

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

TEMA:

**Evaluación microbiológica de yogures comercializados en
ferias libres en la Isla Trinitaria de la
ciudad de Guayaquil.**

AUTORA:

Chacón Vera, Génesis Yelena

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

TUTOR

Ing. Kuffó García, Alfonso, M. Sc.

Guayaquil, Ecuador

15 de febrero del 2024



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente **Trabajo de Integración Curricular**, fue realizado en su totalidad por **Chacón Vera, Génesis Yelena**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial**.

Ing. Kuffó García, Alfonso, M. Sc.

DIRECTORA DE LA CARRERA

Ing. Paola Pincay Figueroa, M. Sc.

Guayaquil, a los 15 días del mes de febrero del año 2024



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Chacón Vera, Génesis Yelena**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular: Evaluación microbiológica de yogures comercializados en ferias libres en la Isla Trinitaria de la ciudad de Guayaquil, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 días del mes de febrero del año 2024

LA AUTORA

Chacón Vera, Génesis Yelena



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Chacón Vera, Génesis Yelena**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución el **Trabajo de Integración Curricular: Evaluación microbiológica de yogures comercializados en ferias libres en la Isla Trinitaria de la ciudad de Guayaquil**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 días del mes de febrero del año 2024

LA AUTORA:

Chacón Vera, Génesis Yelena



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

CERTIFICADO COMPILATIO

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación, **Evaluación microbiológica de yogures comercializados en ferias libres en la Isla Trinitaria de la ciudad de Guayaquil** presentado por la estudiante **Chacón Vera, Génesis Yelena**, de la carrera de **Agroindustria**, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

génesis.chacón

0%
Textos sospechosos

1% Similitudes (ignorado)
de similitudes entre certificaciones (ignorado)
1% entre las fuentes orientadas (ignorado)

2% Información no reconocida (ignorado)

Nombre del documento: génesis.chacón.docx
ID del documento: c0e8f9d16b966a3d1547455e9b58e55dd04b5944
Tamaño del documento original: 4.23 MB

Depositante: Alfonso Cristóbal Kuffó García
Fecha de depósito: 19/2/2024
Tipo de carga: interface
Fecha de fin de análisis: 19/2/2024

Número de palabras: 16.676
Número de caracteres: 139.239

Fuente: Compilatio-Usuario Alfonso Kuffó, 2024

Certifican,

Ing. Kuffó García, Alfonso, M. Sc.

TUTOR

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por haberme permitido culminar una de las metas más importantes en mi vida, guiándome y sosteniéndome durante todo el proceso. Le agradezco a mis padres: Rubén Chacón y Elizabeth Vera, por estar a mi lado con su amor, valores y sabios consejos, que me ayudaron a cumplir con todos mis objetivos personales y académicos.

Agradezco a mis hermanas, Johanna Hernández, Darla y Arianna Chacón, por su apoyo incondicional a lo largo del camino, quienes me impulsaron a no rendirme cuando se presentaron adversidades. A mi hijo Bruce, quién fue, es y será mi mayor motivo de superación.

Estoy agradecida también, con todas esas personas que se han venido sumando desde el inicio, aportando con su granito de arena durante este largo y retador camino. Su apoyo, confianza, soporte y cariño han sido valiosos para mí.

Son muchos los docentes que han sido parte de mi camino universitario, a todos ellos les quiero agradecer, pero sobre todo gracias al Ing. Ángel Triana, Bella Crespo, Alfonso Kuffó y Jorge Velázquez, por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy estar aquí.

Chacón Vera, Génesis Yelena

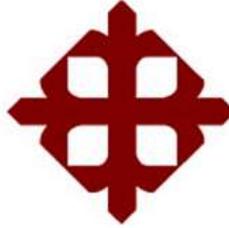
DEDICATORIA

Mi tesis la dedico a mi yo del pasado, quien nunca imaginó llegar hasta donde estoy ahora, y hoy que se cumple una de las metas más esperadas por todos nosotros, quiero agradecerte, por no haberte dado por vencida y a pesar de que muchas veces derramaste lágrimas de felicidad, también hubo lágrimas de desesperación cuando se te presentaron problemas, dificultades y adversidades, aun así, te supiste levantar y derrotaste tus miedos para poder continuar.

Me ayudaste a construir una base sólida para el futuro, desde este punto ya me encargo yo, gracias y felicitaciones por tu gran logro.

