

**RECONOCIMIENTO DE LA MICROBIOTA AÉREA (BACTERIAS Y HONGOS)
EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE NEIVA – HUILA DURANTE EL AÑO
2012 EMPLEANDO EL MÉTODO DE SEDIMENTACIÓN EN PLACA Y
BIOIMPACTADOR**

**CARLOS ALBERTO MÉNDEZ PUENTES
JUAN GUILLERMO CAMACHO SUAREZ**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS
NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
NEIVA – HUILA
2013**

**RECONOCIMIENTO DE LA MICROBIOTA AÉREA (BACTERIAS Y HONGOS)
EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE NEIVA – HUILA DURANTE EL AÑO
2012 EMPLEANDO EL MÉTODO DE SEDIMENTACIÓN EN PLACA Y
BIOIMPACTADOR**

CARLOS ALBERTO MÉNDEZ PUENTES

JUAN GUILLERMO CAMACHO SUAREZ

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito parcial

**Para optar el título de Licenciado en Educación Básica con Énfasis en
Ciencias Naturales y Educación Ambiental.**

Directora:

SONIA ECHEVERRY HERNANDEZ

M.Sc. Microbiología

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

**LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS
NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**

NEIVA – HUILA

2013

Nota de aceptación:

Firma Jefe de Programa

Firma del jurado

Firma del jurado

Neiva, 7 de Febrero del 2013

DEDICATORIA

A Dios Por la sabiduría y la confianza para poder realizar este trabajo de investigación

A mis padres Gina Puentes y Alex Méndez Por ser unas personas íntegras que se interesaron en mi formación y fueron la fuente de inspiración por cumplir una meta, por ser mis aliados y mis consejeros, mi apoyo académico, sentimental, económico.

A mi compañero Juan Camacho por aguantarme, ser paciente y noble durante el tiempo que duro la investigación.

Al semillero VIRHOBAC por abrirnos un espacio de experiencias educativas que ayudaron al crecimiento personal e intelectual

A Sonia Echeverry Hernández, Fabiola y Anain por brindarnos sus conocimientos académicos bases fundamentales para este trabajo. a todas las demás personas que estuvieron atentas e hicieron parte de este proyecto de investigación.

CARLOS A. MÉNDEZ P.

A Dios, por llenar mi vida de bendiciones y permitirme culminar esta etapa de mi vida

A mis padres, Ramón e Irene, y a mis hermanos, Camilo y Cristian, quienes con su amor y confianza han ayudado que todo esto sea posible, siendo ellos mi razón de ser.

A mi familia, por sus buenos deseos y su apoyo incondicional.

A mis amigos, de quienes he recibido siempre una voz de aliento y han estado acompañándome en mi proceso de formación personal.

A todos aquellos que han hecho de mí un ser mejor.

JUAN G. CAMACHO S.

AGRADECIMIENTO

A la universidad Surcolombiana y a la vicerrectoría de investigación, por su apoyo financiero, fomentado la investigación en los estudiantes para su formación integral.

A Sonia Echeverry Hernández. “M.Sc. en Microbiología” directora de trabajo de grado, por su dedicación, paciencia, apoyo académico, sus comentarios críticas constructivas, y sus conocimientos básicos para el desarrollo del trabajo de investigación.

Al Semillero de Investigación VIRHOBAC por permitir y aprobar la idea central para la realización de este proyecto

Al laboratorio de Microbiología e Inmunología de la facultad de salud de la Universidad Surcolombiana, permitiendo el espacio para el análisis de las muestras en el laboratorio.

A María Fabiola Gómez García. “Enfermera auxiliar del laboratorio de Microbiología”, por su apoyo y dedicación en los procesos prácticos del laboratorio.

A la Policía Nacional por su apoyo en la seguridad de los equipos durante el trabajo de campo.

RESUMEN

En los ambientes naturales como el agua, el suelo y el aire, se encuentran variedad de microorganismos; es por ello, que se realizó la caracterización de la microbiota aérea en las diferentes zonas estratégicas de la ciudad de Neiva durante dos épocas distintas del año empleando dos métodos de muestreo: sedimentación en placa y un bioimpactador M Air T de Millipore.

Para el recuento de bacterias y hongos se empleó el agar Trypticase soya (ATS) y el agar Gentamicina-Glucosa-Extracto de Levadura (GGY), respectivamente; de acuerdo con la tinción de Gram, se identificaron bacterias como bacilos grampositivos esporulados y no esporulados, bacilos gramnegativos y cocos grampositivos. La coloración con azul de lactofenol y en algunos casos con KOH permitió la identificación de hongos y levaduras de los géneros *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Cándida*, *Chrysosporium*, *Penicillium*, *Saccharomyces*, principalmente.

De acuerdo con las frecuencias de aparición, el género *Aspergillus spp.* y los bacilos grampositivos fueron los microorganismos predominantes en las distintas zonas de muestreo, los cuales han sido considerados como parte de la flora habitual del aire; mientras que, los géneros *Aureobasidium sp.* y bacilos gramnegativos, presentaron frecuencia de aparición ocasional y rara, ya que no son considerados microorganismos propios del aire.

La carga microbiana fue mayor en la época de verano con respecto a la época de invierno, presentándose más crecimiento bacteriano que fúngico en las dos temporadas del año. Con el uso del bioimpactador se observó mayor crecimiento

tanto de bacterias como de hongos en comparación con el método de sedimentación en placa.

Palabras clave: Aeromicrobiota, bacterias, hongos, bioimpactador, sedimentación.

ABSTRACT

In natural environments such as water, soil and air, a variety of microorganisms is therefore held. Characterization of air microbiota in different strategic areas of the city of Neiva during two different periods of the year using two sampling methods: sedimentation and plate bioimpactor Millipore M Air T.

For counting bacteria and fungi was used Trypticase soy agar (ATS) and Gentamicin agar-Glucose-Yeast Extract (GGY), respectively, according to the Gram stain were identified as Gram positive bacteria sporulated and sporulated gram-negative and gram-positive cocci. The lactophenol blue coloration and some with KOH allowed the identification of yeasts and fungi of the genera *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Candida*, *Chrysosporium*, *Penicillium*, *Saccharomyces*, mainly.

In accordance with the frequencies of appearance *Aspergillus* spp. and Gram-positive bacilli were the predominant organisms in the different sampling areas, which have been considered as part of the normal flora of the air, while the genera *Aureobasidium* sp. and gram-negative bacilli, showed occasional occurrence frequency and rare, are not considered air microorganisms themselves.

The microbial load was higher in the summer over the winter time, appearing more fungal bacterial growth in the two seasons of the year. Using the observed higher bioimpactor growth of both bacteria and fungi compared with the sedimentation in plate method.

Keywords: Aeromicrobiota, bacteria, fungi, bioimpactor sedimentation.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	24
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	26
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	26
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	32
2. JUSTIFICACIÓN	33
3. OBJETIVOS	34
3.1. OBJETIVO GENERAL	34
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	34
4. MARCO TEORICO	35
4.1. DESARROLLO HISTÓRICO DE LA MICROBIOLOGÍA DEL AIRE	35
4.2. MICROBIOLOGÍA DEL AIRE ATMOSFÉRICO	38
4.3. CONDICIONES AMBIENTALES REQUERIDAS PARA EL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS	39
4.3.1. Temperatura:	39
4.3.2. Humedad:	40

4.4. CLASIFICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS BACTERIANOS	40
4.4.1. Características macroscópicas microscópicas de las bacterias	41
4.4.2. Tinción de Gram	44
4.5. CLASIFICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS FÚNGICOS	44
4.6. ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR MICROORGANISMOS DEL AIRE	49
5. METODOLOGÍA	53
5.1. ÁREA DE ESTUDIO	53
5.1.1. Características de las zonas de muestreo	53
5.2. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS	54
5.3. RECUENTO Y AISLAMIENTO DE MORFOTIPOS	56
5.4. DESCRIPCIÓN DE MICROORGANISMOS BACTERIANOS	56
5.4.1. Catalasa:	56
5.4.2. Coagulasa:	56
5.4.3. Fermentación de Lactosa:	57
5.4.4. Prueba de Oxidasa:	57

5.5. DESCRIPCIÓN DE MICROORGANISMOS FÚNGICOS	57
5.6. REGISTRO FOTOGRÁFICO Y COLECCIÓN DE MORFOTIPOS MICROBIANOS	58
5.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	58
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
6.1. RESULTADOS	60
6.1.1. Concentración Microbiana en UFC	60
6.1.2. Caracterización Microbiológica de Bacterias	63
6.1.3. Caracterización microbiológica de hongos	73
6.2. DISCUSIÓN	88
7. CONCLUSIONES	94
8. RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFIA	97

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación según Yadav y Madelin	59
Tabla 2. Valores promedios de concentración microbiana en el aire	60
Tabla 3. Concentración microbiana en el aire en los diferentes puntos de muestreo	63
Tabla 4. Clasificación según Yadav y Madelin para microorganismos bacterianos	64
Tabla 5. Clasificación según Yadav y Madelin para microorganismos fúngicos	74
Tabla 6. Anova de un factor. Variables: Bacterias y Zonas de muestreo	105
Tabla 7. Anova de un factor. Variables: Bacterias y época de muestreo	105
Tabla 8. Anova de un factor. Variables: bacterias y métodos de muestreo	105
Tabla 9. Anova de un factor. Variables: hongos y zonas de muestreo	105
Tabla 10. Anova de un factor. Variables: hongos y épocas de muestreo	106

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Descripción macroscópica de colonias bacterianas	42
Figura 2: Formas de las células bacterianas.	43
Figura 3. Esquema de dos tipos de hifas (a) no septadas (b) septadas	46
Figura 4. (a) Bacilos grampositivos en ATS. (b) Bacilos grampositivos 100X	66
Figura 5. (a) Bacilos grampositivos en ATS. (b) Bacilos grampositivos 100X	66
Figura 6. (a) Bacilos grampositivos en ATS. (b) Bacilos grampositivos 100X	67
Figura 7. (a) Bacilos grampositivos en ATS. (b) Bacilos grampositivos 100X	67
Figura 8. (a) Bacilos grampositivos en ATS. (b) Bacilos grampositivos 100X	68
Figura 9. (a) Bacilos esporulados en ATS. (b) Bacilos esporulados 100X	68
Figura 10. (a) Bacilos esporulados en ATS. (b) Bacilos esporulados 100X	68

Figura 11 (a) Bacilos gramnegativos en ATS. (b) Bacilos gramnegativos 100X	69
Figura 12. (a) Bacilos gramnegativos en ATS. (b) Bacilos gramnegativos 100X	69
Figura 13. (a) <i>Streptococcus sp.</i> en ATS. (b) <i>Streptococcus sp.</i> 100X	69
Figura 14. (a) <i>Streptococcus sp.</i> en ATS. (b) <i>Streptococcus sp.</i> 100X	70
Figura 15. (a) <i>Staphylococcus spp.</i> en ATS. (b) <i>Staphylococcus spp.</i> 100X	70
Figura 16. (a) <i>Staphylococcus spp.</i> en ATS. (b) <i>Staphylococcus spp.</i> 100X	70
Figura 17. (a) <i>Staphylococcus spp.</i> en ATS. (b) <i>Staphylococcus spp.</i> 100X	71
Figura 18. <i>Staphylococcus spp.</i> 100X	71
Figura 19. <i>Staphylococcus spp.</i> 100X	71
Figura 20. Cocos gramnegativo 100X	72
Figura 21. (a) <i>Aspergillus clavatus</i> en GGY. (b) <i>Aspergillus clavatus</i> en azul de Lactofenol 40X	75

- Figura 22. (a) *Aspergillus flavus* en GGY. (b) *Aspergillus flavus* en azul de Lactofenol 40X 75**
- Figura 23. (a) *Aspergillus fumigatus* en GGY. (b) *Aspergillus fumigatus* en KOH al 10% 40X 76**
- Figura 24. (a) *Aspergillus niger* en GGY. (b) *Aspergillus niger* en KOH al 10% 100X 76**
- Figura 25. (a) *Aspergillus terricola* en GGY. (b) *Aspergillus terricola* en KOH al 10% 40X 77**
- Figura 26. (a) *Aureobasidium* sp. en GGY. (b) *Aureobasidium* sp. en azul de Lactofenol 40X 77**
- Figura 27. (a) *Aureobasidium* sp. en GGY. (b) *Aureobasidium* sp. en azul de Lactofenol 40X 78**
- Figura 28. (a) *Acremonium* sp. en GGY. (b) *Acremonium* sp. en azul de Lactofenol 40X 78**
- Figura 29. (a) *Acremonium* sp. en GGY. (b) *Acremonium* sp. en azul de Lactofenol 40X 79**
- Figura 30. (a) *Basidiobolus ranarum* en GGY. (b) *Basidiobolus ranarum* en azul de Lactofenol 40X 79**

Figura 31. (a) Basidiobolus ranarum en GGY. (b) Basidiobolus ranarum en azul de Lactofenol 40X	80
Figura 32. (a) Chrysosporium sp. en GGY. (b) Chrysosporium sp. en azul de Lactofenol 40X	80
Figura 33. (a) Chrysosporium sp. en GGY. (b) Chrysosporium sp. en azul de Lactofenol 40X	81
Figura 34. (a) Cladosporium sp. en GGY. (b) Cladosporium sp. en azul de Lactofenol 40X	81
Figura 35. (a) Curvularia sp. en GGY. (b) Curvularia sp. en azul de Lactofenol 40X	82
Figura 36. (a) Fusarium sp. en GGY. (b) Fusarium sp. en KOH al 10% 40X	82
Figura 37. (a) Fusarium sp. en GGY. (b) Fusarium sp. en azul de Lactofenol 40X	83
Figura 38. (a) Geotrichum sp. en GGY. (b) Geotrichum sp. en KOH al 10% 40X	83
Figura 39. (a) Candida sp. en GGY. (b) Candida sp. tubo germinal 40X	84
Figura 40. (a) Saccharomyces sp. en GGY. (b) Saccharomyces sp. en azul de Lactofenol 40X	84

Figura 41. (a) Paecilomyces sp. en GGY. (b) Paecilomyces sp. en azul de Lactofenol 40X	85
Figura 42. (a) Penicillium sp. en GGY. (b) Penicillium sp. en azul de Lactofenol 40X	85
Figura 43. (a) Penicillium sp. en GGY. (b) Penicillium sp. en KOH al 10% 40X	86
Figura 44. (a) Trichoderma sp. en GGY. (b) Trichoderma sp. en azul de Lactofenol 40X	86
Figura 45. Trichosporum sp. en azul de Lactofenol 40X	87
Figura 46. Preparación de agares Figura 47. Autoclave	156
Figura 48. Incubadoras	156
Figura 49. Envasado de agar en los cassettes y recuento de colonias	157
Figura 50. Equipo M air T de Millipore con cassettes	157
Figura 51. Cajas de Petri y Cassettes con crecimiento microbiano	158
Figura 52. Técnica de Tinción de Gram	158

Figura 53. Aislamiento de morfotipos **159**

Figura 54. Toma de muestras **159**

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Relación entre tipo de microorganismo y época de muestreo	60
Gráfico 2. Relación entre método de muestreo y tipo de microorganismo	61
Gráfico 3. Relación entre zona de muestreo y tipo de microorganismo	62
Gráfico 4. Porcentaje de frecuencia de morfotipos bacterianos	64
Gráfico 5. Población muestreada de morfotipos fúngicos	73

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Patologías que producen algunos microorganismos bacterianos.	50
Cuadro 2. Patologías que producen algunos microorganismos fúngicos.	51
Cuadro 3. Descripción macroscópica y microscópica de morfotipos bacterianos	66
Cuadro 4. Descripción macroscópica y microscópica de microorganismos fúngicos	75
Cuadro 5. Descripción bacteriana y levaduriformes por el método de sedimentación en placa en la época de verano.	107
Cuadro 6. Descripción bacteriana y levaduriformes por el método de bioimpactador en la época de verano	113
Cuadro 7. Descripción bacteriana y levaduriformes por el método de sedimentación en placa en la época de invierno	119
Cuadro 8. Descripción bacteriana y levaduriforme por el método de bioimpactador en la época de invierno	124

Cuadro 9. Descripción fúngica por el método de sedimentación en placa en la época de verano 129

Cuadro 10. Descripción fúngica por el método del bioimpactador en la época de verano 137

Cuadro 11. Descripción fúngica por el método de sedimentación en placa en la época de invierno 142

Cuadro 12. Descripción fúngicos por el método del bioimpactador en la época de invierno 151

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Medios de cultivos	102
Anexo B. Técnicas de Tinción	104
Anexo C. Tablas Varianza de ANOVA de un Factor	105
Anexo D. Descripciones macroscópicas y microscópicas de morfotipos aislados según por métodos y épocas de muestreo	107
Anexo E Registro fotográfico	156

INTRODUCCIÓN

En la antigüedad se creía que las enfermedades eran transmitidas por el aire a través de efluvios de las conjunciones planetarias, hasta que en el siglo XIX se corroboró la presencia de microorganismos en el aire, aunque éste no es un ambiente ideal para el desarrollo de los microorganismos, debido a factores ambientales como temperatura, humedad relativa, radiación ultravioleta, corrientes de aire, composición química de la atmósfera, entre otros.

El aire no posee microorganismos propios, pero se conoce que éstos son capaces de crear estructuras especializadas que les han permitido resistir y sobrevivir en este medio. Son capaces de dispersarse en ambientes exteriores e interiores, que son transportados por corrientes de aire, las cuales se encargan de recoger los microorganismos presentes en otros ambientes naturales como el suelo, agua, plantas y la flora microbiana del ser humano. Además algunas actividades industriales, comerciales, sociales y de movilidad vial, han contribuido a la producción de desechos biológicos, físicos y químicos, emitiendo material particulado, los cuales ayudan al camuflaje de los microorganismos y a la dispersión de éstos.

Se han realizado estudios para determinar la carga microbiana del aire en ambientes interiores como bibliotecas, hospitales, universidades, entre otros, y con ello evaluar, según las normas internacionales, los niveles de contaminación. En otros estudios se ha determinado la carga microbiana del aire en ambientes exteriores.

Estas investigaciones han demostrado, especialmente, la presencia de microorganismos bacterianos y fúngicos que pueden causar patologías en plantas,

animales y el ser humano; tal es el caso de *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas sp.*, *Aspergillus spp.*, *Fusarium sp.*, entre otros. Según lo anterior, se han reportado enfermedades como asma, bronquitis, pulmonías, pneumonías que afectan especialmente las vías respiratorias y otras patologías como infecciones cutáneas. En las plantas, se han reportado microorganismos que producen toxinas, las cuales generan efectos biológicos y patológicos en los diferentes cultivos. Algunos microorganismos son capaces de corroer monumentos y edificios, además de provocar el deterioro de las fachadas, estructuras y archivos.

Por tal motivo, el objetivo de esta investigación fue aislar e identificar microorganismos como bacterias y hongos presentes en la zona aérea de la ciudad de Neiva, teniendo en cuenta factores ambientales como la temperatura y la humedad relativa, relacionando los morfotipos identificados con sus propiedades de patogenicidad o inocuidad.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Se han realizado estudios microbiológicos en el aire a nivel mundial, países como España, Estados Unidos, México, Cuba, Venezuela, Argentina y Chile lideran estas investigaciones; dichos trabajos se han enfatizado en analizar la microbiota aérea en zonas abiertas como parques y cementerios y cerradas como fábricas y hospitales.

Trabajos como el de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Medicina, han revelado la presencia de un recuento alto de hongos oportunistas potencialmente patógenos >15 UFC/m³ como el *Aspergillus fumigatus*, *A. niger*, *A. terreus*, *A. flavus* y *Fusarium*.

De la Rosa María del Carmen *et al.*, en su trabajo “Calidad microbiológica del aire de una zona limpia en una industria farmacéutica” realizado por el Departamento de Microbiología I, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, se encontró que los microorganismos que predominaron fueron las bacterias respecto a los hongos, siendo los cocos grampositivos los más frecuentes. Estas bacterias forman parte de la micropoblación normal del hombre y pueden pasar al aire por las actividades realizadas en esta zona. La proporción de muestras con microorganismos esporulados fue escasa, a pesar de su mayor supervivencia. Además, de su otra investigación basada en “El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos”, explica que en los últimos años se ha incrementado el interés por los microorganismos que se transmiten por el aire, en diferentes ámbitos (sanitarios, urbanos, agrícolas, industriales). La causa se debe a la capacidad de estos microorganismos para producir efectos perjudiciales tanto en el medio

ambiente como en la salud de las personas y de los animales, cuando se exponen a bioaerosoles originados en el aire exterior o en recintos cerrados.

De igual forma, Sánchez Marta *et al*, en su investigación “Caracterización de microorganismos en aire interior de la Universidad Autónoma de Madrid”, concluyeron que las bacterias dominantes son las correspondientes a la microbiota normal humana, es decir, bacterias Grampositivas pertenecientes a los géneros *Micrococcus* y *Staphylococcus*. Concentraciones ambientales altas de estas bacterias, que se encuentran en la piel y las secreciones respiratorias, indican que los niveles de carga microbiana son altos y/o la renovación del aire es insuficiente.

En el estudio realizado por Borrego *et al.*, titulado “Comportamiento de la concentración microbiana aérea en la Fototeca del Archivo Nacional de Cuba” se concluyó que el ambiente de la Fototeca del Archivo Nacional de la República de Cuba se considera no contaminado, pues la concentración microbiana del aire en su interior resulta menor a 1000 UFC/cm³. En él, el género fúngico *Cladosporium* y las bacterias Gram positivas resultan dominantes. En su otra investigación titulada “La contaminación microbiana del aire en dos depósitos del Archivo Nacional de la República de Cuba” comparó los valores de UFC/m³ con la escala que propone Omeliansky para evaluar el grado de contaminación del aire, se apreció que para el caso de los hongos las concentraciones fueron menores que 500 UFC/m³ en ambos locales por lo que el ambiente se clasificó como NO CONTAMINADO, mientras que para las bacterias resulto mayor de 1500 UFC/m³ por lo que el ambiente se clasificó como ALTAMENTE CONTAMINADO. Estas consideraciones coincidieron con reportes recientes, que plantean que por encima de 1000 UFC/m³ los ambientes están contaminados. En un tercer trabajo realizado por Borrego *et al.*, basado en el “Relevamiento microbiológico del aire y de materiales almacenados en el Archivo Histórico del Museo de La Plata, Argentina y en el Archivo Nacional de la República de Cuba” reportaron que dentro de los géneros

fúngicos aislados, *Aspergillus* predominó significativamente en el aire de la Fototeca del ANC (41,3%) en tanto *Penicillium* prevaleció en el AHMP (100%) y en la Mapoteca (40%). Como en la Fototeca del ANC el predominio fue del género *Aspergillus*, se realizó la identificación taxonómica a nivel de especies, ya que algunas de ellas poseen un marcado interés clínico. En un último trabajo referenciado como "Estudio de la concentración microbiana en el aire de depósitos del Archivo Nacional de Cuba" al analizar los valores promedios de la concentración microbiana del aire en invierno y verano, se aprecia que la carga fúngica fue significativamente menor que la carga bacteriana. Sin embargo, en invierno, la concentración bacteriana fue superior a la que se obtuvo en verano posiblemente debido a un incremento del polvo exterior que penetró en los depósitos por los conductos de ventilación natural. Estos resultados permitieron afirmar que la concentración bacteriana, no depende de la época del año, y, por el contrario, en la medida en que el piso del edificio es más alto, debido a que la altura facilita una mejor penetración del polvo desde el exterior.

Según Villalpanda *et al.*, en su trabajo "Comportamiento de la aerobiota cercana a fuentes emisoras de campo magnético en locales interiores" realizada en la Habana (Cuba); se concluyó que el campo magnético generado por equipos electrodomésticos (0,01 a 50 μ T) en locales interiores no provocó efecto estimulante sobre la aeromicota circundante, aunque en las placas más cerca a los electrodomésticos, se observó que las bacterias formaron halos de inhibición y los hongos filamentosos manifestaron mayor variedad y pigmentación. En el muestreo cercano a los televisores y computadoras aparecen variedades de hongos diferentes al resto del local, lo cual deberá tenerse en cuenta para el control de la calidad microbiológica del aire.

El estudio titulado "Microhongos anemófilos en Ambientes abiertos de dos ciudades del nordeste Argentino" realizado por Esquivel *et al.*, mostró los géneros más

representativos en número de taxa en ambas ciudades fueron: ***Aspergillus***, con 9 especies y 84 aislamientos (15% del total de especies); ***Penicillium*** con 5 especies, 46 aislamientos (8%); ***Phoma*** con 5 especies y 43 aislamientos (7,5%) y ***Fusarium*** con 5 especies y 39 aislamientos (6,8%), todos estos, siempre mayoritarios en la ciudad de Resistencia (Argentina).

El trabajo realizado por Diaz *et al* "Condiciones microambientales y de higiene en la biblioteca de la facultad de ingeniería. Universidad central de Venezuela" muestra las concentraciones estimadas más altas de hongos obtenidos por la técnica de sedimentación, se registraron en la sala de lectura y mezzanina, (1035 UFC/m³), esto nos indica la presencia de una contaminación alta.

El proyecto "Calidad del ambiente en archivos y biodeterioro de soportes documentales" realizado por Lavin *et al*, en Buenos Aires (Argentina); indicó que los valores de adherencia microbiana hallados en la gran mayoría de los documentos fueron mayores para las bacterias que para los hongos y dependieron de la naturaleza del sustrato analizado. Dentro de las bacterias del aire, el predominio correspondió a las Gram positivas. Los géneros fúngicos predominantes en el aire de ambos archivos fueron *Penicillium spp.* y *Aspergillus spp.*

El Departamento de Ciencias Ambientales, Rutgers, de la Universidad Estatal de Nueva Jersey, en su trabajo de "Desarrollo y calibración de PCR en tiempo real para la cuantificación de microorganismos en muestras de aire" demostró la calibración del protocolo de RT-PCR para la cuantificación de bacterias en el aire. Los resultados indicaron que la preparación de las curvas de calibración puede jugar un papel importante en la precisión de la cuantificación basada en RT-PCR.

A nivel nacional se han encontrado investigaciones realizadas por organizaciones como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), en colaboración con el Ministerio de Ambiente y las Corporaciones Autónomas Regionales de cada departamento, el cual realiza un “protocolo para la vigilancia y seguimiento del módulo aire del sistema de información ambiental” donde se busca ofrecer de manera particular a las Autoridades Ambientales responsables de la vigilancia y el control de la calidad del aire y de manera general a las personas o entidades interesadas, una orientación básica para lograr el diseño de redes de vigilancia y seguimiento de la calidad del aire en zonas urbanas y/o industriales del país.

Según el ingeniero Luis Camilo Blanco Becerra en su proyecto de “Caracterización microbiológica del material particulado como factor de riesgo sobre la salud en la localidad de puente Aranda” Universidad de la Salle, Bogotá D.C, el factor de riesgo al que se encuentra expuesta la población en general, es alto, especialmente en niños y ancianos, ya que factores como las altas concentraciones de PM10 (material particulado) que tienen como origen las fuentes fijas y móviles de la localidad y sus alrededores, sumadas a la prevalencia de un gran porcentaje de microorganismos considerados como patógenos oportunistas, brinda las condiciones óptimas para la ocurrencia de Infección Respiratoria Aguda I.R.A en la localidad.

En otra investigación titulada “Caracterización cualitativa-cuantitativa de bioaerosoles relacionados con factores meteorológicos y material particulado en Puente Aranda, Bogotá D.C.”, realizada por Fabio Pérez, David Olaya, Hugo Sarmiento y Jorge Pachón, se evidenció que en el aire pueden encontrarse microorganismos patógenos con alto grado de virulencia como lo es el *S. aureus* y la *Pseudomonas aeruginosa*, que según la teoría no podrían sobrevivir en un medio

como éste, debido a la falta de una fuente fija de energía y a las condiciones cambiantes del medio.

Estudios realizados como el de “La Aeromicrobiología del Archivo Central de La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Tunja-Boyacá)” (Deisy Lisseth Toloza Moreno y PhD. Luz Marina Lizarazo Forero), permitieron concluir que los hongos identificados con mayor frecuencia en el ambiente de este lugar fueron *Mucor sp.* y *Penicillium sp.*, los cuales son comunes de presentarse en ambientes internos y cerrados. Las colonias bacterianas no mostraron gran relevancia en este estudio; sin embargo, el género *Acinetobacter* aunque no reviste mayor importancia clínica, sí hace parte de la microbiota normal de la piel y de los tractos respiratorio, gastrointestinal y genitourinario del hombre y de varios animales y se encuentra con frecuencia en muchos ambientes.

Villafañe *et al*, en su proyecto “Determinación de la carga fúngica anemófila en seis sectores de la ciudad de Cartagena de Indias” obtuvo una carga fúngica más elevada en comparación con la reportada en las ciudades de Corrientes y Resistencia - Argentina. Esta diferencia puede ser explicada si se tienen en cuenta ciertos factores biológicos, sociales, climáticos y geográficos, como son el tipo de vegetación, las características topográficas, el grado de urbanización, las condiciones meteorológicas y la composición del suelo de cada ciudad, además es importante señalar la presencia de basuras, vegetación y animales en estado de descomposición en los seis sectores estudiados.

