 6,5 – 9,0, y el cloro residual libre esta entre el rango de 0,3 – 2,0 mg/L. En cuanto a Coliformes totales se incumple la norma ya que se encontraron 7 UFC/m³ y 3 UFC/m³ de Enterobacteriaceas antes de la desinfección del grifo.

3.5 Jardín Infantil Secretaria Distrital de Integración Social Acunar Gran Yomasa

3.5.1 Resultados de muestro de aire intramural

Las muestras fueron tomadas el día jueves 29 de octubre de 2015 en la mañana desde las 8:00 am hasta las 9:50 am, y en la tarde desde las 1:00 pm hasta las 2:30 pm.

- Se ubicó el equipo sobre una superficie plana a una altura aproximada de 90cm.
- Los 16 puntos de muestreo se distribuyeron en el pasillo en forma de “X”.

Ilustración 3-8. Muestreo aire intramural JI SDIS Acunar Gran Yomasa



Fuente: Los Autores

En el muestreo desarrollado en la mañana en general se encontró gran desarrollo de colonias en los medios de cultivo, especialmente en el agar Sabouraud. En los medios selectivos se identificó microorganismos con características similares a *Pseudomonas spp*, *Clostridium*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus aureus*, *Corynebacteria spp*, *Serratia spp*, *Yersinia spp*, *Klebsiella spp*, *Mycobacterium*, *Penicillium spp*, *Mucor spp*, *Rhizopus spp*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus Níger*, *Microsporium spp*, *Aleternaria spp*, *Cladophialophora spp*, *Cladosporium spp*, *Phoma glomerata*.

En el muestreo desarrollado en la tarde en general se encontró gran desarrollo de colonias en los medios de cultivo, especialmente en el agar Sabouraud. En los medios selectivos se identificó microorganismos con características similares a *Pseudomonas spp*, *Clostridium*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus aureus*, *Serratia spp*, *Yersinia spp*, *Klebsiella spp*, *Penicillium spp*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Microsporum spp*, *Aspergillus Níger*, *Chrysonilia spp*, *Cladophialophora spp*, *Cladosporium spp*, *Chrysosporum spp*, *Phoma glomerata*, *Pithomyces spp*, *Stemphylium spp*.

Como se muestra en el formato del Anexo S.

3.5.2 Análisis de resultados de aire intramural

El desarrollo de las colonias de bacterias en los diferentes medios de cultivo fue con mayor frecuencia en las horas de la tarde, que en las horas de la mañana. Existe mayor desarrollo de colonias de bacterias en los agares selectivos. El desarrollo de las diferentes colonias de hongos en las dos jornadas es muy similar en número.

3.5.3 Resultados de muestreo de agua de consumo

Las muestras fueron tomadas el día jueves 29 de octubre de 2015 en la mañana a las 8:00 am antes de que el grifo fuera desinfectado y a las 1:00 pm después de que en grifo fue desinfectado por parte del personal de aseo del jardín.

Ilustración 3-9. Muestreo agua de consumo JI SDIS Acunar Gran Yomasa



Fuente: Los Autores

➤ Análisis físico-químico:

En la tabla 3-5 se muestran los resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ en el jardín.

Tabla 3-5. Resultados analisis fisico-quimico del agua de consumo JI SDIS Acunar Gran Yomasa

Parámetro	Resultado	
	Antes de desinfectar	Después de desinfectar
pH	7,2	7,2
Cloro Residual (mg/L)	1,0	1,0

Fuente: Los Autores

➤ Análisis microbiológico:

En el muestreo desarrollado antes y después de que se llevara a cabo la desinfección de los grifos del jardín se encontró crecimiento de bacterias y hongos. En el medio selectivo EMB en el que se incubaron los filtros de agua se identificó antes y después de la desinfección de los grifos *Enterobacteriaceae*. Como se muestra en el formato del Anexo T.

3.5.4 Análisis de resultados de agua de consumo

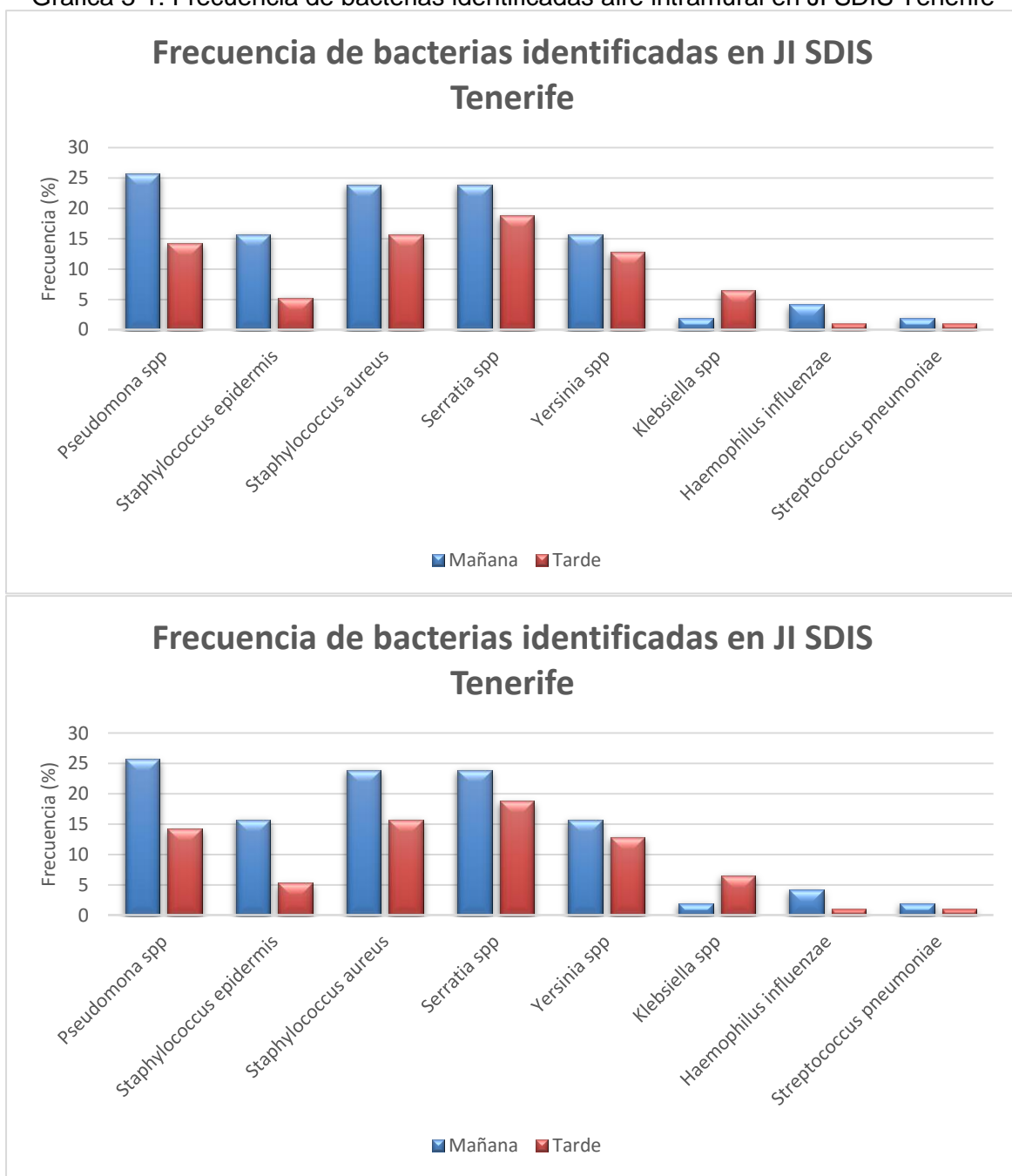
Los resultados obtenidos se ajustan al valor máximo permitido por la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Salud, teniendo en cuenta que el pH esta entre el rango de 6,5 – 9,0, y el cloro residual libre esta entre el rango de 0,3 – 2,0 mg/L. Se encontraron 0 UFC/m³ antes y después de la desinfección del grifo, aunque se debe tener en cuenta que se hallaron antes y después de la desinfección del grifo 2 UFC/m³ y 3 UFC/m³ de *Enterobacteriaceae* respectivamente.

3.6 Frecuencia de microorganismos encontrados

Las bacterias y hongos identificados durante el periodo de muestreo, en las jornadas de la mañana y tarde en cada uno de los jardines se presentaron con mayor y menor frecuencia, por ello se realizó una recopilación de datos para identificar los microorganismos que presentaron mayor repetición. Esta frecuencia se determinó en cada uno de los jardines infantiles a partir del número de muestras que se tomó en cada uno de ellos de aire intramural y de agua de consumo.

En la Gráfica 3-1 se observa se observan las bacterias encontradas en el aire intramural del JI SDIS Tenerife en la mañana y en la tarde, la bacteria con mayor frecuencia es *Pseudomonas spp*, seguida de *Staphylococcus aureus* y *Serratia spp*, siendo estas especies microorganismos oportunistas que afectan comúnmente el tracto respiratorio. Se encuentra mayor concentración de bacterias en la jornada de la mañana con relación a la jornada de la tarde.

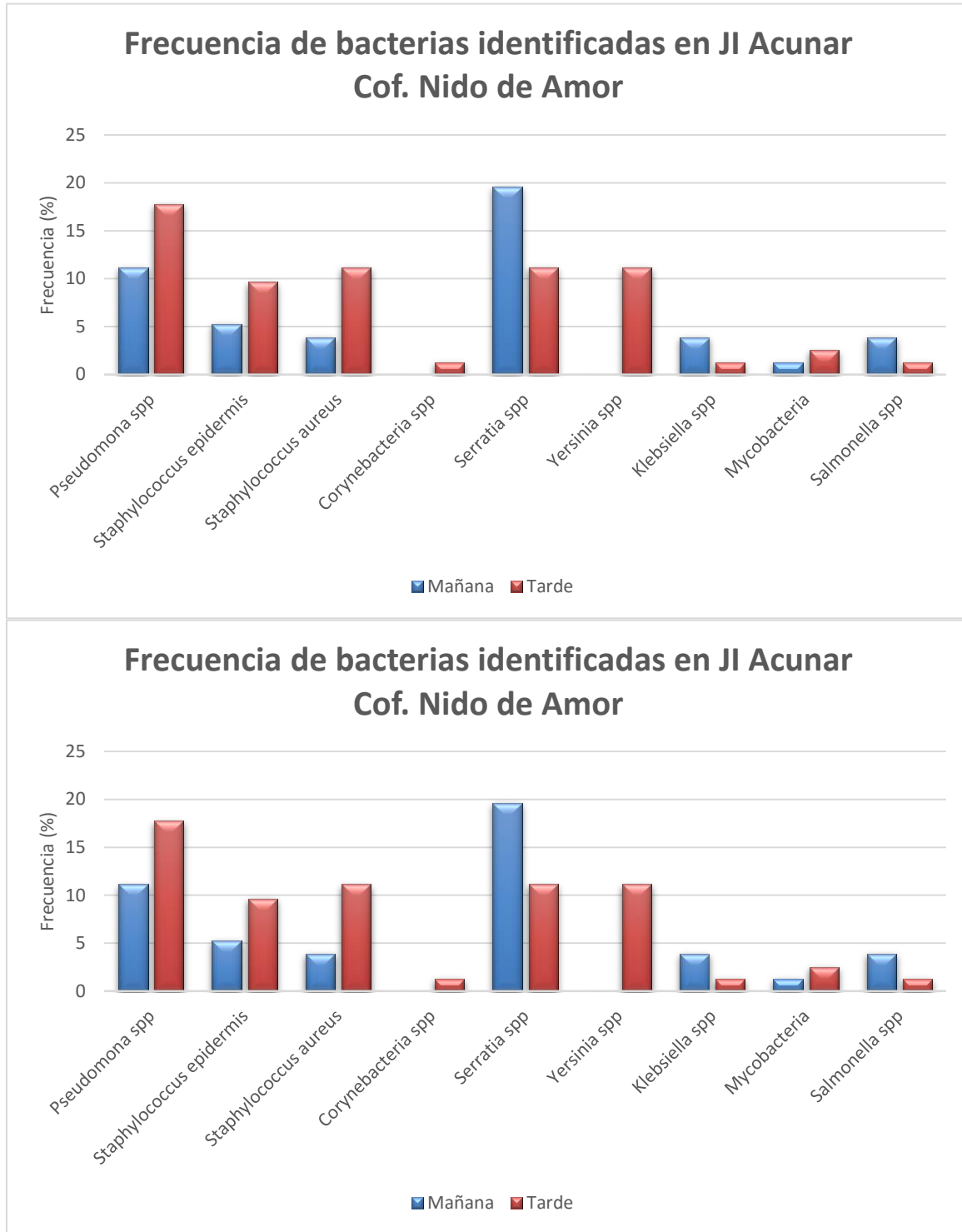
Grafica 3-1. Frecuencia de bacterias identificadas aire intramural en JI SDIS Tenerife



Fuente: Los Autores

En la Gráfica 3-2 se observa se observan las bacterias encontradas en el aire intramural del JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor en la mañana y en la tarde, la bacteria con mayor frecuencia es *Serratia spp* en la jornada de la mañana, y *Pseudomonas spp* en la jornada de la tarde, siendo estas especies microorganismos oportunistas que afectan comúnmente el tracto respiratorio. Se encuentra mayor concentración de bacterias en la jornada de la tarde con relación a la jornada de la mañana.

Grafica 3-2. Frecuencia de bacterias identificadas en aire intramural en JI Acunar Cof. Nido de Amor

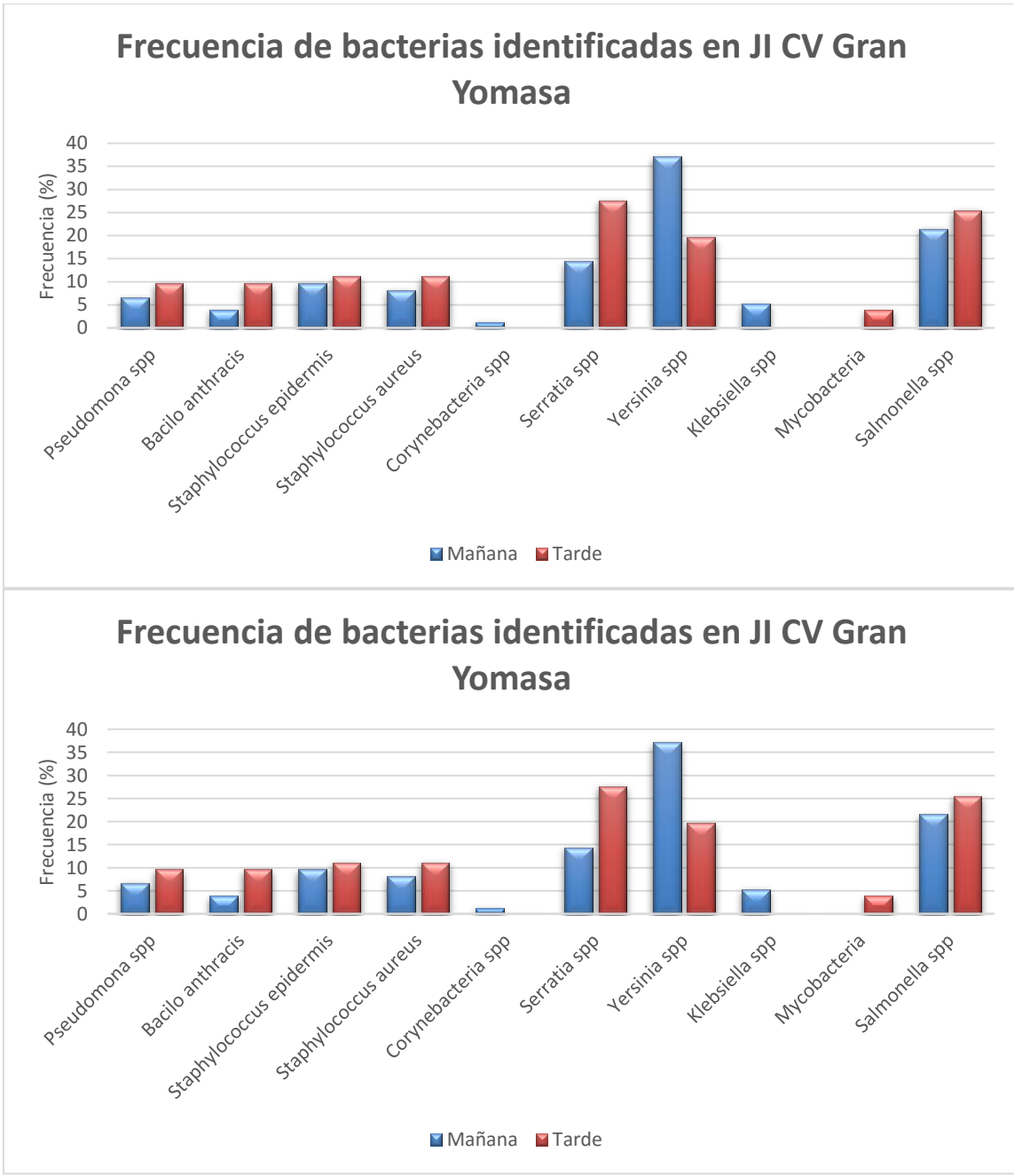


Fuente: Los Autores

En la Gráfica 3-3 se observa se observan las bacterias encontradas en el aire intramural del JI CV Gran Yomasa en la mañana y en la tarde, la bacteria con mayor frecuencia es

Yersinia spp en la jornada de la mañana, y *Serratia spp* en la jornada de la tarde, siendo estas especies microorganismos oportunistas que afectan comúnmente el tracto respiratorio. Se encuentra una concentración de bacterias en la jornada de la mañana y la tarde muy parecida.

