

# Microbiological quality of the indoor air of the central market of Cajamarca – Peru

## Calidad microbiológica del aire interior del mercado central de Cajamarca - Perú

Diana Chuquilín Vallejos, Ing.<sup>1</sup>; Nolish Rojas Palomino, Ing.<sup>1</sup>; Marco Sánchez Peña, Mg. Blgo.<sup>1</sup>; Juan Flores Cerna, M Cs.<sup>1</sup>;  
Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca, Perú. [marco.sanchez@upn.pe](mailto:marco.sanchez@upn.pe), [juan.flores@upn.pe](mailto:juan.flores@upn.pe),  
[dianys1604@gmail.com](mailto:dianys1604@gmail.com)

**Resumen-** Los mercados en Latinoamérica son centro de conglomeración de personas, siendo estos en muchas ocasiones centros de dispersión de agentes patógenos como se ha visto en diferentes trabajos de investigación y en los diversos medios de comunicación en la actualidad. La investigación tuvo como objetivo, determinar calidad microbiológica del aire interior del mercado central de Cajamarca-Perú, con la finalidad de demostrar si existe contaminación microbiológica. Para cumplir con el objetivo se realizaron monitoreos de aire interior, haciendo uso del muestreador microbiológico Hycon standard, el cual succiona volúmenes de aire; impregnando los microorganismos aerófilos en las cuadrículas de las tiras de agar tripticasa soya. Los monitoreos se realizaron en el turno de la mañana entre los horarios de 10.00 am. a 1.00 pm los cuales son los más concurridos por la población. Se tomaron un total de 50 muestras. Para ello se designó cinco puntos en el interior del mercado central, distribuidos de la siguiente manera en P-1 (carnes), P-2 (jugos), P-3 (frutas), P-4 (comidas) y P-5 (artesanía y abarrotes). Estas muestras fueron tomadas durante 5 días en el mes de febrero del 2020 un mes antes del inicio de la pandemia en el Perú. La norma española (UNE 100012), establece algunos estándares de calidad de aire en ambientes interiores, con un límite de 800 UFC/m<sup>3</sup>. Obteniendo como resultado en cada punto de muestreo por los cinco días un promedio de: P-1, 859 UFC/m<sup>3</sup>; P-2, 786 UFC/m<sup>3</sup>; P-3 767 UFC/m<sup>3</sup>; P-4 830 UFC/m<sup>3</sup> y P-5 762 UFC/m<sup>3</sup>. Asimismo un resultado general con un promedio de 801 UFC/m<sup>3</sup>, durante los cinco días de monitoreo. Concluyendo que el valor obtenido sobrepasa el estándar de calidad de la norma UNE.

**Palabras clave:** Contaminación de Aire Interior, Calidad Microbiológica, Unidades Formadoras de Colonias (UFC).

**Abstract-** Markets in Latin America are a center of conglomeration of people, these being in many occasions centers of dispersal of pathogens as has been seen in different research works and in the various media today. The objective of the investigation was to determine the microbiological quality of the indoor air of the Central Market of Cajamarca-Peru, in order to demonstrate if there is microbiological contamination. To meet the objective, indoor air monitoring was carried out, using the standard Hycon microbiological sampler, which sucks volumes of air; impregnating the aerophilic microorganisms in the grids of the tryptic soy agar strips. The monitoring was carried out in the morning shift between the hours of 10.00 am. at 1.00 pm which are the busiest by the population. A total of 50 samples were taken. For this, five points were designated within the central market, distributed as follows in P-1 (meats), P-2 (juices), P-3 (fruits), P-4 (meals) and P-5 (crafts and groceries). These samples were taken for 5 days in February 2020, one month before the start of the pandemic in Peru. The Spanish standard (UNE 100012), establishes some air quality standards in indoor environments, with a limit of 800 CFU / m<sup>3</sup>. Obtaining as a result in each sampling point for the five days an average of: P-1, 859 CFU / m<sup>3</sup>; P-2, 786 CFU / m<sup>3</sup>; P-3 767 CFU / m<sup>3</sup>; P-4 830 CFU / m<sup>3</sup> and P-5 762 CFU / m<sup>3</sup>. Also a general result with an average of 801 CFU / m<sup>3</sup>, during the five days of monitoring. Concluding that the value obtained exceeds the quality standard of the UNE standard.