Teniendo en cuenta que en la región Surcolombiana no encontramos investigaciones de tipo microbiológico, es importante realizar estudios de esta índole en la zona aérea de la ciudad de Neiva, para obtener datos que nos ayuden a confrontar y comparar los estudios ya realizados.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los microorganismos presentes en el aire tienen una considerable importancia biológica y económica; numerosas enfermedades de plantas causadas por hongos, virus y bacterias que se transmiten por el aire, producen graves pérdidas en las cosechas. Varias enfermedades en hombres y en animales de tipo vírico, bacteriano y fúngico se transmiten por la atmósfera y a menudo producen brotes epidémicos. (De la Rosa, 2002).

La ciudad de Neiva se encuentra ubicada a 442 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 30°C, lugar propicio para la proliferación de microorganismos como virus, hongos y bacterias. Cabe resaltar que estos microorganismos viajan a través de partículas finas como el polvo logrando adaptaciones al medio y buscando un huésped para continuar con su ciclo de vida; ese huésped son los seres humanos, plantas y animales, especialmente, pero ahora debido a la variabilidad y a su capacidad de adaptación al medio, se sabe que estos microorganismos son capaces de corroer metales, edificios y monumentos.

Lo planteado anteriormente, conduce a la formulación del siguiente interrogante: ¿Qué tipo de microorganismos están presentes en la microbiota aérea de la zona urbana de la ciudad de Neiva en el periodo comprendido entre el verano e invierno del año 2012, los cuales pueden llegar a ocasionar enfermedades en el hombre u otros organismos vivos?

2. JUSTIFICACIÓN

El estudio de microorganismos presentes en el ambiente físico y biológico ha sido de vital importancia para determinar el grado de patogenicidad o inocuidad que ejercen los microorganismos en estructuras complejas como edificaciones, cuerpo humano, animales y plantas, que en algunas ocasiones pueden provocar problemas y deterioro del ambiente.

Hay gran variedad de microorganismos como bacterias, virus y hongos que son estudiados a nivel mundial, nacional y regional a partir de recolección de muestras de forma convencional y técnica. En dichas muestras, se logra hacer el reconocimiento de microorganismos presentes en distintos ambientes a los cuales se les ha hecho el estudio. Se ha encontrado que muchos de estos estudios microbianos tienden a ser analizados en el agua, suelo y/o alimentos, siendo el aire la de menos investigación en nuestra región y en general en todo el país.

Algunos microorganismos presentes en el aire son causantes de enfermedades en los seres vivos; de acuerdo con ello, la importancia de esta investigación parte de la necesidad de realizar un estudio donde se conozca el tipo y número de microorganismos presentes en este ambiente de la zona urbana de Neiva, ya que no se encuentran registros previos o investigaciones en este campo.

Además de ello, hay que tener en cuenta que la ciudad de Neiva está en continuo crecimiento y, así, el número de microorganismos puede aumentar, ocasionando problemas ambientales y de salud. Por lo anterior, es importante tener registros microbiológicos donde se muestre la calidad del aire en la ciudad, los cuales a futuro pueden llegar a ser analizados por entes encargados de preservar la salud y así poder evitar enfermedades que afecten a la sociedad.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Aislar e identificar microorganismos (bacterias y hongos) presentes en el aire de la zona urbana de la ciudad de Neiva en el periodo comprendido entre el verano e invierno del año 2012

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Relacionar la carga microbiana presente en el aire de la ciudad de Neiva con el método, la época y la zona de muestreo
- Determinar los microorganismos predominantes en el aire de acuerdo con la frecuencia de aparición en los distintos aislamientos
- Relacionar el tipo de microorganismo identificado con sus propiedades de patogenicidad o inocuidad
- Determinar la relación entre algunos factores ambientales, como la temperatura y la humedad relativa, y los microorganismos presentes en el aire

4. MARCO TEÓRICO

4.1. DESARROLLO HISTÓRICO DE LA MICROBIOLOGÍA DEL AIRE

La existencia de una multitud de corpúsculos en el aire fue observada desde la antigüedad. Lucretius (55 a.C.) observó las partículas de polvo brillando en un rayo de sol en una habitación oscura y concluyó que su movimiento se debía al bombardeo de innumerables e invisibles átomos en el aire.

Los filósofos y médicos de la antigüedad difundieron la creencia de que las enfermedades eran debidas a «miasmas», efluvios venenosos por conjunciones planetarias y, hasta que no se demostró la existencia de los microorganismos en el siglo XIX, se siguió pensando que eran debidas al aire envenenado.

Las esporas de los hongos fueron vistas por un botánico napolitano, Valerius Cordus, en el siglo XVI, pero fue Micheli (1679-1737) quien primero las dibujó observando las esporas de los mohos que se transmitían por el aire. Leeuwenhoek (1722) observa y describe por primera vez las bacterias en distintos ambientes y supone que «estos animáculos pueden ser transportados por el viento mediante el polvo que flota en el aire».

Un siglo después, Ehrenberg, en sus numerosas memorias publicadas de 1822 a 1858, demostró que tanto las partículas atmosféricas del interior de las casas y hospitales como las del aire exterior de elevadas montañas estaban compuestas de esporas criptogámicas. Pero, fue Pasteur el que perfeccionó los procedimientos empleados por este investigador y realizó los primeros estudios precisos de las bacterias del aire, cuando demostró la no existencia de la generación espontánea.

A partir de 1882 se generalizan los análisis microbiológicos del aire, estudiándose el número y tipo presentes en diversos ambientes. Miquel fue el que realizó los estudios más numerosos y variados. Analizó tanto el aire confinado de casas y hospitales como la atmósfera de diversas calles de París, de los parques, el cementerio de Mont Parnasse, e incluso las alcantarillas. No sólo determinó el número por m³ presente en cada uno de estos ambientes, sino su naturaleza y propiedades patógenas, así como la influencia de los diversos factores (temperatura, lluvia, corrientes de aire, altitud, número de personas, etc.) y la posibilidad de transmisión por el aire de enfermedades contagiosas (Miquel y Cambert, 1901).

En los análisis que Miquel realizó desde el tejado del Panteón de París (82 m) demostró que a medida que aumenta la altitud, disminuye el número de microorganismos. Posteriormente, otros investigadores corroboraron esta afirmación. Así, en 1883 y 1884, Freudenreich, estudiando el aire de diversos picos de los Alpes, concluyó que a 300 m hay muy pocos microorganismos y que por encima de 4.000 la pureza era absoluta. También Cristiani en 1893, obtiene los mismos resultados en unos experimentos realizados en globo.

La hipótesis de la existencia de bacterias patógenas en el aire, llevó a Lister en 1867 a la utilización de pulverizaciones del aire con ácido carbónico para evitar la infección de las heridas quirúrgicas, comenzando así la época de la antisepsia en la cirugía. Posteriormente se demostró la presencia en el aire de varias bacterias patógenas como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Mycobacterium tuberculosis*, etc. y que, por tanto, a través de él podían transmitirse enfermedades infecciosas como la escarlatina, tuberculosis, tosferina y rubéola. La presencia en

el aire confinado de *Streptococcus* de la boca, hizo sugerir a Gordon (1904) que estas bacterias podían usarse como índice de contaminación respiratoria del aire.

Algunos investigadores utilizan nuevos métodos para la detección de microorganismos en el aire, como la precipitación electrostática y el impacto en cascada, y resurge el uso de desinfectantes químicos para el control de estos microorganismos, tanto en el laboratorio como en el campo.

Durante la Segunda Guerra Mundial hubo un gran interés en conocer cómo se propagaban las infecciones respiratorias, especialmente en instalaciones militares estadounidenses y se realizaron numerosos estudios sobre *Streptococcus pyogenes* (Hamburger et al., 1945) y *S. pneumoniae* (Hodges et al., 1946).

La década de los años cincuenta se caracterizó por la aparición de una Ciencia multidisciplinar, la Aerobiología, en la que se estudian los microorganismos del aire desde todos sus aspectos: identidad, comportamiento, movimientos y supervivencia, así como sus implicaciones con otros microorganismos, el hombre, los animales y la vegetación.

También en estos años empiezan a utilizarse los filtros de celulosa (Millipore) adaptándolos para el análisis del aire. Varios autores estudian la supervivencia de los microorganismos en los aerosoles, tanto bacterias: *Bacillus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Serratia*, *Mycobacterium*, *Staphylococcus*; como hongos: *Aspergillus*, *Pestalotia* o virus: influenza.

Un avance importante para el control de los microorganismos en ambientes cerrados, fue la utilización de los filtros para el aire de fibra vidrio de alta eficacia

(HEPA), ampliamente utilizados hoy en hospitales e industria farmacéutica para conseguir salas o zonas asépticas.

En los últimos años, se ha descrito una nueva enfermedad «el síndrome del edificio enfermo» que se produce en los ocupantes de determinados edificios. El origen de los síntomas, irritación de las membranas mucosas, dolor de cabeza, erupciones y dificultad respiratoria, no está aún muy claro, pero entre las posibles causas se citan factores ambientales (temperatura, humedad), químicos (adhesivos, pinturas) y microorganismos (hongos y bacterias).

Actualmente, nos encontramos en un período de actualización de datos microbiológicos en todos los ambientes; en cuanto al aire ha resurgido la Aerobiología y un desarrollo de la actividad investigadora en este campo.

4.2. MICROBIOLOGÍA DEL AIRE

Por su falta de humedad atmosférica, el aire no es un medio propicio para que los microorganismos puedan vivir y crecer; no obstante, pueden sobrevivir en estado vegetativo en grados que dependen de su resistencia, principalmente al secado y en menor medida a la radiación ultravioleta. Las bacterias y hongos que forman esporas pueden existir durante un tiempo muy largo en la atmósfera. Las células vegetativas no sobrevivieron más de unos cuantos días en el aire, en tanto que las esporas permanecen viables por años. Ciertos protozoarios forman quistes que, como las esporas, les permiten sobrevivir en condiciones adversas por periodos largos. Cuando las condiciones son favorables, las esporas o quistes se abren y se desarrollan células vegetativas.

El aire es importante en la microbiología porque proporciona un mecanismo de transferencia para los microorganismos cuyo alcance es mucho más amplio que el del agua. Los microorganismos constituyen una parte de la materia particulada de la atmósfera. Otras partículas son el polvo y los aerosoles líquidos, o gotas finas. Desde luego, cuanto más pequeña es la partícula, más tiempo permanece suspendida en el aire. Los quistes que forman los protozoarios son relativamente pesados y se sedimentan del aire en cuestión de minutos. Por otra parte, las esporas de bacterias y hongos son muy pequeñas y se les ha encontrado a varios kilómetros de altura sobre la superficie terrestre (Dela rosa *et al.*, 2011).

4.3. CONDICIONES AMBIENTALES REQUERIDAS PARA EL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS

4.3.1. Temperatura:

Para las bacterias interviene en dos aspectos: en el crecimiento de las bacterias y en su viabilidad. Para cada especie hay una temperatura definida que puede variar entre los límites mínimos y máximos, pero hay puntos intermedios en los cuales se encuentra la temperatura óptima. Para la mayoría de las bacterias patógenas la temperatura óptima está alrededor de los 37°C. Los investigadores han comprobado que entre 0 y 90°C existe actividad bacteriana; entre 0 y -250°C y entre 90 y 160°C hay supervivencia en estado latente. Para cada especie bacteriana puede describirse tres tipos de temperaturas, de la siguiente forma: temperatura mínima que es la menor temperatura a la cual las bacterias pueden desarrollarse activamente; temperatura máxima que es la que indica que por encima de ella las bacterias no pueden sobrevivir; temperatura óptima la que cumple con las mejores condiciones térmicas para el crecimiento y desarrollo bacteriano. (Montoya, 2008)

De acuerdo con estos conceptos las bacterias se clasifican como bacterias psicrófilas, mesófilas, termófilas. Teniendo en cuenta que las bacterias a temperatura ambiente son las mesófilas que crecen a condiciones de 25 a 37°

La mayoría de los hongos pueden ser considerados mesófilos, con temperaturas óptimas de crecimiento entre 22 y 30°C. Algunos hongos patógenos para el hombre y animales tienen una temperatura óptima un poco más elevada, entre 30 y 37°C. Otros pueden crecer a temperaturas de refrigeración y aun a 0°C o menos, como los que causan el deterioro de alimentos refrigerados o congelados.

Además, existe un pequeño grupo de hongos termofílicos, es decir, que tienen una temperatura óptima elevada. Algunos pueden crecer a temperaturas tan altas como 62°C.

4.3.2. Humedad:

La humedad óptima para los hongos está entre el 35 y el 50%. Las exigencias de humedad varían según el tipo de hongo. Incluso hay algunos que durante el proceso de respiración producen grandes cantidades de agua. La desecación por aireación o ventilación inhibe rápidamente el desarrollo del hongo (García, 2006).

En las bacterias el agua es un requisito indispensable para el desarrollo bacteriano, porque en su composición las bacterias poseen 80% de agua y, además, para sobrevivir requieren ambientes húmedos, pues el ambiente excesivamente seco es lesivo para la mayoría de los microorganismos. (Montoya, 2008).

4.4. CLASIFICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS BACTERIANOS

La clasificación es la ordenación de los microorganismos en grupos taxonómicos (taxa) con base en semejanzas o interrelaciones. La clasificación de los organismos

procariontes, como las bacterias, requiere un conocimiento obtenido por técnicas experimentales así como la observación, ya que a menudo es necesario determinar las propiedades bioquímicas, fisiológicas, genéticas y morfológicas para lograr una descripción adecuada de un taxón. (Brooks *et al.*, 2005)

4.4.1. Características macroscópicas y microscópicas de las bacterias

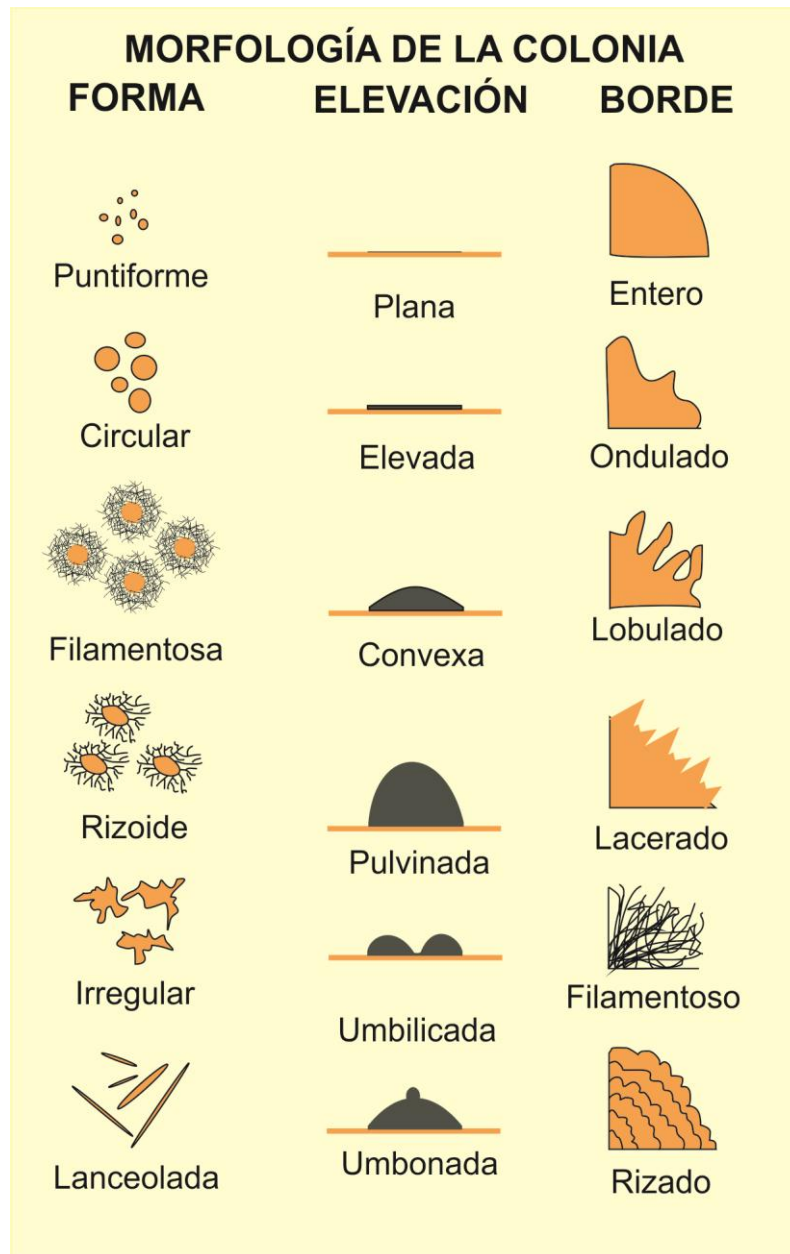
Las características de las colonias para efectuar una identificación bacteriana preliminar son el tamaño o diámetro de la colonia; forma que pueden ser: puntiforme, circular, filamentosa, irregular, rizoide, lanceolada; elevación: plana, elevada, convexa, pulvinada, umbonada, umbilicada; borde de la colonia: entero, ondulado, lobulado, lacerado, filamentoso, rizado; color que va de acuerdo a la pigmentación que toma la colonia; superficie que puede ser brillante u opaca; consistencia y densidad. (Koneman *et al.*, 1997)

La forma de una bacteria viene determinada por su pared celular. Las bacterias poseen una de las tres formas fundamentales: esférica, cilíndrica y espiral. Se denominan cocos y suele ser redondeadas aunque puede presentar formas ovoides o elípticas. A la forma cilíndrica se le denomina bacilos; los extremos de estas células son redondeados, rectos, en forma de huso o cuerno. A las de forma espiral o helicoidal, se las denomina espirilos y se caracterizan por su forma de sacacorchos. Existe una morfología intermedia entre los cocos y bacilos, denominada cocobacilos; muchos de ellos parásitos del hombre y de los animales. (Rojas, 2011)

Según la disposición de las bacterias estas suelen formar diplococos, cuando dos células se encuentran juntas; cocos en cadena se les denomina *Streptococcus sp.* mientras que si se encuentran en racimos se les denomina *Staphylococcus sp.* Cuando un coco se divide en ángulo recto al primer plano de división forma tétradas

como el *Pediococcus sp.* Una posterior división en el tercer plano resulta de un paquete cúbico de ocho células conocidas como sarcinas. (Rojas, 2011).

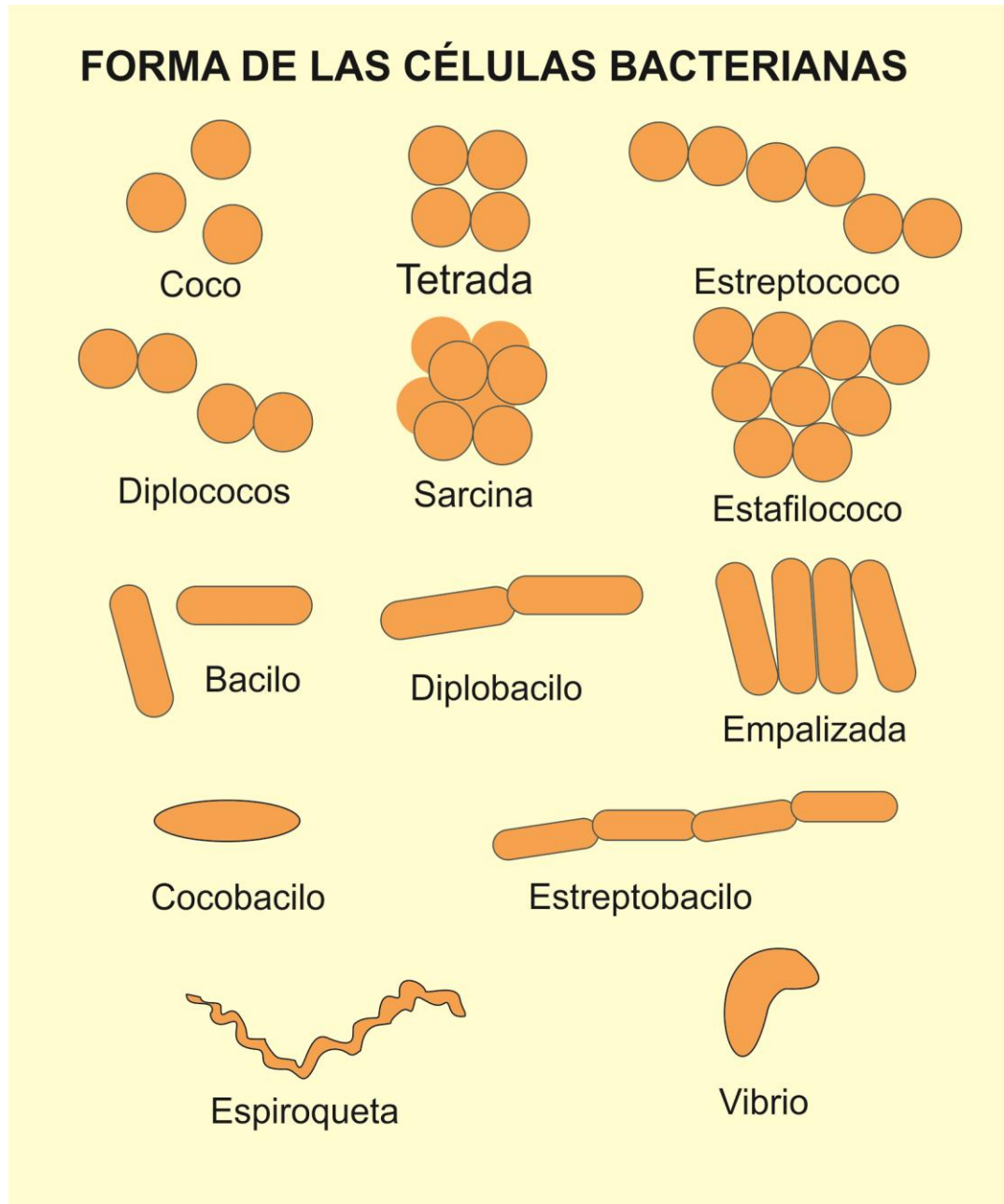
Figura 1: Descripción macroscópica de colonias bacterianas



Fuente: Autores

Los bacilos no se agrupan en disposiciones características, aunque hay excepciones. Por ejemplo los bacilos en empalizada, y algunas especies de bacilos forman estreptobacilos. (Rojas, 2011)

Figura 2: Formas de las células bacterianas.



Fuente: Autores

4.4.2. Tinción de Gram

La tinción propuesta por el médico danés Christian Gram en 1884, es una de las tinciones diferenciales más utilizadas en bacteriología. La reacción de la tinción de Gram se basa en la cantidad de peptidoglucano que se encuentra en las paredes celulares de estas bacterias. Las bacterias Gram positivas tienen muchas capas de peptidoglucano, las cuales a su vez, sostienen moléculas de ácido teicoico. El ácido teicoico reacciona con el cristal violeta y el yodo utilizado en este proceso de tinción. Un complejo de las moléculas cristal violeta-yodo-ácido teicoico es muy difícil de remover. Como la pared celular de las bacterias Gram positivas retiene estos compuestos, es más difícil decolorar una bacteria Gram positiva que una Gram negativa. Una mezcla de alcohol-acetona remueve el cristal violeta de la célula Gram negativa, pero no de la Gram positiva. Esta mezcla de alcohol-acetona también disuelve la capa exterior de lipopolosacárido de la pared celular de la pared de las bacterias Gram negativas, lo cual acelera la remoción del colorante primario cristal violeta de estas células.

Cuando otro colorante, usualmente safranina, se añade, las células Gram positivas siguen de color azul-violeta mientras que las Gram negativas absorben el color rojizo de la safranina. Al final del procedimiento de tinción, las bacterias Gram positivas serán del color del cristal violeta, o colorante primario, y las bacterias Gram negativas serán del color de la safranina que es el colorante de contraste.

4.5. CLASIFICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS FÚNGICOS

La mayoría de las personas ha observado el crecimiento de los hongos sobre diversos objetos: alimentos, ropa, libros, zapatos. Se caracterizan por su aspecto algodonoso, aterciopelado o pulverulento y de diversos colores. La característica fundamental de todos ellos es que están constituidos por muchos filamentos microscópicos capaces de crecer longitudinalmente y de ramificarse, los cuáles se

organizan para dar origen a las diferentes estructuras macroscópicas que observamos.

Aunque los hongos son organismos eucarióticos, no se puede hablar de una célula de hongo, así como tampoco se puede decir que sean multicelulares. Se considera que los hongos son cenocíticos (*koinos*: “común”; *kitos*: “vaso hueco”). Un organismo cenocítico se caracteriza por presentar un citoplasma continuo a través de todo su cuerpo.

El cuerpo de los hongos está constituido por filamentos tubulares microscópicos que se ramifican y se entrecruzan. Cada filamento se denomina hifa, y un conjunto de hifas forma lo que se conoce con el nombre de micelio.

Las hifas de la mayoría de los hongos miden entre 5 y 10 μm de diámetro y su longitud no es fija; oscila desde pocos micrómetros hasta varios metros. Esta variación depende de la disponibilidad de nutrientes y del tipo de hongo.

En la mayoría de los hongos, las hifas son claras (hialinas) o sin color (casi transparentes) cuando se observan al microscopio, pero vistas en conjunto se observan blancas y con ligeros tonos de color. Sin embargo, existen algunos hongos cuyas hifas poseen un pigmento pardo oscuro (fuliginoso) que puede apreciarse al microscopio aún en hifas aisladas.

Las hifas están rodeadas de una pared celular en forma de tubo que rodea una cavidad central o lumen, donde se encuentra el protoplasma. La pared es de consistencia rígida y está compuesta, principalmente, de hemicelulosas y quitinas (dos polímeros fibrilares, el primero de N-acetilglucosamina y el segundo de

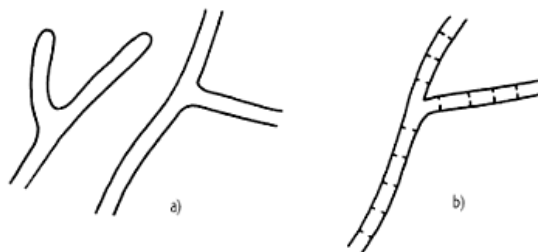
glucosa). La hifa posee, además, una membrana que rodea el protoplasma y que, por lo tanto, se encuentra entre este y la pared.

Las hifas de un hongo se pueden clasificar ya sea por su función o por la posición que ocupen en el medio donde se encuentran. De acuerdo con su función, pueden ser hifas vegetativas (de crecimiento) o hifas fértiles (de reproducción) y, según su posición en el medio, pueden ser hifas sumergidas o aéreas.

Las hifas vegetativas son siempre sumergidas ya que son las encargadas de absorber los nutrientes para el crecimiento. En la mayoría de los hongos, las hifas de tipo reproductor crecen sobre las superficies del medio (aéreas).

Los hongos, por su parte, pueden clasificarse en dos grupos, según la estructura de sus hifas: los septados, cuyas hifas poseen tabiques transversales que las dividen en varias celdillas, y los no septados, en los que las hifas carecen de tabiques transversales.

Figura 3. Esquema de dos tipos de hifas (a) no septadas (b) septadas



Fuente: García, 2006

Las hifas no septadas poseen núcleos diseminados en toda su longitud. Las septadas pueden poseer uno o más núcleos en cada celdilla, pero existe un poro central en cada septo que permite que el citoplasma y los núcleos puedan pasar de

un compartimento a otro. Por esta razón, aunque hay una diferencia morfológica, entre las hifas septadas y las no septadas, todas las hifas pueden considerarse cenocíticas

Al igual que las hifas que lo componen, el micelio puede ser vegetativo (sumergido) o fértil (aéreo). El micelio aéreo, en los hongos comunes, forma una maraña laxa o poco compacta que le da al hongo un aspecto algodonoso. En otros, como en las setas, el micelio aéreo da origen a estructuras compactas.

Existe un pequeño grupo de hongos que es capaz de producir unas estructuras duras, compuestas por masas de hifas amontonadas, llamadas esclerocios o esclerotes. Estas estructuras miceliales son mucho más resistentes al calor y a otras condiciones adversas que el resto del micelio. Resultan, por ello, de mucho interés cuando se les pretende eliminar por medio de tratamientos térmicos; por ejemplo, en el caso de la industrialización de ciertos alimentos. Los hongos presentan, además, una gran variedad de estructuras miceliales especializadas, relacionadas con la reproducción (García, 2006).

Por experiencia, muchos habrán notado que los hongos crecen muy rápido y en dos o tres días pueden llegar a cubrir varios centímetros de área. El crecimiento de los hongos se produce en los extremo de las hifas, y se denomina, por esto, crecimiento distal o apical. En este proceso, la hifa se va extendiendo y el citoplasma fluye hacia la nueva parte. Al crecer, también se van ramificando y cada ramificación, a su vez, continúa el crecimiento apical y así sucesivamente hasta que se forma una maraña visible de filamentos (García, 2006).

