

Biodeterioro de archivos patrimoniales causados por bacterias en el centro de investigación “José María Llorente”



Diana Raquel Pantoja

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN

PROGRAMA BIOLOGÍA

POPAYÁN-CAUCA

2022

Biodeterioro de archivos patrimoniales causados por bacterias en el centro de investigación “José María Llorente”

Diana Raquel Pantoja

Trabajo de grado, modalidad pasantía como requisito parcial para optar por el título de Bióloga

DIRECTOR

TATIANA ARCOS ORTEGA Ph. D

Universidad del Cauca

Facultad De Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación

Departamento de Biología

Popayán-Cauca

2022

Nota de aceptación.

El director y los jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación de este por sus autores y lo encuentran satisfactorio.

Firma del director Tatiana
Arcos Ortega. Ph. D.

Firma del jurado 1

Firma del jurado 2

Popayán, mayo de 2021

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	7
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. HISTORIA DE LA ORGANIZACIÓN	3
3. MISIÓN, VISIÓN Y VALORES.....	5
3.1 Misión.....	5
3.2 Visión	5
3.3 Valores de la Universidad del Cauca.	5
4. JUSTIFICACIÓN.....	7
5. OBJETIVOS	9
5.1 Objetivo general.....	9
5.2 Objetivos específicos.....	9
6. MARCO TEÓRICO	10
6.1 Biodeterioro.....	10
6.2 identificación de los principales factores o agentes del biodeterioro	10
6.3 Clasificación y descripción de microorganismos biodeteriorantes.....	14
6.4 Las bacterias.....	14
6.5 Características macroscópicas más comunes de las diversas colonias microbianas..	15
Forma:.....	15
Tamaño:.....	15
Elevación:.....	15
Superficie:	15
Consistencia:.....	15
Borde:	15
Transparencia:	15
6.5 las bacterias y el biodeterioro	16
6.6 Importancia del estudio de bacterias	17
7. ANTECEDENTES.....	18
7.1 Antecedentes a nivel mundial.....	18
7.1 Antecedentes a nivel nacional	19
8. MARCO METODOLÓGICO	21
8.1 Diseño de investigación.....	21
8.2 Descripción del sitio de estudio	21
8.3 Metodología para el crecimiento y aislamiento de bacterias presentes en los documentos del archivo histórico de Popayán.....	22
8.3.1 Sedimentación gravimétrica en placa	22

8.3.2 Frotis de superficie	23
8.3.3 Tinción de Gram	24
8.3.4 Criopreservación	25
8.4 Factores físicos	25
9. MARCO LEGAL.....	26
10. DIAGNÓSTICO.....	28
10.1 Factores ambientales del centro de investigación José María Arboleda.....	28
10.2 Caracterización macroscópica de las bacterias.	31
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
12. PLAN DE ACCIÓN DE ACCIÓN O INTERVENCIÓN.....	43
13. CONCLUSIONES	44
14. RECOMENDACIONES.....	46
15. BIBLIOGRAFÍA.....	47

Lista de Figuras

Figura 1 Nomenclatura de los indicadores de micro deterioro en las obras documentales tomado de Manrique, (2005).....	13
Figura 2. Características macroscópicas de bacterias. Tomado de Gutiérrez, (2008).15	
Figura 3. Bloques que conforman el archivo histórico José María Arboleda Llorente, elaboración propia (2019).	22
Figura 4. Box Plots, temperatura respecto a los meses de monitoreo	28
Figura 5. Box Plots, relación Humedad vs meses de monitoreo.	29
Figura 6. Relación humedad relativa y sección de monitoreo	30
Figura 7. Relación temperatura vs secciones de monitoreo.....	31
Figura 8. Sala de Gobierno 37°C	33
Figura 9. Sala de Gobierno 45°	33
Figura 10. Biblioteca y misiones 37°C.....	33
Figura 11. Biblioteca y misiones 45°C.....	34
Figura 12. Catalogación 37°C.	34
Figura 13. Catalogación 45°C	35
Figura 14. Archivo inactivo 37°.....	35
Figura 15. Archivo inactivo 45°	36
Figura 17. Cultivo microbiológico en medio líquido. A. Cultivo sala Diario Oficial a 42°C, B. Cultivo sala Misiones a 42°C, C. Cultivo sala Misiones a 37°C, D. Cultivo sala Diario Oficial a 37°C.....	38
Figura 16. Sedimentación gravimétrica en placa.	38
Figura 20. Cultivo mixto, 45°C. Sala Catalogación	39
Figura 21. Cultivo mixto, 37°C. Sala Catalogación.....	39
Figura 18. . Cultivo mixto, 45°C, Sala Misiones	39
Figura 19. Cultivo mixto, 37°C, Sala Misiones.....	39
Figura 24. Recuperación de colonias, 45°C, A-C , colonias 1,2 y 3. Sala Archivo Inactivo....	40
Figura 22 Cultivo axénico (colonia 2), 37°C. Sala Catalogación	40
Figura 23. Cultivo axénico (colonia 2), 37°C. Sala Misiones.	40

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los microorganismos según su estructura celular. ¡Error!

Marcador no definido.

Tabla 2. Archivo inactivo 37°C..... ¡Error! Marcador no definido.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser incondicional en mi camino, de la manera más especial a John James Acosta por brindarme su apoyo en todo momento, por ser mi pilar fundamental en toda mi carrera, por compartir horas y horas tratando de entender temas de mi carrera para explicarme, por haber trabajado para ayudarme económicamente en mi estudio sin tener necesidad, y a su familia porque siempre me trataron como a una hija más.

En estas líneas quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible esta investigación, a mi Directora Tatiana Arcos porque no solo me ayudo en mi carrera profesional sino también en mi vida personal , dándome siempre una voz de aliento, a mi asesora Yenifer Tovar, quien con su paciencia me ayudo con sus conocimientos en todo el transcurso de la investigación, a los trabajadores del centro de investigaciones por haber prestado sus instalaciones para realizar la investigación y brindarme su colaboración en todo momento.

No tengo palabras para agradecerles las incontables veces que me brindaron su apoyo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, unas buenas, otras malas, otras locas. Gracias por darme la libertad de desenvolverme como ser humano.

1. INTRODUCCIÓN

El Centro de Investigaciones Históricas, José María Arboleda Llorente de la facultad de Ciencias Humanas y Sociales de la Universidad del Cauca, es el segundo archivo más importante de Colombia, después del Archivo General de la Nación.

El contenido de información, su antigüedad y la expedición de copias de escrituras públicas, lo han convertido en un lugar privilegiado para la Institución, el Departamento y la Nación. Durante años, preservar los documentos que albergan soportes físicos y culturales, ha sido tema de estudio e investigación (García, 2015).

Sin embargo, uno de los principales problemas a los que se enfrenta este Centro con el paso del tiempo, es a la evidente degradación de la calidad del soporte bibliográfico, ya que la composición orgánica de los documentos favorece la proliferación de agentes biológicos, como termitas y roedores y al crecimiento de microorganismos, como hongos y bacterias (Universidad del Cauca, 2019).

En los últimos años, los documentos del Centro José María Arboleda Llorente se han visto afectados por agentes biológicos, ocasionando pérdidas irreparables en el acervo patrimonial, esta preocupante situación, nos ha llevado a buscar estrategias eficientes de cuidado, prevención, preservación y saneamiento documental, con miras a proteger el archivo que reposa en las instalaciones de la Universidad del Cauca y que reviste el patrimonio histórico documental de la nación.

Para dar cumplimiento al objetivo planteado, fue necesario muestrear e identificar macroscópicamente las bacterias presentes en los documentos seleccionados y finalmente evaluar los parámetros físicos (temperatura y humedad), para obtener información sobre las condiciones del ambiente que favorecen al crecimiento y

proliferación de microorganismos.

Este estudio es de gran importancia ya que los bienes documentales registran la memoria colectiva de los pueblos a lo largo del tiempo en un lugar o proceso determinado.

2. HISTORIA DE LA ORGANIZACIÓN

El centro de investigaciones históricas “José María Arboleda Llorente” está ubicado en la casa colonial, construida por José María Mosquera y Figueroa, padre del general Tomás Cipriano de Mosquera, en la ciudad de Popayán, departamento del Cauca. La fundación y clasificación de los archivos se deben a la labor de José María Arboleda Llorente y a su interés por conservar la memoria histórica del país.

El 18 de septiembre de 1928, José María, inicia la catalogación del Antiguo Archivo Central del Cauca; acervo que da cuenta del desarrollo político administrativo, de uno de los entes territoriales más sobresalientes de la historia nacional, cuya máxima extensión llegó a abarcar el 70% del actual territorio colombiano, la documentación que se acumuló durante más de 300 años, da cuenta de la historia no sólo local sino también de todos los municipios adscritos por una administración centralizada que compulsó copias de los diversos procesos a la ciudad de Popayán (Universidad del Cauca, 2019).

En ese momento, no se contaban con nociones archivísticas, para determinar la forma de catalogar la documentación histórica. Arboleda Llorente, construye su propio sistema, agrupando los documentos por temporalidad (Colonia, Independencia y República), y a su vez, los ubicó por temas, subtemas y le asignó un número topográfico con ficha de catalogación que contiene los datos del remitente, destinatario, observaciones, número de folio, resumen, fecha y lugar de procedencia. Estos aspectos lo convirtieron en uno de los sistemas de catalogación de archivos históricos más completos e importantes de América Latina (Universidad del Cauca, 2019).

En 1946, el archivo pasó al cuidado de la Facultad de Ciencias Humanas y Sociales de la Universidad del Cauca, quien desde ese momento se encarga de su custodia y

sostenimiento. Posterior, a la muerte del fundador del archivo, en 1970, la Universidad del Cauca creó el Centro de Investigaciones Históricas, José María Arboleda Llorente y continuó con la labor de conservar, catalogar y poner al servicio de la ciudadanía los documentos que soportan gran parte de la memoria histórica nacional. Este sistema completo de catalogación es reconocido ahora como uno de los más importantes de Hispanoamérica (Universidad del Cauca, 2019).

Actualmente, el archivo cuenta con una hemeroteca compuesta por el diario liberal (1938- actual), periódicos del siglo XIX, revistas importantes como, la revista Popayán y la colección de libros impresos de más de 4000 volúmenes del Colegio de Misiones Nuestra Señora de las Gracias, además, existen registros notariales desde 1583 hasta finales del siglo XX, los fondos Arboleda, Mosquera y Carlos Albán, y el fondo Universidad del Cauca que da cuenta del alma mater desde en el siglo XIX y principios del siglo XX (Universidad del Cauca, 2019).

La colección más grande está compuesta por manuscritos dividida en fondos; el más grande se encuentra en el archivo central del Cauca en tres secciones: colonia, independencia y republica; aquí se encuentran documentos sobre la antigua administración política, financiera y judicial del departamento del Cauca e información sobre el proceso legal, político y geográfico, por los cuales se estableció el departamento.

3. MISIÓN, VISIÓN Y VALORES

3.1 Misión

La Universidad del Cauca es una institución de educación superior pública, autónoma, de orden nacional, creada en los orígenes de la República de Colombia. Fue fundada en su tradición y legado histórico, es un proyecto cultural que tiene un compromiso vital y permanente con el desarrollo social, mediante la educación crítica, responsable y creativa.

