	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 1 de 9</b>

16.

<b>FECHA</b>	viernes, 21 de septiembre de 2018
--------------	-----------------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Seccional Girardot
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
<b>FACULTAD</b>	Ciencias Agropecuarias
<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Ingeniería Ambiental

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Bocanegra Silva	Julieth Tatiana	1105688502
Olaya Alturo	Marilyn Fernanda	1110579622

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Suarez Pulido	Dalia Xiomara

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

**TÍTULO DEL DOCUMENTO**

Aislamiento y Caracterización de Microorganismos Presentes en la Matriz Aire de la Universidad de Cundinamarca Seccional Girardot

**SUBTÍTULO**

(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

**TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO**

21/09/2018

**NÚMERO DE PÁGINAS**

106

**DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS**  
(Usar 6 descriptores o palabras claves)

ESPAÑOL	INGLÉS
1. Contaminación biológica	biological contamination
2. Microorganismos	microorganisms
3. estadística descriptiva	descriptive statistics
4. caracterización	Characterization
5. impacto ambiental	environmental impact
6. calidad del aire	air quality

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*





<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 3 de 9</b>

### RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS


(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

En Colombia, el monitoreo y control de la contaminación atmosférica ha tomado día a día mayor relevancia, debido a que, según cifras de la Organización Mundial de la Salud, una de cada ocho muertes ocurridas a nivel mundial, es ocasionada por la contaminación de este recurso. A nivel nacional, el Departamento Nacional de Planeación estimó que, durante el año 2015, los efectos de este fenómeno estuvieron asociados a 10.527 muertes y 67,8 millones de síntomas y enfermedades (IDEAM, s.f.)

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó la caracterización microbiológica en el matriz aire en la Universidad de Cundinamarca (UDEC) Seccional Girardot, implementando la técnica de sedimentación en Agar Nutritivo y Potato Dextrose para bacterias y hongos respectivamente. Los muestreos fueron realizados el 11 de Mayo y 6 de Junio, en diez puntos ubicados en las zonas de mayor confluencia de población; cafeterías, baños, plazoleta, salones, parqueadero, auditorio, cancha de futbol, biblioteca y bloque administrativo. Para la caracterización microscópica de bacterias se usó la tinción de Gram y para hongos se utilizó solución salina, lo cual permitió identificar características morfológicas propias de cada microorganismo. Se precisaron las tres colonias de bacterias más frecuentes observadas en los muestreos y se caracterizaron a través de pruebas bioquímicas que reportaron la presencia de especies como; *Sphingomonas paucimobilis*, *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus*. En el caso de los hongos los

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL	VIGENCIA: 2017-11-16
	REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 4 de 9

géneros encontrados con mayor frecuencia fueron *Aspergillus sp*, *Penicillium sp* y *Rhizopus sp*.

Por último, se plantearon alternativas de manejo que buscan mitigar la contaminación causada por los microorganismos determinando la calidad microbiológica del aire.

### Abstract

In Colombia, the monitoring and control of atmospheric pollution has taken greater relevance every day, because, according to figures from the World Health Organization, one out of every eight deaths worldwide is caused by the pollution of this resource. At the national level, the National Planning Department estimated that, during 2015, the effects of this phenomenon were associated with 10,527 deaths and 67.8 million symptoms and diseases (IDEAM, s.f.)

Taking into account the above, the microbiological characterization was performed in the air matrix at the University of Cundinamarca (UDEC) Girardot Section, implementing the technique of sedimentation in Nutritive Agar and Potato Dextrose for bacteria and fungi respectively. The samplings were made on May 11 and June 6, in ten points located in the areas of greatest population confluence; cafeterias, bathrooms, square, halls, parking, auditorium, soccer field, library and administrative block. For the microscopic characterization of bacteria Gram stain was used and for saline fungi was used, which allowed to identify morphological characteristics of each microorganism. The three most frequent colonies of bacteria observed in the samplings were determined and characterized through biochemical





tests that reported the presence of species such as; *Sphingomonas paucimobilis*, *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus*. In the case of fungi, the genera most frequently found were *Aspergillus sp*, *Penicillium sp* and *Rhizopus sp*.

Finally, management alternatives were proposed that seek to mitigate the contamination caused by microorganisms by determining the microbiological quality of the air

### AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	x	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	x	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	x	





<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 6 de 9</b>

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2





<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 7 de 9</b>

investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.  
**SI \_\_\_ NO \_x\_.**  
En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.


#### LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.
- e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 9 de 9

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
Bocanegra Silva Julieth Tatiana	Julieth B. Silva
Olaya Alturo Marilyn Fernanda	

21.1.50

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



**Aislamiento y Caracterización de Microorganismos Presentes en la Matriz  
Aire de la Universidad de Cundinamarca Seccional Girardot**

Julieth Tatiana Bocanegra Silva & Marilyn Fernanda Olaya Alturo  
Agosto 2018.

Universidad de Cundinamarca.  
Cundinamarca  
Trabajo de Grado

**Aislamiento y Caracterización de Microorganismos Presentes en la Matriz<sup>ii</sup>  
Aire de la Universidad de Cundinamarca Seccional Girardot**

Dirigido por:  
Dalia Xiomara Suarez Pulido

Julieth Tatiana Bocanegra Silva & Marilyn Fernanda Olaya Alturo  
Agosto 2018.

Universidad de Cundinamarca.  
Cundinamarca  
Trabajo de Grado





Quiero dedicar este logro a Dios por las bendiciones recibidas. A mis padres por ser mi polo a tierra y creer siempre en mis capacidades. Sin su amor, dedicación y gran esfuerzo nada de esto habría sido posible. A mis sobrinos que son mi motivación y alegría.

**Julieth Tatiana Bocanegra Silva**

Quiero dedicar este logro a las personas más importantes de mi vida, a Dios en primer lugar por cada bendición recibida en este largo caminar, a mis padres y en especial a mi madre por estar conmigo desde el inicio de este sueño y evitarme necesidades a costa de su bienestar, es una luchadora por eso este logro y los que vendrán son por ti, a mi hermana y a mis sobrinos porque cada uno de ellos son un rayito de luz en mi vida y me motivan a seguir cumpliendo mis metas.

**Marilyn Fernanda Olaya Alturo**



## **Agradecimientos**

v

Le expresamos nuestro agradecimiento a la docente Dalia Suarez Pulido por ser nuestra directora, guía y apoyo en el desarrollo de esta investigación. A la docente Andrea Meneses quien con sus conocimientos nos motivó e inspiró a iniciar este proyecto. A todas las demás personas involucradas que contribuyeron al cumplimiento de este sueño.

En Colombia, el monitoreo y control de la contaminación atmosférica ha tomado día a día mayor relevancia, debido a que, según cifras de la Organización Mundial de la Salud, una de cada ocho muertes ocurridas a nivel mundial, es ocasionada por la contaminación de este recurso. A nivel nacional, el Departamento Nacional de Planeación estimó que, durante el año 2015, los efectos de este fenómeno estuvieron asociados a 10.527 muertes y 67,8 millones de síntomas y enfermedades (IDEAM, s.f.)

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó la caracterización microbiológica en el matriz aire en la Universidad de Cundinamarca (UDEC) Seccional Girardot, implementando la técnica de sedimentación en Agar Nutritivo y Potato Dextrose para bacterias y hongos respectivamente. Los muestreos fueron realizados el 11 de Mayo y 6 de Junio, en diez puntos ubicados en las zonas de mayor confluencia de población; cafeterías, baños, plazoleta, salones, parqueadero, auditorio, cancha de futbol, biblioteca y bloque administrativo. Para la caracterización microscópica de bacterias se usó la tinción de Gram y para hongos se utilizó solución salina, lo cual permitió identificar características morfológicas propias de cada microorganismo. Se precisaron las tres colonias de bacterias más frecuentes observadas en los muestreos y se caracterizaron a través de pruebas bioquímicas que reportaron la presencia de especies como; *Sphingomonas paucimobilis*, *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus*. En el caso de los hongos los géneros encontrados con mayor frecuencia fueron *Aspergillus sp*, *Penicillium sp* y *Rhizopus sp*.

Por último, se plantearon alternativas de manejo que buscan mitigar la contaminación causada por los microorganismos determinando la calidad microbiológica del aire.

**Palabras clave:** Caracterización, calidad del aire, microorganismos, impacto ambiental, contaminación biológica, estadística descriptiva.

In Colombia, the monitoring and control of atmospheric pollution has taken greater relevance every day, because, according to figures from the World Health Organization, one out of every eight deaths worldwide is caused by the pollution of this resource. At the national level, the National Planning Department estimated that, during 2015, the effects of this phenomenon were associated with 10,527 deaths and 67.8 million symptoms and diseases (IDEAM, s.f.)

Taking into account the above, the microbiological characterization was performed in the air matrix at the University of Cundinamarca (UDEC) Girardot Section, implementing the technique of sedimentation in Nutritive Agar and Potato Dextrose for bacteria and fungi respectively. The samplings were made on May 11 and June 6, in ten points located in the areas of greatest population confluence; cafeterias, bathrooms, square, halls, parking, auditorium, soccer field, library and administrative block. For the microscopic characterization of bacteria Gram stain was used and for saline fungi was used, which allowed to identify morphological characteristics of each microorganism. The three most frequent colonies of bacteria observed in the samplings were determined and characterized through biochemical tests that reported the presence of species such as; *Sphingomonas paucimobilis*, *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus*. In the case of fungi, the genera most frequently found were *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp and *Rhizopus* sp.

Finally, management alternatives were proposed that seek to mitigate the contamination caused by microorganisms by determining the microbiological quality of the air.

**Key words:** Characterization, air quality, microorganisms, environmental impact, biological contamination, descriptive statistics.



## TABLA DE CONTENIDO

viii

Introducción .....	1
1. Planteamiento del problema.....	3
2. Justificación .....	4
3. Objetivos.....	6
3.1 Objetivo general.....	6
3.2 Objetivos específicos .....	6
4. Marco referencial .....	7
Origen de los microorganismos .....	7
Microorganismos presentes en el aire.....	8
Enfermedades relacionadas con la contaminación aérea.....	9
5. Marco conceptual.....	11
6. Marco legal .....	12
7. Metodología .....	14
Área de estudio .....	14
Fase de campo.....	14
Fase de laboratorio.....	16
Aislamiento y visualización.....	16
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	19
Calidad microbiológica del aire .....	19
Bacterias.....	19
Hongos .....	25
Caracterización macroscópica y microscópica de bacterias .....	31
6.4 Caracterización macroscópica y microscópica de hongos.....	43
Impactos y riesgos a la salud humana asociados a la presencia de las comunidades microbianas en el campus.....	53
Lista de chequeo .....	53
Bacterias.....	62
Hongos .....	65
Características bioquímicas y enfermedades relacionadas .....	66
Análisis y descripción de encuestas.....	70
Alternativas de manejo a la contaminación ambiental por agentes microbianos. ....	75
7. Conclusiones.....	80
8. Recomendaciones .....	82
Lista de referencias .....	83
Anexos .....	87

## LISTA DE TABLAS

ix

Tabla 1: Toma de muestras en los puntos establecidos.....	15
Tabla 2: Clasificación de Yadav y Madelin.....	19
Tabla 3: Porcentaje de aparición de bacterias aisladas en primer muestreo - según Yadav y Madelin.....	21
Tabla 4: Porcentaje de aparición de bacterias aisladas en Segundo muestreo - según Yadav y Madelin.....	22
Tabla 5: UFC Según el género – clasificación muestreo 1.....	26
Tabla 6: UFC según género - Clasificación Replica.....	27
Tabla 7: Concentración Microbiana del aire.....	30
Tabla 8: Caja N°1 y Replica – Biblioteca.....	33
Tabla 9: Caja N°2 y Replica – Cafetería 1.....	34
Tabla 10: Caja N°3 y Replica – Cafetería 2.....	35
Tabla 11: Caja N°4 y Replica - Auditorio.....	36
Tabla 12: Caja N°5 y Replica - Parqueadero.....	37
Tabla 13: Caja N°6 y Replica - Cancha de futbol.....	38
Tabla 14: Caja N°7 y Replica – Baño.....	39
Tabla 15: Caja 8 y Replica - Salón.....	40
Tabla 16: Caja N°9 Y Replica - Bloque administrativo.....	41
Tabla 17: Caja N°10 y Replica – Plazoleta.....	42
Tabla 18: Caja N°1 y Replica – Biblioteca.....	44
Tabla 19: Cajas N°2- 3 Replica – Cafetería 1 y 2.....	44
Tabla 20: Caja N°4 y Replica – Auditorio.....	46
Tabla 21: Caja N°5 y Replica – Parqueadero.....	47
Tabla 22: Caja N°6 y Replica – Cancha de futbol.....	48
Tabla 23: Caja N°7 y Replica – Baño.....	49
Tabla 24: Caja N°8 y Replica - Salón.....	50
Tabla 25: Caja N°9 y Replica – Bloque administrativo.....	51
Tabla 26: Caja N° 10 y Replica - Plazoleta.....	52
Tabla 27: Pruebas Bioquímicas.....	67
Tabla 28: Pregunta N°1 - Encuesta UDEC.....	70
Tabla 29: Zonas de la Universidad más frecuentadas.....	74

## LISTA DE FIGURAS

x

Figura 1: Mapa – Zonas de muestreo .....	15
Figura 2: Enfermedades que los encuestados relacionan con microorganismos en el ambiente .....	71
Figura 3: Frecuencia de afectación – Pregunta N°4.....	72
Figura 4: Riesgo de enfermedad relacionado con meses del año – Pregunta N°5 .....	73

## LISTA DE ANEXOS

xi

Anexo 1 Primer muestreo Bacterias .....	87
Anexo 2 Segundo muestreo Bacterias .....	87
Anexo 3 Pesaje del medio de cultivo .....	88
Anexo 4 Coloración de Gram .....	88
Anexo 5 Laminillas con Tinción.....	89
Anexo 6 Medio de cultivo – Agar Nutritivo.....	89
Anexo 7 Bacterias macroscópicas .....	90
Anexo 8 Hongos macroscópicos.....	90
Anexo 9 Prueba de esterilidad .....	91
Anexo 10 Bacterias aisladas .....	91
Anexo 11 Hongos observados objetivo x10 .....	92
Anexo 12 Hongos objetivo x10 .....	92
Anexo 13 Bacteria Gram positiva.....	93
Anexo 14 Bacterias Gram negativas.....	93
Anexo 15 Rhizopus sp - Microscópicos .....	94
Anexo 16 Hongo en objetivo x10.....	94

## Introducción

La contaminación del aire proviene de las emisiones naturales o antropogénicas como por ejemplo gases y material particulado (PM10 y PM2.5), sin embargo, también es considerada como contaminación, la presencia de agentes biológicos o microorganismos patógenos que incidan en el desarrollo de enfermedades respiratorias (Pallares C. O., 2006)

Actualmente la contaminación atmosférica es uno de los puntos en los que se enfoca la ciencia, siendo cada vez más frecuente las menciones acerca del importante papel que desempeñan los contaminantes químicos sobre los seres vivos y la calidad de vida de las poblaciones. Sin embargo, no se debe olvidar la influencia con la que actúan los agentes biológicos como los hongos y bacterias, los cuales no son perceptibles a simple vista y constantemente se diseminan por el aire. Según (De La Rosa et al., 2002) “Los movimientos del aire y de los seres vivos son los que sitúan a los microorganismos en la atmósfera” Por lo tanto, los hongos y bacterias presentes en el aire al interior de las edificaciones (casas, escuelas, hospitales, centros educativos) provienen del polvo y corrientes de aire que ingresan del exterior. El grado de contaminación microbiana está influenciado por factores como la frecuencia de ventilación, el flujo y cantidad de personas presentes en el espacio, el tipo de actividades que se realizan dentro de la locación, la humedad, la temperatura entre otros Miquel y Camber (De La Rosa et al., 2002). En ambientes cerrados, aumenta el riesgo de proliferación de estos agentes microbianos y por lo tanto los riesgos a la salud humana. Según la OMS (2018) siete millones de muertes al año son producto de la contaminación atmosférica, 3,3 millones



están vinculadas con contaminación del aire de interiores de las cuales el 34% está relacionado con enfermedades respiratorias. La ubicación de los puntos de muestreo se determinó teniendo en cuenta que el crecimiento de los agentes biológicos se ve influenciado directamente por algunas características y condiciones de la infraestructura como zonas con alto porcentaje de humedad producto de filtraciones, áreas con aguas estancadas y mal drenadas y pinturas porosas (Labarrere, 2003).

En el proyecto se realizó la caracterización de las bacterias y hongos que se transportan y encuentran en el matriz aire del campus universitario de la seccional Girardot, obteniendo un listado base para la propuesta de alternativas de solución.

## 1. Planteamiento del problema

Según (Labarrere, 2003) se han identificado microorganismos en el aire, que pueden incidir en la salud de una población, abordando así el campo de la aerobiología, donde las bacterias, virus y hongos que son contaminantes biológicos del aire, generan un aumento de enfermedades respiratorias en los humanos. Colombia no tiene establecida una legislación que determine límites para presencia de microorganismos presentes en el ambiente, sin embargo, se han realizado investigaciones donde los resultados denotan la presencia de microorganismos que de alguna forma afectan la salud humana y deterioran la calidad biológica del aire. Dos ejemplos de esto son; una investigación realizada en el Valle de Aburra (Tiempo, 2017) y una evaluación de la contaminación del aire por microorganismos en la localidad de Puente Aranda (Pallares A. M., 2006). En la primera analizaron los filtros de estaciones de monitoreo de la calidad del aire, en los que se encontraron en mayor abundancia hongos del genero *Fusarium*, *Aspergillus sp* y *Penicillium sp*, exacerbando enfermedades como el asma e infecciones cutáneas; Así mismo, en la localidad de Puente Aranda, se identificaron 50 especies de bacterias, de las cuales, dos corresponden a especies mencionadas en la literatura como especies patógenas que afectan las vías respiratorias, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*. La principal problemática identificada en la Universidad Cundinamarca es que carece de información acerca de las condiciones microbiológicas, a las que a su vez se encuentran expuestas las personas que la frecuentan. En consecuencia, la Universidad no implementa medidas de manejo y bioseguridad adecuadas para prevenir y mitigar

enfermedades respiratorias y cutáneas en los estudiantes y mejorar la calidad biológica del aire.

## **2. Justificación**

El aire es considerado como un medio de transporte para microorganismos, por lo tanto, los seres humanos se encuentran en constante exposición a agentes microbianos que pueden llegar a influir en el desarrollo de las actividades diarias, al afectar la salud y la seguridad de los individuos e inducir el deterioro de la infraestructura en espacios abiertos y cerrados (Romero, 2016). Según (De La Rosa et al., 2002) a lo largo de su vida una persona, respira varios millones de m<sup>3</sup> de aire, gran parte del cual contiene microorganismos. Se calcula que se inhalan al día en promedio diez mil microorganismos y aunque el hombre cuenta con mecanismos de protección para impedir que entren al aparato respiratorio, el control resulta difícil porque los individuos normalmente siguen realizando sus actividades cotidianas, es por esto que, el control de la carga microbiana se convirtió en una clave importante para definir el calidad ambiental de los medios que rodean poblaciones humanas expuestas al aire interior durante sus actividades diarias.

El flujo constante de personas que frecuentan la universidad influye en la diseminación y transporte de microorganismos capaces de permanecer en superficies inanimadas provenientes de diferentes zonas relacionadas a las actividades realizadas fuera del campus, como es el caso de los estudiantes y docentes de enfermería que permanecen expuestos a ambientes hospitalarios la mayor parte del día. El estudio realizado por Margarido, Villas, Smith, Cristiane y Brito (2015) de la Universidad de Buenos Aires a las batas de laboratorio de estudiantes de enfermería que se encontraban

realizando prácticas hospitalarias, demostró que las batas utilizadas en las actividades asistenciales, son contaminadas por cepas resistentes a antibióticos y causantes potenciales de afecciones a la salud. A lo anterior, se suman los ambientes óptimos para la fácil proliferación de microorganismos que tiene la Universidad como temperaturas que oscilan entre los 26° y 32°c y una humedad relativa promedio de 65% así como superficies que cuentan con las condiciones requeridas de infraestructura, ventilación y espacio. La importancia de esta investigación radica en dos aspectos, el primero es la caracterización que permitió identificar cuatro géneros de bacterias de importancia clínica, así como los géneros de hongos más frecuentes causantes de alergias, infecciones y otras anomalías en la salud; y el segundo, las alternativas de solución y fichas generadas a partir de la identificación de impactos realizada, todo esto logrando determinar finalmente la calidad microbiológica del aire al en la Universidad.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Determinar la calidad microbiológica del aire en el campus de la universidad de Cundinamarca de acuerdo al componente bacteriano y fúngico presente.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar bajo los parámetros de forma, agrupación y tinción de Gram las bacterias presentes en el matriz aire de la universidad de Cundinamarca
- Determinar la presencia y diversidad de hongos hasta nivel taxonómico de género en el campus de la UDEC.
- Describir los impactos y riesgos a la salud humana asociados a la presencia de las comunidades microbianas en el campus.
- Proponer alternativas de manejo a la contaminación ambiental por agentes microbianos.

