

# UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

Facultad de Ciencias de la Salud  
Escuela Profesional de Nutrición Humana



*Una Institución Adventista*

## **Relación entre alimentos elaborados y presencia de microorganismos (Coliformes totales, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*) en el comedor de una universidad privada de Lima, 2019**

Tesis para obtener el Título Profesional de Licenciada en Nutrición Humana

**Por:**

Priscila Eugenia Gutiérrez Velasco  
Desire Cristine da Silva

**Asesor:**

Mg. Eduardo Alberto Meza Mantari

**Lima, febrero de 2020**

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Mg. Eduardo Alberto Meza Mantari de la Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Nutrición Humana, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

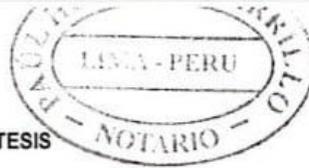
Que el presente informe de investigación titulado: “Relación entre alimentos elaborados y la presencia de microorganismos (Coliformes totales, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*) en el comedor de una universidad privada de Lima, 2019” constituye la memoria que presenta las bachilleres **Priscila Eugenia Gutiérrez Velasco** y **Desire Cristine da Silva** para aspirar al título de Profesional de Nutrición Humana ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Lima, el 06 de febrero del año 2020.



---

Mg. Eduardo Alberto Meza Mantari



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a seis día(s) del mes de febrero del año 2020, siendo las 11:00 horas, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: Mg. Mary Rodríguez Vásquez, el secretario: Lic. Fabita Eloyda Lozano López y los demás miembros: Mg. Flor De María Suárez Arvilasplata y el asesor Mg. Eduardo Alberto Meza Mantari

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: Relación entre alimentos elaborados y presencia de Microorganismos (Coliformes totales, Escherichia coli y Staphylococcus aureus) en el comedores de una universidad privada de Lima 2019

de el(los)/la(las) bachiller(es): a) Priscila Eugenia Gutiérrez Velasco b) Desire Cristine Da Silva

conducente a la obtención del título profesional de Licenciada en Nutrición Humana (Nombre del Título Profesional)

con mención en

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): Priscila Eugenia Gutiérrez Velasco

Table with columns: CALIFICACIÓN, ESCALAS (Vigesimal, Literal, Cualitativa), Mérito. Row 1: Aprobado, 14, C, aceptable, Bueno

Candidato (b): Desire Cristine Da Silva

Table with columns: CALIFICACIÓN, ESCALAS (Vigesimal, Literal, Cualitativa), Mérito. Row 1: Aprobado, 14, C, aceptable, Bueno

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Signatures for Presidente, Asesor, and Candidato/a (a)

Signature for Miembro

Signatures for Secretario, Miembro, and Candidato/a (b)

## **DEDICATORIA**

Dedico esta investigación a mi familia, amigos y todas las personas que han estado conmigo en todo este camino conducente a mi titulación.

Priscila Eugenia Gutiérrez Velasco

Dedico este trabajo a Dios, a mis amigos y a todos los estudiantes de nutrición humana que desean aventurarse en el campo de control de calidad e higiene de alimentos en los servicios de alimentación.

Además, a aquellos que en forma particular han ofrecido apoyo a esta investigación, en especial a mi querido padre.

Desire Cristine da Silva

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios Todopoderoso, porque su fe nos inspira a ir más allá por el bien de la ciencia.

A mi madre Rosa María Velasco Aponte, por ser la fuente de perseverancia y la razón de que culmine cada paso que doy.

A padre Leónidas José da Silva, por toda su motivación y confianza, además de su apoyo financiero para seguir y culminar esta investigación.

A Jean Carlo, mi gran compañero de vida y mejor amigo, por todo si apoyo emocional, financiero y su amor que me ha ayudado a seguir adelante.

A Eduardo Alberto Meza Mantari, por creer en este trabajo de investigación y aceptar compartir sus conocimientos, experiencia, orientación como nuestro asesor.

A Edda Evnet Newball Noriega, por su gran ayuda como guía y apoyo para la gestión en las etapas de la investigación

A Frank Jordan Peralta Alvarez, por brindarnos sus conocimientos, experiencia y orientación durante el desarrollo de la investigación para que este trabajo pueda culminar con éxito.

Al doctor Roger Albornoz y a la Escuela de Medicina de la Universidad Peruana unión por las facilidades de usar el laboratorio de Parasitología y Microbiología, así como, su apoyo para utilizar los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo la instrumentalización de la investigación.

A Lucia Pamela Bojorquez Robles, por brindarnos su experiencia en consultoría editorial y asesoramiento en esta investigación.

A Blanca Rosalin Ramos Yupanqui, por brindarnos sus conocimientos y orientaciones lingüísticas para la investigación.

A Carolina Patricia Cuadros Mahr, por brindar su orientación y experiencia para el doblaje al inglés de la investigación.

A la doctora Ruth Castañeda por su motivación, confianza y buenos ánimos, inspirando a que sigamos adelante con este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
TABLA DE CONTENIDO .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VIII
SÍMBOLOS USADOS.....	IX
RESUMEN .....	X
ABSTRACT .....	XI
INTRODUCCIÓN .....	12
MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
RESULTADOS.....	16
DISCUSIÓN.....	18
REFERENCIAS .....	23
ANEXOS.....	27

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características generales de las muestras evaluadas.....	27
Tabla 2. Relación entre los alimentos elaborados y la concentración de Coliformes totales .....	27
Tabla 3. Relación entre los alimentos elaborados y la concentración de Escherichia coli .....	28
Tabla 4. Relación entre los alimentos elaborados y la concentración Staphylococcus aureus .....	28
Tabla 5. Evaluación cualitativa de las muestras evaluadas según la concentración de microorganismos.....	29
Tabla 6. Relación entre el tipo de alimento y el tipo de muestra según la concentración de Coliformes totales.....	29
Tabla 7. Relación entre el tipo de alimento y el tipo de muestra según la concentración de E. coli.....	30
Tabla 8. Relación entre el tipo de alimento y el tipo de muestra según la concentración de Staphylococcus aureus .....	30

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. TABLAS .....	27
-----------------------	----

