Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

Calidad microbiológica de bebidas refrescantes de maíz morado expendidos en distritos de Lima-Este 2024

TESIS

Para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

AUTOR

David Jonathan SIHUINCHA QUISPE

ASESOR

Mg. Robert Dante ALMONACID ROMÁN

Nelson BAUTISTA CRUZ (**Coasesor**)

Lima, Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Sihuincha D. Calidad microbiológica de bebidas refrescantes de maíz morado expendidos en distritos de Lima-Este 2024 [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica; 2025.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	David Jonathan Sihuincha Quispe
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	46710753
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-9634-3289
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Robert Dante Almonacid Román
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40493000
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4865-3820
Datos de coasesor	
Nombres y apellidos	Nelson Bautista Cruz
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	10260086
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-0932-2332
Datos del jurado	
Presidente del Jurado	
Nombres y apellidos	Julio Reynaldo Ruiz Quiroz
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07760326
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Gloria Marina Marín Vallejos
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09690135

Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Teresa Celina Gallardo Jugo
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07727234
Datos de investigación	
Línea de investigación	Microbiología y Seguridad Alimentaria
Grupo de investigación	**-**
Agencia de financiamiento	-
Ubicación geográfica de la investigación	Facultad de Farmacia y Bioquímica - UNMSM - Jr. Puno N° 1002 - Lima - Perú
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2024
URL de disciplinas OCDE	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.01.05

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Decanato

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado Examinador y Calificador de la Tesis titulada:

Calidad microbiológica de bebidas refrescantes de maíz morado expendidos en distritos de Lima-Este 2024

Que presenta el Bachiller en Farmacia y Bioquímica:

DAVID JONATHAN SIHUINCHA QUISPE

Que reunidos en la fecha se llevó a cabo la **SUSTENTACIÓN** de la **TESIS**, y después de las respuestas satisfactorias a las preguntas y objeciones formuladas por el Jurado, ha obtenido la siguiente calificación final:

Diecisiete (17) aprobado con mención honrosa

de conformidad con él Art. 14.° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para la obtención del Título Profesional de Químico Farmacéutico (a) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica.

Lima, 15 de mayo de 2025.

Dr. Julio Reynaldo Ruiz Quiroz
Presidente

Mg. Gloria Marina Marín Vallejos
Miembro

Q.F. Teresa Celina Gallardo Jugo
Miembro

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. DECANA DE AMÉRICA.
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Robert Dante Almonacid Román, identificado con DNI N°40493000 en mi condición de asesor acreditado con la Resolución Decanal N°000654-2024-D-FFB/UNMSM de la tesis, cuyo título es: **Calidad microbiológica de bebidas refrescantes de maíz morado expendidos en distritos de Lima-Este 2024**, presentado por el bachiller **David Jonathan Sihuincha Quispe**, para optar el título profesional de Químico Farmacéutico.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 16 % de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.
Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, para la obtención del título profesional de Químico Farmacéutico.

Lima, 22 de abril 2025



Firma del asesor
DNI: **40493000**
Robert Dante Almonacid Román

DEDICATORIA

A Dios por haberme guiado y brindado la perseverancia necesaria para seguir adelante.

A mis padres Inés Quispe Carrera y Arístides Sihuincha Lapa, por su amor, apoyo y confianza en cada momento de mi vida. A mi hermana Susy Sihuincha Quispe por alentarme siempre.

AGRADECIMIENTOS

***A mis asesores Mg. Robert Dante Almonacid Román y MSc. Nelson Bautista Cruz**, por su asesoramiento, apoyo y confianza constante transmitida durante el desarrollo de este proyecto*

***A mi amiga Mg. Shamila Pastor Yataco**, por su apoyo y valiosa amistad durante el tiempo de desarrollo de este trabajo.*

***A los docentes del laboratorio de Microbiología y Biotecnología del Departamento Académico de Microbiología y Parasitología Básica y Aplicada** por brindarme las instalaciones, equipos y reactivos que fueron esenciales para la culminación de esta investigación.*

Y a todos los docentes que aportaron conocimientos a mi vida universitaria y durante el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN vi

ABSTRACT vii

ÍNDICE DE TABLAS viii

ÍNDICE DE FIGURAS ix

ABREVIATURAS xi

I. INTRODUCCIÓN 1

1.1. Planteamiento del problema 1
1.2. Formulación del problema 2
1.3. Objetivos 2
1.3.1. Objetivo general 2
1.3.2. Objetivos específicos 2

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA 4

2.1. Antecedentes del estudio 4
2.2. Bases teóricas 7
2.2.1. Enfermedades transmitidas por alimentos 7
2.2.2. Bebidas 7
2.2.3. Maíz morado 8
2.2.4. Calidad microbiológica en alimentos elaborados 9

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES 12

3.1. Hipótesis 12
3.2. Variables 12

IV. MATERIALES Y MÉTODOS 13

4.1. Área de estudio: 13
4.2. Tipo y diseño de investigación 13
4.3. Unidad de análisis 13
4.4. Población de estudio 13
4.5. Muestreo 13
4.6. Muestra 13
4.7. Métodos 13

4.7.1. Recolección de muestras de bebidas refrescantes de maíz morado. 13

4.7.2. Determinación del número de bacterias aerobias mesófilos viables en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. 14

4.7.3. Determinación del número de coliformes totales, termotolerantes y *E. coli* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. 14

4.7.4. Determinación del número de *Staphylococcus aureus* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024..... 15

4.7.5. Caracterización de la susceptibilidad a los antimicrobianos de aislados de *Staphylococcus aureus* de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024…… 15

4.7.6. Determinación de la presencia o ausencia de *Salmonella* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. 16

4.7.7. Procesamiento y análisis de datos 16

V. RESULTADOS 17

5.1. Determinación del número de bacterias aerobias mesófilos viables en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024..... 17

5.2. Determinación del número de coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024..... 18

5.3. Determinación del número *Staphylococcus aureus* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. 23

5.4. Caracterización de la susceptibilidad a los antimicrobianos de aislados de *Staphylococcus aureus* de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024..... 25

5.5. Determinación de la presencia o ausencia de *Salmonella* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. 27
VI. DISCUSIÓN 31
VII. CONCLUSIONES 35
VIII. RECOMENDACIONES 36
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 37
X. ANEXOS 42

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la calidad microbiológica de bebidas refrescantes de maíz morado expendidos en los distritos de Lima-Este 2024. Se recolectaron 18 muestras de diferentes puntos de venta ambulatoria de 3 distritos de Lima-Este; 7 muestras fueron de Santa Anita, 9 de Ate y 2 de Lurigancho. Se realizó el número de aerobios mesófilos, coliformes totales, *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo e investigación de *Salmonella* según los métodos y criterios microbiológicos de la Norma Técnica Sanitaria 071-2008 MINSA/DIGESA; asimismo, se determinó la susceptibilidad antimicrobiana de *Staphylococcus aureus* según metodología del Instituto Nacional de Salud. El 83,33% (n=15) de las muestras analizadas no cumplen con los criterios de calidad microbiológica establecida por la Norma técnica sanitaria. El 77,7% (n=14) de las muestras para el recuento de aerobios mesófilos no cumplen con los límites establecidos según la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA, para coliformes totales y termotolerantes superan los límites de la Norma Técnica Sanitaria el 44,4% (n=8) y 22,2% (n=4) de las muestras analizadas respectivamente. En el 100 % de las muestras no hubo presencia de *Escherichia coli* ni *Salmonella*. El 27,7% (n=5) de muestras no cumple con los límites establecidos para *Staphylococcus aureus*. Los aislados de *Staphylococcus aureus* coagulasa positivos presentaron la mayor resistencia a Eritromicina (36,18%), mientras que todos fueron sensibles a ciprofloxacino (100%). Se concluye que el 83,33% (n=15) de muestras las bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en tres distritos de Lima-Este, no cumplen con los criterios de calidad microbiológica.

Palabras clave: aerobios mesófilos, *Staphylococcus aureus*, coliformes, *Salmonella*, bebidas refrescantes de maíz morado.

ABSTRACT

In the present work was evaluated the microbiological quality or refreshing drinks sold in the districts of Lima-East 2024 was evaluated. 18 samples were collected from different sales points of 3 districts of Lima-East; 7 samples were from Santa Anita, 9 from Ate, and 2 from Lurigancho. The number of aerobic mesophiles was performed, total coliforms, coagulase positive *Staphylococcus aureus*, and *Salmonella* were counted according to the microbiological methods and criteria of Technical Health Standard 071-2008 MINSA/DIGESA; himself, the antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus aureus* was also determined according to the methodology of the National Institute of Health. The 83.33% (n=15) of the samples analyzed did not meet the microbiological quality criteria established by the technical health standard. 77.7% (n=14) of the samples for aerobic mesophiles count do not comply with the limits established according to NTS 071-2008 MINSA/DIGESA, for total and thermotolerant coliforms exceed the limits of the Sanitary Technical Standard 44.4% (n=8) and 22.2% (n=4) of the samples analyzed respectively. In 100% of the samples there was no presence of *Escherichia coli* or *Salmonella*. 27.7% (n=5) of samples do not comply with the limits established for *Staphylococcus aureus*. Coagulase positive *Staphylococcus aureus* isolates showed the highest resistance to Erythromycin (36.18%), while all were sensitive to ciprofloxacin (100%). It is concluded that purple corn soft drinks sold in three districts of Lima-East, 83.33% (n=15) samples do not meet the microbiological quality criteria.

Keywords: Mesophilic aerobes, *Staphylococcus aureus*, coliforms, *Salmonella*, refreshing purple corn drinks.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios microbiológicos aplicados en alimentos elaborados, según la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA. Ítem XV.1 alimentos preparados sin tratamiento térmico y alimentos preparados que llevan ingredientes con y sin tratamiento térmico. ... 10
Tabla 2. Número de bacterias aerobias mesófilas en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. 17
Tabla 3. Número de coliformes en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. 18
Tabla 4. Número de coliformes termotolerantes en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. 20
Tabla 5. Número de *Escherichia coli* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. 21
Tabla 6. Número de *Staphylococcus aureus* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. 23
Tabla 7. Caracterización de la susceptibilidad a los antimicrobianos de aislados de *Staphylococcus aureus* de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. 25
Tabla 8. Determinación de la presencia o ausencia de *Salmonella* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024..... 27
Tabla 9. Calidad microbiológica de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. 29
Tabla 10. Frecuencia de cumplimiento de los criterios de calidad microbiológica según NTS 071-2008 MINSA/DIGESA de muestras de bebidas refrescantes de maíz morado de los distritos de Lima-Este 2024. 30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de muestras que cumplen y no cumplen con número de aerobios mesófilos en bebidas refrescantes de maíz morado en tres distritos de Lima-Este..... 18

Figura 2. Porcentaje de muestras que cumplen y no cumplen con número de coliformes en bebidas refrescantes de maíz morado en tres distritos de Lima-Este. 19

Figura 3. Porcentaje de muestras que cumplen y no cumplen con número de coliformes termotolerantes en bebidas refrescantes de maíz morado en tres distritos de Lima-Este..... 21

Figura 4. Porcentaje de muestras que cumplen y no cumplen con número de *Escherichia coli* en bebidas refrescantes de maíz morado en tres distritos de Lima-Este..... 22

Figura 5. Porcentaje de muestras que cumplen y no cumplen con número de *Staphylococcus aureus* en bebidas refrescantes de maíz morado en tres distritos de Lima-Este..... 24

Figura 6. Porcentaje de los resultados de la susceptibilidad antimicrobiana de aislados de *Staphylococcus aureus* obtenidos en bebidas refrescantes de maíz morado en tres distritos de Lima-Este. 26

Figura 7. Porcentaje muestras que cumplen y no cumplen con la presencia o ausencia de Salmonella en bebidas refrescantes de maíz morado en tres distritos de Lima-Este..... 28

Figura 8. Porcentaje del total de muestras de bebidas refrescantes de maíz morado que cumplen y no cumplen con los criterios de calidad microbiológica según NTS 071-2008 MINSA/DIGESA..... 30

Figura 9. Mapa con la ubicación de los puntos de venta de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. Fuente: Google modificada por el autor..... 42

Figura 10. Recolección de muestras y análisis microbiológico de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. **(A)** Recolección. **(B)** Muestras. **(C)** Análisis microbiológico. 43

Figura 11. Imagen del recuento estándar en placa de aerobios mesófilos en agar Plate Count. Presencia de colonias características. 44

Figura 12. Imagen de la determinación del número de coliformes totales y termotolerantes en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. **(A)** Caldo Lauril Sulfato Triptosa. **(B)** Caldo Bilis Lactosa Verde Brillante. **(C)** Caldo *E. Coli*.**(+):** Presencia de gas y turbidez. **(-):** No hay presencia de gas o turbidez. 45
Figura 13. Imagen de la determinación de la presencia de *Escherichia coli* con reactivo de Kovacs. **(+):** Coloración roja en la superficie. **(-):** Incoloro. 46
Figura 14. Imagen de la determinación del número de *Staphylococcus aureus* y prueba de coagulasa en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. **(A)** Recuento de *Staphylococcus aureus* en Agar Baird Parker con presencia de colonias características. **(B)** Tinción Gram de aislados de *Staphylococcus aureus*. **(C)** Prueba coagulasa. **(D)** Prueba coagulasa positivo con formación de un coagulo. 47
Figura 15. Imagen de la caracterización de la susceptibilidad a los antimicrobianos de aislados de *Staphylococcus aureus* de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. 48
Figura 16. Imagen de la determinación de la presencia o ausencia de *Salmonella*. **(A)** Frasco con agua peptonada y muestra. **(B)** Caldo Selenito-Cistina. **(C)** Placa con agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD). 49

ABREVIATURAS

OMS : Organización Mundial de la Salud

ETA : enfermedades transmitidas por alimentos

MINSA : Ministerio de Salud

DIGESA : Dirección General de Salud Ambiental

NTS : Norma técnica sanitaria

UFC : unidades formadoras de colonia

FDA : Administración de Alimentos y Medicamentos

LST : lauril sulfato triptosa

NMP : número más probable

EDTA : ácido etilendiaminotetraacético

NTS : Norma Técnica Sanitaria

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Las bebidas como los refrescos son un tipo de alimento ingerido por el hombre, que proporciona al cuerpo elementos y energía requeridos para el desarrollo de sus procesos biológicos, son además fuente de vitaminas y antioxidantes que favorecen la prevención de enfermedades[1,2]. La contaminación de los alimentos puede ocurrir durante las fases de producción o distribución. No obstante, algunas de las enfermedades transmitidas por alimentos se originan debido a que han sido elaborados o manipulados de forma incorrecta. No todos los manipuladores y consumidores de alimentos comprenden la relevancia de seguir prácticas de higiene básicas al adquirir, comercializar y elaborar alimentos para salvaguardar la salud[3]. Las enfermedades de trasmisión alimentaria (ETA) constituyen el problema de salud pública mundial actual. Un mal por el que las comunidades más vulnerables, son las víctimas principales de un fenómeno que provoca aproximadamente 1,5 billones de diarreas y más de 3 millones de fallecimientos anuales según la OMS en el 2007 y 2011[4]. En el Perú, en junio de 2023 se notificó un brote de ETA procedente de la localidad Ciudad Atalaya, departamento de Ucayali, se tuvo 80 casos de los que el 40% de afectados fueron los adultos, el 22,5% fueron niños, el 20% jóvenes, el 15% fueron adolescentes y el 2,5% adultos mayores; el agente causal identificado fue la *Salmonella*[5].