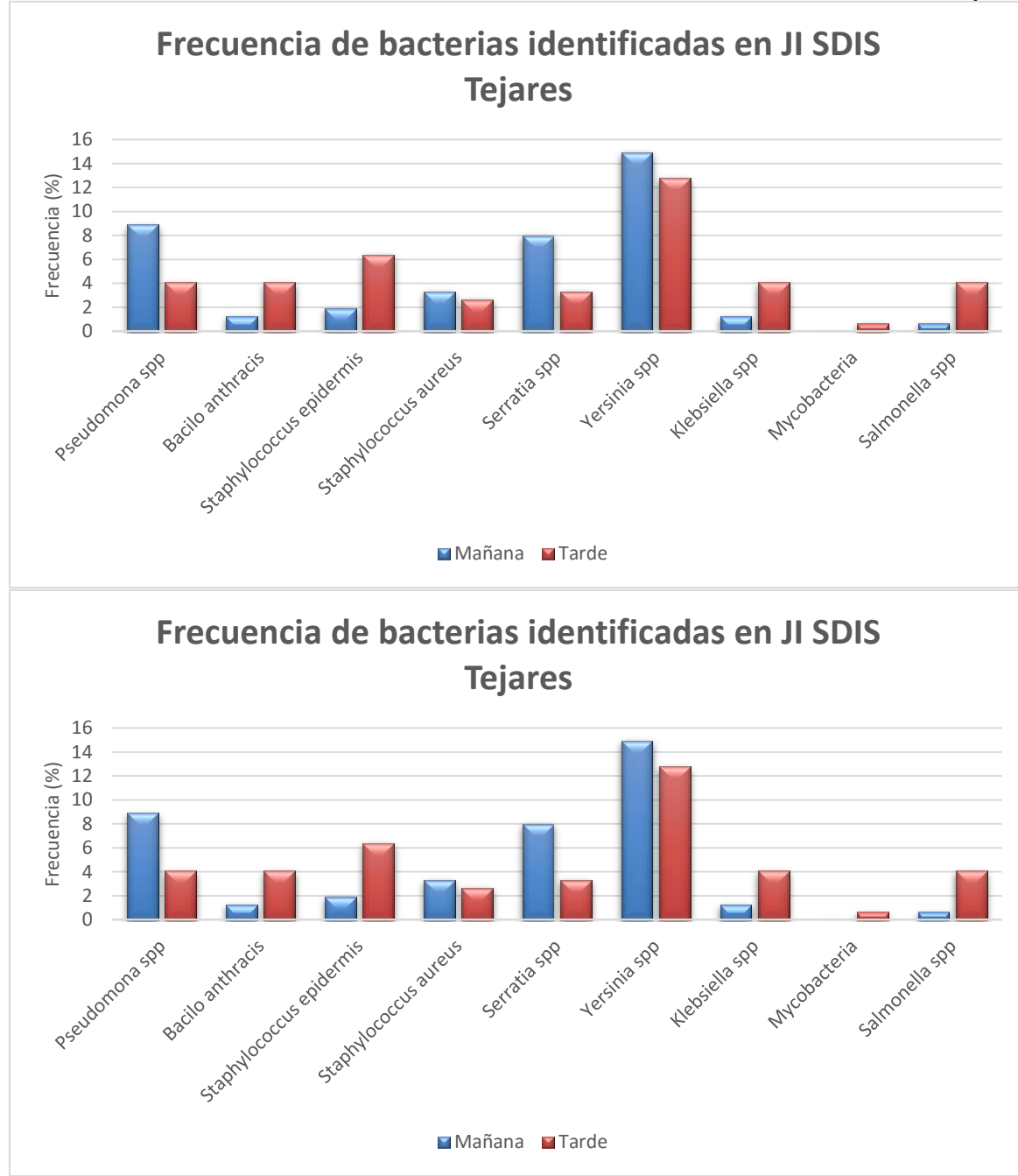
Grafica 3-3. Frecuencia de bacterias identificadas en aire intramural en JI CV Gran Yomasa



Fuente: Los Autores

En la Gráfica 3-4 se observan las bacterias encontradas en el aire intramural del JI SDIS Tejares en la mañana y en la tarde, la bacteria con mayor frecuencia encontrada en las dos jornadas es *Yersinia spp*, siendo esta especie de microorganismo un oportunista que afectan comúnmente el tracto respiratorio. Se encuentra una concentración de bacterias en la jornada de la mañana y la tarde igual.

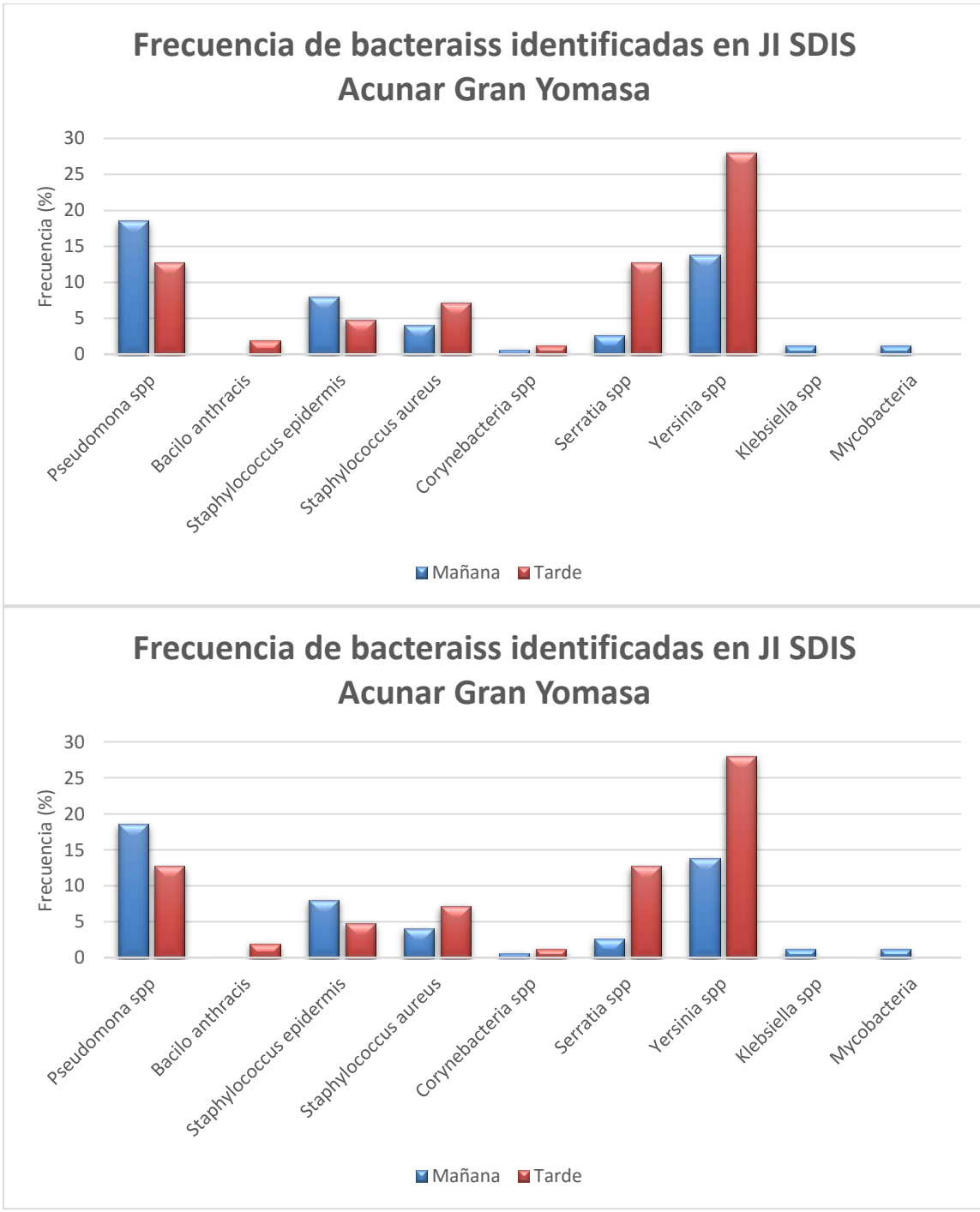
Grafica 3-4. Frecuencia de bacterias identificadas en aire intramural en el JI SDIS Tejares



Fuente: Los Autores

En la Gráfica 3-5 se observa se observan las bacterias encontradas en el aire intramural del JI SDIS Acunar Gran Yomasa en la mañana y en la tarde, la bacteria con mayor frecuencia encontrada en la mañana es *Pseudomonas spp*, y en la tarde es *Yersinia spp*, siendo estas especies de microorganismos oportunistas que afectan comúnmente el tracto respiratorio. Se encuentra una concentración de bacterias mayor en la jornada de la tarde.

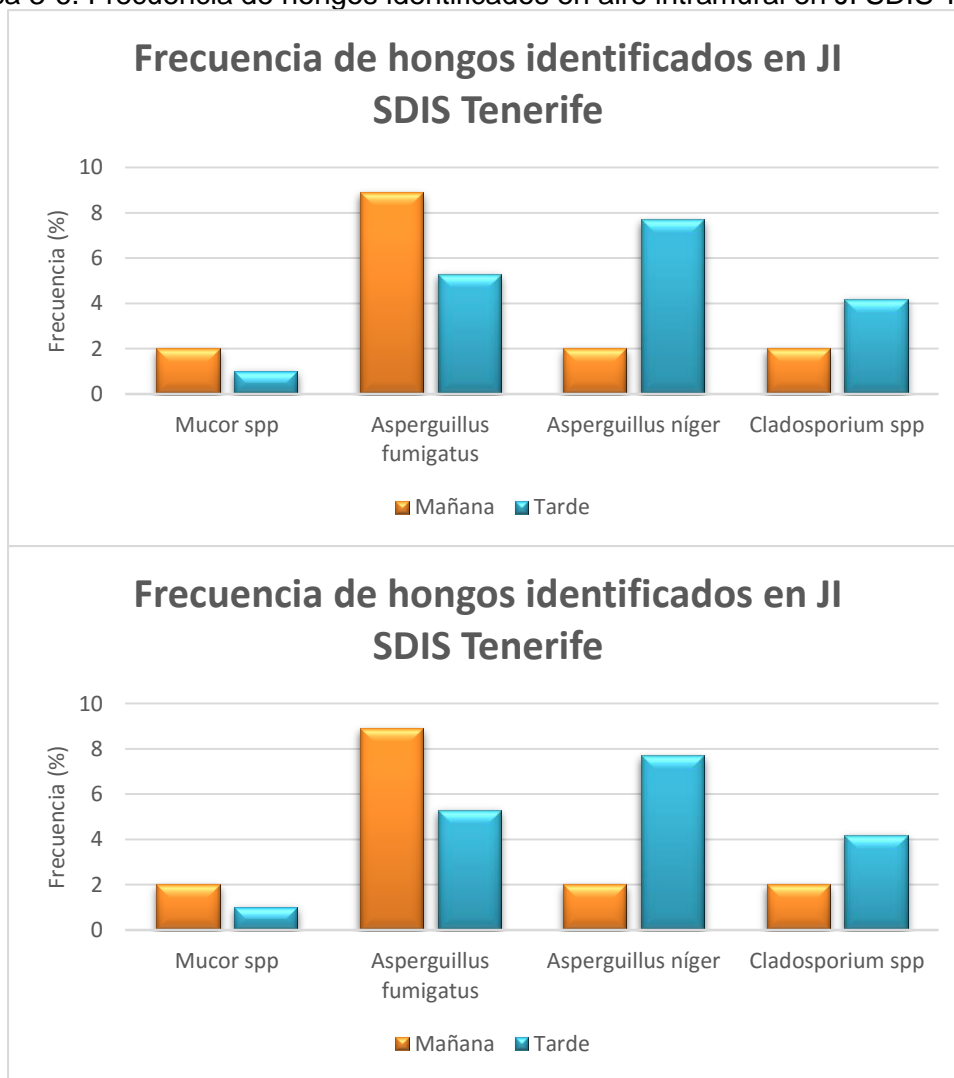
Grafica 3-5. Frecuencia de bacterias identificadas en aire intramural en JI SDIS Acunar
Gran Yomasa



Fuente: Los Autores

La grafica 3-6 registra los hongos identificados durante el periodo de estudio en el JI SDIS Tenerife, el hongo que presento un valor significativo en la jornada de la mañana fue *Aspergillus fumigatus*, y en la jornada de la tarde *Aspergillus niger*. La mayor concentración de hongos presentes en el jardín se dio en las horas de la tarde.

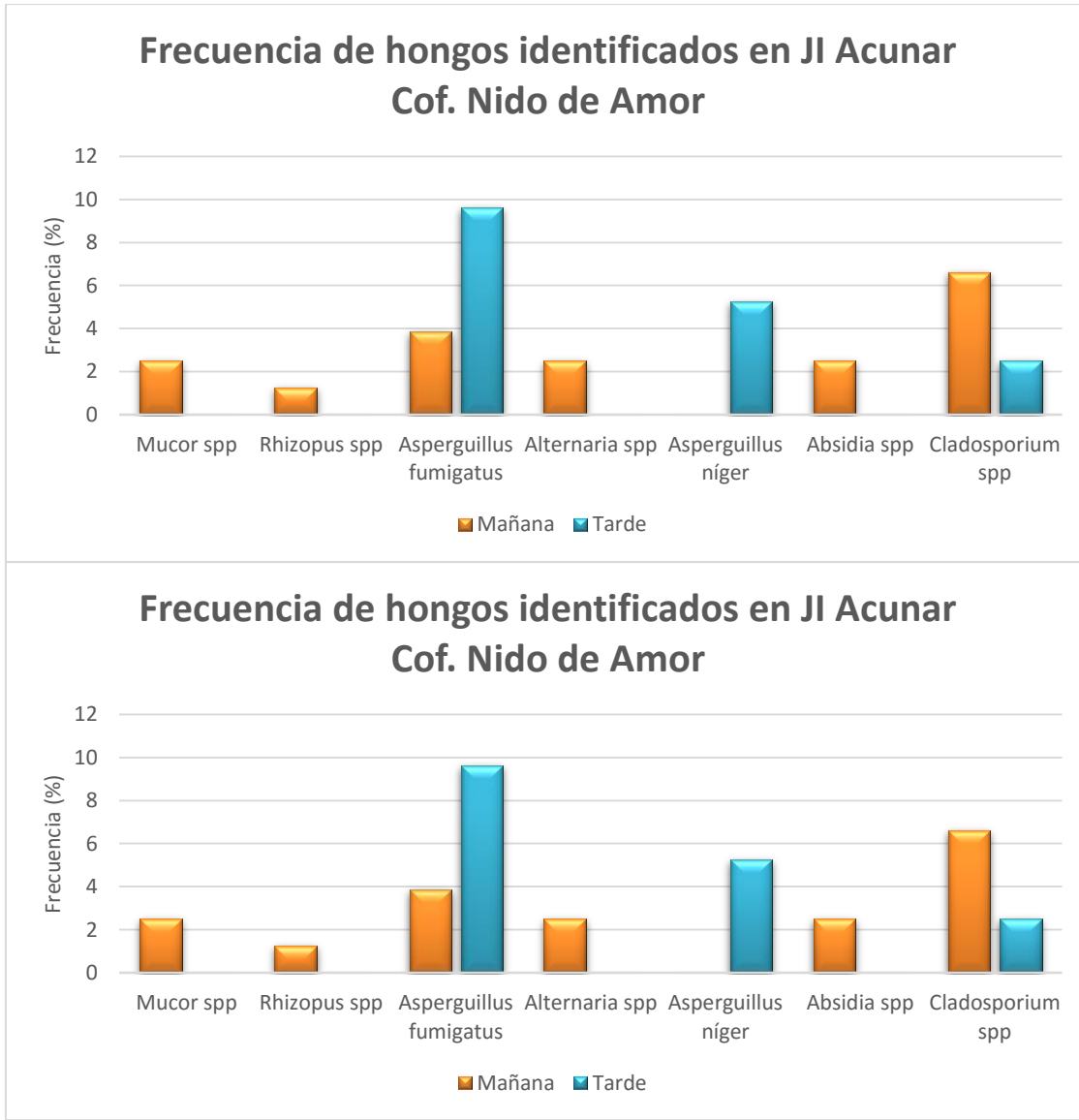
Grafica 3-6. Frecuencia de hongos identificados en aire intramural en JI SDIS Tenerife



Fuente: Los Autores

La grafica 3-7 registra los hongos identificados durante el periodo de estudio en el JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor, el hongo que presentó un valor significativo en la jornada de la mañana fue *Cladosporium spp*, y en la jornada de la tarde *Aspergillus fumigatus*. La mayor concentración de hongos presentes en el jardín se dio en las horas de la mañana.

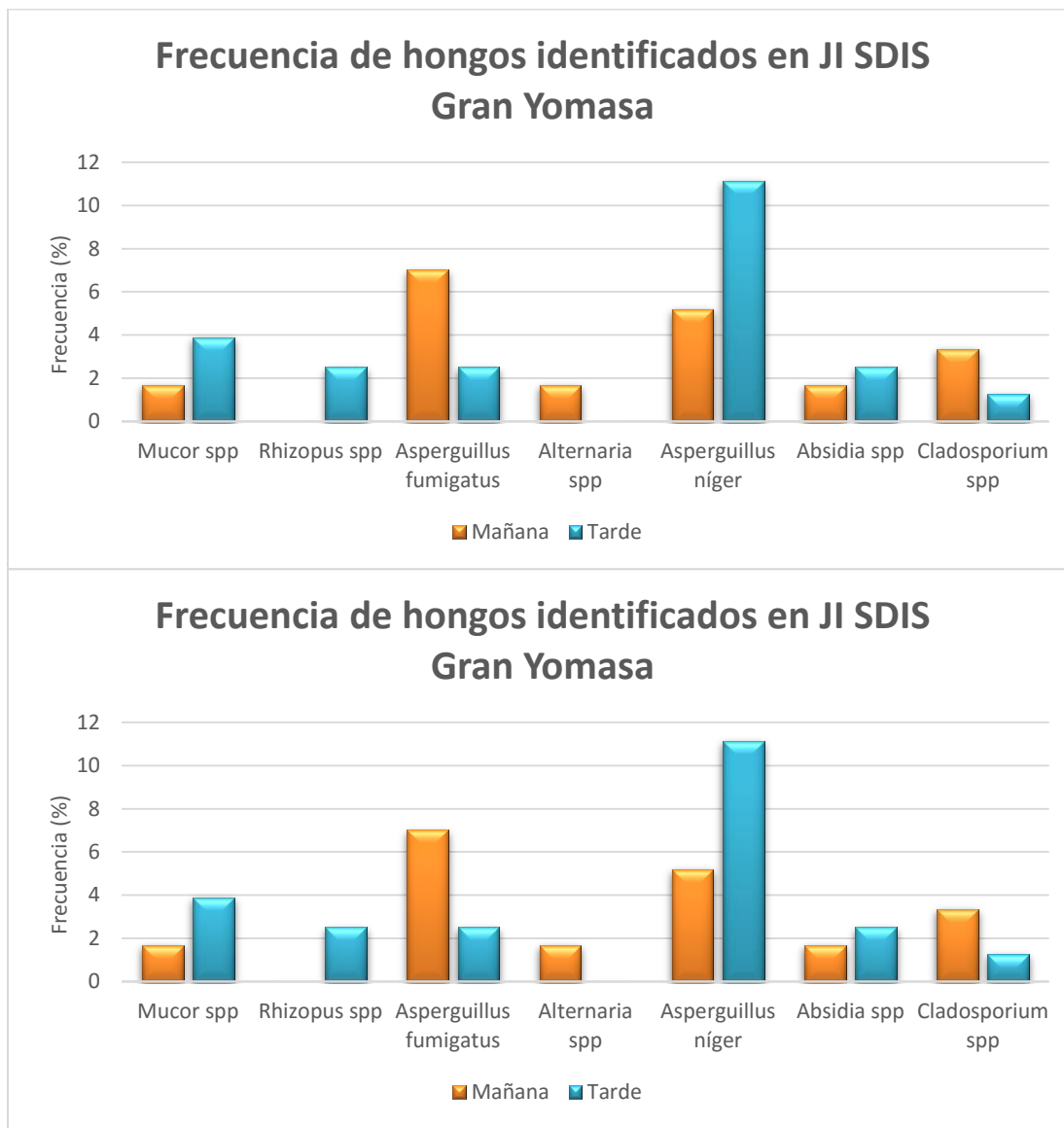
Grafica 3-7. Frecuencia de hongos identificados en aire intramural en JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor



Fuente: Los Autores

La grafica 3-8 registra los hongos identificados durante el periodo de estudio en el JI SDIS Gran Yomasa, el hongo que presentó un valor significativo en la jornada de la mañana fue *Aspergillus fumigatus*, y en la jornada de la tarde *Aspergillus níger*. La mayor concentración de hongos presentes en el jardín se dio en las horas de la tarde.

