

**DETERMINACIÓN MICROBIAL POR FACTORES AMBIENTALES Y SU IMPACTO EN
LA SALUD ESTUDIANTIL EN LA BIBLIOTECA DE LA UNJBG**
**MICROBIAL DETERMINATION BY ENVIRONMENTAL FACTORS AND THEIR
IMPACT ON STUDENT HEALTH AT THE UNJBG LIBRARY**

Autor: ¹Luis Andre Gómez Vizcacho.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-1966-4059>

¹E-mail: lagomezv@unjbg.edu.pe

Afiliación: ¹Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, (Perú).

Artículo recibido: 15 Julio del 2025

Artículo revisado: 25 Agosto del 2025

Artículo aprobado: 30 Septiembre del 2025

¹Estudiante del IX ciclo de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, (Perú).

Resumen

Los microorganismos son la principal causante de daños a la salud, el entorno en el que se encuentra un microorganismo tiene una gran influencia en su crecimiento, al igual que en las otras formas de vida. En consecuencia, no sólo son esenciales o necesarios los requisitos nutricionales, sino también otros elementos a nivel físico como químico. Un agente físico es una característica física que ocasiona un cambio, como la humedad, la temperatura, la presión osmótica, el pH, las radiaciones y los filtros bacteriológicos. Los distintos factores ambientales nos dan a conocer y explicar la propagación de organismos, especialmente patógenos que causan daños alimentarios o económicos en la naturaleza. Se utilizó el método de identificación de una determinada zona y se aplicó como procedimiento la sedimentación en placas con Agar nutritivo (bacterias). Esta evaluación tiene por finalidad determinar e identificar la presencia de microorganismos en la comunidad estudiantil y identificar la influencia de ciertos factores como (temperatura y flujo de personas) con relación al crecimiento microbiano en la biblioteca de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann con el fin de una propuesta de solución para que brinden acciones preventivas muy necesarias.

Palabras clave: Microorganismos, Agar, Crecimiento, Bacterias, pH, Factores ambientales.

Abstract

Microorganisms are the main cause of damage to health, the environment in which a

microorganism is found has a great influence on its growth, as in other forms of life. Consequently, not only nutritional requirements are essential or necessary, but also other elements at a physical and chemical level. A physical agent is a physical characteristic that causes a change, such as humidity, temperature, osmotic pressure, pH, radiation, and bacteriological filters. The different environmental factors help us understand and explain the spread of organisms, especially pathogens that cause food or economic damage in nature. The identification method of a certain area was used and was applied as a sedimentation procedure on plates with Nutrient Agar (bacteria). This evaluation aims to determine and identify the presence of microorganisms in the student community and identify the influence of certain factors such as (temperature and flow of people) in relation to microbial growth in the library of the Jorge Basadre Grohmann National University in order to a proposed solution to provide much-needed preventive actions.

Keywords: Microorganisms, Agar, Growth, Bacteria, pH, Environmental factors.

Sumário

Os microorganismos são a principal causa de danos à saúde. O ambiente em que um microorganismo é encontrado tem uma grande influência em seu crescimento, como em outras formas de vida. Consequentemente, não apenas os requisitos nutricionais são essenciais ou necessários, mas também outros elementos nos níveis físicos e químicos. Um agente físico é uma característica física que causa uma

mudança, como umidade, temperatura, pressão osmótica, pH, radiação e filtros bacteriológicos. Diferentes fatores ambientais nos permitem entender e explicar a disseminação de organismos, especialmente patógenos que causam danos alimentares ou econômicos na natureza. O método de identificação de uma área específica foi utilizada e o procedimento aplicado foi sedimentação em placas com ágar nutriente (bactérias). Essa avaliação visa determinar e identificar a presença de microorganismos na comunidade estudantil e identificar a influência de certos fatores (como temperatura e fluxo de pessoas) em relação ao crescimento microbiano na biblioteca da Universidade Nacional Jorge Basadre Grohmann, com o objetivo de propor uma solução para fornecer medidas preventivas muito em ninhadadas.

Palavras-chave: **Microrganismos, Ágar, Crescimento, Bactérias, ph, Fatores ambientais.**

Introducción

Un ambiente con interior deficiente debido a los problemas del aire puede causar problemas en la salud física y mental. Esto se debe a que la calidad del aire puede verse afectada por la presencia de partículas suspendidas de diversos orígenes, forma y tamaño, así como por agentes biológicos. Los microorganismos, principalmente los hongos, en el aire representan un peligro para la salud humana, especialmente para aquellos que pasan más tiempo en espacios cerrados. En la actualidad, alrededor del 80% de la población vive en espacios cerrados (Moreno, 2008). Según Mosso et al. (2002) aunque no tiene microbiota autóctono, la atmósfera permite la propagación de varios tipos de microorganismos, incluidas bacterias, virus y hongos Martínez y Velasco (2007) mencionan que ciertos microorganismos como el virus, bacterias, levaduras y hongos que están en el aire interior pueden transportar polen, detritus de animales, fragmentos de insectos, ácaros y otros productos de excreción,

lo que puede causar contaminación. Debido a que los humanos están constantemente en contacto con otros, también pueden actuar como transmisores de sus semejantes. Los microorganismos requieren una variedad de proteínas y minerales en condiciones adecuadas para su pleno desarrollo. El crecimiento de los gérmenes disminuye cuando se alcanzan temperaturas bajas y se impide su multiplicación al punto de congelación. En caso contrario, los microorganismos a temperaturas superiores a 65°C matan a los microorganismos patógenos y a 100°C deshacen todos los gérmenes. (Montes, 2012, p.5)

Astozur (2012), nos afirma que: Cuando se trata del crecimiento de microorganismos, la humedad es crucial. Cuanto mayor sea el agua que contiene un alimento, más fácil será que los microorganismos crezcan en él, lo que facilita su alteración. Mayormente los microorganismos se desarrollan mejor en medios neutrales, el moho por ejemplo crece en cítricos y verduras cuyo pH es de 3-4 otros microorganismos normales que se encargan de su deterioro crecen en carnes, leche y pescados cuyo pH es más cercano al neutro (Montes, 2012, p.5). Basaure (2013), se afirma que: Los microorganismos requieren nutrientes para crecer y desarrollarse, que especialmente proporcionan energía y materiales para su biosíntesis, el carbono y el oxígeno representan el 80% del peso total de la mayoría de los microorganismos, los otros 20% están repartidos entre el calcio, el cinc, el cobre, el cobalto, el hierro, el manganeso y el potasio. Valles (2019) afirma que las bacterias en el aire provienen de diversas fuentes como humanos, animales, descomposición de materia orgánica y plantas, pueden permanecer suspendidas y ser transportadas por corrientes de aire. Algunas bacterias comunes en el aire son *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*

pneumoniae, Escherichia coli, que pueden causar infecciones si se inhalan en grandes cantidades.

El Agar Nutritivo se usa para aislar microorganismos con pocos requerimientos nutricionales, siendo uno de los medios más comunes en bacteriología para el crecimiento de bacterias a partir de diferentes fuentes, además de ser utilizado en la conservación de cepas y en pruebas de sensibilidad a antibióticos (Pazmiño et al., 2022, p. 6). Méndez et al. (2020) hace mención de: Los tipos de agar nutritivo incluyen el agar nutritivo simple, que es versátil y puede favorecer el crecimiento de la mayoría de las bacterias. El agar LB, el cual no favorece un tipo de bacteria en particular. El agar de sangre se utiliza para cultivar una variedad de microbios y determinar cómo interactúan con el cuerpo. El agar de medio selectivo fomenta el crecimiento de un tipo de organismo mientras desalienta a otros, mientras que los agares diferenciales cambian de color para identificar diferentes organismos. Para observar mejor la evaluación en los ambientes cerrados se puede utilizar mejor el método de conteo de bacterias en placas de petri. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es determinar la presencia de microorganismos y su predominio de patógenos en la biblioteca central de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, siendo un sector muy frecuentado por la población estudiantil.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en la biblioteca central de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú. La biblioteca central cuenta con gran variedad de información, entre las principales bases de datos se pueden mencionar: Uptodate, Clinical Key, Access Medicina, Primal Pictures, eLibro, Digitalia,

EBSCO Ultimate, Proquest, Tirant Palestra, Springer.