Por otro lado, la aparición de la resistencia a los antimicrobianos es también uno de los principales problemas de la salud publica en el siglo XXI. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de 670 000 personas se infectan cada año de bacterias con resistencia antimicrobiana, de los cuales aproximadamente 33 000 sucumben[6]. En la actualidad, la creciente tasa de propagación de especies de *Staphylococcus* resistentes a los antimicrobianos en los alimentos amenaza la capacidad de tratar eficazmente las infecciones por estafilococos siendo también un problema socioeconómico[7].

Las bebidas refrescantes elaboradas artesanalmente que son de consumo popular, al no estar pasteurizadas se convierten en un riesgo para la salud[8].

El maíz morado es un importante cereal del Perú, utilizado frecuentemente en la preparación de la bebida típica conocida como “chicha morada”[9]. Es una bebida muy consumida, la cual puede convertirse en la causa de enfermedades debido a

la calidad de agua empleada en su preparación y las malas prácticas de higiene[10]. Existen estudios donde se evidencia la presencia de coliformes[8,13] y aerobios mesófilos viables[13] elevados, también se han evaluado la calidad microbiológica de diversas bebidas artesanales y alimentos preparados y comercializados en la vía pública y han determinado el riesgo que conlleva para el consumidor, por ello es necesario realizar estudios como parte de la vigilancia, asimismo, es necesario evaluar los perfiles de susceptibilidad a antibióticos de los microorganismos aislados.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la calidad microbiológica de las bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la calidad microbiológica de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el número de bacterias aerobias mesófilos viables en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024
- Determinar el número de coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.
- Determinar el número de *Staphylococcus aureus* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.
- Caracterizar la susceptibilidad a los antimicrobianos de aislados de *Staphylococcus aureus* de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.
- Determinar la presencia o ausencia de *Salmonella* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

1.4. Importancia y alcance de la investigación

Se calcula que anualmente cerca de 600 millones de personas (casi 1 de cada 10 habitantes) se enferman a causa del consumo de alimentos contaminados y que 420 000 fallecen debido a esta misma causa. Los menores de 5 años representan el 40% de la carga asociada a las enfermedades transmitidas por alimentos, las cuales causan anualmente 125 000 fallecimientos en este grupo de edad[3].

Como resultado de la proliferación de brotes en las zonas urbanas, es necesario realizar vigilancia sanitaria, inspección y control de la venta de alimentos preparados por vendedores ambulantes, restaurantes y cualquier local que brinde servicios de alimentación, además de garantizar que se cumplan las Buenas Prácticas de Manipulación de Alimentos[11].

En los últimos años se están realizando diversas investigaciones que buscan mejorar la inocuidad alimentaria, mediante estrategias de prevención y control a lo largo de toda la cadena alimentaria, así como la importancia de la identificación de los microorganismos para poder brindar información a las autoridades sanitarias, a fin de contribuir con las actividades de vigilancia y salvaguardar la salud pública[9]. Las bacterias presentes en los alimentos que son resistente a los antimicrobianos pueden ser más persistentes en los entornos de procesamiento de alimentos[12].

Debido a esto, la presente investigación se justifica porque contribuye al conocimiento de la calidad microbiológica de bebidas refrescantes de maíz morado que son expendidos en la vía pública y aportará evidencias para que las autoridades locales realicen inspecciones para garantizar la inocuidad de los alimentos y controlar enfermades de transmisión alimentaria según la OMS[3], además de monitorear el perfil de sensibilidad a los antimicrobianos en la cadena alimentaria, de esa manera comprender la propagación de la resistencia y generar datos relevantes de evaluación de riesgos[12].

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes del estudio

Macedo[13], evaluó la calidad microbiológica de las bebidas artesanales envasadas de maíz morado en Arequipa entre junio y setiembre de 2019. La cantidad de muestras analizadas fueron 21, mediante placas Petrifilm. En el 100% (n=21) de muestras el número de aerobios mesófilos (51 x 10^6 UFC/mL) superó los límites establecidos por NTS N°071 - MINSA DIGESA (10^5 UFC/mL), asimismo coliformes (23 x 10^3 UFC/mL) supero los límites (10^2 UFC/mL), mientras que *Escherichia coli* fue < 3 UFC/mL, *Staphylococcus aureus* < 10 UFC/mL y ausencia de *Salmonella*. Se concluyó que el 100% (n=21) muestras analizadas no cumplieron con los criterios de calidad microbiológica.

Hasan *et al.*[14], evaluaron la calidad microbiológica de refrescos de fruta en la ciudad de Dahka, Bangladesh. La cantidad de muestras analizadas fueron 25, mediante la Asociación Americana de Salud Pública (APHA). En el 100% (n=25) de muestras el número de bacterias viables (10^3-10^6 UFC/mL) superó los límites establecidos por las Normas del Golfo (10^4 UFC/mL), se identificaron *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio* y *Salmonella.* Se concluyó que el 100% (n=25) muestras analizadas no cumplieron con los criterios de calidad microbiológica.

Machaca y Condori[15], evaluaron la presencia de Coliformes totales en refrescos artesanales expendidos en Independencia, Goyeneche y Venezuela de la ciudad de Arequipa, febrero 2020. La cantidad de muestras analizadas fueron 6, mediante APHA. En el 50% (n=3) de muestras el número de coliformes (>1100/ 100mL, 460/ 100mL y 93/100 mL) superó los límites establecidos por NTS N°071 - MINSA DIGESA (<1,1/100mL), se identificaron *E. coli* y *Enterobacter* sp. Se concluyó que el 50% (n=3) muestras analizadas no cumplieron con los criterios de calidad microbiológica.

Boza[16], evaluó la calidad microbiológica de los alimentos preparados y comercializados alrededor de la Universidad Peruana Los Andes de Huancayo. La cantidad de muestras analizadas fueron 54, mediante Norma Oficial Mexicana. En el 100% (n=54) de muestras el número de bacterias aerobias en componentes líquidos (1,21 x 10^5 UFC/mL) y sólidos (1,10 x 10^5 UFC/g) superó los límites permisibles por la NTS N°071 - MINSA DIGESA (10^5 UFC/mL); coliformes totales (1,70 x 10^2 UFC/mL y 1,60 x 10^2 UFC/g), *Staphylococcus aureus* (2,97 x 10^2 UFC/mL y 2,65 x 10^2 UFC/mL) superan los límites permitidos (10^2 UFC/mL), *E. coli*

(13,1 UFC/mL) en componentes líquidos, sobrepasa los límites permitidos, ausencia de *Salmonella* spp.. Se concluyó que el 100% (n=54) muestras analizadas no cumplieron con los criterios de calidad microbiológica.

Rojas y Bardales[8], evaluaron la calidad microbiológica de refrescos artesanales comercializados en los principales mercados de Ventanilla, Callao 2016. La cantidad de muestras analizadas fueron 90, mediante placas Petrifilm. En el 93,3% (n=42) y 86,6% (n=39) de muestras analizadas de refrescos de maracuyá y chicha morada el número de coliformes ($47x10^2$ UFC/mL y $27x10^2$ UFC/mL) superó los límites establecidos por NTS N°071 - MINSA DIGESA (10^5 UFC/mL). Ausencia de *E. coli. Staphylococcus aureus* (33 UFC/mL y 13 UFC/mL) máximo en ambos refrescos respectivamente superó el límite permisible (10 UFC/mL). Se concluyó que el 100% (n=90) muestras analizadas no cumplieron con los criterios de calidad microbiológica.

Amonoo-Neizer *et al.*[17], evaluaron la calidad microbiológica de bebidas locales vendidas en Amakon y Kumasi, Ghana. La cantidad de muestras analizadas fueron 21, mediante APHA. En el 100% (n=21) de muestras el número de aerobios mesófilos promedio fue para Emuduro ($4,5 \times 10^7$ UFC/mL), Asaana($2,4 \times 10^5$ UFC/mL), Sobolo ($4,1 \times 10^7$ UFC/mL), Brukina ($1,4 \times 10^6$ UFC/mL) y Abele ($1,3 \times 10^6$ UFC/mL) superó los límites establecidos por las Normas Alimentarias de Australia y Nueva Zelanda (10^5 UFC/mL), se identificaron *Staphylococcus* spp., *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Pseudomonas* spp. y *Enterobacter* spp.. Se concluyó que el 100% (n=21) muestras analizadas no cumplieron con los criterios de calidad microbiológica.

Ocaña *et al.*[1], evaluaron la calidad microbiológica y presencia de bacterias enteropatógenas en zumo de naranja en mercados populares. La cantidad de muestras analizadas fueron 14, mediante Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) y Norma Oficial Mexicana. En el 86% (n=12) de muestras el número de levaduras (4,73 ± 0,03 log UFC/mL) superó los límites establecidos por normas oficiales internaciones y mexicanas (2 log UFC/mL), 71% (n=10) y 86% (n=12) de muestras el número de coliformes totales (3,79 ± 0,19 log UFC/mL) y fecales (4,64 ± 0,04 log UFC/mL) respectivamente superó los límites establecidos (2 log UFC/mL), se identificaron *Salmonella y E. coli.* Se concluyó que el 100% (n=14) muestras analizadas no cumplieron con los criterios de calidad microbiológica.

Chung *et al.*[18], evaluaron la calidad microbiológica de bebidas de té de burbujas en Taiwán. La cantidad de muestras analizadas fueron 105, mediante Manual Analítico Bacteriológico. En el 48,6% (51) de muestras analizadas el número de aerobios mesófilos (4,5 ± 0,9 log UFC/mL) y 52,4% (n=55) el número de coliformes (317,2 ± 405,4 log NMP/mL) superó los límites establecidos por la Administración de Alimentos y Medicamentos de Taiwán (4 log UFC/mL y 10 NMP/mL). Se concluyó que 52,4% (n=55) no cumplieron con los criterios de calidad microbiológica.

Mohd, Abu y Shahara[19], evaluaron el nivel de contaminación bacteriana de tres tipos de bebidas a base de cordial, de leche y jugo de frutas vendidas en Chow Kit, Kuala Lumpur. La cantidad de muestras analizadas fueron 31, mediante recuento en placa. En el 90,3% (n=28) de muestras analizadas el número de aerobios mesófilos promedio (5,03 ± 0,23 log UFC/mL) y 71% (n=22) coliformes totales (4,50 ± 0,23 log UFC/mL) superó los límites establecidos por Normas Alimentarias de Australia y Nueva Zelanda, estándares de Malasia y Directrices de la Organización Mundial de la Salud (3,70 log UFC/mL y ausencia respectivamente). Se concluyó que 90,3% (n=28) no cumplieron con los criterios de calidad microbiológica.

Murshed *et al.*[20], evaluaron la calidad microbiológica de bebidas vendidas en el campus de la Universidad de Dhaka, Bangladesh. La cantidad de muestras analizadas fueron 15, mediante APHA. En el 100% (n=15) la numeración de aerobios mesófilos viable promedio (7,7 $x10^3$-9 $x10^8$ UFC/mL) y coliformes totales (210-1100 UFC/100mL) superó los límites establecidos por las Normas del Golfo (5 $x10^4$ UFC/mL y 10^2 UFC/100mL respectivamente), se identificaron *E. coli*, *Enterobacter*, *Shigella* y *Vibrio*. Se concluyó que 100% (n=15) no cumplieron con los criterios de calidad microbiológica.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Enfermedades transmitidas por alimentos

Las enfermedades transmitidas por los alimentos siguen siendo un problema de salud mundial. Se define como una enfermedad aguda o subaguda que se produce tras ingerir alimentos o agua contaminados con bacterias, virus o sustancias tóxicas y nocivas. La Organización Mundial de la Salud considera que las enfermedades transmitidas por los alimentos son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en todo el mundo, especialmente en los países en desarrollo[28].

Las enfermedades transmitidas por los alimentos son una causa importante de gastroenteritis aguda en todo el mundo, *Vibrio parahaemolyticus*, *Salmonella* no tifoidea, *E. coli*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter* spp., *Staphylococcus aureus* y Norovirus son los principales microorganismos patógenos responsables de estos brotes de enfermedades[29].

2.2.2. Bebidas

Las bebidas ambulantes a base de frutas o sin frutas son muy populares entre la gente de todo el mundo. Existe una creencia general entre los consumidores de que este tipo de bebidas conservan atributos nutricionales y sensoriales únicos en comparación con sus contrapartes procesadas y tienen beneficios particulares para la salud. Aunque estas bebidas son bien reconocidas por su alto valor nutritivo y contenido de vitaminas y minerales, su seguridad microbiológica en términos de salud pública siempre es cuestionable[27].

2.2.2.1. Tipos de bebidas

2.2.2.1.1. Bebidas carbonatadas

Es aquella bebida aromatizada elaborada con agua, añadiendo anhidrido carbónico y edulcorantes nutritivos, no nutritivos y otros autorizados. En esta categoría se incluyen las bebidas gaseosas y deportivas[21].

2.2.2.1.2. Bebidas no carbonatadas

Es aquella bebida que no incorpora anhidro carbónico elaborada a partir de zumos de fruta y hortalizas, limonadas y bebidas similares, bebidas te café y té listas para consumir, pueden estar edulcuradas[21].