## **SÍMBOLOS USADOS**

BP: Baird Parker

BPM: Buenas Prácticas de Manufactura

BAM: Bacteriological Analytical Manual

*E. coli: Escherichia coli*

FDA: Food and Drug Administration

HACCP: Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control

ICMSF: International Commission on Microbiological Specifications for Foods

MINSA: Ministerio de Salud

NMP: Número Más Probable

PGH: Principios Generales de Higiene

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

R.M: Resolución Ministerial

*S. aureus: Staphylococcus aureus*

UFC: Unidad formadora de colonia

## RESUMEN

**Introducción.** Las estimaciones de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) revelan que unos 2 000 millones de personas en el mundo experimentan algún nivel de inseguridad alimentaria, particularmente la moderada. Con el objetivo de determinar la presencia de Coliformes totales, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* de los alimentos. **Materiales y métodos.** Se recolectaron las muestras procedentes de un comedor universitario y se analizaron en el Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Universidad Peruana Unión, usando el método de la International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). **Resultados.** Se evaluaron 44 muestras en total agrupadas en alimentos con tratamiento térmico, 59.09% (n=26) y alimentos sin tratamiento térmico, 40.91% (n=18). Para la presencia de Coliformes totales, se determinó que la mayor parte de las muestras (54.55%) poseen una mayor concentración (>1100 NMP/g), mientras que al analizar *E. coli*, se determinó que la mayor parte de las muestras (65.91%) poseen una menor concentración (<3 NMP/g); con respecto al *S. aureus*, se determinó que la mayor parte de las muestras evaluadas (70.00%) no evidenció presencia de este microorganismo. Además, se relacionó los alimentos elaborados y la presencia de microorganismos a través de la prueba exacta de Fisher, obteniendo que sí existe diferencia significativa entre el tipo de alimento elaborado y los microorganismos: Coliformes totales ( $p < 0.001$ ) y *E. coli* ( $p < 0.008$ ), con excepción del *S. aureus* ( $p = 0.45$ ). **Conclusiones.** La investigación sugiere una posible contaminación alimentaria. Se recomienda aplicar los Principios Generales de Higiene (PGH), las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y la implementación de un Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP) en toda la cadena alimenticia para evitar enfermedades de transmisión alimentaria.

**Palabras clave:** alimentos elaborados, Coliformes totales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

## ABSTRACT

**Introduction.** The Sustainable Development Goals (SDG) has one target about food insecurity; people have experienced food insecurity at moderate levels. The report brings the estimated total to 26.4 percent of the world population, it's about 2 billion people. In order to determine the presence of total Coliforms, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* in food. **Materials and methods.** Samples were collected from a university cafeteria and analyzed at the Laboratory of Microbiology and Parasitology of Universidad Peruana Unión (Peruvian Union University), using the method of the International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). **Results.** A total of 44 samples grouped in foods with heat treatment, 59.09% (n = 26) and foods without heat treatment, 40.91% (n = 18) were assessed. In the case of total Coliforms, it was determined that most of the samples (54.55%) have a higher concentration (>1100 NMP/g), while when analyzing *E. coli*, it was determined that most of the samples (65.91%) have a lower concentration (<3 MPN/g); regarding *S. aureus*, it was determined that most of the samples analyzed (70.00%) did not evidenced the presence of this microorganism. In addition, processed foods and the presence of microorganisms were related through Fisher's exact test, obtaining that there is a significant difference between the type of processed food and microorganisms: total Coliforms (p <0.001) and *E. coli* (p <0.008), with the exception of *S. aureus* (p = 0.45). **Conclusions.** Research suggests possible food contamination. It is recommended to apply the General Principles of Hygiene (PGH), Good Manufacturing Practices (GMP) and the implementation of a Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) system throughout the food chain to avoid foodborne diseases.

**Keywords:** processed foods, total Coliforms, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

## INTRODUCCIÓN

Las estimaciones del indicador 2.1.2 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) revelan que unos 2 000 millones de personas en el mundo experimentan algún nivel de inseguridad alimentaria, particularmente la moderada. En otras palabras, tienen acceso a los alimentos y estos satisfacen sus necesidades energéticas, pero no tienen la seguridad de que el acceso sea duradero y pueden verse obligados a reducir la calidad o cantidad de los alimentos que consumen. Este nivel moderado de inseguridad alimentaria puede ocasionar diversas formas de malnutrición, teniendo repercusiones graves para la salud y el bienestar personal. Por un lado, existen personas que padecen hambre, pero por otro lado, hay personas que no padecen malestar físico ocasionado por carencia de energía alimentaria u algún otro tipo; no obstante, pueden encontrarse en situación de inseguridad alimentaria (1).

Con el fin de contribuir a que todas las personas consuman alimentos inocuos y seguros, garantizando la seguridad alimentaria a través de datos científicos que puedan ayudar en la práctica de mejores condiciones higiénicas y de saneamiento básico en el servicio de alimentación de la institución educativa superior, y a su vez contribuir a la prevención de Enfermedades de Transmisión Alimentaria en la población estudiantil. Por ello el objetivo de la presente investigación fue determinar la presencia de Coliformes totales, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* de los alimentos (con y sin tratamiento térmico), de muestras procedentes de un comedor universitario, en Lima Metropolitana.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Diseño, tipo de investigación y material biológico**

Se realizó un estudio descriptivo correlacional de tipo transversal basado en la recolección de muestras alimentarias de un comedor universitario localizado en Lima Metropolitana Este, durante el mes de enero de 2019. El servicio de alimentación universitario tiene un menú variado y la capacidad de albergar a 700 comensales aproximadamente. Este comedor ofrece tres servicios: desayuno, almuerzo y cena, disponible para estudiantes, trabajadores, visitas, etc.

Los aislados de muestras alimentarias se procesaron en el Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Universidad Peruana Unión para la identificación y caracterización de Coliformes totales, *E. coli* y *S. aureus*, teniendo como referente propuesto a nivel mundial con relación a los estándares de calidad de la International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF) (2).