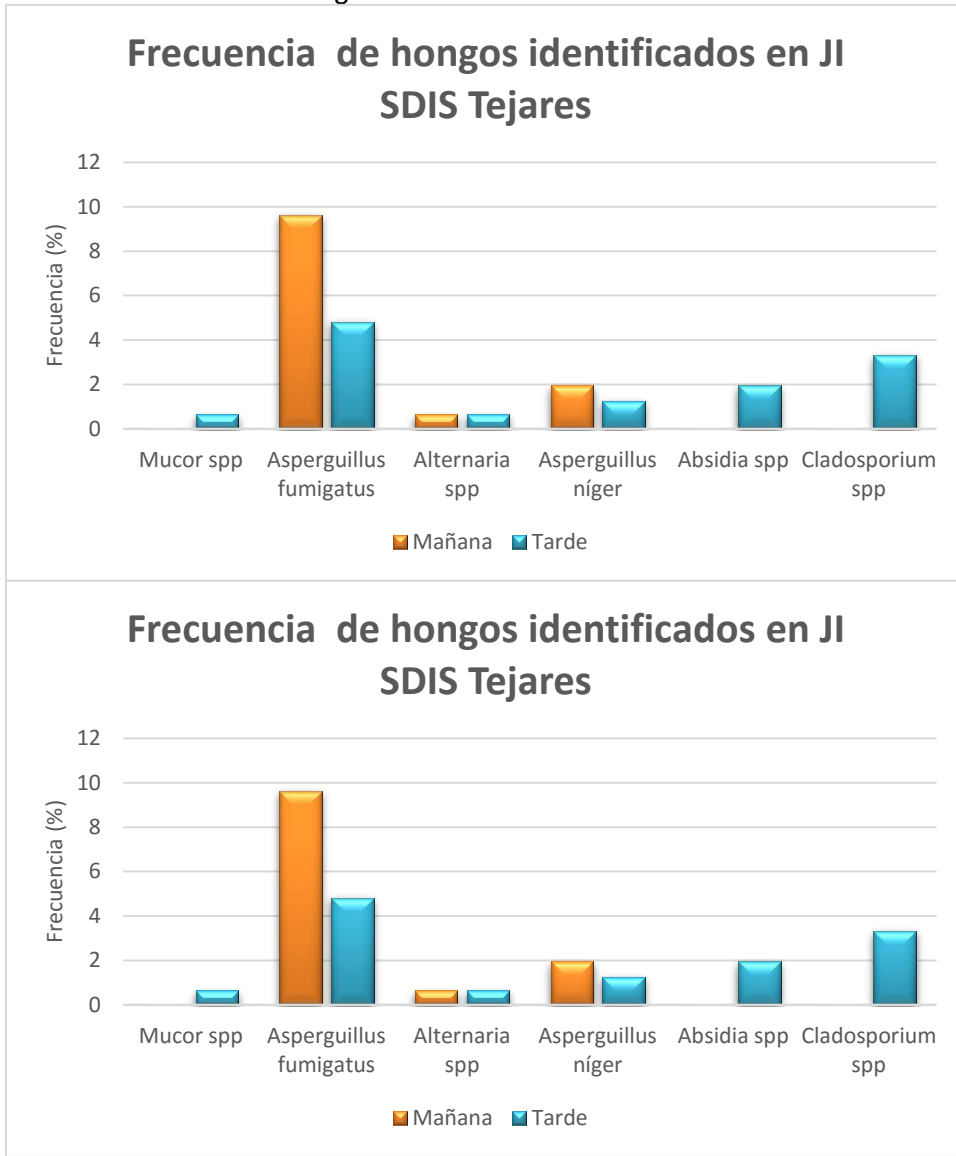
Grafica 3-8. Frecuencia de hongos identificados en aire intramural en JI SDIS Gran Yomasa



Fuente: Los Autores

La grafica 3-9 registra los hongos identificados durante el periodo de estudio en el JI SDIS Tejares, el hongo que presentó un valor significativo en la jornada de la mañana fue *Aspergillus fumigatus*. La mayor concentración de hongos presentes en el jardín se dio por igual en las dos jornadas.

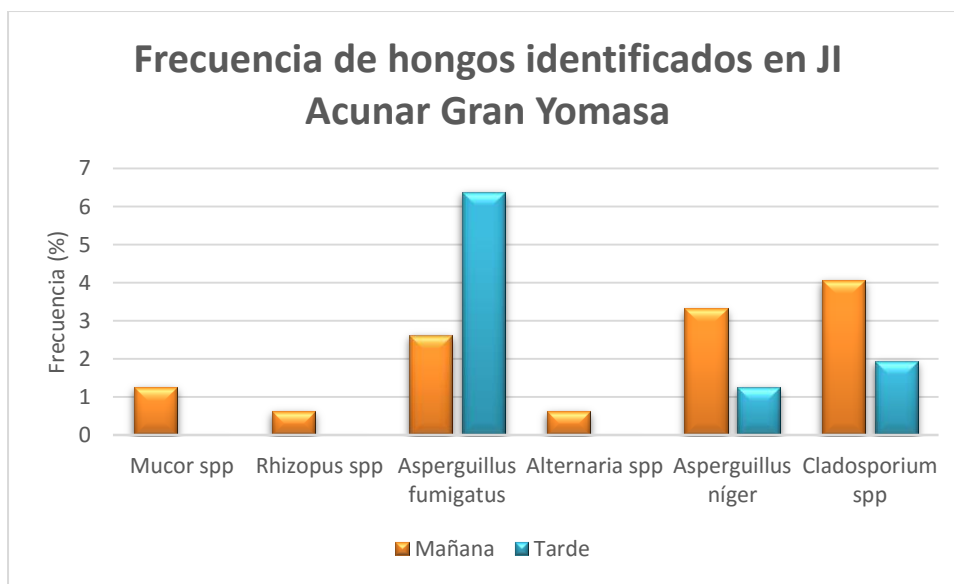
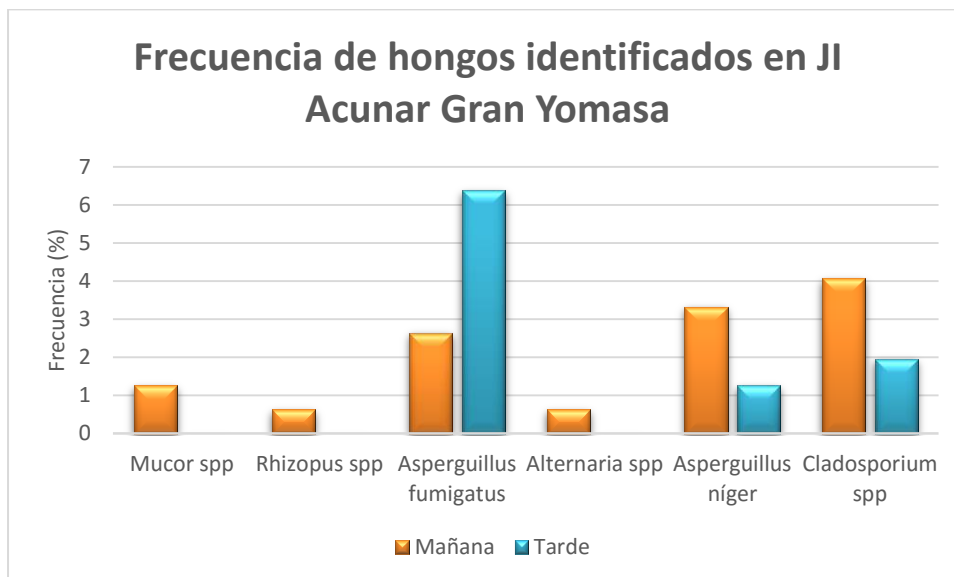
Grafica 3-9. Frecuencia de hongos identificados en aire intramural en JI SDIS Tejares



Fuente: Los Autores

La grafica 3-10 registra los hongos identificados durante el periodo de estudio en el JI Acunar Gran Yomasa, el hongo que presentó un valor significativo en la jornada de la mañana fue *Aspergillus fumigatus*. La mayor concentración de hongos presentes en el jardín se dio en las horas de la mañana.

Grafica 3-10. Frecuencia de hongos identificados en aire intramural JI Acunar Gran Yomasa



Fuente: Los Autores

4. Análisis Estadístico

4.1 Correlación de datos

El coeficiente de correlación de Pearson es una prueba estadística para analizar la relación entre dos variables medidas en un nivel por intervalos o de razón [43]. En este análisis la hipótesis a probar es correlacional, por lo que se plantea “Altos valores de UFC de bacterias y hongos están asociados con altos valores de ausencia de niños a los jardines”.

El coeficiente de correlación de Pearson se calcula a partir de las puntuaciones obtenidas en una muestra en dos variables. Se relacionan las puntuaciones recolectadas de una variable con las puntuaciones obtenidas de la otra, con los mismos participantes o casos [43]. El coeficiente r de Pearson puede variar entre -1 y 1 , donde:

- 1,00 = Es la correlación negativa perfecta (A Mayor X, menor Y)
- 0 = No existe correlación
- 1,00 = Es la correlación positiva perfecta (A Mayor X, mayor Y)

Nivel de probabilidad = 0,05

Si $P < 0,05$ Se acepta Hipotesis Alternativa

Si $P > 0,05$ Se acepta Hipotesis Nula

Para la correlación que se muestra en la Tabla 4-1 se consideró la hipótesis alternativa de; “Altos valores de UFC de bacterias y hongos en la jornada de la mañana están asociados con altos valores de ausencia de niños a los jardines por síntomas relacionados con IRA”.

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla 4-1 se puede afirmar que existe una correlación negativa muy débil con un valor de $-0,126$ muy cercano a 0 , el nivel de significancia es $0,729$, por lo que no se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 4-1. Correlación UFC jornada de la mañana asociado a ausentismo por IRA

Correlaciones			
		UFC Mañana	Ausencia IRA
UFC Mañana	Correlación de Pearson	1	-,126
	Sig. (bilateral)		,729
	N	10	10
Ausencia IRA	Correlación de Pearson	-,126	1
	Sig. (bilateral)	,729	
	N	10	10

Fuente: Los Autores

Para la correlación que se muestra en la Tabla 4-2 se consideró la hipótesis alternativa de; “Altos valores de UFC de bacterias y hongos en la jornada de la tarde están asociados con altos valores de ausencia de niños a los jardines por síntomas relacionados con IRA”.

Teniendo en cuenta los resultados se puede afirmar que existe una correlación negativa muy débil con un valor de -0,216, el nivel de significancia es 0,549, por lo que no se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 4-2. Correlación UFC jornada de la tarde asociado a ausentismo por IRA

Correlaciones			
		UFC Tarde	Ausencia IRA
UFC Tarde	Correlación de Pearson	1	-,216
	Sig. (bilateral)		,549
	N	10	10
Ausencia IRA	Correlación de Pearson	-,216	1
	Sig. (bilateral)	,549	
	N	10	10

Para la correlación que se muestra en la Tabla 4-3 se consideró la hipótesis alternativa de; “Altos valores de UFC de bacterias y hongos en la jornada de la mañana están asociados con altos valores de ausencia de niños a los jardines por síntomas relacionados con EDA”.

Teniendo en cuenta los resultados se puede afirmar que existe una correlación positiva muy débil con un valor de -0,105 muy cercano a 0, el nivel de significancia es 0,772, por lo que no se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 4-3. Correlación UFC jornada de la mañana asociado a ausentismo por síntomas de EDA

Correlaciones			
		UFC Mañana	Ausencia EDA
UFC Mañana	Correlación de Pearson	1	,105
	Sig. (bilateral)		,772
	N	10	10
Ausencia EDA	Correlación de Pearson	,105	1
	Sig. (bilateral)	,772	
	N	10	10

Fuente: Los Autores

Para la correlación que se muestra en la Tabla 4-4 se consideró la hipótesis alternativa de; “Altos valores de UFC de bacterias y hongos en la jornada de la tarde están asociados con altos valores de ausencia de niños a los jardines por síntomas relacionados con EDA”.

Teniendo en cuenta los resultados se puede afirmar que no existe una correlación con un valor de -0,062 ya que el valor es muy cercano a 0, el nivel de significancia es 0,865, por lo que no se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 4-4. Correlación UFC jornada de la tarde asociado a ausentismo por síntomas de EDA

Correlaciones			
		UFC Tarde	Ausencia EDA
UFC Tarde	Correlación de Pearson	1	-,062
	Sig. (bilateral)		,865
	N	10	10
Ausencia EDA	Correlación de Pearson	-,062	1
	Sig. (bilateral)	,865	
	N	10	10

Fuente: Los Autores

En general llevando a cabo el análisis estadístico de coeficiente de correlación de Pearson se puede afirmar que no existe correlación entre el ausentismo escolar por infección respiratoria aguda - IRA con la calidad microbiológica del aire interior en la jornada de la mañana ni en la jornada de la tarde, teniendo en cuenta que los valores de correlaciones fueron negativas muy débiles.

Tampoco existe correlación entre el ausentismo escolar por enfermedad diarreica aguda - EDA con la calidad de agua potable, ya que en la jornada de la mañana el valor de la correlación fue positivo muy débil, y en la jornada de la tarde no hubo correlación alguna.

4.2 Cálculo de probabilidades en distribuciones t-Student

Se llevaron a cabo análisis estadísticos con los cuales se buscó valorar si hay diferencias significativas entre dos grupos de datos obtenidos en cada uno de los jardines en la jornada de la mañana y la jornada de la tarde a través del cálculo de probabilidades en distribuciones t-Student [43] en la que se consideró:

- Hipótesis Alternativa: Existen diferencias significativas en las medias de los dos grupos (microorganismos mañana y microorganismos tarde), con un nivel de confianza de 95%.
- Hipótesis Nula: No existen diferencias significativas en las medias de los dos grupos (microorganismos mañana y microorganismos tarde), con un nivel de confianza de 95%.

Nivel de probabilidad = 0,05

Si $P < 0,05$ Se acepta Hipotesis Alternativa

Si $P > 0,05$ Se acepta Hipotesis Nula

Se consideraron dos grupos de datos para cada uno de los jardines de estudio, el primer grupo estuvo integrado por los datos obtenidos de bacterias relacionadas con IRA encontradas en la jornada de la mañana y el otro grupo de bacterias relacionadas con IRA encontradas en la jornada de la tarde.

Para este grupo de datos estudiado no se encontraron diferencias significativas entre las medias de los dos grupos de bacterias relacionadas con IRA, lo cual nos indica que no se presentaron variaciones entre la cantidad de organismos encontrados en las dos jornadas como se muestra en la Tabla 4-5. Teniendo en cuenta que el nivel de significancia ($P(T \leq t)$ dos colas) es igual a 0,79, por lo que se acepta la hipótesis nula.

Tabla 4-5. Cálculo de probabilidades en distribuciones t-Student para UFC de bacterias relacionadas con IRA

	<i>Bacterias Mañana</i>	<i>Bacterias Tarde</i>
Media	439,4	419,6
Varianza	48415,3	18210,3
Observaciones	5	5
Correlación de Pearson	0,71170495	
$P(T \leq t)$ dos colas	0,790744174	

Fuente. Los Autores

Se consideraron dos grupos de datos para cada uno de los jardines de estudio, el primer grupo estuvo integrado por los datos obtenidos de hongos relacionadas con IRA encontradas en la jornada de la mañana y el otro grupo de hongos relacionadas con IRA encontradas en la jornada de la tarde.

Para este grupo de datos estudiado no se encontraron diferencias significativas entre las medias de los dos grupos de hongos relacionadas con IRA, lo cual nos indica que no se presentaron variaciones entre la cantidad de organismos encontrados en las dos jornadas como se muestra en la Tabla 4-6. Teniendo en cuenta que el nivel de significancia ($P(T \leq t)$ dos colas) es igual a 0,676, por lo que se acepta la hipótesis nula.

Tabla 4-6. Cálculo de probabilidades en distribuciones t-Student para UFC de hongos relacionados con IRA

	<i>Hongos Mañana</i>	<i>Hongos Tarde</i>
Media	164,2	173
Varianza	1065,7	677,5
Observaciones	5	5
Correlación de Pearson	-0,101210674	
$P(T \leq t)$ dos colas	0,676262008	

Fuente. Los Autores

Se consideraron dos grupos de datos para cada uno de los jardines de estudio, el primer grupo estuvo integrado por los datos obtenidos de bacterias relacionadas con EDA encontradas en la jornada de la mañana y el otro grupo de bacterias relacionadas con EDA encontradas en la jornada de la tarde.

Para este grupo de datos estudiado no se encontraron diferencias significativas entre las medias de los dos grupos de bacterias relacionadas con EDA, lo cual nos indica que no se presentaron variaciones entre la cantidad de organismos encontrados en las dos jornadas como se muestra en la Tabla 4-7. Teniendo en cuenta que el nivel de significancia ($P(T \leq t)$ dos colas) es igual a 0,854, por lo que se acepta la hipótesis nula.

Tabla 4-7. Cálculo de probabilidades en distribuciones t-Student para UFC de bacterias relacionadas con EDA

	<i>Bacterias Mañana</i>	<i>Bacterias Tarde</i>
Media	346,2	367,2
Varianza	265302,2	222470,2
Observaciones	5	5
Correlación de Pearson	0,885723111	
$P(T \leq t)$ dos colas	0,854179799	

Fuente. Los Autores

Se consideraron dos grupos de datos para cada uno de los jardines de estudio, el primer grupo estuvo integrado por los datos obtenidos de hongos relacionados con EDA encontrados en la jornada de la mañana y el otro grupo de hongos relacionados con EDA encontradas en la jornada de la tarde.

Para este grupo de datos estudiado se encontraron diferencias significativas entre las medias de los dos grupos de hongos relacionados con EDA, lo cual nos indica que se presentaron variaciones entre la cantidad de organismos encontrados en las dos jornadas como se muestra en la Tabla 4-8. Teniendo en cuenta que el nivel de significancia ($P(T \leq t)$ dos colas) es igual a 0,192, por lo que se acepta la hipótesis nula.

Tabla 4-8. Cálculo de probabilidades en distribuciones t-Student para UFC de hongos relacionados con EDA

	<i>Hongos mañana</i>	<i>Hongos tarde</i>
Media	63,8	4
Varianza	8622,2	80
Observaciones	5	5
Correlación de Pearson	0,844041845	
$P(T \leq t)$ dos colas	0,192631334	

Fuente. Los Autores

4.3 Análisis de Varianza

Teniendo en cuenta que no existen diferencias entre los datos analizados a través del cálculo de probabilidades en distribuciones t-Student, se llevó a cabo el análisis de varianza, el cual analiza si más de dos grupos difieren significativamente entre sí en cuanto a sus medias y varianzas [43], por lo que se comparó las variaciones entre los jardines en la jornada de la mañana y la tarde, y las variaciones entre cada grupo o jardín. Para llevar a cabo esta prueba estadística se consideró:

- Hipótesis Alternativa: Los grupos de microorganismos de los jardines de estudio difieren significativamente entre sí, con un nivel de confianza de 95%.
- Hipótesis Nula: Los grupos de microorganismos de los jardines de estudio no difieren significativamente entre sí, con un nivel de confianza de 95%.

Nivel de probabilidad = 0,05

Si $P < 0,05$ Se acepta Hipotesis Alternativa

Si $P > 0,05$ Se acepta Hipotesis Nula

Se consideraron cinco grupos de datos teniendo en cuenta que fueron cinco jardines de estudio, para la prueba estadística los datos de bacterias encontradas relacionadas con IRA en la jornada de la mañana.