**Keywords:** Indoor Air Pollution, Microbiological Quality, Colony Forming Units (CFU).

Digital Object Identifier: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.335>  
ISBN: 978-958-52071-8-9 ISSN: 2414-6390  
DO NOT REMOVE

# Microbiological quality of the indoor air of the central market of Cajamarca – Peru

## Calidad microbiológica del aire interior del mercado central de Cajamarca - Perú

Diana Chuquilín Vallejos, Ing.<sup>1</sup>; Nolish Rojas Palomino, Ing.<sup>1</sup>; Marco Sánchez Peña, Mg. Blgo.<sup>1</sup>; Juan Flores Cerna, M Cs.<sup>1</sup>; Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca, Perú. [marco.sanchez@upn.pe](mailto:marco.sanchez@upn.pe), [juan.flores@upn.pe](mailto:juan.flores@upn.pe), [dianys1604@gmail.com](mailto:dianys1604@gmail.com)

**Resumen-** Los mercados en Latinoamérica son centro de conglomeración de personas, siendo estos en muchas ocasiones centros de dispersión de agentes patógenos como se ha visto en diferentes trabajos de investigación y en los diversos medios de comunicación en la actualidad. La investigación tuvo como objetivo, determinar calidad microbiológica del aire interior del mercado central de Cajamarca-Perú, con la finalidad de demostrar si existe contaminación microbiológica. Para cumplir con el objetivo se realizaron monitoreos de aire interior, haciendo uso del muestreador microbiológico Hycon standard, el cual succiona volúmenes de aire; impregnando los microorganismos aerófilos en las cuadrículas de las tiras de agar tripticosa soya. Los monitoreos se realizaron en el turno de la mañana entre los horarios de 10.00 am. a 1.00 pm los cuales son los más concurridos por la población. Se tomaron un total de 50 muestras. Para ello se designó cinco puntos en el interior del mercado central, distribuidos de la siguiente manera en P-1 (carnes), P-2 (jugos), P-3 (frutas), P-4 (comidas) y P-5 (artesanía y abarrotes). Estas muestras fueron tomadas durante 5 días en el mes de febrero del 2020 un mes antes del inicio de la pandemia en el Perú. La norma española (UNE 100012), establece algunos estándares de calidad de aire en ambientes interiores, con un límite de 800 UFC/m<sup>3</sup>. Obteniendo como resultado en cada punto de muestreo por los cinco días un promedio de: P-1, 859 UFC/m<sup>3</sup>; P-2, 786 UFC/m<sup>3</sup>; P-3 767 UFC/m<sup>3</sup>; P-4 830 UFC/m<sup>3</sup> y P-5 762 UFC/m<sup>3</sup>. Asimismo un resultado general con un promedio de 801 UFC/m<sup>3</sup>, durante los cinco días de monitoreo. Concluyendo que el valor obtenido sobrepasa el estándar de calidad de la norma UNE.

**Palabras clave:** Contaminación de Aire Interior, Calidad Microbiológica, Unidades Formadoras de Colonias (UFC).

**Abstract-** Markets in Latin America are a center of conglomeration of people, these being in many occasions centers of dispersal of pathogens as has been seen in different research works and in the various media today. The objective of the investigation was to determine the microbiological

quality of the indoor air of the Central Market of Cajamarca-Peru, in order to demonstrate if there is microbiological contamination. To meet the objective, indoor air monitoring was carried out, using the standard Hycon microbiological sampler, which sucks volumes of air; impregnating the aerophilic microorganisms in the grids of the tryptic soy agar strips. The monitoring was carried out in the morning shift between the hours of 10.00 am. at 1.00 pm which are the busiest by the population. A total of 50 samples were taken. For this, five points were designated within the central market, distributed as follows in P-1 (meats), P-2 (juices), P-3 (fruits), P-4 (meals) and P-5 (crafts and groceries). These samples were taken for 5 days in February 2020, one month before the start of the pandemic in Peru. The Spanish standard (UNE 100012), establishes some air quality standards in indoor environments, with a limit of 800 CFU / m<sup>3</sup>. Obtaining as a result in each sampling point for the five days an average of: P-1, 859 CFU / m<sup>3</sup>; P-2, 786 CFU / m<sup>3</sup>; P-3 767 CFU / m<sup>3</sup>; P-4 830 CFU / m<sup>3</sup> and P-5 762 CFU / m<sup>3</sup>. Also a general result with an average of 801 CFU / m<sup>3</sup>, during the five days of monitoring. Concluding that the value obtained exceeds the quality standard of the UNE standard.