### **Recolección de muestras**

Las muestras recolectadas en total fueron 44, las cuales se tomaron del servicio del almuerzo (platos de fondo con cereales, guisos, menestras y entradas, como ensaladas crudas y mixtas) y se dividieron entre alimentos con tratamiento térmico y alimentos sin tratamiento térmico. Este proceso se realizó durante cuatro semanas, cada lunes, en el horario de 11:30 a.m. a 11:50 a.m., previas coordinaciones con la jefatura del comedor. Las muestras fueron recogidas en bolsas “ziploc” y luego trasladadas hasta el Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Universidad Peruana Unión (3).

Posteriormente se realizó el proceso de pesar 10 gramos de cada alimento, los que se homogenizaron en 90 ml de agua peptona, haciendo uso de cubiertos estériles y un “stomacher”, con la finalidad de recuperar la carga microbiana. Correspondiendo a la primera dilución, a partir de la cual se realizaron dos diluciones seriadas en 9 ml de agua peptona ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ) (medio, TM Media), según las instrucciones del fabricante (4).

### **Determinación de Coliformes totales**

Se determinó la presencia de Coliformes totales mediante una prueba presuntiva usando el caldo lauril sulfato de sodio (medio, Merck) por triplicado y una prueba confirmatoria en caldo de bilis verde brillante (medio, Becton Dickinson Difco™), siguiendo las indicaciones del fabricante (5,6), por el método del Número Más Probable (NMP). Para ello se procedió de la siguiente manera:

Para la prueba presuntiva, de la dilución  $10^{-1}$ , se tomó 1 ml y se agregó a un tubo con 10 ml de caldo lauril sulfato con campana de Durham, previamente esterilizado. Este procedimiento se realizó por triplicado. De igual manera, se procedió con las otras dos diluciones, teniendo nueve tubos en total, tres por cada dilución. Luego de 24 a 48 horas de incubación a  $35-37^{\circ}\text{C}$ , se procedió a realizar la lectura de la prueba presuntiva, considerando positivo los tubos en los que se observaba crecimiento y producción de gas.

En tanto, para la prueba confirmatoria de los tubos positivos en la prueba presuntiva, se realizó transferencia de dos asadas a tubos con caldo lactosa verde brillante al 2%, para realizar su confirmación. Cada tubo fue marcado con la dilución correspondiente a la prueba presuntiva. Se agitaron para homogeneizar e incubaron por 24 horas a  $35-37^{\circ}\text{C}$ ; pasado este tiempo, se realizó la lectura de los tubos teniendo en cuenta el mismo criterio de positividad: crecimiento y producción de gas. Los valores obtenidos fueron utilizados para interpretar el Número Más Probable según los criterios establecidos en la RM N°591-2008/MINSA (7).

### **Determinación de Coliformes fecales**

Se determinó la presencia de Coliformes fecales usando el caldo EC (medio, Criterion Hardy Diagnostics), según instrucciones del fabricante (8), a través del método del NMP. De los tubos positivos en la prueba presuntiva caldo lauril sulfato, se realizó la transferencia de dos asadas a tubos con caldo EC, cada tubo fue marcado con la dilución correspondiente a la prueba presuntiva. Se agitaron para homogeneizar e incubaron por 24-48 horas a  $44.5^{\circ}\text{C}$ ; pasado este tiempo, se realizó la lectura de los tubos teniendo en cuenta el criterio de positividad: crecimiento y producción de gas. Los valores obtenidos fueron utilizados para interpretar el Número Más Probable según los criterios establecidos en la RM N°591-2008/MINSA (7).

### **Identificación de *Escherichia coli***

De los tubos positivos en el caldo EC con presencia de turbidez y gas, se sembró con asa calibrada en agar MacConkey (medio, Becton Dickinson BBL™) por técnica de agotamiento, con la finalidad de tener colonias aisladas. Posteriormente, se incubaron las placas del agar por 24 horas a  $37^{\circ}\text{C}$ , siguiendo el protocolo del fabricante (9); pasado este tiempo, se realizó la identificación bioquímica mediante las pruebas IMViC, para lo cual, se tomaron las colonias típicas aisladas color rojo rodeadas por un halo opaco de precipitación de sales biliares y se sembraron en los medios de cultivos SIM (I) (medio, TM Media), Citrato (C) (medio, Oxoid), Rojo de metilo (RM) y Voges-Proskauer (VP) (medio, Britania), siguiendo el protocolo del fabricante (10–12); se incubó por 24 horas a  $37^{\circ}\text{C}$  y pasado este tiempo se realizó la lectura. Se consideró

*Escherichia coli* a las colonias que tuvieron el siguiente biotipo: I (+), RM (+), VP (-) y C (-).

Además, se realizó un frotis y coloración de Gram de las colonias típicas del agar MacConkey, con la finalidad de confirmar la morfología de bacilos gramnegativos. Finalmente, se calculó el NMP de *E. coli* basándose en la proporción de los tubos de caldo EC positivos y se comparó con los criterios establecidos en la RM N°591-2008/MINSA (7).

### **Identificación de *Staphylococcus aureus***

Para aislar e identificar la presencia de *S. aureus* en los alimentos estudiados, se realizó la siembra en agar Baird Parker (BP) (medio, Becton Dickinson Difco™), siguiendo indicaciones del fabricante (13). Se sembró 0.1 ml de la dilución inicial del alimento  $10^{-1}$  en el agar BP y se esparció con espátula de Drigalski en todo el medio; se incubó en condiciones aerobias entre 35 y 37°C por un periodo de 24-48 horas. Posteriormente, se realizó la identificación de las colonias, caracterizándose por ser grises oscuras y negras, brillantes, convexas, con márgenes puros, zonas transparentes con o sin zonas opacas en su alrededor. Y pasado este tiempo, se contó utilizando la siguiente fórmula UFC/g:

$$\text{UFC/g} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de colonias} \times 1 \text{ g}}{\text{dilución}}$$

Luego, con la finalidad de realizar la confirmación de la bacteria se realizaron las siguientes pruebas:

Para la prueba de la catalasa, se depositó una colonia típica de estafilococos, utilizando un asa bacteriológica en una lámina portaobjetos que contenía una gota de peróxido de hidrógeno; se confirmó el género por la producción de burbujas en la colonia al contacto con el peróxido de hidrógeno, reacción que indica un resultado positivo.