#### **4. Marco referencial**

Los planteamientos del marco teórico buscan por un lado contextualizar los efectos e impactos de la presencia de los agentes microbianos y fúngicos en los diferentes componentes, en este caso específico, la matriz aire. De acuerdo con el decreto 2811 de 1974 se entiende por contaminación la alteración del ambiente con sustancias o formas de energía puestas en él, por actividad humana o de la naturaleza, en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar la calidad del ambiente de los recursos de la nación o de los particulares.

##### **Origen de los microorganismos**

En el aire hay microorganismos, que viven, se alimentan y se reproducen permanentemente en él. Muchos microorganismos, procedentes del suelo, agua y seres vivos que ocupan este ambiente, provienen de los fuertes movimientos del aire y de los seres vivos, así como de las plantas, que los lanzan en sus movimientos de dehiscencia y diseminación (polen, esporas) y los animales en los actos respiratorios normales y anormales (estornudos, gotas de Pflügge). A menudo, tanto las esporas como los microorganismos vegetativos entran en la atmósfera como bioaerosoles, que pueden formarse por muchas causas: lluvia, movimiento del agua en los ríos y mar, tratamiento de aguas residuales, aspersores de riego, aire acondicionado o secreciones respiratorias del hombre y de los animales. Ésta última es muy importante en la dispersión de bacterias



patógenas y virus animales. Los microorganismos también pueden encontrarse en el aire sobre partículas de polvo o en el suelo (Bartha, 2002)

### **Microorganismos presentes en el aire**

“El aire no posee microorganismos propios, pero se conoce que éstos son capaces de crear estructuras especializadas que les ha permitido resistir y sobrevivir en este medio. Son capaces de dispersarse en ambientes exteriores e interiores gracias a las corrientes de aire, las cuales se encargan de recoger los microorganismos presentes en otros ambientes naturales como el suelo, el agua, las plantas y la microbiota 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”. (Carlos A. Méndez-Puentes, U. Nacional de Colombia, 2015). “La mayoría de las enfermedades bacterianas transmitidas por el aire son producidas por bacterias Gram positivas, que afectan el tracto respiratorio y de él pueden pasar al torrente sanguíneo y a otros órganos” (De La Rosa et al., 2002)

Por tal motivo en los últimos años, se ha evidenciado que los agentes microbianos y fúngicos presentes en el aire, representan un factor principal de estudio al ser considerados un problema de salud pública que no solo causa afectaciones a la salud, sino que también contribuye a la contaminación y deterioro de edificaciones. Según (Burrell, 1991) los principales agentes biológicos presentes en el aire proceden de diferentes orígenes, como por ejemplo de fuentes no humanas en las que se han caracterizado los agentes mencionados a continuación; *Bacillus anthracis*, *Histoplasma capsulatum*,

*Coxsiella butnetti*, *Chlamydia psittici*. Además, también es posible encontrar alérgenos comunes de hongos como; *Penicillium sp*, *Aspergillus sp*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Stemphiliu*, *Epicpccum*, *Trichoderma*, *Pullularia*, *Ganoderma*, *Curvularia*.

### **Enfermedades relacionadas con la contaminación aérea.**

En el medio se encuentran innumerables partículas y microorganismos que pueden tener un efecto directo o indirecto sobre los seres vivos. La constante exposición a cargas microbianas conlleva a padecer distintas enfermedades en su mayoría de tipo respiratorio, tales como; la Micotoxicosis Pulmonaria, la Neumonitis Hipersensible y el Síndrome del Edificio Húmedo. Según (nontumor, 2011) La Micotoxicosis es una enfermedad respiratoria febril aguda asociada a la exposición a altos niveles de cargas fúngicas.

La neumonitis hipersensible también conocida como alveolitis alérgica, se debe a la exposición a bacterias termófilas aerobias, mohos, productos bacterianos, amibas y algunos químicos. El tamaño de las partículas microbianas facilita su albergue en los alveolos pulmonares. (Cebollero P, s.f.)

El síndrome de edificio enfermo (SEE) está asociado a la exposición prolongada a edificios dañados por el agua, por lo que podría también hacer parte del SEE en un ambiente laboral. La exposición recurrente del individuo al edificio húmedo, empeora los síntomas, sin embargo, solo una porción de la población expuesta los desarrolla. Los criterios en cuanto a la sintomatología del síndrome no se encuentran bien definidos, en general se incluyen síntomas como fiebre, mialgia, tos y dolores de cabeza. (Wolkoff P, Kjærgaard S.2007) P.P 50-7. “Las enfermedades respiratorias asociadas a la exposición a

bioaerosoles, más frecuentes, son las alérgicas, en especial el asma y la rinitis; siendo las esporas fúngicas de los géneros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Botrytis*, *Epicoccum*, *Stemphylium* y *Torula*, así como los *Basidiomycetes* (*Ganoderma*, *Puccinia*, *Ustilago* y *Coprinus*) y los *Ascomycetes* (*Leptosphaeria*, *Chaetomium* y *Erysiphe*) las que causan dichas enfermedades” (Ríos Yuil JM. 2011).P.P 28-42

Los hongos también producen enfermedades infecciosas, por ejemplo, varias especies del género *Aspergillus sp* están asociadas con enfermedades como la Aspergilosis Pulmonar Cavitaria Crónica (APCC), el aspergiloma, la rinosinusitis, el aspergiloma sinusal, queratitis fúngica, infecciones cutáneas, endocarditis y pericarditis, infección del sistema nervioso central e infección osteoarticular, entre otras. (JM., 2011)

Por otro lado, son diversos los factores que influyen en el albergue de contaminantes de tipo microbiano del aire al interior de edificaciones no industrializadas, la mayoría de ellos debido a actividades antropocéntricas, materiales de construcción, humedad relativa por encima del 60 % y carencia de programas planificados de evaluación y control de contaminantes (Daza, 2015). Según (Burrell, 1991) Las infecciones respiratorias más comunes producidas por microorganismos del aire son; Criptococosis producida por *la Cryptococcus neoformans*, disentería amebiana por *Acanthamoeba spp* entre otras.

### **Metodologías para identificación de impactos ambientales**

La metodología debe ser interdisciplinaria, flexibles, ofrecer evidencias de su actualización en base a los resultados obtenidos y efectuar el análisis global del ambiente y sus factores (Mijangos Ricardez & Lopes luna, 2013). La aplicación de metodologías de impacto ambiental permiten evaluar el proyecto desde su concepción hasta el

abandono del mismo, el diseño e implementación del Plan de Manejo durante la ejecución de la actividad y su correspondiente sistema de monitoreo. (Conesa, 1993)

### **Lista de chequeo como metodología para identificación de impactos ambientales**

Este método consiste en una lista ordenada de factores ambientales que son potencialmente afectados por una acción humana. Su principal utilidad es identificar las posibles consecuencias ligadas a la acción propuesta, asegurando en una primera etapa de la EIA que ninguna alteración relevante sea omitida (Conesa, 1993). Las ventajas de las listas de chequeo están dadas por su utilidad para estructurar las etapas iniciales de una EIA, ser un instrumento que apoye la definición de los impactos significativos de un proyecto, asegurar que ningún factor esencial sea omitido del análisis, y comparar fácilmente diversas alternativas del proyecto (Espinoza, 2002).

## **5. Marco conceptual**

**Agar nutritivo:** Medio de cultivo utilizado para propósitos generales, para el aislamiento de microorganismos poco exigentes en lo que se refiere a requerimientos nutritivos. Su uso está descrito en muchos procedimientos para el análisis de alimentos, aguas y otros materiales de importancia sanitaria.

**Agar Potato Dextroce:** El Agar Papa Dextrosa (Potato Dextroce Agar, PDA, por sus siglas en inglés) es un medio de propósito general para levaduras y mohos que puede ser suplementado con ácidos o antibióticos para inhibir el crecimiento bacteriano.

**Bioaerosoles:** Son partículas de tamaño microscópico suspendidas en el aire, bien de origen biológico o que puedan afectar a los seres humanos causándoles algún tipo de

alergia, toxicidad o infección. Los bioaerosoles pueden estar constituidos por virus, bacterias, esporas, polen y en general cualquier resto de microorganismos con un diámetro aerodinámico comprendido entre 0.5 y 100  $\mu\text{m}$  (Wathes, 1995)

**Impacto ambiental:** Cambio en el medio ambiente ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

**Lista de chequeo:** Considerada como una matriz de interacción, sirve para elaborar un primer diagnóstico ambiental permitiendo la identificación de impactos, comparando las diferentes alternativas e identificando las relaciones causales directas que pueden ser aditivas o sinérgicas.

**Medio ambiente:** Entorno que incluye componentes como el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones.

**Unidad formadora de colonia:** (UFC) Es una medición de cantidades de bacterias, en medida de números de bacterias y población saprofita formadora de colonias que pudiera existir.

## 6. Marco legal

A pesar que Colombia no cuenta con una ley enfocada específicamente en la calidad microbiológica del aire, los límites y condiciones aptas para garantizar la salud humana a continuación se hace un recuento de la normativa y los apartados que aplican para efectos de esta investigación.

Ley 9 de 1979 correspondiente al código sanitario, que en su artículo 1 imparte “*las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones*



*necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana; Los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.”* Así como en el artículo 101° establece *“En todos los lugares de trabajo se adoptarán las medidas necesarias para evitar la presencia de agentes químicos y biológicos en el aire con concentraciones, cantidades o niveles tales que representen riesgos para la salud y el bienestar de los trabajadores o de la población en general.”*

Ley 99 de 1993 por el cual se crea el ministerio de medio ambiente, en el Artículo 5 establece *“Coordinar, promover y orientar las acciones de investigación sobre el medio ambiente y los recursos naturales renovables, establecer el Sistema de Información Ambiental, y organizar el inventario de la biodiversidad y de los recursos genéticos nacionales; promover la investigación de modelos alternativos de desarrollo sostenible; ejercer la Secretaría Técnica y Administrativa del Consejo del Programa Nacional de Ciencias y del Medio Ambiente y el Hábitat.”*

Decreto ley 2811 de 1974 Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, que en la parte II de la atmósfera y el espacio aéreo; Artículo 73° *“Corresponde al Gobierno mantener la atmósfera en condiciones que no causen molestias o daños, o interfieran el desarrollo normal de la vida humana, animal o vegetal y de los recursos naturales renovables.”*

Decreto 948 de 1995, reglamento de protección y control de la calidad del aire, que en el capítulo II dicta *“Disposiciones generales sobre normas de calidad del aire niveles de*

*contaminación, emisiones contaminantes y de ruido.*” Decreto 1375 2013 por el cual se reglamentan las colecciones biológicas y en el artículo 3 “*clasificación de los agentes biológicos*” artículo 6 referente a “*reducción de los riesgos*”

Resolución 2154 de 2010 “*Por la cual se ajusta el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones*”

Resolución 2254 de 2017 “*por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones*”

## **7. Metodología**

### **Área de estudio**

La universidad de Cundinamarca se encuentra ubicada en carrera 19 #24 11-29 del municipio de Girardot Cundinamarca, Colombia, a una Altitud de 289 metros sobre el nivel del mar, registra una Temperatura promedio anual de 33.3° C y su Humedad Relativa es de 66.38% (Alcaldía de Girardot ). La infraestructura de la Universidad cuenta con un bloque administrativo, un auditorio y un bloque estudiantil, donde se encuentran ubicados los salones y en el centro la plazoleta, laboratorios de química y microbiología además de un laboratorio de aguas ubicado cerca a la cancha de futbol.

### **Fase de campo**

La recolección de muestras microbiológicas se realizó aislando los microorganismos mediante la técnica de sedimentación por gravedad (Arratia, 2014) en un medio de cultivo de Agar Nutritivo. Se realizó un registro de datos de temperatura y humedad

relativa para correlacionar las variables ambientales vs la comunidad bacteriana y de hongos.

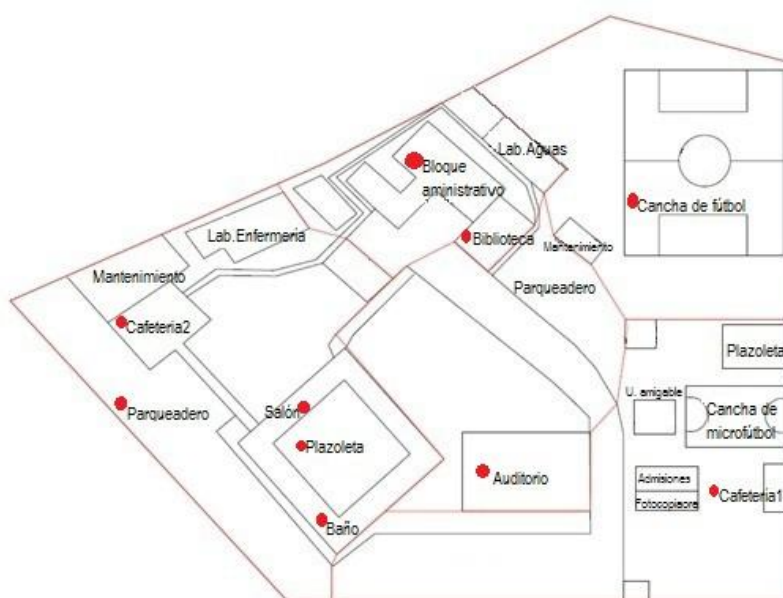
*Tabla 1: Toma de muestras en los puntos establecidos*

<i>Réplica</i>	<i>Fecha</i>	<i>Temperatura (C°)</i>	<i>Humedad Relativa (Hr%)</i>
1	Viernes/11 de mayo	30	55.20
2	Miércoles/06 de Junio	35	60

*Fuente: Propia de autor*

El procedimiento se ejecutó en diez puntos distribuidos en el Campus universitario correspondientes a: biblioteca, dos cafeterías, auditorio, cancha de futbol, parqueadero, baño, salón, bloque administrativo, laboratorio y plazoleta. Siendo los lugares más frecuentados de la Universidad y donde se desarrollan actividades constantemente (ver figura 1). Cada muestro fue realizado por triplicado.

*Figura 1: Mapa – Zonas de muestreo*



*Fuente: Propia de autor*

Los puntos rojos representan los sitios de muestro.

Se aplicó una encuesta para obtener información sobre las principales afecciones respiratorias que sufren los estudiantes, docentes y administrativos y su correlación con la presencia microorganismos. Para la estimación de la muestra se usó la ecuación estadística (aem, 2009) para proporciones poblacionales que tiene en cuenta el nivel de confianza y un margen de error del 10%, la cual arrojó un tamaño de muestra de 152 personas.

### **Fase de laboratorio**

Los medios de cultivo fueron preparados en el laboratorio de microbiología de la Universidad de Cundinamarca, se utilizó Agar nutritivo para el cultivo de bacterias y Potato Dextrose Agar en el caso de hongos. Teniendo en cuenta el número de puntos de muestreo, se calculó la cantidad de medio necesario para la preparación de las diez cajas que luego fueron sometidas a un proceso de esterilización en la autoclave. Además, se ejecutó una prueba de esterilidad, la cual consistió en tomar el 5% de cada lote de Agar para llevarlo a incubación a una temperatura de 37°C durante un periodo de 24 horas. Una vez efectuada esta prueba se observó ausencia de crecimiento de colonias lo que indicó la idoneidad del medio para realizar la toma de muestras.

### **Aislamiento y visualización**

El aislamiento de los microorganismos se realizó mediante la técnica de sedimentación, para lo cual se expuso el medio en los puntos establecidos durante 20

minutos, luego las muestras fueron llevadas al laboratorio donde se incubaron durante 48 horas a 37°C. Para la caracterización microscópica de bacterias, se tomó una porción de la colonia bacteriana y se dispuso sobre una gota de agua en el cubreobjetos, realizando un extendido y procurando lograr una mezcla homogénea. El extendido fue fijado con calor para que las células se adhirieran a la superficie. Posteriormente, se aplicó cristal violeta durante un minuto y luego se lavó, repitiendo este procedimiento con el Lugol. Se agregó alcohol acetona por 10 o 12 segundos y se realizó nuevamente el lavado. Por último, se aplicó Fuscina durante un minuto y se lavó dejando secar al aire libre. La muestra se observó al microscopio utilizando el objetivo 10X y posteriormente 100X. (Toloza, 2012). La caracterización macroscópica de las bacterias tuvo en cuenta el color, borde y elevación; mientras la microscópica permitió a través de la tinción de Gram identificar la forma, agrupación. (Toloza, 2012). Posterior a la tinción de Gram, se determinaron las cuatro colonias más frecuentes de las dos replicas. Estas fueron llevadas al hospital San Rafael del municipio de El Espinal donde se realizaron pruebas bioquímicas que definieron la especie y género al cual pertenecía.

Para visualizar los hongos se tomó una porción de la muestra sumergida en una gota de solución salina sobre el portaobjetos, haciendo una distribución homogénea, se cubrió con la laminilla y se observó al microscopio con el objetivo 10X.

Para la caracterización macroscópica se tuvo en cuenta el rango de 1 a 3 semanas de edad, y se describió el micelio según su situación (elevado, rasante o profundo), textura, coloración y pigmentos. (Soriano, 2002 ).



### **Análisis de los datos**

Los datos se reportan en tablas donde se describen las características macroscópicas y microscópicas de los microorganismos encontrados tanto bacterias como hongos, con el fin de determinar la tipología bacteriana y fúngica predominante en la Universidad. Se realizó un análisis relacionando el género con el punto de muestreo, las UFC, la humedad y la temperatura. Se identificó en las colonias la variedad de especies presentes utilizando la clasificación según Yadav y Madelin citado en (Villafañe, 2009 ), organizando los datos de acuerdo a una categoría de frecuencia que determina si una especie es muy común, común, frecuente, ocasional o raro. A los resultados obtenidos de la caracterización se calcularon valores de media, varianza, desviación y % coeficiente de varianza y luego se aplicó la prueba de Kruskal Wallis (Diaz & Fernandez, 2007) para datos no paramétricos. Se empleó una lista de chequeo para la identificación de impactos asociados a la presencia de microorganismos en el ambiente basada en (Ambiente, 2013), donde se determinó el nivel de impacto (Alto, medio, bajo) en cada punto de muestreo. Para los impactos altos se realizaron fichas de manejo, además de acuerdo a los resultados de las pruebas bioquímicas y la caracterización microscópica se planteó alternativas de manejo para mitigar la contaminación causada por los microorganismos encontrados. El resultado de la encuesta fue tabulado y analizado utilizando estadística descriptiva básica.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Calidad microbiológica del aire

Para determinar la calidad del aire se realizó un análisis de frecuencias en cada uno de los puntos de muestreo teniendo en cuenta la clasificación de Yadav y Madelin citado en (Villafañe, 2009 ) que se muestra a continuación. Esta metodología permite evaluar los microorganismos de acuerdo al número de UFC encontrados por caja y a partir de dicho porcentaje categorizar en cinco grupos como se observa en la tabla 2.

*Tabla 2: Clasificación de Yadav y Madelin*

	Muy común	81-100%
	Común	61-80%
	Frecuente	41-60%
	Ocasional	21-40%
	Raro	0,1-20%
	No encontrado	

*Fuente: Propia de autor*

De acuerdo a los datos estadísticos obtenidos y el porcentaje del coeficiente de variación, se determinó que a mayor valor del coeficiente de variación mayor es la heterogeneidad de los valores de las UFC (unidades formadoras de colonias) por lo tanto se determinó la necesidad de realizar la prueba de Kruskal-Wallis para datos no paramétricos, y así mismo definir si existía diferencia significativa entre los puntos de muestreo.

### Bacterias

De acuerdo a la clasificación de Yadav y Madelin citado en (Villafañe, 2009 ) para el muestreo N° 1, los **Cocos Gram positivos** son de frecuencia ocasional en 6 de los puntos

muestreados, a excepción de la cancha y el baño, donde la presencia es frecuente y el parqueadero y plazoleta donde la frecuencia es rara. Para el caso de los **Cocos Gram negativos** estos no reportaron presencia en el punto de la biblioteca, y fueron raros y ocasionales en los demás puntos de muestreo. Los **Cocobacilos Gram negativos** fueron ocasionales en la biblioteca, cafetería 1 y 2, bloque administrativo y plazoleta; raros en el baño y el auditorio y ausentes en la cancha, parqueadero y salón. (Tabla 3).