**Keywords:** Indoor Air Pollution, Microbiological Quality, Colony Forming Units (CFU).

### I. INTRODUCCIÓN

La concentración de personas en los centros comerciales, en los mercados de abastos, ha contribuido a la propagación de una serie de enfermedades que están afectando seriamente la calidad de vida de la población. Situación que se agrava en los mercados locales, donde la concentración de las personas excede el espacio destinado a la circulación de las mismas. No esta demás precisar que en los diferentes mercados, principalmente en los países en vías de desarrollo, presenta como uno de los problemas es el hacinamiento de grandes volúmenes de productos de consumo, vegetales, animales, además de comerciantes y personas que acuden a realizar

compras; situación que afecta la calidad del aire interior, por las condiciones operativas inadecuadas incluso inexistentes de sistemas de ventilación y recirculación de aire, refrigeración y/o calefacción, haciendo que determinen la concentración de microorganismos, que alteran la calidad biológica del aire, siendo un factor de contaminación y de propagación de enfermedades [1].

Al respecto, la calidad biológica del aire, principalmente en interiores o locales cerrados, afecta a la salud, directa o indirectamente, por los contaminantes biológicos o no biológicos emanados al aire interior [2]. En otro sentido, estudios realizados por la Agencia de Protección Medio ambiental de los Estados Unidos (EPA) sobre la exposición de humanos a los contaminantes del aire, indican que los niveles de contaminación en ambientes cerrados son entre 2 a 5 y en algunos casos 100 veces más concentrados que los niveles presentes en el aire exterior [3]. Situaciones como las expuestas contribuyen a modificar la composición del aire interior, que se sobrecarga con agentes microbianos nocivos a la salud.

La calidad de aire de interiores (CAI) se refiere a la contaminación de aire dentro de edificios, locales comerciales, mercados e industrias, donde la concentración de agentes biológicos como hongos, bacterias, virus, se diseminan con el contacto entre las personas al estornudar, respirar, toser, generando procesos infecciosos que van a alterar la salud de las personas, constituyéndose, los centros laborales, educativos y fundamentalmente los mercados locales, por su alto nivel de hacinamiento en centros de contaminación [4].

Cajamarca es una ciudad que en los últimos años ha experimentado un crecimiento notable en su población. El censo de población y vivienda del 2017, estima que la población que reside en la ciudad de Cajamarca es de 201 329 habitantes, población que mayormente recurre a realizar sus compras al mercado central de la ciudad, donde se puede observar una alta concentración de pequeños puestos de comercialización de todo tipo de productos, como carnes, frutas, jugos, menús verduras, artesanías, etc. A esto se suma un hacinamiento de comerciantes y personas que acuden a realizar negocios de diversa índole, sin ningún respeto al aforo que las condiciones del ambiente soportan, más aún cuando la calidad de la infraestructura es muy deficiente, y no presta las condiciones para una desinfección adecuada, para el aseo pertinente; lo que origina una alta concentración del aire interno sobre cargado de factores biológicos que se constituyen en transmisores de varias enfermedades. Recientemente se ha incrementado el interés por la evaluación de la calidad microbiológica del aire al interior de las edificaciones, entre otras razones, porque los microorganismos además de contribuir al deterioro de infraestructuras y materiales, son agentes etiológicos productores de toxinas y sustancias volátiles, que en ocasiones causan enfermedades respiratorias, sistémicas y alergias [4]