La reproducción de los hongos puede ser sexuada o asexuada. La reproducción sexuada se realiza mediante fusión nuclear y los hongos que presentan este tipo

de reproducción se conocen como hongos perfectos, denominándose a su vez imperfectos a aquellos a los cuales no se les conoce una forma sexuada de reproducción. Los hongos perfectos pueden reproducirse también en forma asexual siendo este tipo de reproducción más frecuente (Rincón, 1987).

Las levaduras son hongos que forman sobre los medios de cultivo colonias pastosas, constituidas en su mayor parte por células aisladas que suelen ser esféricas, ovoideas, elipsoides o alargadas; unas pocas presentan hifas. Las dimensiones pueden oscilar de 1 a 9 μm de ancho y 2 a más de 20 μm de longitud según la especie, nutrición, edad y otros factores. Algunos hongos fitopatógenos forman colonias levaduriformes en cultivos axénicos y varios patógenos de animales se presentan como levaduras en los materiales clínicos (Carlile et al. 2001).

En general, las células de las levaduras son conidios formados según diferentes tipos de conidiogénesis. En *Saccharomyces* una célula madre da lugar a la formación de yemas en diferentes puntos de la superficie produciendo en cada uno sólo una célula hija (blastoconidio o blastospora), pero en *Rhodotorula* o *Cryptococcus* todos los brotes surgen desde un solo punto. La célula apiculada de *Saccharomyces* brota repetidamente de cada extremo, extendiéndose un poco con cada conidio formado. En el caso de *Schizosaccharomyces* la célula es casi cilíndrica y los conidios tienen una base muy ancha. Las levaduras hifales, como *Trichosporon* o *Geotrichum* producen artroconidios (o artrosporas) por formación de septos dobles en las hifas, que luego se escinden (Kendrick, 2000).

Las levaduras pertenecen a dos clases de hongos: ascomicetos o basidiomicetos, aunque muchas de ellas se presentan comúnmente en la forma imperfecta. Las levaduras ascomicéticas forman ascas libres, con 1 a 8 ascosporas, y en las

especies hifales las ascas están desnudas. Las ascoporas de las levaduras son algo más resistentes al calor y la desecación que las células vegetativas, si bien tienen mucha menor resistencia térmica que las esporas bacterianas, por lo que mantienen la viabilidad de la especie durante los cambios adversos del medio ambiente (Carlile *et al.* 2001).

4.6. ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR MICROORGANISMOS DEL AIRE

Gran número de infecciones humanas y animales se transmiten por el aire y causan enfermedad, principalmente, en el aparato respiratorio. Las enfermedades respiratorias tienen una gran importancia socio económica ya que se transmiten fácilmente a través de las actividades normales del hombre, son las más frecuentes en la comunidad y el motivo más importante de absentismo laboral y escolar. No hay que olvidar que una persona, a lo largo de su vida, respira varios millones de m³ de aire, gran parte del cual contiene microorganismos. Se calcula que se inhalan al día una media de diez mil microorganismos, pero el hombre posee eficaces mecanismos de defensa para evitar que invadan el aparato respiratorio. Sin embargo, el control de estas enfermedades es difícil porque los individuos que las padecen suelen seguir realizando sus actividades cotidianas y además, en algunas de ellas, no se dispone de agentes terapéuticos ni vacunas eficaces. Se caracterizan por su tendencia a causar epidemias, siendo más frecuentes durante el otoño y el invierno, cuando las personas se reúnen en recintos cerrados. (De la Rosa *et al.*, 2002)

En la tabla 1: Patologías que producen algunos microorganismos bacterianos y la Tabla 2: Patologías que producen algunos microorganismos fúngicos. Son algunos ejemplos de los microorganismos que se encuentran en el aire y pueden causar patología.

Cuadro 1. Patologías que producen algunos microorganismos bacterianos.

Microorganismo	Especie	Patologías
Cocos grampositivos	<i>Staphylococcus aureus</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Infecciones en la piel - Abscesos - Impétigos - Forúnculos - Infecciones sistémicas graves - Envenenamiento en los alimentos por enterotoxinas
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Flora microbiana normal de la piel y mucosa del hombre - Agentes oportunistas - Infecciones en pacientes inmunocomprometidos - Infecciones por medio de catéteres, diálisis peritoneal, vesicales y de diversas prótesis vasculares, articulares e implantes
	<i>Streptococcus sp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Flora microbiana normal de la boca, piel, intestino y tracto digestivo - Endocarditis - Caries dental - Abscesos subcutáneos y en órganos
Cocos gramnegativos		<ul style="list-style-type: none"> - Flora humana normal, especialmente en la boca, aparato respiratorio e intestino grueso - Infecciones de la cavidad oral, la cabeza, el cuello, heridas por picadura - Infecciones de tejidos blandos
Bacilos grampositivos	<i>Bacillus subtilis</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Intoxicación alimenticia - Fungicida natural y agente biológico de control
Bacilos gramnegativos	<i>Pseudomonas sp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Afecta a los individuos inmunosuprimidos - Pulmonía nosocomial - Peritonitis - Endoftalmitis - Septicemia - Bacteremia - Otitis externa

Fuente: Autores

Cuadro 2. Patologías que producen algunos microorganismos fúngicos

Género fúngico	Afectaciones que pueden provocar a la salud
<i>Acremonium</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Oportunistas del hombre y de los animales - Producen micetoma, onicomicosis e hialohifomicosis - Artritis - Osteomielitis - Peritonitis - Endocarditis - Neumonía - Encefalitis - Infección subcutánea
<i>Aspergillus</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Alergeno común - Broncopulmonias alérgicas - Aspergilosis - Sinusitis alérgica por hongos - Productor de potentes toxinas tales como aflatoxinas B1 y B2, gliotoxinas, fumigotoxinas - Afección de las vías respiratorias - Infecciones oculares
<i>Aureobasidium</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Saprobio de piel y uñas - Onicomicosis - Queratitis - Peritonitis - Infecciones invasoras en pacientes inmunocomprometidos
<i>Basidiobolus</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Micosis subcutánea crónica
<i>Cándida</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Infecciones superficiales que afectan la piel, uñas y mucosas - Candidiasis - Problemas en personas inmunosuprimidas o con enfermedades subyacentes
<i>Chrysosporium</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Rara vez filiado con infecciones nasosinusales
<i>Cladosporium</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Asma y esporosis - Infecciones oportunistas - Infecciones pulmonares - Cromoblastomicosis - Lesiones neurotrópicas

<i>Curvularia</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Sinusitis alérgica - Queratitis ocular - Neumonías - Infecciones en pacientes inmunodeprimidos - Endocarditis - Absceso cerebral - Diseminación de la infección - Micosis severas
<i>Fusarium</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Queratomicosis - Onicomicosis - Infecciones cutáneas - Fusariosis (plantas)
<i>Geotrichum</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Infecciones oportunistas de origen endógeno o de origen exógeno - Infecciones bronquiales - Infecciones pulmonares - Problemas bucales - Infecciones vaginales - Infecciones cutáneas - Fungemia - Infecciones diseminadas
<i>Paecilomyces</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Infecciones pulmonares - Queratitis micótica - Endocarditis - Infecciones oportunistas - Bionemática
<i>Penicillium</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Alérgeno común - Produce toxinas - Produce compuestos orgánicos volátiles - Intoxicación en alimentos
<i>Saccharomyces</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Importancia en la industria panadera, vitivinícola, láctea - Rara vez relacionado como causante de infecciones
<i>Trichoderma</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Lecciones cutáneas - Biofungicida en plantas
<i>Trichosporum</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Infecciones en el cabello - Infecciones cutáneas

Fuente: Autores

5. METODOLOGÍA

5.1. ÁREA DE ESTUDIO

Neiva es la capital del departamento del Huila, posee una población promedio de 352.859 habitantes, tiene una altitud de 442 msnm, su superficie es de 1553 km², ubicada en la latitud 2°59'55'' Norte y longitud 75°18'16'' Oeste, entre la Cordillera Central y Oriental, en una planicie sobre la margen oriental del río Magdalena, en el valle del mismo nombre, cruzada por el río Las Ceibas y el Río del Oro. Esta es una de las principales ciudades del sur de Colombia, ya que es el puerto de conexión para las ciudades capitales de los departamentos de Caquetá, Putumayo, Cauca y Nariño (Fuente: Página web Alcaldía de Neiva).

En relación con las condiciones climáticas, la temperatura guarda cierta relación con la precipitación, de manera que los meses más calurosos son aquellos en que la lluvia es menor, en especial agosto y septiembre, en los cuales la temperatura máxima sobrepasa en la zona urbana los 37°C y los meses más frescos son aquellos considerados como los meses más lluviosos, sobresaliendo abril, noviembre y diciembre, siendo la temperatura máxima oscilante entre los 28 y los 30° C (Fuente: Página web Alcaldía de Neiva).

5.1.1. Características de las zonas de muestreo

Los estudios microbiológicos del aire se realizaron en 6 zonas de la ciudad, los cuales fueron escogidos por ser sitios estratégicos:

Zona 1: Zona Industrial Norte (ZIN): Comprendida entre los barrios Virgilio Barco y Luis Carlos Galán; se escogió esta zona debido a la contaminación ejercida por parte de empresas agroindustriales, industriales y recolectora de basuras.

Zona 2: Universidad Surcolombiana (USCO): Esta zona fue elegida por su gran confluencia de personas, por tener a sus alrededores los barrios de Cándido, Camilo Torres, Santa Inés y la salida de Neiva hacia el norte del país

Zona 3: Zona industrial Sur (ZIS): Fue seleccionada debido a la contaminación por parte de empresas agroindustriales, de bebidas y automotoras, por la comercialización de productos desde la Central de Abastos, la presencia de estaciones gasolineras y por el cementerio Jardines del Paraíso

Zona 4: Centro de la ciudad: Punto estratégico por la gran confluencia de personas, la comercialización y presencia de edificaciones.

Zona 5: Oriente: Ubicada cerca al CAI del barrio Ipanema; fue escogida por ser una zona natural con intervención humana.

Zona 6: Río Magdalena: Punto estratégico porque es considerado un atractivo turístico de la ciudad y cuenta con ambientes naturales.

5.2. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

El muestreo se realizó en dos épocas del año 2012, en el mes de junio el cual correspondió a la época de verano y en el mes de noviembre que correspondió a

la época de invierno; se emplearon dos métodos para la recolección de muestras, el primero por sedimentación en placa, en el cual se utilizaron cajas de Petri con los medios de cultivo agar Tripticasa Soya (ATS) para recuento de heterótrofas totales y agar Gentamicina-glucosa-extracto de levadura (GGY) para recuento de mohos y levaduras. Se colocaron un total de 6 placas por punto de muestreo (3 por cada medio de cultivo a evaluar) y se dejaron expuestas al ambiente durante 15 minutos para el agar Tripticasa soya y 40 minutos para el agar GGY. Para el segundo método, se utilizó el equipo bioimpactador M Air T de Millipore donde los microorganismos impactan sobre la superficie del agar, el aire a examinar es aspirado a una velocidad fija durante un tiempo variable a través de una cubierta de protección perforada con múltiples agujeros pequeños de diseño espacial con un caudal del aire de 140L/min. El flujo de aire es dirigido sobre la superficie de un cassette M Air T que contiene el medio de cultivo adecuado para el examen microbiológico. El bioimpactador se colocó sobre el suelo en posición vertical por un tiempo de 4' 37" lo que corresponde a 500 L de aire succionado.

En los cassettes se dispensaron los siguientes medios de cultivo: en los cassettes M Air T 1, 2 y 3 se dispensó el agar Tripticasa Soya (ATS) para recuento total de bacterias. Una vez tomada la muestra, los cassettes se trasladaron al laboratorio, dejándolos en la incubadora a una temperatura de 37°C durante 48 horas. En los cassettes M Air T 4, 5 y 6 se dispensó el agar Gentamicina-glucosa-extracto de levadura (GGY) para recuento total de hongos y levaduras; posteriormente, las cajas se trasladaron al laboratorio dejándolas en la incubadora a 28° C durante 5 días.

Al igual que para los cassettes, las cajas de Petri utilizadas para el muestreo por sedimentación en placa se incubaron en las mismas condiciones.

5.3. RECuento Y AISLAMIENTO DE MORFOTIPOS

Recuento de colonias: Pasado el tiempo de incubación, se observó el crecimiento de las colonias y se procedió al recuento de las mismas mediante un contador de colonias utilizando el método de recuento estándar estimado. Luego se procedió a aislar los morfotipos más representativos, utilizando el agar Trypticase soya (ATS) para bacterias y agar Gentamicina-glucosa-extracto de levadura (GGY) para mohos y levaduras. Este procedimiento se realizó para cada uno de los métodos y en cada una de las épocas del año.

5.4. DESCRIPCIÓN DE MICROORGANISMOS BACTERIANOS

Para el caso de los microorganismos bacterianos se realizó la descripción macroscópica de las colonias teniendo en cuenta la pigmentación, forma, elevación, borde y tamaño; luego, se realizó la tinción de Gram. Dependiendo de la coloración, se efectuaron las siguientes pruebas bioquímicas para determinar el género o especie de algunos morfotipos:

5.4.1. Catalasa:

Se parte de obtener una alícuota del cultivo en un medio no selectivo (agar nutritivo) que se transfiere a un portaobjetos que contiene una gota de peróxido de hidrógeno al 3%. La producción de efervescencia es positiva para *Staphylococcus* y negativa para *Streptococcus*.

5.4.2. Coagulasa:

Se inocula la colonia en un tubo que contiene 0,5 ml de plasma de conejo y 0,5 ml de caldo BHI (infusión cerebro corazón), incubando los tubos a 37°C por 24 horas. La presencia de coágulos es característica para *Staphylococcus aureus* y la no

presencia de coágulos es característica para *Staphylococcus epidermidis* y *Staphylococcus saprophyticus*.

5.4.3. Fermentación de Lactosa:

La prueba se realizó a partir de un cultivo axénico en agar MacConkey; el crecimiento incoloro de las colonias que hace virar el medio a amarillo confirma la presencia de *Pseudomonas sp.*, indicando la no fermentación de la lactosa.

5.4.4. Prueba de Oxidasa:

Se toma una alícuota del microorganismo y se pasa sobre una tira de oxidasa. El resultado es positivo cuando al término de 10 a 60 segundos la tira adquiere una coloración azul oscura o morada, confirmando la presencia de *Pseudomonas sp.*, y la no coloración confirma la presencia de *E. Coli*.

5.4.5. TSI:

Permite estimar la producción de ácido y gas a partir de glucosa, sacarosa y lactosa en un medio único. Es útil para la identificación de miembros de la familia *Enterobacteriaceae*.

5.5. DESCRIPCIÓN DE MICROORGANISMOS FÚNGICOS

Las colonias fúngicas se describieron teniendo en cuenta las características en el medio de cultivo selectivo: pigmentación al anverso y al reverso de la colonia, presencia de hifas aéreas, zonación o plegamientos, tamaño y textura. Para la descripción microscópica, se utilizó el método de la impronta con cinta y como colorante básico el Azul de Lactofenol o KOH al 10%, los cuales permiten observar estructuras típicas como hifas, métulas, fiálides, conidióforos, conidias y a partir de su organización determinar el género o especie. En cuanto a levaduras, se realizó la prueba de tubo germinal para determinar la presencia o no de *Candida sp.*

5.6. REGISTRO FOTOGRÁFICO Y COLECCIÓN DE MORFOTIPOS MICROBIANOS

Las imágenes de las distintas observaciones del proyecto de investigación se registraron con la cámara fotográfica Panasonic DMC-LS80 de 8,1 megapíxeles y 3X de zoom.

Las láminas de los distintos montajes realizados, se conservaron con fines académicos utilizando el método de sellado con Entelan.

5.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO


Se realizó mediante el software IBM SPSS Statistics 20, para determinar la varianza a partir del método ANOVA de un factor y determinar el valor de p o significancia asintótica, el cual permite verificar si las muestras son homogéneas o heterogéneas. Junto a ello se elaboraron tablas de agrupación de datos y diagramas de tortas en Excel.

La distribución relativa (frecuencia de aparición) de los géneros microbianos identificados se determinó mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\%DR = \frac{\textit{Colonias de todos los generos o especies}}{\textit{Total de colonia de todos los generos o especies}} * 100$$

Teniendo en cuenta los resultados de la aplicación de la anterior fórmula, estos datos se clasifican según la tabla 1 de Yadav y Madelin.

Tabla 1. Clasificación según Yadav y Madelin

CLASIFICACION DE YADAV Y MADELIN		
	Muy comun	81 - 100%
	Comun	61 - 80%
	Frecuente	41 - 60%
	Ocasional	21 - 40%
	Rara	0,1 - 20%
	No encontrado	0

Fuente: Villafane, 2009

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. RESULTADOS

6.1.1. Concentración Microbiana en UFC

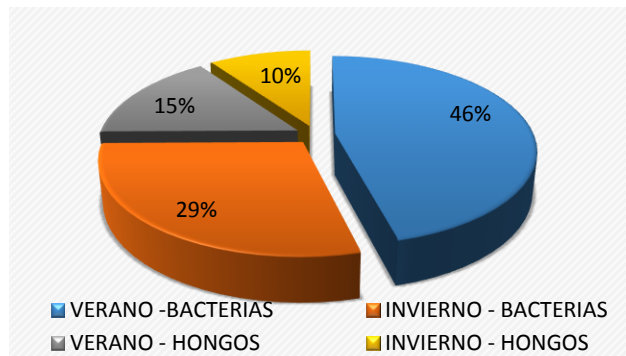
Al analizar los valores promedios de la tabla 2 sobre la concentración microbiana en el aire de la ciudad de Neiva, se observó mayor crecimiento de microorganismos en la época de verano (4711 UFC), mientras que en la época de invierno se reportó un crecimiento de 2964 UFC. De acuerdo con lo anterior, se observó que del 100% de las UFC reportadas, el 75% pertenecen a microorganismo bacterianos y el 25% a microorganismos fúngicos (Gráfico 1).

Tabla 2. Valores promedios de concentración microbiana en el aire

TIPO DE MICROORGANISMO	VERANO			INVIERNO		
	Concentración UFC	Temperatura °C	Humedad Relativa %	Concentración UFC	Temperatura °C	Humedad Relativa %
Bacterias	3530			2213		
Hongos	1181	31.16*	54.8*	751	30*	66.5*
TOTAL	4711			2964		

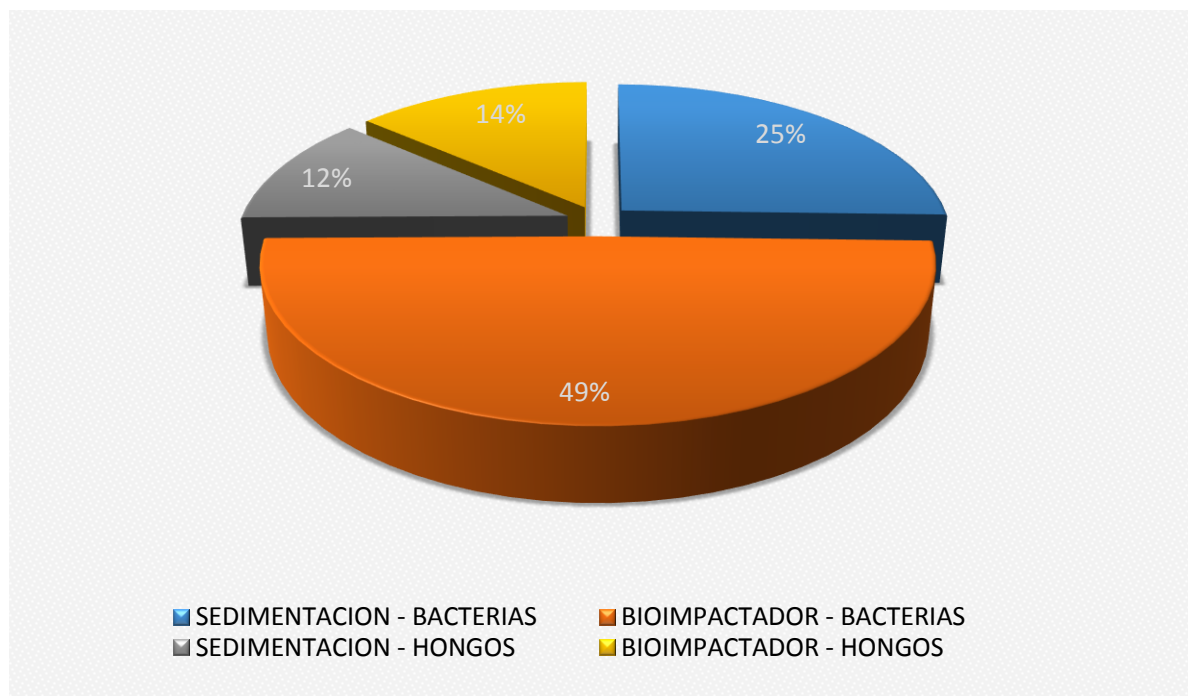
*Promedio entre las temperaturas y la humedad relativa durante tiempo de muestreo. Valores tomados a partir de los datos que suministra el aeropuerto Benito Salas de Neiva

Gráfico 1. Relación entre tipo de microorganismo y época de muestreo



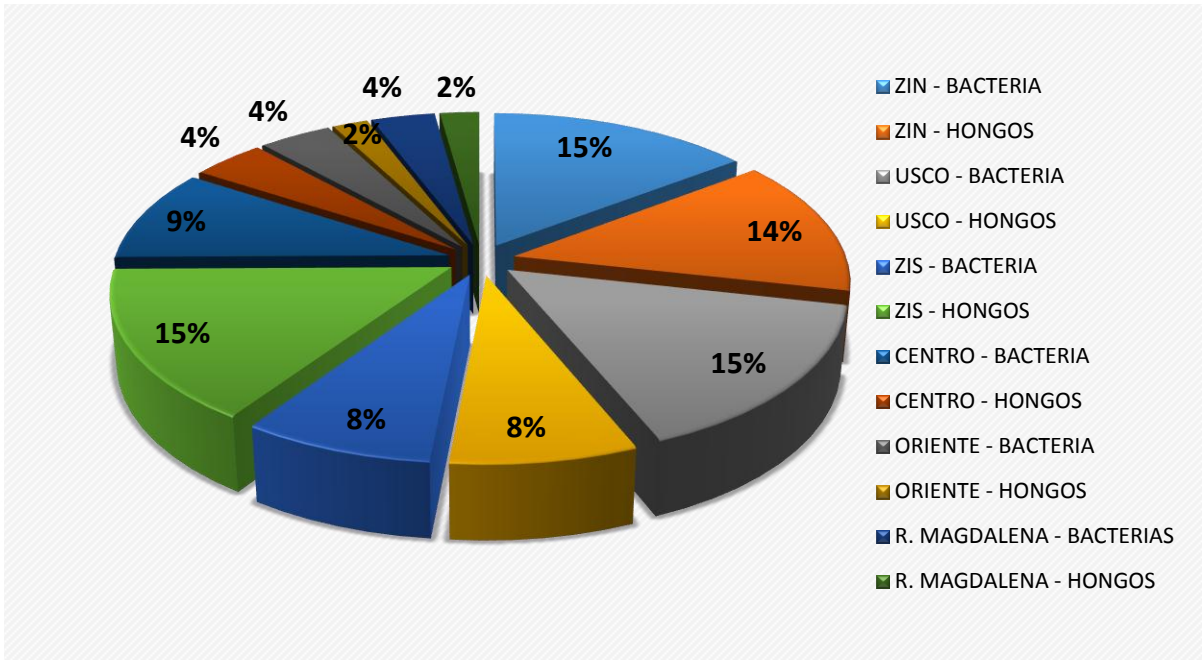
De acuerdo con el gráfico 2, la mayor concentración de UFC se registró empleando el método técnico (bioimpactador M Air T de Millipore) representando el 63% del total de microorganismos estudiados en relación con el método de sedimentación en placa, en donde la concentración de los microorganismos correspondió al 37% del total estudiado.

Gráfico 2. Relación entre método de muestreo y tipo de microorganismo



En relación a las concentraciones microbianas reportadas por zona de muestreo, el gráfico 3 revela un crecimiento similar entre la Zona Industrial Norte (ZIN) con 29% y las zonas Universidad Surcolombiana (USCO) y la Zona Industrial Sur (ZIS), con 23% cada una; las zonas con menor concentración fueron Oriente y Río Magdalena con 6 % cada una.

Gráfico 3. Relación entre zona de muestreo y tipo de microorganismo



Según los datos de la tabla 3 donde se relaciona el tipo de microorganismo con la época, el método y zona de muestreo, la mayor concentración de bacterias se registró en el Río Magdalena durante la época de invierno utilizando el bioimpactador (511 UFC/placa) y la menor concentración se registró en ZIN en la época de invierno empleando la sedimentación en placa (22 UFC/placa).

En relación con los hongos, la mayor concentración se registró en ZIN durante la época de verano empleando la sedimentación en placa (372 UFC/placa), mientras que la menor concentración se registró en la zona Centro durante la época de invierno empleando la sedimentación en placa (7 UFC/placa).

Tabla 3. Concentración microbiana en el aire en los diferentes puntos de muestreo

ZONA	TIPO DE MICROORGANISMO	VERANO		INVIERNO	
		METODO		METODO	
		Concentración UFC/placa			
		S*	B*	S*	B*
Zona Industrial Norte	Bacterias	503	507	22	87
	Hongos	372	135	100	111
USCO	Bacterias	313	403	79	268
	Hongos	132	104	23	55
Zona Industrial Sur	Bacterias	99	419	263	397
	Hongos	70	152	46	42
Centro	Bacterias	109	298	77	109
	Hongos	20	37	7	86
Oriente	Bacterias	117	243	45	203
	Hongos	46	51	11	162
Río Magdalena	Bacterias	175	344	150	511
	Hongos	34	28	27	81

*Hace referencia al método de muestreo, S: sedimentación en placa y B: bioimpactador

6.1.2. Caracterización microbiológica de bacterias

Durante la caracterización de morfotipos bacterianos se determinaron formas bacilares y cocoides. El 55% de los morfotipos están representados por bacilos grampositivos no esporulados, el 25% por cocos grampositivos, 11% por bacilos grampositivos esporulados, 8% por bacilos gramnegativos y 1% por cocos gramnegativos. Teniendo en cuenta la clasificación de Yadav y Madelin sobre la frecuencia de aparición de los microorganismos, se observó que los bacilos grampositivos no esporulados son de frecuencia muy común en la ZIN y ZIS y de

frecuencia común en USCO; los bacilos grampositivos esporulados se presentan de forma ocasional en ZIN y rara en las demás zonas, los bacilos gramnegativos son de aparición rara en todas las zonas y los cocos grampositivos son frecuentes en la ZIN y ZIS y de frecuencia ocasional en USCO y CENTRO.