2.2.2.1.3. Bebidas Artesanales

Es aquella que ha tenido una preparación no automatizada o industrializada ya que se da con una manipulación directa utilizando utensilios manuales y algunos

mecánicos, con la implicación de individuos que emplean materias primas y recursos de procedencia sostenible[13]. Dentro de esta categoría están las bebidas de emoliente, cebada, limonadas, maracuyá y chicha morada entre otras más.

2.2.3. Maíz morado

El maíz morado pertenece a la especie *Zea mays L*., procedente de la raza kculli. Es un maíz del tipo amiláceo que posee la tuza (coronta o marlo) y los granos de color morados; también puede presentar otras partes de la planta con esta pigmentación. La materia colorante corresponde a varios pigmentos de antocianinas que son antioxidantes naturales. Las antocianinas que se han identificado son: 3-glucósido de cianidina, pelargonidina, peonidina, 3-galactósido de cianidina, libres y acilados; de los cuales la mayor antocianina es la cianidina-3-βglucósido, el cual es un importante antioxidante[22].

2.2.3.1. Propiedades medicinales

Ayuda al sistema circulatorio, previene enfermedades cardiovasculares, tiene efecto antiinflamatorio, ayuda a la regeneración de tejido y formación de colágeno. Contribuye a regular y disminuir los niveles de colesterol en el torrente sanguíneo y a conservar la presión arterial estable. Además, permite que el cuerpo produzca los ácidos grasos, resultando beneficioso para las personas con diabetes y obesidad[23].

2.2.3.2. Formas de consumo

El maíz morado es uno de los alimentos clave en la dieta peruana, comúnmente empleado en la elaboración de bebidas como la chica morada y postres como la mazamorra morada[24]. A escala industrial la antocianina procedente del maíz morado se emplea la coloración de bebidas, productos lácteos, productos de panadería, productos vegetales, conservas de pescado, grasas, aceites, mermeladas, jaleas, frutas confitadas, jarabes de fruta y sopas. Además, se emplea colorear tejidos en la industria cosmética. El grano puede emplear para obtener de almidones y/o derivados, así como para la elaboración de alimentos para animales. También para la obtención de harina en panadería y pastelería[23].

2.2.3.3. Bebida de maíz morado

Conocida comúnmente como chicha morada, es una bebida peruana no carbonatada, que a diferencia de otros productos regionales latinoamericanos llamados chicha, como la chica de jora o la chicha de Guiñapo, esta bebida no es fermentada. Este producto es considerado una bebida tradicional en el Perú por

sus características de color morado y su particular aspecto, sabor y olor[26]. De acuerdo con investigaciones llevadas a cabo por Scotiabank, la chicha morada es el producto más consumido en Perú después de las gaseosas[42].

2.2.3.4. Preparación y consumo de la bebida maíz morado

Es una bebida preparada para consumir, obtenida a través de la extracción en caliente del material soluble de la mazorca de maíz morado (granos y tuza) o a partir de extracto de maíz morado, fruta (piña o manzana o membrillo), especias (canela o clavo de olor) y añadida de componentes endulzantes y reguladores de acidez o jugo de limón[23].

En el Perú, el consumo de una bebida hecha de maíz morado es muy aceptada, gracias a su extensa tradición como bebida complementaria de numerosos platos y su sabor agradable[26]. Esta bebida ancestral, se prepara en hogares peruanos desde hace décadas como uno de los platos más famosos de la gastronomía peruana y se sirve habitualmente en fiestas infantiles y otras reuniones familiares. Además, debido a su popularidad y amplia aceptación entre los consumidores, las cadenas de cine han optado por incluirla en su carta de bebidas. En los últimos años, este producto listo para beber se ha comenzado a producir industrialmente y comercializada a escala nacional e internacional[25].

2.2.3.5. Riesgos de salud por el consumo de bebidas de maíz morado expendidas en puestos ambulatorios

Los patógenos transmitidos por alimentos o bebidas contaminadas podrían colocar a los consumidores en un alto riesgo de contraer infecciones transmitidas por alimentos que afectan el tracto gastrointestinal, así como la adquisición de resistencia antimicrobiana de los patógenos trasmitida por alimentos que es una amenaza continua para la salud pública que podría complicar el futuro tratamiento de las enfermedades transmitidas por alimentos[27].

2.2.4. Calidad microbiológica en alimentos elaborados

La Norma Técnica Sanitaria N°071-Vol.01-2008-MINSA/DIGESA (Tabla 1) define las condiciones microbiológicas de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir los alimentos y bebidas en estado natural, elaborados o procesados, para ser considerados aptos para el consumo humano. Por ello, para que un alimento se considere apto para consumo humano debe cumplir con la totalidad de los criterios microbiológicos correspondientes a su grupo o subgrupo[40].

Tabla 1. Criterios microbiológicos aplicados en alimentos elaborados, según la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA. Ítem XV.1 alimentos preparados sin tratamiento térmico y alimentos preparados que llevan ingredientes con y sin tratamiento térmico.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g o mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10^5	10^6
Coliformes	5	3	5	2	10^2	10^3
Staphylococcus aureus	7	3	5	2	10	10^2
Escherichia coli	5	3	5	2	10	10^2
Salmonella	10	2	5	0	Ausencia/25g	------

Fuente: Resolución ministerial N°591-2008/MINSA, 2008[40].

2.2.4.1. Microorganismos indicadores

Se refiere a un microorganismo o conjunto de microorganismos que representa la condición microbiana general global de un alimento o del entorno. La existencia de estos microorganismos no brinda datos acerca de la posible presencia o ausencia de un patógeno específico, ni proporciona una valoración del potencial peligro para la salud pública. No obstante, la información de programas de vigilancia ambiental que incluyen estos microorganismos puede ser empleada para: Establecer la higiene de los equipos de procesamiento y del entorno, entender la ecología microbiana, confirmar y corroborar la limpieza y el saneamiento, comprobar los pasos de control del proceso y valorar el peligro de contaminación posterior[41].

2.2.4.1.1. Aerobios mesófilos

Los aerobios mesófilos viables son uno de los criterios microbiológicos de calidad de alimentaria más habituales. La cantidad de la flora aerobia mesófila tiene un valor restringido a la hora de evaluar la seguridad de un alimento. Su presencia indica si la limpieza, desinfección y el control de la temperatura, durante los procesos de tratamiento industrial, transporte y almacenamiento se han realizado de forma adecuada[30].

2.2.4.1.2. Coliformes

La presencia de estos microorganismos en un alimento, indican generalmente una contaminación directa o indirecta de origen fecal. *E. coli* es el indicador tradicional de la potencial existencia de agentes entéricos en el agua, moluscos, productos

lácteos y en otros alimentos. En los alimentos que han sido sometidos a un tratamiento para asegurar su sanidad, la presencia de coliformes sugiere un tratamiento incorrecto y/o contaminación posterior al tratamiento más habitual a partir de materias primas, equipos sucios o un manejo no antihigiénico[30].

2.2.4.1.3. *Staphylococcus aureus*

La existencia de esta bacteria o sus enterotoxinas en alimentos procesados o en maquinaria para procesar alimentos, suele ser un indicador de una sanidad deficiente. Los alimentos cocidos pueden contaminarse a causa de una manipulación incorrecta, fomentando la multiplicación debido a la limitada competencia de los microorganismos[30].

2.2.4.1.4. *Salmonella*

Los miembros del género *Salmonella* son provocan infecciones intestinales, siendo posiblemente mortales debido a las complicaciones que surgen entre los pacientes afectados. Debido a que es una bacteria de procedencia intestinal, se elimina a través de las excreciones que contaminan el entorno y las aguas[30].

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

Las bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024; no cumplen con los criterios de calidad microbiológica

3.2. Variables

- Número de aerobios mesófilos viables
- Número de coliformes
- Número de *Staphylococcus aureus*
- Presencia o ausencia de *Salmonella*
- Sensibilidad de *Staphylococcus aureus* aislados

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio:

Se realizó en el Laboratorio de Microbiología y Biotecnología del departamento Microbiología y Parasitología Básica y Aplicada de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ubicado en Jirón Puno 1002, distrito Cercado de Lima, provincia de Lima (Perú) con latitud -12.05 y longitud -77.02.

4.1.1. Consideraciones éticas:

No aplica, pero con la finalidad de proteger la salud del ambiente, los materiales como medios de cultivo y bacterias fueron sometidos a esterilización para ser colocados en bolsas de transporte hacia los contenedores de desechos sólidos.

4.2. Tipo y diseño de investigación

Investigación es básica, descriptiva y prospectiva

4.3. Unidad de análisis

Bebida refrescante de maíz morado

4.4. Población de estudio

Conformada por bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de 3 distritos de Lima-Este 2024.

4.5. Muestreo

Se realizó muestreo por conveniencia en 3 distritos de Lima-Este.

4.6. Muestra

Conformada por 18 unidades de 250 mL de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de 3 distritos de Lima-Este 2024.

4.6.1. Criterios de inclusión

- Puestos de venta ambulatoria

4.6.2. Criterios de exclusión

- Puestos que no son de venta ambulatoria

4.7. Métodos

4.7.1. Recolección de muestras de bebidas refrescantes de maíz morado

Se recolectó en total 18 muestras de puestos de venta en vía pública de 3 distritos de Lima Este. Siete muestras de Santa Anita (entre Avenida Metropolitana y Avenida de La Cultura), nueve muestras de Ate (entre Avenida prolongación Javier Prado y Avenida Metropolitana; entre la Carretera Central y Avenida coronel Marco Puente Llanos) y dos muestras de Lurigancho (entre Avenida Las Torres y Avenida

Circunvalación) (Anexo 1). Las muestras fueron recolectadas en sus envases originales, fueron identificadas y fueron acondicionadas en una caja térmica (Tecnopor) a 2-8°C y transportadas al laboratorio de Microbiología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos donde se analizaron las muestras dentro de las 24 horas[30].

4.7.2. Determinación del número de bacterias aerobias mesófilos viables en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

Se realizó mediante el recuento en placa de aerobios mesófilos viables[30]. Se tomó 10 mL de muestra, se añadió en 90 mL de agua peptonada estéril y se homogenizó por agitación, se extrajo 1 mL y se depositó en placas Petri, se agregó agar Plate Count a 44-46 °C y se homogenizó mediante movimientos circulares. Las placas se incubaron a 35 ± 2 ºC por 48 horas. El recuento de colonias se llevó a cabo utilizando un contador de colonias y el resultado fue expresado como UFC/mL de muestra.

4.7.3. Determinación del número de coliformes totales, termotolerantes y *E. coli* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

Se realizó mediante el recuento de bacterias coliformes por el número más probable (NMP) [31]:

4.7.3.1. Prueba presuntiva para coliformes

Se tomó 10mL de muestra, se colocó en 90 mL de agua peptonada estéril y se homogenizó mediante agitación, se extrajo 1 mL y se depositó en tubos con caldo Lauril Sulfato Triptosa (LST). Los tubos fueron incubados a 35°C± 0,5°C por 24 horas. Se examinó y registró la presencia de gas [31].

4.7.3.2. Prueba confirmativa para coliformes

Un asa de suspensión se traspasó de los tubos con caldo LST que presentaron gas a tubos con caldo Bilis Lactosa Verde Brillante (BGLB). Los tubos fueron incubados a 35°C ± 0,5°C por 48 horas. Se examinó la presencia de gas y turbidez. Se calculó el NMP de organismos coliformes totales por mL basándose en las combinaciones de tubos positivos y negativos, comparando los resultados obtenidos con la tabla del NMP [31].

4.7.3.3. Prueba confirmativa para coliformes termotolerantes y *E. coli*

Un asa de suspensión se traspasó de los tubos con caldo LST que presentaron gas a tubos con caldo *E. coli.* Los tubos fueron incubados a 44,5 °C por 24 horas. Se examinó y registró la presencia de gas y turbidez. Se calculó el NMP de organismos coliformes termotolerantes por mL basándose en las combinaciones de tubos positivos y negativos, comparando los resultados obtenidos con la tabla del NMP, además con la adición de entre 0,2 y 0,3 mL de reactivo de Kovacs se identificó la presencia o ausencia de *E. coli* [31].

4.7.4. Determinación del número de *Staphylococcus aureus* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

Se realizó mediante el recuento en placa[32]. Se procedió a realizar diluciones decimales y se depositó 100 µL de cada dilución en la superficie de agar Baird Parker, se extendió con una espátula de Drigalsky, las placas se incubaron a 37°C por 24-48 horas. El recuento de colonias se llevó a cabo utilizando un contador de colonias y el resultado fue expresado como UFC/mL de muestra. Se subcultivaron las colonias sospechosas de *S. aureus* en tripticasa soya agar (TSA) para realizar la prueba de coagulasa.

4.7.4.1. Prueba coagulasa

Se sembró colonias de *S. aureus* en tubos con 0,3 mL de caldo Infusión cerebro-corazón. Los tubos fueron incubados a 37°C por 24 horas, luego se añadió 0,5 mL de plasma de conejo reconstituido con EDTA, se mezclaron mediante agitación y fueron incubados a 37°C. Se revisó los tubos desde las 6 horas con el fin de identificar la presencia de coágulos. El resultado positivo es la formación de un coagulo sólido y completo que se mantiene en su posición cuando el tubo se inclinó o se invirtió. Las colonias de *S. aureus* coagulasa positivos fueron crioconservadas a -20°C para su estudio[32].

4.7.5. Caracterización de la susceptibilidad a los antimicrobianos de aislados de *Staphylococcus aureus* de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

Se realizó mediante la prueba de sensibilidad por el Método de Difusión en Disco Kirby Bauer[33].

Preparación de la suspensión de *Staphylococcus aureus*

S. aureus se sembró en Agar Tripticasa Soya (TSA), las placas fueron incubadas a 37°C por 24 horas. Se tomó colonias aisladas y se preparó la suspensión en solución salina fisiológica, esta fue ajustada a la escala 0,5 de McFarland con ayuda de un densitómetro (Biosan DEN-1B).

Inoculación de las Placas. Se tomó 100 uL de la suspensión y se colocó en la superficie de placas con Agar Müller Hinton y se realizó la extensión con un hisopo estéril.

Aplicación de los discos. Se llevó a cabo distribuyendo 6 discos de antibióticos (Eritromicina, Penicilina, Ciprofloxacino, Cefoxitina, Vancomicina y Tetraciclina) uniformemente sobre la superficie del agar utilizando una pinza estéril. Las placas fueron incubadas a 35°C por 24 horas.