La Universidad forma personas con integridad ética, pertinencia e idoneidad profesional, demócratas comprometidos con el bienestar de la sociedad en armonía con el entorno, lo cual le permite generar y socializar la ciencia, la técnica, la tecnología, el arte y la cultura en la docencia, la investigación y la proyección social (Universidad del Cauca, 2019).

3.2 Visión

La Universidad del Cauca, fiel a su lema "*Posteris Lumen Moritvrvs Edat*" (*Quién ha de morir deje su luz a la posteridad*), tiene un compromiso histórico, vital y permanente con la construcción de una sociedad equitativa y justa en la formación de un ser humano integral, ético y solidario.

3.3 Valores de la Universidad del Cauca.

La convivencia y la tolerancia, necesarios para la consecución de la paz nacional. La honestidad y la responsabilidad, dentro de la pluralidad ideológica y el respeto a los derechos individuales y sociales. La valoración integral del ser humano, superando

toda forma de discriminación e inequidad. La libertad y la autonomía, principios esenciales para formar personas capaces de decidir en libertad y con responsabilidad. La democracia y la participación, en el marco de un Estado Social de Derecho que garantice el pleno desarrollo individual y social (Universidad del Cauca, 2019).

4. JUSTIFICACIÓN

El centro de investigaciones José María Arboleda Llorente, cuenta con cientos de documentos en los cuales se plasma la memoria histórica de todos los colombianos, estos documentos son fuente importante de información que aseguran a investigadores y demás usuarios tener una fuente confiable del patrimonio nacional. Es aquí donde nace la necesidad de salvaguardar estos bienes que son testimonio de la historia y cultura del país.

Actualmente el centro de investigación de la Universidad del Cauca es el segundo archivo histórico más importante de Colombia, aquí reposan varios libros incunables, tres documentos muy antiguos de la segunda mitad del siglo XV, de los cuales hay muy pocos a nivel mundial, por lo cual, se realizan monitoreos y fumigaciones para el control biológico de plagas, además de métodos de asepsia para la manipulación de los impresos y así evitar su deterioro.

A pesar de los constantes controles de desinfección, algunos documentos se han mostrado frágiles, por ello, hacer un análisis de los factores ambientales como temperatura y humedad relativa es importante para evitar el deterioro de los soportes documentales.

La humedad presenta fluctuaciones para mantener su estabilidad. Al ser el papel un material higroscópico permite reacciones de oxidación e hidrolización de la celulosa que favorece el desarrollo de microorganismos. Por otro lado, la temperatura actúa de manera paralela con la humedad. Entonces en el caso de que en el archivo existan temperaturas elevadas, los impresos estarán en riesgo ya que se aceleran las reacciones

enzimáticas de los microorganismos que pudieran existir en los libros favoreciendo el metabolismo microbiano.

Por lo tanto, la finalidad de este proyecto es evaluar el Biodeterioro de archivos patrimoniales causados por bacterias en el centro de investigación “José María Llorente” por medio un protocolo de aislamiento e identificación preliminar empleando parámetros macroscópicos y de esta manera actualizar la información sobre los riesgos a los que están expuestos los repositorios documentales, con el ánimo de proponer posibles soluciones para la conservación de los acervos de la Universidad del Cauca.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

- Evaluar el Biodeterioro de archivos patrimoniales causados por bacterias en el centro de investigación José María Llorente.

5.2 Objetivos específicos

- Caracterizar macroscópicamente las bacterias aisladas de los documentos seleccionados del archivo histórico del Centro de Investigación José María Arboleda Llorente.
- Verificar si la humedad y la temperatura inciden en la conservación de los documentos Patrimoniales.
- Estandarizar la metodología de aislamiento para la identificación preliminar de las bacterias que afectan los documentos del Centro de Investigación José María Arboleda Llorente.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Biodeterioro

Para Del Egido e Hidalgo (2008), el biodeterioro es todo cambio en las propiedades de un material a causa de la actividad vital de los organismos, también se puede definir como la degradación de material causado por patógenos (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2018).

Los microorganismos pueden afectar no solo el papel de los archivos históricos, sino también una amplia variedad de materiales (metales, pinturas, papel, cartón, rocas, fotografías, textiles, cuero, plásticos, etc.), que, si no se tiene un control a adecuado de las condiciones micro climáticas, pueden sufrir daños físicos, químicos y biológicos (Villalba y Sánchez, 2004; Borrego y Perdomo, 2008, p.s/n).

6.2 identificación de los principales factores o agentes del biodeterioro

Factores intrínsecos: corresponden a la propia constitución del material, (la técnica de manufactura, los procedimientos constructivos que se emplean para realizarlo, la selección de los materiales). No importa en dónde se encuentre el bien cultural, los motivos de su deterioro están en su propia composición y se incrementa o se disminuye por el ambiente en el que se ubican.

Factores extrínsecos: son todos los agentes que derivan de fuentes externas al objeto y que no dependen del bien cultural. Estos factores pueden ser ambientales (humedad, temperatura, luz, condiciones atmosféricas) biológicos (microorganismos, insectos e invertebrados), catastróficos o factores inducidos por el hombre (mala manipulación, acto violento o robo) que son de los que más afectan al patrimonio bibliográfico y documental.

Los agentes biológicos tales como, insectos, animales vertebrados, y microorganismos son los causantes de un deterioro más acentuado en el patrimonio documental, aunque su presencia resulta usual en cualquier ambiente se reconoce su influencia en archivos y bibliotecas (Suarez Valencia,2016).

En la tabla 1 se puede observar las diferentes causas de deterioro en los archivos documentales, por causas físicas, medio ambientales o por la acción de microorganismos, como bacterias u hongos filamentosos o levaduras.

Tabla 1. Causas de deterioro de los fondos documentales.

CAUSAS DE DETERIORO DE LOS FONDOS DOCUMENTALES			
Causas del Deterioro	Papel	Fotografía	Discos
Microorganismos	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas. • Degradación de fibras. • Acidificación. • Hidrólisis de la celulosa. • Decoloración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro de la imagen. • Aparición de moho. • Debilitamiento. • Fragilidad. • Deformación. • Manchas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas superficiales.
Humedad Relativa Alta	<ul style="list-style-type: none"> • Decoloración de tintas. Acidez. • Oxidación. • Deformaciones. • Proliferación de hongos. Posible disolución de tintas. Hidrólisis. • Amarillamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deformaciones. • Crecimiento de moho. • Decoloración de la fotografía. • Pérdida de la imagen. Fragilidad en el soporte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ondulaciones. • Pérdida de la información. Errores de lectura. • Impide reproducción parcial o total del sonido. • Grietas.
Temperatura Muy Baja	<ul style="list-style-type: none"> • Debilitamiento. • Pérdida de resistencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la resequedad. • Disminución del tiempo de vida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fallas en la lectura. • Imposibilita reproducción del sonido.
Temperatura Muy Alta	Crecimiento de hongos. Desarrollo de plagas de insectos.	<ul style="list-style-type: none"> • Degradación del color. • Fragilidad en el soporte. • Disminución del tiempo de vida. • Manchas. • Proliferación de microorganismos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deformaciones en la superficie. • Fallas en la lectura. • Pérdida de la información.

A partir de la valoración biológica y postulados de Toloza (2012) y García (1999), se deduce que los componentes de las obras son atacados por un microorganismo, pero no todos originan las mismas consecuencias (Figura 1).

Las especies colonizan un espacio debido a su escasa o nula ventilación, pH adecuado e iluminación. La temperatura media durante varios días debe superar los 25°C y deben darse acumulaciones de partículas y hollín en los diferentes tipos de superficie de las piezas.

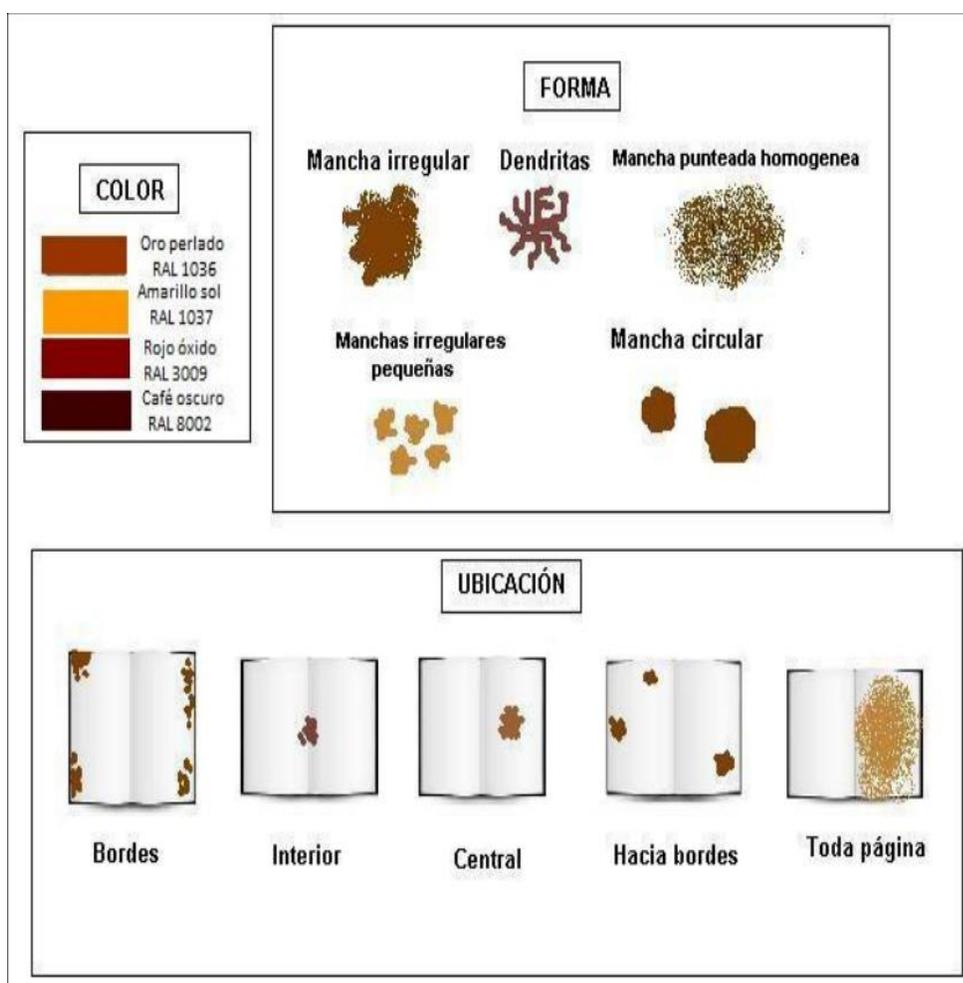


Figura 1 Nomenclatura de los indicadores de micro deterioro en las obras documentales tomado de Manrique, (2005).

6.3 Clasificación y descripción de microorganismos biodeteriorantes

En gran parte el Biodeterioro que afecta a los acervos documentales es el que llevan a cabo los microorganismos y sucede principalmente por medio de la formación y desarrollo de biopelículas (microorganismos aglutinados a la superficie y humedecidos en una matriz polimérica de origen microbiano) (García, 2012).