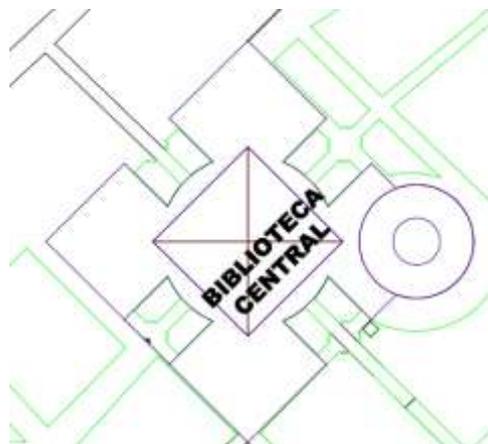


Figura 1. Plano de la Biblioteca central de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

La concentración microbiológica del ambiente de la biblioteca central de la UNJBG, se evaluó realizando tomas de muestras en puntos específicos. Se realizó el seguimiento al trabajo durante 2 días, específicamente los días martes y miércoles, en las áreas del primer y segundo piso de la biblioteca central.

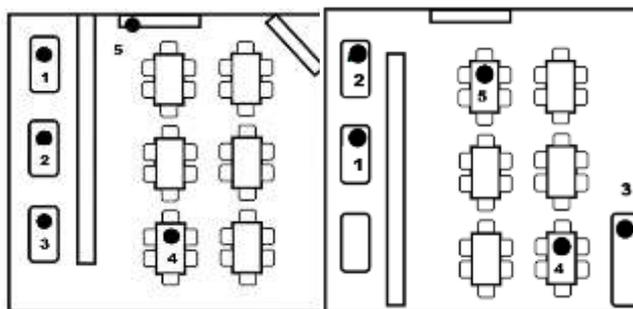


Figura 2: Biblioteca central de la UNJBG primera planta y segunda planta

El método que se tomó en este muestreo fue el método de sedimentación, ya que ayuda a los microorganismos a aislarse en el cultivo de una mejor manera, por lo que cabe recalcar que en el muestreo no existirán barreras, para que de esa manera se logren sedimentar las muestras. Para este muestreo se utilizó el siguiente cultivo: Agar Nutritivo para bacterias Los

puntos de muestreo ubicados y tomados al interior de la biblioteca fueron 5 por cada nivel presentado (primer y segundo piso), lo que dio como resultado un total de 6 puntos de muestreo: En el primer nivel, fueron dos en la parte superior de los estantes de libros (puntos 1, 2 y 3 respectivamente), uno en el medio de las mesas (punto 4) y el último a un extremo de la biblioteca (punto 5). Por otro lado, en el segundo nivel, dos en la parte superior de los estantes de libros (puntos 1 y 2), uno en la entrada, exactamente en el área de búsqueda de libros por computadoras (punto 3) y dos en las mesas (punto 4, que se encontrará en la entrada: punto 5, que se localiza al extremo final). Cabe recalcar que el tiempo estimado para la recolección y sedimentación de estos microorganismos fue alrededor de 30 min. En total, se utilizaron 20 placas petri, de las cuales se recogieron diariamente 2 por día con su respectivo medio de cultivo (Agar Nutritivo). Se dejaron en un determinado punto, teniendo en cuenta que la altura fue; 1 m para las muestras colocadas por encima de las mesas, 1.5 m para el área de búsqueda de libros por computadoras y 2 m para las muestras colocadas sobre la parte superior de los estantes de libros. Luego, las placas con Agar Nutritivo fueron llevadas a la incubadora durante 48 horas, a una temperatura promedio de 36, 5 °C. A éstas se les hizo un seguimiento diario, para así observar su crecimiento y sus cambios morfológicos.

Según Bogomolova y Kirtsideli (2009), la determinación de concentración de unidades formadoras de colonias (UFC) por metro cúbico (m³) de aire basada en la ecuación de Omeliansky, en términos de microorganismos como hongos y bacterias. Esta ecuación de Omeliansky, se utiliza después de realizar el conteo de colonias de hongos y bacterias en placas de Petri incubadas durante 48 horas

(Maldonado et al., 2014). Permitiendo dimensionar y calcular cuántos microorganismos hay por metro cúbico de aire, considerando la superficie de las placas y el tiempo de exposición, con la finalidad de relacionarlo a los objetivos planteados. Para entenderla detalladamente:

$$N = 5a \times 10^4 / (bt)$$

Donde:

N es la concentración de UFC/m³ de aire en el ambiente analizado.

a = es el número de colonias por placa de Petri.

b = es la superficie de la placa de Petri en centímetros cuadrados (cm²).

t = es el tiempo de exposición en minutos.