Para este grupo de datos estudiado el valor de la significancia P es igual a 0,28 por lo que se acepta la hipótesis nula, lo que indica que no hay diferencias significativas entre las UFC de bacterias en los jardines en la jornada de la mañana. Observando los datos de la columna contar nos muestran que el jardín con menor cantidad de especies de bacterias es JI SDIS Tenerife con 9 especies identificadas, sin embargo los datos de la columna promedio obtenidos nos muestran que el JI SDIS Tenerife es el jardín con mayor cantidad promedio de UFC de bacterias con un valor de 130,3, y el que menor cantidad promedio de UFC de bacterias con un valor de 54,3 es el JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor. El jardín con variación más alta en cuanto a la cantidad de UFC de bacterias encontradas fue JI SDIS Acunar Gran Yomasa con una varianza equivalente a 9072,7 como se muestra en la Tabla 4-9.

Tabla 4-9. ANOVA UFC de bacterias relacionadas con IRA en JI SDIS Localidad de Usme jornada de la mañana

RESUMEN				
Grupos	Contar	Suma	Promedio	Varianza
Jl SDIS Tenerife	9	1173	130,3	10129,5
Jl Acunar Cof Nido de Amor	10	543	54,3	2009,6
Jl SDIS CV Gran Yomasa	12	1030	85,8	6871,1
Jl SDIS Tejares	12	746	62,2	4995,1
Jl SDIS Acunar Gran Yomasa	11	983	89,4	9072,7

ANOVA						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre los grupos	34150,11	4	8537,528	1,305775	0,280948	2,561124
Dentro de los grupos	320376	49	6538,285			
Total	354526,1	53				

Fuente: Los Autores

En la Tabla 4-10 se consideraron cinco grupos de datos, para la prueba estadística los datos de bacterias encontradas relacionadas con IRA en la jornada de la tarde.

Para este grupo de datos estudiado el valor de la significancia P es igual a 0,45 por lo que se acepta la hipótesis nula, lo que indica que no hay diferencias significativas entre las UFC de bacterias en los jardines en la jornada de la tarde. Observando los datos de la columna promedio obtenidos nos muestran que el JI SDIS Acunar Gran Yomasa es el jardín con mayor cantidad promedio de UFC de bacterias con un valor de 121,7, y el que menor cantidad promedio de UFC de bacterias con un valor de 59,6 es el JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor. El jardín con variación más alta en cuanto a la cantidad de UFC de bacterias encontradas fue JI SDIS Acunar Gran Yomasa con una varianza equivalente a 18147,6.

Tabla 4-10. ANOVA UFC de bacterias relacionadas con IRA en JI SDIS Localidad de Usme jornada de la tarde

RESUMEN				
Grupos	Contar	Suma	Promedio	Varianza
Jl SDIS Tenerife	11	875	79,5	4266,3
Jl Acunar Cof Nido de Amor	11	656	59,6	2031,7
Jl SDIS CV Gran Yomasa	11	1050	95,5	4821,3
Jl SDIS Tejares	10	748	74,8	2619,1
Jl SDIS Acunar Gran Yomasa	10	1217	121,7	18147,6

ANOVA						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre los grupos	23083,58	4	5770,896	0,929254	0,454928	2,565241
Dentro de los grupos	298091,7	48	6210,244			
Total	321175,3	52				

Fuente: Los Autores

Teniendo en cuenta los datos obtenidos del análisis de varianza relacionado con las bacterias encontradas en la jornada de la mañana y la tarde, y enfermedades relacionadas con síntomas de IRA, los jardines más afectados son Jl SDIS Tenerife y Jl SDIS Acunar Gran Yomasa, y el jardín menos afectado es Jl Acunar Cofinanciado Nido de Amor. Esta relación se podría llegar a dar por las condiciones de administración de cada jardín y los protocolos de limpieza más exigentes, teniendo en cuenta el aporte que da Compensar al Jl Acunar Cofinanciado Nido de Amor.

En la Tabla 4-11 se consideraron cinco grupos de datos, para la prueba estadística los datos de hongos encontrados relacionados con IRA en la jornada de la mañana.

Para este grupo de datos el valor de la significancia P es igual a 0,97 por lo que se acepta la hipótesis nula, lo que indica que no hay diferencias significativas entre las UFC de hongos en los jardines en la jornada de la mañana. En los datos registrados en la columna contar se observa que los cinco jardines contaron con 16 especies de hongos diferentes, los datos de la columna promedio obtenidos nos muestran que el Jl SDIS Acunar Gran Yomasa es el jardín con mayor cantidad promedio de UFC de hongos con un valor de 12,5 y el que menor cantidad promedio de UFC de hongos con un valor de 7,7 es el Jl CV Gran Yomasa. El jardín con variación más alta en cuanto a la cantidad de UFC de hongos encontrados fue Jl SDIS Tejares con una varianza equivalente a 1493,4.

Tabla 4-11. ANOVA UFC de hongos relacionados con IRA en JI SDIS Localidad de Usme jornada de la mañana

RESUMEN				
Grupos	Contar	Suma	Promedio	Varianza
JI SDIS Tenerife	16	149	9,3	515,6
JI Acunar Cof Nido de Amor	16	154	9,6	239,2
JI SDIS CV Gran Yomasa	16	123	7,7	165,3
JI SDIS Tejares	16	195	12,2	1493,4
JI SDIS Acunar Gran Yomasa	16	200	12,5	459,9

ANOVA						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre los grupos	266,425	4	66,60625	0,115907	0,976511	2,493696
Dentro de los grupos	43099,06	75	574,6542			
Total	43365,49	79				

Fuente: Los Autores

En la Tabla 4-12 se consideraron cinco grupos de datos, para la prueba estadística los datos de hongos encontrados relacionados con IRA en la jornada de la tarde.

Para este grupo de datos el valor de la significancia P es igual a 0,989 por lo que se acepta la hipótesis nula, lo que indica que no hay diferencias significativas entre las UFC de hongos en los jardines en la jornada de la tarde. En los datos registrados en la columna contar se observa que los cinco jardines contaron con 16 especies de hongos diferentes, los datos de la columna promedio obtenidos nos muestran que el JI SDIS Tejares es el jardín con mayor cantidad promedio de UFC de hongos con un valor de 12,6 y el que menor cantidad promedio de UFC de hongos con un valor de 8,7 es el JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor. El jardín con variación más alta en cuanto a la cantidad de UFC de hongos encontrados fue JI SDIS Acunar Gran Yomasa con una varianza equivalente a 686,8.

Tabla 4-12. ANOVA UFC de hongos relacionadas con IRA en JI SDIS Localidad de Usme jornada de la tarde

RESUMEN				
Grupos	Contar	Suma	Promedio	Varianza
Jl SDIS Tenerife	16	182	11,4	568,8
Jl Acunar Cof Nido de Amor	16	139	8,7	459
Jl SDIS CV Gran Yomasa	16	190	11,9	528,4
Jl SDIS Tejares	16	201	12,6	518,3
Jl SDIS Acunar Gran Yomasa	16	153	9,6	686,8

ANOVA						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre los grupos	169,375	4	42,34375	0,076675	0,989151	2,493696
Dentro de los grupos	41418,81	75	552,2508			
Total	41588,19	79				

Fuente: Los Autores

Teniendo en cuenta los datos obtenidos del análisis de varianza relacionado con las UFC de hongos encontradas en la jornada de la mañana y la tarde, y enfermedades relacionadas con síntomas de IRA, el jardines más afectado es Jl SDIS Tejares, y los jardines menos afectados son Jl Acunar Cofinanciado Nido de Amor y Jl CV Gran Yomasa.

Llevando a cabo el análisis de varianza con el fin de observar las diferencias existentes en cuanto a las UFC en la jornada de la mañana y de la tarde entre los jardines se observa que el Jl Acunar Cofinanciado Nido de Amor es el jardín de los cinco estudiados que cuenta con menor cantidad de UFC de bacterias y hongos, y teniendo en cuenta la información de ausencias suministrada por los jardines y presente en el numeral 2.6 se observa que el jardín con menor cantidad de fallas de niños por síntomas relacionados con IRA es este mismo con una ausencia total de 3 niños para la semana en que se llevó a cabo el muestreo, como se mencionó antes esto se puede dar probablemente por los protocolos de aseo que se tengan en este jardín, conociendo que este es financiado en por la Secretaria Distrital de Integración Social y por la caja de compensación-Compensar.

El jardín con mayor cantidad de fallas de estudiantes en la semana en la que se llevó a cabo el muestreo, por síntomas relacionados con IRA es en el Jl SDIS Tejares, en este se ve gran presencia de hongos en la jornada de la mañana y la tarde.

5. Factor de riesgo

El factor de riesgo es la probabilidad de que un material, una sustancia o un fenómeno pueda potencialmente provocar perturbaciones en la salud o integridad física de un trabajador, materiales o equipos [44].

Entre los factores de riesgo se encuentra el factor de riesgo biológico el cual está conformado por un grupo de agentes orgánicos, como son hongos, virus, bacterias, parásitos, pelos, plumas, polen (entre otros), presentes en determinados ambientes laborales, que pueden desencadenar enfermedades infectocontagiosas, reacciones alérgicas o intoxicaciones al ingresar al organismo [44].

Para la determinación del factor de riesgo por la presencia de microorganismos en el aire intramural y en el agua de consumo humano en niños de cero a cinco años de los jardines de la Secretaria Distrital de Integración Social en la localidad de Usme a través de los resultados obtenidos, se empleó la calificación cualitativa de riesgos ambientales, teniendo en cuenta la presencia o ausencia, y frecuencia de organismos que puedan afectar la salud humana.

Se identificaron los microorganismos que representan un riesgo biológico y se analizó la frecuencia de cada uno de ellos en cada jardín como se muestra en la Tabla 5-1, teniendo en cuenta que B representa una frecuencia baja, M una frecuencia media y A una frecuencia alta:

Tabla 5-1. Frecuencia de microorganismos que representan riesgo biológico en JI SDIS de la Localidad de Usme

	Microorganismo	Frecuencia				
		JI SDIS Tenerife	JI Acunar Cof Nido de Amor	JI CV Gran Yomasa	JI SDIS Tejares	JI SDIS Acunar Gran Yomasa
Aire Intramural	<i>Pseudomonas spp</i>	M	B	B	B	B
	<i>Staphylococcus epidermis</i>	B	B	B	B	B
	<i>Staphylococcus aureus</i>	B	B	B	B	B
	<i>Corynebacteria spp</i>	-	B	B	-	B
	<i>Bacilo anthracis</i>	-	-	B	B	B
	<i>Serratia spp</i>	M	B	B	B	B
	<i>Yersinia spp</i>	B	B	M	B	M
	<i>Klebsiella spp</i>	B	B	B	B	B
	<i>Mycobacterium</i>	-	B	B	B	B
	<i>Salmonella spp</i>	-	B	B	B	-
	<i>Haemophilus influenzae</i>	B	-	-	-	-
	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	B	-	-	-	-
	<i>Mucor spp</i>	B	B	B	B	B
	<i>Rhizopus spp</i>	-	B	B	-	B
	<i>Aspergillus fumigatus</i>	B	B	B	B	B
	<i>Alternaria spp</i>	-	B	B	B	B
	<i>Aspergillus níger</i>	B	B	B	B	B
	<i>Absidia spp</i>	-	B	B	B	-
	<i>Cladosporium spp</i>	B	B	B	B	B
Agua de consumo	<i>Enterobacteriaceaes</i>	M	M	B	B	B
	<i>Coliformes totales</i>	M	-	-	-	-
	<i>Penicillium spp</i>	B	-	-	B	-

Fuente: Los Autores

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la Tabla 5-1, el mayor porcentaje de los microorganismos patógenos oportunistas se ubicó dentro del rango de baja frecuencia en aire intramural y agua de consumo. Excepto en el agua de consumo de JI SDIS Tenerife el cual tiene una frecuencia de microorganismos media.

Sin embargo, teniendo en cuenta que se encontraron organismos con características parecidas a *Haemophilus influenzae* y *Streptococcus pneumoniae* con una frecuencia baja, con un porcentaje de 2,6% y 1,5% respectivamente en el JI SDIS Tenerife y conociendo que estos organismos representan un riesgo para la salud de los niños entre cero y cinco años que asisten a este jardín ya que son bacterias asociadas a infecciones respiratorias agudas.

Por otra parte en la Resolución 2115 de 2007 el agua para consumo humano debe contar con ciertas características microbiológicas, en la cual se estipula como valor máximo 0 UFC/m³ de Coliformes totales, y teniendo en cuenta que se encontraron microorganismos

con características similares a estos en el JI SDIS Tejares y JI SDIS Tenerife se puede afirmar que asociado a este último jardín existe mayor riesgo para los niños de cero a cinco años de contraer enfermedades asociadas a síntomas de IRA y EDA, ya que en este se encontraron patógenos oportunistas que causan con mayor probabilidad estas enfermedades.

Para el cálculo del factor de riesgo también se puede llevar a cabo la evaluación cuantitativa de los riesgos microbianos, en donde a través de la información disponible de la exposición al riesgo y sobre la relación entre dosis - respuesta para calcular valores estimados de la carga de morbilidad relacionada con la exposición a los agentes patógenos [45]. La evaluación de riesgos se lleva a cabo teniendo en cuenta las cuatro etapas presentes en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2. Modelo de evaluación de riesgos para la salud derivados de agentes patógenos

Etapas	Finalidad
1. Formulación del problema y determinación de los peligros	Señalar todos los posibles peligros relacionados que tendrían consecuencias perjudiciales para la salud pública, así como sus vías de transmisión de la fuente o fuentes al consumidor o consumidores.
2. Evaluación de la exposición	Determinar el tamaño y la naturaleza de la población expuesta, así como la vía, magnitud y duración de la exposición.
3. Evaluación de la relación entre dosis y respuesta	Caracterizar la relación entre la exposición y la incidencia del efecto sobre la salud.
4. Caracterización de los riesgos	Integrar la información sobre exposición, relación entre dosis y respuesta e intervenciones sanitarias para calcular la magnitud del problema de salud pública y evaluar su variabilidad e incertidumbre.

Fuente: [45]

Se llevaron a cabo las primeras dos etapas para el estudio realizado con el fin de analizar el riesgo para la salud relacionado con los agentes patógenos que provocan síntomas de IRA y EDA, ya que no se realizó la evaluación de la relación dosis-respuesta, como se muestra a continuación:

- Evaluación de riesgo para la salud relacionada con infección respiratoria aguda derivados de agentes patógenos:
 - *Etapas 1. Formulación del problema y determinación de los peligros:* Transporte de bioaerosoles en ambientes intramurales, entrada al organismo por vía respiratoria.
 - *Etapas 2. Evaluación de la exposición:* Se determina en función de la concentración de bioaerosoles en el aire intramural el cual varía dependiendo de

cada jardín y del volumen de aire respirado por un individuo del jardín que es de aproximadamente 360.000 ml/día escolar. Para el cálculo de la exposición a los bioaerosoles de un niño en cada uno de los jardines se desarrolló la ecuación 5-1.

Ecuación 5-1. Evaluación de exposición a bioaerosoles patógenos

$$\text{Evaluación de exposición} = \frac{\# \text{ bioaerosoles}}{\text{ml}} * \frac{360.000 \text{ ml aire corriente}}{\text{día}}$$

Fuente: [45]

Este cálculo se multiplico luego por el número de niños que asiste a cada uno de los jardines, como se muestra en la Tabla 5-3.

Tabla 5-3. Evaluación de la exposición a bioaerosoles patógenos

	Evaluación de la exposición a bioaerosoles patógenos				
	JI SDIS Tenerife	JI Acunar Cof Nido de Amor	JI CV Gran Yomasa	JI SDIS Tejares	JI SDIS Acunar Gran Yomasa
# bioaerosoles patógenos/ día niño	100	69	59	48	63
# bioaerosoles patógenos/ día total niños	12.061	18.803	8.019	11.088	14.657

Fuente: Los Autores

A través de este cálculo se determinó a que número de bioaerosoles patógenos están expuestos los niños asistentes a cada jardín infantil, teniendo en cuenta los datos obtenidos cada niño asistente al JI SDIS Tenerife está expuesto a mayor número de bioaerosoles patógenos, por lo que se verían probablemente más propensos a contraer algún síntomas relacionados con infecciones respiratorias.

➤ Evaluación de riesgo para la salud relacionada con enfermedad diarreica aguda derivados de agentes patógenos:

- *Etapa 1. Formulación del problema y determinación de los peligros:* Contaminación de grifos de agua de consumo, entrada al organismo por vía digestiva.
- *Etapa 2. Evaluación de la exposición:* Se determina en función de la concentración de microbios en el agua de consumo el cual varía dependiendo de cada jardín y del volumen de agua consumida por un individuo del jardín que es

de aproximadamente 2000 ml/día escolar. Para el cálculo de la exposición a los bioaerosoles de un niño en cada uno de los jardines se desarrolló la ecuación 5-2.

Ecuación 5-2. Evaluación de la exposición a bioaerosoles patógenos

$$\text{Evaluación de exposición} = \frac{\# \text{ microbios}}{200 \text{ ml}} * \frac{2000 \text{ ml agua consumida}}{\text{dia}}$$

Fuente: [45]

Este cálculo se multiplico luego por el número de niños que asiste a cada uno de los jardines, como se muestra en la Tabla 5-4.

Tabla 5-4. Evaluación de la exposición a microbios patógenos

	Evaluación de la exposición a microbios patógenos				
	JI SDIS Tenerife	JI Acunar Cof Nido de Amor	JI CV Gran Yomasa	JI SDIS Tejares	JI SDIS Acunar Gran Yomasa
# microbios patógenos/día niño	2.050	1.320	100	220	100
# microbios patógenos/día total niños	248.050	361.680	6.750	25.410	11.550

Fuente: Los Autores

A través de este cálculo se determinó a que número de bioaerosoles patógenos están expuestos los niños asistentes a cada jardín infantil, teniendo en cuenta los datos obtenidos cada niño asistente al JI SDIS Tenerife está expuesto a mayor número de microbios patógenos, por lo que se verían probablemente más propensos a contraer algún síntomas relacionados con enfermedades diarreicas.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

- Los microorganismos encontrados en los muestreos de aire intramural realizados en cada uno de los jardines se consideran en su mayoría patógenos oportunistas, que dependiendo de las condiciones ambientales de la jornada de la mañana y la jornada de la tarde, y el huésped, son capaces de generar infecciones respiratorias, al igual que los microorganismos encontrados en el agua de consumo de los jardines JI SDIS Tenerife y JI SDIS Tejares capaces de producir enfermedades diarreicas.
- Entre los bioaerosoles encontrados con mayor frecuencia en los cinco Jardines Infantiles de la Secretaria Distrital de Integración Social en la localidad de Usme estudiados se encuentran organismos con morfología similar a *Pseudomona spp* con 1468 UFC/m³, esta bacteria resulta de gran importancia en cuanto a salud publica ya que esta infecta el tracto respiratorio, deteriorando la función pulmonar a través de la colonización patogénica broncopulmonar, otra de las bacterias encontradas con mayor frecuencia en los ambientes intramurales es un microorganismo con morfología similar a *Serratia spp* con 1436 UFC/m³, la importancia de este patógeno radica en la generación de infecciones respiratorias que incluyen síntomas como sequedad en la garganta, congestión nasal y del pecho, la bacteria con morfología similar a *Staphylococcus aureus* con 945 UFC/m³ representa un riesgo ya que se observa con mayor frecuencia en infecciones del tracto respiratorio de los niños. Se debe tener en cuenta que solo si se presentan las condiciones adecuadas y los factores del huésped lo permiten, el ingreso de los patógenos al cuerpo del menor pueden producir síntomas como los mencionados anteriormente.
- Entre los hongos en el aire intramural encontrados con mayor frecuencia se destacan *Aspergillus fumigatus* y *Aspergillus niger* con 687 UFC/m³ y 348 UFC/m³ respectivamente, estos representan un riesgo para la salud de los niños teniendo en cuenta que provocan síntomas alérgicos como tos, fiebre, malestar general, entre otros, aunque los síntomas generados por estos patógenos son raros en personas con sistema inmune normal.