El cuidado de la salud humana, y garantizar una vida sana, es uno de los objetivos del desarrollo sostenible, de allí la motivación de los gobiernos de todo el mundo de facilitar las condiciones más favorables para asegurar el bienestar de las personas, por tal motivo, la investigación tiende a contribuir con un estudio muy importante, sobre la calidad microbiológica del aire interior en el mercado central de Cajamarca, con la finalidad de identificar la concentración de microorganismos presentes en el aire para garantizar que este centro de abastos no se convierta en un foco de contaminación. El objetivo de acceder a información que precise la real dimensión de la realidad estudiada y sirva de fuente de información que se traslade hacia otros mercados de la ciudad y de las provincias, evitando así contagios masivos que afectan la salud y calidad de vida de las personas. Por eso, los espacios interiores si no tienen establecido un buen confort ambiental se puede generar riesgos a la salud por la contaminación del aire. Las personas al encontrarse en tiempos prolongados en los espacios internos de inmuebles se encuentran expuestas a los diversos contaminantes por medio de la respiración siendo propensas a contraer alguna enfermedad [5] y mucho más en esta época especial que atraviesa el mundo con la pandemia del Covid -19

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Muestreo microbiológico de aire

Se determinó tomar como unidad de estudio al mercado central de la ciudad de Cajamarca, las muestras se recolectaron siguiendo el siguiente patrón: 50 muestras de aire agrupadas en cinco estaciones de muestreo: diez muestras en cada estación de muestreo P-1(carnes), P-2 (jugos), P- 3 (frutas), P-4 (comidas) y P-5 (artesanía y abarrotes) ver figura 1. Cada muestreo tuvo dos repeticiones. Las estaciones se distribuyeron tomando en cuenta los cuatro extremos y la parte central. Otro criterio que se consideró, fueron los días en que se tomarán las muestras; lunes (inicio de semana), miércoles (media semana) y sábado (fin de semana) con mayor asistencia de personas. Con la finalidad de obtener mejores resultados. Considerando que la muestra es, el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población universo, o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada [6].

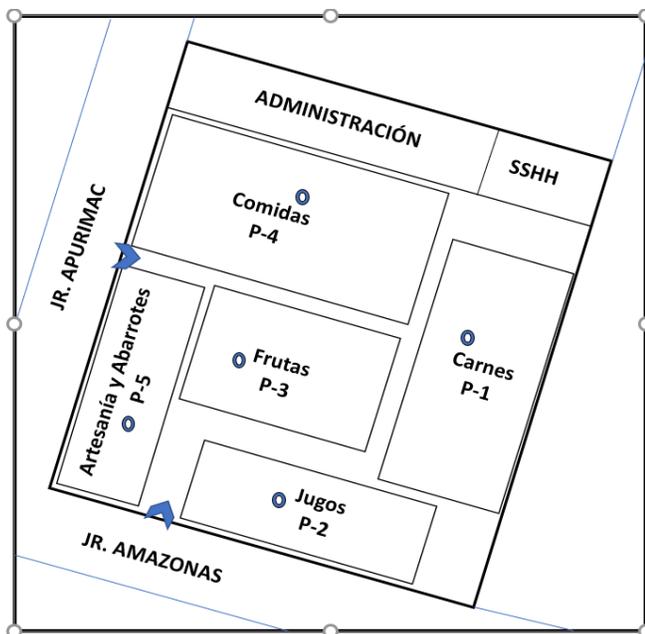


Fig 1. Imagen de la distribución de las áreas del interior del mercado central de Cajamarca y la codificación utilizada para el muestreo.



Fig 2. Imagen del interior de una parte del mercado central de Cajamarca.

## B. Procedimiento

### Trabajo en Gabinete

- Coordinaciones con el administrador del mercado central de Cajamarca para la ejecución del monitoreo. Georreferenciación de las estaciones de muestreo con GPS Garmin 64 s.
- Calibración de instrumentos y equipos de muestreo.
- Incubación, conteo e identificación de las muestras microbiológicas en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Privada del Norte – Cajamarca.

- Se revisó la ficha técnica de las Tiras de Agar Strips TSM-HYCON 1442400050 ya que ahí nos indican el periodo de incubación de acuerdo al microorganismo [7].

### Trabajo de Campo

- Reconocimiento del lugar para la ejecución del monitoreo.
- Toma de muestras y mediciones del área con el muestreador Hycon estándar y Tiras de Agar Strips TSM HYCON 1442400050
- Conservación y traslado de muestras al laboratorio en frío a 4° centígrados de temperatura
- Se realizó el conteo de la cantidad personas presentes en las estaciones de monitoreo durante el tiempo de los muestreos.

### C. Muestreo Microbiológico

PASO I: Instalación y funcionamiento del muestreador microbiológico de aire RCS Standard.