Posteriormente, de haber realizado el conteo de las colonias, se identificó a las bacterias mediante sus características culturales y morfológicas (microscópicas y macroscópicas). Las bacterias fueron identificadas macroscópicamente, contando el número de colonias en placas de Petri.

Resultados y Discusión

El propósito de la investigación fue analizar, medir y detectar la presencia de microorganismos y su potencial patogénico en la comunidad estudiantil de la biblioteca central de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, considerando la influencia de factores ambientales como la temperatura, la humedad relativa y el flujo de personas. Para el sembrado del día 1, 9 de julio de 2024 en el horario de la tarde, se llevó a cabo el conteo de bacterias, determinando que el piso 1 (318.5 UFC/m³) presenta una mayor concentración promedio de bacterias en el aire en comparación con el piso 2 (232.22 UFC/m³). Además, la

variabilidad de las bacterias es mayor en el piso 1, lo que indica una distribución más desigual en dicho piso. El piso 2 muestra una menor concentración de bacterias y una distribución más homogénea.

Tabla 1. Concentración de bacterias en el aire por punto de muestreo (UFC/m³)

Día	Muestreo	Piso 1	Piso 2
Día 1	M1	364.9	298.6
	M2	364.9	232.2
	M3	431.3	265.4
	M4	165.9	132.7
	M5	265.4	232.2
Día 2	M1	99.5	165.9
	M2	-	99.5
	M3	199.0	265.4
	M4	165.9	298.6
	M5	199.0	199.0

Fuente: elaboración propia

El día 2, 10 de julio de 2024 en el horario de la mañana, el conteo de bacterias en el piso 2 tuvo una mayor concentración promedio de bacterias (205.68 UFC/m³) que el piso 1 (132.68 UFC/m³). La variabilidad fue alta en ambos pisos, indicando una dispersión considerable en los valores observados.



Figura 4: Concentración de bacterias en el aire del día 1 para los pisos de la biblioteca central de la UNJBG (UFC/m³)

El efecto del factor "Día" en la concentración de bacterias es significativo, lo que sugiere diferencias significativas en la concentración de bacterias entre los diferentes días de medición. En cambio, el efecto del factor "Piso" no es significativo, indicando que no hay diferencias

significativas en la concentración de bacterias entre los distintos pisos. Por último, la interacción entre los factores "Día" y "Piso" es significativa, lo que implica que el efecto del "Piso" en la concentración de bacterias depende del "Día", y viceversa.



Figura 5: Concentración de bacterias en el aire del día 2 para los pisos de la biblioteca central de la UNJBG (UFC/m³)

Tabla 2. Análisis de varianza para concentración de bacterias

Efectos Principales	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: día	56360.3	1	56360.3	8.03	0.012
B: piso	219.784	1	219.784	0.03	0.8617
Interacciones ab	31704.7	1	31704.7	4.52	0.0494
Residuos	112255	16	7015.91		
Total (corregido)	200539	19			

Fuente: elaboración propia

La interacción de ambos factores tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la concentración de bacterias con un 95% de nivel de confianza.

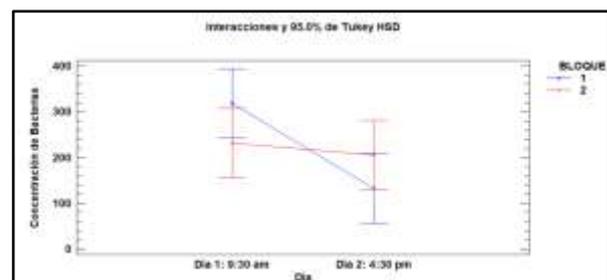


Figura 6: Interacción entre los factores "Día" y "Piso" para la concentración de bacterias en el aire.

Comparación con la determinación del crecimiento microbiológico obtenida por otros autores

Según Tinoco Canto et al. (2016), su estudio se mostraron concentraciones de bacterias (*Neiseria*, *Bacillus*, *Staphylococcus*) y hongos (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Mucor*, *Monosporium*), causantes de enfermedades como neumonía, tuberculosis, resfriado, alergias e hipertensiones. La humedad relativa varió de 78% a 83% y el flujo promedio de personas fue 100, presentándose 755.6 UFC/m³ en la biblioteca de la Universidad Peruana Unión. La encuesta indicó que la población estudiantil que pasa más tiempo en la biblioteca se enferma mensualmente. Según Toloza y Lizarazo (2013), el estudio evaluó la calidad microbiológica del ambiente en la Biblioteca Alfonso Patiño Rosselli en Tunja, Colombia. Se realizaron muestreos del aire y de libros para aislar e identificar microorganismos. Los hongos fueron los más abundantes y diversos en el aire, con 23 géneros aislados, predominando *Cladosporium*, *Acremonium* y *Penicillium*. Las bacterias representaron el 41.5% de los microorganismos aislados, siendo en su mayoría Gram positivos como *Staphylococcus*. En los libros, los géneros fúngicos más frecuentes fueron *Aspergillus* y *Penicillium*. Aunque la concentración microbiana total estuvo dentro de los límites aceptables para ambientes internos, se identificaron varios géneros potencialmente patógenos y deteriorantes de papel. Se recomienda implementar medidas de control de las poblaciones microbianas y de las condiciones ambientales para prevenir riesgos a la salud y al material bibliográfico.

Factores ambientales en las bibliotecas

Montilla y Pérez (2016) explica que, en un estudio sobre los factores de riesgo asociados a

una biblioteca especializada en el Estado Lara, Venezuela, se identificaron y cuantificaron 32 factores de riesgo por su probabilidad e intensidad de efectos dañinos. Los factores de riesgo que requieren mayor atención son la humedad relativa (valor de riesgo 45), el polvo (valor de riesgo 45) y la limpieza técnica preventiva (valor de riesgo 15). La evaluación incluyó factores naturales, ambientales, biológicos, sanitarios, inducidos por el hombre y tecnológicos. Las conclusiones destacan la necesidad de atención a estos riesgos para garantizar la seguridad y conservación de la colección de la biblioteca

Crecimiento alternativo en las bibliotecas

Medina et al. (1999) examinó la presencia de hongos en 12 bibliotecas de la Universidad de Carabobo en Valencia, Venezuela. Se identificaron 15 géneros fúngicos mediante muestreo ambiental y raspado de libros, siendo los más frecuentes *Geotrichum*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Circinella* y *Zigomicetes*. La temperatura y humedad relativa promedio fueron 26.6°C y 57.06% respectivamente, condiciones que favorecen el crecimiento fúngico. Los rangos óptimos para el desarrollo de hongos fueron 25.2-29.6°C y 48.2-63.1% de humedad relativa. Algunos géneros detectados, como *Aspergillus* y *Penicillium*, son conocidos por causar biodeterioro en libros y materiales. El estudio destaca la importancia de controlar las condiciones ambientales y la limpieza en bibliotecas para prevenir el crecimiento fúngico y el deterioro de materiales.

Según Juscamaita (2014), el estudio examinó la presencia de hongos en el aire de la Biblioteca Agrícola Nacional (BAN) de la Universidad Nacional Agraria La Molina en Lima, Perú. Recolectaron 468 muestras en 13 áreas diferentes (11 interiores y 2 exteriores)

utilizando un muestreador microbial que captura esporas en placas de Agar Sabouraud. Además, se midieron la temperatura y la humedad relativa, factores que influyen en el crecimiento de estos microorganismos. El análisis identificó 13 géneros de hongos, además de levaduras, Rhodotorulas y micelios sin esporular. Los géneros más frecuentes fueron Cladosporium (67.85%), Alternaria (8.23%), Penicillium (5.11%), Aspergillus (3.40%) y Fusarium (2.41%). Se observó que las concentraciones de hongos en los ambientes exteriores eran superiores a las de los interiores.