- Los resultados obtenidos en el análisis físico-químico del agua de consumo en los diferentes jardines se ajustan a los valores máximos permitidos por la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Salud, teniendo en cuenta que el pH esta entre el rango de 6,5 – 9,0, y el cloro residual libre esta entre el rango de 0,3 – 2,0 mg/L. En el análisis microbiológico se encontraron colonias con características similares a Coliformes totales antes y después de la desinfección de los grifos en el JI SDIS Tenerife y en el JI SDIS Tejares, también se encontraron organismos con características similares a Enterobacteriaceae antes y después de la desinfección de los grifos en los cinco jardines estudiados, estas especies de microbios en el agua representan un riesgo para la salud de los niños ya que generan enfermedades infecciosas con síntomas como dolor abdominal y deposiciones líquidas.
- Se presenta una correlación negativa muy débil entre el ausentismo escolar por infección respiratoria aguda - IRA con la calidad microbiológica del aire interior en la jornada de la mañana y en la jornada de la tarde, este resultado se puede deber a la falta de recursos por parte de los investigadores para la obtención de repeticiones de datos a partir del estudio en otros jardines de la localidad.
- Se presenta una correlación positiva muy débil entre el ausentismo escolar por enfermedad diarreica aguda - EDA con la calidad de agua potable en la jornada de la mañana y no existe ninguna correlación entre el ausentismo escolar por enfermedad diarreica aguda - EDA con la calidad de agua potable en la jornada de la tarde, este resultado se puede deber a la falta de repetición de datos en otros jardines de la localidad.
- El factor de riesgo al que se encuentra expuesta la población de niños es baja, ya que la frecuencia de aparición de los patógenos oportunistas es baja en el aire intramural y en el agua de consumo, sin embargo se debe tener en cuenta que existe riesgo ya que se encontraron microorganismos con características parecidas a *Haemophilus influenzae* y *Streptococcus pneumoniae* con una frecuencia baja en el JI SDIS Tenerife y que estos representan un riesgo para la salud de los niños entre cero y cinco años que asisten a este jardín ya que son bacterias asociadas a infecciones respiratorias agudas. Por otra parte también se encontraron microorganismos con características similares a *Coliformes totales* en el JI SDIS Tenerife y en el JI SDIS Tejares, por lo que el consumo directo de agua de los grifos en estos jardines representa un riesgo para la salud de los niños ya que existe probabilidad de contraer enfermedades diarreicas agudas.
- En el JI SDIS Tenerife jardín existe mayor riesgo para los niños de cero a cinco años de contraer enfermedades asociadas a síntomas de IRA y EDA, ya que en

este se encontraron patógenos oportunistas que causan con mayor probabilidad estas enfermedades.

6.2 Recomendaciones

- Continuar con el seguimiento de calidad microbiológica de aire intramural y agua de consumo en jardines de la Secretaria Distrital de Integración Social de la localidad de Usme y de industrias fuente de emisión de la misma, para contribuir con estrategias que disminuyan la probabilidad de presentar síntomas relacionados con IRA por patógenos oportunistas transportados en el material particulado y EDA por la contaminación de grifos posiblemente con excretas humanas.
- La identificación de especies con características macroscópicas y microscópicas similares a *Haemophilus influenzae* y *Streptococcus pneumoniae* en el aire intramural y *Coliformes totales* en el agua de consumo, representan una gran relevancia dentro de la rama de salud pública, razón por la que su identificación con técnicas más exactas permitiría tomar medidas de prevención para no afectar a futuro la salud de los niños asistentes a estos jardines.
- Para obtener información más representativa acerca de las correlaciones existentes entre el ausentismo escolar por infección respiratoria aguda - IRA con la calidad microbiológica del aire interior y entre el ausentismo escolar por enfermedad diarreica aguda - EDA con la calidad de agua potable se debe llevar a cabo el estudio en más jardines de la Secretaria Distrital de Integración Social de la localidad de Usme.
- Con el fin de obtener datos más confiables la Universidad debería apoyar a sus estudiantes con mayor cantidad de recursos y calidad de equipos en los laboratorios.

A. Anexo: Protocolo preparación de medios



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

PROTOCOLO PREPARACIÓN DE MEDIOS – AGAR AZUL DE METILENO

1. Establecer el volumen de medio de cultivo a preparar, teniendo en cuenta que por cada caja de petri se sirve 15ml aproximadamente.

$$116 \text{ cajas} \cdot \frac{20\text{ml}}{1 \text{ caja}} = 2320\text{ml}$$

2. Calcular la cantidad de agar según las especificaciones del fabricante. Añadir 37,5 gr de Agar Eosin Azul de Metileno a 1L de agua destilada, mezclar por 1 minuto.

$$37,5 \text{ gr} \cdot \frac{2320\text{ml}}{1000\text{ml}} = 87\text{gr}$$

3. Colocar el recipiente con la mezcla a hervir. Dejar en ebullición por un minuto para completa disolución.
4. Tapar y rotular el recipiente que contiene el agar Eosin Azul de Metileno, llevar a esterilizar en autoclave (15 psi, 121°C durante 15 min).
5. Limpiar, desinfectar y flamear con los mecheros los mesones en donde se van a servir los medios de cultivo.
6. Situar las cajas de petri estériles alrededor de los mecheros (los cuales deben estar encendidos 10 minutos antes), sirva el medio estéril y deje enfriar.
7. Etiquetar con fecha de preparación y empacar los medios preparados en papel vinipel, llevar a refrigerar de 2 a 6°C hasta su uso. "Las cajas de petri deben colocarse con la tapa hacia abajo.



PROTOCOLO PREPARACIÓN DE MEDIOS – AGAR SABOURAUD

1. Establecer el volumen de medio de cultivo a preparar, teniendo en cuenta que por cada caja de petri se sirve 15ml aproximadamente.

$$116 \text{ cajas} \cdot \frac{20\text{ml}}{1 \text{ caja}} = 2320\text{ml}$$

2. Calcular la cantidad de agar según las especificaciones del fabricante. Añadir 65gr de Agar Sabouraud a 1L de agua destilada, mezclar por 1 minuto.

$$65 \text{ gr} \cdot \frac{2320\text{ml}}{1000\text{ml}} = 150,8\text{gr}$$

3. Colocar el recipiente con la mezcla a hervir. Dejar en ebullición por un minuto para completa disolución.
4. Tapar y rotular el recipiente que contiene el agar Sabouraud, llevar a esterilizar en autoclave (15 psi, 121°C durante 15 min).
5. Limpiar, desinfectar y flamear con los mecheros los mesones en donde se van a servir los medios de cultivo.
6. Situar las cajas de petri estériles alrededor de los mecheros (los cuales deben estar encendidos 10 minutos antes), sirva el medio estéril y deje enfriar.
7. Etiquetar con fecha de preparación y empacar los medios preparados en papel vinipel, llevar a refrigerar de 2 a 6°C hasta su uso. "Las cajas de petri deben colocarse con la tapa hacia abajo.



PROTOCOLO PREPARACIÓN DE MEDIOS – AGAR CHOCOLATE

1. Establecer el volumen de medio de cultivo a preparar, teniendo en cuenta que por cada caja de petri se sirve 15ml aproximadamente.

$$116 \text{ cajas} \cdot \frac{20\text{ml}}{1 \text{ caja}} = 2320\text{ml}$$

2. Calcular la cantidad de agar según las especificaciones del fabricante. Añadir 40gr de Agar Chocolate a 1L de agua destilada, mezclar por 1 minuto.

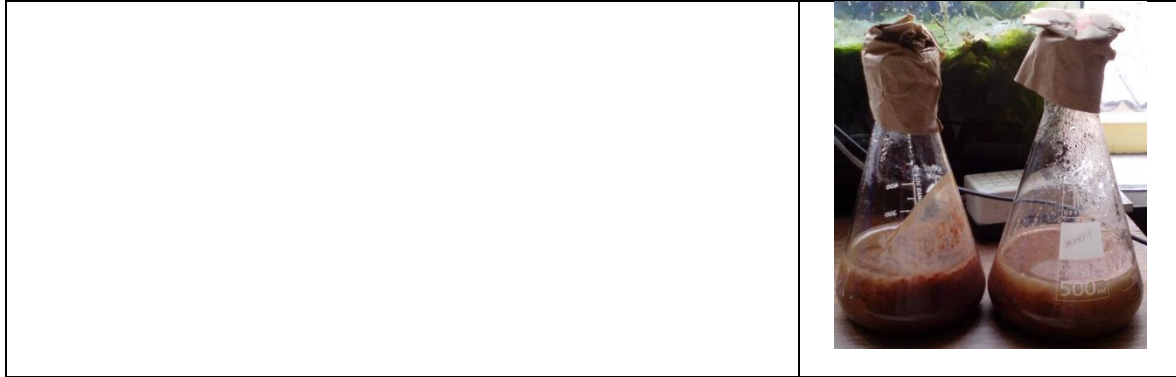
$$40 \text{ gr} \cdot \frac{2320\text{ml}}{1000\text{ml}} = 92,8\text{gr}$$

3. Colocar el recipiente con la mezcla a hervir. Dejar en ebullición por un minuto para completa disolución.
4. Calcular el volumen de sangre el cual debe ser el 5% del volumen del medio de cultivo.

$$2320 \cdot 0,05 = 116\text{ml}$$

5. Agregar la sangre al Agar antes de la esterilización, de forma lenta por las paredes del recipiente y agitando levemente de manera continua. Temperatura 40°C a 42°C.
6. Tapar y rotular el recipiente que contiene el agar Chocolate, llevar a esterilizar en autoclave (15 psi, 121°C durante 15 min).
7. Limpiar, desinfectar y flamear con los mecheros los mesones en donde se van a servir los medios de cultivo.
8. Situar las cajas de petri estériles alrededor de los mecheros (los cuales deben estar encendidos 10 minutos antes), sirva el medio estéril y deje enfriar.
9. Etiquetar con fecha de preparación y empaçar los medios preparados en papel vinipel, llevar a refrigerar de 2 a 6°C hasta su uso. Las cajas de petri deben colocarse con la tapa hacia abajo.





PROTOCOLO PREPARACIÓN DE MEDIOS – AGAR SANGRE

1. Establecer el volumen de medio de cultivo a preparar, teniendo en cuenta que por cada caja de petri se sirve 15ml aproximadamente.

$$116 \text{ cajas} \cdot \frac{20\text{ml}}{1 \text{ caja}} = 2320\text{ml}$$

2. Calcular la cantidad de agar según las especificaciones del fabricante. Añadir 40gr de Agar Chocolate a 1L de agua destilada, mezclar por 1 minuto.

$$40 \text{ gr} \cdot \frac{2320\text{ml}}{1000\text{ml}} = 92,8\text{gr}$$

3. Colocar el recipiente con la mezcla a hervir. Dejar en ebullición por un minuto para completa disolución.

4. Tapar y rotular el recipiente que contiene el agar Sangre, llevar a esterilizar en autoclave (15 psi, 121°C durante 15 min).

5. Calcular el volumen de sangre el cual debe ser el 5% del volumen del medio de cultivo.

$$2320 \cdot 0,05 = 116\text{ml}$$

6. Agregar la sangre al Agar después de la esterilización, de forma lenta por las paredes del recipiente y agitando levemente de manera continua.

7. Limpiar, desinfectar y flamear con los mecheros los mesones en donde se van a servir los medios de cultivo.

8. Situar las cajas de petri estériles alrededor de los mecheros (los cuales deben estar encendidos 10 minutos antes), sirva el medio estéril y deje enfriar.

9. Etiquetar con fecha de preparación y empacar los medios preparados en papel vinipel, llevar a refrigerar de 2 a 6°C hasta su uso. "Las cajas de petri deben colocarse con la tapa hacia abajo.



B. Anexo: Protocolo autoclave



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

PROTOCOLO AUTOCLAVE

DESCRIPCIÓN GENERAL

El autoclave es un instrumento habitual en los laboratorios de cultivo *in vitro*. En esencia, el autoclave es un recipiente en el que se consigue exponer el material a esterilizar a temperaturas superiores a la de ebullición del agua, gracias a aumentar la presión.

FUNCIONAMIENTO

El proceso completo de esterilización en un autoclave se compone de diferentes fase:

- **FASE DE PURGADO:** A medida que la resistencia calienta el agua del fondo, se va produciendo vapor que desplaza el aire, haciéndolo salir por la válvula de purgado que está abierta. Esta fase termina cuando se alcanza la temperatura de esterilización.
- **FASE DE ESTERILIZACIÓN:** Una vez cerrada la válvula de purgado y alcanzada la temperatura de esterilización (121°C, un tiempo característico de esterilización a esta temperatura y presión es de 15 minutos.) previamente seleccionada se inicia el proceso de esterilización.
- **FASE DE DESCARGA:** Terminado el proceso de esterilización, deja de funcionar la resistencia calefactora, con lo que deja de producirse vapor y la presión y temperatura del autoclave empiezan a bajar poco a poco.

OPERACIÓN

1. Abrir la puerta del autoclave girando la manija en el sentido contrario de las manecillas del reloj.
2. Lubricación, aplique lubricación (agua destilada) la bandeja inferior del autoclave.
3. Colocar recipientes a esterilizar sobre la bandeja perforada.



<p>4. Conecte el cable de alimentación eléctrica a un tomacorriente que provea 120 voltios de corriente y posea polo a tierra. Cierre la puerta del autoclave girando la manija en sentido de las manecillas del reloj hasta que el interruptor eléctrico ON/OFF este en la posición "ON", en este momento la luz del piloto naranja se enciende indicando que la unidad tiene corriente y que el calentador está trabajando.</p> <p>5. Válvula de control, abra la válvula de control colocando el pin 140 basculante en posición vertical, el vapor generado dentro del esterilizador, circula dentro, obligando al aire a salir por el tubo flexible de escape a través de la válvula de control. Luego espere a que fluya vapor vigorosamente por la válvula de control por 5 minutos y cierre la válvula de control, gire el pin 140 basculante en posición horizontal.</p> <p>6. Perilla de control de calor, esta perilla está localizada en el centro de la caja de control y viene calibrada desde la fábrica, para aumentar el calor haga girar la perilla de control de calor en el sentido de las manecillas del reloj; para disminuir el calor, gire la perilla en el sentido contrario a las manecillas de reloj.</p> <p>7. Periodo de esterilización, este periodo empieza cuando la aguja del manómetro del vapor a presión indica entre un rango de 17 a 19 libras, en este momento inicia el ciclo de esterilización, durante un tiempo no menor a 15 minutos.</p> <p>8. Al final del periodo de esterilización, coloque el interruptor ON/OFF en la posición OFF y gire el pin 140 basculante de la válvula de control a la posición vertical cuando el manómetro este marcando entre 0 y 5 PSI, el vapor escapara al máximo.</p>	
---	--

C. Anexo: Protocolo de incubación



PROTOCOLO DE INCUBACIÓN – INCUBACIÓN (CONTROL DE CALIDAD)

1. Verificar que la incubadora se encuentre a una temperatura de 37°C.
2. Llevar a incubación el 5% de las cajas preparadas por medio de cultivo, a una temperatura de 37°C por 24 horas sin empaque; de igual forma deje otra caja por medio de cultivo a temperatura ambiente durante 24 horas para control de calidad.
3. Observar si las cajas con medios de cultivo colocadas a temperatura ambiente y en incubación durante 24 horas presentan o no crecimiento de UFC; si se presenta crecimiento deseche el lote y repita la preparación de los medios de cultivo.
4. Después de realizar el muestreo lleve las cajas de petri de Sangre y Mc Conkey a la incubadora, colocándolas de manera invertida durante un periodo de 24 a 48 horas a una temperatura de 37 °C.
5. Situar las cajas de petri de Agar Chocolate dentro de un tarro metálico, colocadas de manera invertida, ponga una esponja encendida dentro, luego tape y lleve a la incubadora durante un periodo de 24 a 48 horas a una temperatura de 37 °C.
6. Ubicar las cajas de petri Agar Sabouraud en la Cámara de Flujo Laminar durante un periodo de 24 a 48 horas temperatura ambiente.



D. Anexo: Protocolo Microbiological Air Sampler - MAS100 ECO



PROTOCOLO MICROBIOLOGICAL AIR SAMPLER - MAS100 ECO

MAS 100 ECO, es un sistema fiable, portátil pero robustos que recogen el aire sobre placas de Petri estándar. Permiten programar distintos volúmenes, el caudal de aire es de 100 litros por minuto, en cada ciclo pueden acumularse hasta 1000 litros de aire. Son instrumentos eficaces, basado en el principio del muestreador de aire de Andersen, que aspira el aire a través de una placa perforada. La corriente de aire resultante y las partículas que contiene se dirigen hacia la superficie de agar de la caja petri. Después de la toma de muestra se procede al cultivo de la muestra y al recuento de las colonias.

Se trabajó un flujo de 100 litros de aire/minuto; este flujo permite una óptima recuperación de gérmenes ambientales y evita el resecamiento del medio de cultivo en la placa.

VENTAJAS

- Compatibilidad con todas las cajas petri estándar disponibles en el mercado.
- Fácil de calibrar y control del caudal de aire con el DA-100 (aprox. 30 segundo)
- Detección electrónica de fallos en caso de caudal de aire insuficiente
- Reloj de tiempo real con indicación de fecha
- Practico y de manejo sencillo
- Recordatorio electrónico de calibración
- El aza sirve también para posicionar el cabezal de acumulación (ángulo entre 0° a 45°)
- 2 baterías NiMH ecológica y sin efecto memoria



recargable	
<ul style="list-style-type: none"> • 100/240 V, 47-63Hz, funcionamiento con baterías o pilas. 	