- Haciendo uso del siguiente EPP (guantes, mandil y casco)
- Se instaló el muestreador microbiológico de aire RCS Standard en el trípode de sujeción a 1 metro de altura.
- Se introdujo la tira de agar con el medio de cultivo al muestreador microbiológico de aire RCS Standard con un mechero prendido, para evitar la alteración de la muestra microbiológica.
- Se programó el muestreador microbiológico a 8 minutos (320 litros de aire) por muestra tomada.
- Después de los 8 minutos de muestreo. Se retiró la tira de Agar Strips TSM, la cual fue sellada y conservada en un cooler a 4°C, luego es transportada al laboratorio para su incubación.

PASO II: Incubación de las muestras microbiológicas.

- Retiramos las muestras microbiológicas del cooler para introducirlas a la incubadora.
- Se colocó las muestras microbiológicas a incubar a 34°C por tres días.

PASO III: Conteo de Colonias.

- Pasados los tres días de incubación, las muestras fueron retiradas para realizar el conteo de colonias.
- Haciendo uso del contador portátil se procedió al conteo de colonias, cada tira de Agar Strips TSM cuenta con un total de 34 cuadrículas.
- Se sacó un promedio de colonias por cuadrícula.
- A este resultado se le multiplicó por 34 ya que es el total de cuadrículas de la tira de Agar Strips TSM.
- El resultado obtenido, son las UFC presentes en el aire por cada tira de Agar Strips TSM.
- El valor corregido de los microorganismos presentes en el aire de cada muestra se convierte a Unidades Formadoras de Colonias por metro cúbico (UFC/m<sup>3</sup>) aplicando la siguiente.

Fórmula 1: Para conversión en UFC/m<sup>3</sup> (*unidades formadoras de colonias por metro cúbico*) [8].

$$\left(\frac{UFC}{L}\right) \times \left(\frac{1000L}{1m^3}\right) = \frac{UFC}{m^3}$$

PASO VI: Identificación de microorganismos.

- Haciendo uso de un asa de siembra, se retiró una cierta cantidad de carga microbiana para ser aislada al portaobjetos.
- Con la ayuda del asa de siembra dispersamos la colonia por el portaobjeto para luego iniciar con el procedimiento de coloración.
- Después de cada aislamiento de colonia se esterilizó el asa de siembra con el fuego de un mechero para así evitar la contaminación o alteración de las siguientes colonias.
- La identificación de las bacterias aisladas se comenzó aplicando una tinción de Gram al frotis de las colonias.
- Con la ayuda del microscopio se determinó al grupo al que pertenecen los microorganismos y se identificaron sus características morfológicas. Luego se procedió a realizar pruebas bioquímicas como catalasa, oxidasa, TSI, PYR, SIM.

PASO V: Estándar de Comparación

- Los valores obtenidos de las UFC por metro cúbico, se compararon con los valores establecidos por la Norma UNE 100012 (norma española ya que el Perú no posee una normativa propia en la actualidad), la cual indica que en ambientes cerrados debe haber un máximo de 800 UFC/m<sup>3</sup>; si los valores sobrepasan este estándar se considera un ambiente contaminado, este aire puede implicar riesgo para la salud, por lo cual se recomendaría tomar medidas correctivas e identificar el tipo de microorganismos.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### A. DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

A continuación, se presentan los resultados de los monitoreos microbiológicos del aire realizados en el mes de febrero del 2020.