Conclusiones

Se logró identificar la concentración de bacterias en el aire en los pisos 1 y 2 de la biblioteca central, siendo en el primer día y en el piso 1 en donde se halló una mayor concentración con un promedio de (318.5 UFC/m³), siendo mayor en comparación al piso 2 con un promedio de (232.22 UFC/m³), no obstante en el segundo día esto se invirtió habiendo identificado en el piso 2 una mayor concentración de bacterias con un promedio de (205.68 UFC/m³) en comparación al piso 1 con solo (132.68 UFC/m³). Se consiguió realizar pruebas de Tukey y análisis de varianza para las concentraciones de bacterias, hallándose en la prueba de Tukey por medio de la interacción de los factores "Día" y "Piso" un efecto estadísticamente significativo sobre la concentración de bacterias con un 95% de nivel de confianza. En las pruebas de análisis de varianza el factor "Día" tiene un impacto significativo en la concentración de bacterias, mostrando diferencias entre diferentes días de medición. El factor "Piso" no es significativo, indicando que no hay diferencias entre los distintos pisos, pero la interacción entre "Día" y "Piso" es significativa, lo que sugiere que el efecto del "Piso" en la concentración de bacterias depende del "Día" y viceversa.

Referencias Bibliográficas

- Basaure, P. (2016). *Microorganismos / nutrición y crecimiento*. Manual de Lombricultura.
<http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/24224.html>
- Fernández, A. (2012). *La humedad y las bacterias*. 5 Décadas.
<http://5decadas.com/2012/06/28/la-humedad-y-las-bacterias/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agraria [INIA]. (2008). *Producción y uso de Biol.* Lima, Perú: Agripina Roldán Chaves.
<http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/115>
- Juscamaita, J. (2014). *Estudio de la calidad microbiológica del aire interior de la Biblioteca Agrícola Nacional (BAN) en la Universidad Nacional Agraria La Molina en base a los hongos ambientales* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2438>
- Martínez, F., & Velasco, A. (2007). *Calidad de ambientes interiores*. España: Thomson.
- Medina, L., Touzzo, A., Herrera, J., Perozo, Y., & González, L. (1999). Estudio de hongos en bibliotecas de la Universidad de Carabobo-Valencia. *Salus*, 3(1), 7–22.
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-502433>
- Méndez, I., Jaén, Y., & Him, J. (2020). Calidad microbiológica y físico-química de los suelos aledaños al vertedero de basura de Santiago, Veraguas, Panamá. *Revista Colegiada de Ciencia*, 1(2), 11–21.
- Montes, M. (2012). *Factores que favorecen el crecimiento bacteriano*. Gestión Integra.
<https://gestionintegra.com/factores-quefavorecen-el-crecimiento-bacteriano/>
- Montilla Peña, L., & Pérez Reyes, G. A. (2016). Estudios de los factores de riesgos asociados a una biblioteca especializada en el Estado Lara, Venezuela. *Dialnet*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5733179>
- Moreno, A. (2008). *Síndrome del edificio enfermo*. SESLAP, 3–4.

- Mosso, M., Ullán, C., & De la Rosa, M. (2002). El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. *Dialnet*, 375–402.
- Pazmiño, D., Santo, T., & Tandalla, J. (2022). Trazabilidad microbiológica de enterobacterias en sitios poco monitoreados y contaminados con arsénico proveniente de fuentes naturales en la parroquia de Toacaso. *Revista Recursos Naturales Producción y Sostenibilidad*, 1(1), 35–49. http://revistas.ustabuca.edu.co/index.php/ustasalud_odontologia/article/view/2185/1676
- Tinoco, J., Carhuaz, M., Flores, D., & Álvarez, J. (2016). Determinación del crecimiento microbiológico por factores ambientales y su repercusión en la salud de la comunidad estudiantil en la biblioteca de la Universidad Peruana Unión. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica de la División de Ciencias de la Salud*, 2(1), 29–40. <https://doi.org/10.17162/rictd.v2i1.629>
- Tolosa, D., & Lizarazo, L. (2013). Calidad microbiológica del ambiente de la Biblioteca Alfonso Patiño Rosselli, Tunja-Boyacá (Colombia). *Revista de la Facultad de Medicina*, 61(1), 39–46. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262013000100006&script=sci_arttext
- Valles, L. (2019). *Calidad microbiológica del aire y superficies en interiores del comedor de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/695c784e-1ab1-4b1b-aed8-8cd8a7d77726>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Luis Andre Gómez Vizcacho.