Lectura de las placas e interpretación de los resultados. Se llevó a cabo mediante la medición de los diámetros de los halos utilizando un calibrador vernier, indicando los valores en mm. Los resultados fueron expresados en sensible (S), intermedio (I) o resistente (R) según tablas de interpretación.

4.7.6. Determinación de la presencia o ausencia de *Salmonella* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

Se realizó mediante el ensayo de presencia y ausencia[30]. Se tomó 25 mL de muestra, se colocó en 225 mL de agua peptonada y se homogenizó mediante agitación. El frasco fue incubado a 35°C por 24 horas, luego se transfirió 1 mL a un tubo con 10 mL de Caldo Selenito-Cistina (SC). El tubo fue incubado a 35°C por 24 horas, después se sembró por estría en agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD), la placa fue incubada a 35°C por 24 horas. El resultado fue expresado como presencia de *Salmonella* para el crecimiento de colonias rosadas con o sin centro negro.

4.7.7. Procesamiento y análisis de datos

El análisis se realizó mediante el empleo de Microsoft Excel para organizar los resultados en cuadros y gráficos, además del programa Statgraphics centurión XIX.

V. RESULTADOS

5.1. Determinación del número de bacterias aerobias mesófilos viables en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

En la tabla 2 se observa que, 14 (n=18) muestras de bebidas refrescantes de maíz morado presentan resultados fuera del límite permisible para el número de aerobios mesófilos según la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA; de estos, son 5 de 7 de muestras del distrito de Santa Anita, 7 de 9 de muestras del distrito de Ate y todas del distrito de Lurigancho. El mayor recuento (9,5 ± 0,09 $x10^5$ UFC/mL) presenta la muestra N7 del distrito de Santa Anita.

Tabla 2. Número de bacterias aerobias mesófilas en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

Distrito	Muestra	Número de aerobios mesófilos (UFC/mL)	Límite DIGESA* (UFC/mL)	Resultado
Ate	A1	<10	10^5	Dentro del límite permisible
	A2	1,44 ± 0,15 $x10^5$		Fuera del límite permisible
	A3	6,26 ± 0,36 $x10^5$		Fuera del límite permisible
	A4	7,45 ± 2,75 $x10^5$		Fuera del límite permisible
	A5	4,60 ± 0,14 $x10^5$		Fuera del límite permisible
	A6	4,75 ± 1,06 $x10^5$		Fuera del límite permisible
	A7	<10		Dentro del límite permisible
	A8	3,01 ± 1,54 $x10^5$		Fuera del límite permisible
	A9	4,20 ± 0,28 $x10^5$		Fuera del límite permisible
Santa Anita	N1	5,05 ± 0,21 $x10^5$		Fuera del límite permisible
	N2	5,60 ± 0,14 $x10^5$		Fuera del límite permisible
	N3	<10		Dentro del límite permisible
	N4	2,18 ± 0,48 $x10^5$		Fuera del límite permisible
	N5	1,17 ± 0,03 $x10^3$		Dentro del límite permisible
	N6	9,4 ± 0,09 $x10^5$		Fuera del límite permisible
	N7	9,5 ± 0,09 $x10^5$		Fuera del límite permisible
Lurigancho	L1	1,32 ± 0,16 $x10^5$		Fuera del límite permisible
	L2	2,14 ± 0,48 $x10^5$		Fuera del límite permisible

Leyenda:
***=** Norma técnica sanitaria 071-2008 MINSA/DIGESA
A= Muestra de Ate, N= Muestra de Santa Anita, L= Muestra de Lurigancho

La figura 1 muestra que, la mayoría (77,7 %) de las muestras evaluadas no cumplen con el límite permisible para el número de aerobios mesófilos.

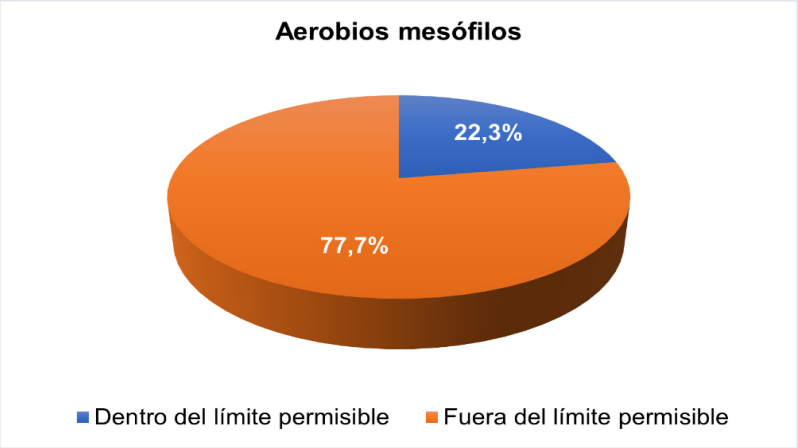


Figura 1. Porcentaje de muestras que cumplen y no cumplen con número de aerobios mesófilos en bebidas refrescantes de maíz morado en tres distritos de Lima-Este.

5.2. Determinación del número de coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

En la tabla 3 se observa que, 8 (n=18) muestras de bebidas refrescantes de maíz morado presentan resultados fuera del límite permisible para el número de coliformes según la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA; de estos, son 2 de 7 de muestras del distrito de Santa Anita, 5 de 9 de muestras del distrito de Ate y 1 de 2 de muestras del distrito de Lurigancho. El mayor recuento (>1100 NMP/mL) presentan las muestras del A2 al A5 del distrito de Ate, N4 y L1 de los distritos de Santa Anita y Lurigancho respectivamente.

Tabla 3. Número de coliformes en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

Distrito	Muestra	Número de coliformes (NMP/mL)	Límite DIGESA* (NMP/mL)	Resultado
Ate	A1	<3	10^2	Dentro del límite permisible
	A2	>1100		Fuera del límite permisible
	A3	>1100		Fuera del límite permisible
	A4	>1100		Fuera del límite permisible
	A5	>1100		Fuera del límite permisible
	A6	<3		Dentro del límite permisible
	A7	<3		Dentro del límite permisible
	A8	1100		Fuera del límite permisible
	A9	<3		Dentro del límite permisible
Santa Anita	N1	23		Dentro del límite permisible
	N2	<3		Dentro del límite permisible
	N3	<3		Dentro del límite permisible
	N4	>1100		Fuera del límite permisible
	N5	210		Fuera del límite permisible
	N6	<3		Dentro del límite permisible
	N7	23		Dentro del límite permisible
Lurigancho	L1	>1100		Fuera del límite permisible
	L2	<3		Dentro del límite permisible

Leyenda:
***=** Norma técnica sanitaria 071-2008 MINSA/DIGESA
A= Muestra de Ate, N= Muestra de Santa Anita, L= Muestra de Lurigancho

La figura 2 muestra que, la mayoría (55,6 %) de las muestras evaluadas cumplen con el límite permisible para el número de coliformes.

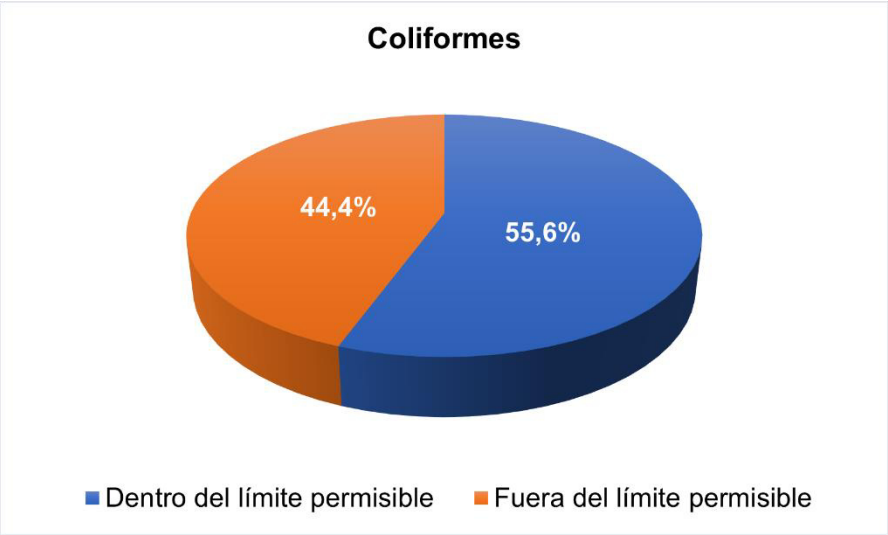


Figura 2. Porcentaje de muestras que cumplen y no cumplen con número de coliformes en bebidas refrescantes de maíz morado en tres distritos de Lima-Este.

En la tabla 4 se observa que, 4 muestras de bebidas refrescantes de maíz morado presentan resultados fuera del límite permisible para el número de coliformes termotolerantes según la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA; de estos, 2 de 7 de muestras del distrito de Santa Anita, 1 de 9 de muestras del distrito de Ate y 1 de 2 de muestras del distrito de Lurigancho. El mayor recuento (1100 NMP/mL) presenta la muestra N4 del distrito de Santa Anita.

Tabla 4. Número de coliformes termotolerantes en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

Distrito	Muestra	Número de coliformes termotolerantes (NMP/mL)	Límite DIGESA* (NMP/mL)	Resultado
Ate	A1	<3	10^1	Dentro del límite permisible
	A2	<3		Dentro del límite permisible
	A3	<3		Dentro del límite permisible
	A4	<3		Dentro del límite permisible
	A5	<3		Dentro del límite permisible
	A6	<3		Dentro del límite permisible
	A7	<3		Dentro del límite permisible
	A8	43		Fuera del límite permisible
	A9	<3		Dentro del límite permisible
Santa Anita	N1	<3		Dentro del límite permisible
	N2	<3		Dentro del límite permisible
	N3	<3		Dentro del límite permisible
	N4	1100		Fuera del límite permisible
	N5	38		Fuera del límite permisible
	N6	<3		Dentro del límite permisible
	N7	<3		Dentro del límite permisible
Lurigancho	L1	43		Fuera del límite permisible
	L2	<3		Dentro del límite permisible

Leyenda:
***=** Norma técnica sanitaria 071-2008 MINSA/DIGESA
A= Muestra de Ate, N= Muestra de Santa Anita, L= Muestra de Lurigancho

La figura 3 muestra que, la mayoría (77,8 %) de las muestras evaluadas cumplen con el límite permisible para el número de coliformes termotolerantes.

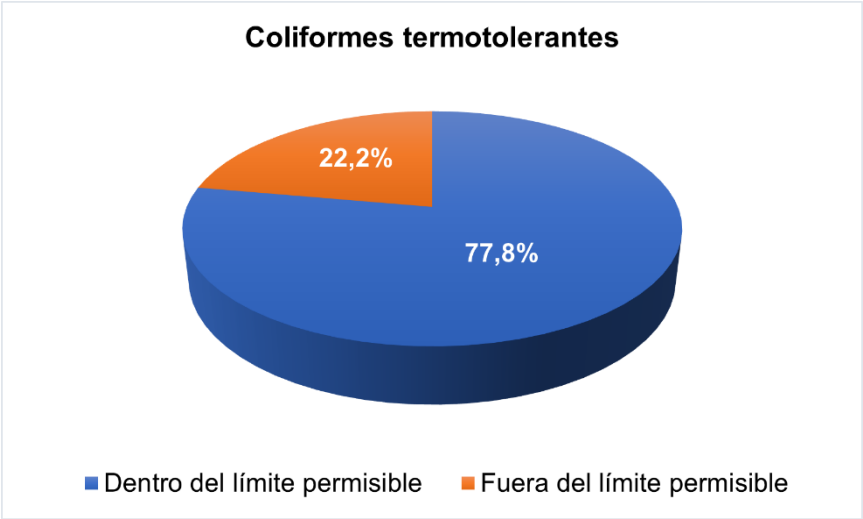


Figura 3. Porcentaje de muestras que cumplen y no cumplen con número de coliformes termotolerantes en bebidas refrescantes de maíz morado en tres distritos de Lima-Este.

En la tabla 5 se observa que, todas (n=18) las muestras de bebidas refrescantes de maíz morado presentan resultados dentro del límite permisible para el número de *Escherichia coli* según la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA.

Tabla 5. Número de *Escherichia coli* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

Distrito	Muestra	Número de *Escherichia coli* (NMP/mL)	Límite DIGESA* (NMP/mL)	Resultado
Ate	A1	<3	10^1	Dentro del límite permisible
	A2	<3		Dentro del límite permisible
	A3	<3		Dentro del límite permisible
	A4	<3		Dentro del límite permisible
	A5	<3		Dentro del límite permisible
	A6	<3		Dentro del límite permisible
	A7	<3		Dentro del límite permisible
	A8	<3		Dentro del límite permisible
	A9	<3		Dentro del límite permisible
	N1	<3		Dentro del límite permisible
	N2	<3		Dentro del límite permisible
	N3	<3		Dentro del límite permisible
	N4	<3		Dentro del límite permisible

Santa Anita	N5	<3		Dentro del límite permisible
	N6	<3		Dentro del límite permisible
	N7	<3		Dentro del límite permisible
Lurigancho	L1	<3		Dentro del límite permisible
	L2	<3		Dentro del límite permisible

Leyenda:
***=** Norma técnica sanitaria 071-2008 MINSA/DIGESA
A: Muestra de Ate, N= Muestra de Santa Anita, L= Muestra de Lurigancho

La figura 4 muestra que, todas (100 %) las muestras evaluadas cumplen con el límite permisible para el número de *Escherichia coli.*

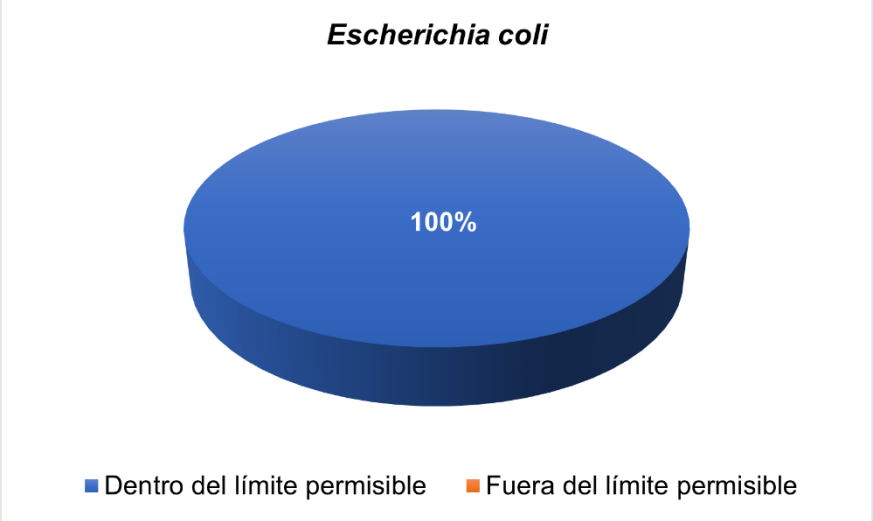


Figura 4. Porcentaje de muestras que cumplen y no cumplen con número de *Escherichia coli* en bebidas refrescantes de maíz morado en tres distritos de Lima-Este.