Y finalmente, la prueba de la coagulasa se inoculó en un tubo de ensayo que contenía plasma humano una colonia típica del agar manitol salado colonias amarillas. Se incubaron 6 horas a 36°C. El resultado positivo se observó con la presencia de un coágulo o fibrina en el plasma. Las cepas que resultaron negativo fueron mantenidas a temperatura ambiente (22-25°C) y leídas después de 18-24 horas. Los valores que se obtuvieron se utilizaron para interpretar los resultados UFC/g, según los criterios establecidos en la RM N°591-2008/MINSA (7). Adicionalmente, se realizó un frotis y coloración de Gram de las colonias típicas del agar Baird Parker, con la finalidad de confirmar la morfología de bacilos gramnegativos.

## **Análisis estadístico**

Para la presente investigación se elaboró la base de datos en el programa Microsoft Excel 2016. Luego de determinar el NMP/g y el UFC/g, se procedió a categorizar las variables de la siguiente manera: i) Coliformes totales (<3, 3-1100, >1100), ii) *E. coli* (<3, 3-1100, >1100) y iii) *S. aureus* (0, 1-300, >300); y se asignaron códigos a las categorías de las variables de tal manera que se facilitara el análisis. Posteriormente, la base de datos fue exportada al programa estadístico STATA versión 13. De acuerdo con la naturaleza categórica de las variables, se elaboraron tablas de frecuencias (n, %) para determinar la cantidad de muestras según tratamiento y la presencia de los microorganismos. La relación entre el tipo de alimento y la concentración de cada microorganismo fue determinada mediante la prueba exacta de Fisher, previa evaluación de supuestos. Las tablas de contingencia fueron elaboradas considerando frecuencias absolutas y relativas. Para todos los análisis se consideró un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5%, por lo tanto, todo p-valor menor o igual a 0.05 fue considerado como estadísticamente significativo.

## **Consideraciones éticas**

El estudio se clasificó como una investigación sin riesgo y no requirió consentimiento informado. El manejo de los datos obtenidos se realizó con estrictos parámetros de confidencialidad y con fines científicos. Esta investigación fue evaluada y aprobada por el Comité de Investigación, Ética de la Universidad Peruana Unión y el servicio de alimentación.

## **RESULTADOS**

De las 44 muestras alimenticias evaluadas (Tabla 1), se puede apreciar que la mayoría corresponde al grupo con tratamiento térmico, 59.09%; mientras que, el 40.91%, al grupo sin tratamiento térmico. Además, al evaluar la presencia de Coliformes totales, se determinó que la mayor parte de las muestras (54.55%) poseen una mayor concentración (>1100 NMP/g); mientras que, al analizar la presencia de *E. coli*, se determinó que la mayor parte de las muestras (65.91%) poseen una menor concentración (<3 NMP/g). Con respecto al *S. aureus*, se determinó que la mayor parte de las muestras evaluadas (70.00%) no evidenció presencia de este microorganismo.

En este estudio todas las muestras analizadas contenían Coliformes totales (Tabla 2). Se observa que la gran cantidad de muestras corresponde al grupo sin tratamiento térmico (94.44%) y poseían una alta concentración (>1100 NMP/g). Por otro lado, la mayor cantidad de muestras pertenece al grupo con tratamiento térmico (46.15%) y poseían una menor concentración (<3 NMP/g) de esta bacteria. Estos resultados fueron estadísticamente significativos ( $p < 0.001$ ).

En el estudio también se aprecia la presencia de *E. coli* en todos los aislados (Tabla 3). La mayor parte de muestras (55.56%) pertenecen al grupo de alimentos sin tratamiento térmico y poseían una alta concentración ( $>1100$  NMP/g) de esta bacteria; mientras que, para el grupo de alimentos con tratamiento térmico la mayoría de aislados (80.77%) poseían una menor concentración ( $<3$  NMP/g) de este patógeno. Por lo tanto, los resultados fueron estadísticamente significativos ( $p<0.008$ ).

Del análisis se puede apreciar que la mayor parte de las muestras en ambos grupos, con tratamiento térmico (76.92%) y sin tratamiento térmico (61.11%), respectivamente, poseían una menor concentración de *S. aureus*. A pesar de tener un mayor porcentaje de muestras sin presencia de *S. aureus* en el grupo con tratamiento térmico, esta tendencia no fue estadísticamente significativa ( $p=0.45$ ) (Tabla 4).

Con respecto a la calidad microbiológica para las muestras analizadas se obtuvo que, la mayor parte de los aislados (70.45%) fueron clasificadas como inaceptables para Coliformes totales. Sin embargo, para *E. coli* (65.91%) y *S. aureus* (70.45%), respectivamente, la mayoría de las muestras fueron clasificadas como aceptables (Tabla 5).

Según los criterios de calidad microbiológica para Coliformes totales, se observa que todas las muestras sin tratamiento térmico fueron consideradas como inaceptables (100.00%), pero la mitad de las muestras con tratamiento térmico fueron consideradas como aceptables (50.00%). Los resultados fueron estadísticamente significativos ( $p<0.001$ ) (Tabla 6).

Para *E. coli*, según los criterios de calidad microbiológica, se aprecia que la mayor parte de las muestras sin tratamiento térmico fueron clasificadas como inaceptables (55.56%); mientras que, la mayor parte de las muestras con tratamiento térmico fueron clasificadas como aceptables (80.77%). Así pues, estos resultados se consideraron estadísticamente significativos ( $p=0.02$ ) (Tabla 7).

En el caso de *S. aureus*, y según los criterios de calidad microbiológica, se observa que la mayor parte de las muestras en ambos grupos, con tratamiento térmico (76.92%) y sin tratamiento térmico (61.11%), respectivamente, fueron consideradas aceptables. A pesar de tener un mayor porcentaje de muestras aceptables en el grupo con tratamiento térmico, esta tendencia no fue estadísticamente significativa ( $p=0.21$ ) (Tabla 8).