¡Vamos por más!

Chacón Vera, Génesis Yelena



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Ing. Kuffó García, Alfonso, M. Sc.

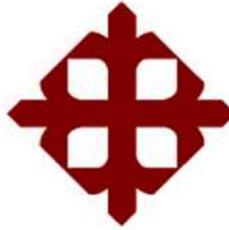
TUTOR

Ing. Paola Pincay Figueroa, M. Sc.

DIRECTORA DE CARRERA

Ing. Noelia Carolina Caicedo Coello, M. Sc.

COORDINADORA DE UTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

CALIFICACIÓN

Ing. Kuffó García, Alfonso, M. Sc.

TUTOR

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Objetivos.....	4
1.1.1. Objetivo general.....	4
1.1.2. Objetivos específicos.....	4
1.2. Hipótesis.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes investigativos.....	6
2.2. Marco conceptual.....	9
2.2.1. Generalidades del yogurt.....	9
2.2.2. Historia del yogurt.....	9
2.2.3. Producción del yogurt.....	10
2.2.4. Contaminación del yogurt.....	11
2.2.5. Fundamento del cultivo de bacterias.....	12
2.2.6. Coliformes totales	13
2.2.7. <i>Escherichia coli</i>	13
2.2.8. Levaduras	14
2.2.9. Mohos.....	15
2.2.10. Control de calidad del yogurt.....	15
2.2.11. Análisis microbiológico con la Norma Técnica Ecuatoriana 2395:2011 para yogurt.....	16
2.2.12. Norma Técnica Ecuatoriana 2687:2013: Mercados Saludables. Requisitos.....	16
2.2.13. Sistema de gestión de inocuidad alimentaria.....	20
3. MARCO METODOLÓGICO.....	22
3.1. Ubicación del ensayo.....	22
3.1.1. Ubicación geográfica de la población en estudio.....	23
3.1.2. Duración.....	23
3.2. Plan de muestreo.....	23
3.3. Tipo de estudio y enfoque.....	27
3.3.1. Variables cuantitativas.....	27
3.4. Materiales y equipo.....	27
3.5. Procedimiento para el análisis microbiológico del yogurt.....	28

3.6. Control microbiológico de los alimentos y preparación de muestras.....	30
3.7. Cálculo de unidades formadoras de colonias.....	30
4. RESULTADOS.....	31
4.1. Conteo de colonias de <i>E. coli</i> en el primer día.....	31
4.2. Conteo de colonias de Coliformes totales en el primer día.....	32
4.3. Conteo de colonias de mohos y levaduras en el primer día.....	34
4.4. Conteo de colonias de <i>E. coli</i> en el segundo día.....	35
4.5. Conteo de colonias de Coliformes totales en el segundo día.....	38
4.6. Conteo de colonias de mohos y levaduras en el segundo día.....	40
4.7. Conteo de colonias de <i>E. coli</i> en el tercer día.....	42
4.8. Conteo de colonias de Coliformes totales en el tercer día.....	44
4.9. Conteo de colonias de mohos y levaduras en el tercer día.....	46
4.10. Promedios generales de <i>E. coli</i> , coliformes totales, mohos y levaduras.....	48
4.11. Análisis de varianza de <i>E. coli</i>	49
4.12. Test de Tukey de <i>E. coli</i>	50
4.13. Análisis de varianza de Coliformes totales.....	51
4.14. Test de Tukey de Coliformes totales.....	51
4.15. Análisis de varianza de Mohos y Levaduras.....	52
4.16. Test de Tukey de Mohos y Levaduras.....	53
4.17. Comparación entre los resultados obtenidos y la norma NTE INEN 2395:2011.....	54
5. DISCUSIÓN.....	55
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
6.1. Conclusiones.....	57
6.2. Recomendaciones.....	58

REFERENCIAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Requisitos microbiológicos del yogurt del yogurt según norma NTE INEN 2395:2011	17
Tabla 2 Población total de muestras tomadas de los locales de la Isla Trinitaria	24
Tabla 3 Plan de muestreo para el yogurt	25
Tabla 4 Muestra de unidades formadoras de colonias de E. coli, primer día 27/12/2023.....	31
Tabla 5 Muestra de unidades formadoras de colonias de Coliformes totales, primer día 27/12/2023.....	33
Tabla 6 Muestra de unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras, primer día 27/12/2023.....	35
Tabla 7 Muestra de unidades formadoras de colonias de E. coli, segundo día 28/12/2023.....	37
Tabla 8 Muestra de unidades formadoras de colonias de Coliformes totales, segundo día 28/12/2023	39
Tabla 9 Muestra de unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras, segundo día 28/12/2023	41
Tabla 10 Muestra de unidades formadoras de colonias de E. coli, tercer día 29/12/2023.....	43
Tabla 11 Muestra de unidades formadoras de colonias de Coliformes totales, tercer día 29/12/2023.....	45
Tabla 12 Muestra de unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras, tercer día 29/12/2023	47
Tabla 13 Promedio general E. coli	48
Tabla 14 Promedio general Coliformes totales	49
Tabla 15 Promedio general Mohos y Levaduras	49
Tabla 16 ANOVA E. coli.....	50
Tabla 17 Test de Tukey E. coli.....	50
Tabla 18 ANOVA Coliformes totales	51
Tabla 19 Test de Tukey Coliformes totales	52
Tabla 20 ANOVA mohos y levaduras.....	53
Tabla 21 Test de Tukey mohos y levaduras.....	53

Tabla 22 Requisitos del yogurt según norma NTE INEN 2395:2011	54
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del ensayo	22
Figura 2 Ubicación geográfica de la población en estudio.....	23
Figura 3 Promedio de unidades formadoras de colonias de <i>E. coli</i> , primer día 27/12/2023.....	32
Figura 4 Promedio de unidades formadoras de coliformes totales, primer día 27/12/2023.....	34
Figura 5 Promedio de unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras, primer día 27/12/2023	36
Figura 6 Promedio de unidades formadoras de colonias de <i>E. coli</i> , segundo día 28/12/2023.....	38
Figura 7 Promedio de unidades formadoras de coliformes totales, segundo día 28/12/2023.....	40
Figura 8 Promedio de unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras, segundo día 28/12/2023	42
Figura 9 Promedio de unidades formadoras de colonias de <i>E. coli</i> , tercer día 29/12/2023.....	44
Figura 10 Promedio de unidades formadoras de coliformes totales, tercer día 29/12/2023.....	46
Figura 11 Promedio de unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras, tercer día 29/12/2023	48

RESUMEN

La falta de inocuidad de los alimentos procesados, se ha convertido en un vehículo que pueden transmitir agentes patógenos en los productos obtenidos para consumo humano, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad microbiológica de los yogures en percha comercializados en las ferias libres de la Isla Trinitaria de la ciudad de Guayaquil. La metodología aplicada fue cuantitativa, descriptiva y correlacional; se analizaron 20 muestras de establecimientos dedicados al expendido de yogurt, en 5 ferias libres de la Isla Trinitaria, realizándose el muestreo durante tres días y dos horarios diferentes con dos repeticiones cada uno, analizando 10 marcas de yogurt. Los resultados microbiológicos determinaron que todas las muestras verificaron una concentración promedio de *E. coli* de 2.8×10^3 UFC/g, en donde el mayor valor fue el 3er día a las 6h00 con 3.39×10^3 , de coliformes totales igual a 3.0×10^3 UFC/g, en donde el mayor valor fue el 3er día a las 6h00 con 3.66×10^3 , de mohos y levaduras igual a 2.1×10^3 UFC/g, en donde el mayor valor fue el 1er día a las 12h00 con 2.66×10^3 . El análisis microbiológico demostró la existencia de, por lo menos, una muestra que difiere de las demás, de acuerdo al p-valor que ha cumplido con la condición de ser menor a 0.05, según ANOVA. Se pudo conocer que no hubo conformidad del yogurt con las normas NTE INEN 2395:2011 y NTE INEN 2687:2013, con relación a *E. coli*, coliformes totales, mohos y levaduras. En conclusión, se evaluó la calidad microbiológica del yogurt comercializado en 5 ferias libres de la Isla Trinitaria, en donde se tomaron 20 muestras, las cuales fueron analizadas durante 3 días, estableciendo que la concentración de este producto alimenticio, en términos generales, no cumplió con la norma NTE INEN 2395:2011, con excepción de una marca de yogurt.

Palabras Claves: Yogurt, *E. Coli*, Coliformes Totales, Mohos, Levaduras, Calidad Microbiológica.