5.3. Determinación del número *Staphylococcus aureus* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

En la tabla 6 se observa que, 5 (n=18) muestras de bebidas refrescantes de maíz morado presentan resultados fuera del límite permisible para el número de *Staphylococcus aureus* según la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA; de estos, son 3 de 7 de muestras del distrito de Santa Anita, 2 de 9 de muestras del distrito de Ate. El mayor recuento (1,16 ± 0,05 $x10^4$ UFC/mL) presenta la muestra N5 del distrito de Santa Anita.

Tabla 6. Número de *Staphylococcus aureus* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

Distrito	Muestra	Número de *Staphylococcus aureus* (UFC/mL)	Límite DIGESA* (UFC/mL)	Resultado
Ate	A1	<10	10^1	Dentro del límite permisible
	A2	8,10 ± 0,28 $x10^3$		Fuera del límite permisible
	A3	1,05 ± 0,07 $x10^3$		Fuera del límite permisible
	A4	<10		Dentro del límite permisible
	A5	<10		Dentro del límite permisible
	A6	<10		Dentro del límite permisible
	A7	<10		Dentro del límite permisible
	A8	<10		Dentro del límite permisible
	A9	<10		Dentro del límite permisible
Santa Anita	N1	<10		Dentro del límite permisible
	N2	6,75 ± 0,91 $x10^3$		Fuera del límite permisible
	N3	<10		Dentro del límite permisible
	N4	1,12 ± 0,00 $x10^4$		Fuera del límite permisible
	N5	1,16 ± 0,05 $x10^4$		Fuera del límite permisible
	N6	<10		Dentro del límite permisible
	N7	<10		Dentro del límite permisible
Lurigancho	L1	<10		Dentro del límite permisible
	L2	<10		Dentro del límite permisible

Leyenda:
***=** Norma técnica sanitaria 071-2008 MINSA/DIGESA
A= Muestra de Ate, N= Muestra de Santa Anita, L= Muestra de Lurigancho

La figura 5 muestra que, la mayoría (72,3 %) de las muestras evaluadas cumplen con el límite permisible para el número de *Staphylococcus aureus*.

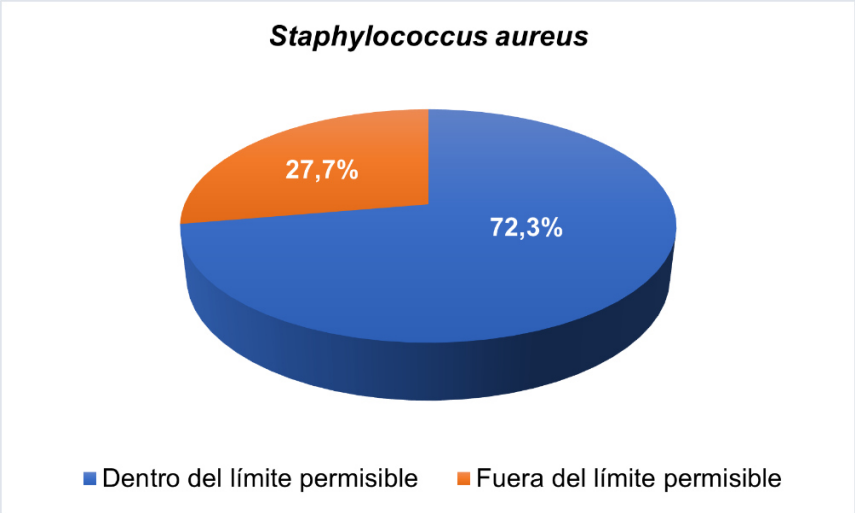


Figura 5. Porcentaje de muestras que cumplen y no cumplen con número de *Staphylococcus aureus* en bebidas refrescantes de maíz morado en tres distritos de Lima-Este.

5.4. Caracterización de la susceptibilidad a los antimicrobianos de aislados de *Staphylococcus aureus* de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

Tabla 7. Caracterización de la susceptibilidad a los antimicrobianos de aislados de *Staphylococcus aureus* de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

Muestra	Aislados C+	Prueba de sensibilidad					
		E15	P10	CIP5	FOX30	VA30	TE30
A1	C1	R	R	S	R	R	I
	C2	R	R	S	R	R	I
	C3	R	R	S	R	R	I
A2	C4	R	R	S	R	S	I
	C5	R	R	S	R	S	I
	C6	R	R	S	R	S	I
A3	C7	S	S	S	S	S	S
	C8	S	S	S	S	S	S
	C9	S	S	S	S	S	S
A4	C10	S	S	S	S	S	S
	C11	S	S	S	S	S	S
	C12	S	S	S	S	S	S
A5	C13	S	S	S	S	S	S
	C14	S	S	S	S	S	S
	C15	R	R	S	R	R	S
A6	C16	R	S	S	S	S	I
	C17	R	R	S	R	S	I
A7	C18	R	R	S	R	R	S
	C19	R	R	S	R	R	I
A8	C20	R	R	S	R	S	I
	C21	R	R	S	R	S	I
A9	C22	R	R	S	R	S	I
	C23	R	S	S	R	S	S
N1	C24	S	S	S	S	S	S
	C25	S	S	S	S	S	S
	C26	S	S	S	S	S	S
N2	C27	S	S	S	S	S	S
	C28	S	S	S	S	S	S
	C29	S	S	S	S	S	S
N3	C30	S	S	S	S	S	S
	C31	S	S	S	S	S	S
	C32	S	S	S	S	S	S
N4	C33	R	R	S	R	R	I
	C34	R	S	S	R	S	I
N5	C35	S	S	S	S	S	S
	C36	S	S	S	S	S	S

N6	C37	S	S	S	S	S	S
	C38	S	S	S	S	S	S
N7	C39	S	S	S	S	S	S
	C40	S	S	S	S	S	S
L1	C41	S	S	S	S	S	S
	C42	S	S	S	S	S	S
	C43	S	S	S	S	S	S
L2	C44	S	S	S	S	S	S
	C45	S	S	S	S	S	S
	C46	S	S	S	S	S	S
	C47	S	S	S	S	S	S

Leyenda:

A= Muestra de Ate, N= Muestra de Santa Anita, L= Muestra de Lurigancho
C+= coagulasa positiva
R= Resistente, S= Sensible, I= Intermedio
Antibióticos: E15=Eritromicina 15µg, P10=Penicilina 10 unidades, CIP5=Ciprofloxacino 5 µg, FOX30=Cefoxitina 30 µg, VA30=Vancomicina 30 µg, TE30=Tetraciclina 30 µg

En la figura 6 se observa que, de los aislados de *staphylococcus aureus* coagulasa positivos de bebidas refrescantes de maíz morado el 36,18% presentó la mayor resistencia a Eritromicina y todos fueron sensibles a Ciprofloxacino.

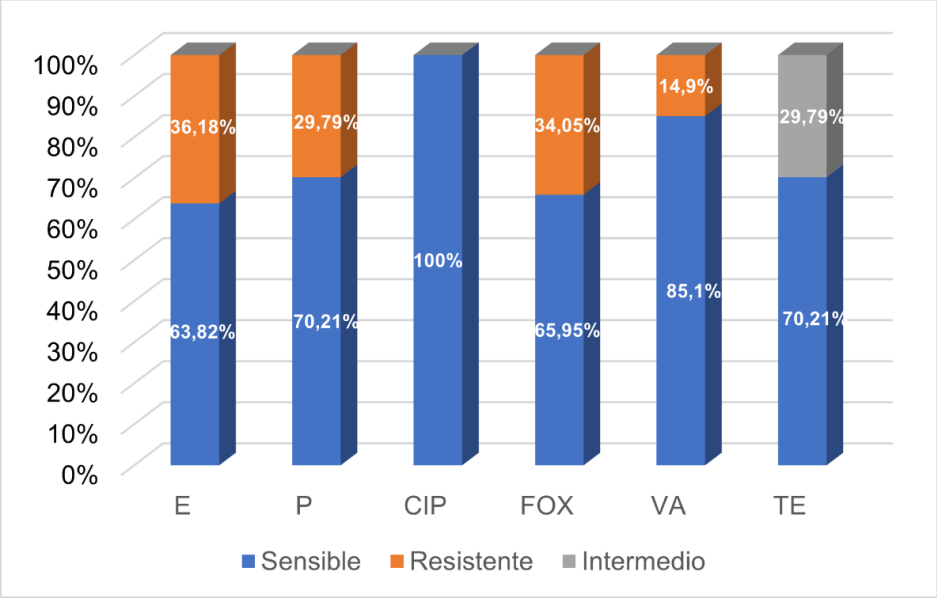


Figura 6. Porcentaje de los resultados de la susceptibilidad antimicrobiana de aislados de *Staphylococcus aureus* obtenidos en bebidas refrescantes de maíz morado en tres distritos de Lima-Este.

5.5. Determinación de la presencia o ausencia de *Salmonella* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

En la tabla 8 se observa que, todas (n=18) las muestras de bebidas refrescantes de maíz morado presentan resultados dentro del límite permisible para la presencia o ausencia de *Salmonella* según la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA.

Tabla 8. Determinación de la presencia o ausencia de *Salmonella* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

Distrito	Muestra	*Salmonella* / 25mL	Límite DIGESA* (UFC/mL)	Resultado
Ate	A1	Ausente	Ausencia	Cumple
	A2	Ausente		Cumple
	A3	Ausente		Cumple
	A4	Ausente		Cumple
	A5	Ausente		Cumple
	A6	Ausente		Cumple
	A7	Ausente		Cumple
	A8	Ausente		Cumple
	A9	Ausente		Cumple
Santa Anita	N1	Ausente		Cumple
	N2	Ausente		Cumple
	N3	Ausente		Cumple
	N4	Ausente		Cumple
	N5	Ausente		Cumple
	N6	Ausente		Cumple
	N7	Ausente		Cumple
Lurigancho	L1	Ausente		Cumple
	L2	Ausente		Cumple

Leyenda:
***=** Norma técnica sanitaria 071-2008 MINSA/DIGESA
A= Muestra de Ate, N= Muestra de Santa Anita, L= Muestra de Lurigancho

La figura 7 muestra que, todas (100 %) las muestras evaluadas cumplen con el límite permisible para la presencia o ausencia de *Salmonella.*

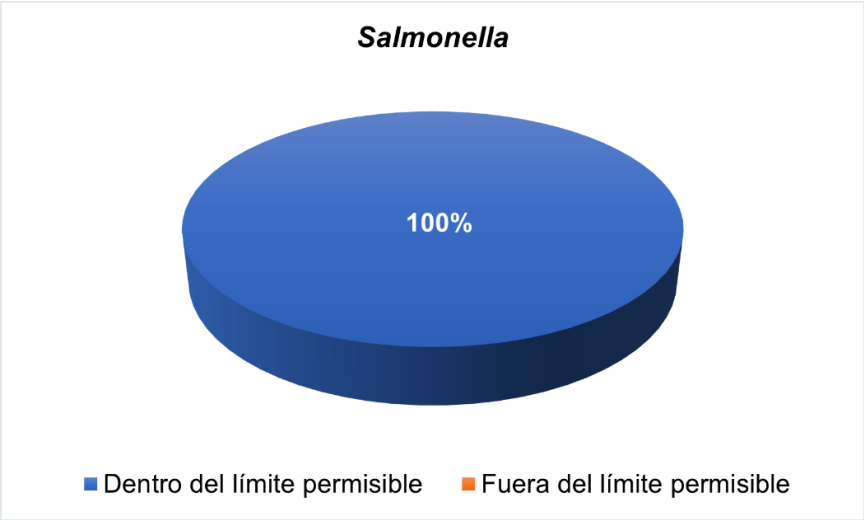


Figura 7. Porcentaje muestras que cumplen y no cumplen con la presencia o ausencia de *Salmonella* en bebidas refrescantes de maíz morado en tres distritos de Lima-Este.

En la tabla 9 se observa que, 15 (n=18) muestras de bebidas refrescantes de maíz morado presentan resultados que no cumplen con los criterios de calidad microbiológicas según la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA; estos, son 6 de 7 de muestras del distrito de Santa Anita, 7 de 9 de muestras del distrito de Ate y todas del distrito de Lurigancho. El mayor recuento para aerobios mesófilos (9,5 ± 0,09 $x10^5$ UFC/mL) y *Staphylococcus aureus* (1,16 ± 0,05 $x10^4$ UFC/mL) presentan las muestras N7 y N5 del distrito de Santa Anita respectivamente. El mayor recuento para coliformes (>1100 NMP/mL) presentan las muestras del A2 al A5 del distrito de Ate, N4 y L1 de los distritos de Santa Anita y Lurigancho respectivamente.