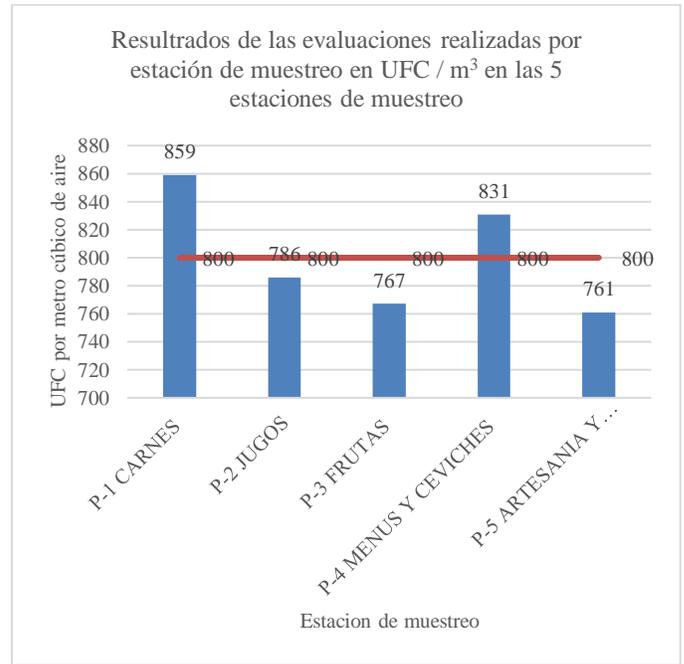


Fig. 3 Resultados de la evaluación en UFC/m promedio por metro cúbico, identificadas en cada estación de muestreo durante los cinco días de muestreo comparadas con la norma UNE 100012.

En la figura 3, se observa la existencia de una variación en la concentración de microorganismos presentes en el aire con respecto a los puntos en los que se llevó a cabo el monitoreo. Observándose que se presentó mayor concentración de microorganismos en dos puntos: En el P-1 con un resultado de 859 UFC/m<sup>3</sup> y en el P-4 con un resultado de 831 UFC/m<sup>3</sup>. Ante ello podemos deducir que en ambos puntos sobrepasa el estándar de calidad de aire para interiores de la norma UNE 100012. Estos nos indican que las personas que laboran permanentemente en estas áreas y las personas que circulan por ahí presentan un mayor riesgo de contaminarse.

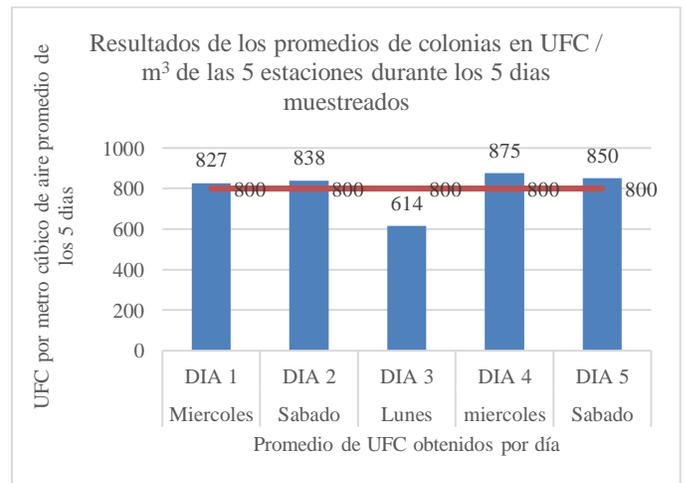


Fig. 4 Unidades formadoras de colonias promedio de todas las estaciones de monitoreo por metro cúbico de aire, obtenidas en los cinco días de muestreo en las 5 estaciones de muestreo comparadas con la norma UNE 100012.

En la figura 4, se puede apreciar los resultados de la concentración promedio diaria de microorganismos presentes en el aire colectado en UFC/m<sup>3</sup> en todas las estaciones. En la cual podemos apreciar que los días uno, dos, cuatro y cinco exceden el límite por la norma UNE 100012; el valor más alto obteniendo con resultado 875 UFC/m<sup>3</sup> lo obtuvo el día. Los días miércoles y sábados, fueron los que presentaron la mayor cantidad de personas, las partículas del piso y de otros espacios tienden a ponerse en suspensión debido a la aglomeración de personas, por ende, hay alteración de calidad de aire en el ambiente. A diferencia del día lunes, donde se observó menos aglomeración de personas, el resultado de microorganismos es menor.

**B. RELACIÓN ENTRE LA CARGA MICROBIOLÓGICA PRESENTE EN EL AIRE CON RESPECTO A LA CANTIDAD DE PERSONAS DURANTE EL MONITOREO.**