FUNCIONAMIENTO DE EQUIPO MAS 100 ECO		
FUNCIÓN	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
1. Puesta en funcionamiento	Pulsar "YES"	En la pantalla aparecerá brevemente el nombre MAS 100 ECO, la versión del software X.X. y, a continuación de la fecha y hora.
2. Selección del volumen de acumulación	Una vez indicada la fecha y hora del muestreo, pulsar "YES" o "NO"	En pantalla aparecerá el volumen de aire utilizado, si se desea cambiar el volumen a utilizar pulse "NO", luego aparecerá en la pantalla el volumen deseado, el cual tiene 6 volúmenes diferentes: <i>V1: 20, V2: 50, V3: 100, V4: 200, V5: 250, V6: 500</i> Estos volúmenes se pueden configurar individualmente.
3. Iniciar el proceso de acumulación	Pulse "YES"	En la pantalla aparecerá "START?" si quiere iniciar la toma de muestra pulsa "YES" con "NO" accederá de nuevo al menú de volumen.
4. Durante el proceso de acumulación	Ninguna	En la pantalla se verá el volumen elegido y el tiempo disminuyendo en proporción al volumen acumulado, cuando acaba el muestreo en la pantalla aparecerá "END".
5. Otras confirmaciones	Pulsando "YES" se accede a la siguiente confirmación	En la pantalla aparece nuevamente el mensaje "START?" se continua con el numeral 3. Iniciar el proceso de acumulación.
6. Desconexión del aparato	Mantener oprimido "NO" de 2 a 3 segundos	El MAS 100 ECO se apagará solo si no se acciona el botón "NO" al cabo de unos 90 segundos.
7. AIRBLOCK	Ninguna	Si aparece "AIRBLOCK" es porque quedó mal ubicada la caja petri y no deja circular el aire o el aire a utilizar es

		insuficiente.
8. Carga del MAS 100 ECO	Conectar el adaptador del cargador al equipo, MAS 100 o MAS 100 ECO	Dejar el muestreador 12 horas antes o toda la noche cargando.

E. Anexo: Protocolo toma de muestras aire intramural



PROTOCOLO TOMA DE MUESTRAS AIRE INTRAMURAL

1. Coloque el equipo sobre una superficie plana y establezca en el punto de muestreo escogido.
2. Retire y limpie el cabezal y el guardapolvo con un desinfectante, para eliminar la presencia de agentes contaminantes en el equipo.
3. Encienda y programe el equipo según el protocolo de operación.
4. Coloque la caja de petri cerrada sobre el soporte de la caja que posee el equipo y retire la tapa de la caja de petri.
5. Coloque el cabezal y retire el guardapolvo al equipo.
6. Inicie el funcionamiento del equipo con la opción *Start*.
7. Coloque el guardapolvo en el momento que finaliza la toma de muestras.
8. Retire el cabezal del equipo, tape la caja de petri y lleve al recipiente hermético.
9. Lleve las muestras a incubación en el menor tiempo posible.



F.Anexo: Protocolo análisis físico y químico de agua de consumo



PROTOCOLO ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DE AGUA DE CONSUMO

La muestra de agua debe ser tomada a 5cm bajo la superficie y alejado del retorno de agua.

PARA ANÁLISIS DE CLORO: Esta prueba indica la concentración de cloro para el control de bacterias en el agua. Para un control efectivo la lectura ideal es de 1.0 a 3.0.

1. Llene el vial o recipiente de prueba del grifo hasta la marca.
2. Añada 5 gotas de solución OTO (Ortholidina)
3. Cubra el vial o recipiente con la tapa e invierta varias veces el recipiente para mezclar.
4. Compare la lectura con la banda coloreada para cloro.



PARA ANÁLISIS DE PROPORCION DE HIDROGENO: Esta prueba indica las condiciones de pH en el agua. Para un control efectivo la lectura ideal es de 7.2 a 7.6.

5. Llene el vial o recipiente de prueba del grifo hasta la marca.
6. Añada 5 gotas de solución Fenol roja.
7. Cubra el vial o recipiente con la tapa e invierta varias veces el recipiente para mezclar.
8. Compare la lectura con la banda coloreada para pH.



G. Anexo: Protocolo análisis microbiológico de agua mediante filtración



PROTOCOLO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA MEDIANTE FILTRACIÓN

El número de coliformes totales presentes en el agua se determina mediante la filtración de volúmenes específicos de la muestra a través de filtros de membrana. Por lo general, están compuestos de ésteres de celulosa, con poros de 0,45 μm de diámetro que retienen los coliformes totales y otras clases de bacterias presentes en la muestra. Después se incuban las membranas vueltas hacia arriba en un medio selectivo.

Una de las ventajas del método de filtración a través de membrana es la prontitud con que pueden obtenerse los resultados y, en consecuencia, se pueden llevar a cabo rápidamente acciones correctivas y operar en la planta de agua de nuevo en forma normal.

Para la filtración se requiere:

- Membranas filtrantes de 0,45 μm de tamaño de poro.
- Soporte del filtro con embudo
- Sistema de vacío
- Asa de siembra
- Pinzas estériles
- Mechero

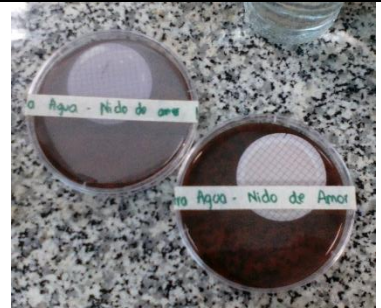
Para realizar un análisis de agua mediante filtración:

1. Esterilizar pinzas metálicas mediante flameado, extraer filtros de la envoltura y poner en el portafiltros con la cuadrícula hacia arriba.
2. Verificar que todas las llaves estén cerradas. Añadir un volumen de 100 ml de agua a filtrar en uno de los embudos de filtración previamente esterilizados en el



autoclave (15 psi, 121°C durante 15 min).

3. Encender la bomba de vacío para permitir que el agua pase a través de la membrana de filtración, de manera que los microorganismos presentes en el agua se queden retenidos en esta. Abrir las llaves.
4. Esperar que el agua pase a través de la membrana y que esta seque por 5 minutos.
5. Depositar la membrana en el medio de cultivo evitando que queden burbujas de aire entre la membrana y el medio.
6. Invertir la caja de Petri y llevar a incubación a 37°C por un periodo de 48 a 72 horas.



H. Anexo: Protocolo vestimenta de protección personal




UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

PROTOCOLO VESTIMENTA DE PROTECCIÓN PERSONAL

Considera elementos de protección personal y ropa de trabajo, destinados a proteger al trabajador de riesgos laborales, utilizados con un enfoque preventivo y de adaptación a los riesgos y a los factores personales de los trabajadores. Forman parte de las barreras primarias. Se requiere el uso de:

- **Guantes de látex:** No deben utilizarse guantes delgados de cloruro de polivinilo (PVC), puesto que son permeables a ciertos preparados, ni tampoco guantes empolvados ya que atraen las partículas de citostáticos.
- **Tapabocas:** La protección respiratoria personal es la última línea de defensa para el personal de salud contra la infección nosocomial.

I. Anexo: Protocolo contador de colonias


 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	
PROCOLO CONTADOR DE COLONIAS	
<p>RECUENTO DE UFC</p> <p>De las muestras tomadas en los diferentes jardines se puede obtener información cuantitativa del número de microorganismos presentes por unidad de volumen. Habitualmente la unidad utilizada es: Unidades Formadoras de Colonias por metro cúbico (UFC/m³).</p> <p>El análisis se realiza de forma visual, manualmente o con la ayuda de un contador de colonias.</p> <p>Para el conteo de las UFC se tuvo en cuenta el crecimiento en Agar Sangre, Agar Chocolate, Agar EMB utilizando el método de conteo visual, el cual no permite tener mucha exactitud de las colonias presentes en el estudio.</p> <p>CONTEO DE COLONIAS</p> <p>Para el recuento de colonias se tomó cada una de las cajas de Petri y se identificó cada una de las bacterias por su forma, tamaño y color y se realizó el conteo de colonias en dirección horizontal, de lado a lado.</p>	

J.Anexo: Identificación de hongos comunes del aire

1	Hifas ausentes. Colonias pequeñas, redondeadas, brillantes, generalmente blancas o cremosas.	Ir a 2
	Hifas presentes, colonias algodonosas pueden tener alguna coloración.	Ir a 3
2	Colonias con células pequeñas de 0.5 a 2 μm de diámetro, las células no pueden ser vistas en un frotis bajo el estereoscopio	<i>Bacteria</i>
	Colonias con células de 3 a 10 μm de diámetro, las células apenas pueden ser vistas en un frotis bajo el estereoscopio	<i>Levadura</i>
3	Esporas sobre tallos sobre o dentro de las hifas se pueden observar bajo el microscopio. Las esporas pueden estar en una bolsa o una estructura redondeada	Ir a 4
	Esporas invisibles bajo el microscopio	<i>Hongo esteril</i>
4	Las hifas carecen de septos (examine hifas jóvenes bajo el microscopio). Las esporas se sostienen en bolsas sobre el micelio (esporangio)	Ir a 5
	Hifas con septos. Las esporas permanecen lejos de la hifas generalmente, pueden estar dentro de bolsas de pared gruesas (picnidio)	Ir a 6
5	Esporas en esporangios, o liberadas del esporangio, las hifas con "rizoides" cortas oscuras	<i>Rhizopus</i>
	Esporas en esporangios, las hifas carecen de "rizoides"	<i>Mucor</i>
6	Esporas producidas en picnidium compuestos	<i>Phoma</i>
	Esporas producidas en hifas libres	Ir a 7
7	Las esporas consisten en una sola célula, sin paredes internas	Ir a 8
	Esporas con paredes internas, las esporas inmaduras sin paredes internas	Ir a 14
8	Esporas en cadenas cuando están intactas, apariencia seca	Ir a 9
	Esporas en grupos, algunas veces parecen húmedas	Ir a 12
9	Esporas en cadenas sin ramificaciones	Ir a 10
	Esporas en cadenas ramificadas	Ir a 11
10	Esporas en cadenas sostenidas en pinceles de apariencia seca, cada cadena surge de una fiálide con forma de botella	<i>Penicillium</i>
	Esporas en cadenas que emergen fiálides, radiando desde una vesícula dilatada en el extremo de una hifa gruesa	<i>Aspergillus</i>

11	Colonias color de verde oliva a casi negro, esporas generalmente redondas, con forma de limón o algunas veces irregular	<i>Cladosporium</i>
	Colonias color ocre, esporas uniformes en color y forma	<i>Monila</i>
12	Colonias planas, cremosas, brillantes cuando jóvenes, se oscurecen cuando envejecen	<i>Aureobasidium</i>
	Colonias esponjosas a planas, usualmente de gris a verde	Ir a 13
13	Esporas en masas verdes, blancas cuando inmaduras, comunes en suelo	<i>Trichoderma</i>
	Esporas en masas grises, colonias elevadas y abiertas	<i>Botrytis</i>
14	Esporas con paredes verticales y horizontales, de color oscuro a negro	Ir a 15
	Esporas con paredes en una dirección únicamente, pueden ser pálidas u oscuras	Ir a 17
15	Esporas redondeadas, con paredes radiantes desde el centro de la espóra, sostenidas en grupos sobre hifas cortas, frecuentemente de color rojo en agar	<i>Epicoccum</i>
	Esporas con paredes longitudinales y laterales cuando maduras	Ir a 16
16	Esporas elongadas organizadas en cadenas ramificadas, las más jóvenes en la punta	<i>Alternaria</i>
	Esporas redondeadas formadas una a una a los lados de hifas cortas oscuras	<i>Stemphylium</i>
17	Esporas curvadas, pueden ser oscuras o pálidas	Ir a 18
	Esporas cilíndricas a redondeadas, oscuras, de una a muchos septos	<i>Helminthosporum</i>
18	Colonias esponjosas, blancas, con esporas curvadas que tienen de uno a muchos septos	<i>Fusarium</i>
	Colonias oscuras, esporas cortas, de a tres, con célula central más grande que las terminales	<i>Curvularia</i>

K. Anexo: Formato conteo colonias de JI SDIS Tenerife – Aire Intramural

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS <small>PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA</small>						
Formato conteo colonias de bacterias JI SDIS Tenerife						
Bacterias	Morfología Microscópica	Tipo de organismo	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Pseudomonas spp	Bacilos	Gram -	Sangre	Convexa, filamentosa, blanca crema	19	12
Staphylococcus epidermis	Cocos	Gram +	Sangre, chocolate	Convexa, circular, blanco	13	5
Staphylococcus aureus	Cocos	Gram +	Sangre, chocolate	Convexa, circular, amarillo, hemolítico	18	13
Serratia spp	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, circular, rosa pálido	18	15
Shigella spp	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, circular, blanco	0	8
Yersinia spp	Bacilos	Gram -	Sangre	Convexa, puntiforme, blanco	13	11
Klebsiella spp	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, fusiforme, naranja	2	6
Haemophilus influenzae	Bacilos	Gram -	Chocolate	Convexa, circular, blanca	4	1
Streptococcus pneumoniae	Diplococos	Gram +	Sangre	Convexa, circular, blanca, hemolítico	2	1
					89	72



Formato conteo colonias de hongos JI SDIS Tenerife


Hongos	Morfología Microscópica	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Penicillium spp	Hifa hialinas septadas, conidióforo ramificado, amerospora.	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde, fondo crema pálido a amarillo	6	0
Mucor spp	Hifas no septadas, esporangioforos largos, espora llena de esporangios, esporangios con pared delgada	Sabouraud	Lana, superficie blanca gris, fondo blanco	2	1
Aspergillus fumigatus	Hifas septadas, conidióforo ramificado	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde azul con borde blanco estrecho, fondo blanco	8	5
Aspergillus flavus	Hifas septadas, conidios circulares, vesícula con filídes.	Sabouraud	Aterciopelado, superficie oliva con borde blanco, fondo amarillo a blanco	15	13
Microsporum spp	Hifas septadas y largas, esporas invisibles, hongo estéril	Sabouraud	Plano granular, superficie café	0	2
Aspergillus niger	Hifas septadas, conidióforos largos, conidios circulares marrón	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde oscura con borde blanco, fondo blanco	2	7
Chrysonilia spp	Hifas septadas, conidios ovalados, ramificación de esporas en cadena	Sabouraud	Algodonoso, superficie blanca rosa	0	2
Cladophialophora spp	Hifas no septadas, esporas no visibles, hongo estéril	Sabouraud	Aterciopelado, superficie negro marrón	3	1
Cladosporium spp	Hifas septadas, conidióforos ramificados y oscuros	Sabouraud	Aterciopelado con estrías, superficie verde marrón, fondo café	2	4
Chrysosporium spp	Hifas no septadas y delgadas, esporas sésiles	Sabouraud	Algodonoso, superficie marrón pálido, fondo blanco	2	0
Pithomyces spp	Hifas no septadas, conidióforos cortos, didimiasporas oscuras	Sabouraud	Algodonosa, superficie oliva, fondo marrón	1	1
Stemphylium spp	Hifas septadas, conidios oscuros, pocas amerosporas	Sabouraud	Algodonosa, superficie oliva gris, fondo negro	2	1
				43	37

L. Anexo: Formato conteo colonias de JI SDIS Tenerife – Agua de Consumo

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA						
Formato conteo colonias de bacterias JI SDIS Tenerife						
BACTERIAS	Morfología Microscópica	Tipo de organismo	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Enterobacteriaceae	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, circular, rosa	52	28
Coliformes totales	Bacilos	Gram +	EMB	Convexa, circular, chocolate	44	54
					96	82

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
Formato conteo colonias de hongos JI SDIS Tenerife					
Hongos	Morfología Microscópica	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Penicillium spp	Hifa hialinas septadas, conidióforo ramificado, amerospora.	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde, fondo crema pálido a amarillo	16	2
				16	2

M. Anexo: Formato conteo colonias de JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor – Aire Intramural


 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA						
Formato conteo colonias de bacterias JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor						
BACTERIAS	Morfología Microscópica	Tipo de organismo	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Pseudomonas spp	Bacilos	Gram -	Sangre	Convexa, filamentosa, blanca crema	8	12
Staphylococcus epidermis	Cocos	Gram +	Sangre, chocolate	Convexa, circular, blanco	4	7
Staphylococcus aureus	Cocos	Gram +	Sangre, chocolate	Convexa, circular, amarillo, hemolítico	3	8
Corynebacteria spp	Bacilos	Gram +	Chocolate	Acuminada, rizoide, café	0	1
Serratia spp	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, circular, rosa pálido	13	8
Yersinia spp	Bacilos	Gram -	Sangre	Convexa, puntiforme, blanco	0	8
Klebsiella spp	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, fusiforme, naranja	3	1
Mycobacterium	Bacilos	Gram -	Sangre	Acuminada, rizoide, blanco	1	2
Salmonella spp	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, circular, azul rey	3	1
					35	48



Formato conteo colonias de hongos JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor


HONGOS	Morfología Microscópica	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Penicillium spp	Hifa hialinas septadas, conidióforo ramificado, amerospora.	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde, fondo crema pálido a amarillo	1	3
Mucor spp	Hifas no septadas, esporangioforos largos, espora llena de esporangios, esporangios con pared delgada	Sabouraud	Lana, superficie blanca gris, fondo blanco	2	0
Rhizopus spp	Hifas con rizoides no septadas, espora llena de esporangios	Sabouraud	Lana, superficie blanca café	1	0
Aspergillus fumigatus	Hifas septadas, conidióforo ramificado	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde azul con borde blanco estrecho, fondo blanco	3	7
Aspergillus flavus	Hifas septadas, conidios circulares, vesícula con fiálides.	Sabouraud	Aterciopelado, superficie oliva con borde blanco, fondo amarillo a blanco	17	14
Alternaria spp	Hifas septadas oscuras, conidióforos septados, conidios marrón ovalados	Sabouraud	Algodonoso, superficie gris a marrón, fondo negro	2	0
Aspergillus niger	Hifas septadas, conidióforos largos, conidios circulares marrón	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde oscura con borde blanco, fondo blanco	0	4
Absidia spp	Hifas septadas y delgadas, esporas en esporangios	Sabouraud	Lana, superficie blanca	2	0
Cladophialophora spp	Hifas no septadas, esporas no visibles, hongo estéril	Sabouraud	Aterciopelado, superficie negro marrón	0	1
Cladosporium spp	Hifas septadas, conidióforos ramificados y oscuros	Sabouraud	Aterciopelado con estrías, superficie verde marrón, fondo café	5	2
Phoma glomerata	Hifas septadas, esporas producidas en picnidio compuestos	Sabouraud, EMB	Aterciopelado, superficie marrón con pigmentos rojizos	4	2
Pithomyces spp	Hifas no septadas, conidióforos cortos, didimosporas oscuras	Sabouraud	Algodonosa, superficie oliva, fondo marrón	0	1
				43	37

N. Anexo: Formato conteo colonias de JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor – Agua de Consumo

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA						
Formato conteo colonias de bacterias JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor						
BACTERIAS	Morfología Microscópica	Tipo de organismo	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Enterobacteriaceae	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, circular, rosa	24	68
Coliformes totales	Bacilos	Gram +	EMB	Convexa, circular, chocolate	0	0
					24	68

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA						
Formato conteo colonias de hongos JI Acunar Cofinanciado Nido de Amor						
Hongos	Morfología Microscópica	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde	
Penicillium spp	Hifa hialinas septadas, conidióforo ramificado, amerospora.	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde, fondo crema pálido a amarillo	0	0	
				0	0	

O. Anexo: Formato conteo colonias JI Casa Vecinales Gran Yomasa – Aire Intramural

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA						
Formato conteo colonias de bacterias JI Casas Vecinales Gran Yomasa						
BACTERIAS	Morfología Microscópica	Tipo de organismo	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Pseudomonas spp	Bacilos	Gram -	Sangre	Convexa, filamentosa, blanca crema	5	7
Bacilo Anthracis	Estreptobacilos	Gram +	Sangre	Convexa, filamentosa, blanca transparente	3	7
Staphylococcus epidermis	Cocos	Gram +	Sangre, chocolate	Convexa, circular, blanco	7	8
Staphylococcus aureus	Cocos	Gram +	Sangre, chocolate	Convexa, circular, amarillo, hemolítico	6	8
Corynebacteria	Bacilos	Gram+	Chocolate	Acuminada, rizoide, café	1	0
Serratia spp	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, circular, rosa pálido	10	17
Yersinia spp	Bacilos	Gram -	Sangre	Convexa, puntiforme, blanco	21	13
Klebsiella spp	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, fusiforme, naranja	4	0
Mycobacterium	Bacilos	Gram -	Sangre	Acuminada, rizoide, blanco	0	3
Salmonella spp	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, circular, azul rey	14	16
					71	79




Formato conteo colonias de hongos JI Casas Vecinales Gran Yomasa

HONGOS	Morfología Microscópica	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Penicillium spp	Hifa hialinas septadas, conidióforo ramificado, amerospora.	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde, fondo crema pálido a amarillo	0	1
Mucor spp	Hifas no septadas, esporangioforos largos, espora llena de esporangios, esporangios con pared delgada	Sabouraud	Lana, superficie blanca gris, fondo blanco	1	3
Rhizopus spp	Hifas con rizoides no septadas, espora llena de esporangios	Sabouraud	Lana, superficie blanca café	0	2
Aspergillus fumigatus	Hifas septadas, conidióforo ramificado	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde azul con borde blanco estrecho, fondo blanco	4	2
Aspergillus flavus	Hifas septadas, conidios circulares, vesícula con fiálides.	Sabouraud	Aterciopelado, superficie oliva con borde blanco, fondo amarillo a blanco	12	21
Microsporum spp	Hifas septadas y largas, esporas invisibles, hongo estéril	Sabouraud	Plano granular, superficie café	2	3
Alternaria spp	Hifas septadas oscuras, conidióforos septados, conidios marrón ovalados	Sabouraud	Algodonoso, superficie gris a marrón, fondo negro	1	0
Aspergillus niger	Hifas septadas, conidióforos largos, conidios circulares marrón	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde oscura con borde blanco, fondo blanco	3	8
Absidia spp	Hifas septadas y delgadas, esporas en esporangios	Sabouraud	Lana, superficie blanca	1	2
Chrysonilia spp	Hifas septadas, conidios ovalados, ramificación de esporas en cadena	Sabouraud	Algodonoso, superficie blanca rosa	2	1
Cladophialophora spp	Hifas no septadas, esporas no visibles, hongo estéril	Sabouraud	Aterciopelado, superficie negro marrón	1	1
Cladosporium spp	Hifas septadas, conidióforos ramificados y oscuros	Sabouraud	Aterciopelado con estrías, superficie verde marrón, fondo café	2	1
Chrysosporium spp	Hifas no septadas y delgadas, esporas sésiles	Sabouraud	Algodonoso, superficie marrón pálido, fondo blanco	3	4


Phoma glomerata	Hifas septadas, esporas producidas en picnidium compuestos	Sabouraud, EMB	Aterciopelado, superficie marrón con pigmentos rojizos	1	5
Stemphylium spp	Hifas septadas, conidios oscuros, pocas amerosporas	Sabouraud	Algodonosa, superficie oliva gris, fondo negro	0	2
				33	56

P. Anexo: Formato conteo colonias de JI Casa Vecinales Gran Yomasa – Agua de Consumo

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA						
Formato conteo colonias de bacterias JI Casas Vecinales Gran Yomasa						
BACTERIAS	Morfología Microscópica	Tipo de organismo	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Enterobacteriaceae	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, circular, rosa	0	5
Coliformes totales	Bacilos	Gram +	EMB	Convexa, circular, chocolate	0	0
					0	5

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA						
Formato conteo colonias de hongos JI Casas Vecinales Gran Yomasa						
Hongos	Morfología Microscópica	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde	
Penicillium spp	Hifa hialinas septadas, conidióforo ramificado, amerospora.	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde, fondo crema pálido a amarillo	0	0	
				0	0	

Q. Anexo: Formato conteo de colonias JI SDIS Tejares – Aire Intramural

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA						
Formato conteo colonias de bacterias JI SDIS Tejares						
BACTERIAS	Morfología Microscópica	Tipo de organismo	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Pseudomonas spp	Bacilos	Gram -	Sangre	Convexa, filamentosa, blanca crema	12	6
Bacilo Anthracis	Estreptobacilos	Gram +	Sangre	Convexa, filamentosa, blanca transparente	2	6
Staphylococcus epidermis	Cocos	Gram +	Sangre, chocolate	Convexa, circular, blanco	3	9
Staphylococcus aureus	Cocos	Gram +	Sangre, chocolate	Convexa, circular, amarillo, hemolítico	5	4
Serratia spp	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, circular, rosa pálido	11	5
Yersinia spp	Bacilos	Gram -	Sangre	Convexa, puntiforme, blanco	18	16
Klebsiella spp	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, fusiforme, naranja	2	6
Mycobacterium	Bacilos	Gram -	Sangre	Acuminada, rizoide, blanco	0	1
Salmonella spp	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, circular, azul rey	1	6
					54	59





Formato conteo colonias de hongos JI SDIS Tejares

HONGOS	Morfología Microscópica	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Penicillium spp	Hifa hialinas septadas, conidiforme ramificado, amerospora.	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde, fondo crema palido a amarillo	5	2
Mucor spp	Hifas no septadas, esporangioforos largos, espora llena de esporangios, esporangios con pared delgada	Sabouraud	Lana, superficie blanca gris, fondo blanco	0	1
Aspergillus fumigatus	Hifas septadas, conidioforo ramificado	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde azul con borde blanco estrecho, fondo blanco	12	7
Aspergillus flavus	Hifas septadas, conidios circulares, vesicula con fialides.	Sabouraud	Aterciopelado, superficie oliva con borde blanco, fondo amarillo a blanco	20	12
Microsporum spp	Hifas septadas y largas, esporas invisibles, hongo esteril	Sabouraud	Plano granular, superficie café	0	1
Alternaria spp	Hifas septadas oscuras, conidioforos septados, conidios marron ovalados	Sabouraud	Algodonoso, superficie gris a marron, fondo negro	1	1
Aspergillus níger	Hifas septadas, conidioforos largos, conidios circulares marron	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde oscura con borde blanco, fondo blanco	3	2
Absidia spp	Hifas septadas y delgadas, esporas en esporangios	Sabouraud	Lana, superficie blanca	0	3
Chrysonilia spp	Hifas septadas, conidios ovalados, ramificación de esporas en cadena	Sabouraud	Algodonoso, superficie blanca rosa	3	0
Cladosporium spp	Hifas septadas, conidioforos ramificados y oscuros	Sabouraud	Aterciopelado con estrias, superficie verde marron, fondo café	0	5
Chrysosporium spp	Hifas no septadas y delgadas, esporas sesiles	Sabouraud	Algodonoso, superficie marron palido, fondo blanco	1	2
Phoma glomerata	Hifas septadas, esporas producidas en picnidium compuestos	Sabouraud, EMB	Aterciopelado, superficie marron con pigmentos rojizos	0	3
Pithomyces spp	Hifas no septadas, coniodoforos cortos, didimosporas oscuras	Sabouraud	Algodonosa, superficie oliva, fondo marron	1	3


Stemphylium spp	Hifas septadas, conidios oscuros, pocas amerosporas	Sabouraud	Algodonosa, superficie oliva gris, fondo negro	1	3
				47	45

R. Anexo. Formato conteo colonias de bacterias JI SDIS Tejares – Agua de Consumo

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA						
Formato conteo colonias de bacterias JI SDIS Tejares						
BACTERIAS	Morfología Microscópica	Tipo de organismo	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Enterobacteriaceae	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, circular, rosa	3	0
Coliformes totales	Bacilos	Gram +	EMB	Convexa, circular, chocolate	7	0
					10	0

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA					
Formato conteo colonias de hongos JI SDIS Tejares					
Hongos	Morfología Microscópica	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Penicillium spp	Hifa hialinas septadas, conidióforo ramificado, amerospora.	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde, fondo crema pálido a amarillo	1	0
				1	0

S. Anexo: Formato de conteo de colonias JI SDIS Acunar Gran Yomasa – Aire Intramural

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA						
Formato conteo colonias de bacterias JI SDIS Acunar Gran Yomasa						
BACTERIAS	Morfología Microscópica	Tipo de organismo	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Pseudomonas spp	Bacilos	Gram -	Sangre	Convexa, filamentosa, blanca crema	21	16
Bacilo Anthracis	Estreptobacilos	Gram +	Sangre	Convexa, filamentosa, blanca transparente	0	3
Staphylococcus epidermis	Cocos	Gram +	Sangre, chocolate	Convexa, circular, blanco	11	7
Staphylococcus aureus	Cocos	Gram +	Sangre, chocolate	Convexa, circular, amarillo, hemolítico	6	10
Orynobacteria	Bacilos	Gram +	Chocolate	Acuminada, rizoide, café	1	2
Serratia spp	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, circular, rosa pálido	4	16
Yersinia spp	Bacilos	Gram -	Sangre	Convexa, puntiforme, blanco	17	27
Klebsiella spp	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, fusiforme, naranja	2	0
Mycobacterium	Bacilos	Gram -	Sangre	Acuminada, rizoide, blanco	2	0
					67	78




Formato conteo colonias de hongos JI SDIS Acunar Gran Yomasa

HONGOS	Morfología Microscópica	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Penicillium spp	Hifa hialinas septadas, conidióforo ramificado, amerospora.	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde, fondo crema pálido a amarillo	4	3
Mucor spp	Hifas no septadas, esporangioforos largos, espora llena de esporangios, esporangios con pared delgada	Sabouraud	Lana, superficie blanca gris, fondo blanco	2	0
Rhizopus spp	Hifas con rizoides no septadas, espora llena de esporangios	Sabouraud	Lana, superficie blanca café	1	0
Aspergillus fumigatus	Hifas septadas, conidióforo ramificado	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde azul con borde blanco estrecho, fondo blanco	4	9
Aspergillus flavus	Hifas septadas, conidios circulares, vesícula con fiálides.	Sabouraud	Aterciopelado, superficie oliva con borde blanco, fondo amarillo a blanco	10	13
Microsporum spp	Hifas septadas y largas, esporas invisibles, hongo estéril	Sabouraud	Plano granular, superficie café	2	4
Alternaria spp	Hifas septadas oscuras, conidióforos septados, conidios marrón ovalados	Sabouraud	Algodonoso, superficie gris a marrón, fondo negro	1	0
Aspergillus niger	Hifas septadas, conidióforos largos, conidios circulares marrón	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde oscura con borde blanco, fondo blanco	5	2
Chrysonilia spp	Hifas septadas, conidios ovalados, ramificación de esporas en cadena	Sabouraud	Algodonoso, superficie blanca rosa	0	1
Cladophialophora spp	Hifas no septadas, esporas no visibles, hongo estéril	Sabouraud	Aterciopelado, superficie negro marrón	2	1
Cladosporium spp	Hifas septadas, conidióforos ramificados y oscuros	Sabouraud	Aterciopelado con estrías, superficie verde marrón, fondo café	6	3
Chrysosporium spp	Hifas no septadas y delgadas, esporas sésiles	Sabouraud	Algodonoso, superficie marrón pálido, fondo blanco	0	5
Phoma glomerata	Hifas septadas, esporas producidas en picnidium compuestos	Sabouraud, EMB	Aterciopelado, superficie marrón con pigmentos rojizos	6	2

Pithomyces spp	Hifas no septadas, conidióforos cortos, didimosporas oscuras	Sabouraud	Algodonosa, superficie oliva, fondo marrón	0	1
Stemphylium spp	Hifas septadas, conidios oscuros, pocas amerosporas	Sabouraud	Algodonosa, superficie oliva gris, fondo negro	0	1
				43	45

T. Anexo. Formato conteo colonias de bacterias JI SDIS Acunar Gran Yomasa – Agua de Consumo

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA						
Formato conteo colonias de bacterias JI SDIS Tejares						
BACTERIAS	Morfología Microscópica	Tipo de organismo	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde
Enterobacteriaceae	Bacilos	Gram -	EMB	Convexa, circular, rosa	2	3
Coliformes totales	Bacilos	Gram +	EMB	Convexa, circular, chocolate	0	0
					2	3

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA						
Formato conteo colonias de hongos JI SDIS Tejares						
Hongos	Morfología Microscópica	Agar	Morfología Macroscópica	Mañana	Tarde	
Penicillium spp	Hifa hialinas septadas, conidióforo ramificado, amerospora.	Sabouraud	Aterciopelado, superficie verde, fondo crema pálido a amarillo	0	0	
				0	0	

U. Anexo: Recuento de Unidades Formadoras de Colonia – Aire Intramural

UFC/m ³ Bacterias				
	Mañana	Corrección	Tarde	Corrección
Tenerife	890	1131	640	753
Nido de amor	350	391	480	536
Gran Yomasa	710	862	790	945
Tejares	590	643	590	671
Acunar Gran Yomasa	640	803	810	1100

JI SDIS Tenerife						
BACTERIAS	Mañana	UFC/m3	Corrección	Tarde	UFC/m3	Corrección
Pseudomonas spp	19	190	257	12	120	142
Staphylococcus epidermis	13	130	157	5	50	53
Staphylococcus aureus	18	180	239	13	130	157
Serratia spp	18	180	239	15	150	188
Yersinia spp	13	130	157	11	110	128
Klebsiella spp	2	20	20	6	60	65
Haemophilus influenzae	4	40	42	1	10	10
Streptococcus pneumoniae	2	20	20	1	10	10
	89	890	1131	64	640	753

Jl Acunar Cofinanciado Nido de amor						
BACTERIAS	Mañana	UFC/m3	Corrección	Tarde	UFC/m3	Corrección
Pseudomonas spp	8	80	89	12	120	142
Staphylococcus epidermis	4	40	42	7	70	77
Staphylococcus aureus	3	30	31	8	80	89
Corynebacteria spp	0	0	0	1	10	10
Serratia spp	13	130	157	8	80	89
Yersinia spp	0	0	0	8	80	89
Klebsiella spp	3	30	31	1	10	10
Mycobacterium	1	10	10	2	20	20
Salmonella spp	3	30	31	1	10	10
	35	350	391	48	480	536

Jl Casas Vecinales Gran Yomasa						
BACTERIAS	Mañana	UFC/m3	Corrección	Tarde	UFC/m3	Corrección
Pseudomonas spp	5	50	53	7	70	77
Bacilo anthracis	3	30	31	7	70	77
Staphylococcus epidermis	7	70	77	8	80	89
Staphylococcus aureus	6	60	65	8	80	89
Corynebacteria spp	1	10	10	0	0	0
Serratia spp	10	100	115	17	170	221
Yersinia spp	21	210	297	13	130	157
Klebsiella spp	4	40	42	0	0	0
Mycobacterium	0	0	0	3	30	31
Salmonella spp	14	140	172	16	160	204
	71	710	862	79	790	945

Jl SDIS Tejares						
BACTERIAS	Mañana	UFC/m3	Corrección	Tarde	UFC/m3	Corrección
Pseudomonas spp	12	120	142	6	60	65
Bacilo anthracis	2	20	20	6	60	65
Staphylococcus epidermis	3	30	31	9	90	102
Staphylococcus aureus	5	50	53	4	40	42
Serratia spp	11	110	128	5	50	53
Yersinia spp	18	180	239	16	160	204
Klebsiella spp	2	20	20	6	60	65
Mycobacterium	0	0	0	1	10	10
Salmonella spp	1	10	10	6	60	65
	54	540	643	59	590	671

JI SDIS Acunar Gran Yomasa						
BACTERIAS	Mañana	UFC/m³	Corrección	Tarde	UFC/m³	Corrección
Pseudomonas spp	21	210	297	16	160	204
Bacilo anthracis	0	0	0	3	30	31
Staphylococcus epidermis	11	110	128	7	70	77
Staphylococcus aureus	6	60	65	10	100	115
Corynebacteria spp	1	10	10	2	20	20
Serratia spp	4	40	42	16	160	204
Yersinia spp	17	170	221	27	270	449
Klebsiella spp	2	20	20	0	0	0
Mycobacterium	2	20	20	0	0	0
	64	640	803	81	810	1100

UFC/m³ Hongos				
	Mañana	Corrección	Tarde	Corrección
Tenerife	140	149	170	182
Nido de amor	150	154	130	139
Gran Yomasa	120	123	180	190
Tejares	160	195	190	201
Acunar Gran Yomasa	190	200	140	153

JI SDIS Tenerife						
HONGOS	Mañana	UFC/m³	Corrección	Tarde	UFC/m³	Corrección
Mucor spp	2	20	20	1	10	10
Aspergillus fumigatus	8	80	89	5	50	53
Alternaria spp	0	0	0	0	0	0
Aspergillus níger	2	20	20	7	70	77
Cladosporium spp	2	20	20	4	40	42
	14	140	149	17	170	182

JI Acunar Cofinanciado Nido de amor						
HONGOS	Mañana	UFC/m³	Corrección	Tarde	UFC/m³	Corrección
Mucor spp	2	20	20	0	0	0
Rhizopus spp	1	10	10	0	0	0
Aspergillus fumigatus	3	30	31	7	70	77
Alternaria spp	2	20	20	0	0	0
Aspergillus Níger	0	0	0	4	40	42
Absidia spp	2	20	20	0	0	0
Cladosporium spp	5	50	53	2	20	20
	15	150	154	13	130	139

JI Casas Vecinales Gran Yomasa						
HONGOS	Mañana	UFC/m3	Corrección	Tarde	UFC/m3	Corrección
Mucor spp	1	10	10	3	30	31
Rhizopus spp	0	0	0	2	20	20
Aspergillus fumigatus	4	40	42	2	20	20
Alternaria spp	1	10	10	0	0	0
Aspergillus níger	3	30	31	8	80	89
Absidia spp	1	10	10	2	20	20
Cladosporium spp	2	20	20	1	10	10
	12	120	123	18	180	190

JI SDIS Tejares						
HONGOS	Mañana	UFC/m3	Corrección	Tarde	UFC/m3	Corrección
Mucor spp	0	0	0	1	10	10
Aspergillus fumigatus	12	120	154	7	70	77
Alternaria spp	1	10	10	1	10	10
Aspergillus níger	3	30	31	2	20	20
Absidia spp	0	0	0	3	30	31
Cladosporium spp	0	0	0	5	50	53
	16	160	195	19	190	201

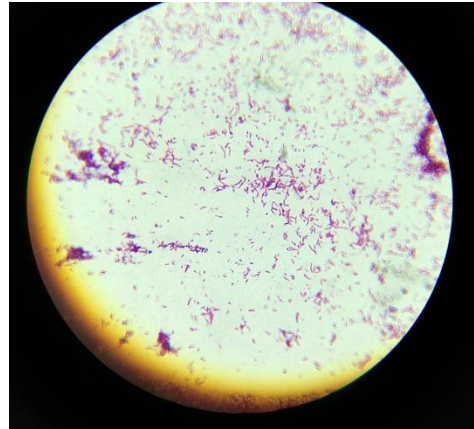
JI SDIS Acunar Gran Yomasa						
HONGOS	Mañana	UFC/m3	Corrección	Tarde	UFC/m3	Corrección
Mucor spp	2	20	20	0	0	0
Rhizopus spp	1	10	10	0	0	0
Aspergillus fumigatus	4	40	42	9	90	102
Alternaria spp	1	10	10	0	0	0
Aspergillus Níger	5	50	53	2	20	20
Cladosporium spp	6	60	65	3	30	31
	19	190	200	14	140	153

