

UNIVERSIDAD PRIVADA DE HUANCAYO
“FRANKLIN ROOSEVELT”
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
Escuela Profesional de Ciencias Farmacéuticas y
Bioquímica



TESIS

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD
MICROBIOLÓGICA AMBIENTAL EN
LABORATORIOS DE UNA UNIVERSIDAD
PRIVADA DE HUANCAYO - 2016**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

PRESENTADA POR

BACHILLER: SOLEDAD AYDEE RUÍZ PAUCAR

BACHILLER: ROFINO RONY RÍOS CERRÓN

HUANCAYO – PERÚ
JULIO DE 2016

ASESORA

Dra. DIANA ESMERALDA ANDAMAYO FLORES

DEDICATORIA

A Dios, por habernos dado la vida, salud, ser el manantial de vida y darnos lo necesario para seguir adelante día a día para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A nuestros padres, por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, los ejemplos de perseverancia y constancia para salir adelante y su gran amor.

A nuestros asesores, por su gran apoyo y motivación ofrecida durante el desarrollo de esta investigación, por habernos transmitido los conocimientos obtenidos para llevar acabo satisfactoriamente el presente trabajo.

AGRADECIMIENTO

A nuestra alma mater, Universidad Privada de Huancayo “Franklin Roosevelt”, en especial a la Escuela Profesional de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, así como a la plana de docentes, por nuestra formación académica.

A la Dra. DIANA ANDAMAYO FLORES, por motivarnos día a día para ser grandes profesionales, por su apoyo, empeño y gran ayuda durante el desarrollo de esta investigación.

Al Dr. LUIS CUEVA BUENDIA, por compartir sus conocimientos, consejos, apoyo incondicional y orientación en todo momento durante la ejecución de este trabajo.

ÍNDICE

	Página
ASESORA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción del problema	10
1.2 Formulación del problema	12
1.3 Objetivos de la investigación	12
1.4 Justificación de la investigación	13
1.5 Limitación de la investigación	14

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes	15
2.2 Variable	32
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	
2.1 Método de la investigación	33
2.2 Tipo y nivel de investigación	33
2.3 Diseño de la investigación	33
2.4 Población de estudio	34
2.5 Muestra	34
2.6 Técnicas e instrumento de recolección de datos	35
2.7 Técnicas de procesamiento de la investigación	36
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	37
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	41
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	46
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	47
CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	

RESUMEN

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA AMBIENTAL EN LABORATORIOS DE UNA UNIVERSIDAD PRIVADA DE HUANCAYO

El presente estudio se planteó como objetivo general evaluar calidad microbiológica ambiental que presentan los laboratorios de una universidad privada de Huancayo. Se empleó el método observacional y correspondió a un tipo de investigación básica, transversal y prospectiva; siendo de nivel descriptivo. La población estuvo constituida por todos los ambientes de laboratorios de ciencias básicas de la Universidad Privada "Franklin Roosevelt" de Huancayo, cuya muestra fueron tres ambientes al interior de los laboratorios de química integrada, orgánica, farmacéutica y analítica; microbiología, parasitología y bioquímica; bromatología, toxicología y tecnología alimentaria escogidos mediante muestreo no probabilístico intencional.

Las muestras se obtuvieron según la técnica de exposición de placas al medio ambiente, para luego ser procesadas según la Norma ISO 14698:2004 siguiendo el Método de recuento en placa en los Laboratorios de Ciencias de la Salud (Universidad Franklin Roosevelt y Universidad Peruana Los Andes).

El análisis de la calidad higiénica en los laboratorios de química, microbiología y bromatología, arrojó un promedio de 30.4 UFC/placa para aerobios mesófilos y de 2.4 UFC/placa para mohos y levaduras. Al analizar la calidad sanitaria en los laboratorios de química, microbiología y bromatología, mediante el recuento de *Escherichia coli* y de *Staphylococcus aureus* se encontraron promedios de 1.1 UFC/placa y de 0.9 UFC/placa, respectivamente. La comparación de los resultados con los Criterios de calidad microbiológica ambiental para laboratorios, edificios y oficinas (Health Protection Agency, 2010), permite establecer que la calidad microbiológica es aceptable en todos los ambientes analizados.

Palabras clave: Calidad microbiológica ambiental, laboratorios, mesófilos, mohos, levaduras, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

INTRODUCCIÓN

El ambiente al interior de un laboratorio ofrece un riesgo potencial de propiciar una infección, tanto para los estudiantes, docentes o personal técnico que eventualmente hagan uso del mismo; por tanto, el control de la infección producida por estos es un factor fundamental relacionado con algunas áreas críticas en ciertas instituciones, particularmente en aquellas donde se trabaja con muestras contaminadas con microbios, ya que el diseño e instalaciones de las mismas deberían estar acondicionados para mantener un ambiente limpio.

La fuente de los microorganismos que causan infecciones pueden ser los estudiantes o docentes (fuente exógena) o el mismo ambiente (fuente endógena); particularmente, cuando la resistencia de un individuo esté disminuida debido a un traumatismo o una enfermedad, los microorganismos corporales pueden multiplicarse y se manifiesta una infección.

En las últimas décadas ha quedado demostrado el rol del aire en la inevitable transmisión de microorganismos y otras sustancias nocivas para la salud, no sólo en ambientes hospitalarios sino también de aquellos de otras instituciones, así como el personal que se desenvuelve en él.

La verificación de la calidad ambiental en éstas áreas es un instrumento objetivo y valioso que sirve de guía al equipo humano que está implicado en el control de las infecciones aéreas.

Es por ello que se hace necesario emplear técnicas y procedimientos que permitan monitorear la calidad microbiológica de los ambientes, particularmente de aquellos laboratorios de ciencias básicas, implementando – en el caso de ser necesario- las medidas correctivas tendientes a mantenerlos dentro de los niveles permisibles y evitar así los riesgos de contraer infecciones por parte de estudiantes y docentes.

Esta investigación se orientó básicamente a la evaluación microbiológica de la calidad ambiental en tres laboratorio de una universidad particular de Huancayo, para lo cual se hizo uso de microbios indicadores basados en determinados parámetros como recuento de aerobios mesófilos, de mohos y levaduras; así como recuento de *Escherichia coli* y de *Staphylococcus aureus*; todo ello con la finalidad de establecer comparaciones de los resultados obtenidos con los Criterios de calidad microbiológica ambiental para laboratorios, edificios y oficinas establecidos por la agencia de Protección de la Salud (Health Protection Agency, 2010), pues es un estándar referencial que rige a niveles internacionales para esta materia.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el ámbito de las condiciones de trabajo tiene cada vez mayor incidencia el aspecto relacionado con la calidad del aire en lugares como oficinas y servicios generales; es decir, en ambientes donde no se realizan actividades de tipo industrial. La sintomatología presentada por los afectados no suele ser severa y al no ocasionar un exceso de bajas por enfermedad, se tiende a menudo a minimizar los efectos que; sin embargo, se traducen en una situación general de disconformidad.

En la práctica estos efectos son capaces de alterar tanto la salud física como mental del trabajador, provocando un mayor estrés y con ello una disminución del rendimiento laboral. Para describir estas situaciones, cuando los síntomas llegan a afectar a más del 20% de los ocupantes de un edificio, se habla del "Síndrome del Edificio Enfermo".

En la actualidad se admite que aquellos ambientes que no disponen de ventilación natural y que están cerrados, para conseguir un mayor rendimiento del sistema de aire acondicionado o espacios, pueden ser áreas de exposición a contaminantes. Entre ellos se encuentran oficinas, edificios públicos, escuelas y guarderías, edificios comerciales e, incluso, residencias particulares.¹

No se conoce con exactitud la magnitud de los daños que pueden representar para la salud, ya que los niveles de contaminantes que se han determinado, principalmente en estudios realizados en oficinas y en residencias particulares, suelen estar muy por debajo de los respectivos límites permisibles de exposición para ambientes industriales. Por otro lado, las técnicas tradicionales de la higiene industrial resultan, con frecuencia, inadecuadas o insuficientes para encontrar soluciones, ya que las causas primarias de esta situación son a menudo difíciles de identificar.