**TABLA 1  
RESULTADOS PROMEDIO DEL NÚMERO DE PERSONAS Y UFC/m<sup>3</sup> EN LOS CINCO PUNTOS DE MUESTREO**

Puntos	DIA 1		DIA 2		DIA 3		DIA 4		DIA 5		PROMEDIO	
	Miércoles		Sábado		Lunes		Miércoles		Sábado		N° P	UFC /m <sup>3</sup>
	N°	UFC /m <sup>3</sup>	N°	UFC /m <sup>3</sup>	N°	UFC /m <sup>3</sup>	N°	UFC /m <sup>3</sup>	N°	UFC /m <sup>3</sup>		
P-1	20	885	48	974	22	761	25	788	45	885	32	859
P-2	19	877	36	832	16	531	25	832	30	859	25	786
P-3	21	850	17	691	16	487	30	868	49	939	27	767
P-4	34	895	27	868	18	602	37	956	46	832	32	831
P-5	17	627	23	823	21	691	45	930	16	735	24	761

N°-p: número de personas

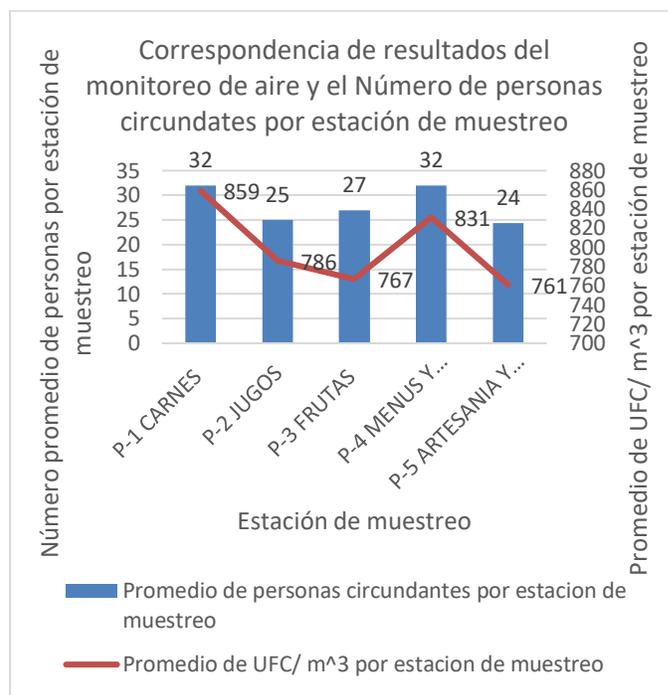


Fig 5. Correspondencia de resultados del monitoreo de aire y el Número de personas circundantes por estación de muestreo

Como podemos apreciar en la tabla 1 y figura 5, se observa los resultados del conteo total de microorganismos presentes en el aire en UFC/m<sup>3</sup> por punto, durante los cinco días de monitoreo, a la vez, se ve la relación que hay entre el número de personas concurrentes durante los periodos de muestreo. Como era de esperar a mayor número de personas en las estaciones mayor será la concentración de microorganismos. A la vez observamos que las estaciones P1 carnes y P4 menús y ceviches presentaron los resultados más altos de microorganismos presentan los valores más altos de personas circundantes con 32 individuos. Es necesario considerar que los resultados obtenidos confirman lo expresado por diversos estudios que se han realizado en ambiente cerrados sobre la propagación del Covid-19 en la actualidad [9].

Durante los estudios se recolectaron los siguientes géneros de microorganismos *Pseudomonas sp.*, *Estafilococos sp.*, *Mixomicetos sp.*, *Rizhopus sp.*, *Penicillium sp.*, y *Aspergillus sp.* algunos de estos organismos coinciden con los estudios [10] y [11]. El grupo dominante durante el muestreo fueron las *Pseudomonas*, en el punto cinco, con un resultado de 815 UFC/m<sup>3</sup>, superando lo establecido en la Norma UNE 100012 (España). Los microorganismos identificados presentan una amplia distribución en el aire en su estados activos y vegetativos, así pues, el *Penicillium*, *Rizhopus sp.*, *Mixomicetos* y *Aspergillus sp.* fueron más frecuentes en el área de frutas y jugos por sus requerimientos nutricionales

Los microorganismos se transmiten por las secreciones de la nariz y la garganta y son dispersados por la tos, los estornudos y la conversación pudiendo alcanzar una velocidad de 300 km/h. Una persona puede expulsar una media de 500 partículas

en la tos y de 1800 a 20000 en un estornudo, de los cuales la mitad son menores de 10  $\mu\text{m}$ . El tamaño de las partículas tiene una gran importancia, las más pequeñas penetran mejor y las más grandes tienen mayor supervivencia. La mayoría de los virus y muchas bacterias que causan infecciones respiratorias se encuentran en gotas grandes de 20  $\mu\text{m}$ , ya que si son pequeñas se evaporan y se inactivan por desecación [12] como por ejemplos los estafilococos y las pseudomonas. Si bien es cierto el trabajo realizado recolecto bacterias y hongos, los mecanismos de dispersión para los virus son los mismos.