## DISCUSIÓN

En esta investigación se confirmó la presencia de Coliformes totales, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en los aislados de muestras provenientes de alimentos preparados de un comedor universitario. Las muestras evaluadas fueron clasificadas en dos: preparaciones con tratamiento térmico; y sin tratamiento térmico, que incluían preparaciones de ingredientes con y sin tratamiento térmico, propuesta por la norma para los criterios microbiológicos establecidos en la RM N°591-2008/MINSA (7). Se puede señalar que la mayoría de las muestras analizadas (59.09%) corresponden al grupo con tratamiento térmico (Tabla 1).

Al evaluar la presencia de Coliformes totales, se determinó que la mayor parte de los aislados alimentarios (54.55%) poseían mayor concentración (>1100 NMP/g) y un 70% del total de muestras fueron clasificadas como inaceptables, según normativa para criterios microbiológicos (Tabla 1). En relación con los Coliformes totales y el tipo de alimento, se observó que una mayor cantidad en las muestras sin tratamiento térmico (94.44%) que poseían mayor concentración de este microorganismo. Adicionalmente, Galarza reporta un 80% de sus muestras fuera de los rangos permisibles (14). Así también, Balzaretto y Marzano encontraron la presencia de este microorganismo mayoritariamente (79.80%) en alimentos crudos, como zanahoria, lechuga, pepinillo, entre otros, y que sobrepasaban los límites permitidos según los estándares de calidad (15). Con relación a Coliformes totales en alimentos con tratamiento térmico, se obtuvo que la mayor cantidad de las muestras (46.15%) contenían menor concentración de este. En cambio, Mamani y Orellana, encontraron que el 80% de sus muestras alimentarias, como sopas, infusiones y segundos, contenían este microorganismo, pero en menor concentración, es decir, dentro de lo normado (16). Difiere de Balzaretto y Marzano, quienes reportaron que solo el 14.3% estaba por encima de los rangos permitidos en sus muestras evaluadas para alimentos cocinados totalmente (15) (Tabla 2).

En cuanto a los aislados, según tipo de alimento (con y sin tratamiento térmico) y la concentración de Coliformes totales, se apreció que la mayor cantidad de muestras sin tratamiento térmico poseían una alta concentración de coliformes totales; mientras que la mayor parte de las muestras con tratamiento térmico poseían una menor concentración. De esta manera, se puede concluir que el tratamiento térmico permite tener muestras con menor concentración de esta bacteria. Estos resultados fueron estadísticamente significativos ( $p < 0.001$ ) (Tabla 2). También Balzaretto y Marzano encontraron significancia estadística de  $p < 0.05$  entre alimentos cocinados y crudos y la concentración de este microorganismo (15).

Al contrastar la concentración de Coliformes totales con los criterios de conformidad, se determinó que el 100% de las muestras sin tratamiento térmico fueron clasificadas como inaceptables, mientras que la mitad de las muestras con tratamiento térmico (50%) fueron consideradas aceptables. Los resultados fueron estadísticamente significativos ( $p < 0.001$ ) (Tabla 6).

Una posible explicación, según la Bacteriological Analytical Manual de Food Drug Administration (FDA-BAM), sería que los coliformes totales son parte de la microbiota intestinal del ser humano, pero solo un 10%; el resto se encuentra en el medio ambiente como en el agua, suelo, vegetación y en heces de los animales de sangre caliente, es por ello que en el ámbito de seguridad alimentaria es utilizado como indicador de higiene (17).

En el presente estudio, al evaluar la presencia de *E. coli* se determinó que gran parte de los aislados alimentarios (65.91%) poseían una menor concentración ( $< 3$  NMP/g), siendo considerados aceptables, según norma para criterios microbiológicos (Tabla 6). Con respecto a la presencia de *Escherichia coli* en los alimentos sin tratamiento térmico, se observa que la mayoría poseen una concentración elevada (55.56%). Resultados similares obtuvieron Toe et al., un 77.80% con predominio de *E. coli* para alimentos sin tratamiento térmico (ensaladas crudas y mixtas), aunque solo un 52.30% fuera de los parámetros establecidos (18). Sin embargo, Soberon encontró en sus muestras analizadas de ensaladas crudas que solo el 24.10% superó los límites permitidos (19). No obstante, la investigación de Palacios obtuvo para alimentos sin tratamiento térmico (hortalizas, lavadas, picadas y molidas) un 70 a 80% (20). Para los alimentos preparados con tratamiento térmico, se encontró *Escherichia coli*, pero en menor concentración (80.77%). Además, el reporte de Caruajulca et al., menciona el hallazgo de solo el 12% en sus muestras con tratamiento térmico, como sopas, infusiones y segundos (21).

En relación con los aislados, según tipo de alimento (con y sin tratamiento térmico) y la concentración de *E. coli*, se observa que la mayor cantidad de muestras sin tratamiento térmico poseen una alta concentración de esta bacteria; mientras que la mayor parte de muestras con tratamiento térmico poseen menor concentración. Se puede concluir que el tratamiento térmico permite tener muestras con una menor concentración de este patógeno. Los resultados fueron estadísticamente significativos ( $p < 0.008$ ) (Tabla 3). También Rohmah et al. encontraron correlación entre la presencia de *E. coli* en sus alimentos e ingredientes con tratamiento y sin tratamiento térmico ( $p = 0.000$ ) que expedían en sus comedores universitarios (22).

Con relación a la concentración de *E. coli* con los criterios de conformidad, se determinó que el 55.56% de las muestras sin tratamiento térmico fueron clasificadas como inaceptables; mientras que la mayor parte de las muestras con tratamiento térmico (80.77%) fueron consideradas aceptables. Los resultados fueron estadísticamente significativos ( $p=0.02$ ) (Tabla 7).

La posible explicación de FDA-BAM es que la *E. coli* es parte del microbiota intestinal de seres humanos como animales y contribuyen a la salud del huésped; es un microorganismo de contaminación fecal usado con frecuencia en la industria alimentaria (23). De las diferentes cepas de esta bacteria como *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), *E. coli* entero patógena (EPEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *E. coli* entero invasiva (EIEC), solo cuatro están implicadas en enfermedades de transmisión alimentaria o agua (24,25).