La calidad del aire en el interior de un edificio es función de una serie de parámetros que incluyen la calidad del aire exterior, la compartimentación, el diseño del sistema de aire acondicionado, las condiciones en que este sistema trabaja y se revisa y la presencia de fuentes contaminantes y su magnitud.

El control de la higiene ambiental es un aspecto fundamental relacionado con algunas áreas importantes en muchas instituciones, particularmente las áreas destinadas a oficinas administrativas en universidades donde existen programas de enseñanza relacionados con la salud; ya que el diseño e instalaciones de las mismas deberían estar condicionados para mantener un ambiente limpio.²

Debido a ello, los procesos de verificación, sistemáticos y documentados, consisten en obtener valores referenciados basados en la normativa vigente con el fin de determinar si las condiciones de las instalaciones y su respectivo aseo cumplen con los criterios que rigen la materia.

Es por todo lo mencionado que nace el interés de realizar un estudio de la calidad microbiológica ambiental de los laboratorios de la Escuela Profesional de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt, considerando que dichos ambientes tienen aproximadamente un tiempo de uso de cinco años, y en los cuales se realizan las diferentes prácticas de pregrado de acuerdo a la naturaleza de las diversas asignaturas, es así que se cuenta con los siguientes ambientes: laboratorio 201 de anatomía humana, especializada, fisiología humana general y aplicada, embriología y genética; laboratorio 202 de química integrada, orgánica, farmacéutica y analítica; laboratorio 203 de microbiología, parasitología, bioquímica 1,2 y aplicada; laboratorio 301 de fisiología aplicada y fisicoquímica; laboratorio 303 de botánica farmacéutica y fotoquímica; laboratorio 502 de ciencias biológicas, biología celular, molecular, microbiología, histología, parasitología y análisis clínico; laboratorio 503 de bioquímica aplicada y nutrición fisiológica y por último el laboratorio de Bromatología, toxicología y tecnología alimentaria. Estos ambientes están expuesto a todo tipo de contaminación por la manipulación de materiales y reactivos que se utilizan indistintamente, consideramos por consecuencia realizar el presente estudio para conocer la calidad microbiológica ambiental, si está dentro de los límites de aceptable o no, de estar aceptable se puede continuar con las medidas sanitarias que continúen asegurando dicha condición y de no ser así y si la calidad fuera inaceptable, los evidencias del estudio permitirá tomar las medidas respectivas de control ambiental en beneficio de los usuarios que son los estudiantes y docentes de dicha casa superior de estudios.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿Qué calidad microbiológica ambiental presentan los laboratorios de una universidad privada de Huancayo?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la calidad microbiológica ambiental que presentan los laboratorios de una universidad privada de Huancayo.

1.3.2 Objetivos específicos

Analizar la calidad higiénica en los laboratorios de química, microbiología y bromatología, mediante el recuento de aerobios mesófilos viables, de mohos y levaduras.

Analizar la calidad sanitaria en los laboratorios de química, microbiología y bromatología, mediante el recuento de *Escherichia coli* y de *Staphylococcus aureus*.

Comparar los resultados con los Criterios de calidad microbiológica ambiental para laboratorios, edificios y oficinas (Health Protection Agency, 2010).

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación tiene una justificación teórica porque permitirá incrementar el conocimiento sobre la calidad microbiológica ambiental al interior de los laboratorios de la Escuela profesional de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt de Huancayo, como es el caso de estos tres ambientes seleccionados y que son utilizados como laboratorios de: química integrada, orgánica, farmacéutica y analítica (laboratorio 202); microbiología, parasitología, bioquímica (laboratorio 203), y laboratorio

de Bromatología, toxicología y tecnología alimentaria; datos que actualmente se desconocen y cuando sean identificados servirán de base para futuras evaluaciones que se podrían generar en los demás ambientes de la misma escuela profesional para conocer si se mantienen las mismas condiciones, se empeora o mejora. Además en el aspecto teórico también servirá de base en evaluaciones de calidad microbiológica que se podría hacer en otros ambiente de la universidad que se emplea para la formación académica de otras escuelas profesionales, pues como se sabe hoy en día las normas higiene, desinfección, esterilización y de bioseguridad deben estar de acorde con las necesidades que tienen los usuarios respecto a la actividad, manipulación y materiales que empleen.

Respecto a la justificación práctica podríamos considerar que en base a los resultados obtenidos se podrá determinar el tipo y grado de contaminantes microbiológicos existentes en los mismos, con lo cual se inferirá sobre los posibles efectos sobre la salud de los trabajadores y usuarios de los mismos. Porque en muchos casos al interior de este tipo de recintos se manipulan muestras o se ejecutan procedimientos que introducen cargas relativamente elevadas de agentes contaminantes, los cuales –además de causar problemas de salud- también son indicadores de la higiene y desinfección aplicados a estos ambientes.

De ser hallados elevados o significativos los niveles de contaminación microbiana dentro de estos ambientes será necesario dar a conocer los resultados a las autoridades universitarias competentes a fin de que se tomen las medidas pertinentes en resguardo de la salud de trabajadores y usuarios; previniendo así la aparición de posibles infecciones.

Y por último respecto a la justificación metodológica en este estudio se hará uso de métodos y técnicas de análisis microbiológico estandarizadas, actuales y disponibles, que harán posible evaluar la

calidad microbiológica ambiental en base al recuento de indicadores, cuyos resultados podrán ser comparados con los Criterios de calidad microbiológica ambiental para laboratorios, edificios y oficinas (Health Protection Agency, 2010)³ tomados como referencia, por consecuencia esto es un aporte metodológico importante para quienes les interesaría hacer una réplica de este estudio en otro momento y/o en otros ambientes.

En muchos casos, al interior de este tipo de recintos se manipulan muestras o se ejecutan procedimientos que introducen cargas relativamente elevadas de agentes contaminantes, los cuales –además de causar problemas de salud- también son indicadores de la higiene y desinfección aplicados a estos ambientes.

Aunque no fueron hallados elevados o significativos niveles de contaminación microbiana dentro de estos ambientes, de todos modos es necesario dar a conocer los resultados a las autoridades universitarias competentes; a fin de que se tomen las medidas pertinentes en resguardo de la salud de trabajadores y usuarios, previniendo así la aparición de posibles infecciones.

1.5 LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio se limitó al análisis microbiológico de tres laboratorios de ciencias básicas (química, microbiología y bromatología), pues son aquellos en los que se realizan pruebas y manipulan diversos tipos de muestras biológicas que pueden conllevar a mayor presencia de microbios contaminantes.

Dicho análisis consistió fundamentalmente en el recuento de cuatro tipos de microbios indicadores (microorganismos aerobios mesófilos totales, mohos y levaduras, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*; cuyas pruebas demandaron el empleo medios de cultivo especiales

(selectivos y diferenciales), además de técnicas para identificación bioquímica y tintorial.

Además, teniendo en cuenta los elevados costos de los medios de cultivo, duración de los tiempos de incubación y pruebas adicionales para identificación microbiana, el trabajo demandó que sólo se analicen los tres laboratorios arriba mencionados en un periodo de tiempo limitado (abril y mayo de 2016). Con lo cual, a partir de los resultados obtenidos, las posibles inferencias sólo pueden ser aplicadas a los tipos de ambientes analizados según los aspectos ya descritos.