V. Anexo: Tabla de Feller – MAS 100 ECO

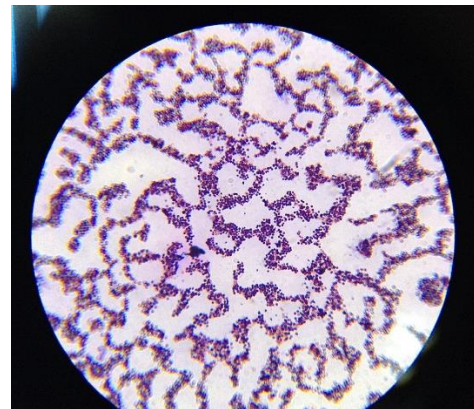
Positive hole conversion table MAS-100														Impaction Lid 400 x 0.7				MBV AG, CH-8712 Stäfa			
r = Number of colony forming units counted on 90 mm Petridish														Pr = Probable statistical total							
r	Pr	r	Pr	r	Pr	r	Pr	r	Pr	r	Pr	r	Pr	r	Pr						
1	1	51	54	101	116	151	189	201	279	251	394	301	557	351	836						
2	2	52	56	102	118	152	191	202	281	252	397	302	561	352	844						
3	3	53	57	103	119	153	193	203	283	253	400	303	565	353	853						
4	4	54	58	104	120	154	194	204	285	254	402	304	569	354	861						
5	5	55	59	105	122	155	196	205	287	255	405	305	573	355	870						
6	6	56	60	106	123	156	197	206	289	256	408	306	578	356	879						
7	7	57	61	107	124	157	199	207	291	257	411	307	582	357	888						
8	8	58	63	108	126	158	201	208	293	258	413	308	586	358	897						
9	9	59	64	109	127	159	202	209	295	259	416	309	591	359	907						
10	10	60	65	110	128	160	204	210	297	260	419	310	595	360	917						
11	11	61	66	111	130	161	206	211	299	261	422	311	599	361	927						
12	12	62	67	112	131	162	207	212	301	262	425	312	604	362	937						
13	13	63	68	113	133	163	209	213	304	263	428	313	608	363	947						
14	14	64	70	114	134	164	211	214	306	264	431	314	613	364	958						
15	15	65	71	115	135	165	212	215	308	265	433	315	618	365	969						
16	16	66	72	116	137	166	214	216	310	266	436	316	622	366	981						
17	17	67	73	117	138	167	216	217	312	267	439	317	627	367	992						
18	18	68	74	118	140	168	218	218	314	268	442	318	632	368	1005						
19	19	69	76	119	141	169	219	219	317	269	445	319	637	369	1017						
20	20	70	77	120	142	170	221	220	319	270	449	320	642	370	1030						
21	22	71	78	121	144	171	223	221	321	271	452	321	647	371	1043						
22	23	72	79	122	145	172	224	222	323	272	455	322	652	372	1057						
23	24	73	80	123	147	173	226	223	325	273	458	323	657	373	1071						
24	25	74	82	124	148	174	228	224	328	274	461	324	662	374	1086						
25	26	75	83	125	150	175	230	225	330	275	464	325	667	375	1102						
26	27	76	84	126	151	176	232	226	332	276	467	326	673	376	1118						
27	28	77	85	127	153	177	233	227	335	277	471	327	678	377	1134						
28	29	78	87	128	154	178	235	228	337	278	474	328	684	378	1152						
29	30	79	88	129	156	179	237	229	339	279	477	329	689	379	1170						
30	31	80	89	130	157	180	239	230	342	280	480	330	695	380	1189						
31	32	81	90	131	158	181	241	231	344	281	484	331	701	381	1209						
32	33	82	92	132	160	182	242	232	346	282	487	332	706	382	1230						
33	34	83	93	133	161	183	244	233	349	283	491	333	712	383	1252						
34	35	84	94	134	163	184	246	234	351	284	494	334	718	384	1276						
35	37	85	95	135	164	185	248	235	353	285	497	335	724	385	1301						
36	38	86	97	136	166	186	250	236	356	286	501	336	730	386	1327						
37	39	87	98	137	167	187	252	237	358	287	504	337	737	387	1356						
38	40	88	99	138	169	188	254	238	361	288	508	338	743	388	1387						
39	41	89	101	139	171	189	255	239	363	289	511	339	749	389	1420						
40	42	90	102	140	172	190	257	240	366	290	515	340	756	390	1456						
41	43	91	103	141	174	191	259	241	368	291	519	341	763	391	1496						
42	44	92	104	142	175	192	261	242	371	292	522	342	769	392	1541						
43	45	93	106	143	177	193	263	243	373	293	526	343	776	393	1591						
44	47	94	107	144	178	194	265	244	376	294	530	344	783	394	1648						
45	48	95	108	145	180	195	267	245	378	295	534	345	791	395	1715						
46	49	96	110	146	181	196	269	246	381	296	537	346	798	396	1795						
47	50	97	111	147	183	197	271	247	384	297	541	347	805	397	1895						
48	51	98	112	148	185	198	273	248	386	298	545	348	813	398	2028						
49	52	99	114	149	186	199	275	249	389	299	549	349	820	399	2228						
50	53	100	115	150	188	200	277	250	391	300	553	350	828	400	2628						

W. Anexo: Registro fotográfico de las especies con mayor número de repeticiones

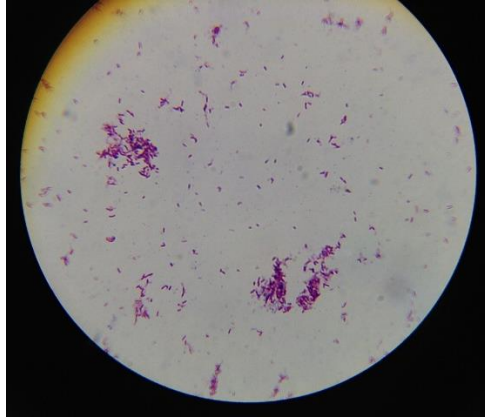
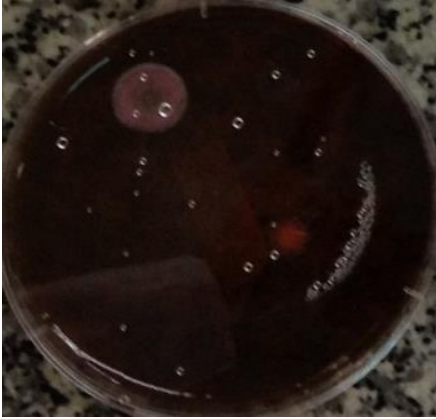
- *Pseudomonas*



- *Staphylococcus aerus*

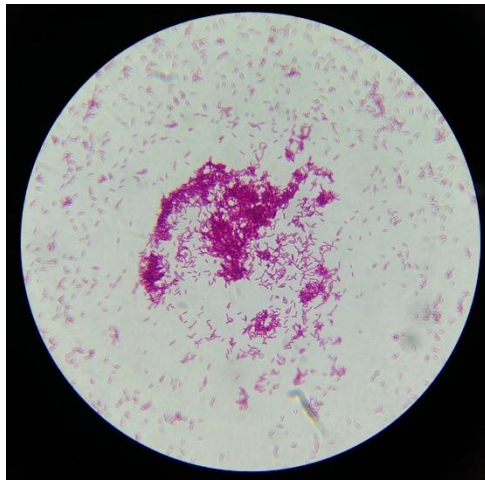


- Serratia spp

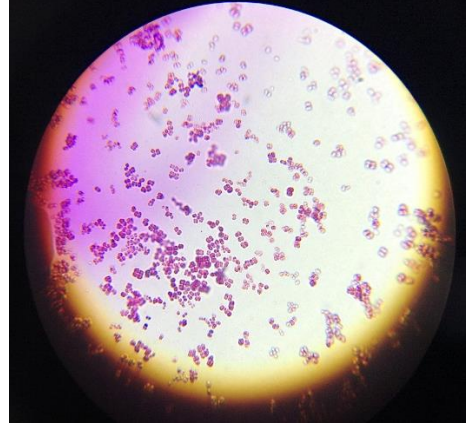
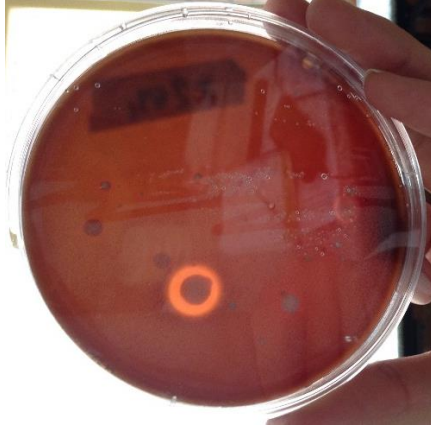


- Haemophilus

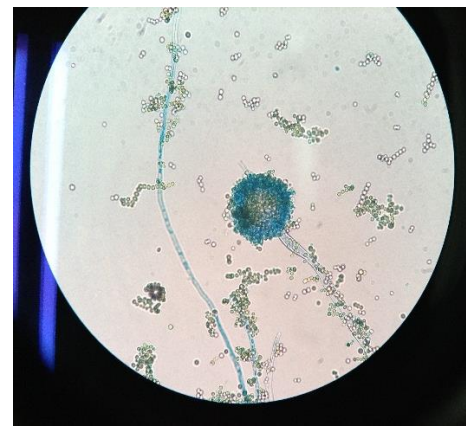
Influenzae



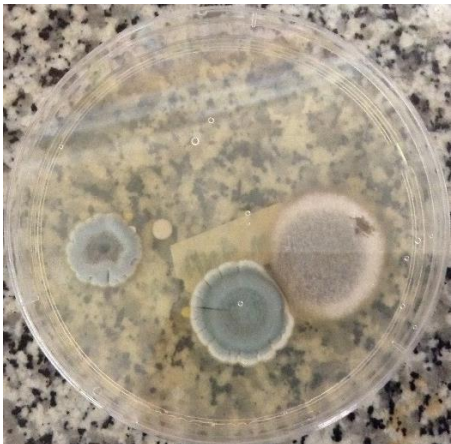
- *Streptococcus Pneumoniae*



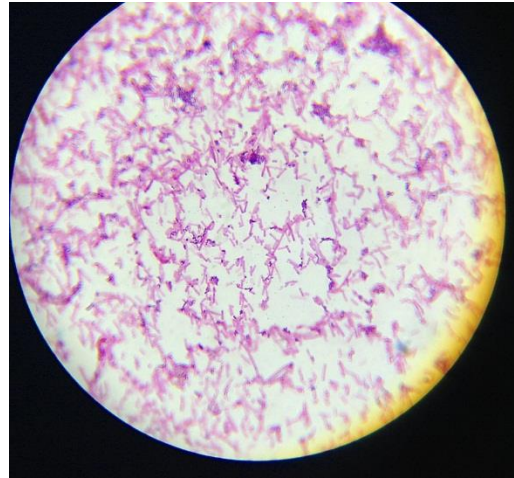
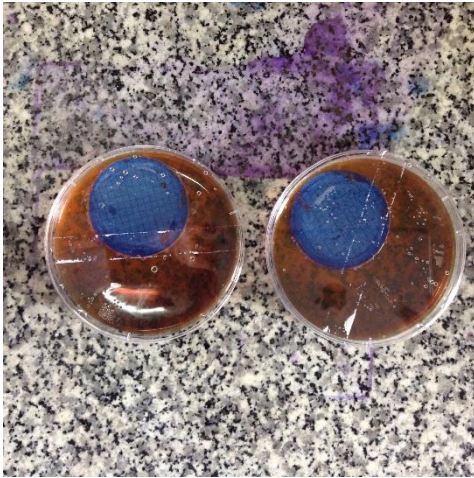
- *Aspegillus Fumigatus*



- *Aspergillus Niger*



- Enterobacteriaceae



Bibliografía

- [1] Hospital de Usme I Nivel, E.S.E., «Diagnostico local con participación social 2012,» 2013. [En línea]. Available: <http://sophia.javeriana.edu.co/prosofi/sites/default/files/files/DiagnosticoLocalUsme2012.pdf>.
- [2] Alcaldía Mayor de Bogotá, «La salud y la calidad de vida en la localidad 5-Usme,» 2009. [En línea]. Available: <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/usme.pdf>.
- [3] L. Duran, «Los contaminantes biológicos,» 2010. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/doc/62628309/contaminantes-biologicos>.
- [4] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, «NTP 203: Contaminantes biológicos: Evaluación en ambientes laborales,» 1989. [En línea]. Available: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_203.pdf.
- [5] X. Guardino, «Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo,» 2010. [En línea].
- [6] L. Carazo, «Contaminación del aire interior y su impacto en la patología respiratoria,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.archbronconeumol.org/es/contaminacion-del-aire-interior-su/articulo/90181173/>.
- [7] G. Sola, «Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo,» 1998. [En línea].
- [8] Observatorio de salud y medio ambiente de Andalucía, «Calidad del aire interior,» 2011. [En línea]. Available: http://www.osman.es/contenido/profesionales/cai_osman.pdf.
- [9] C. C. & G. Prieto, «determinación y correlación del material particulado y gases con los principales microorganismos patógenos existentes en los ambientes intramural y extramural presentes en tres jardines infantiles ubicados en tres localidades de Bogotá,» 2008. [En línea].
- [10] EPA, «The Particle Pollution Report Current Understanding of Air Quality and Emissions,» 2003. [En línea].
- [11] Proquimes S.A., «Microbiología del aire,» 2013. [En línea].
- [12] D. Cuesta, «Infección intrahospitalaria por Pseudomonas aeruginosa multirresistente: estudio de casos y controles,» *Medicina U.P.B*, pp. 1-8, 2012.
- [13] C. Ibañez, «Infecciones nosocomiales intrahospitalarias,» 2008. [En línea]. Available: http://www.madrimasd.org/blogs/salud_publica/2008/05/17/92090.
- [14] S. Patiño, «INFECCION POR SERRATIA MARCESCENS: CASO CLINICO,» *Revista de Posgrado de la Vía Cátedra de Medicina*, pp. 16-17, 2005.
- [15] V. Andrade, «Caracterización de Klebsiella pneumoniae,» 2004. [En línea].

- Available: <http://www.scielosp.org/pdf/spm/v46n6/22565.pdf>.
- [16] Nemours, «Teens Health,» 2012. [En línea]. Available: http://kidshealth.org/teen/en_espanol/infecciones/hib-esp.html.
- [17] V. Preado, «Conceptos microbiológicos de Streptococcus pneumoniae,» *Revista chilena de infectología*, pp. 1-2, 2011.
- [18] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, «Fichas de agentes biológicos,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Hongos/Ficha%20Aspergillus%20fumigatus.pdf>.
- [19] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, «Fichas de agentes biológicos,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Alter%20spp.pdf>.
- [20] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, «Ficha de agentes biológicos,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Hongos/Ficha%20Aspergillus%20spp.pdf>.
- [21] J. Guarro, «Taxonomía y biología de los hongos causantes de infección en humanos,» Enero 2012. [En línea]. Available: <http://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-taxonomia-biologia-los-hongos-causantes-infeccion-humanos-90093120>.
- [22] Revista Iberoam Micol, «Cladosporum herbarum,» 2002. [En línea]. Available: <http://hongos-alergenicos.reviberoammicol.com/files/027.PDF>.
- [23] L. C. Blanco, «Caracterización microbiológica de material particulado como factor de riesgo sobre la salud en la localidad de puente aranda,» Universidad de La Salle, Bogota D.C., 2003.
- [24] Ministerio de Salud, «Infección Respiratoria Aguda (IRA),» 2011. [En línea]. Available: <http://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/Infecciones-Respiratorias-Agudas-%28IRA%29.aspx>.
- [25] Ministerio de Salud, «Decreto 2105 de 1983,» 1983. [En línea]. Available: http://www.anla.gov.co/documentos/Gaceta/Dec_2105-83.pdf.
- [26] Organización Mundial de la Salud, «Guía para la Calidad del agua potable,» 2006. [En línea]. Available: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowsres.pdf.
- [27] Ministerio de la Protección Social - Ministerio de Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial, «Resolución 2115 de 2007,» 2007. [En línea]. Available: <http://www.ins.gov.co/tramites-y-servicios/programas-de-calidad/Documents/resolucion%202115%20de%202007,MPS-MAVDT.pdf>.
- [28] M. Arcos, «Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua,» 2005. [En línea]. Available: http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/ARTREVIS2_4.pdf.
- [29] Universidad de Antioquia, «Enfermedades transmitidas a través del agua,» 2005. [En línea]. Available: http://docencia.udea.edu.co/bacteriologia/MicrobiologiaAmbiental/microbiologia_9.pdf.
- [30] MedlinePlus, «MedlinePlus,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000288.htm>.
- [31] Grupo tratamiento de aguas residuales- Universidad de Sevilla, «Enciclopedia medioambiental,» 2015. [En línea]. Available:

- http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/Bacterias.asp#.
- [32] Ministerio de Salud y Protección Social, «Guía de Práctica Clínica (GPC) para la prevención, diagnóstico y tratamiento de la enfermedad diarreica aguda en niños menores de 5 años,» 2010. [En línea]. Available: <http://gpc.minsalud.gov.co/guias/Pages/Gu%C3%ADa-diarrea-aguda-en-ni%C3%B1os.aspx>.
- [33] Republica de Colombia, «Constitución Política de Colombia,» 1991. [En línea]. Available: http://www.unesco.org/culture/natlaws/media/pdf/colombia/colombia_constitucion_politica_1991_spa_orof.pdf.
- [34] Congreso de Colombia, «LEY 99 DE 1993,» 1993. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>.
- [35] Cámaras Legislativas y el Consejo de Estado Colombiano, «DECRETO 2811 DE 1974,» 1974. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1551>.
- [36] Ministerio de la Protección Social, «DECRETO 1575 DE 2007,» 2007. [En línea]. Available: <https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Disponibilidad-del-recurso-hidrico/Decreto-1575-de-2007.pdf>.
- [37] Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Resolucion 2115 De 2007,» 2007. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=30008>.
- [38] Merck, Microbiology Manual, Darmstadt, 2013.
- [39] A. E. Gamino, «Normalización, capacitación, certificación - Cambios en la ISO 14644-1&2 y los impactos en la GMPS,» Sociedade Brasileira de Controle de Contaminacao, Cartagena, 2013.
- [40] Instituto Nacional de Salud, «Manual de instrucciones para la toma, preservacion y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio-Decreto 1575 de 2007,» 2011. [En línea]. Available: <http://ins.gov.co/sivicap/Normatividad/Manual%20toma%20de%20muestras%20a%20gua%20INS,%202011.pdf>.
- [41] Instituto de Salud Pública de Chile, 2009. [En línea]. Available: http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento_tecnico/2011/01/Muestreo%20Microbiol%C3%B3gico%20de%20Aire.pdf.
- [42] D. Olaya, «Caracterización cualitativa -cuantitativa de bioaerosoles relacionados con factores meteorológicos y material particulado en Puente Aranda Bogotá D.C.,» 2006.
- [43] R. H. Sampieri, Metodología de la investigación-Quinta edición, México: Mc Graw Hill Educación, 2010.
- [44] Universidad del Valle, «Factores de Riesgo Ocupacional,» 2005. [En línea]. Available: <http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgoocupacionales.htm>. [Último acceso: 10 12 2015].
- [45] World Health Organization, «Risk assessment microbial,» 2005. [En línea]. Available: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_7_fig.pdf.