Gráfico 4. Porcentaje de frecuencia de morfotipos bacterianos

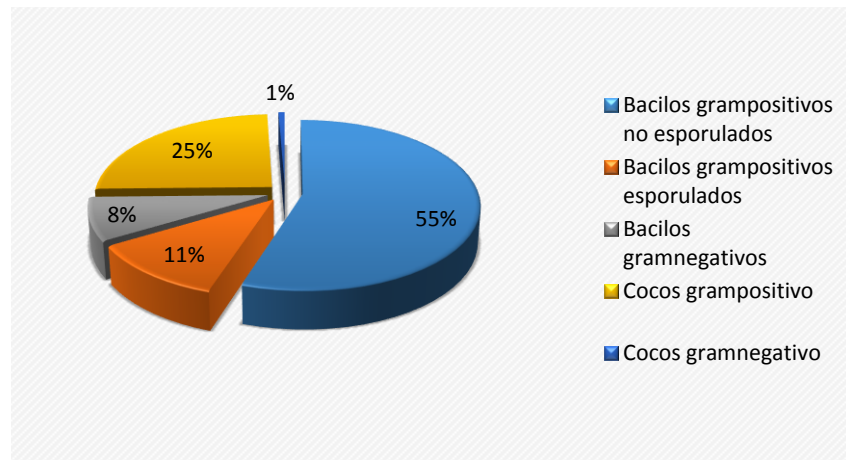


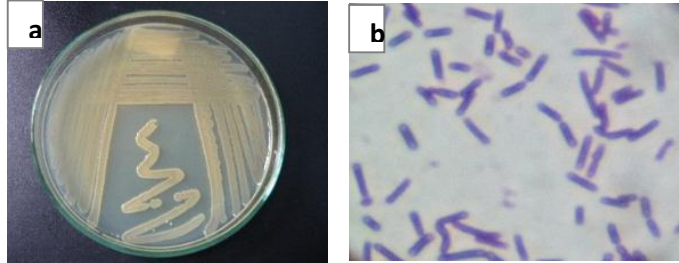
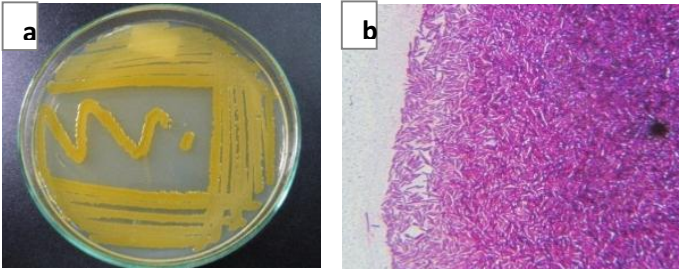
Tabla 4. Clasificación según Yadav y Madelin para microorganismos bacterianos

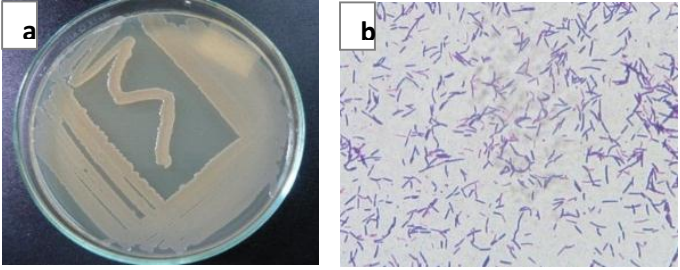
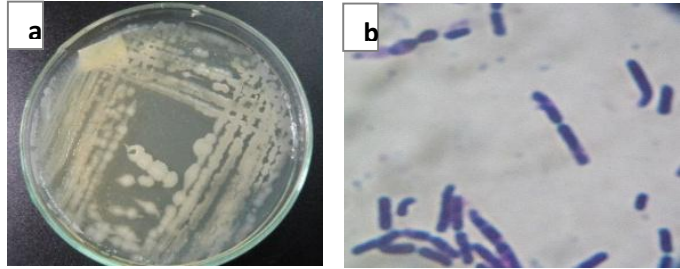
TIPO DE MICROORGANISMO	ZIN		USCO		ZIS		CENTRO		ORIENTE		R. MAGDALENA	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Bacilos grampositivos no esporulados	22	100	15	68,2	21	95,5	9	40,9	12	54,5	8	36,4
Bacilos grampositivos esporulados	5	22,7	4	18,2	2	9,1	3	13,6	2	9,1	2	9,1
Bacilos gramnegativos	4	18,2	1	4,5	1	4,5	4	18,2	2	9,1	1	4,5
Cocos grampositivo	12	54,5	6	27,3	9	40,9	6	27,3	2	9,1	4	18,2
Cocos gramnegativo	0	-	0	-	1	4,5	0	-	0	-	0	-
Total	43	-	26,0	-	34,0	-	22,0	-	18,0	-	15,0	-

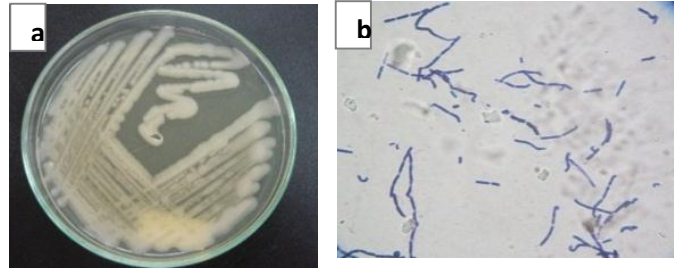
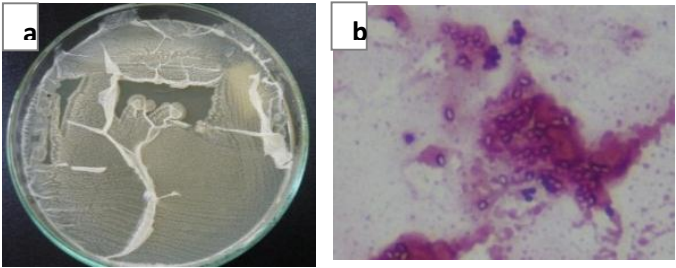
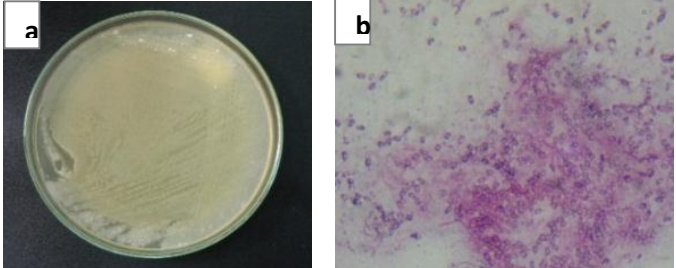
La caracterización de los morfotipos aislados reveló la presencia de bacilos esporulados mediante la formación de endosporas, de bacilos gramnegativos no

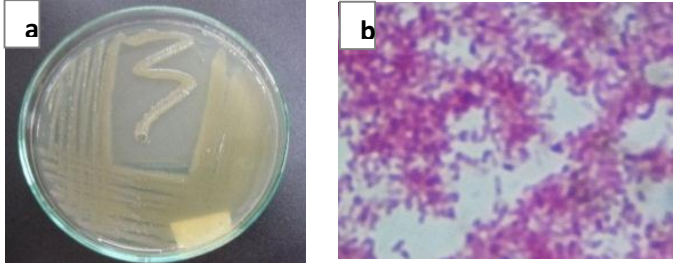
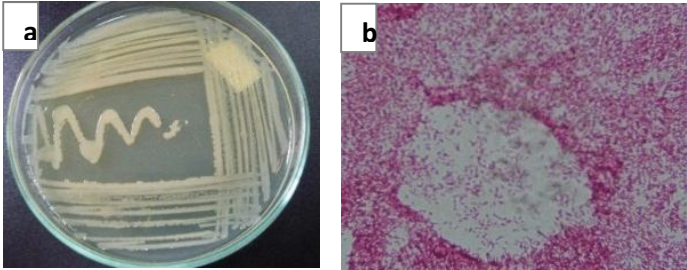
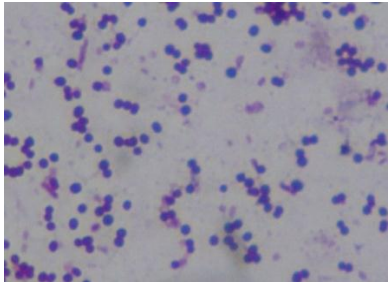
fermentadores de lactosa mediante la prueba negativa en TSI (bisel y fondo alcalino) y la prueba positiva de oxidasa, de *Streptococcus sp.* mediante la prueba negativa de catalasa, de *Staphylococcus* catalasa y coagulasa positivo y *Staphylococcus* catalasa positivo y coagulasa negativo.

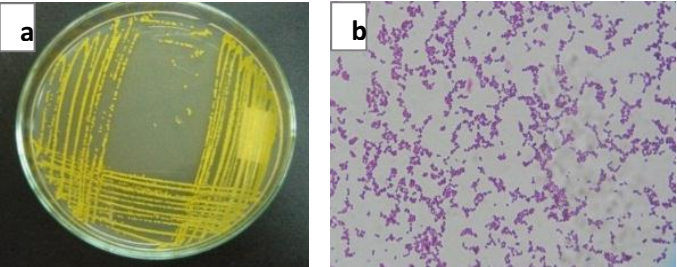
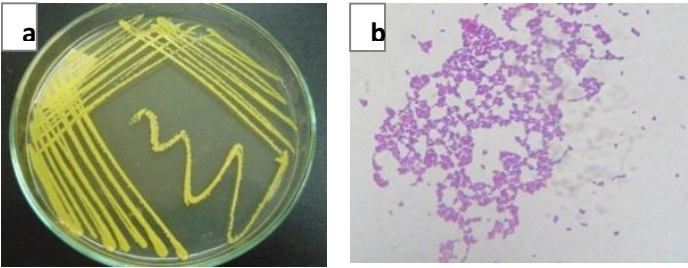
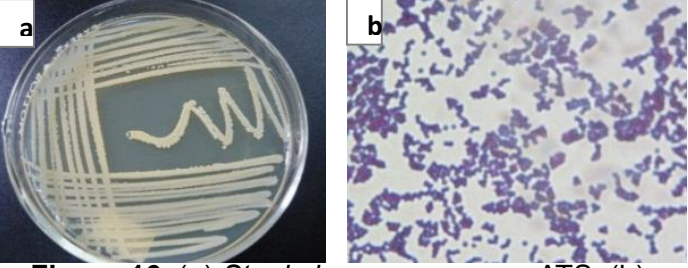
Cuadro 3. Descripción macroscópica y microscópica de morfotipos bacterianos


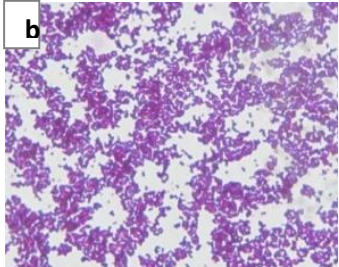
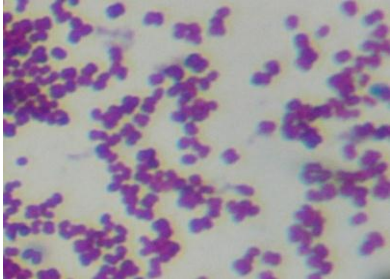
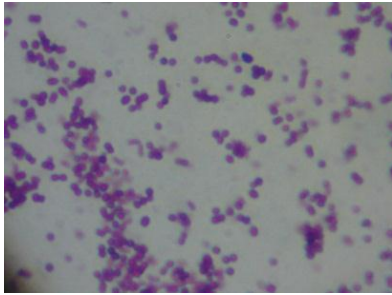
	Descripción macroscópica	Descripción microscópica y pruebas bioquímicas	Imagen
Bacilos grampositivos no esporulados	<p>Colonia circular de 4 mm, elevación plana, borde entero, superficie cerosa, lisa, translúcida, y textura mucóide</p>	<p>Bacilos Grampositivos, largos y delgados, dispuestos en empalizada y en parejas</p>	 <p>Figura 4. (a) Bacilos grampositivos en ATS. (b) Bacilos grampositivos 100X</p>
	<p>Colonia circular de 5 mm, elevación plana, borde entero, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación naranja</p>	<p>Bacilos Grampositivos, algunos largos y delgados y otros más cortos y delgados</p>	 <p>Figura 5. (a) Bacilos grampositivos en ATS. (b) Bacilos grampositivos 100X</p>

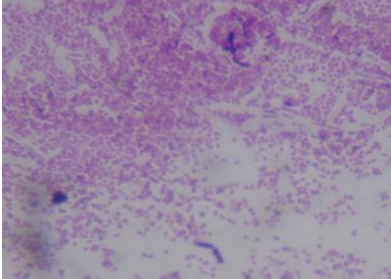
	<p>Colonia circular de 6 mm, elevación plana, borde ondulado, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación café</p>	<p>Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos</p>	 <p>Figura 6. (a) Bacilos grampositivos en ATS. (b) Bacilos grampositivos 100X</p>
	<p>Colonia circular de 7 mm, elevación plana, borde ondulado, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación blanco</p>	<p>Bacilos Grampositivos, largos y gruesos, dispuestos en cadena</p>	 <p>Figura 7. (a) Bacilos grampositivos en ATS. (b) Bacilos grampositivos 100X</p>
	<p>Colonia irregular de 13 mm, elevación plana, borde lobulado, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación beige</p>	<p>Bacilos Grampositivos, largos y gruesos, dispuestos en cadena</p>	

			 <p>Figura 8. (a) Bacilos grampositivos en ATS. (b) Bacilos grampositivos 100X</p>
Bacillus esporulados	<p>Colonia filamentososa de 4 mm, elevación papilada, borde rizado, superficie rugosa, mucoide, textura rugosa, pigmentación blanca</p>	<p>Bacilos Grampositivos, esporulados</p>	 <p>Figura 9. (a) Bacilos esporulados en ATS. (b) Bacilos esporulados 100X</p>
	<p>Colonia irregular de 5 mm, elevación plana, borde ondulado, superficie rugosa, textura cremosa, pigmentación beige</p>	<p>Bacilos Grampositivos, esporulados</p>	 <p>Figura 10. (a) Bacilos esporulados en ATS. (b) Bacilos esporulados 100X</p>

Bacilos gramnegativos	<p>Colonia circular de 2 mm, elevación convexa, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación beige</p>	<p>Bacilos Gramnegativos, cortos y gruesos. No fermentador de lactosa, oxidasa positiva, TSI negativo, manitol negativo.</p>	 <p>Figura 11 (a) Bacilos gramnegativos en ATS. (b) Bacilos gramnegativos 100X</p>
	<p>Colonia circular de 4 mm, elevación umbonada, borde entero, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación rosado</p>	<p>Bacilos Gramnegativos, cortos y delgados. No fermentador de lactosa, oxidasa positiva, TSI negativo, tioglicolato positivo, manitol negativo.</p>	 <p>Figura 12. (a) Bacilos gramnegativos en ATS. (b) Bacilos gramnegativos 100X</p>
<i>Streptococcus sp.</i>	<p>Colonia puntiforme de 1 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa y brillante, pigmentación naranja</p>	<p>Cocos Grampositivos dispuestos en cadena. Catalasa negativo</p>	 <p>Figura 13. (a) <i>Streptococcus sp.</i> en ATS. (b) <i>Streptococcus sp.</i> 100X</p>

	<p>Colonia circular de 7 mm, elevación plana, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación amarilla</p>	<p>Cocos Grampositivos dispuestos en cadena. Catalasa negativa</p>		<p>Figura 14. (a) <i>Streptococcus</i> sp. en ATS. (b) <i>Streptococcus</i> sp. 100X</p>
<i>Staphylococcus</i> spp.	<p>Colonia circular de 2 mm, elevación convexa, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación amarillo</p>	<p>Cocos Grampositivos dispuestos en racimos. Catalasa positivo, Coagulasa positivo</p>		<p>Figura 15. (a) <i>Staphylococcus</i> spp. en ATS. (b) <i>Staphylococcus</i> spp. 100X</p>
	<p>Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde entero, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación rosado</p>	<p>Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo. catalasa y Coagulasa positiva</p>		<p>Figura 16. (a) <i>Staphylococcus</i> spp. en ATS. (b) <i>Staphylococcus</i> spp. 100X</p>

<p>Colonia rizoide de 15 mm, elevación plana, borde lacerado, superficie opaca y traslucido, cerosa, textura mucoide</p>	<p>Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo. Catalasa y Coagulasa positiva.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Figura 17. (a) <i>Staphylococcus spp.</i> en ATS. (b) <i>Staphylococcus spp.</i> 100X</p>
<p>Colonia irregular de 3 mm, elevación umbilicada, borde ondulado, superficie lisa, textura cremosa</p>	<p>Cocos Grampositivos, dispuestos en racimos. Catalasa positivo, Coagulasa negativo.</p>	 <p>Figura 18. <i>Staphylococcus spp.</i> 100X</p>
<p>Colonia irregular de 4 mm, centro con punto rosa, borde filamentososo, textura mucoide</p>	<p>Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo. Catalasa positivo, Coagulasa negativo</p>	 <p>Figura 19. <i>Staphylococcus spp.</i> 100X</p>

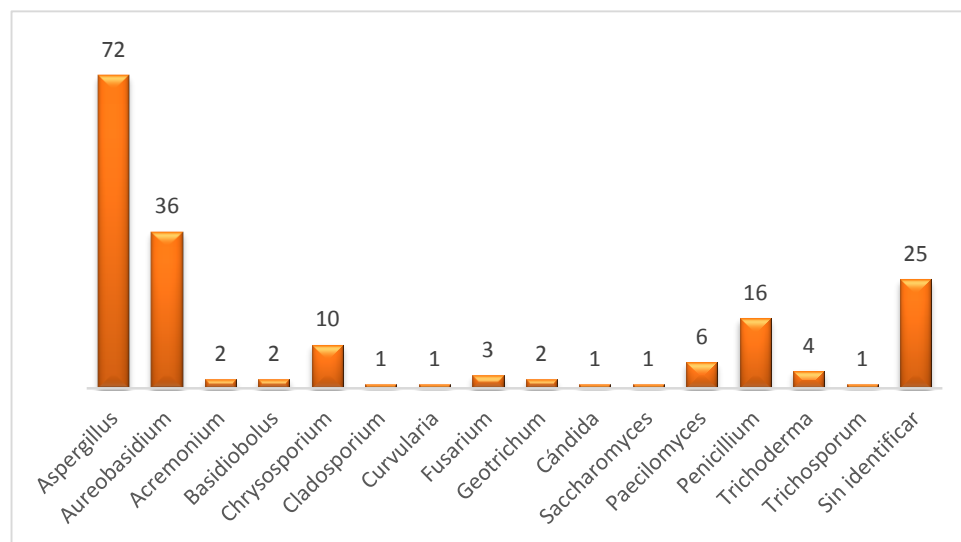
<p>Cocos gramnegativo</p>	<p>Colonia circular de 20 mm, filamentosa, elevación plana, borde redondeado, superficie lisa, textura mucoide, pigmentación crema</p>	<p>Cocos Gramnegativos</p>	 <p>Figura 20. Cocos gramnegativo 100X</p>
----------------------------------	--	----------------------------	--

Fuente: Autores

6.1.3. Caracterización microbiológica de hongos

Se reportaron 14 géneros fúngicos, distribuidos de la siguiente manera: zona ORIENTE con 10 géneros (24% del total de aislamientos); RÍO MAGDALENA con 9 géneros (22%); ZIN con 8 géneros (20%); ZIS y CENTRO con 5 géneros cada uno (12%) y USCO con 4 géneros (10%). Los anteriores aislamientos correspondieron a los géneros *Aspergillus spp.* (38% del total de morfotipos aislados), *Aureobasidium sp.* (19%) y levaduras (6%), los cuales se encontraron presentes en todas las zonas de muestreo; *Penicillium sp.* (8%) presente en 5 zonas de muestreo y *Chrysosporium sp.* (5%) con presencia en 4 zonas de muestreo.

Gráfico 5. Población muestreada de morfotipos fúngicos



Teniendo en cuenta la clasificación de Yadav y Madelin sobre la frecuencia de aparición de los microorganismos, se observó que los géneros fúngicos: *Aspergillus spp.* presentó frecuencia de aparición muy común en la zona Centro y frecuencia común en la zona Oriente; *Aureobasidium sp.* presentó frecuencia ocasional en

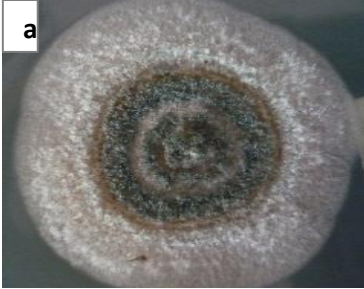

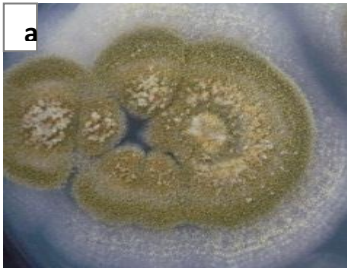
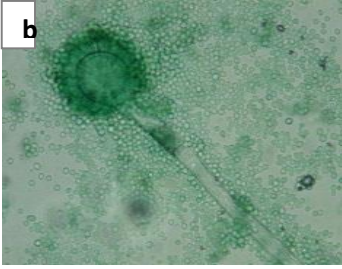
todas las zonas de muestreo, lo mismo que el género *Penicillium sp.* en el Río Magdalena y frecuencia rara en ZIN, ZIS, CENTRO, ORIENTE.

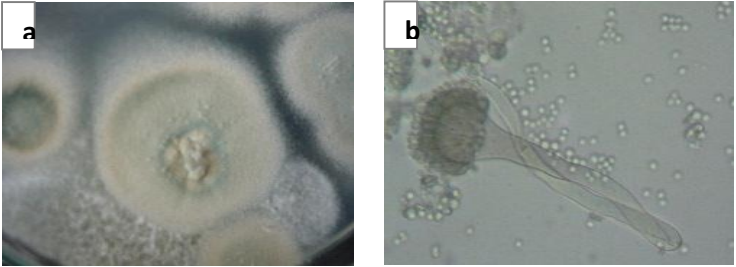
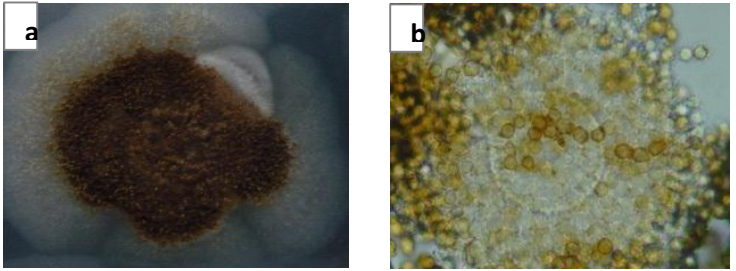
Tabla 5. Clasificación según Yadav y Madelin para microorganismos fúngicos

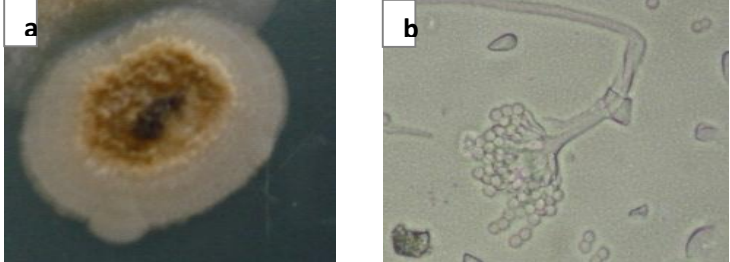
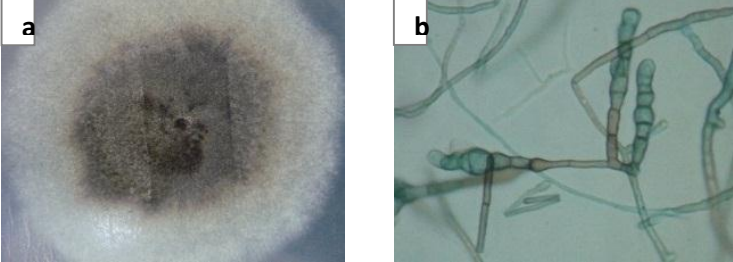
TIPO DE MICROORGANISMO	ZIN			USCO			ZIS			CENTRO			ORIENTE			R. MAGDALENA		
	N	%		N	%		N	%		N	%		N	%		N	%	
<i>Aspergillus</i>	10	50,0		9	45,0		12	60,0		20	100		13	65,0		8	40,0	
<i>Aureobasidium</i>	8	40,0		2	10,0		8	40,0		10	50,0		6	30,0		2	10,0	
<i>Acremonium</i>	1	5,0		0	-		0	-		0	-		0	-		1	5,0	
<i>Basidiobolus</i>	1	5,0		0	-		0	-		0	-		1	5,0		0	-	
<i>Chrysosporium</i>	3	15,0		0	-		1	5,0		0	-		2	10,0		4	20,0	
<i>Cladosporium</i>	0	-		0	-		0	-		0	-		1	5,0		0	-	
<i>Curvularia</i>	0	-		0	-		0	-		0	-		1	5,0		0	-	
<i>Fusarium</i>	0	-		1	5,0		0	-		0	-		1	5,0		1	5,0	
<i>Geotrichum</i>	1	5,0		0	-		0	-		0	-		0	-		1	5,0	
<i>Candida</i>	0	-		0	-		0	-		1	5,0		0	-		0	-	
<i>Saccharomyces</i>	0	-		0	-		0	-		0	-		1	5,0		0	-	
<i>Levadura</i>	2	10,0		1	5,0		3	15,0		1	5,0		2	10,0		2	10,0	
<i>Paecilomyces</i>	3	15,0		0	-		0	-		2	10,0		0	-		1	5,0	
<i>Penicillium</i>	2	10,0		0	-		3	15,0		3	15,0		2	10,0		6	30,0	
<i>Trichoderma</i>	0	-		1	5,0		0	-		0	-		2	10,0		1	5,0	
<i>Trichosporum</i>	0	-		0	-		1	5,0		0	-		0	-		0	-	
Sin identificar	4	20,0		3	15,0		1	5,0		5	25,0		5	25,0		4	20,0	
Total	35	-		17			29	-		42	-		37	-		31	-	

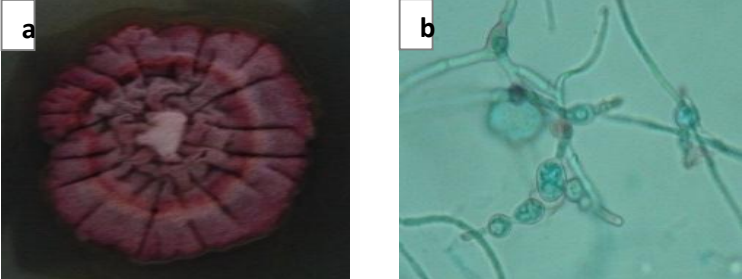
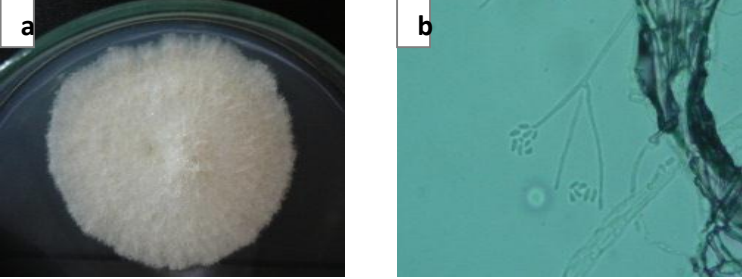
Los géneros fúngicos reportados se clasificaron mediante la presencia de estructuras típicas como hifas, conidias, conidióforos, métulas, fiálides. Respecto al género *Aspergillus*, las especies determinadas fueron *clavatus*, *flavus*, *fumigatus*, *niger* y *terricola*. Los géneros y especies menos frecuentes fueron: *Acremonium sp.*, *Basidiobolus ranarum*, *Cladosporium sp.*, *Curvularia sp.*, *Fusarium sp.*, *Geotrichum sp.*, *Trichoderma sp.*, *Trichosporum sp.*, *Paecilomyces sp.* y levaduras como *Cándida sp.* y *Saccharomyces sp.*


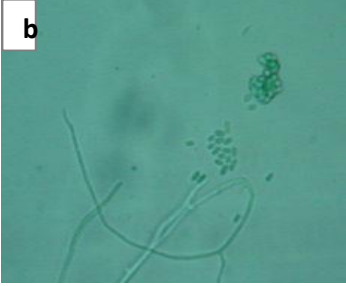
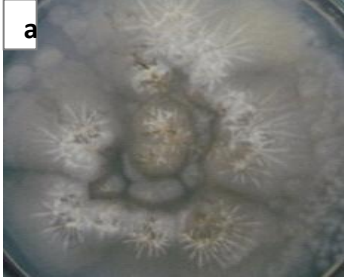
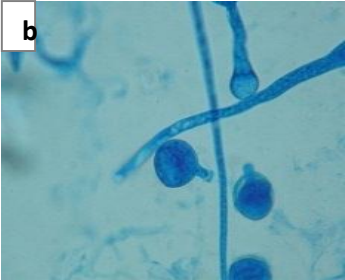
Cuadro 4. Descripción macroscópica y microscópica de microorganismos fúngicos

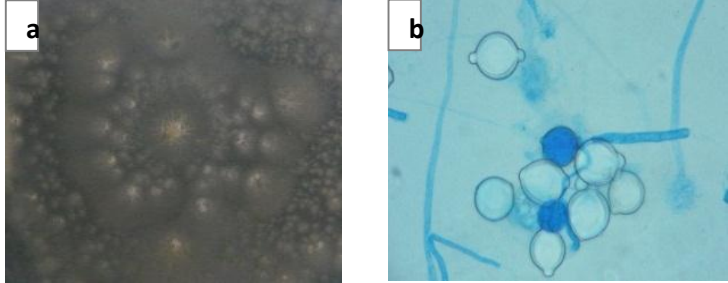
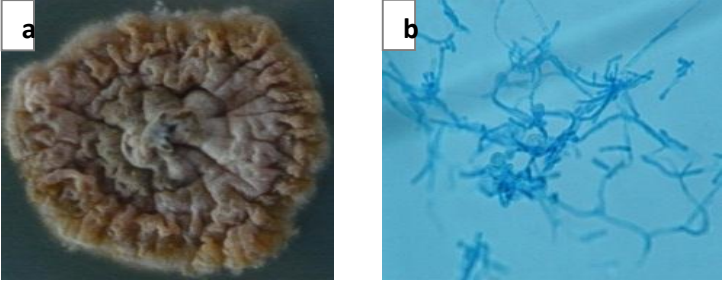
	Género y especie	Descripción macroscópica	Descripción microscópica	Imágenes
Aspergillus spp.	<p><i>A. clavatus</i></p>	<p>Colonia de 4,8 cm de diámetro, color al anverso blanco y centro verde, al reverso beige, plegada hacia el centro, textura pulverulenta</p>	<p>Vesícula en forma de clava o bate, las fiálides se forman en la vesícula. Las conidias son globosas, verdosas y lisas</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Figura 21. (a) <i>Aspergillus clavatus</i> en GGY. (b) <i>Aspergillus clavatus</i> en azul de Lactofenol 40X</p>
	<p><i>A. flavus</i></p>	<p>Colonia de 6 cm de diámetro, color al anverso verde, al reverso beige, círculos concéntricos, textura polvorienta</p>	<p>Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Figura 22. (a) <i>Aspergillus flavus</i> en GGY. (b) <i>Aspergillus flavus</i> en azul de Lactofenol 40X</p>


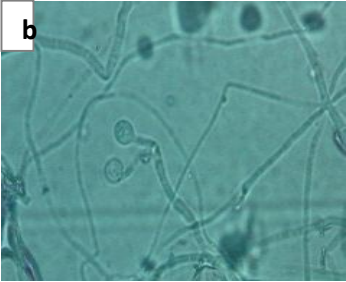
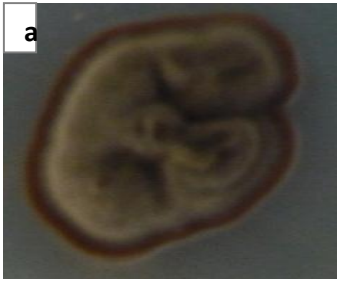
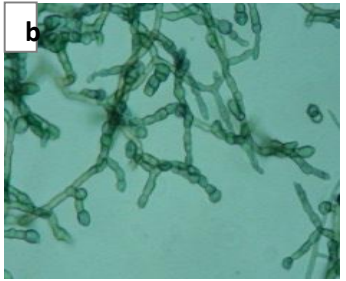
<p><i>A. fumigatus</i></p>	<p>Colonia de 2,7 cm de diámetro, color al anverso gris y borde verde, al reverso gris, pliegues, textura polvorienta</p>	<p>Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares</p>	 <p>Figura 23. (a) <i>Aspergillus fumigatus</i> en GGY. (b) <i>Aspergillus fumigatus</i> en KOH al 10% 40X</p>
<p><i>A. niger</i></p>	<p>Colonia de 4 cm de diámetro, color al anverso café, dematiácea, reverso beige, surcos, textura pulverulenta</p>	<p>Vesícula grande y globosa, de paredes gruesas y pigmentadas. Las métulas y fiálides cubren la vesícula, conidias pigmentadas, globosas y equinuladas</p>	 <p>Figura 24. (a) <i>Aspergillus niger</i> en GGY. (b) <i>Aspergillus niger</i> en KOH al 10% 100X</p>

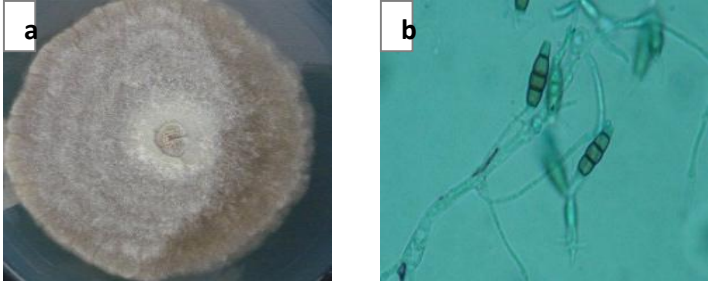
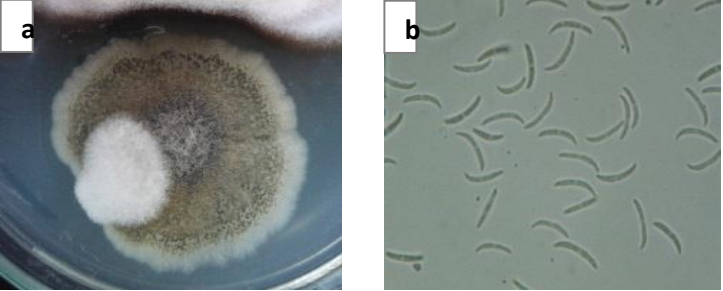
	<p><i>A. terricola</i></p>	<p>Colonia de 2,2 cm de diámetro, color al anverso amarillo, al reverso beige, textura pulverulenta</p>	<p>Vesícula subglobosa, métulas en forma de botellas, conidias globosas</p>	 <p>Figura 25. (a) <i>Aspergillus terricola</i> en GGY. (b) <i>Aspergillus terricola</i> en KOH al 10% 40X</p>
<p><i>Aureobasidium sp.</i></p>	<p>Colonia de 5 cm de diámetro, color al anverso ceniza, al reverso negro, textura polvorienta</p>	<p>Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa</p>	 <p>Figura 26. (a) <i>Aureobasidium sp.</i> en GGY. (b) <i>Aureobasidium sp.</i> en azul de Lactofenol 40X</p>	

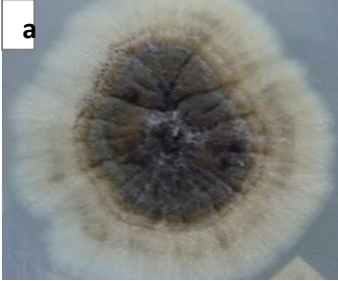
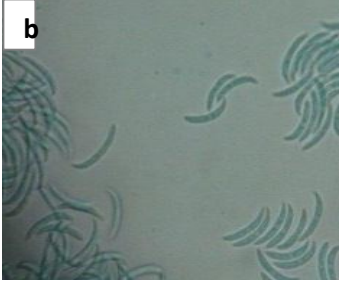

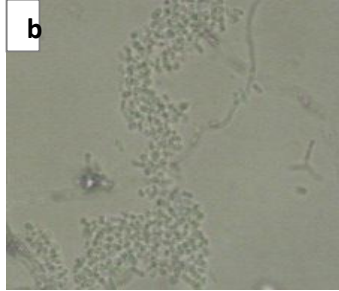
	<p>Colonia de 2,8 cm de diámetro, color al anverso y al reverso rojo, plegada hacia el centro, círculos concéntricos, textura aterciopelada</p>	<p>Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa</p>	 <p>Figura 27. (a) <i>Aureobasidium sp.</i> en GGY. (b) <i>Aureobasidium sp.</i> en azul de Lactofenol 40X</p>
<p><i>Acremonium sp.</i></p>	<p>Colonia de 4,5 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso crema, círculos concéntricos, textura algodonosa</p>	<p>Hifas hialinas y septadas, fiálides largas, delgadas y erectas; conidias hialinas, cilíndricas que se acumulan en el ápice de las fiálides</p>	 <p>Figura 28. (a) <i>Acremonium sp.</i> en GGY. (b) <i>Acremonium sp.</i> en azul de Lactofenol 40X</p>

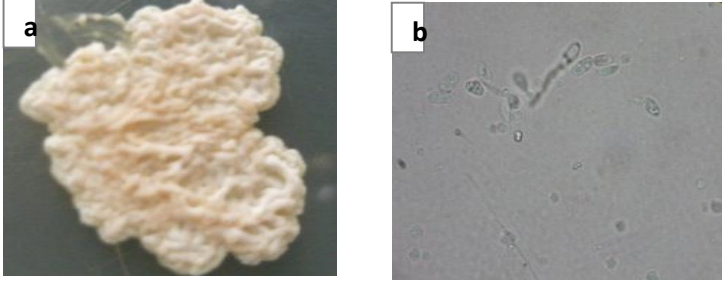
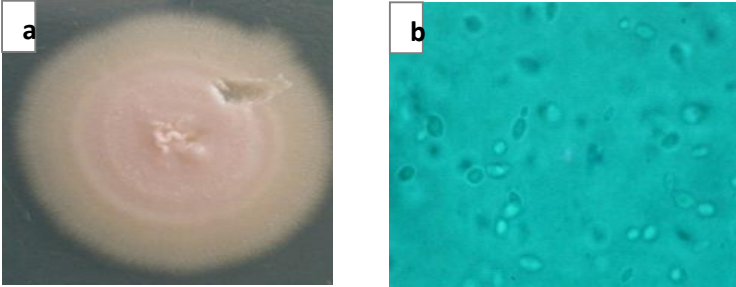
	<p>Colonia de 7,7 cm de diámetro, color al anverso amarillo verdoso, al reverso amarillo, textura pulverulenta</p>	<p>Hifas hialinas y septadas, fiálides largas, delgadas y erectas; conidias hialinas, cilíndricas que se acumulan en el ápice de las fiálides</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Figura 29. (a) <i>Acremonium</i> sp. en GGY. (b) <i>Acremonium</i> sp. en azul de Lactofenol 40X</p>
<p><i>Basidiobolus ranarum</i></p>	<p>Colonia de 8 cm de diámetro, color al anverso blanco, surcos, textura aterciopelada</p>	<p>Hifas fuertemente pigmentadas, con presencia de sacos de gran tamaño y otros traslúcidos</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Figura 30. (a) <i>Basidiobolus ranarum</i> en GGY. (b) <i>Basidiobolus ranarum</i> en azul de Lactofenol 40X</p>

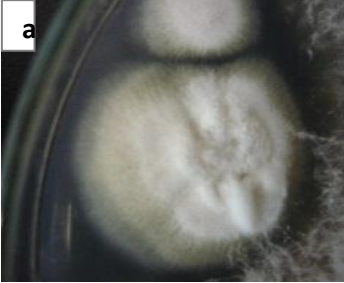
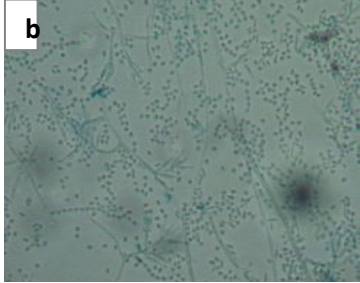
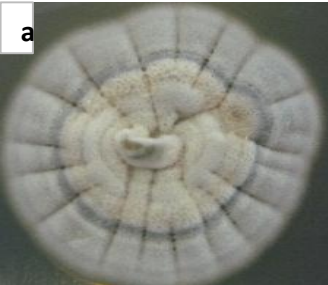

	<p>Colonia de 8 cm de diámetro, color al anverso blanco, surcos, textura aterciopelada</p>	<p>Hifas fuertemente pigmentadas, con presencia de sacos de gran tamaño y otros traslúcidos</p>	 <p>Figura 31. (a) <i>Basidiobolus ranarum</i> en GGY. (b) <i>Basidiobolus ranarum</i> en azul de Lactofenol 40X</p>
<p><i>Chrysosporium sp.</i></p>	<p>Colonia de 2,5 cm de diámetro, color al anverso naranja, al reverso café, plegada hacia el centro, textura aterciopelada</p>	<p>Hifa hialina y septada. Conidias hialinas, unicelulares, lisas, globosas, presentes a lo largo de la hifa,</p>	 <p>Figura 32. (a) <i>Chrysosporium sp.</i> en GGY. (b) <i>Chrysosporium sp.</i> en azul de Lactofenol 40X</p>

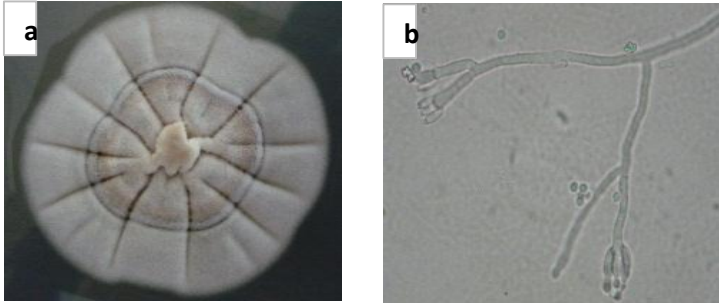
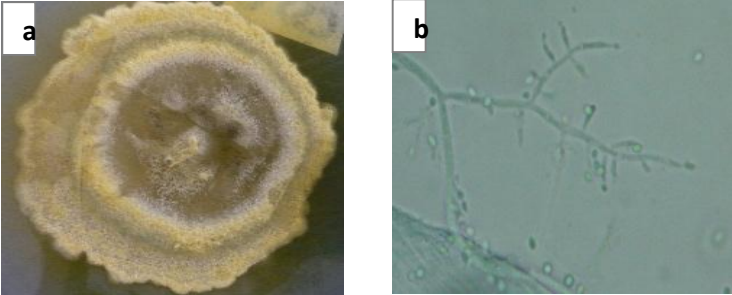
	<p>Colonia de 9 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso amarillo, textura algodonosa</p>	<p>Hifa hialina y septada. Conidias hialinas, unicelulares, lisas, globosas, presentes a lo largo de la hifa,</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Figura 33. (a) <i>Chrysosporium sp.</i> en GGY. (b) <i>Chrysosporium sp.</i> en azul de Lactofenol 40X</p>
<p><i>Cladosporium sp.</i></p>	<p>Colonia de 1,5 cm de diámetro, dematiácea, color al anverso café, al reverso negro, plegada, textura aterciopelada</p>	<p>Hifas septadas y pigmentadas, conidias lisas y pigmentadas</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Figura 34. (a) <i>Cladosporium sp.</i> en GGY. (b) <i>Cladosporium sp.</i> en azul de Lactofenol 40X</p>


<p><i>Curvularia sp.</i></p>	<p>Colonia de 6,6 cm de diámetro, color al anverso beige, al reverso amarillo, surcos, elevación al centro, textura algodonosa</p>	<p>Conidias curvas, terminales, pigmentadas y septadas</p>	 <p>Figura 35. (a) <i>Curvularia sp.</i> en GGY. (b) <i>Curvularia sp.</i> en azul de Lactofenol 40X</p>
<p><i>Fusarium sp.</i></p>	<p>Colonia de 4 cm de diámetro, color al anverso verde con borde blanco, al reverso gris, textura polvorienta</p>	<p>Macroconidias en forma de bananos con septos transversales e incurvadas en los extremos</p>	 <p>Figura 36. (a) <i>Fusarium sp.</i> en GGY. (b) <i>Fusarium sp.</i> en KOH al 10% 40X</p>

	<p>Colonia de 5 cm de diámetro, color al anverso negro, surcos, textura polvorienta</p>	<p>Macroconidias en forma de bananos con septos transversales e incurvadas en los extremos</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Figura 37. (a) <i>Fusarium sp.</i> en GGY. (b) <i>Fusarium sp.</i> en azul de Lactofenol 40X</p>
<p><i>Geotrichum sp.</i></p>	<p>Colonia de 4 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso beige, plegada hacia el centro, textura algodonosa</p>	<p>Micelio septado se fracciona en artroconidias unicelulares, hialinas</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Figura 38. (a) <i>Geotrichum sp.</i> en GGY. (b) <i>Geotrichum sp.</i> en KOH al 10% 40X</p>

Levadura	<i>Cándida sp.</i>	Colonia irregular, con pliegues, borde lobulado, color rosado, textura cremosa	Presencia de tubo germinal, de donde se desprenden las blastoconidias	 <p>Figura 39. (a) <i>Candida sp.</i> en GGY. (b) <i>Candida sp.</i> tubo germinal 40X</p>
	<i>Saccharomyces sp.</i>	Colonia redonda, círculos concéntricos, borde entero, superficie lisa, color rosada	Blastosporas y pseudomicelios	 <p>Figura 40. (a) <i>Saccharomyces sp.</i> en GGY. (b) <i>Saccharomyces sp.</i> en azul de Lactofenol 40X</p>

<p><i>Paecilomyces sp.</i></p>	<p>Colonia de 2,5 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso mostaza, textura polvorienta</p>	<p>Hifa central de donde se originan fiálides de base ancha y ápice delgado, conidios en cadenas</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Figura 41. (a) <i>Paecilomyces sp.</i> en GGY. (b) <i>Paecilomyces sp.</i> en azul de Lactofenol 40X</p>
<p><i>Penicillium sp.</i></p>	<p>Colonia de 3 cm de diámetro, color al anverso verde azulado, al reverso beige, surcos y plegada hacia el centro, pigmentos difusible, textura aterciopelada</p>	<p>Hifas hialinas con métulas ramificadas dando origen a fiálides con apariencia de tenedores. Conidios hialinos</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Figura 42. (a) <i>Penicillium sp.</i> en GGY. (b) <i>Penicillium sp.</i> en azul de Lactofenol 40X</p>

	<p>Colonia de 3,5 cm de diámetro, color al anverso gris verdoso, al reverso amarillo opaco, círculos concéntricos, textura algodonosa</p>	<p>Hifas hialinas con mótulas ramificadas dando origen a fiálides con apariencia de tenedores. Conidios hialinos</p>	 <p>Figura 43. (a) <i>Penicillium sp.</i> en GGY. (b) <i>Penicillium sp.</i> en KOH al 10% 40X</p>
<p><i>Trichoderma sp.</i></p>	<p>Colonia de 5 cm de diámetro, color al anverso y al reverso amarillo, círculos concéntricos, pigmentos difusibles</p>	<p>Hifas hialinas, delgadas y septadas, de las cuales se originan las fiálides erectas y en forma de botella; conidias esféricas y hialinas que se agrupan en el ápice de la fiálide</p>	 <p>Figura 44. (a) <i>Trichoderma sp.</i> en GGY. (b) <i>Trichoderma sp.</i> en azul de Lactofenol 40X</p>

<p><i>Trichosporum sp.</i></p>	<p>Colonia irregular, elevación plana, margen rizado, superficie lisa y brillante, textura cremosa, color rosado</p>	<p>Hifas abundantes y bien desarrolladas, las artroconidias se presentan de forma alargada</p>	 <p>Figura 45. <i>Trichosporum sp.</i> en azul de Lactofenol 40X</p>
---------------------------------------	--	--	--

Fuente: Autores

6.2. DISCUSIÓN

Al comparar los valores promedios de la concentración microbiana en el aire durante las épocas de muestreo, se observó mayor crecimiento bacteriano en la época de verano, debido a que en esta época se presentó una temperatura promedio de 31,16°C, acercándose a la temperatura óptima de crecimiento para bacterias la cual es de 37°C.

Aunque los hongos crecen mejor en condiciones ambientales donde la humedad es alta y la temperatura oscila cerca a los 28°C, hubo una mayor concentración de UFC reportada en la época de verano a pesar que la temperatura fue mayor en esta temporada y la humedad relativa fue tan sólo del 54.8% en comparación con la época de invierno donde este valor fue del 66.5%. Una posible causa de este resultado se debe a que en la época de invierno se presentaron fuertes lluvias ocasionando lavado del aire, lo cual hace que los microorganismos que se encuentran suspendidos en él se depositen sobre la superficie terrestre, dejando dispersos muy pocos o ninguno de ellos allí. Tal como lo explica Bovallius *et al.*, 1978, “Los hongos son típicamente más abundantes en verano que en el resto del año”

De la rosa *et al.*, 2002, referencia: “el tiempo que un microorganismo puede permanecer en el aire, depende de su forma, tamaño, su peso y de la presencia de corrientes aéreas con fuerza suficiente para elevarlos y sostenerlos”. Si bien no existe una norma internacional que indique cuando un ambiente está contaminado o no, algunas referencias sugieren que la concentración microbiana debe estar por debajo de 1000 UFC para que el ambiente sea considerado como no contaminado (Cassares, 2007).

Al comparar el método de sedimentación en placa con el bioimpactador M Air T, se observó que este último método fue mejor a la hora de recolectar las muestras microbiológicas, ya que hubo mayor crecimiento de UFC en los cassettes M Air T que en las cajas de Petri convencionales; una de las razones es que el bioimpactador produce un flujo de aire que es dirigido sobre la superficie del cassette a una velocidad fija, durante un tiempo determinado; en cambio por el método de sedimentación se debe esperar a que los microorganismos se depositen e inmovilicen sobre las cajas de Petri. Lo anterior corresponde a lo reportado por Reponen *et al.*, 2001: “En el caso de los hongos, para que algunas esporas sedimenten se requiere una humedad relativa alta que les permita absorber una gran cantidad de agua y que por su peso puedan caer sobre las superficies que se encuentran a su paso”, o “exista un nivel muy bajo de ventilación (se precisa que esporas menores o iguales a 5 μm requieren vientos menores de 25 m/s para que puedan sedimentar)” (Leventin, 2002).

Los datos obtenidos se analizaron con el programa IBM Statistic 20 para Anova de un factor, con un nivel de significancia del 5%=0.05. Teniendo en cuenta este nivel, se compararon los métodos de muestreo con la carga microbiana, indicando para el caso de bacterias un nivel de 0.085 y para hongos 0.265. En relación con la época de muestreo se determinó una significancia de 0.682 cuando se analizaron los recuentos de hongos; esto quiere decir, que no se rechaza la hipótesis nula ya que los valores son mayores a 0,05, lo que significa que no hay gran diferencia entre las variables de estudio. Mientras que la significancia para bacterias, teniendo en cuenta la época de muestreo es de 0.013, esto quiere decir que se rechaza la hipótesis nula ya que el valor es menor a 0.05, indicando que existen diferencias significativas entre los recuentos de bacterias en las dos épocas de muestreo.

En las zonas ZIN, USCO y ZIS, se reportó mayor crecimiento microbiano, debido a que en estos lugares se encuentran industrias que generan desechos (basuras y

material particulado), tránsito vehicular e intervención humana que emiten partículas de polvo y otros contaminantes, los cuales son el reservorio de microorganismos que luego son arrastrados por corrientes de aire; en cambio en las zonas Oriente y Río Magdalena, se presentó menor proliferación de microorganismos debido a condiciones de menor contaminación ambiental. En estos ambientes externos, se ha reportado una carga microbiana elevada debido a la contaminación ambiental y ciertos factores biológicos, sociales, climáticos y geográficos, como son el tipo de vegetación, las características topográficas, el grado de urbanización, las condiciones meteorológicas y la composición del suelo de cada ciudad; además es importante señalar la presencia de basuras, vegetación y animales en estado de descomposición; tales hallazgos fueron reportados en un estudio realizado en Cartagena (Colombia) por Villafañe *et al.*, 2009.

El aire es un medio ideal para la dispersión de microorganismos, causando enfermedades que afectan especialmente las vías respiratorias. Se han reportado altos índices de aparición de bacterias grampositivas, que se encuentran en la piel y las mucosas de los organismos (Zhu *et al.*, 2003) y suelen ser transportadas por las actividades comunes del hombre y por el polvo que se encuentra suspendido en el suelo; estos microorganismos son arrastrados por corrientes de aire, siendo las bacterias grampositivas más resistentes que las gramnegativas ya que su pared celular es más gruesa (Potts, 1994).

Como resultado de este estudio se encontraron bacilos grampositivos no esporulados y cocos grampositivos como el *Staphylococcus catalasa* y coagulasa positivo, *Staphylococcus catalasa* positivo y coagulasa negativo y *Streptococcus sp.*, los cuales pueden causar amigdalitis, faringitis, neumonía, abscesos inflamatorios, entre otros. También se reportó la presencia de bacilos grampositivos esporulados, los cuales provienen del suelo y descomposición de materia orgánica que a su vez son transportados por el aire. Estos microorganismos pueden

sobrevivir más tiempo, debido a que sus esporas son resistentes a condiciones ambientales extremas; no suelen ser considerados patógenos en los seres vivos.

Además se encontraron bacterias gramnegativas, las cuales pueden causar irritación de las mucosas del sistema respiratorio, ocasionando fiebre, escalofríos, malestar y dolor de cabeza. Como consecuencia de una exposición continua a este tipo de bacterias, puede producirse bronquitis y asma (Yang, 2003). Dentro de los resultados encontrados en esta investigación, se identificaron cocos y bacilos gramnegativos, tal como lo reportó Blanco, 2003, en su estudio de caracterización microbiológica del material particulado a partir del cual aisló e identificó bacterias de los géneros *Serratia*, *Klebsiella*, *Corynebacteria*, *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*.

A pesar de que tanto el *Staphylococcus spp.* y los bacilos gramnegativos, no son microorganismos típicos del aire debido a la falta de una fuente fija de energía y a las condiciones cambiantes del medio, en este estudio se aislaron relacionando su presencia con la posible contaminación del aire.

En relación con los hongos, se reportó un total de 14 géneros, siendo el género *Aspergillus spp.* el de mayor frecuencia de aparición y el de mayor especies reportadas: *A. clavatus*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger* y *A. terricola*. El aire transporta las esporas procedentes del suelo y estiércol diseminándose sobre el polvo; gracias al pequeño tamaño de sus conidias, éstas son aspiradas y pueden causar infección en el pulmón, en los senos paranasales y en muchos casos se asocia con broncopulmonias alérgicas, aspergilosis, queratitis y sinusitis alérgica.

De acuerdo con Esquivel *et al.*, 2003 y Villafañe *et al.*, 2009, en sus respectivos estudios de la aeromicota en ambientes exteriores, se reportó que el género

Aspergillus fue el de mayor frecuencia de aislamiento y el de mayor número de especies identificadas, las cuales correspondieron a *A. clavatus*, *A. fumigatus*, *A. glaucus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. sydowi*, *A. terreus* y *A. versicolor*.

Los géneros *Aureobasidium sp.* y *Penicillium sp.* están presentes en el aire de ambientes exteriores, debido a que sus esporas logran transportarse teniendo como ruta suelo-plantas-aire, donde pueden desarrollarse con humedad relativa baja. Se les relaciona con producción de toxinas dañinas al hombre y en alimentos e incluso infecciones invasoras en pacientes inmunocomprometidos (Pontón, 2002). Como lo indica Esquivel *et al.*, 2003 y Villafañe *et al.*, 2009, el género *Aureobasidium* y *Penicillium* son reportados con frecuencia de aparición rara, mientras que en la investigación realizada en el aire de la ciudad de Neiva, estos géneros se reportaron con frecuencia de aparición ocasional y rara.

El género *Cladosporium*, quizás, sea el taxón más citado en los calendarios aeromicológicos de todo el mundo. Prefiere sitios húmedos y con material orgánico, por lo que hojas caídas y pastizales son los lugares donde hay mayores concentraciones (Zubeldia *et al*, 2012). En la investigación realizada se encontraron pocas especies de este hongo, debido a que se presentó baja humedad en ambas épocas de muestreo. Actualmente, se le cita como productor de asma y esporosis e incluso algunas de sus especies actúan como oportunistas y son capaces de intervenir en ciertos procesos micóticos pulmonares, atacar la piel, producir cromoblastomicosis y lesiones neurotrópicas (Pontón, 2002).

No es común encontrar en el aire el género *Cándida sp.*, ya que no sobrevive durante mucho tiempo en superficies secas, aunque su supervivencia es mayor cuando hay humedad. Por tal motivo, sólo se reportó este género en la época de

invierno, aunque fue solamente en un sitio de muestreo, lo que la hace de frecuencia rara en la zona centro y no reportada en las demás zonas de muestreo.

Saccharomyces sp. es un hongo ambiental común y es un componente transitorio de las microbiotas digestiva y cutánea humanas. Se han descrito casos de fungemia y endocarditis en pacientes con neoplasias (leucemias), receptores de trasplantes o infectados por el VIH y casos de peritonitis en pacientes con diálisis ambulatoria crónica. (Pontón, 2002). Sólo se reportó este género en la zona Oriente durante la época de invierno, con frecuencia de aparición rara y no reportada en las demás zonas de muestreo. Sin embargo, los géneros *Candida sp.*, y *Saccharomyces sp.*, no son reportados en los estudios realizados por Esquivel *et al.*, 2003, Villafaña *et al.*, 2009 y Borrego *et al.*, 2008, 2010 y 2011.

En esta investigación, se reportaron algunos géneros productores de micotoxinas como *Fusarium* y *Curvularia*, los cuales pueden tener diversos efectos biológicos y/o patológicos, tanto en plantas como en cereales, causando infecciones en humanos y animales; son capaces de sobrevivir en el agua y en el suelo y suelen alimentarse de material en descomposición (Tangarife, 2011). En las investigaciones realizadas por Villafaña *et al.*, 2009 y Esquivel *et al.*, 2003 estos hongos fueron reportados con frecuencia de aparición rara y ocasional, mientras que en la presente investigación se reportaron con frecuencia de aparición rara.

7. CONCLUSIONES

La mayor carga microbiana presente en el aire de la ciudad de Neiva se encontró en las zonas industriales debido a la presencia de desechos y al flujo vehicular, principalmente; mientras que las zonas de Oriente y Río Magdalena, presentaron la menor carga microbiana debido a condiciones de baja contaminación ambiental.

La temperatura y la humedad relativa fueron factores ambientales determinantes para el crecimiento de los microorganismos en el aire, especialmente para las poblaciones bacterianas, reportándose mayor número de UFC tanto en la época de verano como en la de invierno.

El valor más alto de UFC se registró haciendo uso del bioimpactador, ya que este equipo succiona el aire y permite que los microorganismos sedimentan fácilmente, en comparación con el método de sedimentación en placa.

En las dos épocas del año y empleando los dos métodos de muestreo, los bacilos grampositivos no esporulados presentaron la mayor frecuencia de aparición respecto a otros microorganismos como *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus sp.* y bacilos esporulados.

En el muestreo realizado durante las dos épocas del año y empleando los dos métodos, se encontró que el género *Aspergillus spp.*, en todas las zonas de muestreo fue el de mayor frecuencia de aparición, ya que sus esporas son livianas y esto permite que sean fácilmente transportadas por el aire.

Aunque las bacterias gramnegativas no pertenecen a la microbiota autóctona del aire, se aislaron bacilos gramnegativos no fermentadores de lactosa, bacterias asociadas a diferentes patologías en los seres vivos.

De los 14 géneros fúngicos aislados, se identificaron *Aspergillus spp*, *Aureobasidium sp*, *Penicillium sp*, *Fusarium sp* y *Curvularia sp*, los cuales pueden causar problemas de salud en plantas, animales y en el ser humano

Enfermedades como neumonía, bronquitis, aspergilosis, asma, infecciones pulmonares pueden ser transmitidas por microorganismos identificados en esta investigación como bacilos gramnegativos, *Aspergillus spp.*, *Acremonium sp.*, *Paecilomyces sp.*, *Chrysosporium sp.*, *Cladosporium sp.*, entre otros; mientras que especies como *Staphylococcus spp.*, *Basidiobolus ranarum* y géneros fúngicos como *Trichoderma sp.*, *Trichosporum sp.*, *Aureobasidium sp.*, producen abscesos, forúnculos, queratitis e infecciones cutáneas, en el cabello y uñas.