Aunque el estudio contemplo la calidad microbiológica del aire y la cantidad de personas que circulan por cada estación evaluada se hace necesario ya habiendo obtenido nuestros datos realizar estudios subsecuentes de otros factores que influyen en la dispersión de microorganismos en el mercado como corrientes de aire, limpieza, cantidad, condiciones mismas del ambiente, temperatura, humedad relativa [13]. Al realizar un promedio global de todas las estaciones obtuvimos un valor global de 801 UFC/ $\text{m}^3$  sobrepasando por una colonia la norma española UNE 100012.

La presente investigación se incluyó como referencia por las autoridades municipales que están a cargo de los centros de abastos y mercados de la ciudad para establecer los protocolos respectivos para el funcionamiento y el cálculo de la capacidad del mercado central de la ciudad de Cajamarca.

#### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ejecutó en la Universidad Privada del Norte (UPN), en el marco del Proyecto de Investigación.

#### REFERENCIAS

- [1] Berenguer-Subils, M. J., & Martí Solé, M. C. (1989). \*-NTP 243: Ambientes cerrados: calidad del aire. Notas Técnicas de Prevención. INSHT, 11. Retrieved from. Disponible en: [https://www.diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c7389bc9-6b7b-4711-bdec-3ead4bc9a68b&groupId=7294824](https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=c7389bc9-6b7b-4711-bdec-3ead4bc9a68b&groupId=7294824)
- [2] Basílico, M., Chiericatti, C., Aringoli, E., Althaus, R. y Basílico, J. (2007). Influence of environmental factors on airborne fungi in of Santa Fe City, Argentina. Science of the Total Environment, 376: 143–15.
- [3] Mart, D. X., Andrea, P., & Hern, C. (2015). Contaminación microbiológica del aire al interior y el síndrome del edificio enfermo Air microbiological pollution indoor and the sick building syndrome. 37–50.
- [4] GPSMAP 62 and 64 Handbuch: Einfach Touren planen und navigieren. 24 p. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=tqC4BQAAQBAJ&pg=PA24&q=GPSMAP+garmin+64s&hl=es&sa=X&ved=2ahUKewiXhIOAsf7uAhXrIbkGHaCrDNMQ6AEwBHoECAIQAg#v=onepage&q=GPSMAP%20garmin%2064s&f=false>
- [5] UNE. UNA NORMA ESPAÑOLA (2005). Disponible en: <https://dgras.es/wp-content/uploads/2017/01/UNE-100012.pdf>

- [6] Tamayo y Tamayo, M. (2006). Técnicas de Investigación. (2ª Edición). México: Editorial Mc Graw Hill.
- [7] <https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt>
- [8] Mendoza, Luis; Jambo Luz; Velásquez Magda, Sánchez Marco, «Evaluación de la calidad microbiológica del aire en el área de influencia de la planta de tratamiento de residuos sólidos de Cajamarca.» Proceedings of the 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, Buenos aires, 2020.
- [9] EPA, El aire en espacios cerrados y el coronavirus (COVID-19). Disponible en: <https://espanol.epa.gov/cai/el-aire-en-espacios-cerrados-y-el-coronavirus-covid-19>
- [10] Toloza, D.L & Lizarazo.M.L. (2013). Calidad Microbiológica del Ambiente de la biblioteca Alfonso Patiño Rosselli, Tunja- Boyacá (Colombia). Disponible en: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/857/992>
- [11] Jaimes, A. 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. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2438>
- [12] De la Rosa,D., Mosso, M. A., & Ullán, C. (2000). El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. Observatorio Medioambiental, 5, 375–402. Disponible en: <https://doi.org/>
- [13] Ardila, M.L.M. (2018). Caracterización microbiológica de la calidad del aire al interior de las instalaciones del Cead Bucaramanga de la Universidad Nacional abierta y a distancia. Disponible en: <https://repositorio.unad.edu.co/handle/10596/27934>