Tabla 9. Calidad microbiológica de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

Muestra	Número de aerobios mesófilos (UFC/mL)	Número de coliformes (NMP/mL)	Número de coliformes termotolerantes (NMP/mL)	Número *Escherichia coli* (NMP/mL)	Número de *Staphylococcus aureus* (UFC/mL)	*Salmonella* / 25mL	Criterios de Calidad Microbiológica NTS 071-2008 MINSA/DIGESA
A1	<10	<3	<3	<3	<10	Ausente	Cumple
A2	1,44 ± 0,15 x10^5	>1100	<3	<3	8,10 ± 0,28 x10^3	Ausente	No cumple
A3	6,26 ± 0,36 x10^5	>1100	<3	<3	1,05 ± 0,07 x10^3	Ausente	No cumple
A4	7,45 ± 2,75 x10^5	>1100	<3	<3	<10	Ausente	No cumple
A5	4,60 ± 0,14 x10^5	>1100	<3	<3	<10	Ausente	No cumple
A6	4,75 ± 1,06 x10^5	<3	<3	<3	<10	Ausente	No cumple
A7	<10	<3	<3	<3	<10	Ausente	Cumple
A8	3,01 ± 1,54 x10^5	1100	43	<3	<10	Ausente	No cumple
A9	4,20 ± 0,28 x10^5	<3	<3	<3	<10	Ausente	No cumple
N1	5,05 ± 0,21 x10^5	23	<3	<3	<10	Ausente	No cumple
N2	5,60 ± 0,14 x10^5	<3	<3	<3	6,75 ± 0,91 x10^3	Ausente	No cumple
N3	<10	<3	<3	<3	<10	Ausente	Cumple
N4	2,18 ± 0,48 x10^5	>1100	1100	<3	1,12 ± 0,00 x10^4	Ausente	No cumple
N5	1,17 ± 0,03 x10^3	210	38	<3	1,16 ± 0,05 x10^4	Ausente	No cumple
N6	9,4 ± 0,09 x10^5	<3	<3	<3	<10	Ausente	No cumple
N7	9,5 ± 0,09 x10^5	23	<3	<3	<10	Ausente	No cumple
L1	1,32 ± 0,16 x10^5	>1100	43	<3	<10	Ausente	No cumple
L2	2,14 ± 0,48 x10^5	<3	<3	<3	<10	Ausente	No cumple

Leyenda:

A= Muestra de Ate, N= Muestra de Santa Anita, L= Muestra de Lurigancho

La figura 8 muestra que, la mayoría (83,33%) de las muestras evaluadas no cumplen con criterios de calidad microbiológica.

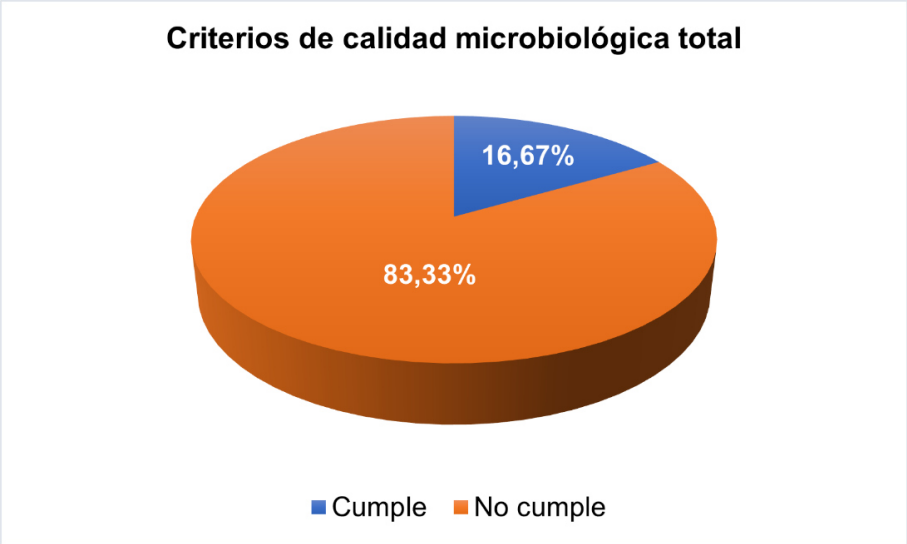


Figura 8. Porcentaje del total de muestras de bebidas refrescantes de maíz morado que cumplen y no cumplen con los criterios de calidad microbiológica según NTS 071-2008 MINSA/DIGESA.

En la tabla 10 se observa que, 15 (n=18) no cumplen con los criterios de calidad microbiológica según la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA; estos, son 6 de 7 de muestras del distrito de Santa Anita, 7 de 9 de muestras del distrito de Ate y todas del distrito de Lurigancho. El mayor porcentaje (38,89%) presentan las muestras del distrito de Ate.

Tabla 10. Frecuencia de cumplimiento de los criterios de calidad microbiológica según NTS 071-2008 MINSA/DIGESA de muestras de bebidas refrescantes de maíz morado de los distritos de Lima-Este 2024.

Distrito	Cumple con los criterios de calidad microbiológica		No cumple con los criterios de calidad microbiológica		Total	
	n	%	n	%	n	%
Ate	2	11,11	7	38,89	9	50,00
Santa Anita	1	5,56	6	33,33	7	38,89
Lurigancho	0	0,00	2	11,11	2	11,11
Total	3	16,67%	15	83,33%	18	100

VI. DISCUSIÓN

El 77,7% de las muestras analizadas presentó un número de microorganismos aerobios mesófilos viables elevados en comparación con la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA. Los aerobios mesófilos son indicadores de la higiene y limpieza durante la preparación de los alimentos. Estos resultados difieren a los obtenidos por Rojas y Bardales[8], donde se determinó la calidad microbiológica de refrescos artesanales comercializados en los principales mercados del distrito de Ventanilla, Callao. Donde se determinó que el 100% de las muestras de bebidas refrescantes de maíz morado no sobrepasaban los límites permisibles de aerobios mesófilos viables indicados por la normativa. Sin embargo, un estudio llevado a cabo por Macedo[13], sobre determinación de la calidad microbiológica de las bebidas artesanales envasadas de maíz morado, de los puestos de venta ambulatoria en el distrito de Arequipa, se evidenció que el total de las muestras analizadas de bebidas refrescantes de maíz morado, no fueron aceptables para el consumo humano, ya que presenta una carga bacteriana por encima de los límites permisibles.

Con respecto a los microorganismos coliformes totales y termotolerantes se evidenció que el 44,4% y 22,2% de las muestras analizadas presentó un número elevado en comparación con la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA. Los coliformes son indicadores de contaminación directa o indirecta de origen fecal. Sin embargo, un estudio similar realizado por Rojas y Bardales[8], en refrescos artesanales de maíz morado comercializados en los principales mercados del distrito de Ventanilla, Callao, mostraba que un 86,6% de las muestras analizadas excedían los límites permisibles por NTS 071-2008 MINSA/DIGESA. También así el estudio de Macedo**[13],** informó que el 100% de los puntos de venta ambulatoria de Arequipa excedían los límites permisibles.

En la presente investigación, no se encontró la presencia de *Escherichia coli* en el total de las muestras analizadas. La *E. coli* es un indicador de la potencial existencia de patógenos entéricos en el agua. Los resultados obtenidos coinciden con los obtenidos por Macedo[13], sobre el mismo tipo de producto, donde hubo ausencia en todas las muestras analizadas. También una investigación realizada por Rojas y Bardales[8] donde los resultados para este mismo producto indicaron una ausencia para este microorganismo en todas las muestras de bebidas refrescantes de maíz morado.

El presente estudio se encontró que el 27,7% de las muestras analizadas presentó un número elevado de *Staphylococcus aureus* de acuerdo la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA. Los *Staphylococcus aureus* son un indicador de manipulación o condiciones sanitarias deficientes durante la preparación de alimentos. Contrario a los resultados obtenidos, una investigación similar realizada por Rojas y Bardales[8] para este indicador, en refrescos artesanales de maíz morado, encontró que el 80% de las muestras analizadas para este producto presentaban valores dentro de los límites permisibles por la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA. También el estudio realizado por Macedo[13]**,** para el mismo producto, no presentó crecimiento para este microorganismo.

Con respecto a los resultados obtenidos de la susceptibilidad antimicrobiana en aislados de *Staphylococcus aureus* coagulasa positivas, el presente estudio determinó resistencia a Penicilina en 29,79%, la resistencia a los antibióticos para este patógeno está asociada a los genes de las enterotoxinas que convirtió al *Staphylococcus aureus* en una amenaza en evolución[35]. Carrillo[35], determinó la resistencia bacteriana de una bebida emoliente. Informó que el 100% de los aislados mostraron resistencia. Otro estudio realizado por Jahan *et al* [27], determinó 82,8% de resistencia en bebidas de Bangladesh. Estos resultados indican producción de betalactamasas, una enzima que inactiva Penicilina y otros antibióticos estrechamente relacionados[27].

En el caso de Eritromicina, se determinó que 36,18% de los aislados fueron resistentes. Carrillo[35], determinó resistencia intermedia en el todos los aislados de bebidas de emoliente. También la investigación por Kelechi *et al* [36], determinó la resistencia en una bebida autóctona (Kunun-zaki), de 27%. El estudio realizado por Attien *et al* [37], en bebidas calientes vendidas en la calle de Abiyán, Costa de Marfil, muestra que 100% de los aislados de leche presentaban resistencia. Los resultados mostraron resistencia variable que puede deberse a que cepas de *Staphylococcus aureus* halladas en alimentos tienen resistencia a oxacilina y que hoy en día casi todas las cepas han adquirido resistencia a las penicilinas[37].

En el caso de Cefoxitina, el cual se empleó en reemplazo de oxacilina según el CLSI, se determinó que 34,05% presentaron resistencia. Carrillo[35], determinó la resistencia en bebidas de emoliente, donde el 100% de los aislados mostraron una resistencia a oxacilina. Kelechi et al[36], determinó 41% resistencia en aislados de una bebida autóctona. También Jahan *et al* [27], determinó resistencia en 17,2% de

aislados en bebidas vendidas en la calle en una zona industrial de Bangladesh. Esto indica que algunos aislados de *Staphylococcus aureus* de bebidas vendidas en la calle tienen el gen mecA responsable de la resistencia a los antibióticos betalactámicos como la meticilina, oxacilina y las cefalosporina[27].Sin embargo, contrario a los resultados ya expuestos, un estudio por Attien *et al* [37], determinó en algunas bebidas calientes vendidas en la calle de Abiyán, Costa de Marfil, que todas las colonias presentaban sensibilidad. Esto puede deberse a que el fármaco no se usa con frecuencia en la terapia profiláctica o terapéutica[36].

En el caso de Vancomicina, se determinó que 14,90% de los aislados fueron resistentes. Un estudio realizado por Kelechi *et al* [36], 23% de resistencia en aislados de una bebida autóctona. Esto es debido a que con la aparición de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (SARM), la Vancomicina se ha utilizado como tratamiento de elección para las infecciones por SARM, y su uso excesivo ha llevado a la aparición de *Staphylococcus aureus* intermedia y resistente a la vancomicina[37]. Sin embargo, contario a los resultados expuestos otro estudio realizado por Attien *et al* [37], donde se determinó la prevalencia de *Staphylococcus aureus* en algunas bebidas calientes, Costa de Marfil. Los resultados mostraron que el 100% de las aislados presentaban sensibilidad.

En el caso de Ciprofloxacino, se determinó que todos los aislados son sensibles. Kelechi *et al* [36], determinó que el 45% de aislados presentaron sensibilidad y 50% resistencia intermedia en aislados de una bebida autóctona. Otro estudio por Jahan *et al* [27], determinó sensibilidad en 93,31% de aislados de bebidas de Bangladesh. Estos resultados sobre la susceptibilidad de los aislamientos de este patógeno sugieren que estos antimicrobianos son los fármacos de elección para el tratamiento de enfermedades transmitidas por alimentos[27].

En el caso de Tetraciclinas, se determinó que 29,79% de los aislados presentan resistencia intermedia. Komagbe *et al* [38], determinó que bebidas vendidas en los cafés colectivos de los campus de la Universidad de Abomey-Calavi, todos los aislados mostraron resistencia. Estos resultados pueden ser atribuidos al uso terapéutico extensivo de antimicrobianos o su uso como promotores del crecimiento en la producción de alimentos para animales[39].

En el caso de la presencia o ausencia de *Salmonella*, se determinó su ausencia en el 100% de las muestras analizadas, por lo que cumple con lo establecido por la

NTS 071-2008 MINSA/DIGESA. La *Salmonella* es un patógeno causante de enfermedades transmitidas por alimentos[36]. Esto coincide con la investigación realizada por Macedo[13], donde tampoco obtuvo crecimiento en el 100% de las muestras analizadas.

Los resultados de calidad microbiológica obtenidas en las bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este, determinó que 83,33% de las muestras analizadas no cumple con los criterios de calidad microbiológica y 16,67% si cumple con lo establecido por la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA.

VII. CONCLUSIONES

- El 77,7% (n=14) de las muestras de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este, no cumplen con los límites permisibles para el número de bacterias aerobias mesófilas viables establecido por la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA.

- El 44,44% (n=8) y 22,2% (n=4) de las muestras de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este, no cumplen con los límites permisibles para el número de coliformes y termotolerantes establecido por la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA.

- El 27,7% (n=5) de las muestras de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este, no cumplen con los límites permisibles para el número *Staphylococcus aureus* establecido por la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA.

- El 36,18% y 100% de los aislados de *Staphylococcus aureus* coagulasa positivas obtenidos de las muestras de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este, presentaron resistencia a Eritromicina y sensibilidad a Ciprofloxacino respectivamente.

- No hay presencia de *Salmonella* en todas las muestras de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este, por lo que cumplen con los límites permisibles para la presencia o ausencia de *Salmonella* según la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA.

- El 83,33% (n=15) de las muestras de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este, no cumplen con los criterios de calidad microbiológica establecido por la NTS 071-2008 MINSA/DIGESA.

VIII. RECOMENDACIONES

- Realizar la caracterización de la calidad microbiológica de otros productos alimenticios de expendio en la vía pública, así como la evaluación del perfil de susceptibilidad a los antimicrobianos de los microorganismos aislados.

- Realizar la caracterización molecular de los genes de virulencia de las cepas de *Staphylococcus aureus* coagulasa positivas aisladas de las bebidas refrescantes de maíz morado.