Las variables método-bacterias, método-hongos y época-hongos presentaron homogeneidad entre sí, mientras, que la variable época- bacterias fue heterogénea ya que sus datos no son similares en las dos épocas de muestreo.

8. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios moleculares para la identificación de especies en los microorganismos aislados mediante técnicas de PCR convencional o en tiempo real.
- Utilizar pruebas bioquímicas más selectivas, rápidas y confiables para la identificación de los microorganismos estudiados en el aire, principalmente para las levaduras.
- Inocular los microorganismos periódicamente en cultivos axénicos con el fin de evitar que se contaminen y pierdan viabilidad
- Realizar los muestreos teniendo en cuenta variables como la altura a la cual se toma la muestra, el número de personas en las zonas de estudio, así como la frecuencia de los muestreos.
- Realizar prácticas pedagógicas con la comunidad para que conozcan la microbiota del aire y puedan diferenciar entre las características de inocuidad o patogenicidad de los microorganismos.
- Recomendar a las autoridades ambientales del departamento la evaluación periódica del aire de la ciudad de Neiva, con el fin de que se promueva la importancia del aire no contaminado.

BIBLIOGRAFÍA

ARANGO, Myrtha; ORDOÑEZ, Nelly; CASTAÑEDA, Elizabeth y RESTREPO, Ángela. Hongos contaminantes del laboratorio. Instituto Nacional de Salud. Bogotá, 1988.

BLANCO, Luis Camilo. Caracterización microbiológica del material particulado como factor de riesgo sobre la salud en la localidad de Puente Aranda. Bogotá D.C., 2003.

BORREGO, Sofía; PONS, Vanessa y PERDOMO, Ivette. La contaminación microbiana del aire en dos depósitos del Archivo Nacional de la República de Cuba. La Habana, 2008.

BORREGO, Sofía. Estudio de la concentración microbiana en el aire de depósitos del Archivo Nacional de Cuba. La Habana, 2009.

BORREGO, Sofía y GARCÍA, Michel. Comportamiento de la concentración microbiana aérea en la Fototeca del Archivo Nacional de Cuba. La Habana, 2010.

BORREGO, Sofía; PERDOMO, Ivette; DE LA PAZ, J.; Gómez, S., GUIAMET, P. Relevamiento microbiológico del aire y de materiales almacenados en el Archivo Histórico del Museo de La Plata, Argentina y en el Archivo Nacional de la República de Cuba. La Habana, 2011.

BOVALLIUS, A.; BUTCH, B.; ROFFEY, R., y ANAS, P. Three-year investigation of the natural airborne bacterial flora at four locations in Sweden. Applied and Environmental Microbiolgy. 1978. 847-852 p.

BROOKS, G.; JANET, B. y STEPHEN, M. Microbiología médica de Jawetz, Melnick y Adelberg. Manual moderno. 2005.

CARLILE, M. y WATKINSON, S. Gooday GW. The Fungi. 2nd.ed. Academic Press, San Diego, 2001. 70 p.

CASSARES, N. Calidad del aire interior en taller de preparación para desastres. Recuperación de los daños biológicos en colecciones afectadas por desastres. Instituto de Historia de Cuba. La Habana, 2007. 7-9 p.

DE LA ROSA, María del Carmen; ULLÁN, Carlos y MOSSO, María Ángeles. El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. Observatorio Medioambiental. Madrid, 2002.

------. Calidad microbiológica del aire de una zona limpia en una industria farmacéutica. Departamento de Microbiología I, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid. Madrid, 2000.

DÍAZ, Jennifer. Condiciones microambientales y de higiene en la biblioteca de la Facultad de ingeniería. Universidad Central de Venezuela. Caracas, 2009.

ESQUIVEL, Patricia; MANGIATERRA, Magdalena; GIUSIANO, Gustavo y SOSA, María. Microhongos anemófilos en ambientes abiertos de dos ciudades del nordeste Argentino. Buenos Aires, 2003.

FUNDACION BBVA. Libro de las enfermedades alérgicas. José Manuel Zubeldia, Carlos J. Senent, Ignacio Jáuregui t M.a Luisa Baeza. 2012.

GARCÍA, V. Introducción a la Microbiología. 2ª ed. 2006.

HAMBURGER, M.; GREEN, M. y HAMBURGER, V. The problem of the "dangerous carrier" of hemolytic streptococci». *Journal of Infectious Diseases*, 1945. 77, 68 p.

HODGES, R. y MAC LEOD, C. Epidemic pneumococcal pneumoniae. The influence of population characteristics and environment. *American Journal of Hygiene*, 1946. 44, 193 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas colombianas para la presentación de trabajos de investigación. Sexta edición. Santafé de Bogotá D.C.: ICONTEC, 2008, 37p. NTC 1486.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Protocolo para la vigilancia y seguimiento del módulo aire del sistema de información ambiental. Bogotá, 2005.

KENDRICK B. The Fifth Kingdom. 3º ed. Focus Publishing, Newburyport, 2000. 112 p.

KONEMAN, E.; STEPHEN, A.; DOWELL, V.; JANDA, W.; SOMMERS, H. y WINN. Diagnóstico microbiológico. Texto y Atlas a color. 1997.

LAVIN, Paola; DIULIO, María; GÓMEZ, Sandra y GUIAMET, Patricia. Calidad del ambiente en archivos y biodeterioro de soportes documentales. Buenos Aires, 2012.

LEVENTIN, E. Bioaerosols in agricultural and outdoor setting In Bitton, G. Encyclopedia of Environmental Microbiology John Wiley and Sons. 2002.

MIQUEL, P. y CAMBERT, R. *Traité de bacteriologie pure et appliqueé*. Ed. Masson et Cia, Paris. 1901.

MONTOYA, Hugo Humberto. Microbiología básica para el área de la salud y afines. 2a edición. Universidad de Antioquia, 2008. 67-68 p.

PÉREZ, Fabio; OLAYA, David; SARMIENTO, Hugo y PACHON, Jorge. Caracterización cualitativa-cuantitativa de bioaerosoles relacionados con factores meteorológicos y material particulado en Puente Aranda, Bogotá D. 2006.

PONTÓN, J., MORAGUES, J., GENÉ, J., GUARRO, J. y QUINDÓS, G. Hongos y actinomicetos alergénicos. Bilbao: Revista Iberoamericano de Micología. 2002.

POTTS, M. Desiccation tolerance of prokaryotes. Microbiological Reviews. 1994. 755-805 p.

REPONEN, T.; GRINSHPUN, S.; CONWELL, K., Wiest, J. y ANDERSON, M. Aerodynamic versus physical size of spores: measurement and implication for respiratory deposition. Grana. 2001. 119-125 p.

RINCÓN, M. Guía para el curso teórico práctico de micología para estudiantes de la carrera de bacteriología y laboratorio clínico. Universidad Industrial de Santander, Departamento de Ciencias microbiológicas. Bucaramanga, 1987.

ROJAS, Alberto. Conceptos y práctica de Microbiología general. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. 2011.

ROJAS, A. Guía práctica de morfología y tinciones simples. Universidad de Pamplona, Facultad de Ciencias Naturales y Tecnológicas. Pamplona. 2003. 5 p.

SÁNCHEZ, Marta; DÍAZ, Emiliano; COBAS, Guillermo; AMILS, Ricardo y SÁNCHEZ, Benigno. Caracterización de microorganismos en aire interior de la Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, 2005.

TANGARIFE, Verónica. Micro Médica. *Curvularia* spp. Universidad de Antioquia. 2011.

TOLOZA, Deisy y LIZARAZO, Luz Marina. La Aeromicrobiología del Archivo Central de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Tunja-Boyacá). Tunja, 2011.

VILLAFANE, Lucy; CASTRO, Raimundo; CASTILLO, Doris y PINILLA, Mavianis. Determinación de la carga fúngica anemófila en seis sectores de la ciudad de Cartagena de Indias. Cartagena, 2009.

VILLALPANDA, Matilde; CASTRO, Miguel; BORREGO, Sofía; COBO, Hilda; VALDÉS, Oderlaise y MOLINA, Alain. Comportamiento de la aerobiota cercana a fuentes emisoras de campo magnético en locales interiores. La Habana, 2012.

YANG, C. Endotoxins. Aerotech P & K (Aerotech Laboratorios, Inc. and P & K Microbiology Services, Inc.) 2004.

YANG, C., y JOHANNING, E. Airborne fungi and mycotoxins. Manual of environmental microbiology. Washington. 1997.

ZHU, H.; PHELAN, P.; DUAN, T.; RAUPP, G., y CHE, F. Experimental study of indoor and outdoor airborne bacterial concentrations in Tempe. Arizona, USA. 2003. 19:201-211.

ANEXOS

Anexo A. Medios de cultivos

Agar Trypticasa Soya (ATS)

Es un medio de cultivo recomendado para la recuperación y aislamiento de toda clase de bacterias, grampositivas y gramnegativas aerobias.

El agar Trypticasa de soya garantiza el crecimiento de todos los microorganismos de importancia microbiológica tanto grampositivos como gramnegativos, hongos y levaduras, este medio tiene múltiples usos puede ser utilizado para el monitoreo microbiológico de áreas y superficies, para el mantenimiento de cepas ATCC y para el análisis de aguas y alimentos.

Composición

Enzimas pancreáticas 5.0 g.
Caseína digerida con papaína 5.0 g.
Cloruro de Na 5.0 g
Agar 15.0 g
pH final (7.3 +/- 0.2).

Agar Gentamicina-Glucosa-Extracto De Levadura (GGY)

Agar selectivo para la identificación y recuento de levaduras y otros hongos.

Composición:

Extracto de levadura 5,0
D (+)-Glucosa 10,0
Agar 15,0
PH final 6,5 + / - 0,2 a 37 ° C

Preparación: Disolver 30 g en 900 ml de agua destilada. Autoclave a 121 ° C durante 15 minutos y se enfría a aprox. 50 ° C. entonces añadir 100 ml de 0,1% de oxitetraciclina filtrada estéril (solución hecha de Fluka 75965). Ó en lugar de oxitetraciclina también 0,05 g de gentamicina / litro (1 ml de gentamicina solución Fluka 48755 por litro) puede ser añadido.

Principio e Interpretación: Extracto de levadura proporciona compuestos nitrogenados, complejos de vitamina B, aminoácidos esenciales y otras nutrientes

de crecimiento. D (+)-glucosa es la fuente de energía de carbono. El medio tiene un pH bajo para suprimir el crecimiento de bacterias y mejorar el crecimiento de levaduras y otros hongos.

Anexo B. Técnicas de Tinción

Tinción de Gram

- Se hace un frotis delgado del material a estudiar y se deja secar al aire.
- Se fija el material en el portaobjeto pasándolo 3 o 4 veces a través de la llama de un mechero Bunsen de modo que el material no sea lavado durante el procedimiento de tinción.
- Se coloca un frotis sobre un soporte para tinción y se cubre la superficie con solución de cristal violeta.
- Después de 1 minuto de exposición al cristal violeta se lava totalmente con agua destilada o buffer.
- Se cubre el frotis con solución de yodo de Gram durante 1 minuto. Se lava nuevamente con agua.
- Se cubre la superficie con unas gotas de decolorante de alcohol y acetona hasta que no se desprenda más color violeta. Habitualmente esto tarda entre 10 o menos segundos.
- Se lava con agua y se cubre la superficie con contratinción de safranina durante un minuto. Se lava con agua.
- Se examina el frotis teñido con aceite de inmersión con el objetivo 100X en el microscopio.

Azul de Lactofenol

Es el colorante empleado de rutina en el montaje de preparaciones en micología.

- Se coloca una gota de azul de Lactofenol sobre una lámina.
- Corta un pedazo de cinta pegante transparente y fijarlo a una aguja de disección.
- Colocar la cinta sobre la superficie de la colonia del moho, haciendo presión.
- Colocar la cinta sobre la lámina, cubrir con la laminilla, observa al microscopio.

Anexo C. Tablas Varianza de ANOVA de un Factor

Tabla 6. Anova de un factor. Variables: Bacterias y Zonas de muestreo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	97924,500	5	19584,900	,760	,590
Intra-grupos	463992,000	18	25777,333		
Total	561916,500	23			

Tabla 7. Anova de un factor. Variables: Bacterias y época de muestreo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	72380,167	1	72380,167	3,253	,085
Intra-grupos	489536,333	22	22251,652		
Total	561916,500	23			

Tabla 8. Anova de un factor. Variables: bacterias y métodos de muestreo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	140760,167	1	140760,167	7,353	,013
Intra-grupos	421156,333	22	19143,470		
Total	561916,500	23			

Tabla 9. Anova de un factor. Variables: hongos y zonas de muestreo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	53145,500	5	10629,100	2,282	,090
Intra-grupos	83856,500	18	4658,694		
Total	137002,000	23			

Tabla 10. Anova de un factor. Variables: hongos y épocas de muestreo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	7704,167	1	7704,167	1,311	,265
Intra-grupos	129297,833	22	5877,174		
Total	137002,000	23			

Tabla 11. Anova de un factor. Variables: hongos y métodos de muestreo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1066,667	1	1066,667	,173	,682
Intra-grupos	135935,333	22	6178,879		
Total	137002,000	23			

Anexo D. Descripciones macroscópicas y microscópicas de morfotipos aislados según por métodos y épocas de muestreo

Cuadro 5. Descripción bacteriana y levaduriformes por el método de sedimentación en placa en la época de verano.

ZONA	Nº COL	DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	PRUEBAS BIOQUÍMICAS E IDENTIFICACIÓN
ZONA INDUSTRIAL NORTE	1	Colonia irregular de 5 mm, elevación papilada, margen lobulado textura mucoide, pigmentación naranja	Bacilos Grampositivos, largos y delgados, dispuestos en cadenas.	Sin identificar
	2	Colonia irregular, elevación plana, borde ondulado, superficie lisa, colonia alargada, textura mucoide, pigmentación crema	Bacilos Gram positivo, cortos en disposición de parejas y cadenas	Sin identificar
	3	Colonia irregular de 5 mm, elevación papilada, margen filamentosos, plegada, superficie rugosa, pigmentación blanca	Cocos Grampositivos, dispuestos en cadenas	Catalasa negativo. <i>Streptococcus sp.</i>
	4	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa, textura cremosa, pigmentación crema	Bacilos Gramnegativos, cortos y gruesos	No fermentador de lactosa, oxidasa positiva, TSI negativo, manitol negativo.
	5	Colonia puntiforme de 2 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa, textura cremosa, pigmentación amarilla	Bacilos Grampositivos, esporulados	Sin identificar
	6	Colonia irregular de 3 mm, elevación umbilicada, borde ondulado, superficie lisa, textura cremosa	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimos.	Catalasa positivo, coagulasa negativo. <i>Staphylococcus spp.</i>
	7	Colonia circular de 4 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa, textura cremosa, pigmentación amarillo	Bacilos Grampositivos, gruesos y cortos, dispuestos en parejas	Sin identificar
	9	Colonia puntiforme de 1 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa y brillante, pigmentación naranja	Cocos Grampositivos dispuestos en cadena.	Catalasa negativo. <i>Streptococcus sp.</i>

USCO	10	Colonia irregular de 15 mm, elevación umbilicada, borde ondulado, superficie membranosa, textura mucoide	Cocos Grampositivos,	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
	11	Colonia irregular de 8 mm, filamentosas, plegada, elevación plana, borde lobulado, pigmentación blanca	Bacilos Grampositivos, esporulados	Sin identificar
ZONA INDUSTRIAL SUR	12	Colonia circular 7 mm, anillos concéntricos, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa, textura mucoide, pigmentación café claro	Bacilos Grampositivos, dispuestos por todo el campo, estructuras en forma de hilos	Sin identificar
	13	Colonia circular de 5 mm, anillos concéntricos, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa, textura mucoide, pigmentación amarillo oscuro	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	14	Colonia circular de 4 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa y brillante, textura mucoide, pigmentación naranja clara	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	15	Colonia circular de 4 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa y brillante, textura mucoide, pigmentación naranja y crema oscuro	Bacilos Grampositivos,	Sin identificar
	16	Colonia circular de 4 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación amarillo	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimos	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
	17	Colonia irregular de 4 mm, elevación umbilicada, borde ondulado, superficie rugosa, textura mucoide, pigmentación mostaza	Bacilos Grampositivos, gruesos y cortos	Sin identificar

18	Colonia circular de 20 mm, filamentosa, elevación plana, borde redondeado, superficie lisa, textura mucoide, pigmentación crema	Cocos Gramnegativos, Bacilos Grampositivos, largos y gruesos dispuestos en cadena	Sin identificar
19	Colonia circular de 4 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación blanca.	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimos	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
20	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa, textura cremosa, pigmentación amarillo oscuro	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
21	Colonia circular de 5 mm, elevación umbilicada, borde ondulado, superficie membranosa, textura cremosa, pigmentación café	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
22	Colonia filamentosa de 8 mm, plegada al centro, superficie plana, borde filamentoso, superficie membranosa, textura mucoide, pigmentación blanca	Bacilos Grampositivos, esporulados	Sin identificar
23	Colonia irregular de 5 mm, elevación umbilicada, borde lobulado, superficie rugosa, plegada, textura seca, pigmentación café	Bacilos Grampositivos, delgados y largos; dispuestos en cadena y solos	Sin identificar
24	Colonia circular de 4 mm, elevación plana, borde redondeado, superficie lisa, textura mucoide, pigmentación blanca	Levaduras	Sin identificar
25	Colonia circular de 6 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación blanca	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimos	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
26	Colonia irregular de 4 mm, elevación plana, borde ondulado, superficie rugosa, translúcida con estrías, textura mucoide	Bacilos Gram positivo, cortos y delgados y Bacilos Grampositivos, largos y gruesos dispuestos en cadena	Sin identificar

	27	Colonia redonda de 5 mm, elevación plana, borde redondeado, superficie lisa, textura mucoide, pigmentación rosada.	Bacilos Gramnegativos, largos y delgados	Sin identificar
	28	Colonia irregular de 12 mm, plegada, borde lobulado, superficie rugosa, textura seca, pigmentación naranja	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	29	Colonia irregular de 20 mm, elevación plana, borde filamentosos, superficie membranosa, textura seca, pigmentación blanca	Cocos Grampositivos, dispuestos en cadena	Catalasa negativo. <i>Streptococcus sp.</i>
	30	Colonia irregular de 5 mm, elevación plana, borde ondulado, superficie membranosa, textura mucoide, pigmentación blanca y naranja	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
	31	Colonia circular de 4 mm, elevación plana, borde redondeado, superficie lisa, textura mucoide, pigmentación rosa claro	Bacilos Grampositivos, largos y delgados	Sin identificar
	32	Colonia irregular de 3 mm, elevación papilada, borde ondulado, superficie membranosa, textura mucoide, pigmentación mostaza	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimos	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
CENTRO	33	Colonia redonda de 5 mm, elevación umbilicada, borde redondeado, textura mucoide, pigmentación naranja con centro rosa	Cocos Grampositivos, algunos dispuestos en cadenas	Catalasa negativo. <i>Streptococcus sp.</i>
	34	Colonia puntiforme de 2 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación roja	Bacilos Gramnegativos, cortos y gruesos	No fermentador de lactosa, TSI negativo, manitol negativo, oxidasa positivo.
	35	Colonia circular de 5 mm, elevación plana, borde redondeado, superficie lisa, textura mucoide, pigmentación crema	Bacilos Grampositivos, esporulados	Sin identificar

	36	Colonia circular de 4 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa, textura mucoide, pigmentación rosada con centro naranja	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	37	Colonia circular de 16 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa, textura cremosa, anillos concéntricos, pigmentación rosada	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos en pareja y solos	Sin identificar
	38	Colonia Circular de 16 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa, textura cremosa, anillos concéntricos, pigmentación café	Bacilos Gramnegativos, largos y delgados dispuestos en parejas y amontonados	TSI negativo. Sin identificar
	39	Colonia irregular de 3 mm, plegada, borde lobulado, superficie rugosa, textura mucoide, pigmentación blanca	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
	40	Colonia filamentosa de 16 mm, elevación plana, plegada, borde lobulado, superficie rugosa, textura mucoide, pigmentación blanca	Bacilos Gram positivo, esporulados dispuestos en cadena	Sin identificar
	41	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde redondeado, textura mucoide, pigmentación blanca y naranja	Cocos Gram positivo, dispuestos en racimos	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
	42	Colonia circular de 4 mm, elevación convexa, borde redondeado, textura mucoide, pigmentación curuba	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo	Catalasa positivo, coagulasa negativo. <i>Staphylococcus spp.</i>
	43	Colonia circular de 6 mm, borde redondeado, superficie membranosa, textura cremosa, pigmentación amarillo y café	Bacilos Gramnegativos delgados, largos, dispuestos en pareja y en cadena y bacilos Gram positivo cortos y grueso	TSI negativo. Sin identificar
ORIENTE	44	Colonia filamentosa de 6 mm, elevación plana, borde ondulada, superficie membranosa, textura mucoide, pigmentación mostaza	Bacilos Grampositivos, largos y delgados, presencia de hilos	Sin identificar

	45	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa y brillante, textura mucoide, pigmentación blanca	Bacilos Grampositivos, cortos y grueso	Sin identificar
	46	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación rosada	Bacilos Gram positivo, gruesos y cortos, algunos dispuestos en parejas	Sin identificar
RÍO MAGDALENA	47	Colonia filamentosa de 8 mm, plegada, elevación plana, borde filamentoso, superficie rugosa, textura seca, pigmentación rosada	Bacilos Grampositivos, esporulados	Sin identificar
	48	Colonia circular de 5 mm, elevación convexa, borde redondeado, textura cremosa, superficie lisa, pigmentación naranja	Cocos Grampositivos, dispuestos en cadena	Catalasa negativo. <i>Streptococcus sp.</i>
	49	Colonia circular de 4 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa, textura mucoide, pigmentación rosada	Bacilos Gram positivo, largos, delgados	Sin identificar
	50	Colonia Circular de 3 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa y brillante, textura mucoide, pigmentación blanco	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
	51	Colonia irregular de 20 mm, elevación plana, borde ondulado, superficie lisa, textura mucoide, pigmentación crema	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar

Cuadro 6. Descripción bacteriana y levaduriformes por el método de bioimpactador en la época de verano

ZONA	Nº COL	DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	PRUEBAS BIOQUÍMICAS E IDENTIFICACIÓN
ZONA INDUSTRIAL NORTE	1	Colonia filamentososa de 4 mm, elevación papilada, borde rizado, superficie rugosa, textura mucoide, pigmentación blanca	Bacilos Grampositivos, esporulados	Sin identificar
	2	Colonia irregular de 5 mm, elevación plana, borde ondulado, superficie rugosa, textura cremosa, pigmentación beige	Bacilos Grampositivos, esporulados	Sin identificar
	3	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa, textura cremosa, pigmentación amarillo y naranja	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	4	Colonia circular de 3 mm, elevación plana, borde redondeado, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación crema	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
	5	Colonia puntiforme de 1 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación amarillo claro	Cocos Grampositivos, dispuestos en cadena	Catalasa negativo. <i>Streptococcus sp.</i>
	6	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa, opaca, pigmentación amarillo y naranja	Bacilos Grampositivos, cortos y grueso	Sin identificar
	7	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa opaca, pigmentación naranja	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	8	Colonia irregular de 3 mm, elevación convexa, borde ondulado, superficie lisa brillante, textura cremosa, pigmentación rosada	Bacilos Gramnegativos, cortos y gruesos	TSI negativo. Sin identificar
	9	Colonia circular de 3 mm, elevación plana, borde ondulado, superficie rugosa, pigmentación amarillo claro	Bacilos Grampositivos, cortos y delgados	Sin identificar

	10	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa opaca, textura cremosa, pigmentación rosado	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	11	Colonia filamentosa de 4 mm, elevación umbilicada, borde lobulado, superficie rugosa, textura mucoide, pigmentación rosado claro	Bacilos Grampositivos, esporulados	Sin identificar
	12	Colonia filamentosa de 5 mm, elevación plana, borde ondulado, superficie membranosa, textura cremosa, pigmentación amarillo	Bacilos Grampositivos, largos y delgados, dispuestos en cadena con hilos largos y delgados	Sin identificar
	13	Colonia filamentosa de 5 mm, elevación acuminada, borde rizado, superficie rugosa opaca, textura mucoide, pigmentación blanco	Bacilos Grampositivos, esporulados	Sin identificar
USCO	14	Colonia irregular de 4 mm, elevación convexa, borde ondulado, superficie lisa brillante, textura cremosa, pigmentación amarilla	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	15	Colonia circular de 5 mm, elevación plana, borde ondulado, superficie membranosa, textura mucoide, pigmentación rosado claro	Bacilos Grampositivos, cortos y delgados	Sin identificar
	16	Colonia filamentosa de 5 mm, elevación papilada, borde filamentoso, superficie rugosa, textura seca, pigmentación café y amarillo	Bacilos Grampositivos, cortos y delgados	Sin identificar
	17	Colonia circular de 3 mm, elevación plana, borde redondeado, superficie lisa opaca, concéntrica, textura cremosa, pigmentación centro crema y borde café claro	Bacilos Grampositivos, cortos y delgados, dispuestos en pareja y algunos solitarios	Sin identificar
	18	Colonia puntiforme de 2 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación amarillo	Bacilos Grampositivos, cortos y delgados en cadena	Sin identificar

	19	Colonia rizoide de 2 mm, elevación plana, borde filamentoso, superficie rugosa, opaca, textura cremosa, pigmentación blanca	Bacilos Grampositivos, cortos y delgados, dispuestos en paralelo	Sin identificar
	20	Colonia circular de 6 mm, elevación papilada, borde redondeado, superficie lisa brillante, textura cremosa, pigmentación café y amarillo	Bacilos Grampositivos, cortos y delgados y Bacilos Grampositivos, largos y delgados en forma de hilo.	Sin identificar
	21	Colonia circular de 4 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa brillante, textura cremosa, pigmentación naranja claro	Micrococos Grampositivos	Sin identificar
	22	Colonia circular de 3 mm, elevación umbilicada, borde redondeado, superficie lisa brillante, textura cremosa, pigmentación blanco	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
	23	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa brillante, textura cremosa, pigmentación amarillo	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
	24	Colonia rizoide de 2 mm, elevación plana, borde filamentoso, superficie rugosa, opaca, textura cremosa, pigmentación rosado claro	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo	Catalasa positivo, coagulasa negativo. <i>Staphylococcus spp.</i>
	25	Colonia circular de 2 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie membranosa, brillante, círculos concéntricos, pigmentación amarillo y café	Bacilos Grampositivos, cortos y delgados y Bacilos Grampositivos, largos y delgados en forma de hilo.	Sin identificar
	26	Colonia filamentososa de 10 mm, elevación papilada, borde filamentososo, superficie rugosa, opaca, pigmentación blanca	Bacilos Grampositivos, esporulados	Sin identificar
ZONA INDUSTRIA I SUR	27	Colonia filamentososa de 4 mm, centro con un punto color crema y borde lechoso, borde filamentososo, superficie membranosa, textura mucoide	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos, dispuestos en cadena.	Sin identificar

	28	Colonia filamentosa de 3 mm, superficie membranosa, borde rizado, centro elevado borde crema, textura mucoide	Bacilos Grampositivos, largos y delgados y estructuras en forma de hilo	Sin identificar
	29	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa, círculos concéntricos, textura cremosa	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo.	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
	30	Colonia filamentosa, borde filamentoso, superficie membranosa, textura mucoide, color amarillo-naranja	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos, dispuestos en cadena	Sin identificar
	31	Colonia circular, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa brillante, textura cremosa, pigmentación naranja	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	32	Colonia circular, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa brillante, textura cremosa, pigmentación blanca y gris	Cocos Grampositivos, dispuestos en pareja	Catalasa negativo. <i>Streptococcus sp.</i>
CENTRO	33	Colonia puntiforme de 2 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa brillante, textura cremosa, pigmentación rosa claro	Bacilos Grampositivos, dispuestos en cadena	Sin identificar
	34	Colonia filamentosa de 5 mm, elevación acuminada, borde filamentoso, superficie membranosa, textura mucoide, pigmentación centro oscuro borde blanco	Bacilos Grampositivos, esporulados,	Sin identificar
	35	Colonia rizoide de 3 mm, elevación papilada, borde lobulado, superficie rugosa, textura pétrea, pigmentación amarillo y naranja	Cocos Grampositivos.	Catalasa positivo, coagulasa negativo. <i>Staphylococcus spp.</i>
ORIENTE	36	Colonia irregular de 3 mm, elevación convexa, borde ondulado, superficie lisa brillante, textura cremosa, pigmentación amarillo y naranja	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	37	Colonia irregular de 4 mm, elevación umbilicada, borde lobulado, superficie rugosa, textura mucoide, pigmentación crema	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar

	38	Colonia irregular de 20 mm, elevación plana, borde lobulado, superficie rugosa, textura mucoide, pigmentación crema	Bacilos Grampositivos, largos y delgados, dispuestos en pareja y Bacilos Grampositivos, en forma de hilos	Sin identificar
	39	Colonia puntiforme de 2 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa brillante, pigmentación amarillo claro	Bacilos Grampositivos, cortos y delgados	Sin identificar
	40	Colonia circular, elevación plana, borde filamentosos, círculos concéntricos, pigmentación crema	Bacilos Grampositivos, esporulados	Sin identificar
	41	Colonia irregular de 3 mm, elevación umbilicada, plegada, borde lobulado, superficie rugosa, textura mucoide, pigmentación amarillo	Bacilos Gramnegativos, cortos y gruesos, algunos en pareja	TSI negativo. Sin identificar
	42	Colonia circular de 4 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa brillante con capas, textura cremosa, pigmentación amarillo	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
RÍO MAGDALENA	43	Colonia circular de 6 mm, elevación plana, borde redondeado, superficie lisa brillante, círculos concéntricos, textura mucoide, pigmentación naranja	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	44	Colonia circular de 3 mm, elevación plana, borde redondeado, superficie lisa, círculos concéntricos, textura mucoide	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	45	Colonia circular de 4 mm, borde redondeado, superficie lisa, pigmentación blanco	Bacterias Gram positivas, filamentosas	Sin identificar
	46	Colonia circular de 3 mm, elevación rugosa, borde ondulado, superficie membranosa, textura mucoide, pigmentación naranja	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos, algunos dispuestos en pareja	Sin identificar
	47	Colonia irregular de 4 mm, centro con punto rosa, borde filamentosos, textura mucoide	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo	Catalasa positivo, coagulasa negativo. <i>Staphylococcus spp.</i>

	48	Colonia puntiforme de 2 mm, elevación convexa, borde redondeado, superficie lisa, pigmentación rojo claro	Bacilo Gram negativo, cortos y delgados	TSI negativo, manitol negativo, oxidasa positivo. Sin identificar
--	----	---	---	--

Cuadro 7. Descripción bacteriana y levaduriformes por el método de sedimentación en placa en la época de invierno

ZONA	Nº COL	DESCRIPCION MACROSCOPICA	DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	PRUEBAS BIOQUÍMICAS E IDENTIFICACIÓN
ZONA INDUSTRIAL NORTE	1	Colonia circular de 4 mm, elevación plana, borde entero, superficie cerosa, lisa, translúcida, y textura mucoide	Bacilos Grampositivos, largos y delgados, dispuestos en empalizada y en parejas	Sin identificar
	2	Colonia circular de 4 mm, elevación convexa, margen entero, superficie cerosa, lisa, textura mucoide y pigmentación blanca	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimos	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
	3	Colonia irregular de 14 mm, elevación plana, margen ondulado, superficie brillante, textura cremosa y pigmentación cremosa	Bacilos Grampositivos, largos y delgados, dispuestos en pareja y cadena	Sin identificar
	4	Colonia circular de 15 mm, elevación plana, plegada, superficie opaca, textura seca y pigmentación blanca	Cocos Gram positivo, dispuestos en racimos	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
	5	Colonia rizoide de 14 mm, elevación plana, borde rizado, plegada, superficie opaca, textura mucoide, pigmentación beige	Bacilos Gram negativo, cortos y gruesos	TSI negativo. Sin identificar
	6	Colonia irregular de 5mm, elevación plana, borde lobulado, superficie opaca, textura mucoide, pigmentación blanca	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimos	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
	7	Colonia irregular de 5mm, elevación plana, borde lobulado, superficie brillante, textura cremosa y pigmentación blanca	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimos	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>

	8	Colonia irregular de 7 mm, elevación plana, borde filamentoso, superficie opaca, textura mucoide y pigmentación beige	Bacilos Grampositivos, largos y delgados, dispuestos en paralelo y solitario	Sin identificar
	9	Colonia circular de 2 mm, elevación convexa, borde entero, superficie brillante, textura cremosa y pigmentación amarillo	Cocos Grampositivos, dispuestos en cadena y solitarios	Catalasa negativa. <i>Streptococcus sp.</i>
	10	Colonia circular de 5 mm, elevación plana, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación amarillo	Bacilos Gram negativo, cortos y gruesos	No fermentador de lactosa, oxidasa positivo, TSI negativo, manitol negativo. Sin identificar
	11	Colonia circular de 5 mm, elevación plana, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación blanca	Cocos Gram positivo, dispuestos en cadena y solitario	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
USCO	12	Colonia rizoide de 20 mm plegada, borde rizado, superficie opaca, textura mucoide, pigmentación blanco	Bacilos Grampositivos, esporulados	Sin identificar
	13	Colonia circular de 2 mm, elevación convexa, borde entero, superficie brillante, textura cremosa y pigmentación amarilla	Levadura	Sin identificar
	14	Colonia irregular de 4 mm, plegada, borde lobulado, textura seca, pigmentación amarilla	Bacilos Gram negativo, cortos y gruesos, dispuestos en pareja	Sin identificar
	15	Colonia circular de 2 mm, elevación convexa, borde entero, translúcida, textura cremosa	Bacilos Gram positivo, cortos y gruesos	Sin identificar

	16	Colonia circular de 3 mm, elevación plana, borde entero, superficie traslucida, textura cremosa	Bacilos Gram positivo, delgados y largos de pequeño tamaño, algunos curvado	Sin identificar
	17	Colonia circular de 4 mm, elevación embonada, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación blanco	Levadura	Sin identificar
	18	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación naranja	Bacilos Gram positivo cortos y gruesos, dispuestos en cadena, pareja y solitario	Sin identificar
	19	Colonia circular de 5 mm, elevación plana, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación naranja	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
ZONA INDUSTRIAL SUR	20	Colonia circular, de 7 mm, elevación plana, borde rizado, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación beige	Bacilos Grampositivos, esporulados	Sin identificar
	21	Colonia irregular de 13 mm, elevación plana, borde lobulado, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación beige	Bacilos Gram positivo, largos y gruesos, dispuestos en cadena	Sin identificar
	22	Colonia circular de 9 mm, elevación plana, borde entero, superficie opaca, textura mucoide, pigmentación amarilla	Bacilos Gram positivo, largos y delgados, dispuestos en parejas	Sin identificar

	23	Colonia circular de 8 mm, plegada, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación borde beige y en el centro rosado	Bacilos Gram positivo , cortos y gruesos	Sin identificar
CENTRO	24	Colonia circular de 3 mm, elevación plana, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación roja	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos, solitarios	Sin identificar
	25	Colonia circular de 3 mm, elevación embonada, borde entero, superficie translucida, textura cremosa	Bacilos Grampositivos, largos y delgados, solitarios, en cadena y parejas	Sin identificar
	26	Colonia circular de 12 mm, elevación plana, borde entero, superficie opaca, textura mucoides, pigmentación beige	Bacilos Gram positivo, largos y delgados, dispuestos en cadena	Sin identificar
	27	Colonia circular de 2 mm, elevación convexa, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación amarillo	Cocos Grampositivos dispuestos en racimos.	Catalasa positivo, coagulasa positivo. <i>Staphylococcus spp.</i>
ORIENTE	28	Colonia circular de 2 mm, elevación convexa, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación beige	Bacilos Gramnegativos, cortos y gruesos.	No fermentador de lactosa, oxidasa positivo, TSI negativo, manitol negativo. Sin identificar
	29	Colonia circular de 2 mm, elevación convexa, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación blanca	Levadura	Sin identificar

	30	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación blanca	Bacilos Grampositivos, largos y delgados, dispuestos en cadena	Sin identificar
RÍO MAGDALENA	31	Colonia circular de 7 mm, elevación plana, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación amarilla	Cocos Gram positivo dispuestos en cadena.	Catalasa negativa. <i>Streptococcus sp.</i>
	32	Colonia circular de 2 mm, elevación convexa, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación rosada	Bacilos Gram positivo, cortos y gruesos, dispuestos en cadenas y parejas	Sin identificar
	33	Colonia circular, de 4 mm, elevación plana, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación blanca	Levadura	Sin identificar

Cuadro 8. Descripción bacteriana y levaduriforme por el método de bioimpactador en la época de invierno

ZONA	Nº COL	DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	PRUEBAS BIOQUÍMICAS E IDENTIFICACIÓN
ZONA INDUSTRIAL NORTE	1	Colonia irregular de 2 cm, elevación plana, borde ondulado, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación naranja	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	2	Colonia circular de 6 mm, elevación umbonada, borde entero, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación beige	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	3	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde entero, superficie brillante y lisa, textura cremosa, pigmentación amarillo	Levadura	Sin identificar
	4	Colonia circular de 2 mm, elevación umbonada, borde entero, superficie lisa y opaca, textura seca, pigmentación naranja	Levadura	Sin identificar
	5	Colonia circular de 5 mm, elevación plana, borde entero, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación naranja	Bacilos Grampositivos, algunos largos y delgados y otros mas cortos y delgados	Sin identificar
	6	Colonia circular de 4 mm, elevación plana, borde rizado, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación amarilla	Bacilos Grampositivos, algunos largos y delgados y otros en forma de hilos	Sin identificar
	7	Colonia circular de 4 mm, elevación umbonada, borde entero, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación rosado	Bacilos Gramnegativos, cortos y delgados	No fermentador de lactosa, oxidasa positivo, TSI negativo, tioglicolato positivo, manitol negativo. Sin identificar

	8	Colonia circular de 6 mm, elevación plana, borde rizado, superficie cerosa, textura mucoide, pigmentación beige	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos dispuestos en cadena	Sin identificar
	9	Colonia irregular de 15 mm, elevación plana, borde radiado, textura seca y pétrea, pigmentación beige	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos, dispuestos en todo el campo	Sin identificar
	10	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde entero, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación rosado	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo	Catalasa y coagulasa positiva. <i>Staphylococcus spp.</i>
	11	Colonia rizoide de 4 mm, elevación papilada, borde rizado, superficie opaca, textura pétrea, pigmentación amarillo	Bacilos Gramnegativos, cortos y gruesos	Oxidasa negativo, TSI negativo, tioglicolato negativo, manitol negativo. Sin identificar
	12	Colonia rizoide de 7 mm, elevación plana, borde rizado, superficie opaca, textura pétrea, pigmentación rosado	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
USCO	13	Colonia circular de 6 mm, elevación plana, borde ondulado, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación café	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	14	Colonia circular de 3 mm, elevación umbonada, borde entero, superficie brillante y lisa, textura cremosa, pigmentación amarillo	Bacilos Grampositivos, esporulados	Sin identificar
	15	Colonia circular de 7 mm, elevación plana, borde ondulado, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación blanco	Bacilos Grampositivos, largos y gruesos, dispuestos en cadena	Sin identificar

	16	Colonia irregular de 6 mm, elevación plana, borde lobulado, superficie cerosa, textura mucoide, pigmentación café	Bacilos Grampositivos, largos y gruesos, dispuestos en parejas	Sin identificar
ZONA INDUSTRIAL SUR	17	Colonia irregular de 9 mm, elevación umbilicada, borde lobulado, superficie translúcida, opaca y cerosa, textura mucoide	Bacilos Grampositivos, largos, delgados y solitarios	Sin identificar
	18	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde entero, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación naranja	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	19	Colonia rizoide de 4 mm, elevación convexa, borde rizado, textura pétrea y seca, pigmentación amarilla	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	20	Colonia circular de 3 mm, elevación convexa, borde entero, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación amarillo	Levadura	Sin identificar
	21	Colonia rizoide de 4 mm, elevación plana, borde rizado, superficie cerosa, textura mucoide	Bacilos Grampositivos, cortos, delgados y solitarios	Sin identificar
	CENTRO	22	Colonia circular de 5 mm, elevación plana, borde entero, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación blanca	Bacilos Grampositivos, largos y delgados
23		Colonia circular de 2 mm, elevación convexa, borde entero, superficie lisa y brillante, textura cremosa	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo	Catalasa y coagulasa positiva. <i>Staphylococcus spp.</i>
24		Colonia puntiforme de 1 mm, elevación convexa, borde entero, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación amarilla	Bacilos Grampositivos, gruesos y largos	Sin identificar

	25	Colonia rizada de 3 mm, elevación papilonada, borde rizado, superficie cerosa, textura mucoide, pigmentación blanca	Levadura	Sin identificar
ORIENTE	26	Colonia circular de 6 mm, elevación convexa, borde entero, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación beige	Bacilos Grampositivos, esporulados	Sin identificar
	27	Colonia rizoide de 15 mm, elevación plana, borde lacerado, superficie opaca y translucido, cerosa, textura mucoide	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo.	Catalasa y coagulasa positiva. <i>Staphylococcus spp.</i>
	28	Colonia puntiforme de 1 mm, elevación convexa, borde entero, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación blanca	Cocos Grampositivos, dispuestos en racimo	Catalasa y coagulasa positiva. <i>Staphylococcus spp.</i>
	29	Colonia irregular de 7mm, elevación plana, borde ondulado, superficie brillante, textura cremosa, pigmentación naranja	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos	Sin identificar
	30	Colonia rizoide de 14 mm, elevación umbonada, borde rizado, superficie translucida, opaca y cerosa, textura mucoide	Bacilos Grampositivos, cortos y delgados, dispuestos en todo el campo	Sin identificar
	31	Colonia irregular de 13 mm, elevación plana, borde ondulado, superficie translucida, opaca y cerosa, textura mucoide	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos, dispuestos en todo el campo	Sin identificar
RÍO MAGDALENA	32	Colonia rizoide de 8 mm, elevación umbonada, borde rizado, plegada, superficie opaca y cerosa, textura mucoide	Bacilos Grampositivos, cortos y gruesos, dispuestos en todo el campo	Sin identificar

	33	Colonia circular de 2 mm, elevación umbonada, borde entero, superficie brillante y traslucido, textura cremosa	Bacilos Grampositivos, esporulados	Sin identificar
--	----	--	------------------------------------	-----------------

Cuadro 9. Descripción fúngica por el método de sedimentación en placa en la época de verano

ZONA	Nº COL	DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	GÉNERO
ZONA INDUSTRIAL NORTE	1	Colonia de 7 cm de diámetro, color al anverso rosa claro, al reverso café, círculos concéntricos, textura algodonosa	Hifa hialina y septada. Conidias hialinas, unicelulares, lisas, globosas, presentes a lo largo de la hifa,	<i>Chrysosporium sp.</i>
	2	Colonia de 9 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso amarillo, textura algodonosa	Hifa hialina y septada. Conidias hialinas, unicelulares, lisas, globosas, presentes a lo largo de la hifa,	<i>Chrysosporium sp.</i>
	3	Colonia de 2,5 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso mostaza, textura polvorienta	Hifa central de donde se originan fiálides de base ancha y ápice delgado, conidios en cadenas	<i>Paecilomyces sp.</i>
USCO	4	Colonia de 6,3 cm de diámetro, color al anverso amarillo, al reverso gris claro, círculos concéntricos, textura centro algodonoso y borde polvorienta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	5	Colonia de 6,4 cm de diámetro, color al anverso piel y borde rosado claro, al reverso café, círculos concéntricos, textura algodonosa	Hifas hialinas y septadas a manera de artroconidias, con el centro pigmentado	Sin identificar
	6	Colonia de 4 cm de diámetro, color al anverso verde con borde blanco, al reverso gris, textura polvorienta	Macroconidias en forma de bananos con septos transversales e incurvadas en los extremos	<i>Fusarium sp.</i>

	7	Colonia de 4,7 cm de diámetro, color al anverso beige y borde rosa, al reverso crema, exudado, textura polvororienta	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
ZONA INDUSTRIAL SUR	8	Colonia de 3 cm de diámetro, color al anverso y al reverso rosa, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	9	Colonia de 6 cm de diámetro, color al anverso piel, al reverso rosa, anillo concéntrico, textura centro polvoriento y borde aterciopelado	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	10	Colonia de 4,6 cm de diámetro, color al anverso rosa y borde negro, al reverso negro, diamatacea, círculos concéntricos, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	CENTRO	11	Colonia de 3 cm de diámetro, irregular, color al anverso borde verde y centro gris, al reverso gris, pliegues, textura polvororienta	Vesícula hemiesferica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas
12		Colonia de 12 cm de diámetro, color al anverso amarillo pálido y borde blanco, al reverso amarillo, pliegues, textura polvororienta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus fumigatus</i>
13		Colonia de 3,5 cm de diámetro, color al anverso gris y bode verde, al reverso gris, pliegues, textura polvororienta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus fumigatus</i>

14	Colonia de 2,7 cm de diámetro, color al anverso gris y borde verde, al reverso gris, pliegues, textura polvorienta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus fumigatus</i>
15	Colonia de 2 cm de diámetro, color al anverso gris, al reverso gris, pliegues, textura polvorienta	Vesícula hemiesférica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
16	Colonia de 5,5 cm de diámetro, color al anverso gris, al reverso blanco, textura polvorienta	Hifas hialinas, septadas, delgadas, presenta estructuras en forma de bastón	<i>Aureobasidium sp.</i>
17	Colonia de 5,6 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso blanco, textura algodonosa	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
18	Colonia de 1,5 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso naranja, pigmento difusible, pliegues, textura pétrea	Vesícula hemiesférica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
19	Colonia de 5 cm de diámetro, color al anverso amarillo, al reverso café, textura aterciopelada	Hifa central de donde se originan fiálides de base ancha y ápice delgado, conidios en cadenas	<i>Paecilomyces sp.</i>
20	Colonia de 4,8 cm de diámetro, color al anverso blanco con pigmento rojo, al reverso marrón con círculos concéntricos, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>

	21	Colonia de 6 cm de diámetro, color al anverso café borde blanco, dematiácea, al reverso blanco, hifas aéreas, textura granular	Vesícula grande y globosa, de paredes gruesas y pigmentadas. Las mótulas y fiálides cubren la vesícula, conidias pigmentadas, globosas y equinuladas	<i>Aspergillus niger</i>
	22	Colonia de 3,5 cm de diámetro, color al anverso rosado, al reverso café, pliegues, círculos concéntricos, textura polvorienta	Hifas hialinas con núcleos	
	23	Colonia de 7 cm de diámetro, color al anverso rosado claro, al reverso rosado, círculos concéntricos, textura algodonosa	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	24	Colonia de 4 cm de diámetro, color al anverso centro amarillo borde rosa, al reverso oscuro, pigmento difusible, pliegues, textura aterciopelada	Vesícula hemiesferica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
ORIENTE	25	Colonia de 2,9 cm de diámetro, color al anverso amarillo claro, al reverso oscuro, pigmento difusible, borde lobulado, círculos concéntricos, textura aterciopelada	Vesícula hemiesferica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
	26	Colonia de 7,3 cm de diámetro, color al anverso rosado, al reverso café, círculos concéntricos, textura algodonosa	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>

27	Colonia de 4,2 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso crema, círculos concéntricos, textura aterciopelada	Hifas hialinas, septadas, yemas delgadas, presenta laterales,	Sin identificar
28	Colonia de 3,6 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso crema, círculos concéntricos, textura aterciopelada	Hifas hialinas, septadas, yemas delgadas, presenta laterales,	Sin identificar
29	Colonia de 3,4 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso café, pliegues, pigmento difusible, círculos concéntricos, textura aterciopelada	Vesícula hemiesférica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
30	Colonia de 6 cm de diámetro, color al anverso rosado, al reverso café, círculos concéntricos, textura algodonosa	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
31	Colonia de 2,3 cm de diámetro, color al anverso negro, dematiácea, al reverso negro, textura granular	Macroconidias en forma de bananos con septos transversales e incurvadas en los extremos	<i>Fusarium sp.</i>
32	Colonia de 7 cm de diámetro, color al anverso amarillo verde, al reverso beige, círculos concéntricos, textura polvorienta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
33	Colonia de 2,8 cm de diámetro, color al anverso verde gris, al reverso amarillo, círculos concéntricos, textura polvorienta	Vesícula hemiesférica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>

RÍO MAGDALENA	34	Colonia de 2,8 cm de diámetro, color al anverso beige, al reverso crema, círculos concéntricos, exudado, textura aterciopelada	Hifas hialinas con métulas ramificadas dando origen a fiálides con apariencia de tenedores. Conidios hialinos	<i>Penicillium sp.</i>
	35	Colonia de 2,5 cm de diámetro, color al anverso beige, al reverso crema, pliegues, círculos concéntricos, exudado, textura aterciopelada	Hifas hialinas con métulas ramificadas dando origen a fiálides con apariencia de tenedores. Conidios hialinos	<i>Penicillium sp.</i>
	36	Colonia de 3 cm de diámetro, color al anverso café, al reverso café oscuro, dematiácea, textura algodonosa	Hifas hialinas, septadas, presenta yemas laterales y puntos en su interior, yemas terminales globosas	<i>Chrysosporium sp.</i>
	37	Colonia de 5,8 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso crema, círculos concéntricos, textura algodonosa	Hifas hialinas, delgadas, yemas laterales y terminales en forma de globo	<i>Chrysosporium sp.</i>
	38	Colonia de 3,5 cm de diámetro, color al anverso rosado claro, al reverso beige, círculos concéntricos, textura algodonosa	Hifas hialinas con métulas ramificadas dando origen a fiálides con apariencia de tenedores. Conidios hialinos	<i>Penicillium sp.</i>
	39	Colonia de 4,2 cm de diámetro, color al anverso rosado claro, al reverso beige, círculos concéntricos, textura algodonosa	Hifas hialinas con métulas ramificadas dando origen a fiálides con apariencia de tenedores. Conidios hialinos	<i>Penicillium sp.</i>

40	Colonia de 4,2 cm de diámetro, color al anverso centro beige y borde verde, al reverso crema, dematiácea, círculos concéntricos, hifas aéreas, textura polvorienta	Vesícula grande y globosa, de paredes gruesas y pigmentada. Las métulas y fiálides cubren la vesícula, conidias pigmentadas, globosas y equinuladas	<i>Aspergillus niger</i>
41	Colonia de 3,6 cm de diámetro, color al anverso centro beige y borde verde, al reverso crema, dematiácea, círculos concéntricos, hifas aéreas, textura polvorienta	Vesícula grande y globosa, de paredes gruesas y pigmentada. Las métulas y fiálides cubren la vesícula, conidias pigmentadas, globosas y equinuladas	<i>Aspergillus niger</i>
42	Colonia de 1,1 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso crema, círculos concéntricos, exudado, textura aterciopelada	Hifas hialinas, delgadas, esporas ovaladas	Sin identificar
43	Colonia de 2,1 cm de diámetro, color al anverso beige, al reverso crema, pliegues, textura aterciopelada	Hifa central de donde se originan fiálides de base ancha y ápice delgado, conidios en cadenas	<i>Paecilomyces sp.</i>
44	Colonia de 9 cm de diámetro, color al anverso centro naranja granular, borde algodonoso, al reverso crema, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
45	Colonia de 1,5 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso crema, círculos concéntricos, pliegues, textura cremosa	Levadura	Sin identificar

46	Colonia de 6,1 cm de diámetro, color al anverso blanca, al reverso crema, textura algodonosa	Hifas hialinas, septadas, delgadas, presenta yemas laterales	Sin identificar
47	Colonia de 4,5 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso crema, círculos concéntricos, textura algodonosa	Hifas hialinas y septadas, fiálides largas, delgadas y erectas; conidias hialinas, cilíndricas que se acumulan en el ápice de las fiálides	<i>Acremonium sp</i>
48	Colonia de 1,4 cm de diámetro, color al anverso beige, al reverso marrón, pigmento difusible, pliegues, exudado, textura aterciopelada	Vesícula hemiesférica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>

Cuadro 10. Descripción fúngica por el método del bioimpactador en la época de verano

ZONA	Nº COL	DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	GÉNERO
ZONA INDUSTRIAL NORTE	1	Colonia de 4 cm de diámetro, color al anverso blanco al reverso rosado, plegada hacia el centro, con círculos concéntricos al reverso, textura algodonosa	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	2	Colonia de 6 cm de diámetro, color al anverso verde con sus bordes blancos, al reverso amarillo, plegada hacia el centro, textura polvorienta	Hifa central de donde se originan fiálides de base ancha y ápice delgado, conidios en cadenas	<i>Paecilomyces sp.</i>
	3	Colonia de 3,5 de diámetro, color al anverso oscuro con borde blanco, al reverso amarillo, plegada, textura algodonosa	Hifas hialinas con métulas ramificadas dando origen a fiálides con apariencia de tenedores. Conidios hialinos	<i>Penicillium sp.</i>
	4	Colonia de 2 cm de diámetro, color al anverso blanco y al reverso beige, plegada hacia el centro, textura aterciopelada	Hifas hialinas, fiálides cilíndricas que se adelgazan en el ápice, las conidias son ovoides y forman cadenas	<i>Paecilomyces sp.</i>
	5	Colonia de 3,8 cm de diámetro, color al anverso y al reverso rosado, plegada hacia el centro de color oscuro, presencia de zonación y textura seca	Hifas hialinas y septadas a manera de atroconidias con el centro pigmentado	Sin identificar
	6	Colonia de 4,2 cm de diámetro, color al anverso del centro oscuro y bordes oscuros, al reverso gris, presencia de anillos concéntricos, textura algodonosa	Hifas hialinas, triverticiladas, métulas cilíndricas, de 3 a 4 fiálides por verticilo, que se adelgazan hacia el ápice; conidios globosos	<i>Penicillium sp.</i>
	7	Colonia de 1,6 cm de diámetro, color al anverso café, al reverso amarillo, pigmento difusible de 5 mm, plegada hacia el centro, textura pétrea	Hifas hialinas y septadas a manera de atroconidias con el centro pigmentado	Sin identificar

	8	Colonia de 5,5 cm de diámetro, color al anverso amarillo, al reverso blanco, presencia de zonación, textura polvorienta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	9	Colonia de 4,3 cm de diámetro, color al anverso rosado, al reverso rosado con centro café, plegada hacia el centro, presenta zonación, textura algodonosa	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
USCO	10	Colonia de 2 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso beige, plegada hacia el centro, textura algodonosa	Presencia de hifas hialinas y delgadas	<i>Sin identificar</i>
	11	Colonia de 2,2 cm de diámetro, color al anverso y al reverso blanco, presencia de surcos, textura aterciopelada	Hifas hialinas, septadas, pigmentadas en el centro, con presencia de formas globosas en sus extremos	<i>Sin identificar</i>
	12	Colonia de 6 cm de diámetro, color al anverso amarillo, al reverso beige, presencia de círculos concéntricos, textura polvorienta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
ZONA INDUSTRIAL SUR	13	Colonia de 4,8 de diámetro, color al anverso blanca, al reverso rosado, plegada, textura algodonosa	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	14	Colonia de 4,5 cm de diámetro, color al anverso amarillo, al reverso gris, plegada hacia el centro, textura polvorienta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	15	Colonia de 4,0 cm de diámetro, color al anverso amarillo, al reverso gris, plegada hacia el centro oscuro, textura polvorienta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>

	16	Colonia de 3,4 cm de diámetro, color al anverso gris, al reverso amarillo, presencia de círculos concéntricos, textura aterciopelada	Hifas hialinas con métulas ramificadas dando origen a fiálides con apariencia de tenedores. Conidios hialinos	<i>Penicillium sp.</i>
	17	Colonia de 5,3 cm de diámetro, color al anverso y al reverso rosado, presencia de círculos concéntricos, textura algodonosa	Hifas hialinas y septadas a manera de artroconidias, con el centro pigmentado	Sin identificar
	18	Colonia de 6,4 cm de diámetro, color al anverso naranja, al reverso beige, plegada hacia el centro, textura algodonosa	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	19	Colonia de 6,7 cm de diámetro, color al anverso y al reverso rosado, plegada hacia el centro, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
CENTRO	20	Colonia de 5,5 cm de diámetro, dematiacea, color al anverso café, al reverso gris, textura granular	Vesícula grande y globosa, de paredes gruesas y pigmentadas. Las métulas y fiálides cubren la vesícula, conidias pigmentadas, globosas y equinuladas	<i>Aspergillus niger</i>
	21	Colonia de 3,7 cm de diámetro, color al anverso amarillo, al reverso rosado, plegada hacia el centro, textura polvorienta	Hifas hialinas, triverticiladas, métulas cilíndricas, de 3 a 4 fiálides por verticilo, que se adelgazan hacia el ápice; conidios globosos	<i>Penicillium sp.</i>
	22	Colonia de 6,1 cm de diámetro, color al anverso amarillo, al reverso blanco, plegada hacia el centro, textura polvorienta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	23	Colonia de 3,8 cm de diámetro, dematiaceo, color al anverso y al reverso negro, plegada hacia el centro, textura algodonosa	Hifas hialinas, delgadas y otras gruesas pigmentadas y septadas.	<i>Sin identificar</i>