La presencia de **Bacilos Gram Negativos** fue frecuente en el parqueadero, salón y plazoleta, mientras que en el auditorio y la biblioteca su presencia fue ocasional. En las cafeterías 1 y 2, cancha, baño y plazoleta se encontraron de forma rara y ausentes en el bloque administrativo. Los **Bacilos Gram positivos** fueron ocasionales en la cafetería 1, cancha y bloque administrativo, raros en la biblioteca, cafetería 2, auditorio, parqueadero, baño y plazoleta y ausentes en el salón. (Tabla 3).

*Tabla 3: Porcentaje de aparición de bacterias aisladas en primer muestreo - según Yadav y Madelin*

Punto de muestreo / Microorganismo		Cocos Gram +	Coco Gram-	Cocobacilos Gram +	Bacilos Gram -	Bacilos Gram +	Total	Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza	% del CV
Biblioteca (C1)	N	23	0	15	24	4	66	13,2	15	10,89	118,70	82,54
	%	34,8		22,7	36,36	6						
Cafetería 1 (C2)	N	40	10	65	9	36	160	32	36	23,36	545,50	72,99
	%	25	6,25	40,6	5,62	22,5						
Cafetería 2 (C3)	N	40	17	55	3	20	135	27	20	20,48	419,50	75,86
	%	29,6	12,5	40,7	2,22	14,8	0					
Auditorio (C4)	N	30	15	5	20	6	0	15,2	15	10,38	107,70	68,28
	%	39,45	19,7	6,5	26,3	7,8	0					
Parqueadero (C5)	N	15	25	0	40	10	90	18	15	15,25	232,50	84,71
	%	16,6	27,7	0	44,4	11,11						
Cancha de futbol (C6)	N	90	11	0	17	35	153	30,6	17	35,54	1263,30	116,15
	%	58,8	7,18	0	11,11	22,8						
Baño (C7)	N	25	2	5	8	5	45	9	5	9,19	84,50	102,14
	%	55,55	4,44	11,11	17,77	11,11						
Salón (C8)	N	12	8	0	23	0	43	8,6	8	9,58	91,80	111,41
	%	27,9	28,6	0	53,48	0						
Bloque Administrativo (C9)	N	28	12	29	0	18	87	17,4	18	12,03	144,80	69,16
	%	32,18	13,79	33,33	0	20,68						
Plazoleta (C10)	N	10	20	35	50	5	120	24	20	18,51	342,50	77,11
	%	8,33	16,6	29,16	41,6	4,16						

*Fuente: Propia de autor*

Los resultados del segundo muestreo muestran un aumento en el total de las UFC de cada caja de Petri. La presencia de **cocos Gram positivos** fue ocasional para 9 de los puntos de muestreo, y frecuente en la Cancha. Los **cocos Gram negativos** son de frecuencia ocasional en el auditorio, parqueadero y salón, raros en la cafetería 1, cancha, baño, bloque administrativo, plazoleta y cafetería 2 y ausentes en biblioteca. Los **cocobacilos Gram negativos** fueron ocasionales en la biblioteca, bloque administrativo y plazoleta, raros en la cancha, auditorio y baño y ausentes en el parqueadero y salón.

(Tabla N° 4)

La presencia de **bacilos Gram Negativos**, fue frecuente en la biblioteca y el salón, mientras que en el auditorio, parqueadero y plazoleta su presencia fue ocasional; en las cafeterías 1 y 2, cancha, baño y bloque administrativo se encontraron de forma rara. Los **bacilos Gram positivos** fueron ocasionales solamente en el punto de la cancha y raros en los 9 puntos restantes.

*Tabla 4: Porcentaje de aparición de bacterias aisladas en Segundo muestreo - según Yadav y Madelin*

Punto de muestreo / Microorganismo	N	Cocos Gram +	Coco Gram-	Cocobacilos Gram +	Bacilos Gram -	Bacilos Gram +	Total	Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza	% del CV
Biblioteca (C1)	N	32	0	28	50	10	120	24	28	19,54482029	382	81,4367512
	%	26,6		23,3	41,6	8,33						
Cafetería 1 (C2)	N	75	22	135	22	46	300	60	46	47,25991959	2233,5	78,7665327
	%	25	7,33	45	7,33	15,33						
Cafetería 2 (C3)	N	70	36	120	13	41	280	56	41	41,12784945	1691,5	73,4425883
	%	25	12,8	42,8	4,64	34,64						
Auditorio (C4)	N	45	25	10	30	8	118	23,6	25	15,24139101	232,3	64,5821653
	%	38,1	21,18	8,47	25,42	6,77						
Parqueadero (C5)	N	35	50	0	55	15	155	31	35	23,2916294	542,5	75,1342884
	%	22,5	32,25	0	35,45	9,67						
Cancha de futbol (C6)	N	150	35	15	40	80	320	64	40	53,54904294	2867,5	83,6703796
	%	46,8	10,9	4,68	12,5	25						
Baño (C7)	N	35	10	20	18	15	98	19,6	18	9,396807969	88,3	47,9428978
	%	35,7	10,2	20,4	18,3	15,3						
Salón (C8)	N	30	20	0	39	4	93	18,6	20	16,63730747	276,8	89,4478896
	%	32,2	21,5	0	41,9	4,3						
Bloque Administrativo (C9)	N	50	26	55	6	30	167	33,4	30	19,74335331	389,8	59,1118363
	%	29,9	15,56	32,9	3,5	17,96						
Plazoleta (C10)	N	65	41	25	70	45	246	49,2	45	18,39021479	338,2	37,3784853
	%	26,4	16,6	10,16	28,45	18,29						

*Fuente: Propia de autor*

De acuerdo a la clasificación aplicada en nuestros resultados, se evidencia que los rangos de frecuencia oscilaron en un 10% frecuente, 40 % ocasional, 40% raro y 10% no existente- Sin embargo, los grupos bacterianos que predominaron en todos los puntos son



los **cocos Gram positivos**, seguido de los **bacilos Gram positivos**, cabe aclarar que también se encontró presencia de **cocobacilos Gram negativos** en los dos muestreos.

Los dos muestreos arrojan resultados similares de acuerdo a clasificación por frecuencia, sin embargo, el número de unidades formadoras de colonias (UFC) aumento en el segundo muestreo. Este incremento se puede atribuir a que el muestreo inicial se realizó mientras la Universidad se encontraba en un cese de actividades académicas. Por lo tanto, la presencia de estudiantes era mínima. Esto se asocia directamente con lo descrito según (Daza et al., 2015) quien menciona que la diversidad bacteriana en el aire incrementa o disminuye acorde al flujo de individuos en la zona de muestreo.

Por otra parte podemos explicar la variación en frecuencias y tipo de bacterias ya que factores ambientales como la temperatura, la humedad relativa y las corrientes de aire influyen en el aumento de las UFC (Daza, 2015). De esta forma la diferencia entre los puntos de muestro se da ya que cinco de ellos se encuentran en espacios libres con vegetación a su alrededor y corrientes de aire no controladas, mientras que los puntos restantes son áreas cerradas, donde el flujo de las corrientes de aire disminuyen a causa de la edificación.

Según Méndez et al, 2015, en el trabajo de Identificación de bacterias y hongos en el aire de Neiva, Colombia, el mayor crecimiento microbiano se reportó en la zona industrial norte (ZIN), Universidad Surcolombiana (USCO) y Zona industrial sur (ZIS), esto se debió a la contaminación ambiental y factores biológicos, sociales, climáticos y geográficos.

La presencia de los cocos grampositivos en este estudio, se puede atribuir a las características del campus universitario. Pues, son bacterias que provienen en su mayoría del suelo y de la descomposición de materia orgánica. (Carlos A. Méndez-Puentes, 2015). Esto está relacionado directamente con los espacios abiertos como las canchas y los puntos de recolección de residuos en las zonas comunes como cafeterías y salones. Adicionalmente, estos microorganismos desarrollan esporas resistentes a las condiciones ambientales extremas que les permite sobrevivir durante más tiempo en espacios determinados. Siendo las bacterias Gram positivas más resistentes que las Gram negativas ya que su pared celular es más gruesa. (Carlos A. Méndez-Puentes, 2015)

Los bacilos gramnegativos encontrados en el estudio se asocian a las prendas de los estudiantes de enfermería que se encuentran en prácticas hospitalarias y asisten a clases dentro del campus universitario, siendo estas el medio de transporte para estos microorganismos oportunistas.

En el análisis estadístico para el caso de bacterias, Se evidencio que no hay diferencias significativas en la variación de las UFC Hc ( $p=0,5015$ ). Sin embargo se observó que en los puntos de baño- cafetería<sup>2</sup>, estuvo cerca a presentarse un grado de significancia ( $p=0,03871$  indicando diferencias entre la carga microbiológica de los puntos, comparando Los datos para el segundo muestreo se reportó un valor de Hc ( $p=0,1402$ ), mostrando una variación no significativa para los puntos, sin embargo se encontró que en los puntos de plazoleta-baño/ salón y baño-cafeteria<sup>2</sup> oscilo un Hc ( $p= 0,02157-0,03871$ ) evidenciando el cambio en la variación de las UFC en dichos puntos, Esto atribuido al mayor flujo de personas en diferentes periodos de tiempo.

## Hongos

Según la clasificación de Yadav y Madelin citado en (Villafañe, 2009 ), para el primer muestreo, el género *Penicillium sp* es categorizado como frecuente en el bloque administrativo, y ocasional en 8 puntos de los cuales se exceptúa la cafetería 2, dado que allí se reporta como nulo. *Aspergillus sp* fue muy común en biblioteca y plazoleta, frecuente en cafetería 1, auditorio, parqueadero, cancha de futbol, baño, salón y bloque administrativo y ausente en cafetería 2. El género *Muccor sp* fue ausente en cafetería 2 y plazoleta, pero en el resto de los puntos se reportó como raro. Las especies menos frecuentes fueron *Scedosporium sp* el cual fue raro en 7 puntos de muestreo y no registro presencia en la plazoleta, salón y cafetería 2 y *Fusarium sp* que fue raro en el parqueadero, cancha y bloque administrativo y ausente en los demás puntos de muestreo (Tabla 5)

Tabla 5: UFC Según el género – clasificación muestreo 1

Punto de muestreo / Microorganismo		<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Mucor</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Scedosporium</i>	<i>Fusarium</i>	Total	Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza de la muestra	% del CV
Biblioteca (C1)	N	23	11	2	0	1	0	37	6,17	1,50	9,24	85,37	149,83
	%	62	30	5,4	0	2,7	0						
Cafetería 1 (C2)	N	20	16	2	0	2	0	40	6,67	2,00	8,91	79,47	133,72
	%	50	40	5	0	5	0						
Cafetería 2 (C3)	N	0	0	0	1	0	0	1	0,17	0,00	0,41	0,17	244,95
	%	0	0	0	100	0	0						
Auditorio (C4)	N	12	9	1	0	1	0	23	3,83	1,00	5,27	27,77	137,46
	%	52	39	4,34	0	4,34	0						
Parqueadero (C5)	N	10	6	3	0	2	1	22	3,67	2,50	3,72	13,87	101,56
	%	45	27	13,6	0	9,09	4,54						
Cancha de fútbol (C6)	N	11	8	1	0	2	1	24	3,83	1,50	4,54	20,57	118,31
	%	46	33,33	4,16	0	8,3	4,16						
Baño (C7)	N	8	5	2	0	1	0	16	2,67	1,50	3,20	10,27	120,16
	%	50	31	12,5	0	6,25	0						
Salón (C8)	N	14	7	3	0	0	0	24	4,00	1,50	5,62	31,60	140,53
	%	58,3	29	12,5	0	0	0						
Bloque Administrativo (C9)	N	19	17	2	0	1	2	41	6,83	2,00	8,70	75,77	127,38
	%	46	41,4	4,8	0	2,44	4,8						
Plazoleta (C10)	N	25	13	0	0	0	0	38	6,33	0,00	10,52	110,67	166,10
	%	62,5	37,5	0	0	0	0						
<b>TOTAL UFC</b>								266					

Fuente: Propia de autor

En el segundo muestreo el género *Aspergillus sp* es frecuente en 8 de diez puntos muestreados, salvo en la cafetería 1 y 2 donde se reportó como común y no encontrado respectivamente. En el caso del género *Penicillium sp* este fue ocasional en todos los puntos a excepción de la cafetería 2 donde fue ausente. Los géneros *Mucor sp* y *Scedosporium* fueron ausentes en la cafetería 2, para los demás puntos de muestreo fueron raros. La presencia de *Fusarium* fue del 10%, encontrándose únicamente en la cancha de fútbol. *Rhizopus sp* solo reporto presencia en la cafetería 2 donde fue categorizado como muy común con una equivalencia del 100%. (Tabla 6)

Tabla 6: UFC según género - Clasificación Replica

Punto de muestreo / Microorganismo	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Mucor</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Scedosporium</i>	<i>Fusarium</i>	Total	Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza de la muestra	
Biblioteca (C1)	N	17	10	3	0	2	0	32	5,33	2,50	6,80	46,27
	%	53	31	9,3	0	6,25	0					
Cafetería 1 (C2)	N	28	12	3	0	3	0	45	7,67	3,00	10,89	118,67
	%	62	27	6,7	0	6,7	0					
Cafetería 2 (C3)	N	0	0	0	1	0	0	1	0,17	0,00	0,41	0,17
	%	0	0	0	100	0	0					
Auditorio (C4)	N	23	20	5	0	4	0	52	8,67	4,50	10,19	103,87
	%	44,2	38,5	9,6	0	7,7	0					
Parqueadero (C5)	N	19	11	2	0	1	0	33	5,50	1,50	7,82	61,10
	%	57,6	33,3	6,06	0	3	0					
Cancha de futbol (C6)	N	12	8	1	0	1	1	23	3,83	1,00	4,96	24,57
	%	52	35	4,35	0	4,35	4,35					
Baño (C7)	N	7	3	2	0	2	0	14	2,33	2,00	2,58	6,67
	%	50	21,4	14,3	0	14,3	0					
Salón (C8)	N	10	7	3	0	1	0	21	3,50	2,00	4,14	17,10
	%	48	33,3	14,3	0	4,8	0					
Bloque Administrativo (C9)	N	6	4	1	0	0	0	11	1,83	0,50	2,56	6,57
	%	54,50%	36,3	9,1	0	0	0					
Plazoleta (C10)	N	6	4	0	0	0	0	10	1,67	0,00	2,66	7,07
	%	60	40	0	0	0	0					
<b>TOTAL UFC</b>							242					

Fuente: Propia de autor

Se identificaron seis géneros de hongos y un total de 508 UFC. La cantidad aislada en los dos muestreos fue similar. En el primer muestreo se cuantificaron 266 UFC equivalente al 52% (Tabla 5), en la réplica se identificaron 242 UFC correspondientes al 48% de la carga fúngica total (Tabla 6). Al igual que *Aspergillus sp*, el género *Penicillium sp* se presentó en el 90 % de las cajas analizadas, sin embargo, este fue reportado según la clasificación de Yadav y Madelin como ocasional con 35% en el primer muestreo (Tabla 5) y 33% en la réplica (Tabla 6).

En las tablas 5 y 6 se observan que el género con mayor frecuencia es *Aspergillus sp*, el cual se encuentra clasificado como frecuente el 75% de las veces. En el estudio de (Villafañe, 2009 ) realizado en la ciudad de Cartagena donde se tomaron muestras de seis sectores y se realizaron muestreos donde al igual que en el presente trabajo, el género con mayor frecuencia de aislamiento fue *Aspergillus sp* con un 70%.

Según Méndez et al., 2015 en una identificación de bacterias y hongos en el aire de la ciudad de Neiva, Colombia, el género *Aspergillus sp.*, se aisló con mayor frecuencia debido a que las esporas de estos microorganismos son livianas y esto permite que sean fácilmente transportadas por el aire. En estudios de la aeromicota en ambientes exteriores, se reportó que el género *Aspergillus sp* fue el de mayor frecuencia de aislamiento, resultados que coinciden con los reportados en este capítulo.

El género *Penicillium sp* fue reportado como ocasional en el 85% de las cajas analizadas, esta presencia guarda relación con lo establecido en el trabajo de (Araque, 2015) en tres edificaciones administrativas de Bogotá, donde se encontró que *Penicillium sp* fue el segundo género más frecuente precedido por *Aspergillus sp*. Así mismo, según Sáenz y Gutiérrez 2003, las esporas del género *Penicillium* son un componente habitual de la aeromicobiota de ambientes internos y externos y se presentan tanto en el aire como en el suelo, razón por la cual se puede justificar su presencia en 18 puntos de muestreo de esta investigación.

En la investigación de (Tolosa, 2012), donde se pretendía encontrar la concentración y composición microbiana en el ambiente de la biblioteca Jorge palacios preciado de la Universidad de Pedagógica y Tecnológica de Pereira hallaron que las esporas del género *Penicillium sp* eran de las más frecuentes y predominaron en todo el estudio con un 35,1 % porcentaje que coinciden con los obtenidos en esta investigación, donde se cataloga el género como ocasional para el área de la biblioteca. Lo que se relaciona con que a pesar de que una humedad elevada, ventilación reducida y la temperatura son condiciones que favorecen la presencia de microorganismos en el aire en ambientes internos, la presencia



de un sustrato como documentos y libros que proporcionan, principalmente a los hongos, los nutrientes necesarios como la celulosa Rodríguez, Rajo, Jato y Pionelli (2006).

Tanto en el primer muestreo como en la réplica en la cafetería 2 (C3), el género predominante fue *Rhizopus sp* con un 100% de aparición que lo cataloga como muy común de acuerdo a la clasificación de Yadav y Madelin citado en (Villafañe, 2009 ). Según Soriano, (Bonilla, 2002), los cambios físicos y un inadecuado almacenamiento de los alimentos proporciona un ambiente donde participan hongos como *Rhizopus sp*, lo que puede explicar el resultado si se consideran las características del lugar y las condiciones del muestreo, ya que allí se manipulan alimentos y sus residuos son depositados en canecas y cerca de ellas se ubicó la caja con el medio de cultivo. Las canecas se encuentran expuestas al sol y la lluvia, creando así un ambiente propicio para la proliferación de microorganismos que transportados por en el aire probablemente se adhirieron al medio de cultivo.

La plazoleta solo presenta el 20% de los géneros reportados, de los cuales el 62,5% pertenece a *Aspergillus sp* y el 37,5% a *Penicillium sp*. De acuerdo con la encuesta realizada, el 64% de los estudiantes manifestó permanecer la mayor parte de su tiempo en plazoleta. La presencia de microorganismos en el aire se ve influenciada por las actividades y el número de personas que lo frecuentan, siendo los recuentos de hongos mayores en ambientes donde la presencia de ocupantes es baja y menores cuando se encuentran mayor número de personas en el sitio (Toloza, 2012).

Respecto al análisis estadístico de hongos, el grado de las variaciones de UFC Hc ( $p=0,5971$ ) no se presentaron diferencias significativas así mismo se evidenciaron

cercanías significativas en los puntos de parqueadero- cafetería1, cancha- cafeteria1 y bloque Adm- cafeterias1 con rangos que oscilaron entre Hc (  $p= 0,03064- 0,03737$ ), en el segundo muestreo el resultado para Hc ( $p= 0,4988$ ) considerando que no presenta un valor de significancia en la variación, en este caso se presentó una cercanía al valor límite para esta prueba en el punto cancha-cafeteria1 siendo Hc ( $p=0,04533$ ), podemos atribuir estas variaciones a factores como el flujo constante de personas en estos puntos así mismo a la presencia de vegetación y por ultimo a las corrientes de aire que son más frecuentes en campos abiertos.

Obtenidas las frecuencias para la flora microbiana del campus universitario, en la Tabla 7 se describe de forma general la frecuencia en UFC tanto de bacterias como hongos así mismo la temperatura y humedad relativa de cada muestreo.

*Tabla 7: Concentración Microbiana del aire*

TIPO DE ORGANISMO	PRIMER MUESTREO			REPLICA		
	UFC	TEMPERATURA C°	HUMEDAD RELATIVA%	UFC	TEMPERATURA C°	HUMEDAD RELATIVA%
Bacterias	975	30°C	55,20%	1863	35°C	60%
Hongos	242	30°C	55,20%	246	35°C	60%

*Fuente: Propia de autor*

Aunque no existe una norma internacional que establezca los límites para clasificar a un ambiente interior de contaminado o no, la Organización mundial de la salud (OMS), plantea que por encima de 1000 UFC/m<sup>3</sup> los ambientes se consideran contaminados (Morawska, 2009 ) Según Crook y Burton (2010) algunos países tienen definidos rangos para el número de microorganismos en edificaciones no industriales, sin embargo, existen algunas diferencias entre ellos. En Suiza indican contaminación del aire, niveles mayores

a 1000 UFC/m<sup>3</sup>, mientras que en Europa se considera como intermedio un ambiente con 500 UFC/m<sup>3</sup> pero coinciden que más de 1000 UFC/m<sup>3</sup> significa una contaminación de alto nivel.

En Brasil se considera que un ambiente interior con más de 700 UFC/m<sup>3</sup> de hongos, está contaminado (Radler de Aquino & De Góes, 2000), en tanto que en otros casos se plantea que concentraciones fúngicas igual o mayor a 300 UFC/m<sup>3</sup> corresponden a ambientes contaminados (Kolwzan et al. 2006). Autores italianos refieren que 150 UFC/m<sup>3</sup> debe ser el límite de hongos permisibles para que el ambiente interior de locales de instituciones patrimoniales se considere de calidad (CAPPITELLI, 2009). Al analizar los datos obtenidos en el Campus Universitario y plasmados en la tabla 7, se concluye que basándonos en el planteamiento de la Organización Mundial de la salud el ambiente del campus universitario se encuentra contaminado por bacterias. Para el caso de los hongos, y siguiendo los lineamientos establecidos por (Goes, 2000) el ambiente no presenta contaminación ya que las UFC no supera el límite máximo permisible (700 UFC) Sin embargo, según los parámetros europeos la calidad de aire universitario podría catalogarse como de nivel intermedio de contaminación.

### **Caracterización macroscópica y microscópica de bacterias**

La caracterización macroscópica se realizó teniendo en cuenta la forma de las colonias presentes en cada caja de Petri, la microscópica se basó en la tinción de Gram y la agrupación de las bacterias, encontrando agrupaciones de bacilos, cocos, estreptococos, staphylococcus y con variedad de tinción entre Gram positiva y Gram negativa. Las

siguientes tablas detallan los resultados obtenidos en la caracterización macroscópica y microscópica de cada caja de Petri.

Tabla 8: Caja N°1 y Replica – Biblioteca

CARACTERIZACIÓN MACRO Y MICROSCOPICA DE BACTERIAS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA																	
Numero de Muestra / Replica		Caja N° 1								Replica							
Caracterización Macroscópicas		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Elevación	Plana	X		X		X	X		X	X					X		X
	Convexa											X		X			
	Planoconvexa		X		X												X
	Umbilicada										X						
	Mamelonada												X				
	Acuminada																
	Papilar								X								
Borde	Continuo		X		X			X		X		X				X	
	Dentado																
	Lobulado								X								
	Ondulado			X		X						X					X
	Espiculado	X															
	Redondeado								X					X			
	Rizoide																
Aspecto	Filamentoso						X								X		
	Brillante	X	X		X	X			X	X		X	X			X	
	Traslucida										X						
	Mate						X							X	X		
Consistencia	Opaca			X				X									
	Blanda	X	X			X			X	X	X	X	X	X	X	X	
	Mucoide																
Pigmento	Dura			X	X		X	X									
	Amarillo			X	X	X									X	X	
	Blanco	X	X				X		X	X		X	X				
	Traslúcido							X			X						
	Naranja																
	Rosa																
Olor	Rojo							X								X	
	Fuerte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Húmedo																







	Rosa																			
	Rojo	X																		
Olor	Fuerte											X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Humedad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
	Pútrido																			
Caracterización Microscópica																				
Forma	Cocos								X	X		X	X	X						X
	Bacilos	X	X	X			X												X	X
	cocobacilos				X	X		X			X				X	X	X	X		
	Vibrio																			
Tinción	Gram +		X				X		X	X		X	X	X					X	
	Gram -	X		X	X	X		X			X				X	X	X	X		X

*Fuente: Propia de autor*

*Tabla 11: Caja N°4 y Replica - Auditorio*

CARACTERIZACIÓN MACRO Y MICROSCOPICA DE BACTERIAS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA																					
Numero de Muestra / Replica		Caja N° 4										Replica									
Caracterización Macroscópica		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Elevación	Plana	X	X			X	X	X		X	X		X			X	X	X		X	X
	Convexa								X										X		
	Planoconvexa											X									
	Umbilicada																				
	Acuminada				X										X	X					
	Papilada																				
	Mamelonada			X																	
Borde	Continuo																				
	Dentado																				
	Lobulado																				
	Ondulado									X										X	
	Espiculado			X		X		X						X		X		X			
	Redondeado	X	X		X		X		X				X	X		X		X			
	Rizoide										X										X
Aspecto	Filamentoso																				
	Brillante	X	X			X			X			X	X	X		X			X		
	Translucida																				
	Mate			X	X			X		X	X				X			X		X	X
Consistencia	Opaca						X									X					
	Blanda	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Mucoide																				
Pigmento	Dura																				
	Amarillo								X	X									X	X	
	Blanco	X	X			X	X							X	X	X	X				
	Traslúcido			X	X			X			X							X			X



	Blanco	X	X										X	X	
	Traslúcido			X	X			X				X			
	Naranja														
	Rosa														X
	Rojo										X				
Olor	Fuerte							X	X	X	X	X	X	X	X
	Humedad	X	X	X	X	X	X	X							
	Putido														
<b>Caracterización Microscópica</b>															
Forma	Cocos	X	X				X	X	X	X			X		X
	Bacilos			X	X	X				X	X			X	
	cocobacilos														
	Vibrio														
Tinción	Gram +				X	X	X	X							X
	Gram -	X	X	X	X					X	X	X	X	X	

*Fuente: Propia de autor*

*Tabla 13: Caja N°6 y Replica - Cancha de futbol*

<b>CARACTERIZACIÓN MACRO Y MICROSCÓPICA DE BACTERIAS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA</b>																
<b>Numero de Muestra / Replica</b>		<b>Caja N° 6</b>							<b>Replica</b>							
<b>Caracterización Macroscópica</b>		<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>	
Elevación	Plana	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	
	Convexa															
	Planoconvexa															
	Umbilicada															
	Acuminada				X							X				
	Papilada															
	Mamelonada					X							X			
Borde	Continuo			X												
	Dentado				X							X				
	Lobulado					X										
	Ondulado															
	Espiculado	X	X					X					X		X	
	Redondeado						X		X	X				X		
	Rizoide															
Aspecto	Filamentoso										X					
	Brillante			X			X	X			X	X	X	X	X	
	Translúcida															
	Mate	X	X		X					X						
Consistencia	Opaca					X			X							
	Blanda	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	
	Mucoide															
	Dura					X	X						X	X		

Pigmento	Amarillo	X	X										X	X	
	Blanco					X	X		X	X					
	Traslúcido				X						X	X			X
	Naranja														
	Rosa							X							
	Rojo			X											
Olor	Fuerte														
	Humedad														
	Pútrido	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Caracterización Microscópica</b>															
Forma	Cocos	X	X	X			X	X	X				X		X
	Bacilos				X	X				X	X		X		
	Cocobacilos								X						
	Vibrio														
Tinción	Gram +	X	X			X			X			X		X	X
	Gram -			X	X		X	X		X	X		X		

*Fuente: Propia de autor*

*Tabla 14: Caja N°7 y Replica – Baño*

CARACTERIZACIÓN MACRO Y MICROSCOPICA DE BACTERIAS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA											
Numero de Muestra / Replica		Caja N° 7					Replica				
Caracterización Macroscópica		C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5
Elevación	Plana		X	X		X	X	X			
	Convexa										
	Planoconvexa										
	Umbilicada										
	Acuminada	X			X				X	X	
	Papilada										
	Mamelonada										X
Borde	Continuo										X
	Dentado	X			X				X	X	
	Lobulado							X			
	Ondulado										
	Espiculado										
	Redondeado		X			X					
	Rizoide										
Aspecto	Filamentoso			X			X				
	Brillante			X	X	X		X			
	Translúcida										
	Mate	X	X				X			X	
Consistencia	Opaca								X		X
	Blanda		X	X			X	X		X	

	Mucoide											
	Dura	X			X	X			X		X	
Pigmento	Amarillo	X			X	X			X			
	Blanco		X					X			X	
	Traslúcido			X				X			X	
	Naranja											
	Rosa											
	Rojo											
Olor	Fuerte											
	Humedad		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Pútrido	X										
<b>Caracterización Microscópica</b>												
Forma	Cocos	X	X					X				X
	Bacilos				X	X		X			X	
	Cocobacilos			x						X		
	Vibrio											
Tinción	Gram +	X	X		X						X	
	Gram -			x		X	X	X	X	X		X

*Fuente: Propia de autor*

Tabla 15: Caja 8 y Replica - Salón

CARACTERIZACIÓN MACRO Y MICROSCOPICA DE BACTERIAS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA															
Numero de Muestra / Replica		Caja N° 8							Replica						
Caracterización Macroscópica		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Elevación	Plana	X	X				X	X		X	X	X	X		X
	Convexa														
	Planoconvexa														
	Umbilicada														
	Acuminada			X	X				X						
	Papilada														
	Mamelonada					X								X	
Borde	Continuo					X					X				
	Dentado			X	X										
	Lobulado		X						X						
	Ondulado														
	Espiculado														
	Redondeado						X	X		X	X			X	X
	Rizoide														
Filamentoso	X												X		
Aspecto	Brillante		X				X			X	X			X	
	Translucida							X							X
	Mate	X			X				X				X		
	Opaca			X		X						X			

Consistencia	Blanda	X	X		X		X			X	X	X	X		X
	Mucoide														
Pigmento	Dura			X		X		X	X					X	
	Amarillo			X					X					X	
	Blanco		X			X	X				X				
	Traslúcido	X			X			X				X	X		X
	Naranja														
	Rosa														
	Rojo									X					
Olor	Fuerte														
	Humedad														
	Pútrido	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Caracterización Microscópica</b>															
Forma	Cocos	X	X		X	X		X		X	X		X		X
	Bacilos			X			X		X			X		X	
	cocobacilos														
	Vibrio														
Tinción	Gram +	X			X	X			X	X					X
	Gram -		X	X			X	X			X	X	X	X	

*Fuente: Propia de autor*

*Tabla 16: Caja N°9 Y Replica - Bloque administrativo*

CARACTERIZACIÓN MACRO Y MICROSCOPICA DE BACTERIAS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA															
Numero de Muestra / Replica		Caja N° 9							Replica						
Caracterización Macroscópicas		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Elevación	Plana		X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X
	Convexa														
	Planoconvexa														
	Umbilicada														
	Acuminada	X											X		
	Papilada														
	Mamelonada						X								
Borde	Continuo				X							X			
	Dentado												X		
	Lobulado	X									X				
	Ondulado														
	Espiculado														
	Redondeado		X	X			X	X	X	X				X	
	Rizoide														
Aspecto	Filamentoso					X									X
	Brillante		X	X			X		X	X	X	X			
	Translucida							X							X
	Mate	X				X							X		

Consistencia	Opaca				X									X	
	Blanda		X	X	X	X		X		X	X			X	X
	Mucoide														
	Dura	X					X		X			X	X		
Pigmento	Amarillo	X					X		X				X		
	Blanco			X					X	X	X		X		
	Traslúcido				X	X		X							X
	Naranja														
	Rosa														
Olor	Rojo		X												
	Fuerte														
	Humedad														
<b>Caracterización Microscópica</b>	Pútrido	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cocos	X			X			X				X		X	
	Bacilos			X		X			X		X				X
	cocobacilos		X				X			X			X		
Tinción	Vibrio														
	Gram +	X		X		X		X	X			X			X
	Gram -		X		X		X			X	X		X	X	

*Fuente: Propia de autor*

*Tabla 17: Caja N°10 y Replica – Plazoleta*

CARACTERIZACIÓN MACRO Y MICROSCÓPICA DE BACTERIAS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA															
Numero de Muestra / Replica		Caja N° 10							Replica						
Caracterización Macroscópicas		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Elevación	Plana	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X		X
	Convexa														
	Planoconvexa														
	Umbilicada														
	Acuminada					X			X						
	Papilada														
	Mamelonada													X	
Borde	Continuo				X						X				
	Dentado					X									
	Lobulado			X					X						
	Ondulado														
	Espiculado														
	Redondeado	X	X				X			X	X			X	X
	Rizoide														
Aspecto	Filamentoso							X					X		
	Brillante	X	X	X	X					X	X			X	

	Translúcida							X							X	
	Mate				X			X					X			
	Opaca						X					X				
Consistencia	Blanda		X	X			X	X		X	X	X	X		X	
	Mucoide															
	Dura	X			X	X			X						X	
	Amarillo	X				X			X						X	
Pigmento	Blanco		X	X	X		X				X					
	Traslúcido							X				X	X		X	
	Naranja															
	Rosa															
	Rojo									X						
Olor	Fuerte															
	Humedad															
	Pútrido	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<b>Caracterización Microscópica</b>																
Forma	Cocos				X					X					X	X
	Bacilos	X	X	X			X		X		X		X			
	cocobacilos					X		X				X				
	Vibrio															
Tinción	Gram +				X		X			X	X					
	Gram -	X	X	X		X		X	X			X	X	X	X	

*Fuente: Propia de autor*

#### 6.4 Caracterización macroscópica y microscópica de hongos

La descripción macroscópica de hongos se realizó utilizando características como, textura, situación (elevado, rasante o profundo) y coloración. Para detallar microscópicamente el morfotipo fúngico se observó la forma del micelio, conidióforo y esporangios. Con el propósito de determinar los géneros de los hongos aislados, los cuales fueron *Aspergillus sp*, *Penicillium sp*, *Mucor sp*, *Scedosporium sp*, *Fusarium sp*, y *Rhizopus sp*.



Tabla 18: Caja N°1 y Replica – Biblioteca

CARACTERIZACIÓN MACRO Y MICROSCÓPICA DE BACTERIAS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA															
Numero de Muestra / Replica		Caja N° 1						Replica							
Caracterización Macroscópicas		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Textura	Velludo					X	X			X					
	Aterciopelado				X		X			X	X		X		
	Granular	X						X							
	Rugoso														
	Algodonoso				X	X	X			X	X		X		X
	Polvoriento	X	X	X				X	X			X		X	
Situación	Elevado				X	X	X			X	X		X		X
	Rasante	X	X	X				X	X			X		X	
	Profundo														
Coloración	Negros			X	X						X	X	X		
	Blanco	X					X			X				X	
	Verde		X						X						
	Gris					X	X			X					X
	Café							X							
Caracterización Microscópica															
Micelio	septada	X	X					X	X					X	
	Macrosifonado			X								X			
Conidióforo	Cortos														
	Redondeados	X		X				X				X		X	
	Ovoidales					X									X
	Largos		X						X						
	Hialinos				X						X		X		
Esporangióforos	Largos						X			X					
	Aspergillus	X	X	X				X	X			X		X	
Género	Penicillium				X						X		X		
	Fusarium														
	Rhizopus														
	Mucor						X			X					
	Scedosporium					X									X

Fuente: Propia de autor

Tabla 19: Cajas N°2- 3 Replica – Cafetería 1 y 2

CARACTERIZACIÓN MACRO Y MICROSCÓPICA DE HONGOS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA					
Numero de Muestra / Replica	Caja N° 2		Replica	Caja N° 3	Replica

Caracterización Macroscópica		M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M1
<b>Textura</b>	Velludo			X	X	X			X	X	X	X	
	Aterciopelado		X	X	X			X	X		X		
	Granular	X					X						
	Rugoso												
	Algodonoso				X	X			X	X		X	
	Polvoriento												
<b>Situación</b>	Elevado			X	X	X			X	X	X	X	
	Rasante	X	X				X	X					
	Profundo												
<b>Coloración</b>	Negro		X					X					
	Blanco			X	X				X		X		X
	Verde												
	Gris				X	X			X	X		X	
	Café	X					X						
<b>Caracterización Microscópica</b>													
<b>Micelio</b>	Septada	X					X						
	Macrosifonado											X	X
<b>Conidióforo</b>	Cortos												
	Redondeados	X					X						
	Ovoidales					X			X				
	Largos												
	Hialinos		X					X					
Monofiálides				X							X		
<b>Esporangióforos</b>	Largos				X				X			X	X
	<i>Aspergillus</i>	X					X						
<b>Género</b>	<i>Penicillium</i>		X					X					
	<i>Fusarium</i>			X							X		
	<i>Rhizopus</i>											X	X
	<i>Mucor</i>				X				X				
	<i>Scedosporium</i>					X				X			

Fuente: Propia de autor

Tabla 20: Caja N°4 y Replica – Auditorio

CARACTERIZACIÓN MACRO Y MICROSCOPICA DE HONGOS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA																			
Numero de Muestra / Replica		Caja N° 4									Replica								
Caracterización		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M1	M2	M3	M4	M	M	M7	M8
<b>Textura</b>	Velludo			X	X						X					X	X		
	Aterciopelado	X			X						X	X		X			X		
	Granular					X		X										X	
	Rugoso																		
	Algodonoso	X	X	X	X						X	X		X	X	X	X		
	Polvoriento					X	X	X	X	X			X					X	X
<b>Situación</b>	Elevado	X		X	X						X	X		X		X	X		
	Rasante		X			X	X	X	X	X			X		X			X	X
	Profundo																		
<b>Coloración</b>	Negros	X								X		X	X	X					
	Blanco		X		X			X			X				X		X		
	Verde						X		X										X
	Gris			X	X						X					X	X		
	Café					X												X	
<b>Caracterización Microscópica</b>																			
<b>Micelio</b>	Septada		X			X	X	X	X						X			X	X
	Macrosifonado									X			X						
<b>Conidióforo</b>	Cortos																		
	Redondeados					X		X		X			X					X	
	Ovoidales			X												X			
	Largos						X		X										X
<b>Esporangió</b>	Hialinos	X	X									X		X	X				
	Largos				X						X						X		
<b>Género</b>	<i>Aspergillus</i>					X	X	X	X	X			X					X	X
	<i>Penicillium</i>	X	X									X		X	X	X			
	<i>Fusarium</i>																		
	<i>Rhizopus</i>																		
	<i>Mucor</i>				X						X							X	
	<i>Scedosporium</i>			X															

Fuente: Propia de autor

Tabla 21: Caja N°5 y Replica – Parquadero

CARACTERIZACIÓN MACRO Y MICROSCÓPICA DE HONGOS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA																			
Numero de Muestra / Replica		Caja N° 5										Replica							
Caracterización Macroscópica		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
<b>Textura</b>	Velludo			X	X						X					X	X		
	Aterciopelado	X			X						X	X		X			X		
	Granular					X		X										X	
	Rugoso																		
	Algodonoso	X	X	X	X						X	X		X	X	X	X		
	Polvoriento					X	X	X	X	X			X					X	X
<b>Situación</b>	Elevado	X		X	X						X	X		X		X	X		
	Rasante		X			X	X	X	X	X			X		X			X	X
	Profundo																		
<b>Coloración</b>	Negros	X									X		X	X	X				
	Blanco		X		X			X			X				X		X		
	Verde						X		X										X
	Gris			X	X						X					X	X		
	Café					X												X	
<b>Caracterización Microscópica</b>																			
<b>Micelio</b>	Septada		X			X	X	X	X						X			X	X
	Macrosifonado									X			X						
<b>Conidióforo</b>	Cortos																		
	Redondeados					X		X		X			X					X	
	Ovoidales			X												X			
	Largos						X		X										X
<b>Esporangióforos</b>	Hialinos	X	X									X		X	X				
	Largos				X						X						X		
<b>Género</b>	<i>Aspergillus</i>					X	X	X	X	X			X					X	X
	<i>Penicillium</i>	X	X									X		X	X				
	<i>Fusarium</i>																		
	<i>Rhizopus</i>																		
	<i>Mucor</i>				X						X							X	
	<i>Scedosporium</i>			X												X			

Fuente: Propia de autor

Tabla 22: Caja N°6 y Replica – Cancha de futbol

CARACTERIZACIÓN MACRO Y MICROSCÓPICA DE HONGOS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA											
Numero de Muestra / Replica		Caja N° 6					Replica				
Caracterización Macroscópica		M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5
<b>Textura</b>	Velludo			X	X	X			X		X
	Aterciopelado		X	X	X			X	X		X
	Granular	X					X			X	
	Rugoso										
	Algodonoso				X	X			X		
	Polvoriento										
<b>Situación</b>	Elevado			X	X	X			X		X
	Rasante	X	X				X	X		X	
	Profundo										
<b>Coloración</b>	Negro		X					X			
	Blanco			X	X				X		X
	Verde										
	Gris				X	X			X	X	
	Café	X					X				
<b>Caracterización Microscópica</b>											
<b>Micelio</b>	Septada	X					X			X	
	Macrosifonado										
<b>Conidióforo</b>	Cortos										
	Redondeados	X					X			X	
	Ovoidales					X					
	Largos										
	Hialinos		X					X			
Monofiálides				X							X
<b>Esporangióforos</b>	Largos				X			X			
<b>Género</b>	<i>Aspergillus</i>	X					X			X	
	<i>Penicillium</i>		X					X			
	<i>Fusarium</i>			X							X
	<i>Rhizopus</i>										
	<i>Mucor</i>				X				X		
	<i>Scedosporium</i>					X					

Tabla 23: Caja N°7 y Replica – Baño

CARACTERIZACIÓN MACRO Y MICROSCÓPICA DE HONGOS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA																	
Numero de Muestra / Replica		Caja N° 7						Replica									
Caracterización Macroscópica		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Textura	Velludo						X	X			X						
	Aterciopelado				X			X			X	X		X			
	Granular	X							X								
	Rugoso																
	Algodonoso				X	X	X	X			X	X		X	X		X
	Polvoriento	X	X	X					X	X			X			X	
Situación	Elevado				X		X	X			X	X		X			X
	Rasante	X	X	X		X			X	X			X		X	X	
	Profundo																
Coloración	Negros			X	X							X	X	X			
	Blanco	X				X		X			X				X	X	
	Verde		X							X							
	Gris						X	X			X						X
	Café								X								
<b>Caracterización Microscópica</b>																	
Micelio	Septada	X	X			X			X	X					X	X	
	Macrosifonado			X									X				
Conidióforo	Cortos																
	Redondeados	X		X					X				X			X	
	Ovoidales						X										X
	Largos		X							X							
	Hialinos				X	X						X		X	X		
Esporangióforos	Largos						X			X							
Género	<i>Aspergillus</i>	X	X	X					X	X			X			X	
	<i>Penicillium</i>				X	X						X		X	X		
	<i>Fusarium</i>																
	<i>Rhizopus</i>																
	<i>Mucor</i>							X			X						
	<i>Scedosporium</i>						X										X

Fuente: Propia de autor

Tabla 24: Caja N°8 y Replica - Salón

CARACTERIZACIÓN MACRO Y MICROSCÓPICA DE HONGOS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA																			
Número de Muestra / Replica		Caja N° 8										Replica							
Caracterización Macroscópica		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
<b>Textura</b>	Velludo			X	X		X	X			X					X	X		
	Aterciopelado	X			X			X			X	X		X			X		
	Granular					X												X	
	Rugoso																		
	Algodonoso	X	X	X	X		X	X			X	X		X	X	X	X		
	Polvoriento					X			X	X			X					X	X
<b>Situación</b>	Elevado	X		X	X		X	X			X	X		X		X	X		
	Rasante		X			X			X	X			X		X			X	X
	Profundo																		
<b>Coloración</b>	Negros	X								X		X	X	X					
	Blanco		X		X			X			X				X		X		
	Verde								X										X
	Gris			X	X		X	X			X					X	X		
	Café					X												X	
<b>Caracterización Microscópica</b>																			
<b>Micelio</b>	Septada		X			X			X						X			X	X
	Macrosifonado									X			X						
<b>Conidióforo</b>	Cortos																		
	Redondeados					X				X			X					X	
	Ovoidales			X			X									X			
	Largos								X										X
<b>Esporangióforos</b>	Hialinos	X	X									X		X	X				
	Largos				X			X			X						X		
<b>Género</b>	<i>Aspergillus</i>					X			X	X			X					X	X
	<i>Penicillium</i>	X	X									X		X	X	X			
	<i>Fusarium</i>																		
	<i>Rhizopus</i>																		
	<i>Mucor</i>				X			X			X							X	
	<i>Scedosporium</i>			X			X												

Fuente: Propia de autor

Tabla 25: Caja N°9 y Replica – Bloque administrativo

CARACTERIZACIÓN MACRO Y MICROSCÓPICA DE HONGOS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA													
Número de Muestra / Replica		Caja N° 9						Replica					
Caracterización Macroscópica		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6
<b>Textura</b>	Velludo			X	X		X			X	X	X	
	Aterciopelado		X	X	X		X		X	X		X	
	Granular	X				X		X					X
	Rugoso												
	Algodonoso				X					X	X		
	Polvoriento					X							
<b>Situación</b>	Elevado			X	X		X			X	X	X	
	Rasante	X	X			X		X	X				X
	Profundo												
<b>Coloración</b>	Negro		X						X				X
	Blanco			X	X		X			X		X	
	Verde												
	Gris				X			X		X	X		
	Café	X				X							
<b>Caracterización Microscópica</b>													
<b>Micelio</b>	Septada	X				X		X					X
	Macrosifonado												
<b>Conidióforo</b>	Cortos												
	Redondeados	X				X		X					X
	Ovoidales										X		
	Largos												
	Hialinos		X						X				
<b>Monofiálides</b>				X			X					X	
<b>Esporangióforos</b>	Largos				X					X			
<b>Género</b>	<i>Aspergillus</i>	X				X		X					X
	<i>Penicillium</i>		X						X				
	<i>Fusarium</i>			X			X					X	
	<i>Rhizopus</i>												
	<i>Mucor</i>				X					X			
	<i>Scedosporium</i>											X	

Fuente: Propia de autor



Tabla 26: Caja N° 10 y Replica - Plazoleta

CARACTERIZACIÓN MACRO Y MICROSCÓPICA DE BACTERIAS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA													
Numero de Muestra / Replica		Caja N° 10					Replica						
Caracterización Macroscópicas		M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
<b>Textura</b>	Velludo												
	Aterciopelado				X				X		X		
	Granular	X					X						
	Rugoso												
	Algodonoso				X	X			X		X	X	
	Polvoriento	X	X	X			X	X		X			X
<b>Situación</b>	Elevado				X				X		X		
	Rasante	X	X	X		X	X	X		X		X	X
	profundo												
<b>Coloración</b>	Negros			X	X				X	X	X		
	Blanco	X				X						X	X
	Verde		X					X					
	Gris												
	Café						X						
<b>Caracterización Microscópica</b>													
<b>Micelio</b>	septada	X	X			X	X	X				X	X
	Macrosifonado			X						X			
<b>Conidióforo</b>	Cortos												
	Redondeados	X		X			X			X			X
	Ovoidales												
	Largos		X					X					
	Hialinos				X	X			X		X	X	
<b>Esporangióforos</b>	Largos												
<b>Género</b>	Aspergillus	X	X	X			X	X		X			X
	Penicillium				X	X			X		X	X	
	Fusarium												
	Rhizopus												
	Mucor												
	Scedosporium												

*Fuente: Propia de autor*

## Impactos y riesgos a la salud humana asociados a la presencia de las comunidades microbianas en el campus.

### Lista de chequeo

La siguiente tabla ilustra los impactos identificados derivados de la presencia de los microorganismos en el ambiente, especificando el punto donde este fue reconocido.

Tabla 27. Niveles de Impacto utilizados en la lista de chequeo

Alto
Medio
Bajo

Tabla 28. Lista de chequeo para identificación de impactos

Factor	Impactos	Zona de Muestreo									
		Biblioteca	Cafeterías	Cancha	Baño	Parqueadero	Plazoleta	Bloque Adm.	Salón	Auditorio	
COMPONENTE ABIÓTICO	Aire	Efecto de disminución de la calidad del aire interior por presencia de microorganismos en el ambiente.	x	x		x			x	x	x
		Aumento de olores ofensivos por descomposición acelerada de residuos orgánicos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Contaminación atmosférica debido a la dispersión y transporte por el viento de partículas y microorganismos en suspensión producidas por el flujo de personas.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Contaminación biológica de la atmósfera por cargas microbianas no controladas en el campus.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Suelo	Aumento de la fijación simbiótica de nitrógeno por presencia de bacterias rizófitas (Gram negativas) transportadas por el viento y sedimentadas hasta llegar al suelo.			x						
	Agua	Alteración del los filtros en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano por adherencia de bacterias y hongos.						x			
Disminución de la calidad del agua por sedimentación de microorganismos patógenos transportados en por el aire.			x		x		x	x	x		
COMPONENTE BIÓTICO	Fauna	Reducción de comunidades de entomofauna por contacto con plantas afectadas por presencia de hongos fitopatógenos.			x		x	x			
	Flora	Afectación de plantas por presencia de hongos fitopatógenos.		x	x		x	x			
	Socioeconómico	Aceleración del deterioro de documentos y libros por presencia de esporas fijadas al polvo.	x						x		
		Deterioro de la infraestructura a causa de la presencia de agentes fúngicos.	x	x		x		x	x	x	x
		Ausencias laborales por incapacidad médica asociada a enfermedades respiratorias.	x						x	x	
Propagación de microorganismos por acumulación en superficies de madera, papel, pintura y mesones.		x	x		x		x	x	x	x	
	Efectos negativos sobre la salud humana (respiración, irritaciones, afecciones pulmonares) por constante exposición.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

Fuente propia del autor

De 14 impactos identificados, siete pertenecen al componente abiótico, en el factor aire se encontró el impacto “disminución de la calidad del aire interior por presencia de microorganismos en el ambiente” clasificado como alto para la tres puntos; biblioteca, baño y salón. Debido a que estos espacios no cuentan con infraestructura de ventilación adecuada que permita un flujo de aire constante o sistemas de ventilación que regulen las condiciones ideales necesarias para el desarrollo de los microorganismos (Observatorio de salud y medio ambiente de anda lucia, 2008) El “aumento de olores ofensivos por descomposición acelerada de residuos orgánicos” solo se identificó en las cafeterías ya que son los puntos donde se manipulan alimentos. Los hongos y bacterias son los principales agentes de descomposición y actúan sobre la materia orgánica colonizando los alimentos y alterando la consistencia y generando olores que pueden ser percibidos como ofensivos si no se lleva a cabo una correcta disposición de los residuos. (Vanegas & Rojas, 2004). “La contaminación atmosférica debido a la dispersión y transporte por el viento de partículas y microorganismos en suspensión producidas por la el tráfico de personas” y “Contaminación biológica de la atmosfera por cargas microbianas no controladas en el campus” fueron identificados como impactos negativos de clasificación media, ya que según (De La Rosa et al., 2002) los movimientos del aire y de los seres vivos son los que sitúan a los microorganismos en la atmosfera y de acuerdo con (Pallares A. M., 2006) la presencia de agentes biológicos es también considerada contaminación.

Como impacto positivo se reconoció el “Aumento de la fijación de nitrógeno por presencia de bacterias rizoferas (Gram negativas) transportadas por el viento y

sedimentadas hasta llegar al suelo” lo que ocurre por la presencia de microorganismos promotores del crecimiento de las plantas (PGPR) los cuales favorecen su desarrollo aumentando el crecimiento de la raíz interviniendo en la fijación del nitrógeno y absorción de agua y nutrientes. (Benjumeda, 2017).

En el factor agua se identificaron dos impactos negativos de escala media “Disminución de la calidad del agua por sedimentación de microorganismos patógenos transportados en por el aire” y “Alteración de los filtros en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano por adherencia de bacterias y hongos” relacionados entre sí, ya que los filtros son un medio que cuenta con las condiciones de humedad necesarias para el desarrollo de microorganismos que al entrar en contacto con el agua la modifican a un estado de contaminación, lo que a su vez altera el funcionamiento adecuado de los filtros y genera enfermedades a quien la consuma. (Martinez, y otros, 2012)

Para el componente biótico se identificaron 8 impactos negativos, en el factor fauna se encontró “Reducción de comunidades de entomofauna por contacto con plantas afectadas por presencia de hongos fitopatógenos” ya que de acuerdo con (Departamento para el desarrollo Internacional, 2017) bacterias como *Bacillus Thuringensis* (Gram positiva) son ingeridas a través de la alimentación produciendo una toxina que causa la muerte de los insectos, hongos como *Paecilomyces (Penicillium sp)* que luego de entrar en contacto con el insecto va invadiendo sus órganos internos hasta provocarle la muerte. El impacto “Afectación de plantas por presencia de hongos fitopatogeno” se relaciona con el género de hongos *Fusarium sp* encontrado en los puntos de muestreo, ya que según (Rodriguez M. , 2001) en un estudio sobre la biodiversidad de hongos fitopatogenos del suelo de

México este género pertenece a la selección de hongos fitopatógenos edáficos más importantes por su incidencia y severidad en ecosistemas de algunas regiones.

En el factor socioeconómico se identificaron cinco impactos; “Aceleración del deterioro de documentos y libros por presencia de esporas fijadas al polvo” según (Rodriguez, 2002) el crecimiento y la proliferación de microorganismos en soportes documentales son favorecidos por factores como la humedad, la presencia de polvo derivada de la carencia de rutinas de limpieza. Las esporas ocasionan un daño potencial ya que producen manchas en los soportes las cuales son irreversibles. Dentro de los géneros de hongos filamentosos más frecuentes en ambientes de archivo está el *Aspergillus sp*, *Penicillium sp* y *Mucor sp*, los cuales concuerdan con la caracterización realizada en esta investigación. Otro impacto es el “Deterioro de la infraestructura a causa de la presencia de agentes fúngicos” Los microorganismos pueden deteriorar el material de la infraestructura al usarlo de sustrato como un nutriente o generando metabolitos que inducen dicho deterioro. ( De Turris, Ocampo, & Matilde F. de R, 2013). El tercer impacto socioeconómico encontrado fue “Ausencias laborales por incapacidad médica asociada a enfermedades respiratorias” ya que de acuerdo con (Sanchez, 2015) el ausentismo laboral ocasiona consecuencias negativas en términos de costos, productividad, desgaste administrativo y recurso humano. Por tal razón este impacto fue identificado para tres de los diez puntos de muestreo; Biblioteca, Bloque administrativo y salón. “Propagación de microorganismos por acumulación en superficies de madera, papel, pintura y mesones” ya que en un análisis bacteriológico de superficies inertes realizado (Gonzales, Lozada, & Roque, 2014) se encontraron hongos en el 100 % de los

cultivos realizados y bacterias en el 66 %. De estas, el 25 % (12) correspondieron a bacterias de flora normal, el 62,5 % (30) a bacterias oportunistas y 12,5 % (6) a bacterias patógenas. El impacto denominado “Efectos negativos sobre la salud humana (respiración, irritaciones, afecciones pulmonares) por constante exposición” se relaciona con infecciones humanas que se transmiten por el aire y causan enfermedades principalmente en el aparato respiratorio, las cuales tienen una gran importancia socio económica ya que se transmiten fácilmente a través de las actividades normales del hombre y son las más frecuentes en la comunidad (De La Rosa et al., 2002).

### **Fichas de manejo ambiental**

Para los impactos más relevantes se elaboraron fichas de manejo propuestas indicando los puntos de muestreo donde se identificaron.

<b>FICHA DE MANEJO AMBIENTAL:</b>	
<b>CÓDIGO:</b> TG-FM-01	<b>TÍTULO:</b> MANEJO CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y DOCUMENTOS EN INTERIORES
<b>OBJETIVOS:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir la contaminación microbiológica del aire de salones y la biblioteca del campus.</li> <li>• Controlar y prevenir el deterioro de los libros de la biblioteca de la Universidad de Cundinamarca.</li> </ul>	
<b>METAS</b>	
Cumplir con el 100% de las medidas de manejo previstas para garantizar una calidad microbiológica aceptable y a su vez resguardar el patrimonio documental de la Universidad de Cundinamarca.	
<b>IMPACTOS A MANEJAR:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de la calidad del aire interior</li> <li>- Deterioro del patrimonio documental</li> </ul>	

<b>FICHA DE MANEJO AMBIENTAL:</b>			
<b>TIPO DE MEDIDA</b>			
<b>PREVENCIÓN:</b>		<b>MITIGACIÓN:</b>	
<b>COMPENSACIÓN:</b>			
<p><b>PREVENCIÓN</b></p> <p>Actividades a desarrollar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiezas mensuales en seco de los estantes en los cuales se ubican los libros.</li> <li>• Usar aspiradoras de succión suave con boquilla de malla para evitar levantamiento de polvo y daño en el material.</li> <li>• Instalar sistema de aire acondicionado para salones y biblioteca.</li> <li>• Instalar monitores para medición de temperatura y humedad relativa.</li> <li>• Mantener condiciones de humedad inferiores al 30% y temperaturas interiores entre los 13 -25°C.</li> <li>• Instalar reflectores de calor y/o persianas previniendo la iluminación permanente.</li> <li>• Restauración de material bibliográfico con algún tipo de lesión.</li> <li>• De ser posible plastificar los documentos para evitar su deterioro o daños ligados a su uso.</li> <li>• Manipular el material bibliográfico con las siguientes recomendaciones: manos limpias, no humedecer las yemas de los dedos para pasar las páginas, no consumir alimentos cuando se estén utilizando los libros.</li> <li>• Utilizar elementos de protección personal para el momento de la limpieza; tapabocas</li> </ul> <p><b>MITIGACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar Monitoreos microbiológicos del aire con periodicidad semestral.</li> <li>• Diligenciar la planilla de cumplimiento, una vez realizada la limpieza del lugar.</li> <li>• Verificar la utilización de los elementos de protección personal antes de cada limpieza.</li> <li>• Comprobar el estado de los EPPS previo al uso.</li> </ul>			
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b>			
Biblioteca de la Universidad de Cundinamarca – Seccional Girardot			
<b>INDICADORES</b>			

<b>FICHA DE MANEJO AMBIENTAL:</b>				
<b>Indicador</b>	<b>Descripción del Indicador</b>	<b>Tipo de Indicador</b>	<b>Periodicidad de Evaluación</b>	<b>Registro de cumplimiento</b>
Numero de limpiezas ejecutadas /N° de limpiezas programadas	Limpiezas periódicas	Cuantitativo	Semestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro fotográfico</li> </ul>
Promedio de T° interior / T° ambiente exterior	Instalación de medidores ambientales	Cuantitativo	Diaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mediciones de temperatura y humedad</li> </ul>

<b>FICHA DE MANEJO AMBIENTAL:</b>			
<b>CÓDIGO: TG-FM-02</b>		<b>TÍTULO: MANEJO CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y CONTROL EN CAFETERIAS.</b>	
<b>OBJETIVOS:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir y controlar la contaminación microbiológica del aire implementando procedimientos de limpieza para las cafeterías de la Universidad de Cundinamarca.</li> </ul>			
<b>METAS</b>			
Cumplir con el 100% de las medidas de manejo previstas para garantizar una calidad microbiológica aceptable de la Universidad de Cundinamarca.			
<b>IMPACTOS A MANEJAR:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de la calidad del aire interior.</li> <li>- Acumulación de microorganismos en superficies de madera, papel, pintura y mesones.</li> </ul>			
<b>TIPO DE MEDIDA</b>			
<b>PREVENCIÓN:</b>		<b>MITIGACIÓN:</b>	
<b>COMPENSACIÓN:</b>			



<b>FICHA DE MANEJO AMBIENTAL:</b>				
<b>PREVENCIÓN</b>				
Actividades a desarrollar				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza y desinfección del lugar de trabajo</li> <li>• El equipo y los utensilios de trabajo estén limpios al inicio de la jornada y que se limpien durante su utilización, cuando se contaminen y al finalizar la producción.</li> <li>• Las superficies (mobiliarios en general, pisos, paredes y equipamientos, dentro de otras) deben estar siempre limpias y secas.</li> <li>• Los productos alimentarios no se contaminen durante la limpieza.</li> <li>• Utilización de elementos de protección personal, tales como: Gorros, tapabocas, guantes y delantales desechables.</li> </ul>				
<b>MITIGACIÓN</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar Monitoreos microbiológicos del aire con periodicidad semestral.</li> <li>• Diligenciar la planilla de cumplimiento, una vez realizada la limpieza del lugar.</li> <li>• Comprobar el estado de los EPPS previo al uso.</li> <li>• Realizar capacitaciones bimensuales al personal involucrado.</li> </ul>				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b>				
Cafeterías de la Universidad de Cundinamarca – Seccional Girardot				
<b>INDICADORES</b>				
<b>Indicador</b>	<b>Descripción del Indicador</b>	<b>Tipo de Indicador</b>	<b>Periodicidad de Evaluación</b>	<b>Registro de cumplimiento</b>
Numero de limpiezas ejecutadas /N° de limpiezas programadas	Limpiezas periódicas	Cuantitativo	Bimensual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de asistencia de la limpieza.</li> <li>• Registro fotográfico.</li> </ul>

<b>FICHA DE MANEJO AMBIENTAL:</b>			
<b>CÓDIGO: TG-FM-03</b>		<b>TÍTULO: MANEJO CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y EL CONTROL EN SUPERFICIES DEL EDIFICIO.</b>	
<b>OBJETIVOS:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir y controlar la contaminación microbiológica del aire y en superficies de la Universidad de Cundinamarca.</li> </ul>			
<b>METAS</b>			
Cumplir con el 100% de las medidas de manejo previstas para garantizar una calidad microbiológica del aire aceptable en la Universidad de Cundinamarca.			
<b>IMPACTOS A MANEJAR:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de la calidad del aire interior.</li> <li>- Acumulación de microorganismos en superficies de madera, papel, pintura y mesones.</li> </ul>			
<b>TIPO DE MEDIDA</b>			
<b>PREVENCIÓN:</b>		<b>MITIGACIÓN:</b>	
<b>COMPENSACIÓN:</b>			
<b>PREVENCIÓN</b>			
Actividades a desarrollar			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpieza y desinfección implantando procedimientos de limpieza diferenciados por zonas de riesgo.</li> <li>Uso de elementos de protección personal en el momento de limpieza tales como Gorro, careta de seguridad, tapabocas, guantes de nitrilo, zapatos con suela antideslizantes y uso de tvek siempre y cuando la acción de limpieza lo requiera.</li> <li>Las superficies (mobiliarios en general, pisos, paredes y equipamientos, dentro de otras) deben estar siempre limpias y secas.</li> <li>Remover rápidamente la materia orgánica de las superficies.</li> <li>Nunca barrer superficies en seco, pues este acto favorece la dispersión de microorganismos que son vehiculizados a través de las partículas de polvo. Utilizar el barrido húmedo que puede ser realizado con trapeadores, mopas y paños de limpieza de pisos.</li> </ul>			

<b>FICHA DE MANEJO AMBIENTAL:</b>				
<b>MITIGACIÓN</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar Monitoreos microbiológicos del aire con periodicidad semestral.</li> <li>• Diligenciar la planilla de cumplimiento, una vez realizada la limpieza del lugar.</li> <li>• Verificar la utilización de los elementos de protección personal antes de cada limpieza.</li> <li>• Comprobar el estado de los EPPS previo al uso.</li> </ul>				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b>				
Universidad de Cundinamarca – Seccional Girardot				
<b>INDICADORES</b>				
<b>Indicador</b>	<b>Descripción del Indicador</b>	<b>Tipo de Indicador</b>	<b>Periodicidad de Evaluación</b>	<b>Registro de cumplimiento</b>
Numero de limpiezas ejecutadas /N° de limpiezas programadas	Limpiezas periódicas	Cuantitativo	Semanal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de asistencia de la limpieza</li> </ul>

### **Bacterias**

De acuerdo al muestreo dentro de las instalaciones de la Universidad de Cundinamarca y los análisis realizados en el laboratorio mediante la técnica de tinción de Gram se determinó la presencia en un 25% de **Cocos Gram Positivos**, 10% **Cocos Gram negativos** y 25% **Cocobacilos Gram negativos**, la presencia de estos microorganismos unicelulares es de gran interés debido al grado de riesgo hacia la salud humana, según un estudio realizado en el año 2014, (Jiménez Díaz, 2014). Estableció las siguientes especies de **Cocos Gram positivos** como de riesgo para la salud humana.

*Staphylococcus Aureus*, es una bacteria Gram positiva, patógena leve, presente en la piel y la nariz, esta bacteria se dispersa fácilmente en el ambiente como en las superficies, puede ser causante de enfermedades como Gastroenteritis, dermatitis, abscesos e infecciones localizadas, (Jiménez Díaz, 2014)

La *Neisseria meningitis* (Meningococo), esta bacteria aeróbica se caracteriza por su forma de Diplococo, cuenta con una capsula polisacarida grande no esporulada, puede fermentar la maltosa y la glucosa, se transmite por las gotas de saliva y es capaz de llegar a colonizar las vias respiratorias y alcanza las meninges por vía sanguínea, las enfermedades relacionadas con esta bacteria son la Meningitis y la Meningocemia. (Jiménez Díaz, 2014)

El género *Streptococcus*, es un grupo formado por bacterias de forma redondeada, que se hallan ampliamente distribuidas en la naturaleza. Hay especies que son importantes causantes de enfermedades en el ser humano, pero la mayoría son comensales, miembros de la microbiota normal humana de piel y mucosas (Maria, 2006).

La especie *Streptococcus Pyogenes*, es una bacteria muy común, habita en la garganta y la piel humana, su principal medio de dispersión son las gotas de la saliva, las enfermedades producidas por esta especie son las celulitis, fiebre reumática, septicemia, mionecrosis y glomerulonefritis, esta última, una enfermedad que deteriora los riñones de manera aguda o llegando a convertirse en crónica. (Jiménez Díaz, 2014)

Para *Streptococcus Pnemoniae* (Neumococo), su principal medio de dispersión es el aire, tomando como lugar hospedero las vías respiratorias, en las que pueden causar, Neumonias, Meningitis, y sinusitis. al ser causante de dichas patologías, se han

desarrollado mecanismos de prevención y protección como las vacunas PCV13 y PPSV23, las cuales proporcionan protección contra 13 y 23 cepas bacterianas de esta especie. (Jiménez diaz, 2014)

De igual manera se reportó la presencia en un 20% de **Bacilos Gram positivos** y 20% de **Bacilos Gram negativos**, los **Bacilos Gram positivos**, son bacterias capaces de esporular y que llegan a sobrevivir en diferentes medios, dentro de estas bacterias se encuentran los patógenos más agresivos para el ser humano por su gran resistencia. Muchas de estas especies forman parte del cuerpo humano (piel, tracto intestinal y cavidad oral) pero la presencia de ellos en el medio ambiente se vuelve un riesgo para la salud humana. (M M. , 2008).

La especie *Bacillus Antracis*, es un bacilo aerobio esporulado, sus esporas se transportan fácilmente en el ambiente siendo inhaladas de manera rápida por el ser humano, esta especie puede causar enfermedades como el Ántrax cutáneo y el Ántrax Pulmonar.

La especie *Clostridium tetani*, es un bacilo anaerobio formador de esporas que germinan en ausencia de O<sub>2</sub>, produce exotoxinas que bloquean la liberación de neurotransmisores, su hábitat es el suelo, pero llega al ser humano mediante las corrientes de aire que levantan material particulado, esta bacteria causa la enfermedad del Tétano.

Los **Bacilos Gram negativos**, pertenecen a la familia de las de las enterobacterias (Enterobacteriaceae) la cual incluye múltiples géneros y especies, algunas de los cuales son patógenos para el ser humano. Tienen una amplia distribución: en el agua, el suelo, las plantas y la flora intestinal de muchos animales y del hombre.

Algunas especies (*Shigella* spp., varias serovaresde *Salmonella*, *Yersinia pestis*) se han adaptado al ser humano y se consideran patógenos primarios, mientras que otras como *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Citrobacter* spp., *Enterobacter* spp., *Morganella morganii*, *Proteus* spp., *Providencia* spp., *Serratia* spp. Forman parte del microbiota normal, pero pueden comportarse como patógenos oportunistas es decir pueden causar infecciones al ser humano.

### **Hongos**

Teniendo en cuenta la caracterización de los hongos aislados se encontró que, en el 90% de las cajas se presentaron especies del género *Aspergillus* sp del cual se estima, contiene aproximadamente 184 especies, 40 de las cuales se han reportado como causante de infecciones humanas. Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 2012 ) los efectos en la salud provocados pueden ser infecciones como onicomicosis, otomicosis y queratitis. Afecciones alérgicas como asma, rinitis y neumonitis.

El género *Penicillium* sp es considerado como un patógeno oportunista, causante de infecciones respiratorias, locales o superficiales como; neumonías, queratitis, endoftalmitis, otomicosis, esofagitis e infecciones cutáneas (INSHT, 2016).

Según la sociedad española de enfermedades infecciosas y microbiología clínica (SEIMC, , 2000) El género *Fusarium*, hallado en el 30% de las cajas analizadas es considerado de distribución universal e importancia económica al ser habitualmente fitopatogeno, sin embargo, también es causante de afecciones como queratitis y

onicomicosis en seres humanos sanos. En personas inmunodeprimidas puede causar a nivel de la piel, granulomas, úlceras, necrosis, micetomas etc.

El género *Scedosporium* presente en el 50% de las muestras analizadas, es considerado por el Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI, 2008) como el causante de una amplia gama de infecciones que incluyen infecciones de piel y tejidos blandos con extensión a tendones, ligamentos y hueso (micetoma); artritis sépticas; osteomielitis; síndrome linfocutáneo, neumonía, endocarditis, peritonitis, meningoencefalitis, meningitis, otomicosis, sinusitis, queratitis, coriorrentitis y endoftalmitis.

La presencia de *Rhizopus sp* en el ambiente puede causar síntomas en los seres humanos como; dolor facial, dolor ocular, fiebre, dificultades para respirar. También en enfermedades como peritonitis, reacciones alérgicas y zigomicosis. Este género solo se aisló en el 10% de las cajas de muestreo. El género *Mucor* se presentó en el 80% de las cajas, según la Universidad Autónoma de México (UNAM, 2018) son causantes de infecciones cutáneas, invasiones pulmonares y mucormicosis gastrointestinal.

### **Características bioquímicas y enfermedades relacionadas**

La caracterización macro y micrométrica, realizadas a las cajas de Petri de cada punto de muestreo permitieron determinar, factores generales de las bacterias, sin embargo era necesario realizar un procedimiento que permitiera identificar a nivel de especie, por tal motivo se usaron pruebas bioquímicas: Estas pruebas permiten determinar las características metabólicas de las bacterias objeto de identificación, el tiempo de lectura varía de acuerdo a la técnica utilizada, no obstante, algunas de estas pruebas pueden

realizarse de forma rápida tras incubación de unas 2-6 horas; en general, se trata de reacciones enzimáticas como genéticas o pruebas convencionales modificadas, (Olmos A, 2010).

*Tabla 29: Pruebas Bioquímicas*

<b>BACTERIA</b>	<i>Sphingomonas paucimobilis.</i> TG-AN-V1-C10	<i>Acinetobacter baumannii</i> TG-AN-V1-C2	<i>Staphylococcus aureus</i> TG-AN-V1-C6
<b>Característica</b>	Aerobio estricto, Bacilo Gram (-), No fermentador, Catalasa (+), Oxidasa (+)	Cocobacilo Gram (-), Aerobio estricto, No fermentador, Resistente a antibióticos, Sobrevive largo tiempo en superficies expuestas al medio ambiente.	Coco Gram (+), Anaerobio facultativo, Coagulasa (+), Catalasa (+), Oxidasa (-)
<b>Hábitat y transmisión</b>	Bacteria ubicua en medios acuosos y suelos. Se transmite en ambientes hospitalarios.	Humidificadores, equipos de ventilación, la piel del personal y batas. Se transmite por el contacto en ambientes hospitalarios	Habita en la piel, en el suelo, superficies de objetos metálicos y de vidrio. Se transmite vía dérmica, mucosas, parenteral y digestiva
<b>Enfermedades</b>	Infecciones nosocomiales. Peritonitis bacteriana espontánea (PBE) bacteria oportunista en pacientes Neonatos, nefropatía crónica, diabetes mellitus, hepatopatía.	Neumonía, Infecciones urinarias, Meningitis, Infecciones en la piel	Infecciones en la piel y las mucosas (Foliculitis, forunculosis, conjuntivitis). Infecciones internas, (endocarditis, meningitis, artritis séptica, neumonía y osteomielitis)
<b>Tratamiento</b>	Resistencia a antibióticos cefalosporinas de 3ª generación.	Resistencia a B-lactamasas y a los antibióticos	Tratamiento con antibióticos compuestos por aminoglucósidos y cefalosporinas.
<b>Pruebas bioquímicas</b>	APPA, H2S, BGLU, ProA, SAC, ILATk, GlyA, O129R, ADO, BNAG, dMAL, LIP, dTAG, AGLU, ODC, GGAA, PyrA, AGLTp, dMAN, PLE, dTRE, SUCT, LDC, IMLTa, IARL, dGLU, dMNE, TyrA, CIT, NAGA, lHiSa, ELLM, dCEL, GGT, BXYL, URE, AGAL, CMT, LATa, BGAL, OFF, BAlap, dSOR, 5KG, PHOS, BGUR.		

*Fuente: Propia de autor*

Se analizaron tres muestras provenientes de las cajas con mayor presencia de UFC, dando como resultado la presencia de la bacteria *Staphylococcus aureus*, y la presencia de dos especies de bacterianas no comunes del medio ambiente, si no que pertenecen a ambientes estrictamente clínicos, siendo bacterias patógenas, resistentes a antibióticos y



que causan enfermedades en el ser humano; *Acinetobacter baumannii* y *Sphingomonas paucimobilis*

La *Acinetobacter baumannii* es una de las bacterias más frecuentes en brotes de infección intrahospitalaria por su capacidad de adherencia y persistencia en equipos biomédicos, teclados, cortinas e incluso teléfonos celulares de los trabajadores de salud, siendo usualmente resistente a desinfectantes de nivel bajo o intermedio, además su alta capacidad para desarrollar resistencia a los antibióticos, hace de esta un agente causal de diversas infecciones intrahospitalaria y elevadas tasas de mortalidad (Morgan DJ, 2010)

Un estudio realizado en unidades de cuidado intensivo (UCI) reveló que después de las interacciones entre el personal de la salud y los pacientes infectados, con *A. Baumannii*, el 38,7% de los guantes y batas del personal resultaron contaminados y 4,5% de ellos presentaron contaminación en sus manos después de la remoción de los guantes desechables, (Morgan DJ, Liang SY, Smith CL, Johnson JK, Harris AD, Furuno JP, et al, 2010) Otro estudio, realizado durante un brote, encontró que *A. Baumannii*, podía ser recuperado de la cama de pacientes infectados hasta nueve días después del alta hospitalaria, lo que demuestra la habilidad de esta bacteria para sobrevivir por largo tiempo en superficies inanimadas (M C. , 1999) La *Sphingomonas Paucimobilis*, es una bacteria asociada a las infecciones en el ser humano. El departamento de epidemiología e infección hospitalaria del Hospital Johns determinaron la presencia de la *Sphingomonas paucimobilis* en pacientes que ingresaron en áreas de cuidados intensivos, causando infecciones del torrente sanguíneo. (elsevier, 2009)

Teniendo en cuenta la bibliografía estudiada, se concluyó que la presencia de estas dos bacterias de ambientes clínicos dentro del plantel educativo y en especial en la cafetería 2 y en la plazoleta, se asocia principalmente a la presencia de estudiantes de enfermería, que, durante sus prácticas hospitalarias, entran en contacto con áreas y pacientes posiblemente infectados. El transporte de las bacterias se relaciona directamente con el uso de elementos de protección personal como batas, guantes y tapabocas que son movilizados por los estudiantes al campus universitario. Las empuñaduras de las batas o los uniformes sirven como medios hospedadores para ellos.

*Staphylococcus aureus*, es una bacteria muy resistente en el medio ambiente y ampliamente distribuida en la naturaleza que puede encontrarse en el aire, agua, residuos, maquinaria y superficies de la industria alimentaria, pero su principal reservorio son los animales y humanos, encontrándose en la piel, cabello, fosas nasales y garganta; En consecuencia, pueden transmitirse a una amplia gama de alimentos, principalmente alimentos derivados de animales y alimentos consumidos en crudo (Birgitte Helwigh, 2009). A estas características se puede atribuir su alta frecuencia en los muestreos realizados dentro del campus Universitario.

### Análisis y descripción de encuestas

Se realizaron seis preguntas a una muestra representativa de 152 individuos, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

*Tabla 30: Pregunta N°1 - Encuesta UDEC*

¿Sabe que es una afección respiratoria?	Numero de Encuestados
No	129
Si	23
Total	152

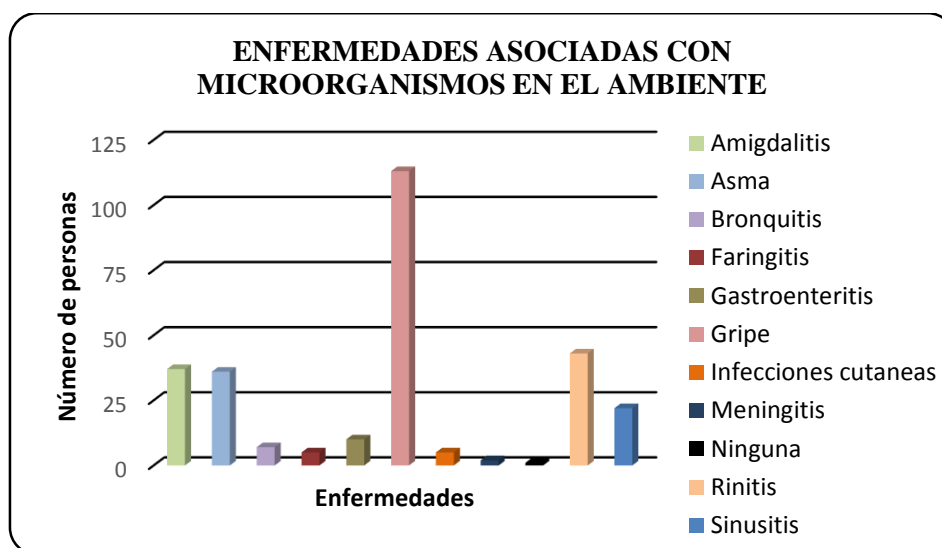
*Fuente: Propia de autor*

Como se observa en la tabla N° 1, el 84 % del personal encuestado manifiesta no conocer el concepto de afección respiratoria, definida como infecciones que afectan al tracto respiratorio superior o inferior y que puede ser bacteriana, viral ó parasitaria. (M M. , 2008). El desconocimiento de este significado puede ser considerado la razón principal por la cual no se implementan medidas de bioseguridad o prevención para la ejecución de actividades cotidianas. El 15 % de los encuestados conoce el término, y por lo tanto la relación que guarda con la presencia de flora microbiana en el ambiente y los efectos directos que puede tener sobre la salud humana.

Los resultados obtenidos para la pregunta N° 2 sobre si se conoce cuáles son las enfermedades que se producen por bacterias y hongos presentes en el aire, coinciden con lo expresado en la justificación de este proyecto de grado. El 60% de la población encuestada manifestó no conocer las enfermedades producidas por la exposición a microorganismos, dato que resulta alarmante ya que según (Jimenez, 2006) el 40% de los efectos causados en la salud por bacterias y hongos, son principalmente enfermedades

respiratorias que van desde una afección gripal, a una crisis de broncoespasmo o una neumonía bacteriana. Por lo tanto, es importante identificar las enfermedades a las que se encuentran expuestas toda la población estudiantil, para así fomentar el cuidado personal y jornadas de sensibilización por parte de la institución para prevenir propagación de enfermedades.

*Figura 2: Enfermedades que los encuestados relacionan con microorganismos en el ambiente*

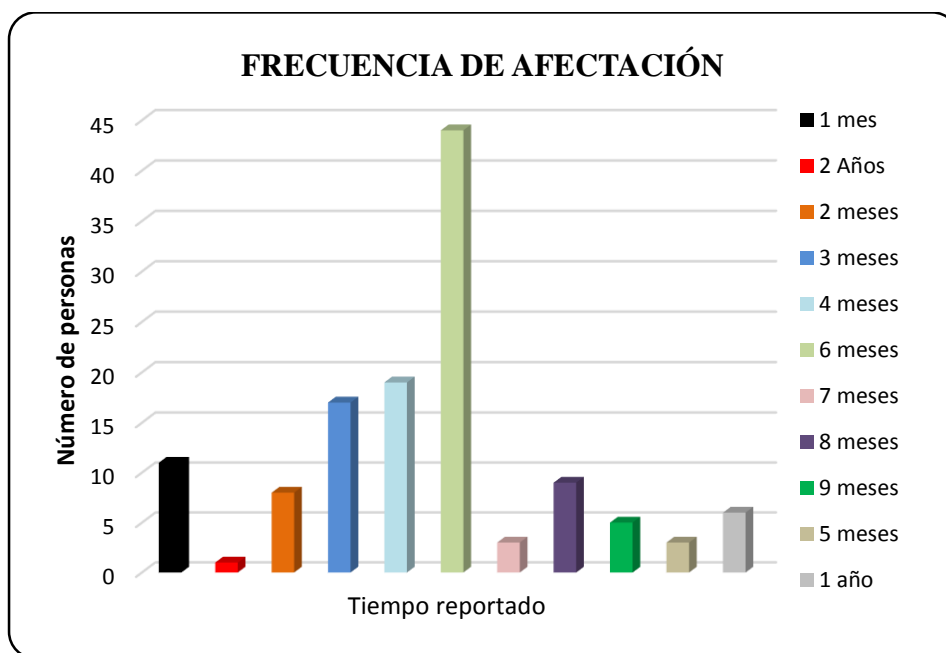


*Fuente: Propia de autor*

El observatorio Nacional de Salud (INS, 2010), afirma que las enfermedades de infecciones de vías respiratorias bajas ocupan el segundo lugar de casos con más ocurrencia en el país, tan solo con 2.232 casos nuevos por cada 100.000 personas. En la figura 2 se demuestra que la primera enfermedad de carácter respiratorio asociada a microorganismos que se encuentran en el aire es la gripe, seguida de la rinitis con una diferencia porcentual de 45% y la amigdalitis, asma y sinusitis con 37,36 y 22

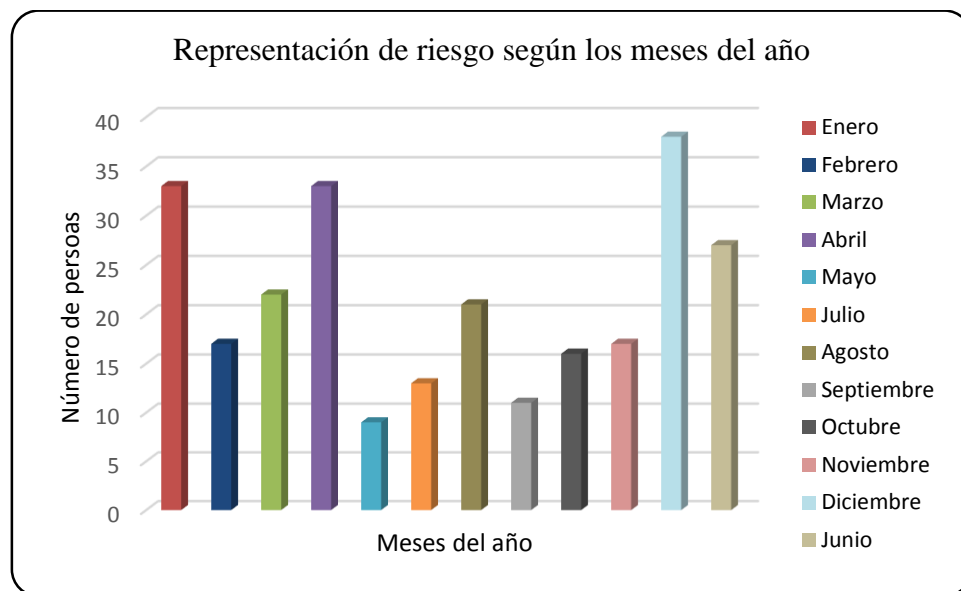
repeticiones. Estos se relacionan con investigaciones elaboradas por el Instituto Nacional de Salud INS, donde se demuestra que el virus sincitial respiratorio causo el 62% de los casos estudiados y que enfermedades como Influenza AH1N1 ocupa el 18%, la Parainfluenza 8% Influenza A estacional 6% y por ultimo Influenza B con 3%. Que en su mayoría son diferentes tipos de gripe (INS, 2010).

*Figura 3: Frecuencia de afectación – Pregunta N°4*



*Fuente: Propia de autor*

Figura 4: Riesgo de enfermedad relacionado con meses del año – Pregunta N°5



Fuente: Propia de autor

En las figuras 3 y 4 representan cada cuanto se repite una afección de carácter respiratorio y los meses en que se presentan estas afecciones. Las personas presentan repetición de afecciones respiratoria, en su gran mayoría establecieron un periodo de seis meses, seguido de cuatro meses a un año, lo que indica que estas enfermedades se presentan de dos a más veces, habría que decir también que estos periodos se encuentran en los meses de inicio, medio y fin de año. Las razones por las que sucede este fenómeno no están definidas claramente, Algunas posibles explicaciones incluyen: infección con enfermedad con una tasa de ataque muy baja, infección asintomática o latente en humanos o la transmisión del virus a otros huéspedes. Según Chaves “Estas enfermedades se presentan en las épocas frías del año”, y las “tasas de infección en el invierno en los países de climas templados y en países tropicales durante los meses lluviosos del año”. (p. 7, 2005). Benguigui por su parte afirma que “factores ligados al

clima frío, tales como el hacinamiento o la contaminación doméstica por residuos orgánicos, sean a la larga responsables por la mayor morbilidad y mortalidad respiratorias durante los meses de invierno”. (p. 73, 1997)

*Tabla 31: Zonas de la Universidad más frecuentadas*


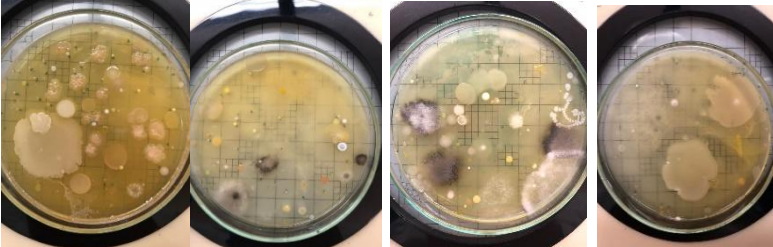
<b>Zonas de la Universidad donde permanece mayor tiempo</b>	<b>Número</b>
Auditorio	10
Baño	22
Biblioteca	73
Bloque Administrativo	11
Bloque Estudiantil	25
Cafeterías	80
Cancha de futbol	50
Salón de clases	90
Plazoleta	97
<b>Total general</b>	<b>456</b>

*Fuente: Propia de autor*

Para la pregunta número 6, se pedía a los encuestados seleccionar tres puntos en los que consideraba pasaba mayor parte de su tiempo. En relación con la tabla anterior, zonas como la plazoleta, el salón de clases y las cafeterías son donde se concentra más número de personas, seguido de biblioteca, cancha de futbol y bloque estudiantil. Lugares como el baño, bloque administrativo y el auditorio son interpretados como los menos frecuentados.

Teniendo en cuenta estos resultados, se evidencia una relación con los puntos donde la frecuencia de UFC fue mayor, siendo el caso de la plazoleta, cafetería y cancha de futbol, determinando que la presencia de personas aumenta la proliferación de microorganismos bacterianos y fúngicos.

## Alternativas de manejo a la contaminación ambiental por agentes microbianos.

 <p><b>UDEC</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA</p>	<b>MEDIDAS DE MANEJO PARA BACTERIAS</b>	<b>Código: TG-FB-V1</b> <b>Versión: 1</b> <b>Página 75 de 105</b>
<b>Géneros de bacterias aislados</b>		
		
<b>Medidas Preventivas</b>		
<b>Limpeza de Interiores</b>		
<p>En primer lugar, se debe emplear un paño húmedo para limpiar paredes, y superficies. Se debe hacer remoción mecánica ejerciendo fricción con traperos y paños, no se recomienda utilizar escobas ni plumeros para evitar levantar el polvo. Se debe tener en cuenta que las superficies requieren de limpieza y remoción periódica de polvo y suciedad. Las condiciones secas favorecen la persistencia de <b>Cocos Gram. Positivos</b> (Ej. <i>Staphylococcus spp.</i>, coagulasa negativos), en el polvo y en las superficies, mientras que los ambientes húmedos y sucios favorecen el crecimiento y persistencia de los <b>Bacilos Gram. Negativos</b>. (Secretaría distrital de salud, 2011, p. 29),</p>		
<p>Preparar la cantidad necesaria de solución de limpieza para el aseo diario, (según cantidad de superficies y duración o estabilidad de la preparación). Descartando residuos de solución que no se alcance a consumir en el periodo de viabilidad de uso. Se debe lavar, desinfectar y secar el contenedor utilizado para preparar la solución de limpieza con detergente líquido, enjuagar con agua y desinfectar con el desinfectante de nivel intermedio/bajo en uso para minimizar el grado de contaminación bacteriana.</p>		
<b>Para el personal de limpieza</b>		
<p>Utilizar elementos de protección respiratoria como mascarillas autofiltrantes por lo menos FFP2, o mascarillas con filtros P2 cuando se vaya a realizar el barrido, lo que puede generar levantamiento de polvo y bioaerosoles. En la zona ocular se recomienda utilizar gafas de protección.</p>		



Para manipular las soluciones desinfectantes utilizando guantes y tapabocas, se recomienda dotar de carros de aseo a los auxiliares de limpieza para instalaciones del primer piso.

### **Desinfección ambiental**

Se deben utilizar agentes químicos para limpieza de nivel intermedio como lo son el grupo de los fenoles, el hipoclorito de sodio, alcohol, la cetrimida y cloruro de benzalconio. (Secretaría distrital de salud, 2011, p.22). En la desinfección ambiental se recomienda utilizar aspersión o aerosolización, que consiste en rociar en el área que se desea desinfectar alguno de los compuestos químicos líquidos mencionados anteriormente.

### **Ventilación**

El control de la contaminación microbiológica en ambientes interiores se puede conseguir con un buen diseño de los sistemas y un eficaz programa de mantenimiento de las instalaciones. El método más directo para limitar el desarrollo de microorganismos es restringir la disponibilidad tanto de nutrientes como de agua, por lo tanto, para mejorar la ventilación se sugiere prevenir la acumulación de agua estancada bajo los sistemas de refrigeración, implantando un sistema de drenaje continuo, mantener la humedad relativa del aire por debajo del 70% en los espacios ocupados. Así como establecer programas de mantenimiento que contemplen la inspección, la limpieza y la desinfección de los aires acondicionados, registrando las operaciones que se realicen y su periodicidad. (Hernández, 1995, p.5)

### **Para el laboratorio**

Se recomienda una desinfección de alto nivel, por lo que se debe implementar limpieza de superficies y desinfección ambiental utilizando; óxido de etileno, formaldehído al 8% en alcohol al 70%, glutaraldehído al 2%, peróxido de hidrógeno. (Vignoli, 2008, p.615).

Es importante establecer un protocolo para la desinfección de instrumentos utilizado en actividades de laboratorio que hayan tenido contacto con material biológico. Como también para el almacenamiento de elementos y material microbiológico antes y durante prácticas de laboratorio.

Como la universidad no cuenta con instalaciones y recursos necesarios para disponer correctamente los residuos biológicos que se generan de las prácticas, sería pertinente contratar un gestor externo que se encargue de la recolección, disposición de los residuos y desinfección de materiales utilizados.

### **Batas de laboratorio**

Se sugiere realizar el siguiente procedimiento para el lavado de batas de acuerdo a (Universidad de Málaga, 2006, p.1)



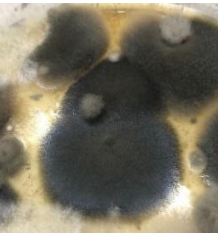


Al terminar la práctica o jordana, ponga la bata contaminada en una bolsa de plástico y ciérrela.

Hasta que usted lave esa ropa, debe permanecer en la bolsa de plástico.

Se debe lavar separadamente del resto de la ropa.

Use el nivel de agua más lleno posible, agua caliente y el ciclo de lavado más largo. Usar detergente líquido.

Para secar es recomendable que no se use secadora, mejor al aire libre.

	<b>MEDIDAS DE MANEJO PARA HONGOS</b>	<b>Código: TG-FH-C1</b>
		<b>Versión: 1</b>
		<b>Página 77 de 105</b>
<b>Géneros de hongos aislados</b>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">   <i>Aspergillus sp</i> </div> <div style="text-align: center;">   <i>Mucor sp</i> </div> <div style="text-align: center;">   <i>Penicillium sp</i> </div> <div style="text-align: center;">   <i>Rhizopus sp</i> </div> <div style="text-align: center;">   <i>Scedosporium sp</i> </div> </div>		
<b>Medidas Preventivas</b>		
<b>Cuidados Personales</b> <p>Lavado de manos por remoción mecánica de microorganismos, utilizando jabón corriente. En el caso de utilizar jabón en barra el soporte debe tener aberturas que eviten en emposamiento del agua y con esto la proliferación de organismos. Una vez utilizado se debe jugar la barra y secar las manos con toallas desechables.</p>		

Adoptar unas correctas medidas de higiene, no comer, ni beber en el lugar de trabajo, lavado de manos, evitar la exposición de heridas abiertas, utilizar ropa de trabajo y equipos de protección individual.

Se debe prohibir el uso elementos de protección en lugares como cafeterías, salones, biblioteca, plazoleta y demás que se encuentren fuera del área de laboratorio, ya que estos deben ser de uso exclusivo para prácticas y actividades dentro de ese recinto. (Delgado y Diaz, 2006)

Utilizar tapabocas siempre que se encuentre con enfermedades como la gripe que predispongan el organismo a contraer afecciones alérgicas.

Seguir los protocolos de bioseguridad del laboratorio.

### **En las cafeterías**

La persona encargada de recibir el dinero no debe ser la misma que entregue o prepare los alimentos. Además quien manipule los alimentos debe utilizar barreras de protección como guantes, gorro y tapabocas para evitar propagación de enfermedades. Las superficies deben ser lavadas y desinfectadas todos los días, antes de dar inicio a la atención. (Rachhe y Guzman, 2012)

### **Limpieza de Interiores**

Se recomienda realizar limpieza de áreas como; salones, biblioteca, baños, cafeterías como mínimo dos veces al día teniendo en cuenta que el flujo de personas en estas zonas y su permanencia es mayor al de las demás.

Utilizar productos estandarizados, ofrecer jabón, detergente y desinfectante para realizar procesos de limpieza, homogenizar el uso de detergentes con tensioactivos biodegradables.

Realizar lavado de implementos como escobas, traperos y baldes antes y después de su uso para disminuir la bio carga de los mismos. Para la limpieza de laboratorio, estos implementos deben ser de uso exclusivo.

### **Para el personal de limpieza**

Utilizar elementos de protección respiratoria como mascarillas autofiltrantes por lo menos FFP2, o mascarillas con filtros P2 cuando se vaya realizar el barrido, lo que puede generar levantamiento de polvo y bioaerosoles. En la zona ocular se recomienda utilizar gafas de protección. Constans, Alonso y Guardino (s.f)

### **Desinfección ambiental**

Requiere el uso de aspersión o aerosolución el cual consiste de un roció de líquido antifungico que puede ser Hipoclorito sódico 0,25%, Sulfato de cobre, glutaraldehido al 0,5% y a 0,125% o paraban éster butílico, que va depositando la solución en el ambiente, haciendo que esta llegue a lugares de difícil acceso. (INSHT, 2012)

### **Ventilación**

Se recomienda disponer de ventilación adecuada en espacios como salones y áreas de trabajo en interiores, evitar la humedad relativa alta y condensaciones, además de implantar un programa periódico de limpieza y mantenimiento de equipos, especialmente en el sistema de climatización-ventilación.

### **Para el edificio universitario**

Almacenar los productos de origen animal o vegetal, como cuero, tejidos, residuos orgánicos, paja, madera, bagazo, etc., en condiciones relativamente secas y en recintos bien ventilados para prevenir el enmohecimiento. (INSHT, 2012)

Recolectar los residuos sólidos depositados en los contenedores dos veces al día evitando que estos se conviertan en focos de enfermedades creando un ambiente propicio para hongos.

## 7. Conclusiones

- La calidad del aire en la UDEC se encuentra en un grado intermedio de contaminación microbiana, superando los límites establecidos por la OMS en el caso de las bacterias, encontrándose por debajo de los límites para agentes fúngicos.
- La caracterización macroscópica y microscópica permitió clasificar las colonias de bacterias en cocos, bacilos y cocobacilos. Se identificaron bacterias Gram positivas y Gram negativas, con mayor presencia de cocos en todos los puntos de muestreo.
- Las especies de bacterias de origen clínico consideradas patógenas, *Acinetobacter Baumannii* y *Sphingomona paucimobilis*, están asociadas a la presencia de estudiantes de enfermería, que, durante sus prácticas hospitalarias, entran en contacto con áreas y pacientes posiblemente infectados sirviendo como medio de transporte hasta llegar al campus universitario.
- Se deben crear e implementar protocolos de bioseguridad que ayuden a prevenir los impactos asociados a la presencia de estos microorganismos.
- Los géneros de hongos documentados fueron *Aspergillus sp*, *Penicillium sp*, *Muccor sp*, *Rhizopus sp*, *Scedosporium sp* y *Fusarium sp*, considerados causantes de enfermedades en el ser humano.
- La implementación de la estadística descriptiva, permitió determinar la heterogeneidad de los valores de las UFC de cada punto de muestreo, siendo de suma importancia para la realización de la prueba de KRUSKAL-WALLIS, en

donde los resultados arrojaron que no existen cambios significativos en las variables entre cada punto de muestreo, sin embargo entre algunos puntos se presentó un acercamiento al límite establecido en esta prueba  $< 0,05$ .

- Se identificaron los impactos ambientales asociados a la presencia de microorganismos, como deterioro de la calidad del aire en el campus universitario, aceleración del deterioro del patrimonio documental de la universidad, propagación de microorganismo por acumulación de los mimos en superficies de madera, electrodomésticos y mesones.
- Se formularon fichas de manejo que incluyeron en su mayoría estrategias de prevención para la contaminación por agentes biológicos a través de protocolos de limpieza y uso de elementos de protección personal, así como medidas de bioseguridad para estudiantes y demás personal universitario.
- No existen diferencias significativas entre la carga microbiológica obtenida en los 10 puntos de muestreo.
- Ya que se reconoce la presencia de microorganismos asociados al desarrollo de enfermedades que atacan principalmente las vías respiratorias y la piel, es necesario realizar jornadas de sensibilización e información para aquellos que se encuentran expuestos, con el fin de mejorar hábitos e informar sobre las medidas para de prevención al contagio.
- Como medidas de prevención denota la importancia de implementar un protocolo de limpieza y desinfección de áreas comunes, en especial aquellas donde se presenta más concurrencia de estudiantes, y prohibir el uso de

implementos de laboratorio fuera del el para evitar el transporte de microorganismos.

### **8. Recomendaciones**

- Para efectos de una futura investigación se recomienda el uso de medios de cultivo selectivos que permitan realizar un aislamiento y caracterización de microorganismos específicos de los cuales se conozca sus impactos.
- Incluir nuevos puntos de muestreo para tener mayor cobertura del campus Universitario y aumentar el número de réplicas de cada punto para mayor veracidad de los resultados.
- Pruebas bioquímicas por lo menos a dos bacterias por punto de muestreo, para lograr realizar una comparación de resultados entre puntos.
- Establecer una periodicidad de muestreo y proponer estándares u objetivos para la un límite de contaminación microbiológica en las zonas de la Universidad de Cundinamarca Seccional Girardot.
- Proponer un manual de bioseguridad para todas las áreas del campus.
- Junto con el programa de enfermería, realizar jornadas de sensibilización en las cuales se divulgue los resultados obtenidos y se informe de las medidas preventivas que se deben seguir.

### Lista de referencias

- De Turris, A., Ocando, L., & Matilde F. de R. (2013). Pueden los Microorganismos impactar los materiales de construcción. *Dialnet*, 23-33. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4752971.pdf>
- aem. (2009). *Asesoría Económica y de marketing*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2018, de [http://www.corporacionaem.com/tools/calc\\_muestras.php](http://www.corporacionaem.com/tools/calc_muestras.php)
- Alcaldía de Girardot . (s.f.). Obtenido de <http://www.girardot-cundinamarca.gov.co/Paginas/Inicio.aspx>
- Ambiente, S. D. (Julio de 2013). Instructivo diligenciamiento de la matriz de identificación de impactos de aspectos y valoración de impactos ambientales. Bogotá, Colombia.
- Araque, C. y. (2015). *scielo*. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012174882015000100006&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012174882015000100006&script=sci_abstract&tlng=es)
- Arratia, C. C. (2014). *Procedimiento de monitoreo ambiental en el laboratorio de producción de medios de cultivo de INLASA*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés .
- Bartha, A. y. (2002). Obtenido de <http://www.divulgameteo.es/uploads/Aire-microorganismos.pdf>
- Benjumeda, D. (2017). *Bacterias promotoras del crecimiento vegetal*. Sevilla: Universidad de Sevilla. Obtenido de [http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=CROPS-FOR-BETTER-SOIL\\_formation-5.pdf](http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=CROPS-FOR-BETTER-SOIL_formation-5.pdf)
- Birgitte Helwigh, H. K. (2009). Obtenido de [http://orbit.dtu.dk/fedora/objects/orbit:117383/datastreams/file\\_f63063f2-83c3-4ce4-a96e-ca5c5c91ee61/content](http://orbit.dtu.dk/fedora/objects/orbit:117383/datastreams/file_f63063f2-83c3-4ce4-a96e-ca5c5c91ee61/content)
- Bonilla, B. y. (2002). Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/883/88316010009/index.html>
- Burrell. (1991). *NCBI*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1568420/>
- CAPPITELLI, F. F. (2009). Granada Historical Archive, Milan.
- Carlos A. Méndez-Puentes, J. G.-S.-H. (2015). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v17n5/v17n5a07.pdf>
- Carlos A. Méndez-Puentes, J. G.-S.-H. (2015). *U. Nacional de Colombia*. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/38468/62640>
- Cebollero P, E. S. (s.f.). *Scielo*. Obtenido de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272005000200012](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272005000200012)
- Conesa. (1993). *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*. Madrid, España: MUNDI - PRENSA. Obtenido de Universidad Nacional del Nordeste:



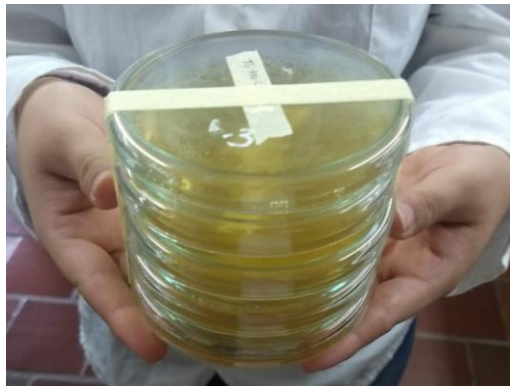
- [http://centro.paot.mx/documentos/varios/guia\\_metodologica\\_impacto\\_ambiental.pdf](http://centro.paot.mx/documentos/varios/guia_metodologica_impacto_ambiental.pdf)
- Daza, M. y. (2015). *Unirioja*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5460365.pdf>
- De La Rosa et al. (2002). Obtenido de <http://www.divulgameteo.es/uploads/Aire-microorganismos.pdf>
- Departamento para el desarrollo Internacional. (2017). *Hoja Divulgativa*. Obtenido de Cipotato: <http://cipotato.org/wp-content/uploads/publication%20files/fact-sheets-flyer-leaflet/002790.pdf>
- Diaz, P., & Fernandez, P. (17 de Agosto de 2007). *Fisterra*. Obtenido de <https://www.fisterra.com/formacion/metodologia-investigacion/metodos-no-parametricos-para-comparacion-dos-muestras/>
- elsevier*. (2009). Obtenido de <http://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-peritonitis-bacteriana-espontanea-por-sphingomonas-S0213005X15003742#bib0055>
- Espinoza, G. (2002). *Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Santiago - Chile.
- Goes, R. d. (2000). *SEIMC*. Obtenido de <https://www.seimc.org/contenidos/ccs/revisionestematicas/micologia/fusarium.pdf>
- Gonzales, S. I., Lozada, M., & Roque, I. (2014). Análisis bacteriológico de superficies inertes. *Cub Hig Epidemiol*.
- IDEAM*. (s.f.). Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/calidad-del-aire>
- INS*. (2010). Obtenido de <https://www.ins.gov.co/Transparencia/Control%20Interno%20Todos%20Los%20Documentos/2010%20Informe%20Ejecutivo%20Anual.pdf>
- INSHT*. ( 2012 ). Obtenido de <http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/.../Ficha%20Aspergillus%20spp.pdf>
- INSHT*. (2016). Obtenido de [www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/.../Penicillum%20spp%202017.pdf](http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/.../Penicillum%20spp%202017.pdf)
- Jiménez Díaz. ( 2014). *Diario Vasco*. Obtenido de <https://www.diariovasco.com/sociedad/salud/resistencia-antibioticos-superbacterias-20180525200057-nt.html>
- Jimenez, C. y. (2006). *minsa*. Obtenido de <http://www.minsa.gob.pe/portada/prevencion/ef/influenza.asp>
- JM., R. Y. (2011).
- Labarrere. (2003). [http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol53\\_1\\_15/hig08115.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol53_1_15/hig08115.htm). Obtenido de [http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol53\\_1\\_15/hig08115.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol53_1_15/hig08115.htm)
- M, C. (1999). Obtenido de [http://orbit.dtu.dk/fedora/objects/orbit:117383/datastreams/file\\_f63063f2-83c3-4ce4-a96e-ca5c5c91ee61/content](http://orbit.dtu.dk/fedora/objects/orbit:117383/datastreams/file_f63063f2-83c3-4ce4-a96e-ca5c5c91ee61/content)

- M, M. (2008). *Vola*. Obtenido de <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/grampositivosaerobios.pdf>
- Maria, M. M. (2006). Obtenido de <https://www.diariovasco.com/sociedad/salud/resistencia-antibioticos-superbacterias-20180525200057-nt.html>
- Martinez, A., Lopez, M., Segura, O., Ortega, J. L., Figueroa, U., Cervantes, M., . . . Alba, J. (2012). Microorganismos presentes en agua de bebederos de las escuelas públicas de la ciudad de Gómez Palacio, Durango causantes de gastroenteritis. *Redalyc.org*.
- Mijangos Ricardez, & Lopes luna. (2013). Metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales. En *Temas de ciencia y Tecnología* (págs. 37-42). Sierra juarez : Instituto de estudios ambientales.
- Morawska, N. &. (2009 ). Effects of moisture-damage repairs on microbial exposure and symptoms in schoolchildren.
- Morgan DJ, L. S. (2010). Obtenido de [file:///C:/Users/Personal/Downloads/S0213005X11001571\\_S300\\_es%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Personal/Downloads/S0213005X11001571_S300_es%20(1).pdf)
- NCBI. (2008). Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2223844/>
- nontumor, W. &. (2011). Obtenido de PathologyOutlines.com
- Observatorio de salud y medio ambiente de anda lucia. (2008). *Diba*. Obtenido de [https://www.diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c7389bc9-6b7b-4711-bdec-3ead4bc9a68b&groupId=7294824](https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=c7389bc9-6b7b-4711-bdec-3ead4bc9a68b&groupId=7294824)
- Olmos A, G. C. (2010). Obtenido de [file:///C:/Users/Personal/Downloads/S0213005X11001571\\_S300\\_es.pdf](file:///C:/Users/Personal/Downloads/S0213005X11001571_S300_es.pdf)
- Pallares, A. M. (2006). *Evaluacion de la contaminación del aire por microorganismos oportunistas y su relación con material particulado (PM2.5 y PM 10) en la localidad de puente aranda*. Obtenido de Repository: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14838/T41.06%20C889e.pdf?sequence=1>
- Pallares, C. O. (2006). Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14838/T41.06%20C889e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodriguez, M. (2001). *Biodiversidad de los hongos fitopatogenos del suelo de Mexico*. Mexico: Instituto de fitosanidad colegio de posgraduados . Obtenido de [http://www3.inecol.edu.mx/csmbgbd/images/stories/resultados\\_articulos\\_archivos/5%20BIODIVERSIDAD%20DE%20LOS%20HONGOS%20FITOPATOGENOS.pdf](http://www3.inecol.edu.mx/csmbgbd/images/stories/resultados_articulos_archivos/5%20BIODIVERSIDAD%20DE%20LOS%20HONGOS%20FITOPATOGENOS.pdf)
- Rodriguez, N. R. (2002). *El papel de los hongos en el deterioro documental*. Obtenido de Archivo general: [http://www.archivogeneral.gov.co/sites/default/files/Estructura\\_Web/5\\_Consulte/SalaDePrensa/Art%C3%ADculo\\_EIPapeldeLosHongos.pdf](http://www.archivogeneral.gov.co/sites/default/files/Estructura_Web/5_Consulte/SalaDePrensa/Art%C3%ADculo_EIPapeldeLosHongos.pdf)
- Romero, c. y. (2016). Obtenido de [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-71672014000100127](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672014000100127)

- Sanchez, D. (2015). Ausentismo laboral: Una visión desde la gestión de la seguridad y la salud en el trabajo. *Revista Salud de la Universidad del Bosque*, 43-54.
- SEIMC. (, 2000). Obtenido de <https://www.seimc.org/contenidos/ccs/revisionestematicas/micologia/fusarium.pdf>
- Soriano, B. y. (2002 ). Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-31802010000100009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-31802010000100009)
- Tiempo, E. (19 de Septiembre de 2017). *En el aire del valle de Aburrá hay al menos 19 géneros de hongos*. Obtenido de El Tiempo: <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/investigadores-hallaron-18-tipos-de-hongos-en-el-aire-del-valle-de-aburra-132308>
- Toloza, L. y. (2012). Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-35842012000200010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-35842012000200010)
- Toloza, L. y. (2012). Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-35842012000200010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-35842012000200010)
- UNAM. (2018). Obtenido de <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/micologia/mucormicosis.html>
- Vanegas, C., & Rojas, J. (2004). *Deteccion de patogenos en alimentos*. Bogotá: Apuntes científicos UniAndes.
- Villafañe, C. O. (2009 ). *Cooperacion universitaria Rafael Nuñez*. Obtenido de <http://siacurn.app.curnvirtual.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/908/22-71-1-PB.pdf?sequence=1>
- Wathes, C. y. (1995). *Redalyc*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/467/46710104.pdf>

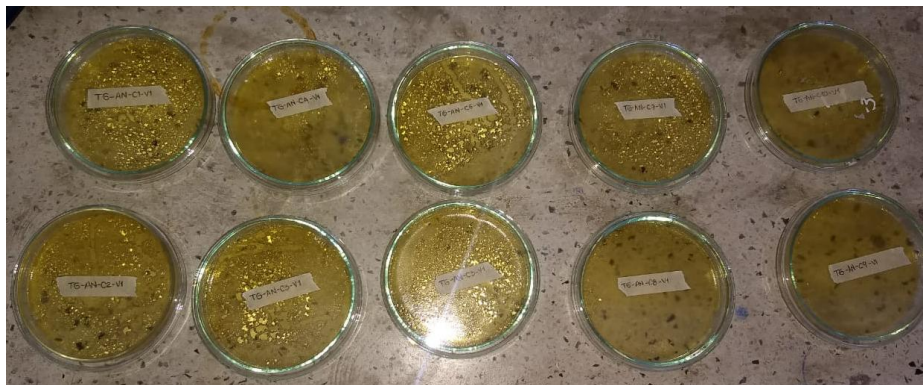
## Anexos

### Anexo 1 Primer muestreo Bacterias



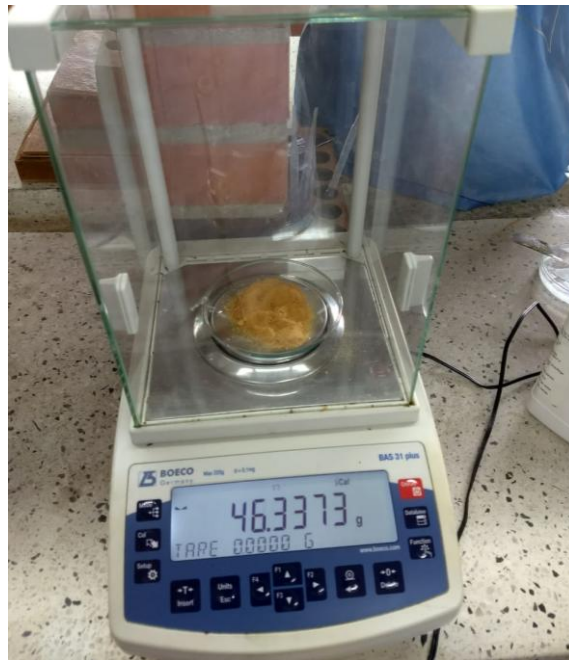
*Fuente: propia de autor*

### Anexo 2 Segundo muestreo Bacterias



*Fuente: propia de autor*

*Anexo 3 Pesaje del medio de cultivo*



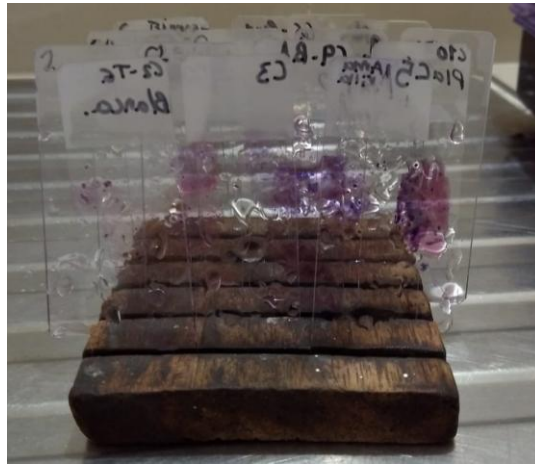
*Fuente: propia de autor*

*Anexo 4 Coloración de Gram*



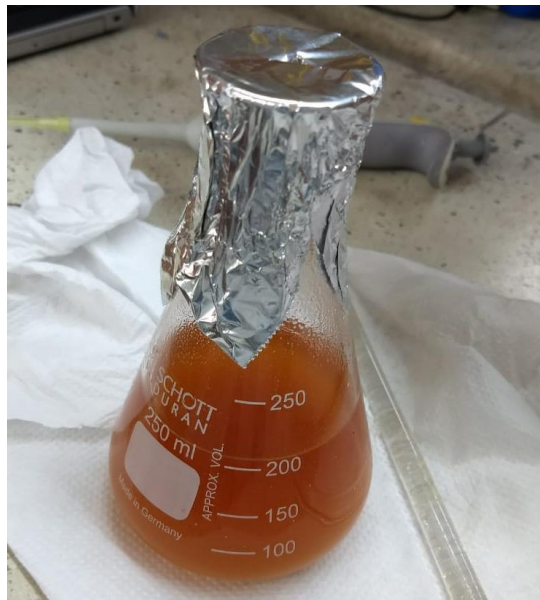
*Fuente: propia de autor*

*Anexo 5 Laminillas con Tinción*



*Fuente: propia de autor*

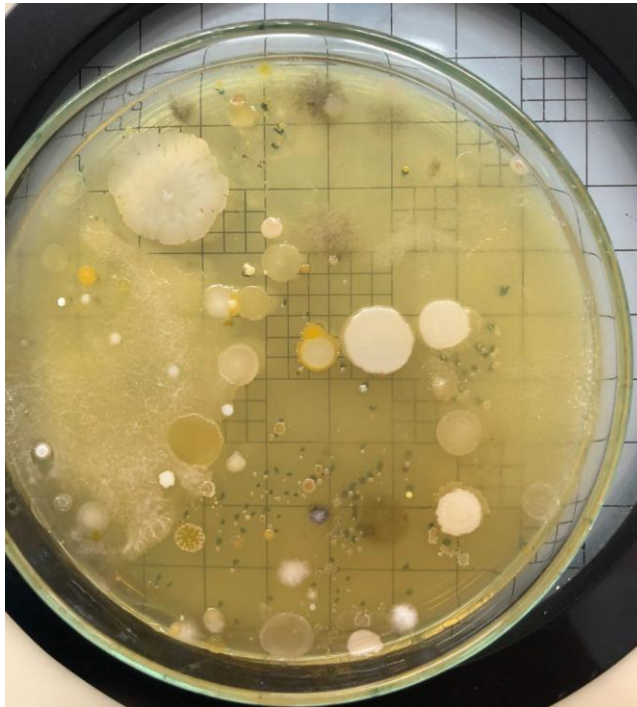
*Anexo 6 Medio de cultivo – Agar Nutritivo*



*Fuente: propia de autor*



*Anexo 7 Bacterias macroscópicas*



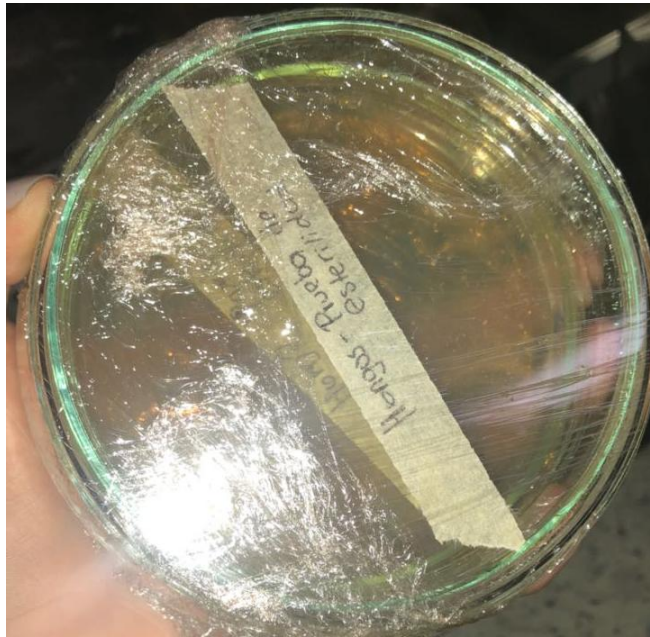
*Fuente: propia de autor*

*Anexo 8 Hongos macroscópicos*



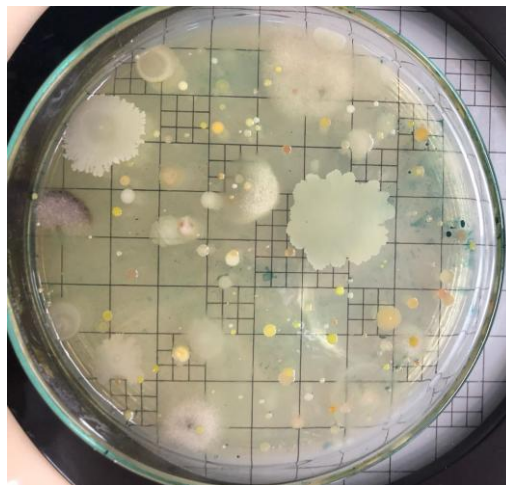
*Fuente: propia de autor*

*Anexo 9 Prueba de esterilidad*



*Fuente: propia de autor*

*Anexo 10 Bacterias aisladas*



*Fuente: propia de auto*



*Anexo 11 Hongos observados objetivo x10*



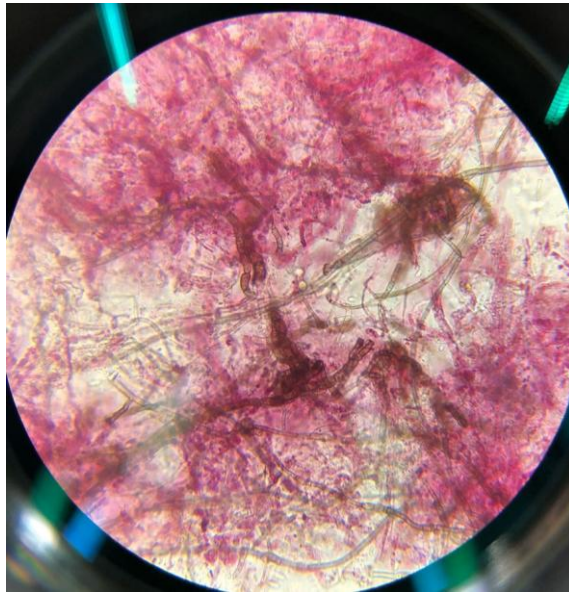
*Fuente: propia de autor*

*Anexo 12 Hongos objetivo x10*



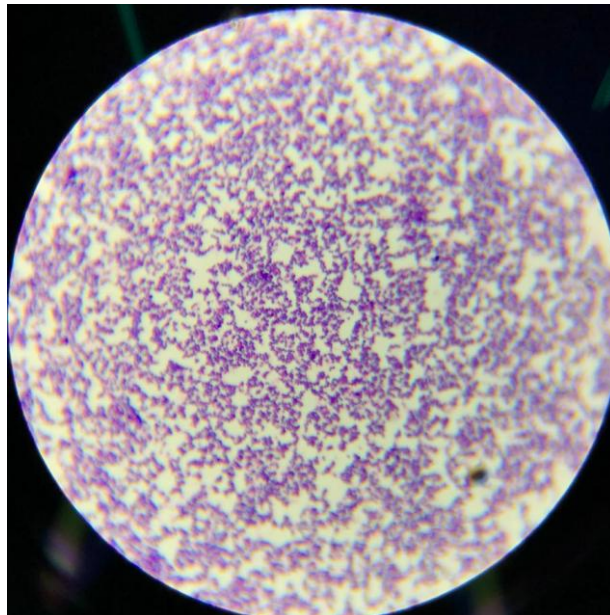
*Fuente: propia de autor*

*Anexo 13 Bacteria Gram positiva*



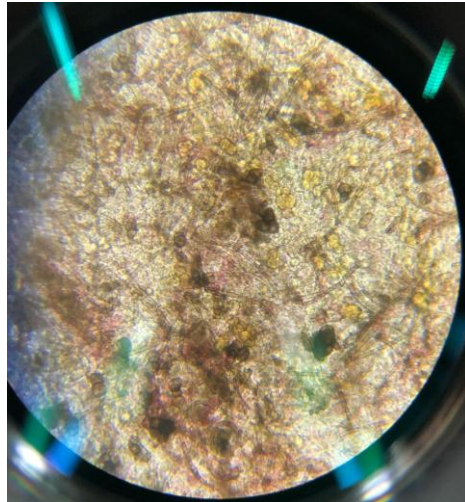
*Fuente: propia de autor*

*Anexo 14 Bacterias Gram negativas*



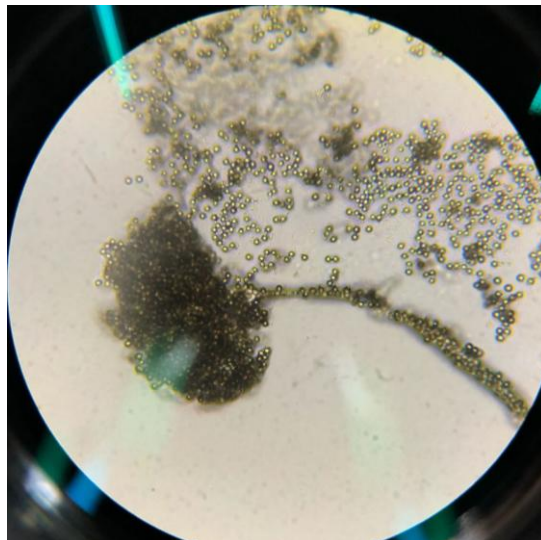
*Fuente: propia de autor*

*Anexo 15 Rhizopus sp - Microscópicos*



*Fuente: propia de autor*

*Anexo 16 Hongo en objetivo x10*



*Fuente: propia de autor*