- Hongos: Pertenecen a las eucariotas y son organismos más desarrollados que las bacterias, aunque presentan similitud en sentido nutricional con muchas especies. (Vaillant, 2013).
- Bacterias: son un grupo de organismos colonizantes unicelulares procarióticos de varias formas (esféricos, espirales y cilíndricos). Pueden ser móviles o inmóviles e incluyen especies tanto autótroficas como heterótroficas (Castro y Barbosa, 2013).

6.4 Las bacterias

Según el estado en que se halle los documentos las bacterias se ven favorecidas por factores como la humedad relativa y la temperatura, ya que estos agentes físicos alteran las propiedades del material. Así, en palabras de Jiménez (2007), hasta provocar fragilidad, descohesión, cambio de color e incluso su destrucción completa (p.16) o total inutilización, como en el caso del material fotográfico (Miras, 2011). Suele verificarse asimismo una disminución en la durabilidad natural de los de origen vegetal, como el papel.

Las condiciones aptas para propiciar el crecimiento de las bacterias son: ambientes con pH 7-8, temperatura entre 25 y 37°C, aunque algunas toleran los 0°C (psicrofílicas) y otras soportan sobre temperaturas sobre los 45°C (termofílicas), lugares sucios y

descuidados (Conservamos, 2010).

6.5 Características macroscópicas más comunes de las diversas colonias microbianas.

Las características son de suma importancia para la identificación de las bacterias. Estas presentan colonias de diversos tamaños, bordes, elevaciones, colores y la consistencia o superficie.

Forma: puntiforme, circular, rizoide, irregular, filamentosa.

Tamaño: grande (más de 3 mm.), mediana (2-3 mm.), pequeña (1-2 mm.).

Elevación: plano, elevado, convexo, pulvinado.

Superficie: suave, brillante, rugosa, plegada, seca, polvorienta.

Consistencia: Blanda, mucosa, dura, etc.

Borde: entero, ondulado, lobulado, filamentoso, ondeado

Transparencia: transparente u opaca, con o sin brillo.

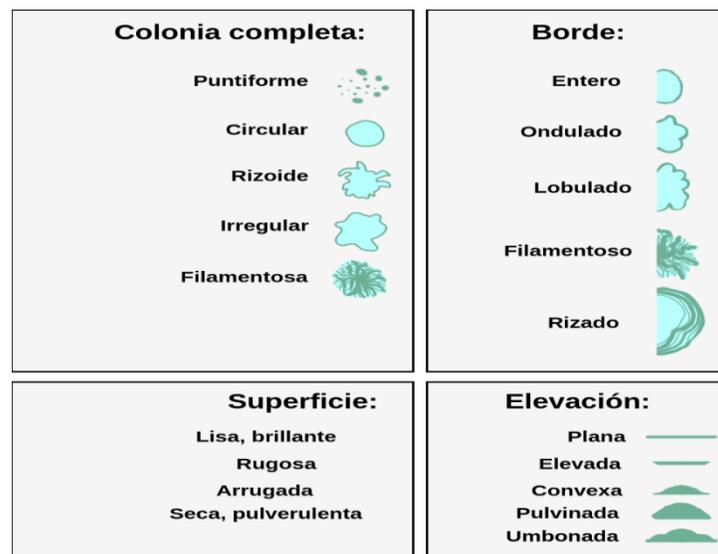


Figura 2. Características macroscópicas de bacterias. Tomado de Gutiérrez (2008).

6.5 las bacterias y el biodeterioro

El suministro de las bacterias dentro de archivos y bibliotecas, con base a lo mencionado por Conservamos (2010), “lo encuentran en la celulosa del papel, colágeno en pastas de piel, aglutinantes como gelatina, almidón, cola animal y vegetal; a su vez, causan erosión, producen manchas de distintos colores en la superficie de los soportes, debilitamiento estructural y fragilidad”.

Según algunos estudios realizados la presencia de bacterias gran positivas en archivos documentales independientemente del aporte de microorganismos que ingresan a través del polvo en los ambientes interiores también puede ingresar al interior de los archivos, como consecuencia de la manipulación de los documentos por parte del hombre o del ingreso a los archivos, debido a que muchas de ellas forman parte de la piel y de la mucosas del organismo (Zhu et al., 2003; Tsai y Macher, 2005), además, otros concuerdan en que este tipo de bacterias se pueden transportar en los zapatos de las personas y por el polvo que se encuentra suspendido en el piso y que puede ser removido al caminar o cuando las personas realizan aseo de dichas instalaciones (Goh et al., 2000).

A su vez, la presencia de bacterias Gram negativas en los archivos documentales debe ser tenido en cuenta debido a que como es sabido algunos géneros como *Staphylococcus* y *streptococcus* pueden causar enfermedades cuando penetran en la piel a través de lesiones, en las membranas de las mucosas o en las vías respiratorias (Isenberg et al., 1991).

De esta manera el estudio de bacterias toma vital importancia debido a que pueden producir riesgos laborales y daño en documentos patrimoniales.

6.6 Importancia del estudio de bacterias

El conocimiento de las características más generales de los microorganismos es fundamental para comprender cómo éstos no sólo son los protagonistas de las enfermedades infecciosas, sino que también pueden estar implicados en el deterioro de materiales y alimentos. Por otra parte, y no menos importante, está el uso beneficioso de los microorganismos, tanto en la industria alimentaria (manipulación y producción de alimentos) como en la industria farmacéutica (producción de fármacos)(Aranguiz,2014). Además de ello, las bacterias han sido objeto de numerosos estudios por su participación en los ciclos biogeoquímicos de elementos esenciales como Carbono, Nitrógeno, Fósforo y Azufre (Richardson, 2001).

Todos estos conocimientos son requisitos previos imprescindibles para establecer e implementar métodos de esterilización, desinfección, tratamiento antimicrobiano y prevención; esos mismos conceptos básicos son importantes para trabajar con las bacterias desde su perspectiva beneficiosa.

7. ANTECEDENTES

La conservación del patrimonio documental que guardan los diferentes archivos, bibliotecas y museos como testigos vivos de la historia, no constituyen un factor de interés y preocupación por toda la sociedad; la pérdida de la historia trae como consecuencia que generaciones futuras permanezcan sin la idea su pasado que conservan los documentos culturales, el cuidado de estos archivos depende en gran medida de la concientización del grupo humano más que de los medios existentes (Rodríguez, y otros, 2009).

7.1 Antecedentes a nivel mundial

Ramírez en el 2011, en su trabajo denominado "Conservación preventiva en acervos documentales, Biodeterioro y Control de Plagas en Archivos y Acervos documentales" hace énfasis en los agentes biológicos que se instauran y alteran los acervos patrimoniales, donde propone algunas metodologías para el proceso de determinación en laboratorio de bacterias y hongos, donde se destaca la importancia de realizar: i) revisión y monitoreo, ii) diagnóstico, iii) identificación, iv) propuesta y solución, con miras a aplicar medidas preventivas y proponer tratamientos para minorar la población de estos microorganismos en acervos patrimoniales

Otro trabajo en este ámbito es el realizado por Borrego en 2012 titulado "Factores externos del deterioro en el patrimonio documental". Este explica de modo sencillo, pero con un valor científico, como influyen algunos elementos que no están relacionados con las características de los soportes documentales y las tintas (factores intrínsecos) en su deterioro, la temperatura, la humedad relativa, la contaminación ambiental y agentes biológicos, son factores externos del deterioro que influyen en la velocidad del

envejecimiento y detrimento de los materiales.

Otro estudio tomado en cuenta es el de Vaillant (2013), quien realizó un trabajo sobre "Biodeterioro del patrimonio histórico documental y sus alternativas para su erradicación y control, en dicho trabajo hay un nuevo abordaje de aspectos de la conservación preventiva y las prácticas de preservación. Por lo tanto, hace énfasis en el estudio de los problemas ocasionados por agentes biológicos, su detección, diagnóstico y tratamientos alternativos.

La investigación de Borrego-Alonso en 2015 con el artículo "Los biocidas vegetales en el control del biodeterioro del patrimonio documental. El objetivo de este trabajo fue realizar una disertación sobre las biocidas, su concepto, los distintos tipos y la importancia de los productos naturales provenientes de plantas para el control del biodeterioro por microorganismos e insectos, así como las perspectivas y el impacto, que pudieran tener en su aplicación sobre el patrimonio documental. Señala que los resultados que han obtenido grupos de investigadores latinoamericanos aún son preliminares, se continúa investigando, en particular en Cuba, para obtener una biocida vegetal que permita el control del biodeterioro del patrimonio documental y concluye que en el mercado de productos para la conservación del patrimonio documental existen sustancias con acción biocida o desinfectantes, pero de naturaleza sintética.

Los trabajos mencionados anteriormente, se relacionan con la investigación en curso, ya que, proponen diferentes alternativas para abordar el complejo problema que causan las bacterias sobre los acervos patrimoniales. Además, en Colombia no se ha generado suficiente investigación para contrarrestar la acción de estos agentes biológicos.

7.1 Antecedentes a nivel nacional

La Ley General de Archivos Ley 594 de 2000 en su Título XI y Artículo 46 establece de manera taxativa la responsabilidad y obligación que tiene la Administración Pública de “implementar un Sistema Integrado de Conservación en cada una de las fases del Ciclo Vital de los Documentos (Archivo de Gestión Archivo Central - Archivo Histórico)” (Martínez, 2016).

El Sistema Integrado de Conservación (SIC) es definido como el “Conjunto de estrategias y procesos de preservación y conservación, para asegurar el adecuado mantenimiento de sus documentos, independientemente del tipo de soporte, garantizando la integridad física y funcional de este. Desde el momento de su emisión, durante su periodo de vigencia, hasta su depósito final en cualquier etapa de su ciclo vital” (Martínez, 2016).

A continuación, se presenta algunos trabajos realizados para proteger los acervos patrimoniales en Colombia.

En el trabajo de Martínez en 2016 sobre “Plan de conservación documental. Estrategias y procesos de conservación para asegurar el adecuado mantenimiento de los soportes papel, como resultados se logró formular e implementar un conjunto de acciones de conservación preventiva y conservación de los documentos. Por lo tanto, si se cuenta con herramientas y estrategias para la prevención, control y mitigación, estas aseguran el adecuado mantenimiento de los documentos producidos o recibidos por una entidad en su ciclo vital, desde su producción hasta su disposición final.

Así mismo, el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, en 2018 crea un “protocolo de prevención y primeros auxilios a documentos para evitar el biodeterioro para fundamentar las acciones principales de la conservación documental, indicando los cuidados y los primeros auxilios aplicables.

8. MARCO METODOLÓGICO

Este estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad del Cauca, en el archivo histórico “José María Arboleda Llorente”, facultad de Ciencias Humanas y Sociales y en el laboratorio de microbiología perteneciente al departamento de biología. A continuación, se expone el diseño de investigación, la descripción del sitio de estudio y los métodos utilizados para el muestreo microbiológico.

8.1 Diseño de investigación

Para el desarrollo de este trabajo se aplicó un estudio descriptivo observacional con análisis de variables cuantitativas y cualitativas para la caracterización macroscópica de bacterias.