- Realizar el estudio de formación de biopelículas de las cepas de *Staphylococcus aureus* coagulasa positivas aisladas de las bebidas refrescantes de maíz morado.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ocaña R, Gutiérrez A, Rojas I, Ponce N, Salgado M, Carbajal L. Microbiological quality and presence of enteropathogenic bacteria in orange juice sold in popular markets. Food Sci Technol. 2022; 42: e09621. doi:10.1590/fst.09621.
2. Organización Panamericana de la Salud. Definiciones para los fines del codex alimentarius [Internet]. 1997 [citado 28 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.fao.org/4/w5975s/w5975s08.htm#TopOfPage.
3. Organización Panamericana de la Salud. Código internacional recomendado de prácticas principios generales de higiene de los alimentos [Internet]. 2003 [citado el de mayo de 2024]. Disponible en: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/b8905990-5fc3-45a1-a361-23b116932160/content/y5307s02.htm.
4. Rodríguez H, Barreto G, Cabrera M, Bertot J, Martínez S, Guevara G. Las enfermedades transmitidas por alimentos, un problema sanitario que hereda e incrementa el nuevo milenio. Rev Electron de Vet. 2015; 16(8): 1-27.
5. Rojas C. Brote de enfermedad transmitida por alimento en el distrito Raimondi, provincia de Atalaya y departamento de Ucayali. BEP. 2023; 32(26): 641-642.
6. Gunjan, Vidic J, Manzano M, Raj V, Pandey R, Chung M. Comparative meta-analysis of antimicrobial resistance from different food sources along with one health approach in Italy and Thailand. One Health. 2023;16: 100477. doi: 10.1016/j.onehlt.2022.100477.
7. Sakyi D, Abonyi T, Senyenam A, Hounkpe A, Deladem C, Plas E. Dynamics of antimicrobial resistance and virulence of *staphylococcus* species isolated from foods traded in the Cape Coast metropolitan and Elmina municipality of Ghana. Heliyon. 2023; 9(11): e21584. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e21584.
8. Rojas A, Bardales M. Determinación de la calidad microbiológica de refrescos artesanales comercializados en los principales mercados del distrito de Ventanilla, Callao - 2016 [tesis de título profesional]. [Iquitos]: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2016.
9. Rabanal M, Medina A. Análisis de antocianinas en el maíz morado (*Zea mays L.*) del Perú y sus propiedades antioxidantes. Terra Latinoam. 2021; 39: e808. doi: 10.28940/terra.v39i0.808.

10. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [Internet]. 2009 [citado 28 de mayo de 2024] Disponible en: http://www.fao.org/docrep/011/i0480s/i0480s00.htm.
11. Galarza K. Evaluación microbiológica de alimentos adquiridos en la vía pública del Cercado de Lima [tesis de título profesional]. [Lima]: Universidad Norbert Wiener; 2018.
12. Rafiq K, *et al*. Antimicrobial Resistance Profile of Common Foodborne Pathogens Recovered from Livestock and Poultry in Bangladesh. Antibiotics. 2022; 11(11):1551. doi: 10.3390/antibiotics11111551.
13. Macedo A. Determinación de la calidad microbiológica de las bebidas artesanales envasadas de maíz morado (*Zea mays L*.), de los puestos de venta ambulatoria en el distrito de Arequipa, periodo junio a setiembre del 2019 [tesis de título profesional]. [Arequipa]: Universidad Nacional de San Agustín; 2022.
14. Hasan F, Akter F, Jahan N, Das K, Sultana R, Feroz F. Assessment of Microbiological Quality of Different Types of Fruit & Soft Drinks Samples of Dhaka City. Stamford j microbiol. 2022; 12(1), 54-58. doi: 10.3329/sjm.v12i1.63345.
15. Machaca J, Condori S. Determinación de Coliformes totales en refresco artesanales expendidos en las avenidas Independencia y Goyeneche de la ciudad de Arequipa, causantes de enfermedades transmitidas por alimentos; Arequipa febrero 2020. ÑAWPARISUM. 2020; 3(3):59-63. doi: 10.47190/nric.v3i3.7.
16. Boza J. Análisis de la calidad microbiológica de alimentos preparados y comercializados alrededor de la Universidad Peruana Los Andes, Huancayo 2017 [tesis de título profesional]. [Huancayo]: Universidad Peruana Los Andes; 2019.
17. Baidoo E, Osei-Djarbeng S, Amonoo-Neizer J. Bacteriological Profile of Vended Local Drinks in Amakom, Kumasi, Ghana. J adv Microbiol. 2023; 23(12): 65-76. doi: 10.9734/jamb/2023/v23i12778.
18. Chung S, *et al*. Assessment of Microbiological and Chemical Quality of Bubble Tea Beverages Vended in Taiwan. J Food Prot. 2019; 82(8): 1384-1389. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-18-517.
19. Mohd N, Abu N, Shahara S. Microbiological safety of street-vended beverages in Chow Kit, Kuala Lumpur. Int J Environ Res Public Health. 2019; 16(22):4463. doi: 10.3390/ijerph16224463.

20. Murshed M, Islam M, Hassan M, Rumi A. Assessment of microbiological quality of some drinks sold in the streets of Dhaka university campus in Bangladesh. Int J Food Contam. 2015; 2(1):1-5. doi: 10.1186/s40550-015-0010-6.
21. Norma Codex STAN 192-1995. Norma general para los aditivos alimentarios. Roma: FAO.2024.
22. Norma Técnica Peruana 103.004:2023. Refrescos Chicha morada. Requisitos. Lima: INACAL; 2023.
23. Dirección General de Políticas Agraria/Dirección de Estudios Económicos. El maíz morado peruano. Lima: MIDAGRI; 2021.
24. Guillén J, Mori S, Paucar L. Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays L*.) var. subnigroviolaceo. Sci Agropecu. 2014; 5(4): 211-217. doi: 10.17268/sci.agropecu.2014.04.05.
25. Ramos F, López B, Ramos J, Silva M. Factors That Affect the Microbiological Stability of Chicha Morada during Its Production on an Industrial Scale: A Review. J Food Prot. 2021; 84(12): 2151-2158. doi: 10.4315/JFP-21-190.
26. Vasquez V, Cruz-Tirado J, Huaccha K, Ávila M. Aceptabilidad de una bebida de maíz morado variedad canteño (*Zea Mays L*.) endulzada con Stevia (*Stevia rebaudiana B*.) y propóleos como potencial conservante. Agroind Sci. 2014; 4(2): 75-86. doi: 10.17268/agroind.science.2014.02.04.
27. Jahan M, Rahaman S, Sadeque A, Rahman M. Occurrence of antibiotic resistant *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* in streetvended beverages accessible in an industrial zone of Bangladesh. J food saf Hyg. 2021; 5(4): 237-247. doi: 10.18502/jfsh.v5i4.5703.
28. Yajuan C, Gaihong W, Jiangen S, Jiajia D, Wei S, Lei W. Food Safety Practices of Food Handlers in China and their Correlation with Self-reported Foodborne Illness. J Food Prot. 2024;87(1):100202. doi: 10.1016/j.jfp.2023.100202.
29. Ying-Ho L, Yu-An C, Yun-Chun W, Chi-Tai F, Pei-Jer C. Disease burden from foodborne illnesses in Taiwan, 2012–2015. J Formos Med Assoc. 2020;119(9):1372-1381. doi: 10.1016/j.jfma.2020.03.013.
30. Dirección General de Salud. Manual de análisis microbiológico de alimentos. Lima: MINSA; 2001.
31. Feng P, Weagant S, Grant M, Burkhardt W. Bacteriological Analytical Manual. Chapter 4: Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. [Online]. 2020. [Citado el14 de noviembre de 2023]. Disponible en:

https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria.

32. Tallent S, Hait J, Bennett R, Lancette G. Bacteriological Analytical Manual. Chapter 12: *Staphylococcus aureus*. [Online]. 2019. [Citado 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-12-staphylococcus-aureus.
33. Instituto Nacional de Salud. Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco de difusión, Serie de Normas Técnicas N° 30. Lima: MINSA; 2002.
34. Castro A, Silva J, Teixeira P. *Staphylococcus aureus*, a Food Pathogen: Virulence Factors and Antibiotic Resistance. Foodborne Pathog Dis. 2018; 213-238. doi: 10.1016/B978-0-12-811444-5.00008-7.
35. Carrillo L. Calidad microbiológica y resistencia bacteriana de una bebida emoliente a base de sábila (*aloe vera*) expendido de forma ambulatoria en la ciudad de Riobamba [tesis de título profesional]. [Riobamba]: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2022.
36. Kelechi E, Emeaso D, Chukwuemeka A, Precious O, Onyedikachi O. Screening of Kunun-zaki for Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), Vancomycin-Resistant *Staphylococcus aureus* (VRSA) and Extended-Spectrum Beta-Lactamase (ESBL) Producing *Salmonella* spp.. Path Sci. 2020; 6(11): 4013-4024. doi: 10.22178/pos.64-7.
37. Attien P, Koua A, Chabi-Sika K, Sina H, Konate I, Baba-Moussa L. Prevalence of *Staphylococcus aureus* Isolated from some Street Hot Beverages in Abidjan, Côte d'Ivoire. AFSJ. 2021; 20(11): 48-55. Disponible en: 10.9734/afsj/2021/v20i1130375.
38. Komagbe G, Philippe S, Dossa F, Sossa-Minou P. Assessment of the microbiological quality of beverages sold in collective cafes on the campuses of the University of Abomey-Calavi, Benin Republic. J food saf Hyg. 2020; 5(2): 99-111. doi: 10.18502/jfsh.v5i2.3948.
39. Ajoke M, Oluranti O, Njie C. Detection of antibiotic resistant *Staphylococcus aureus* from milk: A public health implication. Int J Environ Res Public Health. 2015; 12(9):10254-10275. doi: https://doi.org/10.3390/ijerph120910254.
40. Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA. NTS° 071 MINSA/DIGESA: Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de consumo humano. Lima: Ministerio de

Salud; 2008, 27 de agosto [citado 3 de noviembre de 2024]. Disponible en: 247682_RM591-2008EP.pdf20190110-18386-1wrxc4w.pdf.

41. 3M Food Safety. Manual de monitoreo ambiental para las industrias de alimentos y bebidas. New York, Estados Unidos; 2019.
42. Ballena J. Diseño de una miniplanta de producción de concentrado natural de chicha morada para la preparación de bebidas y derivados [tesis de título profesional]. [Lambayeque]: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2017.

X. ANEXOS

Anexo 1. Mapa con la ubicación de los puntos de venta de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

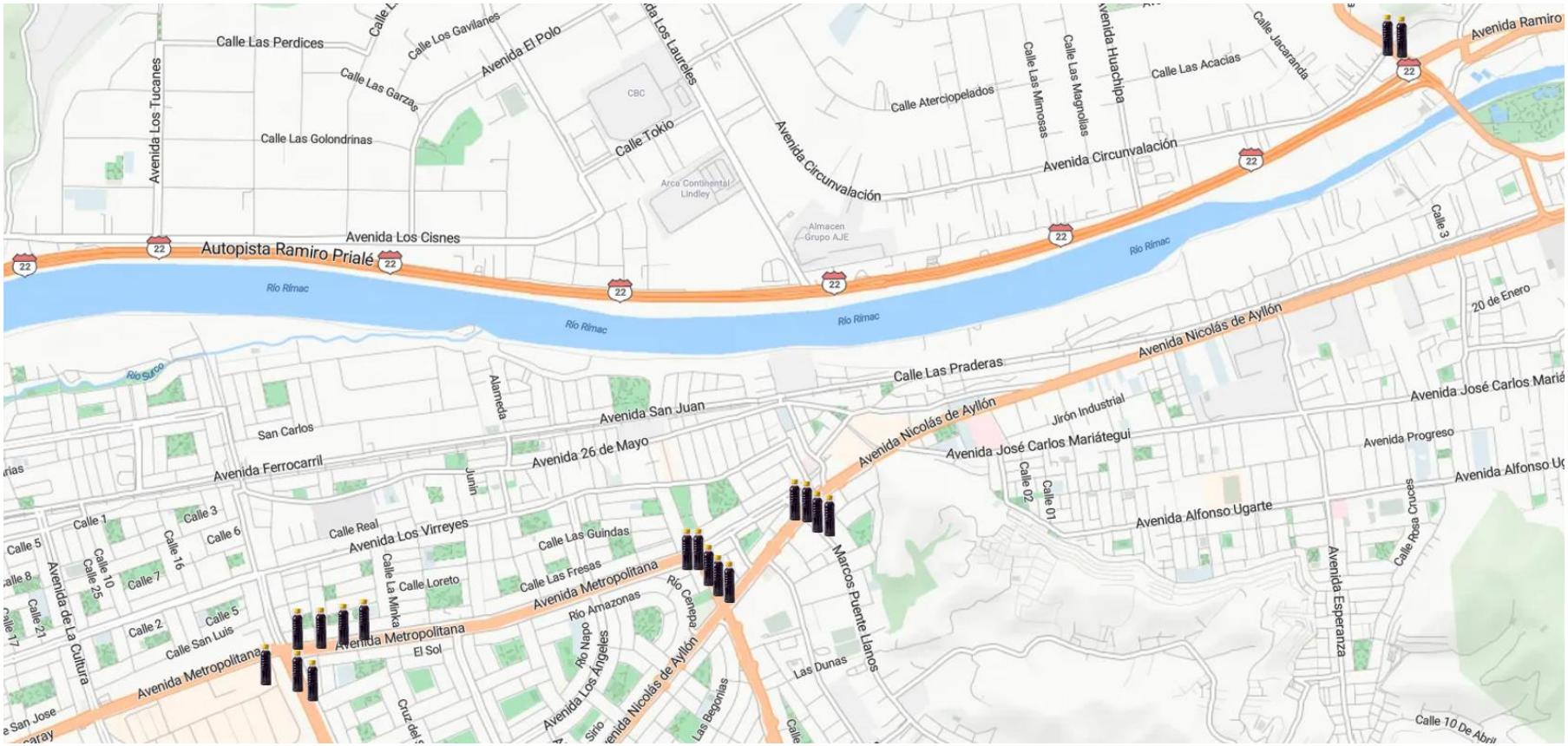


Figura 9. Mapa con la ubicación de los puntos de venta de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. Fuente: Google modificada por el autor.

Anexo 2. Recolección de muestras y análisis microbiológico de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.



Figura 10. Recolección de muestras y análisis microbiológico de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. **(A)** Recolección. **(B)** Muestras. **(C)** Análisis microbiológico.

Anexo 3. Determinación del número de bacterias mesófilas viables en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

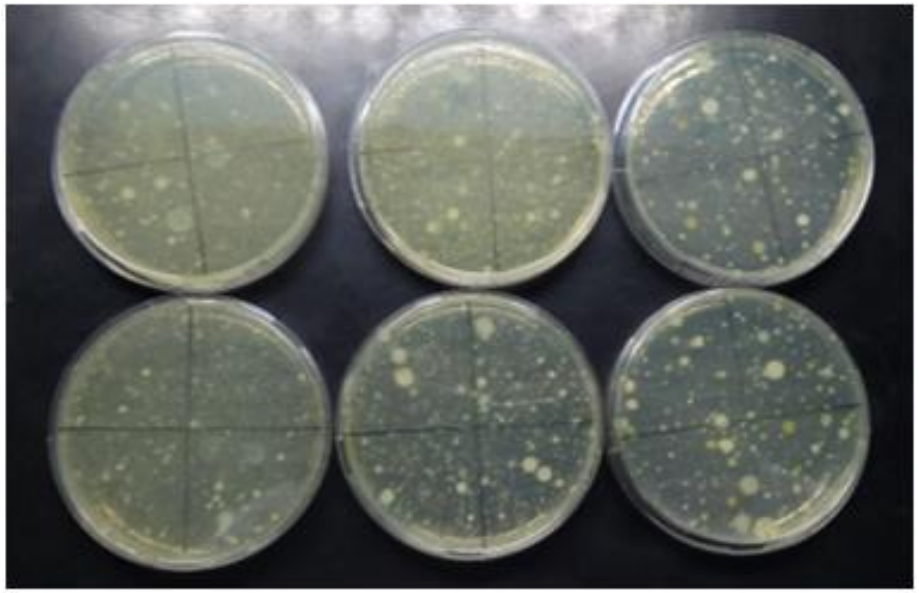


Figura 11. Imagen del recuento estándar en placa de aerobios mesófilos en agar Plate Count. Presencia de colonias características.