Una consideración clave para el desarrollo del presente estudio fue la incubación de los medios de cultivo, por lo que la posibilidad de presentarse fallos o interrupciones de energía que afecten las estufas pudo dificultar la obtención de resultados fidedignos, en cuyo caso hubiese sido necesario repetir los ensayos y generarse costos adicionales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Internacionales

Pérez H. y Sánchez V. (2010)⁴ realizaron una propuesta de monitoreo ambiental microbiológico para diagnóstico de niveles de contaminación en áreas de procesamiento aséptico, concluyendo que es adecuado el empleo del método pasivo o de sedimentación para muestras de aire y ambientes, cuyos niveles permisibles deben estar avalados por organismos y entidades reguladoras.

Vivas A. (2010)⁵ evaluó la calidad microbiológica del aire en una planta procesadora de alimentos, encontrando que las salas de producción más afectadas fueron las de producción y llenado de mayonesa y llenado de cheez whiz; prevaleciendo presencia de hongos debido a falla en el estado y mantenimiento de instalaciones, operaciones de higiene y sanitización inadecuadas, descontrol de tráfico de personas y diseño inapropiado de sistemas de ventilación.

Caorsi B. y col. (2011)⁶ evaluaron la calidad microbiológica del aire de una unidad de preparados farmacéuticos estériles, hallando 56.5% muestras positivas para presencia de microbios, de las cuales 10% estuvieron por encima de los límites establecidos. Los microbios más frecuentes fueron *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus* spp., *Corynebacterium* spp. y *Bacillus* spp.

2.1.2 Nacionales

En el 2011 Palacios P.⁷ evaluó la calidad ambiental del Hospital Daniel A. Carrión de Huancayo mediante el recuento total de *Escherichia coli*, de *Staphylococcus aureus* y la detección de Salmonella; al comparar los resultados obtenidos con los criterios de calidad sanitaria para instituciones de salud se determinó que ninguno de los ambientes analizados guardó una adecuada calidad microbiológica.⁷

Anco N. y Mallma P. en el 2012,⁸ monitorearon la calidad ambiental en cuatro servicios del Hospital Regional Docente Clínico Quirúrgico Daniel Alcides Carrión de Huancayo, determinando que ninguno de los ambientes analizados presentó una calidad microbiológica aceptable; los mayores recuentos de bacterias heterotróficas se presentaron en el servicio de Medicina Mujeres (2247 UFC/placa) seguido por el servicio de Emergencia (1778 UFC/placa), mientras que en el servicio de Medicina varones se encontró 1067 UFC/placa y en la Unidad de Cuidados Intensivos 726 UFC/placa.⁸

2.1.3 Bases teóricas de la investigación

A. Contaminantes biológicos

Para explicar la producción de aerosoles biológicos debe hacerse referencia a los conceptos de reservorio, multiplicador y diseminador. Un reservorio es un medio que reúne una serie de condiciones que permiten a los microorganismos sobrevivir en un determinado entorno.

Por su parte, el multiplicador favorece que se reproduzcan y el diseminador actúan como introductor de los microorganismos y de sus metabolitos en el aire. Los contaminantes biológicos, por otro lado, se clasifican básicamente como agentes infecciosos, antígenos y toxinas por ser éstas sus formas más usuales.

1. Agentes infecciosos⁹

Las enfermedades infecciosas se transmiten más fácilmente en los ambientes cerrados que en el exterior, ya que el volumen de aire en el cual se diluyen los microorganismos es más bajo, el contacto directo es mayor y las personas pasan más tiempo en ambientes cerrados que en el exterior.

También hay que considerar que muchas enfermedades contagiosas requieren el contacto directo entre huéspedes humanos para su transmisión, mientras que otras, tales como gripe, sarampión, viruela, tuberculosis y algunos resfriados comunes, se transmiten fácilmente por el aire pudiendo sobrevivir los microorganismos causantes de los mismos durante su paso a través del sistema de ventilación, si no se toman medidas específicas al respecto.

Otras enfermedades contagiosas se transmiten directamente desde reservorios al medio ambiente. Entre estas se encuentran la legionelosis y otras neumonías bacterianas y la mayor parte de las enfermedades debidas a hongos. Legionella, por ejemplo, sobrevive y se multiplica en torres de refrigeración, humidificadores, cabezales de ducha, en basura y agua en general, que actúan como reservorios y multiplicadores para los microorganismos.

La diseminación ocurre cuando se altera un reservorio o cuando el aparato contaminado es además multiplicador y diseminador, como, por ejemplo, una torre de refrigeración o un humidificador.

Por otra parte, los hongos patógenos contaminan los suelos. Cuando éstos son alterados por el viento o por excavaciones, los hongos pueden introducirse en el ambiente del interior. También la presencia de nidos de los pájaros en los edificios es una fuente de contaminación por hongos.

Generalmente las enfermedades infecciosas transmitidas a través del aire pueden afectar el sistema respiratorio, al menos inicialmente, y los síntomas se manifiestan tanto en el tracto superior como en el inferior. Los agentes infecciosos pueden causar enfermedad en cualquiera de las personas expuestas, aunque el grupo de mayor riesgo corresponde a las que tienen problemas de salud y/o con un sistema inmunológico comprometido, especialmente niños y ancianos.

Para la toma de muestras de agentes infecciosos en aire se necesita un equipo especial y personal experimentado y no se realiza con mucha frecuencia. Mucho más habitual es la toma de muestra de agentes infecciosos en los reservorios y en los multiplicadores.

2. Antígenos¹⁰

Antígeno es toda sustancia que al penetrar en un organismo animal dotado de un sistema inmunológico maduro es capaz de provocar una respuesta inmunitaria específica. En general, cualquier proteína, glicoproteína o carbohidrato con un peso molecular superior a 10000 Daltons puede actuar como un antígeno.

La mayor parte de los antígenos que pueden encontrarse en el aire de los ambientes cerrados proceden de microorganismos, artrópodos o animales. Los presentes en el aire pueden causar enfermedades tales como neumonitis hipersensitiva, rinitis alérgica y asma alérgica, entre otras. Los síntomas característicos de la neumonitis hipersensitiva son: fiebre, escalofríos, ahogos, malestar y tos.

En un principio la enfermedad parece una gripe para pasar luego a una neumonía aunque los síntomas remiten con el cese de la exposición. Sin embargo, exposiciones prolongadas pueden provocar un daño permanente en el pulmón. Los síntomas de la rinitis alérgica son mucosidades, picor de nariz y ojos y congestión de los senos nasales,

mientras que los de las asma alérgica son respiración dificultosa y opresión en el pecho como resultado de la constricción de los bronquios.

Entre los reservorios y multiplicadores para microorganismos determinantes de enfermedades de hipersensibilidad, se encuentran sustratos procedentes del exterior, tales como suelo, material vegetal (vivo y no vivo) y fuentes de agua, así como sustratos húmedos propios del medio ambiente interior.

Los microorganismos pueden multiplicarse en cualquier agua estancada y pasar al aire al removerse ésta. En el caso de los hongos cualquier superficie sucia puede actuar como foco de reproducción, formándose esporas que quedan expuestas directamente a la corriente de aire y así son dispersadas por todo el edificio.

3. Toxinas¹¹

Las toxinas son sustancias segregadas por algunos microorganismos que producen efectos nocivos en los organismos vivos atacados. La mayor parte de las toxinas microbianas presentes en el aire de un ambiente interior están constituidas por endotoxinas bacterianas y micotoxinas (procedentes de los hongos).

Cuando la bacteria productora de la endotoxina crece, libera toxinas solubles dentro del agua (del humidificador, por ejemplo), a partir de la cual pasan al aire. Se asocia a las endotoxinas con algunos síntomas característicos de las neumonitis hipersensitivas y de la fiebre de los humidificadores.

Se conocen también casos de contaminación de edificios por hongos toxígenos y se han descrito síntomas agudos como resultado de la exposición a las micotoxinas en interiores. Sin embargo, se desconocen los factores que controlan la liberación de las micotoxinas en el medio ambiente. El característico olor a moho de las áreas en las

que se hallan presentes hongos es debido a la producción, por parte de éstos, de sustancias volátiles.

4. Factores esenciales para el crecimiento de microbios en edificios¹²

- a) Temperatura.-** de 5 a 38°C

- b) Nutrientes.-**
 - Celulosa: Papel, azulejos del techo, corcho, etc.
 - Suelo, suciedad
 - Alfombras
 - Papel de pared, pegamentos
 - Otras superficies

- c) Fuga de agua.-**

- d)** En ocasiones los trabajadores pueden ser afectados por las condiciones de la infraestructura, provocando reacciones alérgicas como:
 - Asma
 - Rinitis
 - Conjuntivitis
 - Neumonías hipersensibles
 - Fiebre de los humidificadores

- e)** Incluso, muchos hongos producen tóxicos (micotoxinas). Su Inhalación puede producir:
 - Compromiso del sistema nervioso central, dolor de cabeza
 - Irritación en ojos, nariz, garganta
 - Rash
 - Congestión nasal

- Sangramiento de la nariz
- Fatiga crónica
- Cambios en la función inmune

B. Factores que afectan la calidad del aire en ambientes cerrados¹³⁻¹⁵

A modo de resumen se puede concluir que las deficiencias más frecuentemente encontradas son consecuencia de alguno(s) de los factores siguientes:

1. Ventilación inadecuada

Generalmente es debida a:

- a) Insuficiente suministro de aire fresco, como consecuencia de una elevada recirculación del aire o de un bajo caudal de impulsión.
- b) Mala distribución y, consecuentemente, una mezcla incompleta con el aire exterior, que provoca estratificaciones del aire y diferencias de presión entre los distintos espacios y zonas del edificio.
- c) Incorrecta filtración del aire debido a un mantenimiento incorrecto o a un inadecuado diseño del sistema de filtración.
- d) Temperatura del aire y humedad relativa extremas o fluctuantes.

2. Contaminación interior

Puede tener como origen al propio individuo, al trabajo, a la utilización inadecuada de productos (pesticidas, desinfectantes, limpieza, abrillantado), a los gases de combustión (fumar, cafeterías, laboratorios)

y a la contaminación cruzada procedente de otras zonas poco ventiladas que se difunden hacia lugares próximos y los afectan.

3. Contaminación exterior

Entrada en el edificio de humos de escape de vehículos, gases de calderas, productos utilizados en trabajos de construcción y mantenimiento (asfalto, por ejemplo) y aire contaminado previamente desechado al exterior, que vuelve a entrar a través de las tomas de aire acondicionado. Otro origen puede ser las infiltraciones a través del basamento (vapores de gasolinas, emanaciones de cloacas, fertilizantes, insecticidas, incluso dioxinas y radón).

Está demostrado que al aumentar la concentración en el aire exterior de un contaminante, aumenta también su concentración en el interior del edificio, aunque más lentamente, e igual ocurre cuando disminuye. Por ello se dice que los edificios presentan un efecto de escudo.

4. Contaminación biológica

No suele ser frecuente en los edificios de oficinas, pero en determinados casos puede provocar una situación sanitaria delicada.

5. Contaminación debida a materiales de construcción

La utilización de materiales inadecuados así como con defectos técnicos puede ser una causa habitual de la contaminación del aire interior.

C. Calidad ambiental y control microbiológico

1. Calidad microbiológica ambiental¹⁶

Es el grado de excelencia que posee el ambiente, es decir: que lo hace bueno para cumplir su finalidad. Un ambiente será de buena

calidad cuando cubra los requisitos establecidos por el usuario, reúna las características esperadas por los analistas, se acoja a la legislación vigente e incorpore a lo largo del tiempo todas las nuevas y cambiantes exigencias.

La calidad puede medirse desde distintos puntos de vista:

- a) En términos sensoriales u organolépticos
- b) En términos de su composición química
- c) En términos físicos
- d) En términos de su microbiota, tanto cuantitativa como cualitativa

Destacan los aspectos relacionados con la calidad microbiológica, debido a su relación directa con la garantía en cuanto a salud humana. En este contexto surge el término Calidad Microbiológica, como un elemento de evaluación de la satisfacción de los requisitos microbiológicos que debe tener un ambiente, tanto desde el punto de vista sanitario como higiénico.

2. Control microbiológico¹⁷

Para alcanzar la calidad microbiológica es necesario aplicar pasos ordenados a través de la cadena de higiene. A lo largo de esta cadena pueden ir sumándose fallos que llevan a obtener áreas con características distintas a las deseadas por los usuarios.

Por esta razón, la garantía de esta calidad se basa en el control de la presencia y multiplicación de los microorganismos en el nicho ecológico peculiar constituido por el sustrato que proporciona el recinto y por el tipo de condiciones en que se conserva o mantiene.

La detección de dichos errores, su rápida corrección y prevención en el futuro, son el principal objetivo de cualquier sistema de control microbiológico.

Los objetivos del Control Microbiológico de Calidad son:

- a) **Inocuidad:** Que no existan patógenos que causen trastornos
- b) **Aceptabilidad/higiene:** No deben existir niveles de microorganismos suficientes para indicar malas prácticas de aseo en un tiempo inadmisiblemente corto.
- c) **Estabilidad:** Debe tener una calidad constante cada vez que se produce, con respecto a inocuidad y aceptabilidad.

3. Criterios microbiológicos¹⁸

Para distinguir la calidad microbiológica admisible de la calidad inadmisibles es necesaria la aplicación de los criterios microbiológicos. Se puede emplear el número o tipo de microorganismos en -o sobre- el ambiente, para evaluar su calidad y su seguridad microbiológica.

Todo criterio microbiológico debe incluir:

- a) El ambiente al que se le aplicará el criterio: un criterio va a ser específico para cada tipo de ambiente.
- b) Los contaminantes que vayan a preocupar en ese ambiente, ya sean los microorganismos o sus toxinas: pueden abarcar tanto microorganismos importantes en salud pública como los que son saprófitos.
- c) Métodos analíticos mediante los cuales se busca al microorganismo o a sus toxinas.

- d) Los planes de muestreo: cuántas muestras se toman, cuántas se analizan, etc.
- e) Los límites microbiológicos apropiados para ese tipo de ambiente: qué valor de recuento de microorganismos se debe considerar (si el número se pasa el recinto ya no tiene calidad microbiológica).

Los tipos de criterios pueden ser:

- a) **Preceptivos u obligatorios.**- Aquellos que no deben excederse nunca. Si el ambiente no cumple los límites establecidos por ellos obliga a establecer alguna actividad correctora, incluyendo su rechazo. Son, sobre todo, muy importantes para microorganismos patógenos para la salud pública.
- b) **Consultivos.**- No son de cumplimiento obligatorio y permiten establecer juicios de aceptabilidad y deberían servir para alertar de deficiencias en los procesos de control, aseo o restricciones de acceso.

Los criterios microbiológicos se usan para:

- a) Evaluar la seguridad higiénica del ambiente
- b) Implementar buenas prácticas de aseo y pulcritud
- c) Mantenimiento de la calidad comercial de los recintos
- d) Determinar la utilidad del área para un propósito determinado

4. Métodos tradicionales del análisis microbiológico¹⁹

En microbiología, el fundamento de la búsqueda de microorganismos indicadores por métodos clásicos de análisis es de dos tipos:

- a) Recuento de grupos o microorganismos individuales
- b) Detección de agentes específicos

La mayoría de los métodos microbiológicos están diseñados para detectar o enumerar, por los métodos ya vistos, tipos específicos de microorganismos que se denominan microorganismos diana. Los otros microorganismos que pueden estar presentes en la muestra no deben de ser detectados ni deben de interferir en el proceso analítico, estos son los microorganismos no diana o también llamados interferentes, microbiota competitiva o microbiota de fondo.

Si un microorganismo no diana es identificado erróneamente como diana, produce un falso resultado positivo (falso-positivo) y un falso-negativo es la identificación incorrecta de un microorganismo diana cuando no da lugar a una reacción característica típica, es decir, no se detecta.

5. Indicadores de calidad microbiológica²⁰

Los métodos usados para el aislamiento y recuento de microorganismos patógenos en agua, alimentos y ambientes pueden no ser eficaces debido a que dichos microorganismos se encuentran en muy baja cantidad, sobre todo en presencia de números altos de otros microorganismos, o que tengan una distribución irregular en el producto, aun cuando se cuenta con métodos sensibles, en general, son largos y costosos.

Además, hay patógenos difíciles de detectar y que no pueden determinarse en laboratorios no especializados. Si además tuviéramos

que detectar todos y cada uno de los posibles patógenos que puedan estar en un ambiente, sería muy difícil.

Tales dificultades han determinado la amplia utilización de grupos de microorganismos cuya enumeración o recuento se realiza con mayor facilidad y cuya presencia en un ambiente determinado indica que estuvieron expuestos a condiciones que pudieron haber introducido y/o permitido la proliferación de organismos peligrosos para la salud.

Los grupos o especies utilizadas para estos fines se denominan microorganismos indicadores y sirven para evaluar su calidad microbiológica. Se establecen dos tipos: los indicadores de calidad microbiológica higiénica y los indicadores de calidad sanitaria (inocuidad):

a) Indicadores de calidad higiénica.- Proporcionan información sobre las condiciones de higiene o pulcritud con que se han manipulado o trabajado en determinados ambientes, áreas o recintos.

Un microorganismo indicador de calidad higiénica ideal debería cumplir los siguientes requisitos:

- Estar presente y ser detectable en todos los ambientes cuya calidad quiera evaluarse.
- Su crecimiento y recuento deberían mostrar una correlación alta y negativa con la calidad del ambiente; es decir, cuanto mayor sea la concentración del microorganismo peor será la calidad.
- Ser fácil de detectar y cuantificar, además de ser claramente distinguible de otros microorganismos.

- Poder cuantificarse rápidamente.
- Su crecimiento no debería verse afectado adversamente por el resto de componentes de la microbiota del ambiente.
- Como microbios indicadores destacan las bacterias heterotróficas (aerobias mesófilas viables) y los hongos totales (mohos y levaduras).

b) Indicadores de calidad sanitaria (inocuidad).- Los criterios microbiológicos para evaluar la seguridad sanitaria de los ambientes, utilizan también ensayos de microorganismos indicadores que sugieren la posibilidad de un riesgo microbiológico. Son aplicables cuando el ensayo directo en busca de los patógenos o de sus toxinas es impracticable, salvo en algunos casos, como el análisis de Salmonella o el de Staphylococcus.

En su lugar se lleva a cabo el análisis de los microorganismos indicadores. Los indicadores de patógenos deben cumplir también unos requisitos:

- Ser fácil de detectar de forma rápida y directa.
- Ser fácilmente distinguible del resto de la microbiota del producto.
- Su presencia estar siempre asociada a la presencia del patógeno/s que se quiera indicar.
- Ser un microorganismo cuyo número se relaciona con la cantidad de patógeno.

- Poseer requerimientos metabólicos y tasas de crecimiento iguales a los del patógeno de interés.
- Tener una tasa de muerte al menos paralela la del patógeno de interés y que persista durante algún tiempo más que el patógeno.
- Estar ausente en los productos en los que no se presente el patógeno de interés.
- Los indicadores de inocuidad más frecuentes son: Las enterobacterias, los enterococos, los clostridios y los estafilococos.

6. Criterios de calidad microbiológica para ambientes²¹

Los niveles de contaminación se expresarán en UFC/m³ y en su interpretación debe contemplarse que aun teniendo los tres niveles de filtración funcionando eficazmente, no se puede garantizar la absoluta esterilidad en el quirófano y por tanto no es infrecuente encontrar una o varias UFC/m³ en los mismos.

Para la flora aerobia mesófila total los valores de contaminación aceptable son:

- a)** Ambiente muy limpio: < 10 UFC/m³
- b)** Ambiente limpio : 10 a 100 UFC/m³
- c)** Ambiente aceptable : 100 a 200 UFC/m³

Por otro lado, cuando se realizan recuentos en placas mediante técnicas de exposición, los parámetros y límites máximos permisibles (estándares aceptables) son:

- a)** Bacterias heterotróficas (RTBAMV): 0 – 100 UFC/placa

- b) Mohos y levaduras: 0 – 100 UFC/placa
- *Escherichia coli*: 0 - 2 UFC/placa
- c) *Staphylococcus aureus*: 0 - 2 UFC/placa

El control microbiológico es un aspecto más en la verificación de la calidad ambiental en quirófanos y por tanto, se encuentra relacionada con otros factores tales como:

- a) Temperatura: Sólo se trata con microorganismos mesófilos, puesto que ese es el margen de temperatura que hay en un ambiente.
- b) Humedad Relativa: Según las concentraciones que haya, los microorganismos verán beneficiado su crecimiento o no.
- c) Filtros: Si el funcionamiento y colocación de los mismos es el correcto, no habrá entrada de microorganismos por ese punto
- d) Sobrepresión: Así evitamos la entrada de patógenos del exterior
- e) Limpieza: Un correcto protocolo de actuación, evitará la proliferación de microorganismos.

2.1.4 Marco conceptual²²⁻²⁴

- **Mesófilo.-** Microbio que tiene una temperatura óptima de crecimiento entre 20 y 45°C.
- **Saprófito.-** Organismo que obtiene los nutrientes que requiere de materia orgánica en descomposición.

- **Bacteria heterótrofa.-** Bacteria que metabólicamente utiliza compuestos orgánicos formados en el medio.
- **Unidad Formadora de Colonias.-** Colonia bacteriana que se ha desarrollado en un medio de cultivo. Se expresa en UFC.
- **Anaerobio facultativo.-** Bacteria que puede soportar un ambiente tanto aerobio como anaerobio.
- **Cepas bacterianas.-** Conjunto de especies bacterianas que comparten, al menos, una característica.
- **Germen.-** Microorganismo que puede causar o propagar enfermedades.
- **Cadena epidemiológica.-** Resultado de la interacción entre un agente, la vía de transmisión y el huésped, donde el medio ambiente tiene gran influencia.
- **Sistema inmunológico.-** Conjunto de estructuras y procesos biológicos en el interior de un organismo que protege contra enfermedades identificando y matando células patógenas y tumorales.
- **Patogenicidad.-** Mecanismos bioquímicos por medio de los cuales los microorganismos causan enfermedad.
- **Virulencia.-** Grado en el que se expresa la patogenicidad por parte de un germen.

2.2 VARIABLE

2.2.1 Variable

Calidad microbiológica ambiental

2.2.2 Operacionalización de la variable

Tabla 2. Matriz de operacionalización de la variable

Variable	Dimensión	Indicador	Categoría	Criterios de medición (UFC/placa)	Tipo y escala de medición
Calidad microbiológica ambiental	Calidad higiénica	• Recuento de aerobios mesófilos	Aceptable	$< 10^2$	Categoría nominal
		• Recuento de mohos y levaduras	Inaceptable	$> 10^2$	
	Calidad sanitaria	• Recuento de <i>S. aureus</i>	Aceptable	< 2	
		• Recuento de <i>E. coli</i>	Inaceptable	> 2	

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

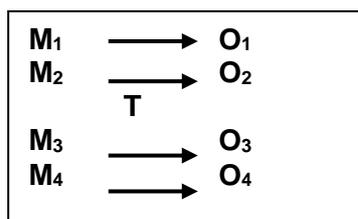
Se empleó el Método observacional.²⁵

3.2 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Según su naturaleza la investigación fue de tipo básica, por el periodo de secuencia de estudios fue de tipo transversal prospectiva y según el nivel fue descriptiva.²⁶

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se empleó un diseño no experimental (descriptivo transversal),²⁷ con análisis en laboratorio.



Donde:

M₁ - M₄ : Muestras diferentes

O₁ - O₄ : Observaciones diferentes

T : Tiempo

3.4 POBLACIÓN DE ESTUDIO

Ambientes de laboratorios de ciencias básicas de la Universidad Privada “Franklin Roosevelt” de Huancayo.

3.5 MUESTRA

Se analizaron tres ambientes al interior de los laboratorios de: química integrada, orgánica, farmacéutica y analítica (202); microbiología, parasitología y bioquímica (203); bromatología, toxicología y tecnología alimentaria; escogidos según los siguientes criterios:

3.3.1 Criterios de inclusión

Laboratorio de ciencias básicas de salud, que haya presencia de trabajadores (personal técnico), docentes y estudiantes, que se desarrollen protocolos de manipulación de muestras biológicas, que pertenezcan a universidades privadas de Huancayo.

3.3.2 Criterios de exclusión

Laboratorios de otra índole (ingeniería, cómputo, etc.), donde no haya presencia de trabajadores, docentes ni estudiantes y que correspondan a otra universidad.

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.3 Técnicas

A. Técnicas de muestreo

Se aplicó un muestreo no probabilístico intencionado según el siguiente protocolo

Tabla 3. Protocolo para colección de tipo y cantidades de muestra

Mes	Sesión de muestreo	Cantidad de muestras colectadas por ambiente			Total
		"202"	"203"	"702"	
Abril	1	3	3	3	9
	2	3	3	3	9
	3	3	3	3	9
	4	3	3	3	9
Mayo	1	3	3	3	9
	2	3	3	3	9
	3	3	3	3	9
	4	3	3	3	9
Total					72

Las muestras se obtuvieron según la técnica de exposición de placas²⁸ al medio ambiente por un tiempo promedio de 30 minutos a una altura de 1.0 m del suelo. Inmediatamente después de su obtención fueron trasladadas a los Laboratorios de Ciencias de la Salud de la Universidad Franklin Roosevelt y Universidad Peruana Los Andes para los respectivos análisis microbiológicos.

B. Técnicas microbiológicas

Se realizaron según la Norma ISO 14698:2004 siguiendo el Método de recuento en placa mediante la técnica de exposición.²⁹

1. Evaluación de la calidad higiénica

a) Recuento de aerobios mesófilos.- Se emplearon placas con agar PCA (Plate count agar - Merck®).

b) Recuento de mohos y levaduras.- Se emplearon placas con agar Sabouraud (Merck®).

2. Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria

a) Recuento de *S. aureus* y de *E. coli*.- Se emplearon placas con agar Manitol salado y Mac Conkey (Merck®).

3.3.4 Instrumentos

Los resultados fueron registrados en una Ficha de Recolección de datos (Anexo N°1)

3.7 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Todos los datos de recuentos, expresados en UFC/placa, se presentan mediante tablas cruzadas y gráficos, siendo procesados e interpretados mediante estadísticos descriptivos (media aritmética y desviación estándar) con la hoja de cálculo Microsoft Excel 2013.

Se compararon los datos obtenidos con los Criterios de calidad microbiológica ambiental para laboratorios, edificios y oficinas (Health Protection Agency, 2010), a fin de establecer los criterios de aceptabilidad o inaceptabilidad de las muestras.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Tabla 4. Resultados de la evaluación de la calidad microbiológica ambiental en el laboratorio de química integrada, orgánica, farmacéutica y analítica de una UNIVERSIDAD PRIVADA DE HUANCAYO

Parámetros analizados	Resultados promedio (UFC/placa)				Límites permisibles* (UFC/placa)
	Abril	Mayo	Promedio general	Desviación estándar	
Recuento de aerobios mesófilos	22.7	23.3	23.0	8.7	100
Recuento de mohos y levaduras	2.3	1.3	1.8	0.8	100
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	1.0	1.3	1.2	0.4	2
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	1.7	1.0	1.3	1.0	2

* Establecidos por la Agencia de Protección de la Salud (2010)
Fuente: Elaboración propia, febrero 2016

Los resultados del laboratorio 202 nos indican un promedio general de aerobios mesofilos y mohos y levaduras de 23.0 y 1.8 respectivamente para la calidad higiénica, para *escherichia coli* y *staphylococcus aureus* de 1.2 y 1.3 para la calidad sanitaria. Estando los resultados por muy por debajo de los límites permisibles estos son considerados aceptables.

Tabla 5. Resultados de la evaluación de la calidad microbiológica ambiental en el laboratorio de microbiología, parasitología y bioquímica de una UNIVERSIDAD PRIVADA DE HUANCAYO

Parámetros analizados	Resultados promedio (UFC/placa)				Límites permisibles* (UFC/placa)
	Abril	Mayo	Promedio general	Desviación estándar	
Recuento de aerobios mesófilos	21.0	30.0	25.5	15.3	100
Recuento de mohos y levaduras	2.3	2.3	2.3	1.6	100
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	0.3	0.3	0.3	0.5	2
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	0.7	1.0	0.8	0.8	2

* Establecidos por la Agencia de Protección de la Salud (2010)

Fuente: Elaboración propia, febrero 2016

Los resultados del laboratorio 203 nos indican un promedio general de aerobios mesofilos y mohos y levaduras de 25.5, 2.3 respectivamente para la calidad higiénica, para *escherichia coli* y *staphylococcus aureus* de 0,3 y 0.8 para la calidad sanitaria. Estando los resultados por muy por debajo de los límites permisibles estos son considerados aceptables.

Tabla 6. Resultados de la evaluación de la calidad microbiológica ambiental en el laboratorio de bromatología, toxicología y tecnología alimentaria de una UNIVERSIDAD PRIVADA DE HUANCAYO

Parámetros analizados	Resultados promedio (UFC/placa)				Límites permisibles* (UFC/placa)
	Abril	Mayo	Promedio general	Desviación estándar	
Recuento de aerobios mesófilos	44.3	41.3	42.8	23.7	100
Recuento de mohos y levaduras	2.3	3.7	3.0	2.0	100
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	0	0.3	0.2	0.4	2
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	0.7	0.3	0.5	0.5	2

* Establecidos por la Agencia de Protección de la Salud (2010)

Fuente: Elaboración propia, febrero 2016

Los resultados del laboratorio 702 nos indican un promedio general de aerobios mesofilos y mohos y levaduras de 42.8 y 3.0 respectivamente para la calidad higiénica, para escherichia coli y staphylococcus aureus de 0.2 y 0.5 para la calidad sanitaria. Estando los resultados por muy por debajo de los límites permisibles estos son considerados aceptables.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación consolidan la importancia del control de calidad microbiológico al interior de ambientes, especialmente si en éstos se realizan prácticas relacionadas con la manipulación de muestras contaminadas que pudieran comprometer la salud de las personas; así como también se permite resaltar la importancia de las prácticas adecuadas de limpieza y desinfección.