8.2 Descripción del sitio de estudio

El sitio de estudio corresponde al centro histórico “*José María Arboleda Llorente*”, actualmente custodiado por la Universidad Del Cauca, el cual se encuentra en la facultad de Ciencias Sociales y Humanas, el cual se divide en las siguientes secciones, en la zona 1 (catalogación, gobierno, misiones y notarias), zona 2(biblioteca), zona 3(Biblioteca, archivo inactivo y encuadernación) en la zona 4 (archivo inactivo, fondo universidad del cauca) y 5(dirección y digitalización), figura 3.

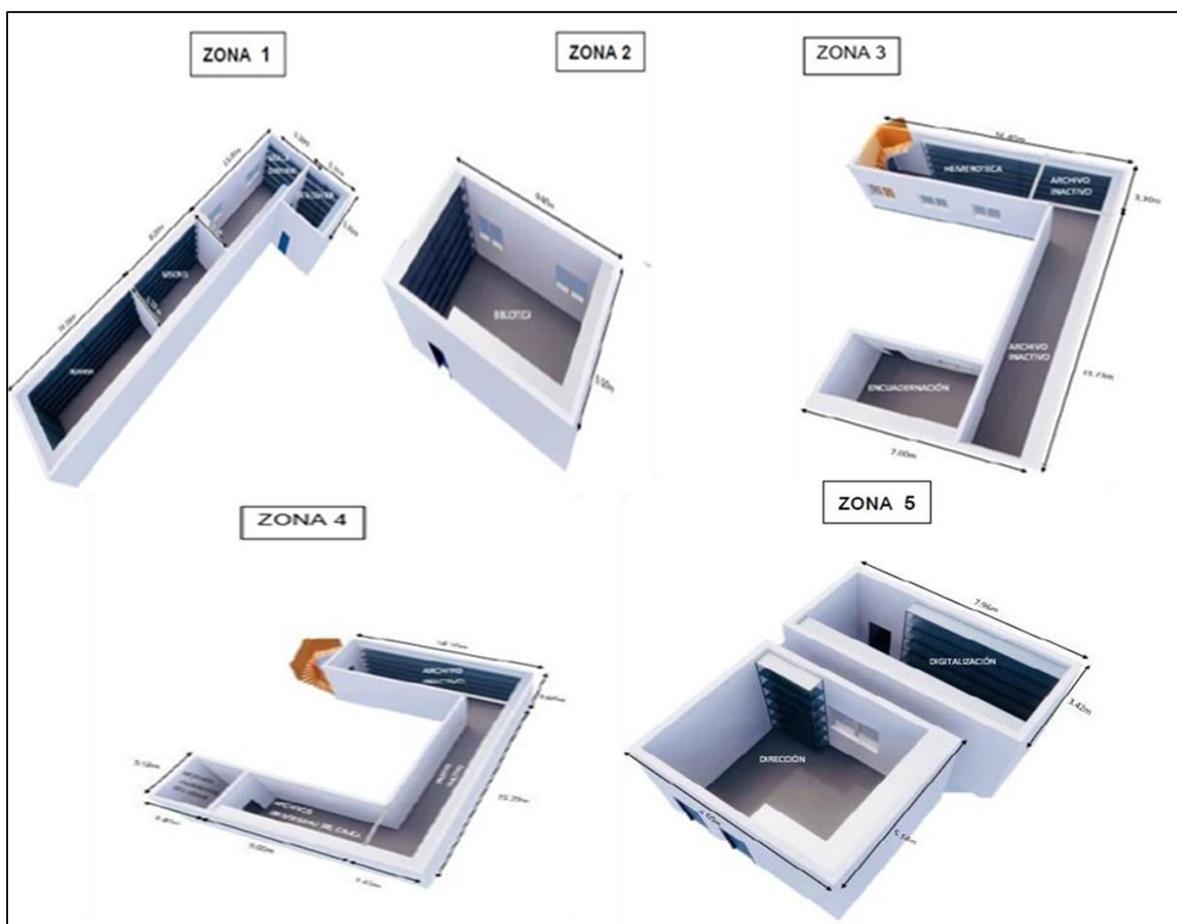


Figura 3. Bloques que conforman el archivo histórico José María Arboleda Llorente, elaboración propia (2019).

8.3 Metodología para el crecimiento y aislamiento de bacterias presentes en los documentos del archivo histórico de Popayán.

Para el aislamiento y crecimiento de bacterias se realizó dos métodos: Sedimentación gravimétrica en placa y frotis de superficie.

8.3.1 Sedimentación gravimétrica en placa

En las 4 salas seleccionadas se colocaron dos placas con agar a una altura de 1.80m expuestas al ambiente, se hizo un sondeo de tiempo de 15 y 30 minutos, en donde se obtuvo una mayor efectividad al exponer las placas por 30 minutos obteniendo mayor

carga microbiológica, posteriormente, se flameó los bordes de las placas, se selló y se rotuló. Las muestras se realizaron por duplicado para ser incubadas a 37°C y la otra a 45°C por un tiempo de 24 a 48 horas.

8.3.2 Frotis de superficie

Para realizar este procedimiento se solicitó el previo consentimiento y acompañamiento de la administración del archivo histórico, ya que implicaba el contacto directo con los documentos. Se seleccionó un libro de cada bloque (4 bloques) en el que se observó alteraciones físicas en el documento, se impregnó un hisopo con agua peptonada al 0.1% y se realizó el frotis en el área afectada, el cual fue inoculado en un tubo con caldo nutritivo (pre-cultivo), este procedimiento se realizó por duplicado, finalmente, las muestras se llevaron en una nevera y se incubaron a 37°C y 45°C durante un periodo de 24 a 48 horas, previamente sellados y rotulados.

Con una pipeta estéril se añadió 1 mL del caldo nutritivo a 9 mL de agua peptonada al 0.1%, obteniendo una dilución de 10^{-1} . Se agitó el tubo de la primera dilución y con una nueva pipeta se añadió 1 ml de la dilución anterior a 9 mL del agua peptonada consiguiendo una dilución de 10^{-2} . Del mismo modo se siguió el mismo procedimiento a una dilución de 10^{-4} y se trabajó con ella ya que la carga microbiológica de la dilución de 10^{-5} era muy baja.

Las colonias aisladas de los dos métodos se tomaron como inóculo para la siembra de medios frescos, en donde se obtuvo los cultivos puros.

En la siembra por extensión en placa se tomaron las dos últimas diluciones (10^{-3} , 10^{-4}) para ello se añadió 0.1 mL de las muestras en el centro de una caja de Petri y se extendió

uniformemente sobre la superficie usando un asa de vidrio de forma triangular (asa Digrasky). Este procedimiento se realizó por duplicado con todas las normas de asepsia y bioseguridad, las placas de agar obtenidas se incubaron a 37°C y 45°C respectivamente.

Debido a que en las cajas de Petri expuestas al ambiente crecieron muchas colonias (cultivos mixtos) fue necesario realizar la separación de las colonias bacterianas, inoculando en una nueva caja Petri, realizando también extensión en placa y después siembra por estría por agotamiento para la obtención de cultivos puros.

En el procedimiento de siembra por estría por agotamiento se preparó una placa Petri con agar nutritivo a la que se le eliminó el exceso de humedad, se dividió la placa en 4 cuadrantes para realizar las estrías. Se tomó la muestra con el asa, se depositó en un punto de la superficie del cuadrante (1) cercano al borde y se extendió en el mismo formando estrías. Posteriormente se quemó el asa y se dejó enfriar, se giró la placa a 90°, se pasó el asa sobre la última estría de la región ya inoculada y se arrastró al cuadrante (2), posteriormente se quemó nuevamente el asa y de la misma manera se realizó la estría en el cuadrante 3 y 4. A partir de estas muestras se obtuvieron colonias puras de las cuales se observaron sus características morfológicas (coloración, forma de borde, forma de la colonia).

8.3.3 Tinción de Gram

Esta técnica de caracterización bioquímica solo fue posible realizar a una de las sepas bacterianas puras, debido a que los tiempos coincidieron con el confinamiento nacional provocado por el Covid-19, con el cual fue imposible acceder al laboratorio.

Primero se tiñó el extendido durante 1 minuto con cristal violeta, después se lavó con agua destilada para luego añadir lugol y se dejó reposar durante 1 minuto. Mas tarde se lavó con agua destilada y se decoloró con acetona por 10 segundos. Posteriormente se lavó con agua destilada y se hizo la coloración de contraste con safranina durante 1 minuto, se lavó con agua destilada nuevamente y se secó al ambiente para luego poder observar al microscopio en 100x.

8.3.4 Criopreservación

Se colocaron a crecer algunas cepas bacterianas la cuales fueron codificadas y a partir de ellas se realizó un pre cultivo, para posteriormente ser preservadas en viales con glicerol al 50%, en una relación uno a uno con 500 microlitros de glicerol y 500 microlitros de la solución bacteriana, se selló, se llevó a refrigeración a -20°C, con el ánimo de hacer un banco de bacterias aisladas de dichos archivos.

8.4 Factores físicos

Las mediciones de temperatura y humedad iniciaron a mediados de septiembre y se extendieron a los meses de octubre y noviembre con una periodicidad de 2 horas, iniciando a las 8:00 am y finalizando a las 5:00 pm, haciendo uso de datalogers y deshumidificadores presentes en cada uno de los bloques objeto de estudio.

9. MARCO LEGAL

Según López (2003), El marco legal se describe como el conjunto de normas jurídicas, dentro del cual se expide y se debe cumplir en los archivos para sus diferentes procesos, al entrar a definir cualquier tipo de reglamentación que afecte los procedimientos relacionados con la administración de los documentos de archivo, es fundamental partir del marco legal.

Aunque en Colombia las normas para los archivos son dispersas, el archivo de la Universidad del Cauca se basa en el Archivo General de la Nación ya que es el que dirige las políticas archivistas de Colombia.

A continuación, se presenta una síntesis de los aspectos más destacados y esenciales de la normatividad que maneja el archivo histórico de la universidad del Cauca, donde se rigen las normas relativas para la gestión y la compilación de estos, por otro lado, la legislación colombiana relacionada con los archivos, los documentos y el acceso a la información se encuentra enmarcada por la Constitución Nacional de 1991(es el punto de partida). Varios de sus artículos directa o indirectamente mencionan estos temas, en particular al que tiene que ver con el acceso a los documentos. Se destacan los siguientes:

(Artículo 15. Artículo 20. Artículo 23. Artículo 67. Artículo 72. Artículo 74. Artículo 78.).

Otros aspectos de la legislación colombiana en esta materia se hayan contemplados particularmente en la Ley 80 de 1989, mediante la cual se creó el Archivo General de la Nación, y se estructuró un marco para la ley reglamentaria y ordenación de los archivos públicos de Colombia, con miras a la preservación del patrimonio histórico. En julio de 2000 fue promulgada la Ley 594 “por medio de la cual se dicta la Ley General de Archivos

y se dictan otras disposiciones”. Igualmente, aunque un poco dispersas, existen una variedad de normas y reglamentaciones en Leyes, Decretos y Códigos que rigen el manejo, conservación y acceso a la información contenida en los documentos de archivo, dentro de las cuales se destacan las siguientes: Código de Procedimiento Civil: Artículo 251.

10. DIAGNÓSTICO

Se realizaron varios ensayos preliminares con el ánimo de evidenciar las secciones que estaban expuestas al deterioro por agentes biológicos, posteriormente se concentró en los cuatro bloques donde se pudo apreciar una mayor cantidad de concentraciones microbiológicas. (Biblioteca, Misiones, Catalogación y Archivo Inactivo), ahí se midió la temperatura y humedad con una periodicidad de dos horas (8am a 4pm) con equipos mercantilizados.

10.1 Factores ambientales del centro de investigación José María Arboleda

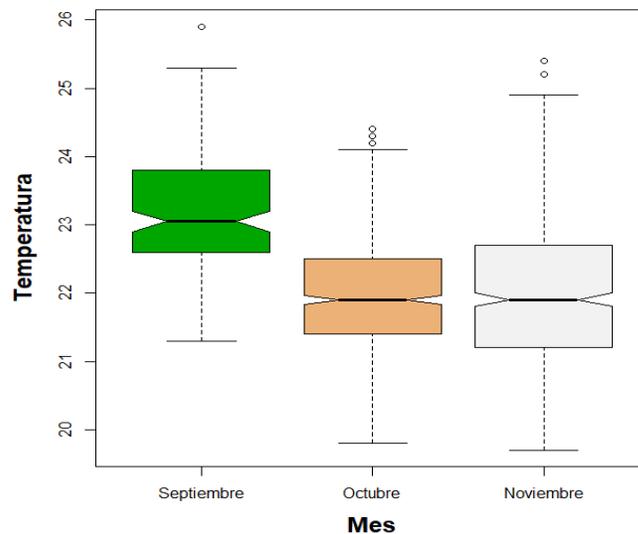


Figura 4. Box Plots, temperatura respecto a los meses de monitoreo

La Figura 4 muestra una relación entre la temperatura y los meses de monitoreo, basada en las mediciones que se realizaron finalizando el mes de septiembre y los meses de octubre y noviembre, en las cual se evidencia que existen diferencias significativas entre los datos arrojados para el mes de septiembre con respecto a los otros dos meses de monitoreo, por otro lado, se evidencia que hay menor variabilidad en los datos para

ese mes, lo que explicaría dicho resultado.

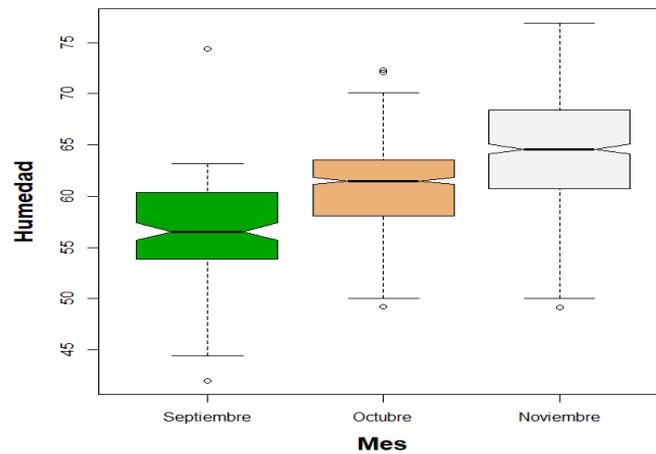


Figura 5. Box Plots, relación Humedad vs meses de monitoreo.

Al relacionar los datos obtenidos de humedad en los tres meses de monitoreo en la Figura 5, se observa que existen diferencias significativas entre grupos de datos, indicando que se presentan variaciones notorias de humedad entre los meses de monitoreo, esto puede estar sustentado por la variación en la cantidad de precipitaciones que se presentan en la ciudad de Popayán para esa época del año, la cual corresponde a la segunda temporada de lluvias del año.

Además, es importante destacar que el mes de noviembre presenta una alta variabilidad en los datos con un mínimo de humedad del 50% y un máximo cercano al 80%.

Por otro lado, la relación aplicada en función del tiempo y la humedad relativa encuentra como resultado un máximo de 70% de humedad relativa y un mínimo de 50%, para la sesión Biblioteca y misiones (figura 6), siendo esta la sesión con menor variación en su grupo de datos, del mismo modo, la sesión de Archivo inactivo 2 fue la que presentó mayor variación en sus datos, con un mínimo de 47% y un máximo del 77%. Además, es importante destacar que existen diferencias significativas entre cada una de las sesiones,

a excepción del área archivo inactivo 4 y sala de gobierno, donde no se presentan diferencias significativas entre sus datos con relación a la humedad.

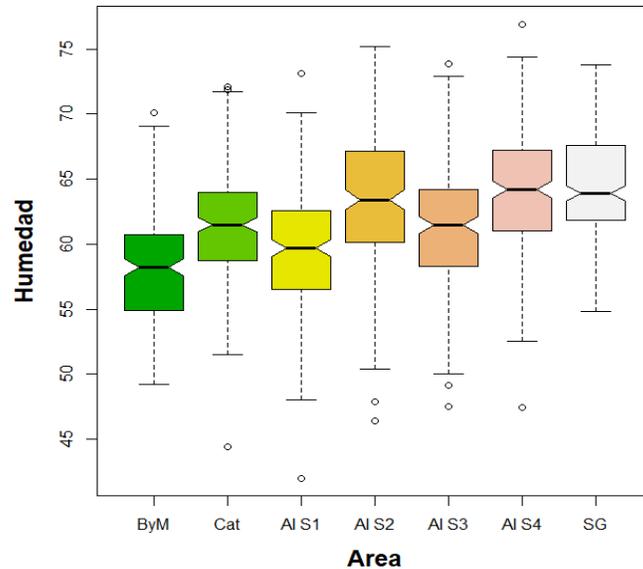


Figura 6. Relación humedad relativa y sección de monitoreo

Dentro del archivo de catalogación, Figura 6, se encontró una variación marcada en los meses de septiembre, octubre y noviembre, donde se registró un mínimo de 20,9% y máximo de 44% de humedad relativa para los meses de septiembre y octubre, para el mes de noviembre se registraron valores de 50% como mínimo y un máximo de 73% de humedad relativa, de esta manera se evidenció un aumento en la Humedad con el transcurrir de los meses, lo que coincide con lo evidenciado en la Figura 6. Además, se encontró que entre las zonas 4 y 2 ($p=0.72422$) y las zonas 6 y 7 ($p=1$) no hubo diferencias significativas, concordando con los resultados obtenidos al relacionar la variable temperatura, para los otros grupos si se presentaron diferencias significativas.

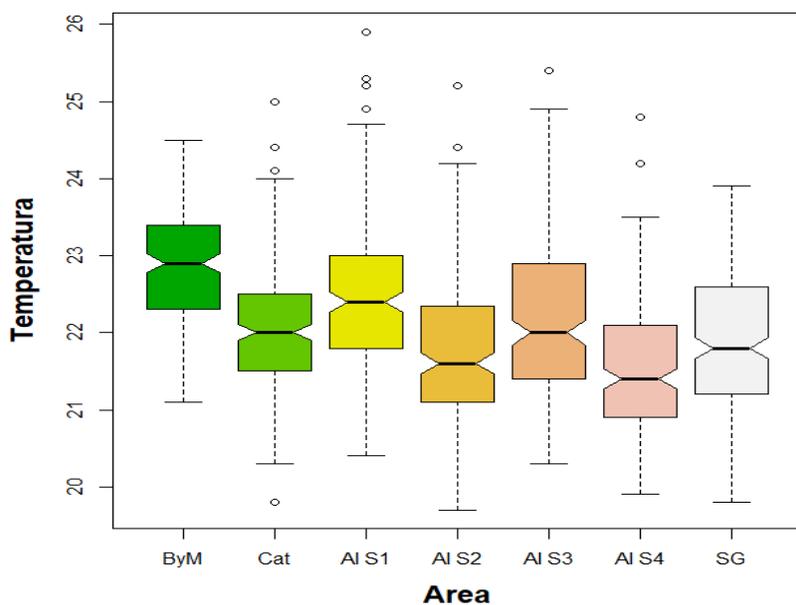


Figura 7. Relación temperatura vs secciones de monitoreo

Finalmente, la medición de los parámetros de temperatura arrojó que las cuatro secciones del archivo inactivo del centro de investigación (Figura 7) cuentan con un promedio de temperatura que oscila entre los 20 y 25 °C., al igual que la humedad relativa que tienen un promedio de entre el 40 % y 70%. Además de esto, entre las secciones se evidencian diferencias significativas entre grupos de datos, lo que da un indicio de que las condiciones ambientales deben ser controladas para evitar procesos de degradación más extendidos. Se hizo una prueba Pos hoc después de realizar una con el ánimo de determinar entre que grupos de datos había diferencias significativas, con ella se puede determinar que entre la zona 6 y 3 no hubo diferencias significativas ($p=0,55$) al igual que entre las zonas 4 y 2 ($p=0,07895$), entre las demás zonas si se presentan diferencias significativas.

10.2 Caracterización macroscópica de las bacterias.

Para determinar morfotipos de las bacterias se tuvieron en cuentas algunas características comunes como la forma, elevación, margen, color y/o brillo, de la Figura 8 a la 15 se muestran los resultados obtenidos a partir de la caracterización en 4 secciones, sala de gobierno 37°C y 45°C, Biblioteca y misiones 37°C y 45°C, catalogación a 35°C y 45°C y el archivo inactivo a 37°C y 45°C,

La Figura 8 y 9 muestran la caracterización realizada a la sala de gobierno, a la cual se le asignó el siguiente código: SGMPD3: (SG) Sala de gobierno (MPD) Muestra por Dilución 3 (número de colonia), de la misma manera, a la sección de biblioteca y misiones presentadas en la figura 10 y 11 se le asignó el código BbTPP1: (Bb) Biblioteca y Misiones (TPP) Técnica Plaqueo 1 (número de colonia). Para la sección Catalogación se referencio como CATMPD3: (CAT) Catalogación (MPD) Muestra por dilución 3 (número de colonia) como se puede apreciar en la Figura 12 y 13, finalmente, para el archivo inactivo se utilizó el siguiente código: AITPP17: (AI) Archivo Inactivo Técnica Plaqueo Diana 17 (es el numero de la colonia), ver Figura 14 y 15.

Sala de Gobierno 37°C				
Colonias	Forma	Elevación	Borde	Otras Características (color)
SGMPD3	Irregular	Plana	Ondulada	Apariencia brillante, amarillo los bordes, dura de agarrar
SGMPD1	Circular	Convexa	Entera	Color amarillo, apariencia como goma

SGMPD2	Circular	Convexa	Entera	Entera blanqueado
SGMPD6	Irregular	Elevado	Ondulada	Apariencia como silicona, brillante

Figura 8. Sala de Gobierno 37°C

Sala de Gobierno 45°C

Colonias	Forma	Elevación	Borde	Otras Características
SGTPD1	Redonda	Convexa	Ondulada	Transparente, brillante y apariencia gomosa
SGTPD2	Redonda	Convexa	Ondulada	Transparente, brillante y apariencia gomosa

Figura 9. Sala de Gobierno 45°

Biblioteca y misiones 37° C.

Colonias	Forma	Elevación	Borde	Otras Características
BbTPP1	Circular	Convexa	ondulada	Apariencia como silicona dura bordes amarillos
BbTPP2	Triangular	Plana	Ondulada	Color amarillo, apariencia gomosa

Figura 10. Biblioteca y misiones 37°C

Biblioteca y misiones 45° C.

Colonias	Forma	Elevación	Borde	Otras Características
BbTPP2	Triangular	Plana	entero	Color amarillo, consistencia gomosa

Figura 11. Biblioteca y misiones 45°C

Catalogación 37°C

Colonias	Forma	Elevación	Borde	Otras Características
CATMPD1	Triangular	Plana	Ondulada	Apariencia como silicona, amarillo los bordes
CATMPD2	Circular	Convexa	Entera	Color amarillo, apariencia como goma
CATMPD3	Circular	Convexa	Entera	Entera blanqueado

Figura 12. Catalogación 37°C.

Catalogación 45°C

Colonias	Forma	Elevación	Borde	Otras Características
----------	-------	-----------	-------	-----------------------

CATMPD1	Redonda	Convexa	Ondulada	Transparente, brillante y apariencia gomosa
CATMPD1	Redonda	Convexa	Ondulada	brillante y apariencia gomosa

Figura 13. Catalogación 45°C

Archivo inactivo 37°C

Colonias	Forma	Elevación	Borde	Otras Características
AITPD17	Rizoide	Plana	Rizada	Color crema muy brillante, burbujas por todos los lados
AITPD19	Circular	Elevado	Entera	Color crema en la mitad, alrededor más transparente
22AITPD1	Regular	Elevado	Ondulada	Poco brillo alrededor

Figura 14. Archivo inactivo 37°

Archivo inactivo 45°C

Colonias	Forma	Elevación	Margen	Otras Características
AITPD1	Redonda	Convexa	Ondulada	Transparente, brillante y apariencia gomosa
AITPD2	Redonda	Convexa	Ondulada	Transparente, brillante y apariencia gomosa
AITPD3	Regular	Elevado	Ondulada	Apariencia opaca

Figura 15. *Archivo inactivo 45°*

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde el mes de septiembre del año 2019, se iniciaron los muestreos preliminares en 11 salas del Archivo Histórico de la Universidad del Cauca distribuidas en cinco zonas, con la finalidad de estandarizar la metodología de muestreo, crecimiento, selección y detención preliminar del grupo bacteriano. Finalmente seleccionaron Cuatro de las 11 salas del archivo histórico (Biblioteca Misiones, Catalogación, Sala de Gobierno y Archivo Inactivo).

Posterior a esto se realizaron los análisis microbiológicos, el registro de la temperatura y la humedad relativa, dichas mediciones se llevaron a cabo entre los meses de septiembre, octubre y noviembre, cada dos horas por 5 días a la semana desde las 8:00 am hasta las 4:00 pm.

Dentro de las mediciones de temperatura y humedad relativa se destacan la sección de la sala de gobierno, donde para el mes de noviembre la temperatura es baja pero la humedad relativa es considerablemente alta, influenciada quizá por las fuertes precipitaciones que se desarrollan en la ciudad de Popayán como producto del segundo periodo de lluvias en la ciudad, lo que sugiere un mayor control en los meses donde la humedad ambiental aumenta producto de las fuertes precipitaciones, además, dicha sección es la que presenta mayor variación entorno a temperatura y Humedad para los meses en los que se realizaron las mediciones.

Las secciones 1,2,3 y 4 del archivo inactivo presentan variaciones en torno a la temperatura en los meses del monitoreo, pero la humedad permanece estable a lo largo de los días (ver Figura 7) por lo cual, es meritorio mejorar las instalaciones para evitar que los cambios bruscos de temperatura generen un mayor deterioro del archivo histórico

o faciliten la prevalencia de microorganismos que toleren cambios bruscos de temperatura.

Por otro lado, de manera general durante los meses muestreados se registró un rango de temperatura entre 20 a 24°C y humedad relativa entre 50 a 71%, facilitándose en la temporada seca un mayor aislamiento de bacterias, esto posiblemente es debido a la condición ambiental la cual favorece la dispersión de bacterias a través del flujo de aire. Interesantemente, se logró aislar bacterias termófilas las cuales sería de gran importancia conocer su participación en los mecanismos de adaptación, resistencia y degradación sobre los soportes históricos.

Se logró estandarizar un protocolo para la identificación preliminar y aislamiento de bacterias presentes en los archivos históricos a partir de los métodos de sedimentación gravimétrica (figura 16) y frotis de superficie (figura 17).

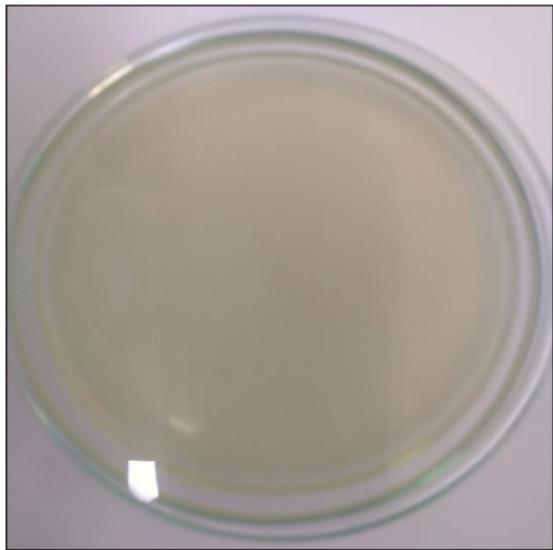


Figura 17. Sedimentación gravimétrica en placa.

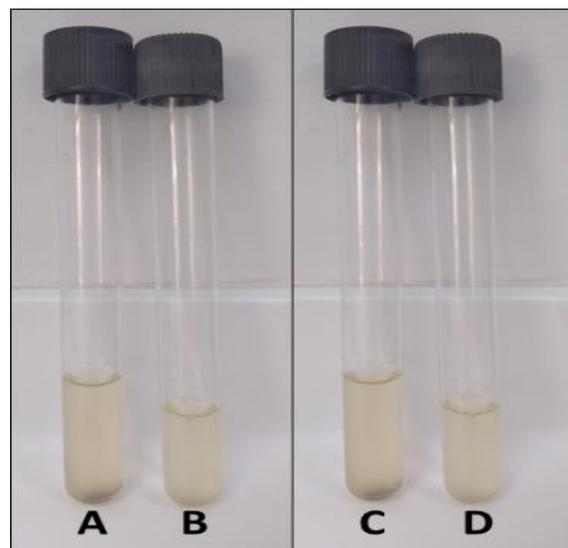


Figura 16. Cultivo microbiológico en medio líquido. **A.** Cultivo sala Diario Oficial a 42°C, **B.** Cultivo sala Misiones a 42°C, **C.** Cultivo sala Misiones a 37°C, **D.** Cultivo sala Diario Oficial a 37°C

También se utilizó los métodos convencionales (diluciones seriadas y extensión en placa) para la obtención de cultivos mixtos (figura 18-21).

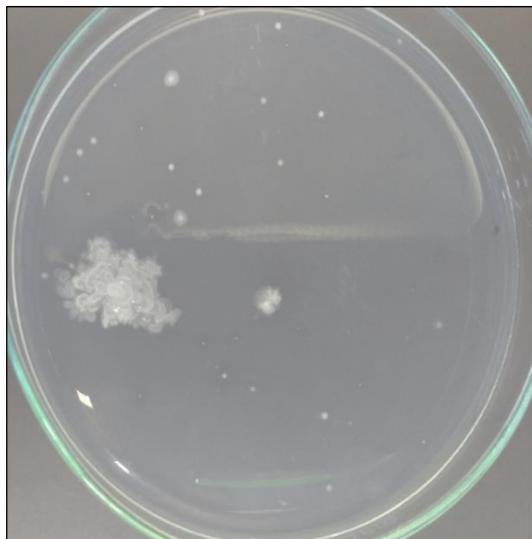


Figura 19. Cultivo mixto, 37°C. Sala Catalogación.

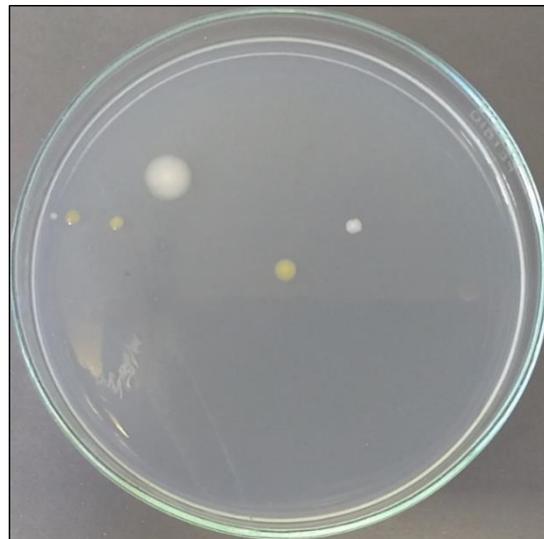


Figura 18. Cultivo mixto, 45°C. Sala Catalogación

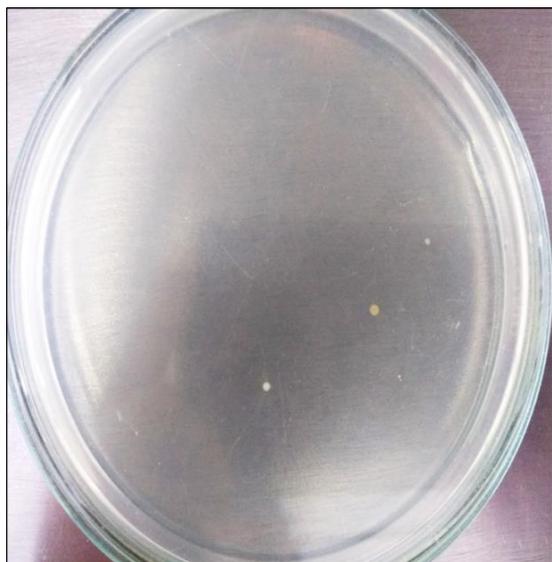


Figura 21. Cultivo mixto, 37°C, Sala Misiones.



Figura 20. Cultivo mixto, 45°C, Sala Misiones

La finalidad era obtener cultivos puros o axenicos donde solo se observa un solo tipo de colonia por lo cual se realizó siembra por estría por agotamiento en donde se obtuvo colonias aisladas y así poder observar los morfotipos. (borde, tamaño, color y forma (figura 22-25)

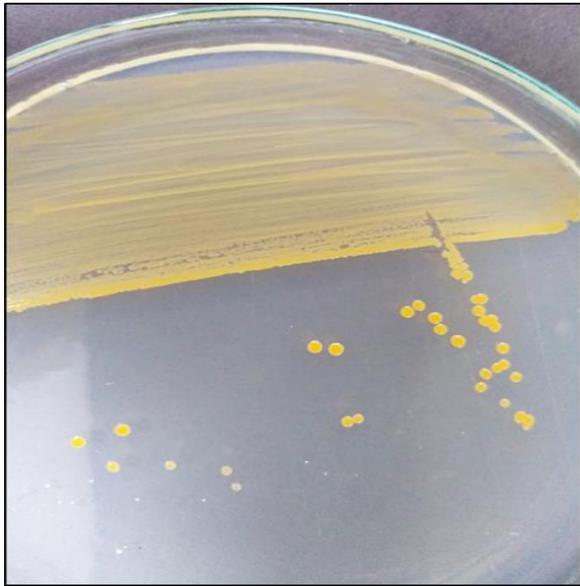


Figura 23. Cultivo axénico (colonia 2), 37°C. Sala Catalogación

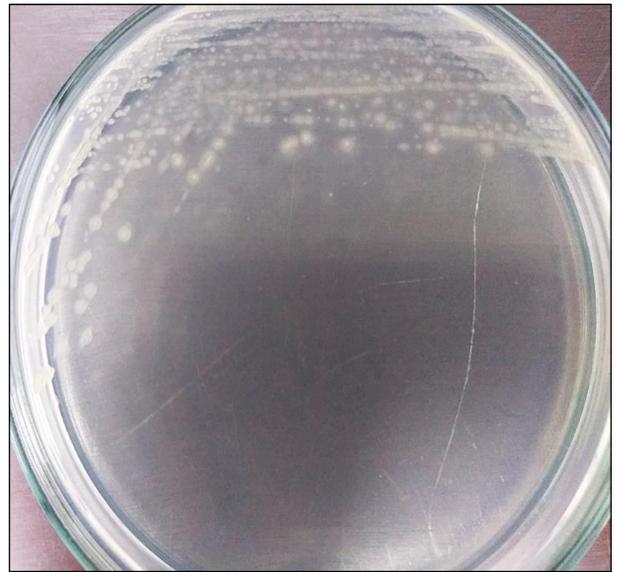


Figura 24. Cultivo axénico (colonia 2), 37°C. Sala Misiones.

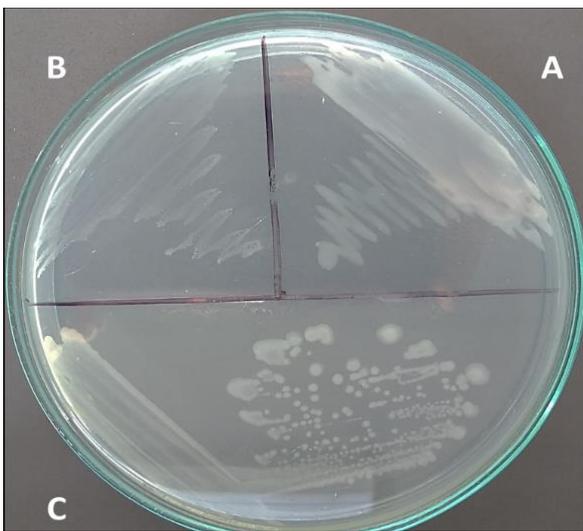


Figura 22. Recuperación de colonias, 45°C, A-C, colonias 1,2 y 3. Sala Archivo Inactivo.

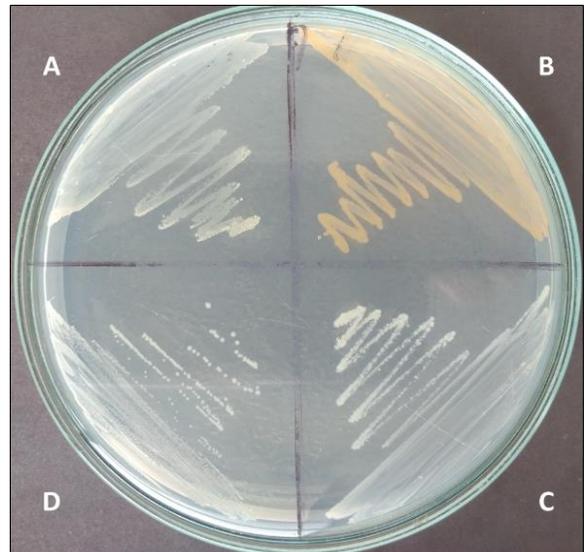


Figura 25. Recuperación de colonias, 37°C, A-D, colonias 1,2,3 y 4. Sala Catalogación.

También se logró identificar microscópicamente una de las colonias realizando un extendido con la técnica de tinción de gram (figura 26)

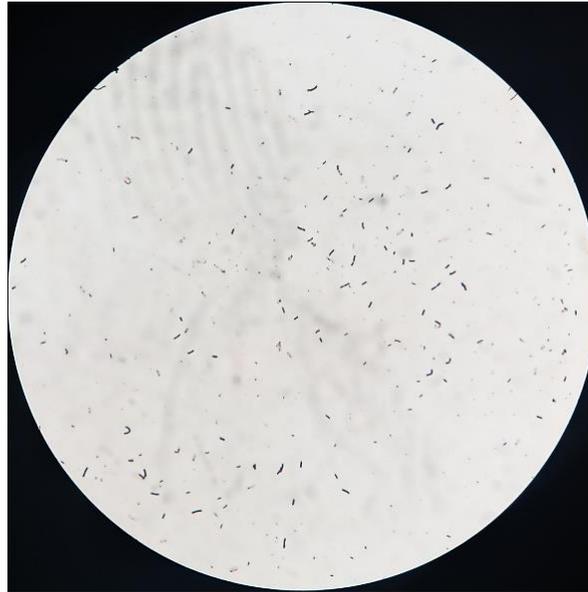


Figura 26. Tinción de Gram. Células de bacilos Gram positivos.

Por su coloración se pudo inferir que es una bacteria gram positiva y por su forma que son bacilos

La tinción de gram es una tinción diferencial q permite diferenciar entre dos grupos gram positivas y gram negativas Esta es una de las tinciones más importantes y utilizadas en microbiología y, de hecho, la primera prueba que se aplica a la muestra para su identificación. (Madigan, Michael, 2003. p. 1080).

La diferencia en la reacción de color entre las células positivas y negativas se debe a la diferencia en su composición química, ya que las paredes de las células Gramnegativas tienen un mayor contenido de lípidos que las células positivas, y a pesar de la formación de cristales en ambos compuestos el alcohol extrae la grasa de las células

gramnegativas y aumenta permeabilidad celular.

Este pierde los complejos cromosómicos y se tiñe de rojo con safranina o fucsina. Para Madigan (2003), es retenido por las células grampositivas, la deshidratación con alcohol reduce la permeabilidad y el color púrpura de los cristales se retiene después de la decoloración, se observa que son de color púrpura. (p.25).

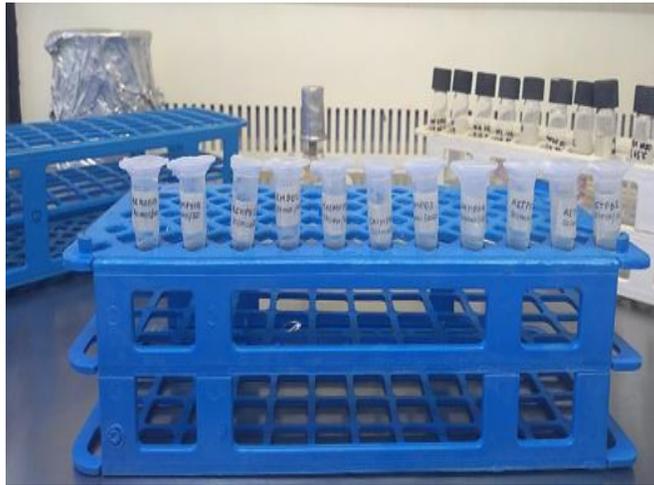


Figura 27. Montaje para crio preservación.

Finalmente se dejó un protocolo de como aislar microorganismos del archivo histórico, lo ideal era haber realizado una caracterización bioquímica de las bacterias aisladas, sin embargo, debido a la contingencia provocada por el Covid-19 fue necesario concluir el trabajo sin dicho proceso.

12. PLAN DE ACCIÓN DE ACCIÓN O INTERVENCIÓN

PLAN DE INTERVENCIÓN PARA EL BIODETERIORO DOCUMENTAL 2019-2020			
Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
SEPTIEMBRE-NOVIEMBRE 2019	FEBRERO 2020	MARZO- ABRIL 2020	ABRIL 2020
Reconocimiento y Monitoreo del Lugar	Toma de muestras	Experimentación	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> • Determinación y adaptación de las 11 salas que conforman el centro de investigación. • Medición de temperatura y humedad relativa. • Selección de las 4 salas para la toma de muestras. 	<p>Métodos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sedimentación en placa. 2. Frotis de superficie. 	<p>Procedimientos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siembra de las bacterias y posteriormente la separación de cada colonia para obtención del cultivo puro. 2. Diluciones seriadas, siembra en placa y separación de colonias para obtener cultivos puros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estandarización de protocolo para el aislamiento y caracterización morfológica de bacterias que se encuentran en el archivo. • Almacenamiento y colección de las colonias encontradas. •

13. CONCLUSIONES

- Se evaluó el biodeterioro de archivos patrimoniales causados por bacterias en el centro de investigación José María Llorente por medio de muestras e identificación macroscópica, obteniendo como resultado bacterias gram positivas.
- Se efectuó un monitoreo continuo de las condiciones ambientales de cada uno de los depósitos donde se encuentran los archivos del centro histórico, y de esta manera se evidenció que el factor que contribuye al biodeterioro del archivo documental es la humedad ya que se encontró variación que generan la proliferación de bacterias.
- Se estandarizó una metodología para la identificación preliminar de las bacterias mediante un procedimiento de aislamiento y crecimiento de los microorganismos a través de un sondeo de tiempo con un lapso de 15, 30 y 45 minutos, a fin de conocer el actuar de los microorganismos.
- Los problemas que causan los microorganismos no solo se pueden reflejar en los archivos sino en la salud de funcionarios y en los usuarios al verse afectados por alergias y problemas respiratorios a causa de los agentes microbiológicos.
- Las bacterias identificadas se crio-preservaron en viales con glicerol al 50% a -20°C, para dejar almacenado y que estén a disposición del público.
- El papel, como material orgánico que se encuentra dentro del centro de investigación está expuesto a una humedad relativa promedio de entre 60% y 80%, que facilita la proliferación de bacterias que juntamente con la humedad, las células microbianas forman agua metabólica ayudando a su multiplicación

y consecutivamente se da el deterioro.

- La necesidad de controlar los factores como la humedad y la temperatura para evitar proliferación de microorganismos va unida con las practicas cotidianas del manejo de los documentos para garantizar mayor durabilidad de los bienes culturales.

14. RECOMENDACIONES

- Capacitar a los funcionarios sobre la importancia de la conservación del material del centro histórico no solo por sus documentos antiguos si no por la información del patrimonio cultural que albergan, además, de adquirir conocimientos sobre las medidas preventivas.
- Diseñar políticas de conservación para mejorar los protocolos de manipulación y así disminuir los riesgos de salud de funcionarios y usuarios.
- Continuar con el aislamiento e identificación de agentes microbiológicos presentes en el centro histórico para implementar protocolos de monitoreo microbiológico.
- Esta investigación es un precedente para todo investigador que hace unos de los documentos históricos, ya que resalta la importancia de realizar una correcta manipulación de los documentos para que estos tengan un tiempo de uso mas prolongado.

15. BIBLIOGRAFÍA

American Public Health Association, American Chemical Society, Association of Official Agricultural Chemists (1920). Standard Methods for the Examination of Water and Sewage. American public health association. pp.95.

Aragón, A. (1977). Monografía histórica de la Universidad del Cauca. Universidad del Cauca.

Aranguiz (2014). Bacterias y salud: la importancia de conocerlas y controlar el crecimiento, Baliabideak 8. Karmele Colon.