	24	Colonia de 5,8 cm de diámetro, color al anverso amarillo, al reverso beige, surcado al extremo y plegada hacia el centro, textura polvorienta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	25	Colonia de 6 cm de diámetro, color al anverso y al reverso blanco, plegada hacia el centro, textura algodonosa	Hifas hialinas y septadas a manera de artroconidias, con el centro pigmentado	Sin identificar
	26	Colonia de 5,5 cm de diámetro, color al anverso amarillo, al anverso gris, plegada hacia el centro, textura granular	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
ORIENTE	27	Colonia de 5,5 cm de diámetro, color al anverso amarillo con bordes blancos, reverso beige, plegada hacia el centro, textura polvorienta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	28	Colonia de 4,5 cm de diámetro, dematiacea, color al anverso café claro, al reverso amarillo, presenta zonación, textura granular.	Vesícula grande y globosa, de paredes gruesas y pigmentadas. Las métulas y fiálides cubren la vesícula, conidias pigmentadas, globosas y equinuladas	<i>Aspergillus niger</i>
	29	Colonia de 5 cm de diámetro, color al anverso piel, al reverso rosado, presenta zonación, textura algodonosa	Hifa hialina y septada. Conidias hialinas, unicelulares, lisas, globosas, presentes a lo largo de la hifa,	<i>Chrysosporium sp.</i>
	30	Colonia de 1,8 cm, color al anverso borde rojo, luego verde y centro amarillo, color al reverso rojo, plegada hacia el centro, textura algodonosa	Hifa hialina y septada. Conidias hialinas, unicelulares, lisas, globosas, presentes a lo largo de la hifa,	<i>Chrysosporium sp.</i>
RÍO MAGDALENA	31	Colonia irregular, color al anverso verde oscuro, al reverso amarillo, presenta surcos, textura polvorienta	Hifas hialinas, triverticiladas, métulas cilíndricas, de 3 a 4 fiálides por verticilo, que se adelgazan hacia el ápice; conidios globosos	<i>Penicillium sp.</i>

32	Colonia de 3,5 cm de diámetro, dematiacea, color al anverso café, al reverso gris, plegada, textura polvorienta	Vesícula hemiesférica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
33	Colonia de 5,2 cm de diámetro, color al anverso y al reverso café, plegada hacia el centro, textura algodonosa	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
34	Colonia de 2,5 cm de diámetro, color al anverso y al reverso gris, plegada hacia el centro, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
35	Colonia de 3 cm de diámetro, color al anverso amarillo, al reverso beige, elevación hacia el centro, textura polvorienta	Hifas hialinas con métulas ramificadas dando origen a fiálides con apariencia de tenedores. Conidios hialinos	<i>Penicillium sp.</i>
36	Colonia de 3,5 cm de diámetro, color al anverso beige, al reverso blanco, plegada hacia el centro y círculos concéntricos, textura aterciopelada	Vesícula hemiesférica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
37	Colonia de 4,5 cm de diámetro, color al anverso amarillo, al reverso beige, plegada hacia el centro, con círculos concéntricos, textura polvorienta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
38	Colonia de 6,3 cm de diámetro, color al anverso rosado, al reverso naranja, plegada hacia el centro, círculos concéntricos, textura algodonosa	Hifa hialina y septada. Conidias hialinas, unicelulares, lisas, globosas, presentes a lo largo de la hifa,	<i>Chrysosporium sp.</i>

Cuadro 11. Descripción fúngica por el método de sedimentación en placa en la época de invierno

ZONA	Nº COL	DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	GÉNERO
ZONA INDUSTRIAL NORTE	1	Colonia de 5 cm de diámetro, color al anverso naranja y rosado puntos negros, reverso beige, círculos concéntricos y plegada hacia el centro, textura algodonosa	Hifas hialinas y septadas. Conidias hialinas, unicelulares, lisas, globosas, presentes a lo largo de la hifa	<i>Chrysosporium sp.</i>
	2	Colonia de 6,8 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso beige, surcos, círculos concéntricos, textura aterciopelada	Hifas hialinas y delgadas, a manera de hilos	Sin identificar
	3	Colonia de 4,8 cm de diámetro, color al anverso blanco y centro verde, al reverso beige, plegada hacia el centro, textura pulverulenta	Vesícula en forma de clava o bate, las fiálides se forman en la vesícula. Las conidias son globosas, verdosas y lisas	<i>Aspergillus clavatus</i>
	4	Colonia de 6 cm de diámetro, color al anverso café, al reverso café, círculos concéntricos, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	5	Colonia de 7 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso beige, surcos, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	6	Colonia de 4,5 cm de diámetro, color al anverso gris y rosado, al reverso curuba, círculos concéntricos, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	7	Colonia de 5 cm de diámetro, color al anverso ceniza, al reverso negro, textura polvorienta	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>

	8	Colonia de 8 cm de diámetro, color al anverso y al reverso blanco, surcos, textura aterciopelada	Hifas fuertemente pigmentadas, con presencia de sacos de gran tamaño y otros traslúcidos	<i>Basidiobolus ranarum</i>
	9	Colonia de 8 cm de diámetro, color al anverso y al reverso café, textura pulverulenta	Micelio septado, se fracciona en arthroconidias unicelulares, hialinas	<i>Geotrichum sp.</i>
	10	Colonia de 6,7 cm de diámetro, anverso blanco, reverso beige, surcos, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, fiálides largas, delgadas y erectas; conidias hialinas, cilíndricas que se acumulan en el ápice de las fiálides	<i>Acremonium sp.</i>
	11	Colonia de 4 cm de diámetro, color al anverso café con bordes amarillos, al reverso beige, círculos concéntricos, textura algodonosa	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	12	Colonia de 3,8 cm de diámetro, color al anverso y al reverso rojo, plegada, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	13	Colonia de 3,2 cm de diámetro, color al anverso amarillo, al reverso café, surcos y anillos concéntricos, con exudado en forma de gotas y pigmento difusible, textura pulverulenta	Vesícula hemiesférica, fiálides en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
USCO	14	Colonia de 5,0 cm de diámetro, color al anverso blanco con hifas aéreas amarillas, al reverso amarillo opaco surcos y textura pulverulenta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>

	15	Colonia de 3,9 cm de diámetro, dematiáceas, color al reverso beige, surcos, textura pulverulenta	Vesícula grande y globosa, de paredes gruesas y pigmentadas. Las métulas y fiálides cubren la vesícula, conidias pigmentadas, globosas y equinuladas	<i>Aspergillus niger</i>
	16	Colonia de 7 cm de diámetro, color al anverso verde, al reverso amarillo, plegada hacia el centro, textura polvorienta	Vesícula hemiesferica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
	17	Colonia de 3,9 cm de diámetro, dematiáceas, color al reverso beige, surcos, textura pulverulenta	Vesícula grande y globosa, de paredes gruesas y pigmentadas. Las métulas y fiálides cubren la vesícula, conidias pigmentadas, globosas y equinuladas	<i>Aspergillus niger</i>
	18	Colonia de 3,7 cm de diámetro, dematiácea, reverso beige, surcos, textura pulverulenta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
ZONA INDUSTRIAL SUR	19	Colonia de 6,4 cm de diámetro, color al anverso verde y al reverso oscuro, círculos concéntricos, textura polvorienta	Vesícula hemiesferica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
	20	Colonia de 4 cm de diámetro, color al anverso café, dematiácea, reverso beige, surcos, textura pulverulenta	Vesícula grande y globosa, de paredes gruesas y pigmentadas. Las métulas y fiálides cubren la vesícula, conidias pigmentadas, globosas y equinuladas	<i>Aspergillus niger</i>

21	Colonia irregular, elevación plana, margen rizado, superficie lisa y brillante, textura cremosa, color rosado	Hifas abundantes y bien desarrolladas, las arthroconidias se presentan de forma alargada	<i>Trichosporum sp.</i>
22	Colonia de 6 cm de diámetro, color al anverso verde, al reverso beige, círculos concéntricos, textura polvorienta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
23	Colonia de 3,5 cm de diámetro, color al anverso gris verdoso, al reverso amarillo opaco, círculos concéntricos, textura algodonosa	Hifas hialinas con métulas ramificadas dando origen a fiálides con apariencia de tenedores. Conidios hialinos	<i>Penicillium sp.</i>
24	Colonia de 2,8 cm de diámetro, color al anverso y al reverso rojo, plegada hacia el centro, círculos concéntricos, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
25	Colonia de 2,7 cm de diámetro, color al anverso purpura, al reverso oscuro, plegado, círculos concéntricos, exudado, pigmento difusible, textura aterciopelada	Vesícula hemiesférica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
26	Colonia de 3,8 cm de diámetro, color al anverso café y amarillo, al reverso beige, surcos y círculos concéntricos, textura pulverulenta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
27	Colonia de 4 cm de diámetro, color al anverso y al reverso negro, plegada hacia el centro, textura algodonosa	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>

	28	Colonia de 4 cm de diámetro, color al anverso piel, al reverso café, plegada hacia el centro, pigmentos difusibles, textura aterciopelada	Vesícula hemiesférica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
	29	Colonia de 5,4 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso beige, círculos concéntricos, textura pulverulenta	Vesícula hemiesférica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
	30	Colonia de 3,5 cm de diámetro, color al anverso y al reverso café, textura pulverulenta	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
CENTRO	31	Colonia de 3 cm de diámetro, color al anverso ceniza, al reverso negro, surcos, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	32	Colonia 6,2 cm de diámetro, color al anverso verde, al reverso beige, plegada y círculos concéntricos, textura pulverulenta	Vesícula hemiesférica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
	33	Colonia de 5,8 cm de diámetro, color al anverso blanco con hifas aéreas amarillas, al reverso amarillo opaco surcos y textura pulverulenta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	34	Colonia de 8,5 cm de diámetro, color al anverso rojo con bordes blancos, reverso café, plegado hacia el centro, textura algodonosa	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	35	Colonia de 6,2 cm de diámetro, color al anverso y al reverso beige, plegada hacia el centro, círculos concéntricos, textura algodonosa	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>

	36	Colonia de 5,7 cm de diámetro, color al anverso blanca, al reverso beige, círculos concéntricos, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	37	Colonia de 6,2 cm de diámetro, color anverso verde, al reverso beige, círculos concéntricos, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	38	Colonia de 7,2 cm de diámetro, color al anverso blanco, reverso rosado, círculos concéntricos, elevación en el centro, textura aterciopelada	Hifas hialinas con métulas ramificadas dando origen a fiálides con apariencia de tenedores. Conidios hialinos	<i>Penicillium sp.</i>
	39	Colonia de 9 cm de diámetro, color al anverso y al reverso café, leve plegamiento al centro de grano, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas a manera de artroconidias, con el centro pigmentado	<i>Sin determinar</i>
	40	Colonia de 3,8 cm de diámetro, color al anverso café y al reverso beige, surcos, anillos concéntricos, textura pulverulenta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	41	Colonia de 5,5 cm de diámetro, dematiácea, color al reverso beige, surcos y círculos concéntricos, textura pulverulenta	Vesícula grande y globosa, de paredes gruesas y pigmentadas. Las métulas y fiálides cubren la vesícula, conidias pigmentadas, globosas y equinuladas	<i>Aspergillus niger</i>
	42	Colonia irregular, con pliegues, borde lobulado, color rosado, textura cremosa	Presencia de tubo germinal, de donde se desprenden las blastoconidias	<i>Cándida sp.</i>
ORIENTE	43	Colonia redonda, círculos concéntricos, borde entero, superficie lisa, color rosada	Blastosporas y pseudomicelios	<i>Saccharomyces sp.</i>

44	Colonia de 1,5 cm de diámetro, dematiácea, color al reverso negro, plegada, textura aterciopelada	Hifas septadas y pigmentadas, conidias lisas y pigmentadas	<i>Cladosporium sp.</i>
45	Colonia de 3,2 cm de diámetro, color al anverso ceniza, al reverso negro, surcos, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
46	Colonia de 4,8 cm de diámetro, color al anverso ceniza, al reverso negro, dematiácea, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas a manera de artroconidias, con el centro pigmentado	<i>Sin determinar</i>
47	Colonia de 3,5 cm de diámetro, color al anverso y al reverso negro, surcos, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
48	Colonia de 2,5 cm de diámetro, color al anverso y al reverso naranja, plegada hacia el centro el cual forma un cráter, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas a manera de artroconidias, con el centro pigmentado	<i>Sin determinar</i>
49	Colonia de 6,6 cm de diámetro, color al anverso beige, al reverso amarillo, surcos, elevación al centro, textura algodonosa	Conidias curvas, terminales, pigmentadas y septadas	<i>Curvularia sp.</i>
50	Colonia de 2,1 cm de diámetro, color al anverso rosado, al reverso naranja, plegada, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas a manera de artroconidias, con el centro pigmentado	<i>Sin identificar</i>
51	Colonia de 5 cm de diámetro, color al anverso y al reverso amarillo, círculos concéntricos, pigmentos difusibles	Hifas hialinas, delgadas y septadas, de las cuales se originan las fiáldes erectas y en forma de botella; conidias esféricas y hialinas que se agrupan en el ápice de la fiálide	<i>Trichoderma sp.</i>

	52	Colonia de 2,5 cm de diámetro, color al anverso amarillo, reverso oscuro, pigmento difusible, exudado, surcos, textura aterciopelada	Vesícula hemiesférica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
	53	Colonia de 4,5 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso amarillo, surcos textura pulverulenta	Hifas hialinas con mótulas ramificadas dando origen a fiálides con apariencia de tenedores. Conidios hialinos	<i>Penicillium sp.</i>
	54	Colonia de 5 cm de diámetro, color al anverso rosado con bordes blancos, al reverso amarillos, surcos y textura granular	Vesícula hemiesférica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
	55	Colonia irregular, elevación plana, margen lobulado, superficie lisa y brillante, textura cremosa, pigmentación rosado	Levaduras	Sin determinar
	56	Colonia de 5,5 cm de diámetro, color al anverso blanca con hifas aéreas negras, reverso beige, surcos y textura granular	Vesículas globosas, presencia de mótulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	57	Colonia de 8 cm de diámetro, color al anverso y al reverso blanco, surcos, textura aterciopelada	Hifas fuertemente pigmentadas, con presencia de sacos de gran tamaño y otros traslucidos	<i>Basidiobolus ranarum</i>
RÍO MAGDALENA	58	Colonia de 5 cm de diámetro, color al anverso y al reverso negro, surcos, textura polvorienta	Macroconidias en forma de bananos con septos transversales e incurvadas en los extremos	<i>Fusarium sp.</i>

	59	<p>Colonia de 9 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso amarillos, surcos, textura pulverulenta</p>	<p>Hifas hialinas, delgadas y septadas, del cual se originan las fiálides erectas y en forma de botella; conidias esféricas y hialinas que se agrupan en el ápice de la fiálide</p>	<p><i>Trichoderma sp.</i></p>
--	----	---	---	-------------------------------

Cuadro 12. Descripción fúngicos por el método del bioimpactador en la época de invierno

ZONA	Nº COL	DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	GÉNERO
ZONA INDUSTRIAL NORTE	1	Colonia de 3,2 cm, color al anverso café dematiácea, al reverso beige, surcos y círculos concéntricos, textura pulverulenta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	2	Colonia de 4 cm de diámetro, color al anverso con hifas aéreas amarillas, anverso beige, surcos, textura algodonosa	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	3	Colonia de 6 cm de diámetro, color al anverso amarillo verdoso, al reverso amarillo opaco, círculos concéntricos, textura algodonosa	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	4	Colonia de 3,5 cm de diámetro, color al anverso rosado, al reverso rojo, plegada hacia el centro, círculos concéntricos, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	5	Colonia de 3,8 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso beige, surcos y textura algodonosa	Presencia de hifas hialinas y septadas	Sin identificar
	6	Colonia de 7,7 cm de diámetro, color al anverso amarillo verdoso, al reverso amarillo, textura pulverulenta	Hifas hialinas y septadas, fiálides largas, delgadas y erectas; conidias hialinas, cilíndricas que se acumulan en el ápice de las fiálides	<i>Acremonium sp.</i>
	7	Colonia de 4,2 cm de diámetro, color al anverso blanco con bordes amarillos y al reverso amarillos. Plegada hacia el centro, textura pulverulento	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>

	8	Colonia de 4,6 cm de diámetro, color al anverso y al reverso beige, surcos y círculos concéntricos, textura aterciopelada	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	9	Colonia de 4 cm de diámetro, color al anverso verde, al reverso gris verdoso, surcos y textura algodonosa	Vesícula hemiesférica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
USCO	10	Colonia de 4,7 cm de diámetro, color al anverso café al reverso beige, hifas aéreas, surcos, textura aterciopelada	Vesícula hemiesférica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
	11	Colonia de 2 cm de diámetro, color al anverso verde oscuro, al reverso beige, surcos y círculos concéntricos, exudados y textura aterciopelada	Vesícula subglobosa, métulas en forma de botellas, conidias globosas	<i>Aspergillus terricola</i>
	12	Colonia de 2 cm de diámetro, color al anverso rosado, reverso café, plegada, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	13	Colonia de 8,5 cm de diámetro, color al anverso blanco y naranja al reverso naranja, círculos concéntricos y al centro se eleva, textura algodonosa	Hifas hialinas, delgadas y septadas, del cual se originan las fiálides erectas y en forma de botella; conidias esféricas y hialinas que se agrupan en el ápice de la fiálide	<i>Trichoderma sp.</i>
	ZONA INDUSTRIAL SUR	14	Colonia circular, elevación umbonada, borde ondulado, superficie brillante y lisa, textura cremosa, color blanca	Levadura
15		Colonia de 4,4 cm de diámetro, color al anverso gris al reverso beige, plegada hacia el centro, textura algodonosa	Hifa hialina y septada. Conidias hialinas, unicelulares, lisas, globosas, presentes a lo largo de la hifa,	<i>Chrysosporium sp.</i>

	16	Colonia de 4,5 cm de diámetro, color al anverso café dematiácea, al reverso beige, surcos, textura pulverulenta	Vesícula grande y globosa, de paredes gruesas y pigmentadas. Las métulas y fiálides cubren la vesícula, conidias pigmentadas, globosas y equinuladas	<i>Aspergillus niger</i>
	17	Colonia de 2,2 cm de diámetro, color al anverso amarillo, al reverso beige, textura pulverulenta	Vesícula subglobosa, métulas en forma de botellas, conidias globosas	<i>Aspergillus terricola</i>
	18	Colonia de 3 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso café claro, surcos, textura aterciopelada	Hifas hialinas con métulas ramificadas dando origen a fiálides con apariencia de tenedores. Conidios hialinos	<i>Penicillium sp.</i>
CENTRO	19	Colonia de 4,2 cm de diámetro, color al anverso y al reverso blanco, surcos, textura algodonosa	Hifas hialinas con métulas ramificadas dando origen a fiálides con apariencia de tenedores. Conidios hialinos	<i>Penicillium sp.</i>
	20	Colonia de 4 cm de diámetro, color al anverso amarillos, al reverso beige, surcos y círculos concéntricos, textura pulverulenta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	21	Colonia de 3 cm de diámetro, color al anverso y al reverso rojo, pigmentos difusibles, plegada y textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	22	Colonia de 3,5 cm de diámetro, color al anverso café con bordes blancos, al reverso beige; surcos y círculos concéntricos, textura pulverulenta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	23	Colonia de 2,5 cm de diámetro, color al anverso gris dematiácea, al reverso café, textura algodonosa	Presencia de formas globosas	Sin identificar

	24	Colonia de 7,5 cm de diámetro, color al anverso naranja, al reverso amarillo; plegada hacia el centro, textura algodonosa	Vesícula hemiesferica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
ORIENTE	25	Colonia de 5,5 cm de diámetro, dematiácea, color al reverso beige, surcos y círculos concéntricos, textura pulverulenta	Vesícula grande y globosa, de paredes gruesas y pigmentadas. Las métulas y fiálides cubren la vesícula, conidias pigmentadas, globosas y equinuladas	<i>Aspergillus niger</i>
	26	Colonia de 5 cm de diámetro, color al anverso amarillo verdoso, al reverso beige, círculos concéntricos, textura pulverulenta	Vesícula hemiesferica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
	27	Colonia de 6,8 cm de diámetro, color al anverso café con hifas aéreas, reverso beige, surcos y textura pulverulenta	Vesículas globosas, presencia de métulas y fiálides de igual tamaño, las conidias son lisas, esféricas y unicelulares	<i>Aspergillus flavus</i>
	28	Colonia de 3,8 cm de diámetro, color al anverso crema, al reverso café, surcos, textura aterciopelada	Hifas hialinas, delgadas y septadas, del cual se originan las fiálides erectas y en forma de botella; conidias esféricas y hialinas que se agrupan en el ápice de la fiálide	<i>Trichoderma sp.</i>
	29	Colonia de 5,8 cm de diámetro, color al anverso amarillo verdoso y al reverso café claro, plegada hacia el centro, textura pulverulenta	Vesícula hemiesferica, vesículas en forma de botellas. Conidias unicelulares, globosas	<i>Aspergillus fumigatus</i>
	30	Colonia de 3 cm de diámetro, color al anverso verde azulado, al reverso beige, surcos y plegada hacia el centro, pigmentos difusible, textura aterciopelada	Hifas hialinas con métulas ramificadas dando origen a fiálides con apariencia de tenedores. Conidios hialinos	<i>Penicillium sp.</i>

	31	Colonia de 3,5 cm de diámetro, color al anverso y al reverso negro, pigmento difusible, plegada hacia el centro, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	32	Colonia de 3,5 cm de diámetro, color al anverso rosado, al reverso beige, surcos y círculos concéntricos, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas, con estructuras engrosadas y de pigmentación oscura a lo largo de la hifa	<i>Aureobasidium sp.</i>
	33	Colonia de 7 cm de diámetro, color al anverso gris dematiácea, al reverso amarillo, surcos, textura polvorienta	Vesícula grande y globosa, de paredes gruesas y pigmentadas. Las métulas y fiálides cubren la vesícula, conidias pigmentadas, globosas y equinuladas	<i>Aspergillus niger</i>
RÍO MAGDALENA	34	Colonia de 4 cm de diámetro, color al anverso blanco, al reverso beige, plegada hacia el centro, textura algodonosa	Micelio septado se fracciona en artroconidias unicelulares, hialinas	<i>Geotrichum sp.</i>
	35	Colonia de 2,5 cm de diámetro, color al anverso naranja, al reverso café, plegada hacia el centro, textura aterciopelada	Hifa hialina y septada. Conidias hialinas, unicelulares, lisas, globosas, presentes a lo largo de la hifa,	<i>Chrysosporium sp.</i>
	36	Colonia de 2 cm de diámetro, color al anverso rosado, al reverso naranja, plegada, textura aterciopelada	Hifas hialinas y septadas a manera de artroconidias, con el centro pigmentado	Sin identificar

Anexo E Registro fotográfico

Figura 46. Preparación de agares

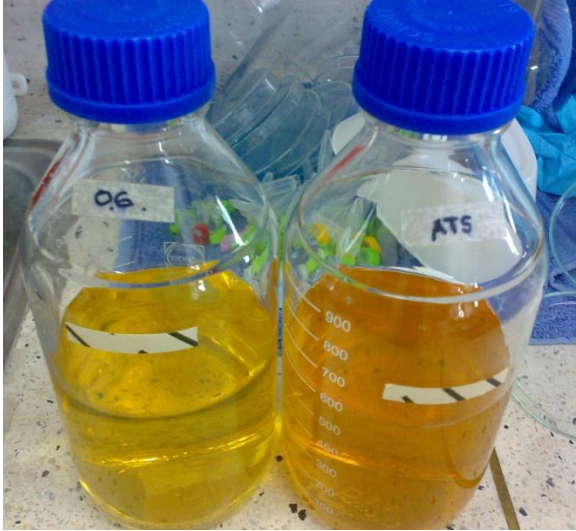


Figura 47. Autoclave



Figura 48. Incubadoras



Figura 49. Envasado de agar en los cassettes y recuento de colonias

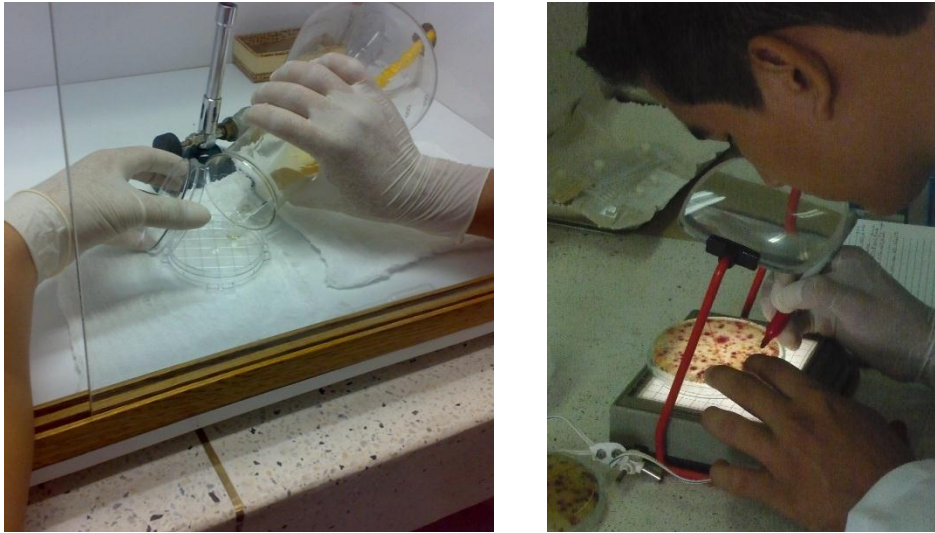


Figura 50. Equipo M air T de Millipore con cassettes



Figura 51. Cajas de Petri y Cassettes con crecimiento microbiano

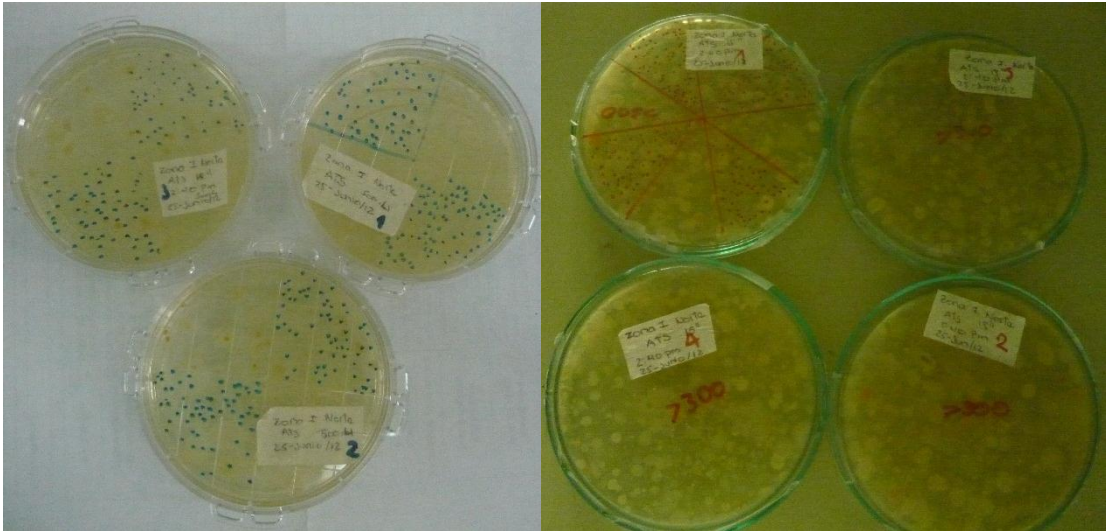


Figura 52. Técnica de Tinción de Gram

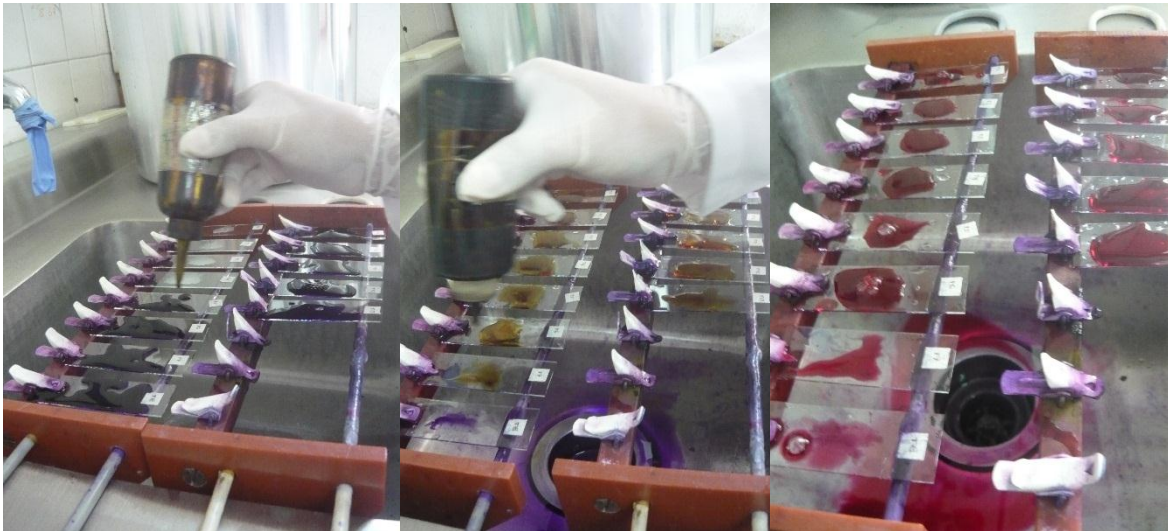


Figura 53. Aislamiento de morfotipos



Figura 54. Toma de muestras