Debe considerarse que todo tipo de control microbiológico implica la utilización de microbios indicadores que sirvan para evaluar dos aspectos: la calidad higiénica y la calidad sanitaria. En el primero de los casos se obtendrá información sobre las condiciones de higiene y/o aseo en los ambientes analizados, empleando para ello los parámetros: recuento de aerobios mesófilos (bacterias totales) y el de mohos y levaduras (hongos totales). Mientras que la segunda permite evidenciar la posible presencia de gérmenes patógenos o causantes de enfermedad, mediante los parámetros: recuento de *Escherichia coli* y de *Staphylococcus aureus*.³⁰

El aire contenido dentro de cualquier tipo de ambiente (laboratorio, hospital, escuela, oficina, domicilio, etc.) siempre contiene un determinado tipo de carga microbiana que es aportada, en gran parte, por las personas que allí están presentes, por el tipo de actividades que ellas realizan, así como el grado de capacitación que posean, su actitud y hábitos personales. Pero de manera definitiva influye el programa de aseo, mantenimiento y desinfección de las áreas, además de la rigurosidad en su cumplimiento. Deben considerarse también otros factores como la contaminación por aire exterior, polvo ambiental, tipo de suelo, temperatura, ventilación, humedad, recambio de aire y presencia cercana de volúmenes de agua estancados o en movimiento.³¹

La literatura señala la existencia de diversas técnicas para analizar la calidad del aire, para los propósitos planteados en este estudio se eligió la técnica de exposición de placas porque es una herramienta que proporciona información cualitativa y cuantitativa muy precisa. El material utilizado (placas Petri) es portátil, de fácil manejo y se puede localizar con facilidad en cada uno de los diferentes sitios a muestrear, constituyéndose en el procedimiento recomendado por la Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos para este tipo de estudios, pues se basa en que los microorganismos que se encuentran en suspensión caen por acción gravitatoria sobre cada placa con determinados tipos de medio de cultivo.³²

Los resultados obtenidos han permitido establecer que la calidad microbiológica de los tres tipos de laboratorios analizados se encuentra dentro de los estándares internacionalmente permitidos, ya que se obtuvieron bajos índices de los indicadores utilizados. Al analizar los recuentos microbianos en cada uno de los ambientes analizados se puede apreciar claramente que, tanto la calidad higiénica como la calidad sanitaria satisfacen las exigencias establecidas.

Esto probablemente sea debido a que en las zonas muestreadas, a pesar de registrarse un elevado y constante tránsito de estudiantes, docentes y personal técnico que indudablemente trae consigo gran cantidad de agentes contaminantes, no se han descuidado los protocolos de limpieza, asepsia y desinfección, además de la bioseguridad durante los trabajos allí efectuados.

Según se puede apreciar en las Tablas 4 a 6, los resultados obtenidos en todos los ambientes sometidos a muestreo, los parámetros empleados para evaluar la calidad microbiológica (aerobios mesófilos, mohos y levaduras, recuento de *E. coli* y de *S. aureus*) no han evidenciado recuentos elevados en todos los casos; al realizar la interpretación de los mismos con fines de establecer criterios de evaluación de la calidad se considera entonces que la calidad microbiológica es aceptable.³³

La presencia y recuentos de bacterias mesófilas, mohos y levaduras se consideran parámetros que proporcionan información sobre la calidad higiénica de ambientes, así como también aires, superficies, personal, etc. Su presencia en cantidades elevadas guarda estrecha e inversa relación con la calidad microbiológica de los mismos, ya que éstos gérmenes están asociados íntimamente a partículas de polvo, basura y suciedad acumulada en pisos, paredes, ventanas, enseres, cuerpo, zapatos, prendas de vestir y demás objetos que no hayan sido adecuadamente aseados.

De encontrarse elevados recuentos se puede predecir -entonces- que existen malas prácticas higiénicas o la falta de las mismas, más no establecen criterios para inferir sobre la presencia de agentes patógenos, aun cuando éstos podrían estar dentro de este grupo.³⁴ Por otro lado, el recuento de *E. coli* y de *S. aureus* se convierten en parámetros indicadores de calidad sanitaria, tanto de ambientes, personas, alimentos, superficies, etc.; ya que establecen criterios para inferir que si se hallan patógenos como ellos también podrían estar otros relacionados o semejantes, quienes si se constituyen en agentes causales de infecciones para el hombre.

La presencia de estos gérmenes además de relacionarse con malas prácticas de higiene y bioseguridad en ciertos ambientes, se asocia también a deficientes prácticas de asepsia y desinfección, lo cual trae consigo la posibilidad de contraer infecciones para las personas que allí se encuentren laborando.³⁵

Frente a estos resultados las acciones a tomar deberían considerar la realización de controles microbiológicos periódicos de los ambientes de laboratorios, a fin de mantener siempre esos estándares de calidad microbiológica aceptables, de modo tal que cuando se observe un aumento en los índices de uno o más de los indicadores se refuercen los protocolos de limpieza y desinfección.

Si el aumento de la carga bacteriana está dado principalmente por la presencia de bacterias contaminantes ambientales, se debe analizar permanentemente el cumplimiento de los programas de aseo y capacitar constantemente a todo el personal (docentes y estudiantes) sobre la necesidad de mantener la limpieza de dichos ambientes.

Si este aumento se relaciona con bacterias de la microbiota humana, se deben reforzar hábitos de aseo personal y observar destrezas y tiempos en que se desarrollan los procedimientos. Se debe evaluar si existe presencia o circulación de personas en mayor cantidad.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

1. Se evaluó la calidad microbiológica ambiental que presentan tres laboratorios de una universidad privada de Huancayo entre abril y mayo de 2016.
2. El análisis de la calidad higiénica en los laboratorios de química, microbiología y bromatología, arrojó un promedio de 30.4 UFC/placa para aerobios mesófilos y de 2.4 UFC/placa para mohos y levaduras.
3. Al analizar la calidad sanitaria en los laboratorios de química, microbiología y bromatología, mediante el recuento de *Escherichia coli* y de *Staphylococcus aureus* se encontraron promedios de 1.1 UFC/placa y de 0.9 UFC/placa, respectivamente.
4. La comparación de los resultados con los Criterios de calidad microbiológica ambiental para laboratorios, edificios y oficinas (Health Protection Agency, 2010), permite establecer que la calidad microbiológica es aceptable en todos los ambientes analizados.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

1. Promover permanentemente la capacitación individual o colectiva a personal técnico de laboratorios, docentes y estudiantes sobre la importancia de los correctos protocolos de higiene y bioseguridad.
2. Fomentar constantemente la aplicación de buenas prácticas de laboratorio, a fin de mantener controlados los niveles de contaminación en salvaguarda de la integridad que quienes allí trabajan.
3. Realizar más trabajos de investigación en diversos ambientes expuestos a contaminación.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Instituto de Seguridad e Higiene del Trabajo. Norma NPT 203: Contaminantes biológicos: Evaluación en ambientes laborales. España: Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo; 2008.
2. Ortíz G, Catalán V. Calidad microbiológica en ambientes interiores. Gestión práctica de riesgos laborales. 2007; 40: 26-31.
3. Willis C, Lamph D, Nye K, Youngs E, Aird H, Fox A and Surman-Lee S. DRAFT Guidelines for the collection and interpretation of results from microbiological examination of food, water and environmental samples from the hospital environment. Southampton: Health Protection Agency - Food Water and Environmental Microbiology Network; 2010.
4. Pérez H, Sánchez V. Propuesta de diseño de monitoreo ambiental microbiológico para diagnóstico de niveles de contaminación en áreas de procesamiento séptico. Instituto Cubano de investigaciones para derivados de la Caña de azúcar (ICIDCA). 2010; 44(3): 7-14.
5. Vivas A. Evaluación de la calidad microbiológica del aire de una planta procesadora de alimentos [Tesis]. Sartenejas: Universidad Simón Bolívar; 2010.
6. Caorsi B, Sakurada A, Ulloa M, Pezzani M, Latorre P. Calidad microbiológica del aire de una unidad de preparados farmacéuticos estériles. Rev Chil Infect. 2011; 28(1): 14-18.
7. Palacios P. Evaluación microbiológica de la calidad ambiental en el Hospital Daniel A. Carrión – Huancayo 2011 [Tesis]. Huar Universidad Peruana Los Andes; 2011.