Anexo 4. Determinación del número de coliformes totales y termotolerantes en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

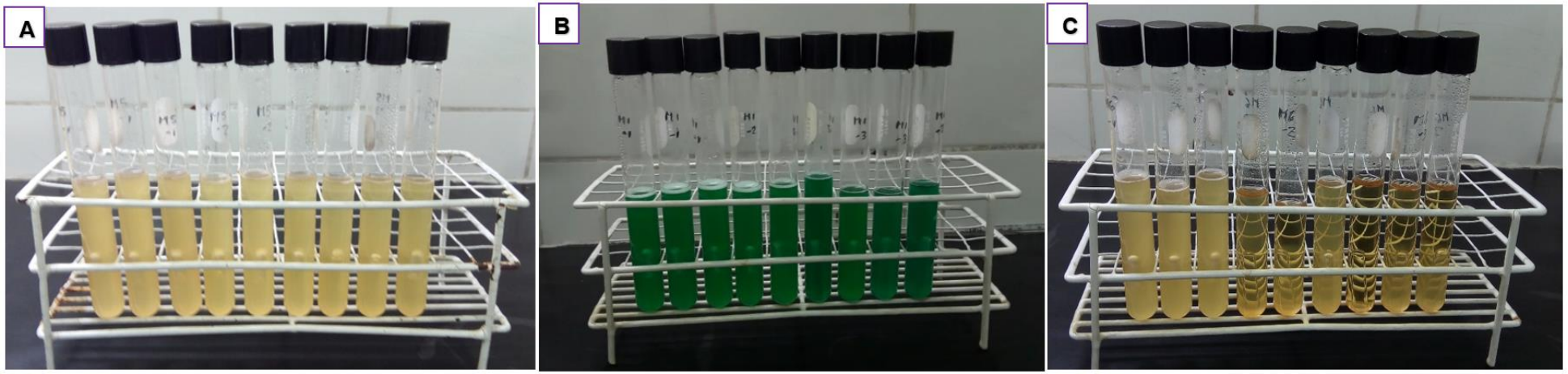


Figura 12. Imagen de la determinación del número de coliformes totales y termotolerantes en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. **(A)** Caldo Lauril Sulfato Triptosa. **(B)** Caldo Bilis Lactosa Verde Brillante. **(C)** Caldo *E. Coli*.

(+): Presencia de gas y turbidez. **(-):** No hay presencia de gas o turbidez.

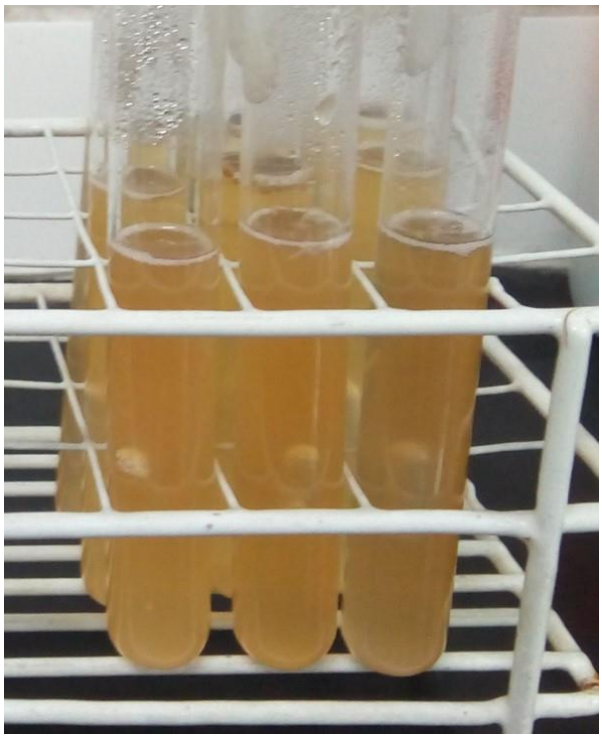


Figura 13. Imagen de la determinación de la presencia de *Escherichia coli* con reactivo de Kovacs. **(+):** Coloración roja en la superficie. **(-):** Incoloro.

Anexo 5. Determinación del número de *Staphylococcus aureus* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

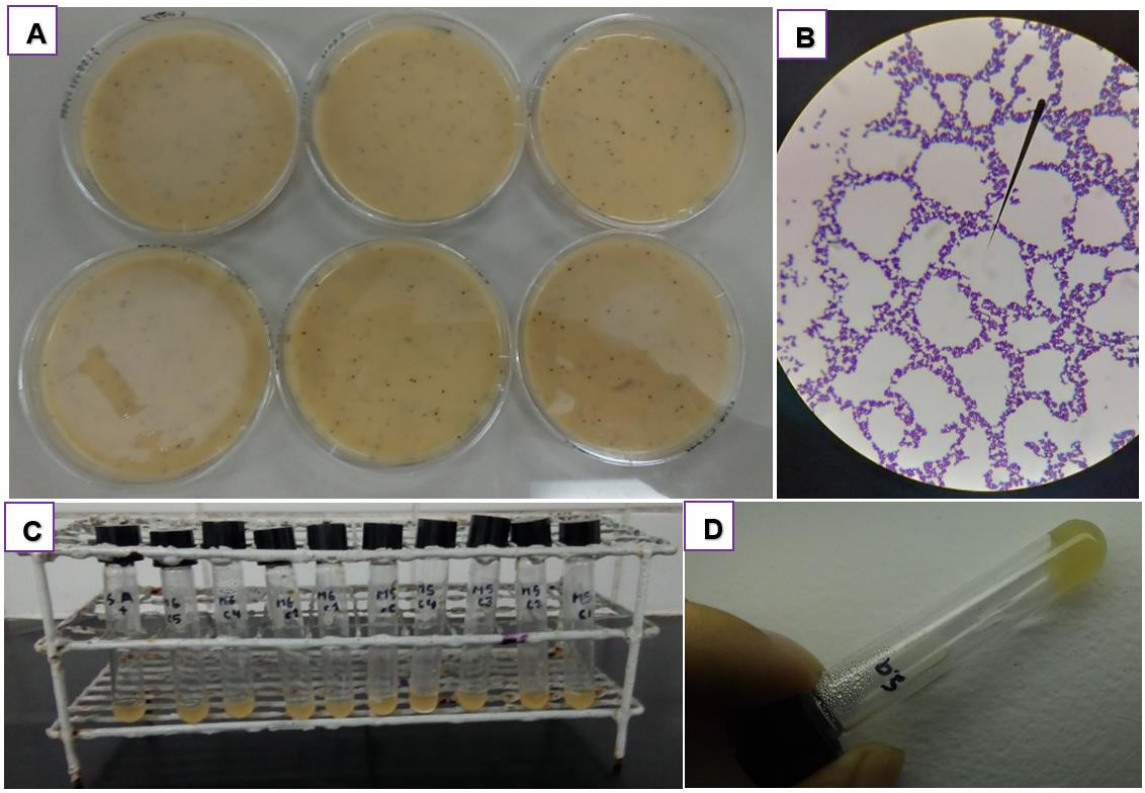


Figura 14. Imagen de la determinación del número de *Staphylococcus aureus* y prueba de coagulasa en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024. **(A)** Recuento de *Staphylococcus aureus* en Agar Baird Parker con presencia de colonias características. **(B)** Tinción Gram de aislados de *Staphylococcus aureus*. **(C)** Prueba coagulasa. **(D)** Prueba coagulasa positivo con formación de un coagulo.

Anexo 6. Caracterización de la susceptibilidad a los antimicrobianos de aislados de *Staphylococcus aureus* de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

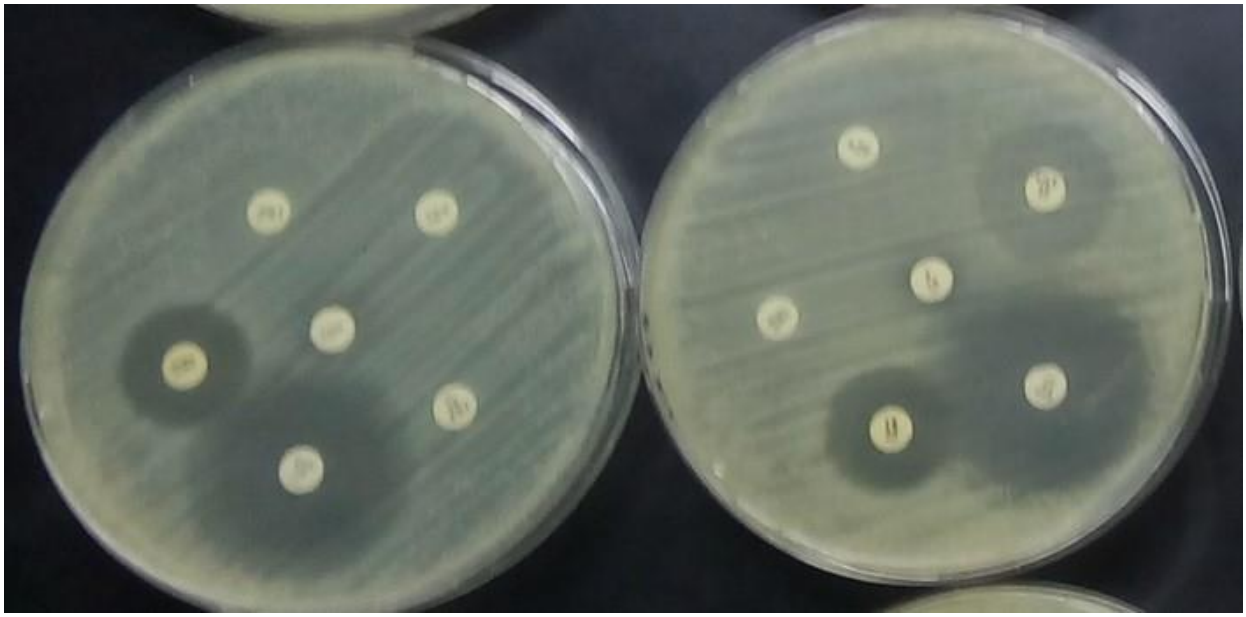


Figura 15. Imagen de la caracterización de la susceptibilidad a los antimicrobianos de aislados de *Staphylococcus aureus* de bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

Anexo 7. Determinación de la presencia o ausencia de *Salmonella* en bebidas refrescantes de maíz morado expendidas en la vía pública de tres distritos de Lima-Este 2024.

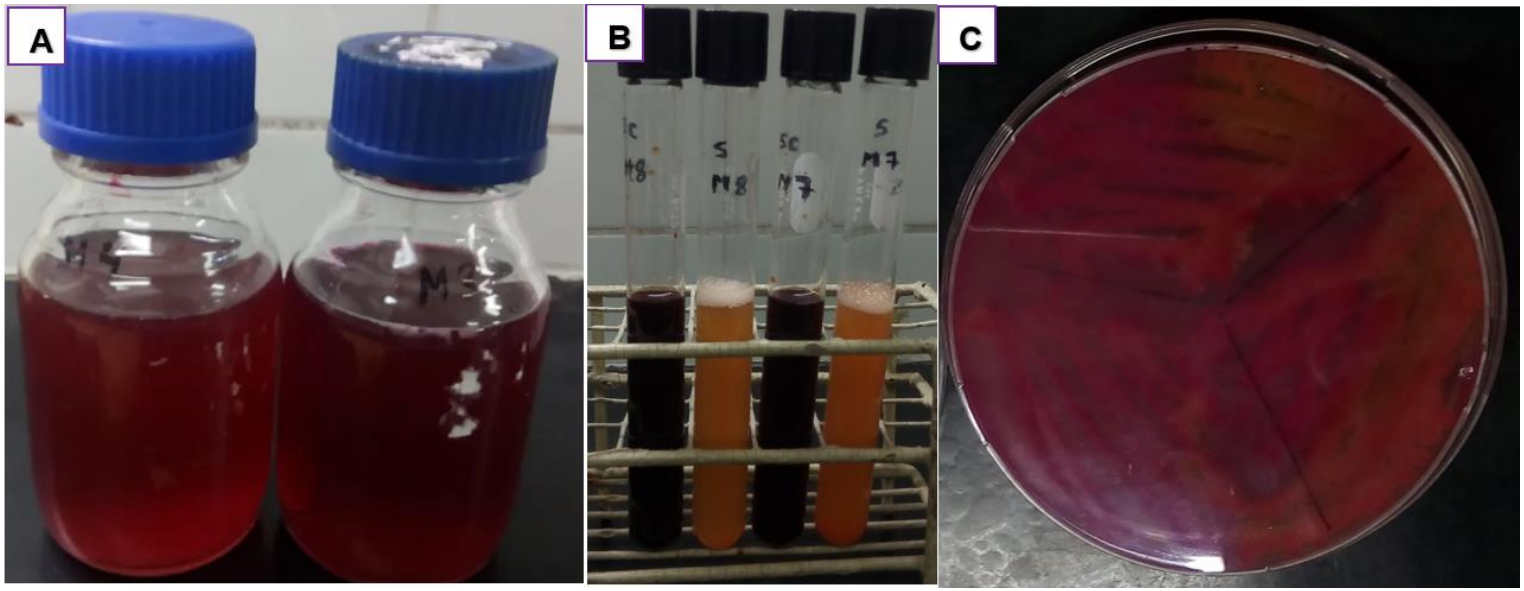


Figura 16. Imagen de la determinación de la presencia o ausencia de *Salmonella*. **(A)** Frasco con agua peptonada y muestra. **(B)** Caldo Selenito-Cistina. **(C)** Placa con agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD).