



Estandarización de un modelo de control de calidad para la preparación de medios de cultivos de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA**

MONOGRAFÍA

BOGOTÁ, OCTUBRE DE 2024



Estandarización de un modelo de control de calidad para la preparación de medios de cultivos de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

**LUISA FERNANDA MORA GIL
MARIA ALEJANDRA ALBARRACÍN REYES**

DOCENTE ASESOR: LAURA SUSANA SILVA MEJÍA

UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA**

MONOGRAFÍA

BOGOTÁ, OCTUBRE DE 2024



Estandarización de un modelo de control de calidad para la preparación de medios de cultivos de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

APROBADA _____

JURADOS

ASESORES

**UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA
MONOGRAFÍA
BOGOTÁ, 2024**

DEDICATORIA

A ti mamá, mi mayor ejemplo de fortaleza, amor y perseverancia. Por ser mi apoyo total en cada momento, por creer en mí cuando más lo necesitaba y por enseñarme que no hay límites para alcanzar los sueños. Agradezco tu amor, tus palabras de aliento y tu compañía incondicional.

A mi querido papá, por ser mi ejemplo de determinación, dedicación y sabiduría. Gracias por enseñarme el valor del trabajo duro, la perseverancia y la honestidad; y por apoyarme en cada etapa de este camino. Tu esfuerzo y sacrificio ha sido mi inspiración constante.

Esta meta alcanzada es tanto mía como suya, pues todo lo que he logrado, lo he hecho gracias a ustedes.

A mis hermanos, Jey y Sofi, por ser mis compañeros de vida, mis confidentes y mi mayor apoyo. Gracias por estar siempre a mi lado, en los momentos buenos y en los más difíciles. Su cariño y confianza en mí han sido fundamentales para que pueda alcanzar esta meta. Esto también es de ustedes, porque cada logro mío lo siento como nuestro.

- Con amor y agradecimiento infinito, Luisa

DEDICATORIA

A Dios, por darme la sabiduría y la fortaleza necesaria para enfrentar cada paso.

A mis papás, Paola Reyes y Orlando Albarracín, quienes son los pilares de mi vida, por ser mi ejemplo a seguir, por brindarme las palabras correctas para enfrentar cada obstáculo y por llenarme de motivos constantes para ser la mejor profesional. Agradezco por sus enseñanzas, amor, paciencia, sacrificio y motivación.

A mi hermano Juan David. Por su disposición total en cada obstáculo, por sus palabras sabias y su asesoría académica. Gracias por demostrarme que no hay meta muy grande sino personas no dispuestas a luchar por ellas.

A mi asesora Laura Susana Silva, por darme la confianza suficiente para generar este proyecto y brindarme la asesoría necesaria para ser ponente en la Red Colombiana de Semilleros de Investigación REDCOLSI.

A mi familia, gracias por ser parte de este bonito proceso, este logro también es de ustedes. Gracias por su apoyo incondicional.

- Con altos sentidos de agradecimiento y cariño, María Alejandra.

AGRADECIMIENTOS

Al culminar esta etapa, es inevitable no mirar atrás y reconocer que este logro no hubiera sido posible sin el apoyo, cariño y esfuerzo de muchas personas.

Agradecemos a nuestras familias, por ser el mayor apoyo y fuente de inspiración en cada paso de este camino. Su amor incondicional y aliento constante han sido fundamentales para que podamos alcanzar esta meta. A todos nuestros familiares, gracias por su fé en nosotras y por motivarnos a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Este trabajo es también un reflejo de su amor y apoyo.

A nuestros profesores, por compartir su sabiduría y guiarnos a lo largo de nuestra formación académica. Sus enseñanzas han sido fundamentales para nuestro desarrollo profesional y personal.

Queremos agradecer a nuestra docente asesora, Laura Silva, por su orientación, paciencia y dedicación durante este proyecto. Gracias por haber confiado en nosotras y por acompañarnos en cada etapa de este proceso. A las docentes Bibiana Chavarro y Ligia Consuelo por el conocimiento brindado en esta área tan importante.

A nuestros amigos y compañeros de Universidad, por su amistad, colaboración y por hacer este camino más ameno. Cada conversación, consejo y momento compartido ha sido valioso para nosotras.

Finalmente, agradecemos a todas las personas que de alguna manera aportaron a este proyecto, por su ayuda, motivación y confianza en nosotras. Este logro es el resultado del esfuerzo conjunto y el apoyo de cada uno de ustedes.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA	1
RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	10
1. ANTECEDENTES	11
FIGURA 1. Línea del tiempo de los antecedentes.	12
1.1. ANTECEDENTES INSTITUCIONALES	13
1.2. REVISIÓN DE CONTROL DE CALIDAD EN EL LABORATORIO MICROGEN	14
2. MARCO REFERENCIAL	15
3. DISEÑO METODOLÓGICO	18
3.1. POBLACIÓN	18
3.2. HIPÓTESIS	18
TABLA 1. Descripción de los objetivos de investigación con sus instrumentos	18
3.3. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS	19
FIGURA 2. Flujograma metodológico.	19
4. RESULTADOS	20
4.1. ESTANDARIZACIÓN DEL ÁREA DE CEPARIO	20
4.1.1. INGRESO DE LA CEPA	20
4.1.2. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA CEPA	20
4.1.3. REPRODUCCIÓN DE CEPAS	21
4.1.4. ALISTAMIENTO DEL MATERIAL ACADÉMICO	22
4.1.5. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD	22
4.1.5.1. PRODUCTIVIDAD	22
4.1.5.2. SELECTIVIDAD	22
4.1.5.3. RECUPERACIÓN	22
4.1.5.4. VIABILIDAD	23
TABLA 2. Prueba de viabilidad	23
4.1.5.5. PUREZA E IDENTIFICACIÓN	24
4.1.5.6. ACTIVIDAD ENZIMÁTICA	25
TABLA 3. Pruebas bioquímicas por especies bacterianas mediante método manual.	25
4.2 ESTANDARIZACIÓN DEL ÁREA DE PREPARACIÓN DE MEDIOS	26

4.2.1. INGRESO DE AGARES (EN POLVO) Y REACTIVOS	26
4.2.2. PREPARACIÓN Y ESTERILIZACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO	27
4.2.3. DISPENSACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO	28
4.2.4. ALMACENAMIENTO DE MEDIOS DE CULTIVO	28
4.2.5. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD	29
4.2.5.1. DOCUMENTACIÓN Y PROCEDIMIENTOS ESTÁNDAR	29
4.2.5.2. INSPECCIÓN VISUAL	29
4.2.5.3. PRUEBA DE pH	29
4.2.5.4. PRUEBAS DE ESTERILIDAD	30
4.2.5.5. PRUEBAS DE RENDIMIENTO	30
4.2.5.6. PRUEBAS DE SELECTIVIDAD	30
4.3. DOCUMENTACIÓN	31
4.4. TRANSFERENCIA DE RESULTADOS	31
4.5. ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN	31
5. DISCUSIÓN	32
6. CONCLUSIÓN	35
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
8. ANEXOS	38
ANEXO 1. Formato Control de medios de cultivo preparados en el laboratorio central de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	38
ANEXO 2. Tablas de consulta rápida de cepas de importancia microbiológica para el control de calidad por énfasis académico del pregrado de Bacteriología de la UCMC.	39
ANEXO 3. Gráfico de consulta rápida del proceso de preparación de medios de cultivo de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.	43
 ÍNDICE DE FIGURAS	
FIGURA 1. Línea del tiempo de los antecedentes, autoría.	12
FIGURA 2. Flujograma metodológico. Fuente: Autores	19
 ÍNDICE DE TABLAS	
TABLA 1. Descripción de los objetivos de investigación con sus instrumentos	18
TABLA 2. Prueba de viabilidad.	23
TABLA 3. Pruebas bioquímicas por especies bacterianas mediante método manual.	25



UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA

Estandarización del modelo de control de calidad para la preparación de medios de cultivos de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

RESUMEN

El control de calidad es clave para lograr la trazabilidad en los laboratorios, lo que convierte la implementación de un modelo estandarizado para la preparación de medios de cultivo en una necesidad. Este modelo asegura la consistencia y fiabilidad en los resultados experimentales, además de facilitar el cumplimiento de estándares académicos y científicos.

En este proyecto se detallan los procedimientos desde el área de cepario hasta la preparación y descarte de los medios, basándose en una revisión bibliográfica y en evaluaciones internas de la institución. El objetivo es generar un conocimiento colectivo para estudiantes y docentes de la Facultad de Ciencias de la Salud, difundido a través de la plataforma MOODLE para asegurar una formación de calidad y trazabilidad en los procesos.

Palabras claves: Control de calidad, trazabilidad, laboratorios, modelo estandarizado, medios de cultivo, fiabilidad, área de cepario, conocimiento colectivo, formación y difusión.

ESTUDIANTES:

LUISA FERNANDA MORA GIL, MARIA ALEJANDRA ALBARRACÍN REYES

DOCENTE ASESOR:

LAURA SUSANA SILVA MEJÍA

OCTUBRE, 2024

INTRODUCCIÓN

El control de calidad es definido por la OPS como el “Conjunto de acciones que se aplican en el laboratorio durante la ejecución de cada prueba para asegurar que las mismas están llevándose a cabo de manera correcta”¹⁴. Una de ellas es la estandarización de los procesos en los laboratorios pues es un factor crucial para así garantizar la calidad y reproducibilidad de los resultados obtenidos. Especialmente, la preparación de medios de cultivo, ya que es un elemento clave para el desarrollo y estudio de microorganismos; y requiere de un control de calidad riguroso que pueda asegurar las condiciones óptimas para el crecimiento microbiano; si no se cumple con un protocolo puede ocasionar errores significativos y comprometer la validez de los resultados obtenidos.

El control de calidad que se realiza a los medios de cultivo integra la verificación de parámetros como la esterilidad, el pH y la capacidad de rendimiento, garantizando que estos cumplan con las especificaciones establecidas para cada tipo de ensayo. La implementación de un modelo estandarizado para la preparación de estos medios asegura la trazabilidad y veracidad de los datos.

Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar y documentar un modelo estandarizado de control de calidad para la preparación de medios de cultivo en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Para ello, se analizan los procedimientos actuales de la institución, se realiza una revisión bibliográfica y se comparan con las evaluaciones internas de esta. De esta forma, lo esperado es establecer un protocolo que permita optimizar la formación de los estudiantes garantizando resultados precisos y replicables.

1. ANTECEDENTES

Frente a los principales antecedentes con relación al tema de estandarización de un modelo de calidad para la preparación de medios de cultivo, se realizó un análisis bibliométrico consultando en bases de datos como Science Direct, Elsevier y Pubmed, incluyendo 6 artículos de investigación.

La búsqueda inició desde la comparación del año 2001 con los métodos de estandarización de calidad de medios de cultivo hasta la actualidad. Por otra parte, se realizó la búsqueda de las diversas técnicas de almacenamiento de colecciones de cultivo comparando con las novedosas alternativas.

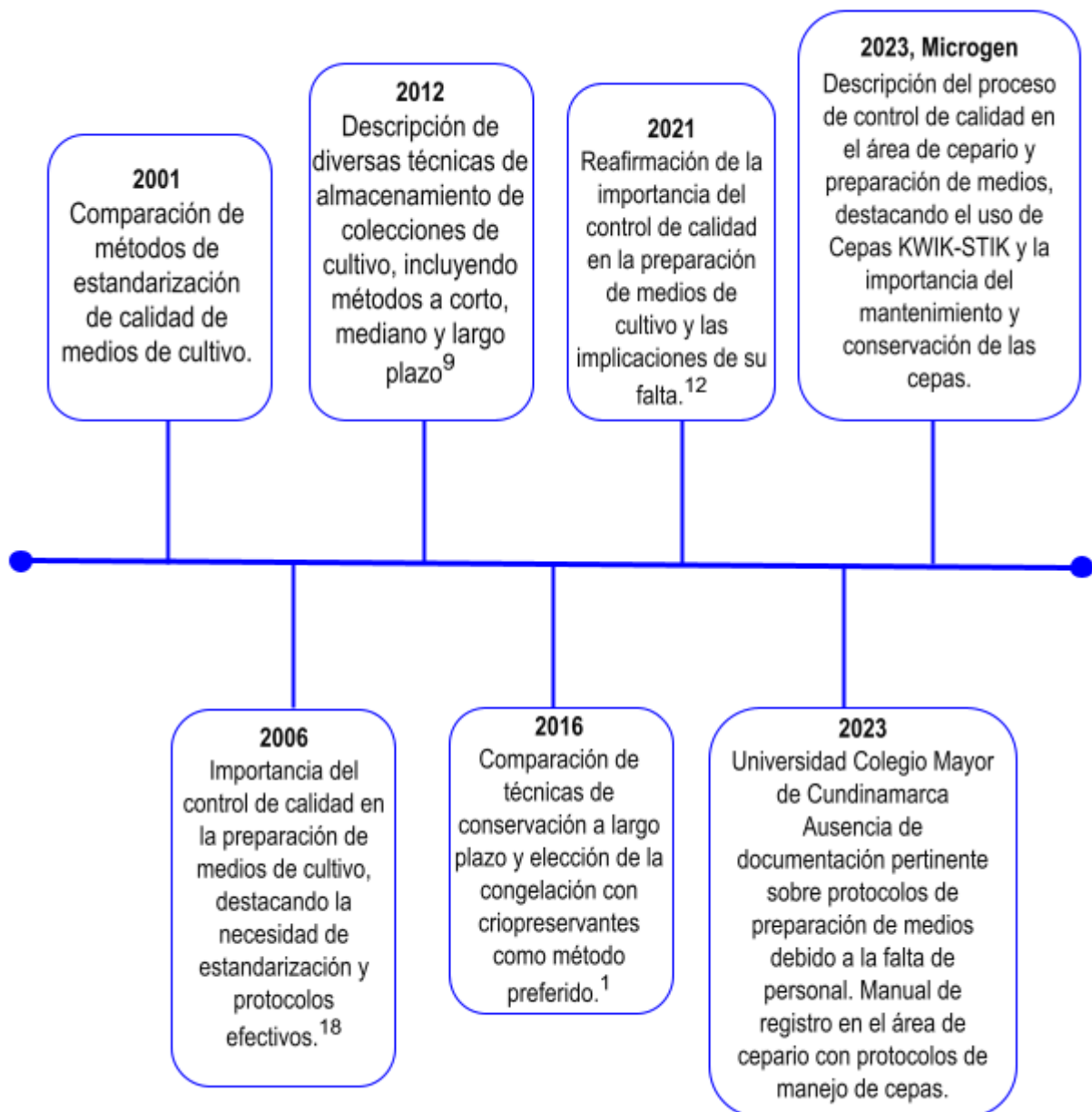
La estandarización de control de calidad es sin duda de gran importancia, sin embargo, se ha reevaluado si es necesario realizar este tipo de pruebas en medios de cultivo comerciales. A partir de 1985, las encuestas de vanguardia realizadas por el Colegio de Patólogos Estadounidenses (CAP) llevaron a cabo las pautas del Comité Nacional de Estándares de Laboratorio Clínico (NCCLS) para el aseguramiento de la calidad (QA) de estos medios. "Para minimizar esta costosa e innecesaria duplicación de control de calidad de medios altamente confiables, las colaboraciones del NCCLS y el CAP han descrito muchos tipos de medios que no requieren control de calidad por parte del usuario del laboratorio"⁶, lo que posibilita un enfoque a realizar pruebas de control de calidad en medios que así lo requieran.

La calidad de los medios de cultivo en el campo de la microbiología es fundamental para garantizar resultados precisos y confiables en los procedimientos de investigación y diagnóstico. Según Scott "la falta de un control de calidad adecuado durante la preparación de los medios de cultivo puede provocar la aparición de complicaciones relacionadas con la contaminación y la variabilidad de los resultados"¹⁹; además, es importante conocer e implementar mejores prácticas para la preparación de medios de cultivo en entornos con recursos limitados y es fundamental enfatizar en la estandarización y la implementación de protocolos de control de calidad, así como el uso eficiente de los recursos disponibles.

Es importante conocer sobre la importancia del control de calidad en la preparación de medios de cultivo utilizados en microbiología. Sin embargo, la falta de acceso a diversos recursos es un limitante para generar una estandarización en la calidad, por ello según Orekan¹², señala la necesidad de establecer mejores prácticas para el manejo de medios de cultivo mediante la definición de vías de calidad, regulatorias y de investigación.

Por esta razón es vital la correlación del proceso de preparación de medios desde su selección, almacenamiento y gestión de residuos, todo ello para minimizar falencias en el control, evitar la variabilidad en los resultados y generar un producto conforme¹⁰.

FIGURA 1. Línea del tiempo de los antecedentes.



Fuente: Elaboración propia con base en la referencia¹⁻¹⁰⁻¹²⁻¹⁹

Por otra parte, el área de cepario cobra relevancia debido a los avances y necesidades de la actualidad para el desarrollo científico, es por ello que se crea la necesidad de la generación de colecciones de cultivos, y el desarrollo de técnicas de preservación.

Como lo señala Jimenez⁵, la preservación de los microorganismos cobra suma importancia en el desarrollo científico, debido a su empleo en campos de investigación o ciencias clínicas aplicados a la microbiología y biotecnología.

Existen diversos métodos de preservación de los microorganismos “los cuales se basan en la inactivación metabólica del microorganismo”¹² por diferentes metodologías. Entre las técnicas se encuentra a corto plazo como: subcultivo seriado, utilizando placas de agar sólido. Por otra parte, para los métodos a mediano plazo “el gel de Sílice es uno de los soportes empleados con mayor frecuencia”¹⁶. Las técnicas para conservar a largo plazo son el secado y la criopreservación; aun así, el uso de estas dos técnicas genera efectos nocivos hacia la viabilidad, estabilidad y funcionalidad de los microorganismos. “La liofilización es la técnica por elección para el almacenamiento a largo plazo”¹, sin embargo para la deshidratación microbiana “la técnica de secado por pulverización se elige como la mejor opción ya que posee una alta flexibilidad de procesamiento y su costo es rentable en producciones de tipo industrial”¹.

Actualmente la universidad posee como método de conservación la congelación mediante el uso de criopreservantes, los cuales resultan ser grandes aliados para evitar los posibles efectos dañinos como la formación de cristales de hielo intracelular, en el caso particular se usa “Glicerol al 10%, demostrando eficaz su uso, ya que posee una acción de vitrificación alrededor de la bacteria, evitando así daño en las membranas citoplasmáticas”¹⁷.

1.1. ANTECEDENTES INSTITUCIONALES

Además de los antecedentes bibliográficos mencionados anteriormente se describirán los antecedentes propios del laboratorio central de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca relacionados con el control de calidad en la preparación de los medios de cultivo.

Los siguientes datos fueron recogidos mediante la asesoría recibida por las docentes Bibiana Chavarro encargada del área de preparación de medios y Ligia Consuelo encargada del área de cepario.

El área de preparación de medios actualmente no posee documentación pertinente sobre protocolos o procedimientos de preparación, esto debido a que no se cuenta con la cantidad de personal necesario para la estandarización del control de calidad.

En el área de cepario se cuenta con un manual de registro que ha sido retroalimentado desde el 2001, con el uso de cepas donadas por entes externos y este mismo se ha alimentado con cepas comerciales del interés académico propio de la institución; el manual contiene un protocolo de manejo de cada cepa, el cual se ha constituido con una hoja de vida por cada cepa y posee datos de procesamiento, tiempos de congelación y forma de reconstitución. A diciembre del año 2023, el área de cepario de la institución cuenta con alrededor de 108-115 cepas de microorganismos bacterianos y fúngicos, usados en las distintas áreas académicas y de investigación.

1.2. REVISIÓN DE CONTROL DE CALIDAD EN EL LABORATORIO MICROGEN

Se realizó una asesoría externa a la empresa Microgen S.A.S, la cual es una empresa Colombiana productora y comercializadora de reactivos de diagnóstico, insumos y dispositivos médicos. Actualmente esta empresa distribuye algunos de los reactivos usados en la UCMC, es por ello que conocer su proceso de control de calidad en el área de cepario y preparación de medios posibilita una comparación sobre las actividades realizadas.

Para la preparación de medios de cultivo toman en cuenta controles de calidad por cada nuevo lote, mediante pruebas de calidad como productividad, selectividad, viabilidad y esterilidad. Para la realización de las pruebas descritas anteriormente generan un banco de cepario, el cual se realiza mediante el uso de Cepas KWIK-STIK, las cuales contienen un sedimento liofilizado de una única cepa del microorganismo, un reservorio de líquido hidratante y un hisopo de inoculación. Cada dispositivo está sellado dentro de una bolsa laminada que contiene un desecante para evitar la acumulación adversa de humedad. Se debe realizar la activación de la cepa según las condiciones del proveedor y generar el banco de sangre tomando en cuenta el mantenimiento y conservación de la cepa madre, de reserva y de trabajo.

2. MARCO REFERENCIAL

Como se describió en los antecedentes el área de preparación de medios de cultivo desempeña un papel fundamental en microbiología, y en este caso en un espacio de aprendizaje, ya que proporciona el entorno necesario para el crecimiento y el estudio de microorganismos. Un control de calidad adecuado en la preparación de medios de cultivo es esencial para garantizar la reproducibilidad y la confiabilidad de los resultados obtenidos, tanto en investigaciones microbiológicas como en procesos industriales y en instituciones educativas.

Para generar la estandarización de un modelo de control de calidad de los medios de cultivo, es importante destacar la importancia del área de cepario, la cual permite asegurar que los medios de cultivo utilizados cumplen con las pruebas de control de calidad y así confirmar que el proceso ha cumplido con los estándares de calidad. Mediante la generación de un cepario de calidad, es posible obtener resultados confiables de los medios de cultivo preparados, ya que las pruebas de control de calidad necesarias para el cumplimiento de los medios de cultivo se fundamentan en la comparación morfológica del crecimiento evidenciado con la cepa de referencia propia.

Un medio de cultivo es “la preparación sólida, semisólida o líquida que contiene nutrientes esenciales para el óptimo crecimiento, aislamiento e identificación de microorganismos en condiciones controladas”¹¹. De esta manera la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca cuenta con los 3 tipos de medios de cultivo que se clasifican por su estado físico como se mencionó anteriormente en sólido, líquido y semisólido. El medio de cultivo sólido, se basa en un agar, que consiste en un “polisacárido gelatinoso extraído de algas marinas rojas como Gelidium y Gracilaria. Se utiliza como agente solidificante en medios de cultivo microbiológicos”². Por otro lado, los medios de cultivo líquidos, no cuentan con acción gelificante, lo que significa que no contienen agentes como el agar que permitan solidificar; en su estado líquido, los medios proporcionan un entorno adecuado para el cultivo de microorganismos que requieren crecimiento en suspensión o para aquellos que no necesitan un soporte sólido; estos medios son especialmente útiles para cultivos masivos de bacterias, hongos y levaduras, pruebas de crecimiento y producción de metabolitos. En cuanto a los medios de cultivo semisólidos, cuentan con una proporción inferior de agar y son utilizados comúnmente para la realización de pruebas bioquímicas manuales.

Es por ello que se debe contar con diferentes medios de cultivo dependiendo de las necesidades educativas. De forma general los medios de cultivo se clasifican como se mencionó anteriormente por su estado físico y por su función selectiva, nutricional y/o de enriquecimiento. En cuanto a los medios selectivos, estos permiten el “aislamiento de los microorganismos de interés gracias a sus componentes inhibitorios”², por otro lado los medios nutritivos permiten el “crecimiento general de las bacterias al poseer los componentes nutricionales adecuados para su desarrollo”², por último los medios enriquecidos favorecen el “crecimiento de microorganismos exigentes mediante los nutrientes básicos y componentes especializados según la necesidad”².

Es necesario resaltar que según ISO “La estandarización es el proceso de desarrollar y aplicar normas técnicas para obtener la uniformidad y la consistencia en productos, procesos y servicios, con el fin de garantizar que se ajusten a los requisitos de calidad, seguridad y eficiencia”⁴. Por esta razón es importante precisar que tomando en cuenta el enfoque académico actualmente no se cuenta con una norma de calidad estipulada para la gestión de calidad en el ámbito descrito. De esta manera solo es posible generar una comparación de estandarización de manera informativa, ya que debido a la robustez del sistema de gestión empleado bajo las normas 9001 que aplica a las organizaciones y se adapta a las necesidades específicas de cada entidad, sólo es posible tomar en cuenta aspectos que permitan la mejora a futuro de la estandarización a realizar. Para lograr la estandarización tomando el enfoque institucional es necesario la generación de un procedimiento de preparación de medios de cultivo que permita la trazabilidad durante todo el proceso, para así tener la seguridad de que los resultados son veraces y no hay algún tipo de error.

En primera instancia es importante precisar que “el cepario consiste en el almacenamiento ordenado de cepas puras de bacterias, hongos, levaduras y otros microorganismos que se mantienen viables bajo condiciones controladas para su posterior utilización”¹¹. Para la elaboración de un cepario es importante poseer cepas de reserva las cuales son “un conjunto de cultivos idénticos separados y obtenidos a partir de un solo subcultivo de la cepa de referencia, ya sea obtenido en el laboratorio o por un proveedor”³. Como se describió en los antecedentes, actualmente la universidad genera el cepario mediante la conservación por congelación, la cual “es un método físico químico que permite conservar microorganismos viables en un tiempo establecido sin sufrir cambios genotípicos”¹⁷, este tipo de almacenamiento es posible mediante el uso de criopreservantes.

Los criopreservantes son sustancias que impiden por interacción molecular con el agua, la acción destructiva del congelamiento sobre las células, es decir, protegen de la formación de cristales de hielo con un grado bajo de toxicidad para las células vivas¹⁷. Dentro de los criopreservantes más comúnmente usados se encuentran:

- Sustancias no ionizables de bajo peso molecular, los cuales generan solidificación vítrea mediante altas concentraciones de sales, evitando la deshidratación celular, entre ellos se encuentra el glicerol, sacarosa, lactosa, DMSO (dimetilsulfóxido).
- Sustancias ricas en proteína como la leche, suero, extracto de carne.
- Proteínas purificadas como la albúmina.
- Macromoléculas no proteicas como PVP(polivinilpirrolidona) y dextranos¹⁷

Para la preparación de medios de cultivo hay que señalar que esta “incluye pesaje preciso de los ingredientes, adición de agua destilada, mezclado continuo, calentamiento si es necesario, ajuste de pH, y finalmente esterilización”². Actualmente no se evidencia bibliografía descrita acerca de la preparación de medios, puesto que este proceso se basa en el seguimiento de instrucciones según la casa comercial en la que se adquiriera el medio a preparar. Seguido a la preparación se procede a la esterilización la cual “implica la eliminación completa de todas las formas de vida microbiana, incluyendo esporas bacterianas, por medios físicos o químicos”². Por otro lado, según MacFaddin (2000) “la asepsia se refiere a técnicas y procedimientos que se usan para prevenir la contaminación microbiana durante la preparación de medios de cultivo”⁹.

Es importante señalar que “el almacenamiento apropiado de medios de cultivo requiere condiciones frías, secas, oscuras y adecuada circulación de aire; el control de calidad involucra la verificación rutinaria de parámetros fundamentales (físico-químicos y microbiológicos)”⁷. Ambos, son requisitos muy importantes e indispensables durante las diferentes etapas de preparación, almacenamiento y manipulación de los medios de cultivo.

Finalmente, es posible evidenciar una correcta preparación de los medios de cultivo mediante las pruebas de control de calidad, por un lado se realiza el control mediante la inspección visual del medio, la medición del pH y la prueba de esterilidad, y agregando a lo anterior, se utilizan las cepas de interés para la inoculación a los medios de cultivo, evidenciando su capacidad de selectividad y productividad, todo ello mediante un control positivo y negativo, que evidencia si existe crecimiento, morfología y el cumplimiento de la inhibición de ser necesario.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. POBLACIÓN

Estudiantes y docentes de la facultad de ciencias de la salud de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

3.2. HIPÓTESIS

La estandarización de un modelo de control de calidad para la preparación de medios de cultivos de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, permite generar una trazabilidad del proceso, accesibilidad a protocolos de procedimiento al personal encargado y enriquecimiento en el aprendizaje de los estudiantes en el área de calidad.

TABLA 1. Descripción de los objetivos de investigación con sus instrumentos

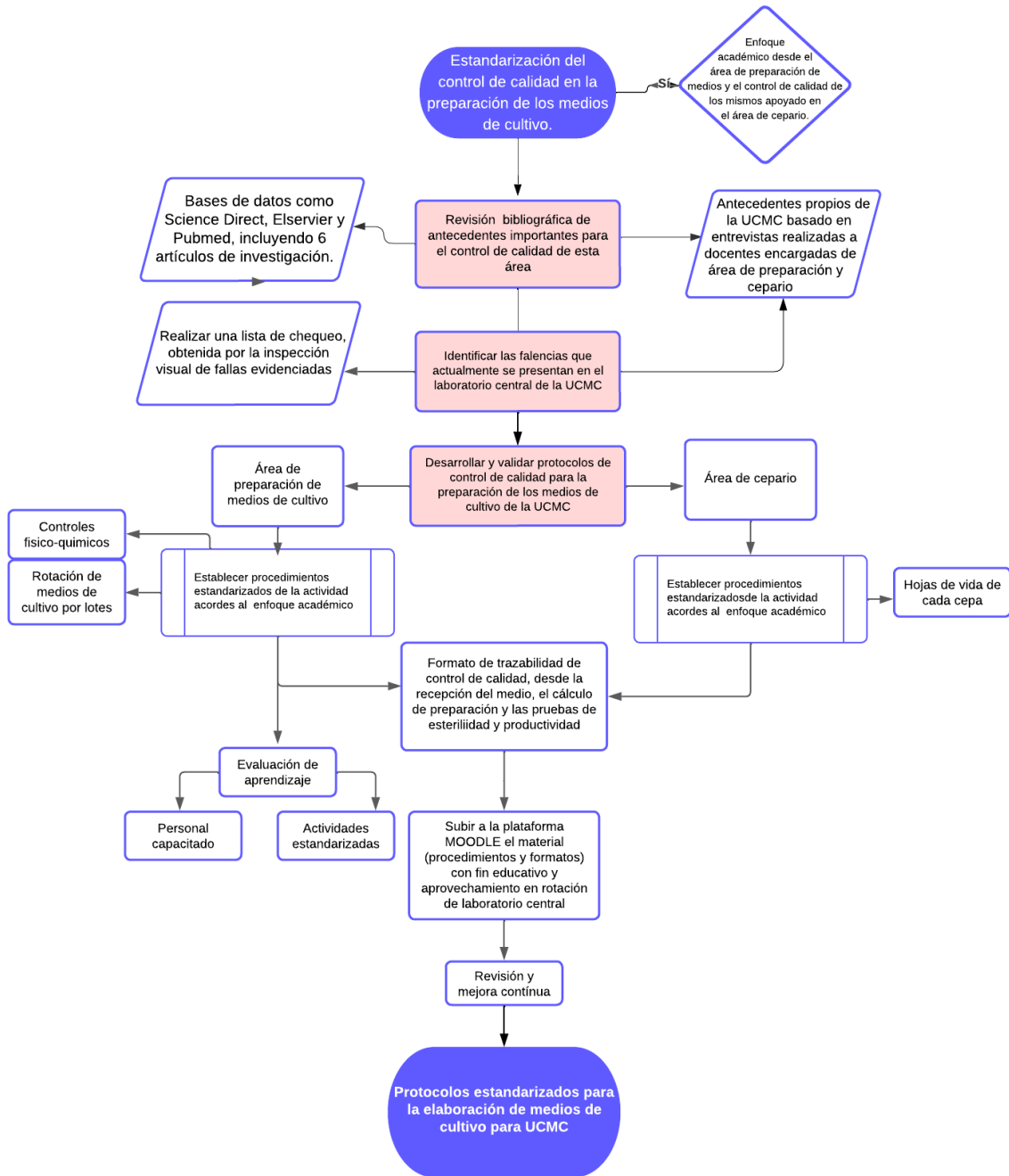
OBJETIVO	INSTRUMENTO
Realizar una revisión exhaustiva de la literatura científica para conocer y comprender cuales son las mejores prácticas en la preparación de medios de cultivo y la importancia de realizar el control de calidad adecuado.	<ul style="list-style-type: none">• Línea de tiempo de antecedentes.
Identificar las oportunidades de mejora que actualmente se presentan en el laboratorio central de la UCMC en el área de preparación de medios de cultivo.	<ul style="list-style-type: none">• Realizar entrevistas a docentes encargadas del área.• Realizar listas de chequeo con observaciones realizadas
Desarrollar y validar protocolos de control de calidad para la preparación de los medios de cultivo de la UCMC, tomando en cuenta el alcance como institución de enseñanza, mediante el desarrollo de evaluaciones de aprendizaje y la disponibilidad del material en la plataforma MOODLE.	<ul style="list-style-type: none">• Generación de protocolos de procedimiento estandarizado, formato de preparación y pruebas de control de calidad de medios de cultivo• Material digital en la plataforma MOODLE.

Fuente: Elaboración propia.

Es importante tomar en cuenta que el cumplimiento de cada objetivo específico mediante el uso de los diferentes herramientas permitió la ejecución del objetivo general, el cual se describe cómo “Desarrollar la estandarización del modelo de control de calidad para la preparación de medios de cultivos de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca”.

3.3. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS

FIGURA 2. Flujograma metodológico.



Fuente: Elaboración propia.

4. RESULTADOS

4.1. ESTANDARIZACIÓN DEL ÁREA DE CEPARIO

La demanda del área de cepario es bastante alta debido a las diversas necesidades ejercidas en la institución, es por ello que la estandarización del procedimiento para la realización de los medios de cultivo cobra suma importancia para generar un control propio de calidad y con ello una trazabilidad de la preparación de los medios de cultivo. Como se mencionó en los antecedentes actualmente se usan alrededor de 108-115 cepas entre bacterias y hongos para los diversos componentes según los objetivos de cada uno.

4.1.1. INGRESO DE LA CEPA

El ingreso de cada cepa se puede dar de dos maneras diferentes. Una de ellas es la compra de la misma, siendo esta una cepa de referencia, solicitada a partir de un proceso de compra con cartera, donde usualmente se trata de un microorganismo de difícil adquisición o mantenimiento, la otra manera de ingreso es a partir de donación por parte de docentes o por temas investigativos.

4.1.2. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA CEPA

Para la conservación de las cepas existen dos sistemas. Uno de ellos se trata del nitrógeno líquido a -180°C , sin embargo, este ha sido suspendido debido a los elevados costos de llenado de los tanques especializados, los cuales deben ser realizados cada dos meses. El otro sistema trata de la congelación a -70°C , la cual es una herramienta menos costosa y más duradera, esta es realizada mediante crioviales, es importante precisar que este sistema ha sido avaluado por la misma institución, mediante 18 especies bacterianas autóctonas de la colección de cultivos del Programa de Bacteriología de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá- Colombia. Sánchez y Corrales⁽¹⁸⁾.

El método de congelación se basa en el crecimiento de la cepa por 24h a 48h con la incubación a la temperatura óptima del microorganismo, esto con el propósito de mantenerlos en fase de latencia, ya que de esta manera se encuentra metabólicamente inactivo. Seguido de ello se realiza la preparación del criovial con 1 ml de caldo BHI para preservar de forma mínima el metabolismo celular y con ello ayudar a su viabilidad con el tiempo, luego con el uso de un asa calibrada se toman 10uL de la cepa de interés, y 100 uL de glicerol el cual se aplica para crioproteger la membrana citoplasmática. Ya realizados los crioviales, estos se conservan en el congelador REVCO a -70°C , el cual posee 4 niveles de

organización, donde el primer y segundo espacio se conservan los microorganismos adscritos a la colección de cultivos.

En reserva por cada cepa se conservan de 9 a 10 viales, donde cada semestre se usa un vial, es así como estos viales duran 4 años y medio, exceptuando las cepas de difícil crecimiento, en las cuales es necesarias ser reconstituidas cada vez sean solicitadas y no es posible generar un banco de cepario de las mismas.

Para la conservación de cepas de hongos se realiza usando un pluck, es decir, un pedazo del hongo con el agar y se pasa a un papel de filtro y este también es almacenado a -70°C bajo el mismo protocolo de conservación descrito anteriormente.



IMAGEN 1. Congelación en equipo REVCO

Para la descongelación de los microorganismos se debe retirar el vial congelado y esperar hasta su completa descongelación antes de la recuperación de los microorganismos. Seguido a ello se realiza la inoculación de una asada de microorganismo de interés en caldo BHI y se incuba a 37°C para posteriormente ser sembrado en los medios selectivos.

4.1.3. REPRODUCCIÓN DE CEPAS

Anualmente se realiza la reproducción de cepas a los diferentes agares para mantener el banco de cepario según las necesidades de la institución, este procedimiento se realiza tomando los crioviales de interés. El alistamiento de este material se hace usualmente entre noviembre y diciembre, donde se descongelan nuevas cepas y se realiza su pase a medios de cultivo nutritivos mediante siembra por agotamiento, se permite su crecimiento por

incubación y se cubren con parafilm para llevar a refrigeración durante 6 meses, realizando pases mensualmente.

4.1.4. ALISTAMIENTO DEL MATERIAL ACADÉMICO

En enero se realiza la verificación del primer pase en los medios de cultivo refrigerados y se evalúa la viabilidad de las cepas mediante la realización de un nuevo pase observando sus características morfológicas, capacidad de hemólisis y funcionalidad bioquímica de cada microorganismo en su medio. Es importante tomar en cuenta que el banco de cepario con las cepas ya crecidas en medios nutritivos se tienen como reserva para las necesidades mensuales, sin embargo, microorganismos de difícil crecimiento como *Neisseria*, *Moraxella* y *Brucella* no se encuentran en el cepario, ya que solo se sacan de congelación al ser requeridas.

4.1.5. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD

Las pruebas de control de calidad son de suma importancia para permitir el mantenimiento de cepas microbianas, por ello, la estandarización es un método de conservación eficaz y “debe asegurar condiciones como la estabilidad microscópica, macroscópica, bioquímica, fisiológica y genética de las cepas a estudiar”¹⁵.

4.1.5.1. PRODUCTIVIDAD

Se basa en la evaluación del crecimiento de microorganismos en medios de cultivo nutritivos.

4.1.5.2. SELECTIVIDAD

Este parámetro se verifica para los medios de cultivo selectivos, los cuales poseen indicadores del microorganismo en cuestión e inhibidores que permiten el crecimiento exclusivo de la población inoculada.

4.1.5.3. RECUPERACIÓN

- **Bacterias:** Para la recuperación de las cepas, inicialmente se realiza una siembra en agar BHI y se incuban a 37°C por 24h. Luego se inocula 0.5 escala Macfarland en un agar selectivo para cada uno de los microorganismos.
- **Hongos Filamentosos:** Se realiza siembra en agar PDA para Hongos Filamentosos y luego se incuban a 25 °C por 5 días o el tiempo que requiera cada cepa.

El porcentaje de recuperación debe ser mayor al 70%. Si se posee cepas ATCC se realiza una comparación del recuento del medio de referencia del lote analizado en relación con el recuento del medio de cultivo a evaluar.

4.1.5.4. VIABILIDAD

Se realiza la inoculación de los microorganismos con asa calibrada en los medios, seguido a ello se incuban a la temperatura óptima de cada uno entre 18 y 24 horas y se observa la existencia de crecimiento.

TABLA 2. Prueba de viabilidad

MICROORGANISMO	MEDIO DE CULTIVO	PRUEBA VIABILIDAD				ACTIVIDAD ENZIMÁTICA	
		RESIEMBRA DIRECTO VIAL ORIGINAL SIN INCUBACION	CALDO BHI PREINCUBADO 37°C POR 3 HORAS	CALDO BHI INCUBADO 18 HORAS	MORFOLOGIA COLORACION DE GRAM	Método Manual	Método Automatizado
						Porcentaje de confiabilidad	
<i>Staphylococcus aureus</i>	Agar Sangre	+++ β hemólisis	+ β hemólisis	+++ Colonias Pigmentadas β hemólisis	Cocos gram positivos asociados en racimo	99%	99%
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	Agar Sangre	No se inoculó	+	++	Cocos gram positivos asociados en racimo	99%	99%
<i>Streptococcus agalactiae</i>	Agar Sangre	Negativo	Muy escaso β hemólisis	++ Características esperadas β hemólisis	Cocos gram positivos asociados en cadena	99%	99%
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Agar Sangre	Negativo	Escaso β hemólisis	+++ Características esperadas β hemólisis	Cocos gram positivos asociados en cadena	99%	99%
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Agar Sangre	Negativo	Negativo	+++ Crecimiento Mixto	Cocos gram positivos asociados en cadena	0%	No se realizó
<i>Enterococcus faecalis</i>	Agar Sangre	No se inoculó	++ Colonias atípicas	+++ α hemólisis	Cocos gram positivos asociados en cadenas largas	99%	99%
<i>Listeria monocytogenes</i>	Agar Sangre	+++	++	+++	Bacilos cortos gram positivos	99%	99%
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Agar Sangre	No se inoculó	++	+++	Sin morfología definida: bacilos en destrucción	No se realizó	60%
<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	Agar Sangre	+++	++	+++	Bacilos gram negativos	No se realizó	60%

Fuente: Sánchez y Corrales¹⁷.

Es importante tomar en cuenta que la evaluación de la viabilidad es importante para garantizar que los métodos de preservación fueron adecuados y de esta manera se evidencian la capacidad de la población microbiana para multiplicarse y generar el crecimiento evidenciado en la producción de una colonia macroscópica en los medios de cultivo sólidos o la producción de turbidez en un medio líquido.

4.1.5.5. PUREZA E IDENTIFICACIÓN

Se debe observar el crecimiento en los medios selectivos y se comprueba la regularidad de las características morfológicas de las colonias. Para la identificación se realiza la coloración de Gram de 3 colonias diferentes para comprobar la compatibilidad morfológica con el microorganismo esperado.

Para consultar las principales cepas de referencia utilizadas por énfasis académico en Bacteriología se puede observar el Anexo 2.

Es importante señalar que la “elección de cepas para control de calidad debe ser con la(s) cepa(s) que más se asemejen a los aislamientos de los pacientes o productos que están siendo analizados”¹³. Inicialmente se toman como cepas control una Gram positiva y una Gram negativa.

Para el ámbito clínico como cepas de referencia se usan 8, entre ellas (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Haemophilus influenzae* y *Pseudomonas aeruginosa*). Las cepas de control de calidad recomendadas por el “NCCLS han sido seleccionadas con base en su susceptibilidad o resistencia a un agente antimicrobiano en particular y su desempeño confiable cuando se prueban utilizando métodos de referencia” OPS¹⁴

Entre los parámetros para elección de cada cepa se encuentran:

- *E. faecalis*: Resistente a vancomicina (cepa que contiene van B) y altos niveles de aminoglucósidos
- *S.aureus*: Beta-lactamasa negativa y positiva; resistente a meticilina/oxacilina (MRSA)
- *S. pneumoniae*: Penicilina intermedia
- *E. coli*: Beta-lactamasa negativa y positiva
- *H.influenzae*: Beta-lactamasa negativo, resistente a ampicilina
- *K.pneumoniae*: Productora de beta-lactamasa de espectro extendido (BLEE)
- *N.gonorrhoeae*: Resistencia a la penicilina cromosómicamente mediada
- *P. aeruginosa*: Cepa típica susceptible a los agentes anti-pseudomona

Para el ámbito industrial como cepas de referencia por parte del INVIMA³ son usadas 5 cepas ATCC (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp*, *Candida albicans*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*).

En la estandarización de medios de cultivo posee gran importancia la visualización de cepas de referencia, ya que al ser las cepas más utilizadas permite mediante la guía de consulta rápida una visualización del crecimiento, lo que a su vez garantiza el control de calidad en la preparación de medios de cultivo.

4.1.5.6. ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

Se realizan los montajes de pruebas bioquímicas mediante método automatizado como el VITEK, el cual se basa en la inoculación de una suspensión de microorganismos en tarjetas con determinados paneles de reacciones bioquímicas. Por otro lado, puede realizarse de forma manual, tomando en cuenta los reactivos necesarios para cada una de las pruebas.

TABLA 3. Pruebas bioquímicas por especies bacterianas mediante método manual.

Tribu	Genero	Especie	MCK	Ok.	TSI	H2S	CO2	LIA	M	I	O	UREA	CS	Fea	MOT	NITR	IND	RM	VP	GLU-CO2	SAC	LAC	MAL	MAN	TREH	LIS	ARG	OR	
Escherichiae	Escherichia	E. coli	Lac +	-	A/A	-	+	K/K	+	-	+	V	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	d	+	+	-	+	-	
		E. coli (inactiva)	-	-	A/A	-	V	K/K	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	v	-
	Shigella	S. dysenteriae	Lac -	-	K/A	-	-	K/A	-	+	-	-	-	-	-	-	+	V	+	-	+	+	-	-	d	+	+	-	-
		S. sonnei*	dLac +	-	K/A	-	-	K/A	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		S. flexneri	Lac -	-	K/A	-	V	K/A	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	V	+	-	d	-	d	-	+	+	-	d
Klebsielleae	Enterobacter	E. cloacae	Lac +	-	A/A	-	+	K/A	+	-	+	V(65)	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	
		E. aerogenes	Lac +	-	A/A	-	+	K/K	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
		E. gergoviae	Lac V	-	A/A	-	+	K/K	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
	Hafnia	H. alvei	dLac +	-	K/A/A	-	+	K/K	V	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
		K. ozaenae	Lac +	-	A/A	-	+	K/A.K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	v	-	-	-	-	-	V(40)	-
	Klebsiella	K. oxytoca	Lac +	-	A/A	-	+	K/K	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		K. pneumoniae	Lac +	-	A/A	-	+	K/K	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		K. rhinoscleromatis	Lac +/-	-	A/A	-	+	K/A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		S. marcescens	dLac +	-	K/A/A	-	+	K/K	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	V	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
		S. rubidaea	dLac +	-	K/A/A	-	+	K/K	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	V(55)	+
	Serratia	S. liquefaciens	dLac +	-	K/A/A	-	+	K/K	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		P. agglomerans	V(40)	-	K/A	-	-	K/A	V	V	-	-	V	-	-	-	-	-	V	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Yersinieae	Yersinia	Y. enterocolitica	Lac -	-	K/A	-	-	K/A	V	-	+	+	-	-	+	+	-	-	V	V	+	+	+	+	+	+	+	+	
		Y. pestis	Lac -	-	K/A	-	-	K/A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Y. pseudotuberculo	Lac -	-	K/A	-	-	K/A	V	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Citrobacterae	Citrobacter	C. freundii**	dLac +	-	A/A	+	+	K/A	+	-	+	V	+	-	+	+	+	V	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		C. koserii	dLac +	-	K/A/A	-	+	K/A	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		C. amalonaticus	dLac +	-	K/A/A	-	+	K/A	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Salmonella	S. typhi	Lac -	-	K/A	-	+	K/K	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S. enteritidis		Lac -	-	K/A	-	+	K/K	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
S. cholerae suis		Lac -	-	K/A	V	+	K/K	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
S. paratyphi		Lac -	-	K/A	-	+	K/K	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Proteae	Morganella	M. morganii	Lac -	-	K/A	-	+	K/R/A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		P. vulgaris	Lac -	-	K/A/A	-	+	R/A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Providencia	P. rettgeri	dLac +	-	K/A	-	+	R/A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		P. stuartii	dLac +	-	K/A	-	+	R/A	+	+	+	+	V(30)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		P. alcalifaciens	dLac +	-	K/A	-	+	R/A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Edwarsielleae	Edwarsiella	E. tarda	dLac -	-	K/A	+	+	K/K	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		

Tribu	Especie	Genero	MCK	Ox.	TSI	H2S	CO2	LIA	M	I	O	UREA	CS	FeA	MOT	NITR	IND	RM	VP	GLU-CO2	SAC	LAC	MAL	MAN	TREH	LIS	ARG	ORG	
Vibrionaceae	Vibrio	V. parahaemolyticus	Lac-	+	K/A	-	-	K/K	+	+	+	V	d	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	
		V. vulnificus	Lac-	+	A/A	-	-	K/K	+	+	+	-	d	-	+	+	+	+	-	-	+	V	-	-	+	-	+	-	+
		V. cholerae	Lac-	+	K/A/A	-	+	K/K	+	+	+	-	d	-	+	+	+	+	+	V	+	+	-	+	+	+	+	-	+
		V. no cholerae	Lac-	-	A/A	-	-	K/K	+	+	+	-	d	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+
	Aeromonas	A. hydrophilla	dLac-	+	K/A	-	-	K/A	+	d	-	-	d	-	+	+	+	d	V	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
		A. salmonicida	Lac-	-	A/A	-	+	K/A/K	-	-	-	-	-	-	V	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	V	-	+
	Plesiomonas	P. shigeloides	dLac-	+	K/A	-	-	K/K	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	V	-	+	+	+	+
	Especie	Genero	MCK	Ox.	TSI	H2S	CO2	LIA	M	I	O	UREA	CS	FeA	MOT	NITR	IND	RM	VP	GLU OF	SAC	LAC	MAL	MAN	TREH	LIS	ARG	ORG	
BACILOS NO FERMENTADORES	Acinetobacter	A. baumannii	-	-	K/K	-	-	K/K	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	V/V	-	-	+	-	
		A. Iwoffii	Lac-	-	K/K	-	-	K/K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	V/V	-	-	+	-
		A. calcoaceticus	Lac-	-	K/K	-	-	K/K	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	Pseudomonas	P. aeruginosa	Lac-	+	K/K	-	V	K/K	-	-	-	-	V	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	V	-	V	V	-	+
		P. fluorescens	Lac-	+	K/K	-	V	K/K	-	-	-	-	V	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+
	Burkholderia	B. cepacia	d	K/K	-	-	K/K	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-
Stenotrophomonas	S. maltophilia	-	K/K	-	-	K/K	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	V	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+

Fuente: Elaboración propia.

Las pruebas bioquímicas permiten la identificación del microorganismo después de realizar la coloración de Gram para clasificar entre Gram positivos y Gram negativos y tomando en cuenta el crecimiento en los medios de cultivo. Para la estandarización del modelo de control de calidad en la preparación de medios de cultivo es importante, ya que posibilita la identificación del microorganismo o cepa empleado, lo que garantiza a su vez la efectividad de los medios de cultivo empleados en el crecimiento del microorganismo en cuestión.

4.2 ESTANDARIZACIÓN DEL ÁREA DE PREPARACIÓN DE MEDIOS

La estandarización del área de preparación de medios es fundamental para garantizar la reproducibilidad y la calidad de los resultados a la hora de usar los medios de cultivo.

4.2.1. INGRESO DE AGARES (EN POLVO) Y REACTIVOS

Los agares llegan a la Universidad por diferentes 2 rutas diferentes, una de ellas es por donación de laboratorios externos o la otra por compra de parte de la misma Universidad. Seguido a ello se realiza un registro de ingreso para llevar a cabo el inventario y de esta manera conocer la disponibilidad de cada uno de ellos en el Laboratorio Central. Es importante saber que una vez ingresados, se les asigna un código previamente determinado para así permitir una búsqueda de cada agar más fácil y rápido (Imagen 2).

El agua destilada que se adiciona a los agares ingresa por compras o producción por parte de la Universidad, se utiliza para disolver los ingredientes y ajustar la concentración del medio.

UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA

LABORATORIO CENTRAL
SECCIÓN DE PRODUCCIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO

LISTA DE MEDIOS DE CULTIVO DESHIDRATADOS Y COMPONENTES
PARA PRODUCCIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO

Actualizado Julio 2019

CÓDIGO	MEDIOS DE CULTIVO	
ME 1 - 1	AGAR	AGAR
ME 1 - 69	AGAR	ALGAS
ME 1 - 18	AGAR	ALMIDÓN
ME 1 - 66	AGAR	ANTIBIÓTICO No. 1
ME 1 - 85	AGAR	ANTIBIÓTICO No. 11
ME 1 - 83	AGAR	ANTIBIÓTICO No. 3
ME 1 - 84	AGAR	ANTIBIÓTICO No. 2
ME 1 - 8	AGAR	APT (Selectivo para Bacterias Lácticas)
ME 1 - 9	AGAR	ASHBY'S MANITOL
ME 1 - 4	AGAR	B.H.I. - INFUSIÓN CEREBRO CORAZÓN
ME 1 - 5	AGAR	BASE AZIDA -
ME 1 - 65	AGAR	BASE DECARBOXILASA DE MOELLER (Aminoácidos)

ME 1 - 3	AGAR	BASE SANGRE
ME 1 - 6	AGAR	BILIS ESCULINA
ME 1 - 7	AGAR	BILIS ROJO VIOLETA - CVRNB
ME 1 - 2	AGAR	BAIRD PARKER
ME 1 - 74	AGAR	BREWER - ANAEROBIOS
ME 1 - 10	AGAR	BRUCELLA
ME 1 - 11	AGAR	CETRIMIDE
ME 1 - 13	AGAR	CISTINA TRIPTOSA - C.T.A. - BASE
ME 1 - 14	AGAR	CITRATO DE SIMONS
ME 1 - 12	AGAR	CLED
ME 1 - 68	AGAR	CHOMAGAR CÁNDIDA
ME 1 - 56	AGAR	CHOMAGAR SELECTIVO PARA STREPTOCOCCUS GRUPO B
ME 1 - 15	AGAR	CZAPECK
ME 1 - 24	AGAR	D.T.M. (Selectivo para Dermatofitos)
ME 1 - 16	AGAR	DERMASEL
ME 1 - 22	AGAR	DNAsa
ME 1 - 25	AGAR	EMB
ME 1 - 26	AGAR	ENDO

IMAGEN 2 y 3. Lista de medio de cultivo deshidratados y componentes para la producción de medios de cultivo.

4.2.2. PREPARACIÓN Y ESTERILIZACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO

Para la preparación de los diferentes medios de cultivo y pruebas bioquímicas se debe conocer la cantidad de medio que se requiere, teniendo en cuenta las necesidades de los diferentes semestres de la carrera. Una vez conocida la cantidad, en la zona de almacenamiento de los agares se busca en la lista el código del agar que se va a utilizar, para luego empezar con la identificación del que se necesita.

Se deben leer las instrucciones de preparación que se encuentran en el frasco, ya que allí se indica el volumen de agua destilada que se debe agregar para determinada cantidad de agar y el tiempo de esterilización que requiere, a partir de esto se calcula cuánto agar en polvo se tiene que pesar para preparar la cantidad de medio previamente determinado. Es importante tener en cuenta que cada agar tiene especificaciones de preparación diferentes, así como componentes adicionales que se deben agregar, por ello es de vital importancia leer detenidamente las indicaciones de preparación y dispensación de los mismos.

En primera instancia es importante marcar el material de vidrio a usar con el nombre del medio de cultivo, la cantidad y la fecha en que se preparó. Seguido a ello se realiza el pesaje de la cantidad necesaria de medio de cultivo en una balanza previamente calibrada. Una vez calculado el volumen a preparar, se procede a adicionar una cantidad de agua destilada, un volumen no completo en una fiola de vidrio, para seguido a ello adicionar el medio de cultivo en polvo previamente pesado, esto con el objetivo de que al adicionar el sólido no supere el volumen a preparar. Cuando ya se encuentre disuelto se completa con el volumen deseado.

Una vez disuelto todo el polvo en el agua destilada, se procede a esterilizar en el autoclave de ser necesario y por el tiempo establecido por la casa comercial, para así corroborar que cualquier microorganismo que pueda estar presente en la mezcla se elimine completamente.

4.2.3. DISPENSACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO

Para este punto, ya los medios deben estar esterilizados por medio del autoclave; una vez termine todo el proceso de esterilización se deben servir los medios en Cajas de Petri o tubos de ensayo que están esterilizados previamente para así disminuir los riesgos de contaminación de los medios y mantener la calidad de los mismos.

Es importante saber que, para poder servir los medios, estos deben estar calientes ya que si se enfrían estos se solidifican y será imposible servirlos; y que además se deben servir en un ambiente lo más aséptico posible para evitar contaminaciones de los medios o de las cajas, esto se logra bloqueando cualquier entrada de aire (Ventanas o puertas) que pueda transportar microorganismos, además de encender los mecheros cercanos y servir los medios lo más cerca posible a estos. Cuando ya se sirven en las cajas de Petri y/o tubos de ensayo, se debe esperar a que se gelifique el agar y se enfríen, una vez sólidos y fríos se procede a marcar cada caja y tubo con la información más importante como el nombre del agar y la fecha de preparación.

4.2.4. ALMACENAMIENTO DE MEDIOS DE CULTIVO

Para esta parte, los medios de cultivo una vez gelificados y fríos, pasan a refrigeración a una temperatura de $\pm 4^{\circ}\text{C}$, los cuales son aptos para el uso mientras no presenten ninguna alteración en sus características propias. Es importante que, a la hora de refrigerarlos, se mantenga el espacio ordenado, separando cada medio para hacer más fácil su manejo y poder realizar un inventario continuamente para conocer cantidades exactas de cada medio.

En el momento de llevarlos a refrigeración lo ideal es que los medios que se acaban de preparar se dispongan en la parte de atrás y los que tengan más tiempo de preparación estén en el frente para así ir usando los más antiguos y que no se desperdicien por permanecer tanto tiempo en refrigeración sin uso. Así mismo, es necesario colocar las cajas de manera que el agar quede en la parte superior, esto con el objetivo de que la humedad que se produzca no genere contaminación.



IMAGEN 4 y 5. Almacenamiento de los medios de cultivo en refrigeración a $\pm 4^{\circ}\text{C}$

4.2.5. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD

4.2.5.1. DOCUMENTACIÓN Y PROCEDIMIENTOS ESTÁNDAR

Tener documentados todos los procedimientos estándar de operación (SOP) para la preparación de medios de cultivo. Esto incluye la lista de ingredientes, las cantidades exactas, los métodos de preparación y esterilización, los cuales se encuentran en el [Anexo 1](#), que permite generar la trazabilidad desde el proceso de cepario hasta la preparación y pruebas de control de calidad de los medios de cultivo empleados.

Es importante destacar que la documentación utilizada es de carácter académico, por lo cual no se cuenta con normatividad que rija para el enfoque utilizado. Todos los procedimientos son realizados bajo los antecedentes y bibliografía consultada, así mismo se cuenta con anexos de guía de consulta rápida.

4.2.5.2. INSPECCIÓN VISUAL

Realizar una inspección visual de los medios de cultivo preparados, esto para buscar signos de contaminación, como correcta solidificación, cambios de color, sedimentos o turbidez inesperada. Ya que esto afecta directamente en su calidad y por ende en los resultados que se obtengan.

4.2.5.3. PRUEBA DE pH

Esta prueba se realiza para asegurar que el medio esté dentro del rango requerido para el correcto crecimiento de los microorganismos de interés. Esta medición se lleva a cabo con

la ayuda de un pH-metro cuando el medio se encuentra a una temperatura entre los 45 °C y 50 °C, antes de ser llevados al autoclave para ser esterilizados.

4.2.5.4. PRUEBAS DE ESTERILIDAD

Realizar pruebas de esterilidad en una muestra representativa de los medios de cultivo preparados, usualmente se realiza al 10% de medios servidos por cada nuevo lote que se usa o cada vez que se realice producción. Esto se realiza mediante una siembra en profundidad tomando 1mL del medio preparado a un medio de cultivo estéril apto según parámetros de calidad, el cual actúa como medio de control, para así verificar la ausencia de crecimiento microbiano después del período de incubación adecuado.

También se puede realizar incubando según el tipo de microorganismo en un determinado tiempo y temperatura, mediante una caja de petri con el medio ya solidificado en caso de que sea agar o un tubo o frasco si se trata de medio de cultivo líquido, estos medios se encuentran sin inoculación, para así identificar si hay o no crecimiento microbiano.

Es importante incluir controles positivos (muestras inoculadas intencionalmente con microorganismos conocidos), así como controles negativos (muestras no inoculadas) para validar el proceso y sus resultados. En caso de contaminación, es necesario rechazar el lote y preparar uno nuevo.

4.2.5.5. PRUEBAS DE RENDIMIENTO

Realizar pruebas de rendimiento utilizando cepas conocidas y estandarizadas de microorganismos, la finalidad de estas es observar el crecimiento y las características de las colonias para tener completa seguridad de que el medio de cultivo promueve el crecimiento adecuado y las características morfológicas esperadas.

4.2.5.6. PRUEBAS DE SELECTIVIDAD

Se realiza por cada nuevo lote a preparar. Si el medio de cultivo tiene la intención de ser selectivo para ciertos tipos de microorganismos, se tiene que evaluar su selectividad inoculando una muestra mixta de microorganismos y observando si inhibe el crecimiento de algunos tipos mientras permite el crecimiento de otros.

Todo el proceso de preparación y control de calidad de los medios de cultivo se pueden observar en el gráfico de consulta rápida del proceso de preparación de medios de cultivo de la universidad Colegio Mayor de Cundinamarca evidenciado en el [Anexo 3](#).

4.3. DOCUMENTACIÓN

Para generar la trazabilidad es necesario completar el formato “Control de medios de cultivo preparados en el laboratorio central de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca” evidencia en el Anexo 1.

4.4. TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

Procedimientos estandarizados para el área de cepario y preparación de medios. Formato de trazabilidad “Control de medios de cultivo preparados en el laboratorio central de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca” evidenciado en el Anexo 1.

4.5. ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN

Divulgación por la plataforma moodle, mediante un apartado de control de calidad con los procedimientos estandarizados para el área de cepario y preparación de medios.

5. DISCUSIÓN

Mediante este trabajo se identificó la necesidad propia de la institución sobre la importancia de la estandarización de los procesos de control de calidad en la preparación de medios de cultivo, todo ello mediante los antecedentes y las prácticas actuales de la universidad en comparación con la bibliografía encontrada; los resultados obtenidos evidencian que al ser un proceso tan relevante para la institución es necesario ponerlo a disposición de los responsables de este proceso y de manera informativa a los integrantes de la Facultad de Ciencias de la Salud, lo que permite reflexionar sobre el valor que posee el control de calidad en el ámbito académico y laboral.

De acuerdo con los objetivos planteados, en este estudio fue posible observar que el desarrollo de la estandarización genera trazabilidad en el proceso tanto de preparación como de cepario, mediante el uso de los controles de calidad documentados en el [Anexo 1](#), con ello permite obtener un producto conforme, el cual en este caso son los medios de cultivo bajo los parámetros establecidos. Por otra parte, genera un conocimiento estándar en la comunidad participe de la Facultad de Ciencias de la Salud, lo que confirma la necesidad de un modelo estandarizado que asegura un entorno controlado, favoreciendo resultados veraces y trazables y permitiendo que la información se encuentre a disposición de la población de interés, lo que a su vez minimiza el riesgo de sesgo en el momento de la realización de las prácticas educativas.

Los hallazgos encontrados alrededor de este estudio son consistentes con la literatura, ya que según el análisis bibliométrico consultado en las bases de datos descritas anteriormente permiten establecer una conexión sobre la relevancia de la estandarización en el control de calidad de los medios de cultivo, como lo indica el autor Scott sobre “la falta de un control de calidad adecuado durante la preparación de los medios de cultivo puede provocar la aparición de complicaciones relacionadas con la contaminación y la variabilidad de los resultados”¹⁹. Es importante resaltar que puntualmente sobre el área de preparación de medios de cultivo no se evidenció literatura sobre el proceso ni los controles establecidos.

Por otro parte, para el área del cepario se evidenció mayor literatura relacionada sobre los métodos de conservación, los cuales según el autor Alonso “La liofilización es la técnica por elección para el almacenamiento a largo plazo”¹. Sin embargo, en la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca actualmente usa como método de conservación la congelación con ayuda de criopreservantes, este método permite destacar mayor rentabilidad a comparación de la liofilización, donde requiere mayor inversión, como lo es el uso de liofilizadores. De

igual forma con el uso del criopreservante, en particular el glicerol al 10%, usado actualmente, se disminuyen los posibles efectos dañinos como la formación de cristales de hielo intracelular, debido a su acción de vitrificación alrededor de la bacteria, evitando así daño en las membranas citoplasmáticas.

Por medio de estudios realizados por parte de la docente Ligia Consuelo Sánchez se posibilitó una estandarización segura y eficaz frente a la forma de conservación del área de cepario mediante el sistema evaluado por la misma institución en 18 especies bacterianas autóctonas de la colección de cultivos del Programa de Bacteriología.

En correlación con bibliografía institucional se encontró un estudio realizado en la Universidad de Pamplona, en donde se estableció un procedimiento para el control de calidad de los métodos analíticos del laboratorio de microbiología, mediante la evaluación del mantenimiento de cepas de referencia, donde se evidenció que gracias a los parámetros de calidad evaluados y trazables las cepas “se conservaron viables y sin cambios en sus características fenotípicas y metabólicas”⁵. Analizando este estudio se evidenció el uso de la criopreservación y de pruebas de control de calidad que se sustentaron en este proyecto para la generación de un producto trazable y que permite la unificación del área de preparación de medios de cultivo y cepario.

Además de la comparación bibliográfica ya realizada es importante destacar la relevancia de las asesorías externas e internas que se llevaron a cabo. En cuanto a la asesoría externa, se realizó mediante una visita presencial a la empresa colombiana Microgen LTDA en el período del mes de octubre del año 2023, esta empresa es distribuidora de algunos reactivos usados en la universidad.

Mediante la asesoría externa es posible discutir sobre la comparación del control de calidad con enfoque industrial-comercial en correlación con el institucional. Se observó la rigurosidad en su proceso documental y métodos estandarizados empleados como el uso de cepas KWIK-STIK, las cuales al ser un sistema cualitativo permiten obtener resultados como porcentajes de recuperación, los cuales son de vital importancia para garantizar resultados necesarios para el sector a ser usado; es relevante realizar la comparación con este tipo de métodos, ya que al tomar en cuenta el alcance institucional se deben evaluar técnicas rentables y que garanticen la eficacia.

En cuanto a las asesorías internas estas fueron llevadas a cabo con el apoyo de las docentes Bibiana Chavarro y Ligia Consuelo Sanchez, encargadas del área de preparación de medios de cultivo y de Cepario respectivamente. Mediante estas entrevistas fue posible

realizar una comparación retrospectiva, esto permitió evidenciar los múltiples beneficios que trae consigo la estandarización y el material físico que permite la trazabilidad. Se genera un procedimiento estándar para el área de preparación de medios de cultivo y cepario, apoyando el aprendizaje con los Anexos 2 y 3, los cuales son una guía de consulta rápida para el proceso y también ilustrativa sobre las principales cepas usadas en control de calidad para el ámbito clínico e industrial. Así mismo, se pone a disposición el formato trazable de ambos procesos, evidenciado en el Anexo 1 el cual inicia desde el pesaje del medio de cultivo a preparar seguido de las pruebas de control de calidad.

Los resultados obtenidos tienen grandes implicaciones tanto a nivel institucional como educativo, ya que permite la trazabilidad de todo el proceso, con cuya estandarización genera una brecha para la re-acreditación institucional, permite expandir nuevas posibilidades para futuras investigaciones educativas frente a este entorno y generar optimización en la inversión de recursos financieros y humanos. Por otra parte, permite la mejora en la capacitación del personal a cargo de esta área, la transmisión de conocimientos y el planteamiento de la necesidad del control de calidad para la vida laboral particularmente para los estudiantes en formación de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Una de las principales limitaciones iniciales de este estudio fue la poca información bibliográfica que se encontró, puntualmente para el tema de preparación de los medios de cultivo, lo que sugiere que futuras investigaciones podrían profundizar en el control de calidad a nivel institucional para obtener resultados más concluyentes y partir desde una comparación más extenuante.

6. CONCLUSIÓN

Según lo expuesto a lo largo de este trabajo, es posible concluir sobre la importancia que ejerce garantizar una estandarización en el proceso de preparación de medios de cultivo. Por esta razón generar una trazabilidad desde el proceso de cepario hasta el control de calidad de los medios de cultivos usados en la universidad Colegio Mayor de Cundinamarca permite establecer un proceso estándar, en el cual toda la población involucrada posea el conocimiento pertinente.

Mediante los hallazgos bibliográficos obtenidos fue posible evidenciar la falta de información literaria sobre el control de calidad en la preparación de medios de cultivo. Así mismo, mediante los antecedentes de la Universidad se demostró la necesidad de divulgación de un proceso estandarizado, permitiendo así enriquecer los conocimientos teóricos de los estudiantes de la facultad de Ciencias de la salud y generando rutas futuras para la aplicación en ámbitos laborales de control de calidad.


7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alonso, S. Novel Food Fermentation Technologies. En S. Alonso, Chapter 2. Novel Preservation Techniques for Microbial Cultures (págs. 7-33). Switzerland: Springer International Publishing. 2016.
2. Atlas RM. Handbook of Microbiological Media. 4th ed. CRC Press; 2010.
3. INVIMA. OFICINA DE LABORATORIOS Y CONTROL DE CALIDAD. Aseguramiento de calidad [Internet]. Invima.gov.co. 2016. Disponible en: <https://www.invima.gov.co/sites/default/files/el-instituto/red-laboratorios/Aseguramiento%20de%20Calidad%20Microbiolog%C3%ADa.pdf>
4. International Organization for Standardization (ISO). *ISO/IEC Guide 2:2004 - Standardization and related activities – General vocabulary*. ISO. 2004
5. Jiménez Miranda, N. A. Mantenimiento y conservación de cepas de referencia para el control de calidad de los métodos de análisis del laboratorio de microbiología [Trabajo de Grado Pregrado, Universidad de Pamplona]. Repositorio Hulago Universidad de Pamplona. 2018. Disponible en: <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/2428>
6. Jones RN, Krisher K, Bird DS; College of American Pathologists Microbiology Resource Committee. Results of the survey of the quality assurance for commercially prepared microbiology media. Update from the College of American Pathologists Microbiology Surveys Program (2001). Arch Pathol Lab Med. 2003 Jun;127(6):661-5. Disponible en: doi: 10.5858/2003-127-661-ROTSOT. PMID: 12741887.
7. Leboffe MJ, Pierce BE. Microbiology: Laboratory Theory and Application. 4th ed. Morton Publishing; 2019.
8. Luis M. de la Maza, Marie T. Pezzlo Cassiana E. Bittencourt Ellena M. Peterson, L. M. Color atlas of medical bacteriology (ASM books) (English edition). 2020. Disponible en: <https://archive.org/details/asm-books-luis-m.-de-la-maza-marie-t.-pezzlo-cassiana-e.-bittencourt-ellena-m.-p/%28ASM%20Books%29%20Luis%20M.%20de%20la%20Maza%2C%20Marie%20T.%20Pezzlo%2C%20Cassiana%20E.%20Bittencourt%2C%20Ellena%20M.%20Peterson%20-%20Color%20Atlas%20of%20Medical%20Bacteriology-Wiley%20%282020%29/page/147/mode/2up>
9. MacFaddin JF. Biochemical Tests for Identification of Medical Bacteria. 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
10. Madigan M, Martinko J, Stahl D, Clark D. Brock Biology of Microorganisms. 13th ed. Pearson; 2009.

11. Madigan MT, Bender KS, Buckley DH, Sattley WM, Stahl DA. Brock Biology of Microorganisms. 15th ed. Pearson; 2020.
12. Mazur, P. The freezing of biological systems. Science N.Y. Cryobiology. 168, 939-949.1970.
13. Orekan J, Barbé B, Oeng S, Ronat J-B, Letchford J, Jacobs J, et al. Culture media for clinical bacteriology in low- and middle-income countries: challenges, best practices for preparation and recommendations for improved access. Clin Microbiol Infect [Internet]. 2021. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34015533/>
14. Pan American Health Organization (PAHO). (s/f). Aseguramiento de Calidad/ Control de Calidad (AC/CC). Paho.org. Disponible en <https://www3.paho.org/spanish/ad/ths/ev/06.pdf>
15. Parra Huertas, S. L., Pérez Casas, M. M., Bernal Morales, M., Suárez Moreno, Z., & Montoya Castaño, D. Implementación y evaluación de dos métodos de conservación y generación de la base de datos del banco de cepas y genes del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia (IBUN). NOVA. 2006. Disponible en: <https://doi.org/10.22490/24629448.346>
16. Prakash, O., Nimonkar, Y. N., & Shouche, Y. MINIREVIEW. Practice and prospects of microbial preservation. FEMS, Microbiology Letters, 339, 1-9. 2012.
17. Sánchez Leal, L. C., & Corrales Ramírez, L. C. Congelación bacteriana: Factores que intervienen en el proceso. NOVA, 3(3). 2005. Disponible en: <https://doi.org/10.22490/24629448.23>
18. Sánchez Leal, L. C., & Corrales Ramírez, L. C. Evaluación de la congelación para conservación de especies autóctonas bacterianas. NOVA, 3(4). 2005. Disponible en <https://doi.org/10.22490/24629448.333>
19. Scott Sutton PD. Quality Control of Microbiological Culture Media. The Microbiology Network 2006.

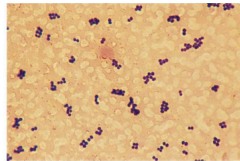
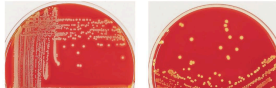
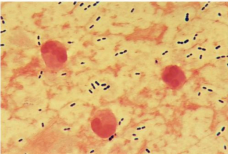
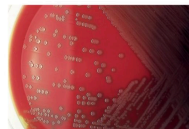
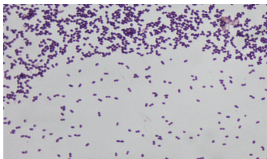

8. ANEXOS

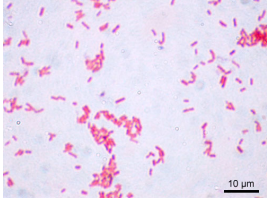

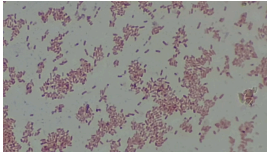
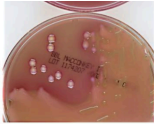
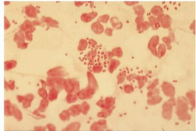

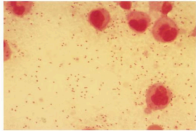

ANEXO 1. Formato Control de medios de cultivo preparados en el laboratorio central de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

	CONTROL DE MEDIOS DE CULTIVO PREPARADOS EN EL LABORATORIO CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA						CÓDIGO	
							VERSIÓN	1
							FECHA DE APROBACIÓN	
							PÁGINA	1 de 1
NOMBRE DEL MEDIO DE CULTIVO								
FECHA DE PREPARACIÓN		LOTE		VOLUMEN A PREPARAR		T° ALMACENAMIENTO		
CALCULO PARA PREPARACIÓN								
Número de cajas o tubos servidos:								
PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD								
INSPECCIÓN VISUAL	Volumen		Color		PH FINAL	ESTERILIDAD		
	Aspecto		Consistencia					
SELECTIVIDAD	Cepa y lote usado		Control positivo		Crecimiento			
			Control negativo		Inhibe			
Responsable de preparación de medio								
Responsable de pruebas de control de calidad								

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2. Tablas de consulta rápida de cepas de importancia microbiológica para el control de calidad por énfasis académico del pregrado de Bacteriología de la UCMC.

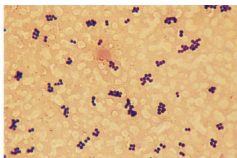
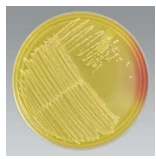
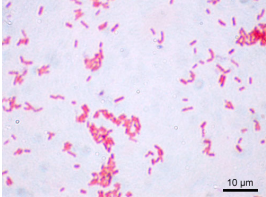
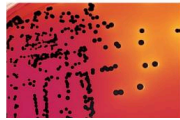
CEPAS DE IMPORTANCIA MICROBIOLÓGICA EN ÁMBITO CLÍNICO			
MICROORGANISMO	ASPECTO MICROSCÓPICO	ASPECTO MACROSCÓPICO	PRUEBAS DE IDENTIFICACIÓN
<i>Staphylococcus aureus</i>	Cocos Gram positivo en racimo 	En agar sangre colonias cremosas con pigmento, presencia o no de beta hemólisis. 	Catalasa positivo Coagulasa positivo
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Cocos Gram positivos en cadena 	Colonias pequeñas, grisáceas y mucoides, lisas y brillantes con halo verdoso (alfa hemólisis) 	Sensibilidad a la optoquina
<i>Enterococcus faecalis</i>	Cocos gram positivos 	Colonias pequeñas, lisas de borde uniforme, de color crema o blanco. Sin hemólisis 	



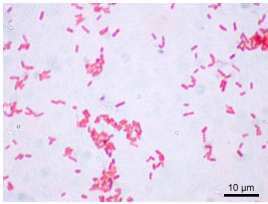

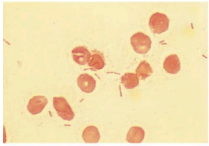
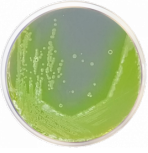
<i>Escherichia coli</i>	Bacilos gram negativos	En agar Macconkey se observa colonias son rosadas o rojas	Indol positivo
			
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Bacilos gram negativos	En agar Macconkey se observan colonias mucoides de pigmento rosado	
			
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Diplococos Gram negativos intracelular	En agar chocolate se observan colonias pequeñas, redondas y lisas, de color grisáceo pálido o incoloro	Catalasa y oxidasa positiva, pero no fermenta glucosa, lactosa o maltosa
			
<i>Haemophilus influenzae</i>	Cocobacilo Gram negativo	En agar chocolate se observan colonias grises, mucoides y brillantes	Fenómeno satélite con <i>S.aureus</i> en agar sangre
			
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Gram negativas	En agar cetrimide se observan colonias de	Catalasa (+) Oxidasa (+)

		color amarillo verdoso-azulado	Citrato (+) Arginina (+)
			

Fuente: Autores.

Las imágenes son tomadas del atlas of medical bacteriology ⁽⁷⁾

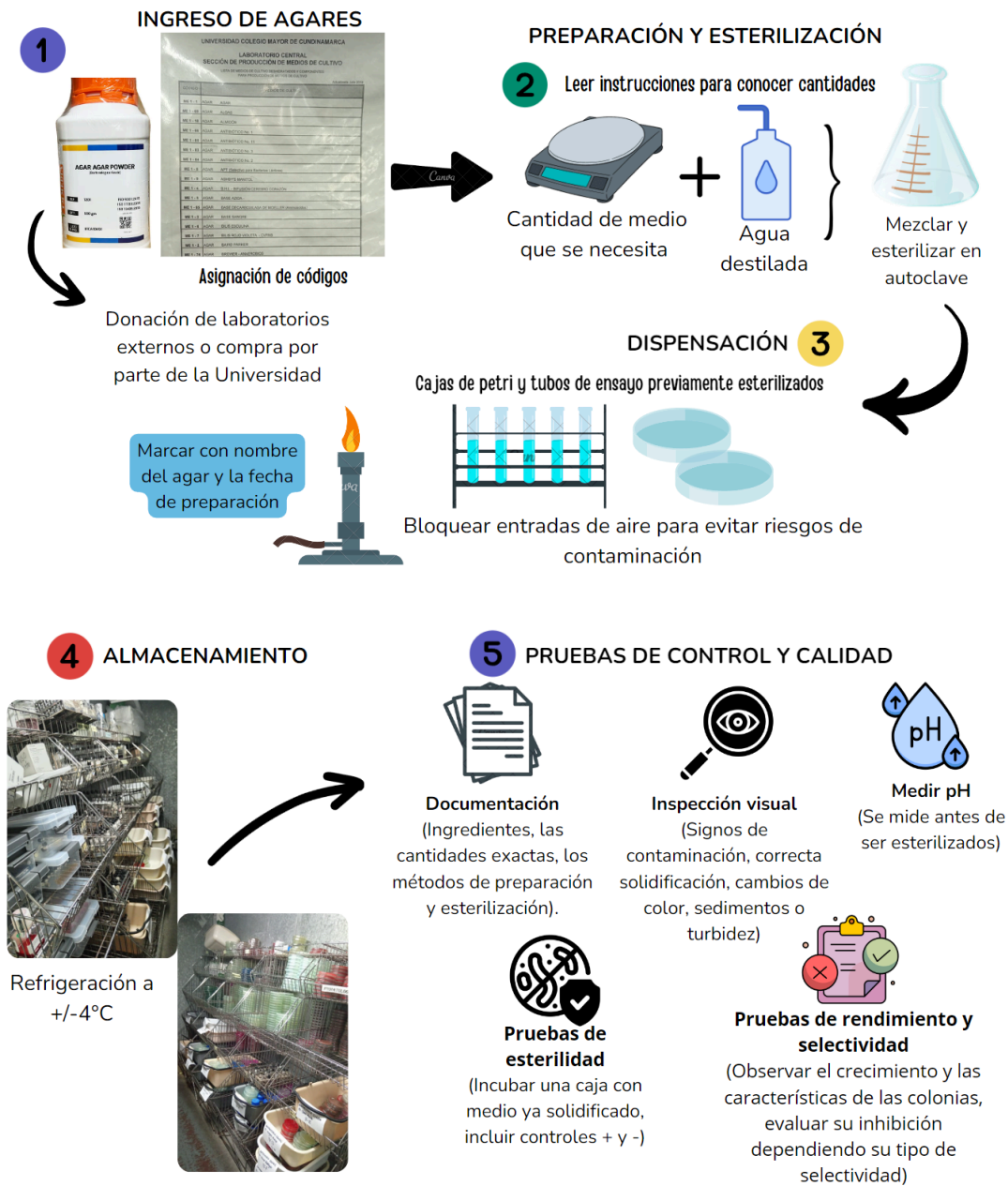
CEPAS DE IMPORTANCIA MICROBIOLÓGICA EN ÁMBITO INDUSTRIAL			
MICROORGANISMO	ASPECTO MICROSCÓPICO	ASPECTO MACROSCÓPICO	PRUEBAS DE IDENTIFICACIÓN
<i>Staphylococcus aureus</i>	Cocos Gram positivo en racimo 	En agar manitol salado se ven colonias amarilla-blanca, rodeada de zona amarilla 	Catalasa positivo Coagulasa positivo
<i>Salmonella spp</i>	Bacilos Gram negativos 	En agar MacConkey las colonias son incoloras ya que no fermenta lactosa; en Agar XLD, agar SS, agar Hektoen Enteric y agar TS se forma un precipitado negro de sulfuro de hierro (FeS) 	TSI K/A

		Agar XLD	
<i>Candida albicans</i>	<p>En forma de levadura presenta aspecto de células redondas. En forma de hongo filamentoso produce pseudohifas e hifas verdaderas. Puede formar clamidosporas</p> 	<p>Colonias blancas, blandas, cremosas y lisas. En medios cromogénicos las colonias presentan color azul o verde claro</p> 	
<i>Escherichia coli</i>	<p>Bacilos gram negativos</p> 	<p>En agar Macconkey se observa colonias son rosadas o rojas</p> 	Indol positivo
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<p>Gram negativas</p> 	<p>En agar cetrimide se observan colonias de color amarillo verdoso-azulado</p> 	<p>Catalasa (+) Oxidasa (+) Citrato (+) Arginina (+)</p>

Fuente: Elaboración propia.

Las imágenes son tomadas del atlas of medical bacteriology ⁽⁶⁾

ANEXO 3. Gráfico de consulta rápida del proceso de preparación de medios de cultivo de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.



Fuente: Elaboración propia.