8. Porras A, Quispe E. Determinación de la sensibilidad de las bacterias aisladas a los antibióticos en cuatro servicios del hospital EsSalud IV – Huancayo [Tesis]. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes; 2012.
9. Kozak P, Gallup L, Cummins, Gilman S. Factors of importance in determining the prevalence of indoor molds. *Annals of Allergy*. 1979, 43:88-94.
10. Cassarett and Doull's Toxicology - The Basic Science of Poisons. 4th ed. Amdur, M.O., Doull, J and Klaasen, C.D. eds. New York: Pergamon Press; 1991.
11. Martí C, Alonso R, Constans A. NTP 335: Calidad de aire interior: Evaluación de la presencia de polen y espora fúngicas [Internet]. España: Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo; 2010 [citado 9 Mar 2016]. Disponible en:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Fcheros/301a400/ntp_335.pdf)
12. Cruceta G. Verificación y validación de la calidad ambiental en áreas quirúrgicas. España: SEGLA; 2007.
13. Centre for Health Protection. Environmental control. Hong Kong: Department of Health; 2007.
14. Norma ISO: 14698. Control de biocontaminación de Salas limpias y Ambientes controlados. 2004.
15. Instituto de Seguridad e Higiene del Trabajo. Norma NTP 335: Calidad de aire interior: Evaluación de la presencia de polen y esporas fúngicas. España: Instituto de Seguridad e Higiene del Trabajo; 2008.
16. Juran JM, Gryna FM, Bingham RS. Manual de Control de la Calidad. 2^{da} ed. Barcelona: Editorial Reverté S.A.; 2005.
17. World Health Organization. Air quality guidelines for Europe. 2nd ed. Denmark: World Health Organization - Regional Publications, European Series, N°91; 2000.
18. Ministerio de Trabajo y Producción de Empleo. Ley N°29783 De Seguridad y Salud en el Trabajo. Lima: Ministerio de Trabajo y Producción de Empleo; 2011.
19. Ministerio de Trabajo y Producción de Empleo. D.S. N°005-2012-TR. Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo. Lima: Ministerio de Trabajo y Producción de Empleo; 2011.

20. ISIAQ-CIB Task Group TG 42. Performance criteria of buildings for Health and comfort. International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) - Task group with the International Society of Indoor Air Quality and Climate (ISIAQ) N°292; 2004.
21. De la Rosa M, Ullán C, Prieto M, Mosso M. Calidad microbiológica del aire de una zona limpia en una industria farmacéutica. *Anal Real Acad Farm.* 2000; 66: 213-228.
22. Clavell L, Pedrique de Aulacio M. *Microbiología: Manual de métodos generales.* 2^{da} ed. Venezuela: Facultad de Farmacia - Universidad Central de Venezuela; 1992.
23. Prescott L, Harley J, Klein D. *Microbiología.* 4^{ta} ed. España: Editorial Mc Graw-Hill Interamericana de España S.A.; 1999.
24. Zinsser G, *Microbiología.* 5^{ta} ed. México D.F.: Editorial Acribia S.A.; 1996.
25. Hernández R, Fernández-Collado C, Baptista P. *Metodología de la Investigación.* 4^{ta} edición. México: Editorial Mc Graw-Hill; 2006.
26. Valderrama S. *Pasos para elaborar Proyectos y Tesis de Investigación científica.* Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L.; 2010.
27. Sánchez H, Reyes C. *Metodología y Diseños en la Investigación científica.* Lima: Editorial Visión Universitaria; 2009.
28. Evanacho G, Veum W, Morbeg L, Frank J. Microbial monitoring of the food processing environment. En: Pounc F, Yto K, editors. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods.* Washintong: American Public Health Association; 2001. p 25-36.
29. International Standard. ISO 14698: Cleanrooms and associated controlled environments – Biocontamination control. Part 1: General principles and methods. Geneve: International Standard Organization; 2004.
30. De La Rosa M, Ullán C, Prieto M, Mosso M. El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. *Observatorio Medio ambiental.* 2002; 5: 375-402.
31. Rosa C, Sánchez C, Ullán C, Mosso M. Microbiota fúngica del ambiente de una zona limpia de envasado de materias primas farmacéuticas. *Revista Científica Colegio Oficial de Farmacéuticos de Madrid.* 2002; 38-42.
32. Murray P, Barón E, Jorgensen J, Pfaller M, Tenover F, Tenover R. *Manual of Clinical Microbiology.* 8th ed. USA: ASM Press; 2003.

33. Food and Drug Administration's (FDA) Guidance for Industry Sterile Drug Products Produced by Aseptic Processing - Current Good Manufacturing Practice; 2004.
34. Stanier R, Ingraham J, Wheelis M, Painter P. Microbiología. 2^{da} ed. Barcelona: Editorial Reverté S.A.; 1996.
35. García-Rodríguez J, Picazo J. Compendio de Microbiología Médica. España: Harcourt Brace de España S.A.; 1999.

ANEXO N°1

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Mes de muestreo:		Número de muestreo:		Código de Muestra:			LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN	
				Número de Muestra:				
Fecha de recolección:		Resultados del Recuento y Detección					Coloración Gram:	Química Integrada, Orgánica, Farmacéutica y Analítica (202)
Hora de recolección:								
Fecha de siembra:								
Hora de siembra:								
Temperatura de Incubación:								
Parámetros analizados		CALIDAD HIGIÉNICA		CALIDAD SANITARIA			Pruebas bioquímicas:	Microbiología, Parasitología, Bioquímica (203)
		Aerobios, mesófilos	Mohos y levaduras	<i>S. aureus</i> ,	<i>E. coli</i>	Otros		
		Agar PCA	Agar Sabouraud	Agar Manitol salado	Agar Mac Conkey			
		Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable			
		Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable			
								Bromatología, Toxicología y Tecnología Alimentaria (702)
Observaciones								

Fuente: Elaboración propia, marzo 2016

ANEXO N°2

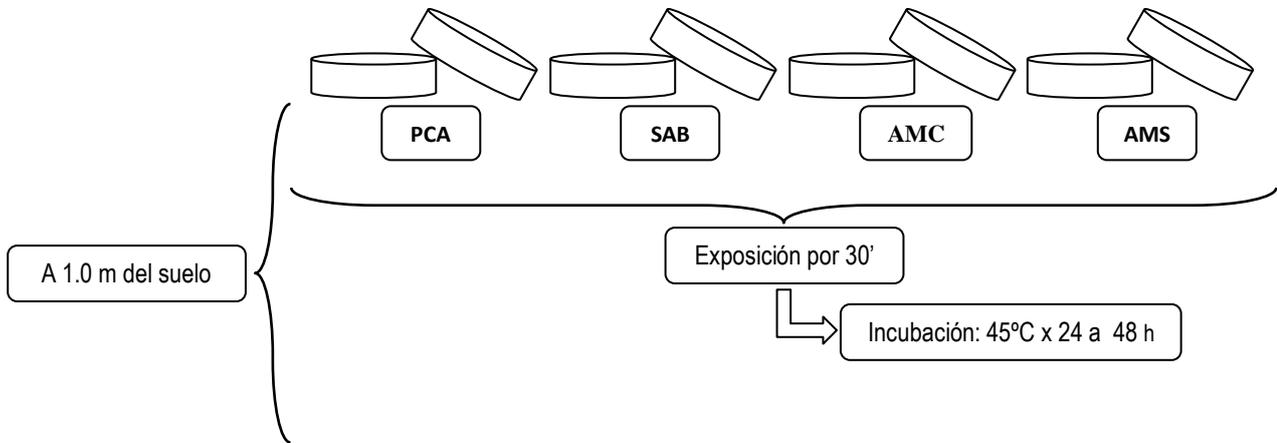


Figura 1. Esquema de trabajo para análisis de la calidad microbiológica ambiental

Fuente: Elaboración propia, marzo 2016.

ANEXO N°3

GALERÍA FOTOGRÁFICA DE LA PREPARACIÓN DE LOS MEDIOS DE CULTIVO



Fuente: Elaboración propia, julio 2016.

ANEXO N°4

GALERÍA FOTOGRÁFICA DE LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS (EXPOSICIÓN DE PLACAS)



Fuente: Elaboración propia, julio 2016.

ANEXO N°5

GALERÍA FOTOGRÁFICA DE LA LECTURA DE PLACAS (RECUESTO DE COLONIAS)



Fuente: Elaboración propia, julio 2016.