Arévalo, J. M. (2004). La tradición, el patrimonio y la identidad. Revista de estudios extremeños, 60(3), 925-956.

Borrego, S. (2012). Factores externos del deterioro en el patrimonio documental. Editorial Académica Española, España. pp.59.

Borrego, S., Guiamet, P., Gómez de Saravia, S., Battistoni, P., García, M., Lavin, P., Perdomo, I. (2010), The quality of air at archives and the Biodeterioration of photographs. International Biodeterioration & Biodegradation, Vol. 64, pp. 139-145.

Borrego, S., Perdomo, I., De la Paz, J., Gómez de Saravia, S., & Guiamet, P. (2011). Revelamiento microbiológico del aire y de materiales almacenados en el Archivo

Histórico del Museo de La Plata, Argentina y en el Archivo Nacional de la República de Cuba. Revista del Museo de La Plata. pp. 1-18.

Borrego, S., Pons V. y Perdomo, I. (2008). La contaminación microbiana del aire en dos depósitos del Archivo Nacional de República de Cuba. Revista CENIC Ciencias Biológicas. 39:63-8.

Brandt, A. (1994). Conservación preventiva: principales orientaciones, estrategias y métodos. IFLA J; 20(3): 276-83.

Bringas, J. (2005). Causas de deterioro del patrimonio documental. Recuperado de: <https://www.adabi.org.mx/publicaciones/artEsp/ccre/causasDeterioroPatrimonioDocumental.pdf>

Caneva, G., Nugari, M., & Salvadori, O. (2000). La biología en la restauración. Ed. Nerea

Centro de Investigaciones Históricas "José María Arboleda Llorente"-Archivo Histórico. (s.f) <https://www.unicauca.edu.co/versionP/servicios/archivo-historico>

Cervantes-Martínez, J. (2017). Acerca del Desarrollo y Control de Microorganismos en la Fabricación de Papel. CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 46, No. 3, 259-269 pp.

Conservamos (27 de Enero de 2010). Agentes bióticos del deterioro en materiales de Biblioteca. Recuperado el 18 de Noviembre de 2014, de [file:///C:/Users/Alex/Downloads/10-27-1-SM%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Alex/Downloads/10-27-1-SM%20(2).pdf)

Chaparro, V.M.M., Castiñeira, J.R. P., y Puerto, M.S. (2013). Estudio de microorganismos causantes de biodeterioro mediante técnicas de biología molecular en el IAPH. PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 21(84), 174-187.

Cruz, G. L. (2015). El biodeterioro de documentos. Alternativas para el control de plagas. Recuperado de: <https://files.sld.cu/bmn/files/2015/04/biodeterioro.pdf>

Csillag, P.I. (2000). Conservación de fotografía patrimonial. Santiago de Chile: CNCR.

Cunha, G. (1988). Methods & evaluation to determine the preservation needs in libraries and archives: a RAMP study with guidelines. Paris: UNESCO.

Del Egido, M., Villaescuerna, P., & Hidalgo Brinquis, C. (2005). Prevención del biodeterioro en archivos y bibliotecas. Bienes culturales. Revista del Instituto del Patrimonio Histórico Español.pp. 1-48.

Fernández, R. M. (1998). Acceso al patrimonio bibliográfico de México. México D.F:

CONACULTA.

Fernando, G. N. (2011). Guía del Investigador para Bogotá (Colombia). Nuevo Mundo Mundos Nuevos. Florian, M. L. (2003). Water, heritage photographic materials fungi. Topics in Photographic Preservation. 10:60-68 p.

García, A. (2012). La Microscopía en el Estudio del Biodeterioro y la Conservación del Patrimonio Histórico y Cultural. XV Congreso Venezolano de Microscopía Y Microanálisis. Santa Ana de Coro. La Microscopía yMicroanálisis en el Sector Cultura. Acta microscópica, Vol 21. 2p

García, R., & Valentín, N. (1999). El biodeterioro en el Museo. La conservación del patrimonio artístico. Arbor, 85-107. Revistas Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Recuperado de:
<http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/1598>

Garcia, V; Domenech, A; Lopez, A; Oliver, A; & Ramirez, A. (2010). 2º de biología prácticas de microbiología 2009-2010. Recuperado de:
<https://www.uib.cat/depart/dba/microbiologia/micro2/practicas.pdf>

Guiamet, P., Gómez de Saravia, S., Arenas, P., Pérez, M., de la Paz, J., Borrego, S. (2006). Natural products isolated from plant used in biodeterioration control. Pharmacologyonline Vol. 3, pp. 537-544.

Guiamet, P., Lavin, P., Battistioni, P., Borrego, S., & Gómez de Sarabia, S. (s.f.).

Estudios de biodeterioro en acervo documental. La Plata-La Habana: Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA) y Archivo Nacional de la República de Cuba.

Hamui-Sutton, A. (2013). Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica. *Investigación en educación médica*, 2(8), 211-216.

Hidalgo, B.C. (2010). Conservación preventiva y Plan de Gestión de Desastres en archivos y bibliotecas. Madrid: Ministerio de Cultura.

Hueck, H.J. (1965). The biodeterioration of materials as part of hydrobiology". *Mater Org* 1:5-34.

ICBF. (2018). Protocolo de prevención y primeros auxilios a documentos para evitar el biodeterioro. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). Secretaria general, Dirección administrativa grupo de gestión documental. 115 pp. Jiménez,

F. P. (2007). Procesos de biodeterioro en pinturas sobre lienzo del Museo de Bellas Artes de Granada: examen visual y gráfico. Universidad de Granada

Jiménez, F. P. (2007). Procesos de biodeterioro en pinturas sobre lienzo del Museo de Bellas Artes de Granada: examen visual y gráfico. Granada: Editorial de la Universidad de Granada (Tesis doctoral).

Koestler, R., Santoro, E., Druzik, J., Preusser, F., Koepp, L., Derrick, M. (1998),
“Ongoing studies of the susceptibility to biodeterioration of stone consolidated to
microbiologically induced corrosion”. En: Houghton D, Smith R, Eiggins H. (eds.).
Biodeterioration 7. Elsevier Sc., London, UK, 441 pp.

Mandrioli, P. (2002). Bioaerosol and Biodeterioration. Part 2. EC Advanced Study
Course in Science and Technology of the Environment for Sustainable Protection
of Cultural Heritage. Technical Notes for Session 7-8. UCL Center for
Sustainable Heritage. London. Disponible en:
[http://www.ucl.ac.uk/sustainableheritage/Archive_0906/sustainableheritage/
sustainableheritage/learning/asc/delegates/TechNotes_PM.pdf](http://www.ucl.ac.uk/sustainableheritage/Archive_0906/sustainableheritage/sustainableheritage/learning/asc/delegates/TechNotes_PM.pdf).

Martínez, P. (2016). Plan de conservación documental. Estrategias y procesos de
conservación para asegurar el adecuado mantenimiento de los documentos en
soporte papel. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. pp. 1 – 45.

Mateus, L. G. (2013). Archivos Bogotá. Obtenido de
Archivos Bogotá: <http://www.archivobogota.gov.co/deterioros>

Menguiano, V., Pérez, J. y Sameño, M. (2013). Estudio de microorganismos causantes
de biodeterioro mediante técnicas de biología molecular en el IAPH. Ph 84
Proyectos y actuaciones. 174 – 187 pp.

Miras, M. d. (2011). Identificación y caracterización de comunidades microbianas presentes en pinturas sobre lienzo. Estudio de su capacidad como agentes de biodeterioro. Granada: Editorial de la Universidad de Granada (Tesis doctoral).

Miras, M. d. (2011). Identificación y caracterización de comunidades microbianas presentes en pinturas sobre lienzo. Estudio de su capacidad como agentes de biodeterioro. Granada: Editorial de la Universidad de Granada (Tesis doctoral).

Munguía, A. C. (2008). Medidas preventivas para la preservación de la información en materiales impresos. Facultad de Filosofía y Letras. Colegio de Bibliotecología. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México (Tesis de pregrado).

Páez, C. M. (2018). Microorganismos en archivos Archivo de Bogotá. Secretaria general. Alcaldía de Bogotá.
<http://archivobogota.secretariageneral.gov.co/noticias/microorganismos-archivos>

Sameño Puerto, M., & García Rowe, J. (s.f.). Biodeterioro. Alteración biológica de monumentos y obras de arte. Boletín Informativo, 26-27.

Sanmartín Monteros, N. S. (2018). Análisis de vulnerabilidades en archivos del Ecuador asociadas a amenazas de origen hidrometeorológico y antrópico. estudio de caso Archivo General Universidad Central del Ecuador y Archivo Metropolitano

de Historia Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (Master's thesis, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador).

Silleras, M.E. (1995). Gestión de la preservación del patrimonio documental y bibliográfico. *BERCEO*. 128: 265 – 279

Sistema Integrado de Conservación documental. SIC. (2016). Apoyo Técnico a la Gestión Documental. Bogotá D.C, Colombia.guk

Suárez, V. J. (2016). Identificación microbiológica básica de las bacterias presentes en el ambiente y en los bienes documentales del archivo y biblioteca del conjunto conventual de la orden franciscana, Quito. Trabajo de grado. Universidad Tecnológica Equinoccial.

Tatis Castro, R. D., & Barbosa López, A. L. (2013). Enfoque químico del deterioro y biodeterioro de rocas calcáreas conformantes de monumentos patrimoniales de importancia histórica y cultural. *Luna azul*, (36), 247-284.

Tolosa, M. D., Lizarazo, F. M., y Blanco, V. J. (2012). Concentración y composición microbiana en el ambiente de la biblioteca central Jorge Palacios Preciado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. *Actual Biol* 34 (97): 241-252.

Universidad del Cauca. (2019). Centro de Investigaciones Históricas "José María

Arboled LLorente". Archivo

Histórico.<https://www.unicauca.edu.co/versionP/servicios/archivohistoricot>

Universidad del Cauca. (2016). Reseña histórica. Recuperado

de:<http://portal.unicauca.edu.co/versionP/Acerca%20de%20Unicauca/Filosof%C3%ADa>

Vaillant, M. (2013). Biodeterioro del patrimonio histórico documental, alternativas para su erradicación y control. 1 -141 pp. Vol. 1, pp. 5-34

Valentín, N. (2004). Biodeterioro de los materiales de archivos y museos, conservación y prevención. Instituto de Patrimonio Histórico Español.

<http://www.aacidcf.org.co/documentos/MI%2018.283%20Valentin,%20Nieves.%20Biodeteriro.pdf>

Valentín, N. (s.f.). Biodeterioro de archivos y museos. Conservación y prevención. Madrid: Instituto Cultural de España.

Valentín, N., Vaillant, M., Guerrero, H.: (1996). Control integrado de plagas en bienes culturales de países de clima mediterráneo y tropical. XI Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Castellón. pp. 205-215.

Villalba, L.S., Mikan, J.F., Sánchez, J. (2004). Actividades hidrolíticas caracterización

isoenzimática de poblaciones microbianas aisladas del patrimonio documental del Archivo General Colombia. NOVA. 2:50-8.

Walker, A. (2003) Basic preservation guidelines for library and archive collections.

National Preservation Office. The British Library. Disponible en:

<http://www.bl.uk/blpac/pdf/basic.pdf>