Por otro lado, al analizar la presencia de *S. aureus*, se determinó que la mayor parte de las muestras evaluadas (70.00%) no evidenció presencia de este microorganismo y fueron consideradas aceptables acorde a normativa peruana. De manera que para *Staphylococcus aureus*, la mayor parte de las muestras, tanto para alimentos sin tratamiento térmico y con tratamiento térmico, 61.11%, 76.92%, respectivamente, poseían una menor concentración de este. Aunque, Alvis y Ueno reportaron que solo el 6.2% de sus muestras provenientes de un alimento cocido y de un alimento crudo contenían *S. aureus* coagulasa positiva por encima de los límites permitidos (26). Difiere de los resultados de Souza et al., porque ellos encontraron presencia de este microorganismo en un 42% de sus muestras para alimentos cocidos como para alimentos con ingredientes mixtos (crudos y cocidos), pero no para los alimentos totalmente crudos (27). Sin embargo, Silva y Martins, y Mallet et al. solo analizaron alimentos crudos, encontrando 2.5% y 11%, respectivamente, de este *S. aureus* coagulasa positiva en elevadas concentraciones, según legislación (28). Con relación a los aislados alimentarios, según tipo de alimento (con y sin tratamiento térmico), a pesar de tener un mayor porcentaje de muestras sin presencia de *S. aureus* en alimentos con tratamiento térmico, esta tendencia no es estadísticamente significativa ( $p=0.45$ ). No obstante, Balzaretto y Marzano encontraron significancia estadística ( $p<0.05$ ) entre los grupos de alimentos de cocinados totalmente y los cocinados totalmente con el mínimo contacto listo para la venta o consumo y presencia de *S. aureus* (15).

En relación con la concentración de *S. aureus* con los criterios de conformidad, se determinó que ambos grupos, con tratamiento (61.11%) y sin tratamiento térmico (76.92%), fueron clasificados como aceptables. A pesar de tener mayor porcentaje de aislados alimentarios en el grupo con tratamiento térmico, esta tendencia no llegó a ser significativa ( $p=0.21$ ) (Tabla 8).

La explicación sugiere lo siguiente, los estafilococos habitan la piel, la zona nasofaríngea, los pliegues inguinales y las axilas (29), es decir, son parte de la microbiota humana. Los manipuladores de alimentos que porten estafilococos enterotoxigénicos son la principal fuente de contaminación de los alimentos por contacto directo con los productos o superficies de contacto. Además, los animales (ganado lechero) también pueden portar este microorganismo y ser una posible fuente de contaminación para la leche y sus derivados lácteos. Este microorganismo está presente en el medio ambiente y se puede transferir a productos alimenticios y ser una fuente potencial de contaminación (30). Por consiguiente, el *Staphylococcus aureus* usualmente es destruido por tratamiento térmico y casi todos los productos de limpieza. Según la FDA-BAM, la presencia de esta bacteria o sus enterotoxinas en alimentos preparados o procesados, o en los equipos de procesamiento de alimentos, es indicio de saneamiento deficiente. Es decir, la presencia de *S. aureus* en altas concentraciones indican déficit en las Buenas Prácticas de Manufactura (31).

## **Conclusiones**

Los alimentos con tratamiento térmico presentaron menor concentración de Coliformes totales a diferencia de los alimentos sin tratamiento térmico. Por esta razón, existe estrecha relación entre la concentración de Coliformes totales y los alimentos elaborados ( $p<0.001$ ).

Los alimentos que recibieron tratamiento térmico presentaron menor concentración de *Escherichia coli* a diferencia de los alimentos sin tratamiento térmico. Por lo tanto, se evidenció estrecha relación entre la concentración de *E. coli* y los alimentos elaborados ( $p=0.008$ ).

Finalmente, no fue posible establecer una relación entre los alimentos elaborados (con y sin tratamiento térmico) y *Staphylococcus aureus* ( $p=0.45$ ).

## **Recomendaciones**

Se recomienda analizar una mayor cantidad de muestras con y sin tratamiento térmico a fin de hallar o descartar *Staphylococcus aureus* en los alimentos preparados. Así también, realizar estudios similares que incluyan análisis microbiológico del agua

potable, superficies vivas e inertes con el fin de entender el posible mecanismo de contaminación.

### **Declaración de financiamiento y de conflicto de interés**

La investigación fue posible gracias al apoyo proporcionado por la Escuela Profesional de Medicina Humana de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Peruana Unión, sede Lima-Perú. Los autores declaran que no hay conflictos de intereses potenciales.

### **Agradecimientos**

A Edda Evnet Newball Noriega por sus aportes al manuscrito.

## REFERENCIAS

1. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Roma; 2019.
2. The International Commission on Microbiological Specifications for Foods [Internet]. [cited 2019 Sep 18]. Available from: <https://www.icmsf.org/>
3. Universidad Peruana Unión. Laboratorios de la Escuela de Medicina, UPeU Sede-Lima [Internet]. [cited 2021 Sep 3]. Available from: <https://medicina.upeu.edu.pe/condiciones-de-estudio/>
4. TM Media Titan Biotech LTD. Peptone-R. No Title [Internet]. [cited 2021 Sep 3]. Available from: <https://www.titanbiotechltd.in/search.html?ss=Peptone-R>
5. MERCK Caldo Lauril Sulfato ISO 4831:2006 ISO 7251:2005 y FDA BAM GranuCult®. Technical Data Sheet, DS 110266\_MM\_TechDS\_1707 [Internet]. [cited 2021 Sep 3]. Available from: [https://www.merckmillipore.com/PE/es/product/Lauryl-Sulfate-broth,MDA\\_CHEM-110266](https://www.merckmillipore.com/PE/es/product/Lauryl-Sulfate-broth,MDA_CHEM-110266)
6. BD Dianostics Avantor® VWR® Brilliant Green Bile 2% Dehydrated Media APHA y US FDA BAM. No Title [Internet]. [cited 2021 Sep 3]. Available from: <https://us.vwr.com/store/product/18996852/brilliant-green-bile-2-dehydrated-media-bd-diagnostics>
7. “Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano”. R.M. N°591-2008/MINSA. Ministerio de Salud (2008-08-27).
8. CRITERION EC Medium Hardy Diagnostics. Instructions for use CRITN EC Medium [Internet]. [cited 2021 Sep 3]. Available from: [https://catalog.hardydiagnostics.com/cp\\_prod/product/c5691-ec-medium-criterion-dehydrated-culture-media-500gm-wide-mouth-bottle-by-hardy-diagnostics-dehydrated-media---criterion](https://catalog.hardydiagnostics.com/cp_prod/product/c5691-ec-medium-criterion-dehydrated-culture-media-500gm-wide-mouth-bottle-by-hardy-diagnostics-dehydrated-media---criterion)
9. BD Dianostics Avantor® VWR® BBL MacConkey II Agar™. No Title [Internet]. [cited 2021 Sep 3]. Available from: <https://us.vwr.com/store/product/20787271/bbltm-macconkey-ii-agar-bd>
10. TM Media Titan Biotech LTD. SIM Medium. Product Data Sheet TM 847 [Internet]. [cited 2021 Sep 3]. Available from: [https://www.tmmedia.in/sites/default/files/TM-847\\_Sim\\_Medium\\_TD.pdf](https://www.tmmedia.in/sites/default/files/TM-847_Sim_Medium_TD.pdf)
11. OXOID Simmons Citrate Agar CM0155. Directions and Technique [Internet]. [cited 2021 Sep 3]. Available from: <http://www.remel.com/oxid/msds/?country=EN>
12. Britania Rojo de Metilo y Voges Proskauer Medio. UPL MR-VP Medio, v.02

- [Internet]. [cited 2021 Sep 3]. Available from:  
[https://www.britanialab.com/productos/producto/2/medios\\_de\\_cultivo\\_deshidratados/-/-/338/mr\\_vp\\_medio](https://www.britanialab.com/productos/producto/2/medios_de_cultivo_deshidratados/-/-/338/mr_vp_medio)
13. BD Difco™ Avantor® VWR® Baird-Parker Agar Base. No Title [Internet]. [cited 2021 Sep 3]. Available from:  
<https://us.vwr.com/store/product/20268048/difcotm-baird-parker-agar-base-bd>
  14. Galarza K. Evaluación adquirida de alimentos en la vía pública del cercado de Lima entre mayo 2017 y junio 2018 [tesis]. Lima, Perú [Internet]. Universidad Norbert Wiener; 2018. Available from:  
<http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/2656>
  15. Balzaretto CM, Marzano MA. Prevention of travel-related foodborne diseases: Microbiological risk assessment of food handlers and ready-to-eat foods in northern Italy airport restaurants. *J Food Cont* [Internet]. 2013;29(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.05.077>
  16. Mamani PS, Orellana E. Evaluación de la calidad sanitaria e inocuidad microbiológica de alimentos preparados y superficies de contacto en comedores populares de los distritos de Characato, Sabandía y Mollebaya de la provincia de Arequipa [tesis]. Arequipa, Perú [Internet]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa; 2018. Available from:  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6785>
  17. Patel AK, Singhania RR, Pandey A, Joshi VK, Nigam PS, Soccol CR. Enterobacteriaceae, Coliforms and E.Coli: Introduction. In: Carl A. Batt MLT, editor. *Encyclopedia of Food Microbiology* [Internet]. second. Academic Press; 2014. p. 659–66. Available from:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123847300000975>
  18. Toe E, Dadié A, Dako E, Loukou G. Bacteriological quality and risk factors for contamination of raw mixed vegetable salads served in collective catering in Abidjan (Ivory Coast). *Adv Microbiol* [Internet]. 2017 Jun [cited 2019 Jul 4];7. Available from: <https://doi.org/10.4236/aim.2017.76033>
  19. Soberon JG. Calidad microbiana y *Listeria monocytogenes* en ensaladas expandidas en pollerías del distrito de los Olivos – Lima [tesis]. Lima, Perú [Internet]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2017. Available from:  
<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/6208>
  20. Palacios BM. Estado de inocuidad de los alimentos preparados sin tratamiento térmico y su influencia en la salud del consumidor [dissert]. Huacho, Perú. Universidad Nacional José Faustino Carrión; 2019.
  21. Zenteno Guerra AB, Caruajulca Pérez N, Palacios Morales F. Identificación de *Escherichia Coli* presente en alimentos preparados en los comedores populares del distrito de Chaclacayo, Lima, Perú. *Rev Científica Ciencias la*

Salud. 2013;6(2):79–85.

22. Rohmah J, Rini CS, Cholifah S. The relationship between hygiene and sanitation to *Escherichia coli* contamination on foods in a campus cafeteria. IOP Conf Ser Mater Sci Eng. 2018;420(1).
23. Feng P, D. Weagant S, A. Grant M, Burkhardt W. BAM Chapter 4: Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria [Internet]. FDA: Food & Beverages. 2019 [cited 2019 Sep 18]. Available from: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria>
24. Lacher DW, Gangiredla J, Patel I, Elkins CA FP. Use of the *Escherichia coli* identification microarray for characterizing the health risks of Shiga toxin-producing *E. coli* isolated from foods. J Food Prot [Internet]. 2016;79:1656–62. Available from: <https://meridian.allenpress.com/jfp/article-abstract/79/10/1656/174544/Use-of-the-Escherichia-coli-Identification?redirectedFrom=fulltext>
25. Nataro JP and JBK. Diarrheagenic *Escherichia coli*. Clin Microbiol [Internet]. 1998;11:132–201. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5156508/>
26. Alves MG, Ueno M. Self-service restaurants: Food safety and sanitary quality. Rev Nutr [Internet]. 2010;23(4):573–80. Available from: <https://www.scielo.br/j/rn/a/CJvVPTGJKB68vG884HQj7hs/?format=pdf&lang=pt>
27. Souza RO, Cruz L, Coelho MB, Soares LA, Gomes AA, Soares JO, et al. Avaliação de *Staphylococcus Aureus* em alimentos comercializados no Município de Divinópolis, Minas Gerais. An da V Jorn Acadêmica Int Bioquímica [Internet]. 2015 Jan;1(1). Available from: <http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/avaliacao-de-staphylococcus-aureus-em-alimentos-comercializados-no-municipio-de-divinopolis-minas-gerais-14487>
28. Silva MF de O, Martins EDS. Qualidade microbiológica de sorvetes comercializados em Frutal, Minas Gerais. Rev Verde Agroecol e Desenvolv Sustentável [Internet]. 2019;14(1):128. Available from: <https://www.cabdirect.org/globalhealth/abstract/20203155951>
29. Kluytmans, JAJW, and Wertheim H. Nasal carriage of *Staphylococcus aureus* and prevention of nosocomial infections. Infection [Internet]. 2005;33:3–8. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs15010-005-4012-9>
30. Tallent S, Hait J, W. Bennett R, A. Lancette G. BAM Chapter 12: *Staphylococcus aureus* [Internet]. FDA: Food & Beverages. 2019 [cited 2019 Sep 18]. Available from: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-12-staphylococcus-aureus>

31. Tallent S, W. Bennett R, M. Hait J. BAM Chapter 13B - Staphylococcal Enterotoxins Detection Methods [Internet]. FDA: Food & Beverages. 2018 [cited 2019 Sep 18]. Available from: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-13b-staphylococcal-enterotoxins-detection-methods>

## ANEXOS

### ANEXO 1. TABLAS

**Tabla 1.** Características generales de las muestras evaluadas

Variable		n	%
Grupo	Sin tratamiento térmico	18	40.91
	Con tratamiento térmico	26	59.09
Coliformes totales (NMP/g)	<3	12	27.27
	3-1100	8	18.18
	>1100	24	54.55
<i>E. coli</i> (NMP/g)	<3	29	65.91
	3-1100	1	2.27
	>1100	14	31.82
<i>S. aureus</i> (UFC/g)	0	31	70.00
	1-300	7	16.00
	>300	6	14.00

NOTA: *E. coli*, *Escherichia coli*; NMP, Número más probable; *S. aureus*, *Staphylococcus aureus*; UFC/g, Unidad formadora de colonia; n, números de unidades de la muestra.

**Tabla 2.** Relación entre los alimentos elaborados y la concentración de Coliformes totales

Grupo	Coliformes totales			p
	<3	3-1100	>1100	
Sin tratamiento térmico	0	1	17	<0.001
	0.00%	5.56%	94.44%	
Con tratamiento térmico	12	7	7	<0.001
	46.15%	26.92%	26.92%	

NOTA: \*\*P de la tendencia. Se usó la prueba exacta de Fisher para evaluar el grado de relación entre el tipo de alimento elaborado y la concentración de Coliformes totales. P-valor <0.05 fue considerado como estadísticamente significativo.

**Tabla 3.** Relación entre los alimentos elaborados y la concentración de *Escherichia coli*

Grupo	<i>E. coli</i>			p
	<3	3-1100	>1100	
Sin tratamiento térmico	8 44.44%	0 0.00%	10 55.56%	0.008
Con tratamiento térmico	21 80.77%	1 3.85%	4 15.38%	

NOTA: *E. coli*, *Escherichia coli*. \*\*P de la tendencia. Se usó la prueba exacta de Fisher para evaluar el grado de relación entre el tipo de alimento elaborado y la concentración de *Escherichia coli*. P-valor <0.05 fue considerado como estadísticamente significativo.

**Tabla 4.** Relación entre los alimentos elaborados y la concentración *Staphylococcus aureus*

Grupo	<i>S. aureus</i>			p
	0	1-300	>300	
Sin tratamiento térmico	11 61.11%	3 16.67%	4 22.22%	0.45
Con tratamiento térmico	20 76.92%	4 15.38%	2 7.69%	

NOTA: *S. aureus*, *Staphylococcus aureus*. \*\*P de la tendencia. Se usó la prueba exacta de Fisher para evaluar el grado de relación entre el tipo de alimento elaborado y la concentración de *Staphylococcus aureus*. P-valor <0.05 fue considerado como estadísticamente significativo.

**Tabla 5.** Evaluación cualitativa de las muestras evaluadas según la concentración de microorganismos

Variable		n	%
Coliformes totales	Aceptable	13	29.55
	Inaceptable	31	70.45
<i>E. coli</i>	Aceptable	29	65.91
	Inaceptable	15	34.09
<i>S. aureus</i>	Aceptable	31	70.45
	Inaceptable	13	29.55

NOTA: *E. coli*, *Escherichia coli*; *S. aureus*, *Staphylococcus aureus*; n, números de unidades de la muestra.

**Tabla 6.** Relación entre el tipo de alimento y el tipo de muestra según la concentración de Coliformes totales

Grupo	Coliformes totales		p
	Aceptable	Inaceptable	
Sin tratamiento térmico	0	18	<0.001
	0.00%	100.00%	
Con tratamiento térmico	13	13	
	50.00%	50.00%	

NOTA: \*\*P de la tendencia. Se usó la prueba exacta de Fisher para evaluar el grado de relación entre el tipo de alimento elaborado y la concentración de Coliformes totales. P-valor <0.05 fue considerado como estadísticamente significativo.

**Tabla 7.** Relación entre el tipo de alimento y el tipo de muestra según la concentración de *E. coli*

Grupo	<i>E. coli</i>		p
	Aceptable	Inaceptable	
Sin tratamiento térmico	8	10	0.02
	44.44%	55.56%	
Con tratamiento térmico	21	5	0.02
	80.77%	19.23%	

NOTA: *E. coli*, *Escherichia coli*. \*\*P de la tendencia. Se usó la prueba exacta de Fisher para evaluar el grado de relación entre el tipo de alimento elaborado y la concentración de *Escherichia coli*. P-valor <0.05 fue considerado como estadísticamente significativo.

**Tabla 8.** Relación entre el tipo de alimento y el tipo de muestra según la concentración de *Staphylococcus aureus*

Grupo	<i>S. aureus</i>		p
	Aceptable	Inaceptable	
Sin tratamiento térmico	11	7	0.21
	61.11%	38.89%	
Con tratamiento térmico	20	6	0.21
	76.92%	23.08%	

NOTA: *S. aureus*, *Staphylococcus aureus*. \*\*P de la tendencia. Se usó la prueba exacta de Fisher para evaluar el grado de relación entre el tipo de alimento elaborado y la concentración de *Staphylococcus aureus*. P-valor <0.05 fue considerado como estadísticamente significativo.