ABSTRACT

The lack of safety of processed foods has become a vehicle that can transmit pathogenic agents in products obtained for human consumption. The objective of this research was to evaluate the microbiological quality of hanger yogurts marketed at food-free fairs. the Trinitarian Island of the city of Guayaquil. The methodology applied was quantitative, descriptive and correlational; Samples from establishments dedicated to the sale of yogurt were analyzed in 5 free fairs on the Trinitarian Island, sampling was carried out for three days and two different times with two repetitions each, analyzing 10 brands of yogurt. The microbiological results determined that all samples verified an average concentration of *E. coli* of 2.8×10^3 CFU/g, where the highest value was on the 3rd day at 6:00 a.m. with 3.39×10^3 , of total coliforms equal to 3.0×10^3 CFU/g, where the highest value was on the 3rd day at 6:00 a.m. with 3.66×10^3 , of molds and yeasts equal to 2.1×10^3 CFU/g, where the highest value was on the 1st day at 12:00 a.m. with 2.66×10^3 . The microbiological analysis demonstrated the existence of at least one sample that differs from the others, according to the p-value that has met the condition of being less than 0.05, according to ANOVA. It was learned that there was no compliance of the yogurt with the NTE INEN 2395:2011 and NTE INEN 2687:2013 standard, in relation to *E. coli*, total coliforms. molds and yeasts. In conclusion, the microbiological quality of the yogurt sold in the 5 free fairs of the Trinitarian Island was evaluated, where 20 samples were taken, which were analyzed for 3 days, establishing that the concentration of this food product, in general terms, did not comply with the NTE INEN 2395:2011 standard, with the exception of one brand of yogurt.

Keywords: Yogurt, *E. Coli*, Total Coliforms, Molds, Yeasts, Microbiological Quality.

1 INTRODUCCIÓN

El yogurt es un alimento derivado de los productos lácteos, un producto de alto consumo en la ciudad de Guayaquil y en el ámbito nacional, razón por la cual, debe garantizarse eficientemente sus requisitos de inocuidad, pero, sobre todo, para asegurar su alto grado de calidad, investigar la carga microbiana que tiene en su contenido, debido a que, muchos consumidores ingieren esta bebida, precisamente porque pretenden mejorar la calidad alimenticia en la dieta de los individuos.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023), han mostrado su preocupación por la fragilidad alimenticia en la población mundial, causada por la escasez de algunos alimentos y el encarecimiento de otros, donde la crisis climática, el fenómeno de El Niño y la guerra Rusia contra Ucrania, han tenido una gran influencia para que no haya los alimentos suficientes para satisfacer a los individuos pertenecientes a los estratos socioeconómicos bajos, oponiéndose de esta manera, al códex alimentario fijado por la FAO (2019) en 1963, desprotegiendo la calidad de vida de la población, con mayor énfasis en los grupos vulnerables.

Con base en estos preceptos, se analizó un artículo internacional, elaborado por Rojas et al. (2021) en donde se pudo conocer que la evaluación microbiológica realizada por los autores de esta investigación, detectó carga microbiana en el yogurt, el cual a pesar que, no sobrepasó los $2,3 \times 10^4$ que, era el parámetro permisible por la norma de calidad peruana, sin embargo, puede exponer a contaminación al consumidor.

Asimismo, en otra investigación realizada por Garzón y Gómez (2022), se pudo conocer también de una carga microbiana considerable en el yogurt, después de realizar la evaluación microbiológica de este producto lácteo, tomadas en un mercado donde se vende este bien manufacturado artesanalmente, en donde los porcentajes de estos microorganismos fueron

aceptables, en el 62 % de las muestras tomadas, pero no en el 38% de estas muestras.

Mientras tanto, a nivel nacional, se encontró la investigación de Alcívar (2020), demostró a través de la aplicación de un análisis microbiológica que, la carga microbiana correspondiente en el yogurt comercializado en un mercado de la ciudad de Machala, no se encontró en los parámetros permisibles en la norma NTE INEN 2395, en el 72 % de las muestras recogidas, situación que, justifica el desarrollo de la presente investigación.

La situación actual recalcada por los referentes teóricos, ha evidenciado la problemática que ocurre en el sector denominado Isla Trinitaria, en la ciudad de Guayaquil, porque en efecto, al ser una población de escasos recursos, en el mercado de esta zona local, se comercializan tanto productos alimenticios elaborados artesanalmente, como aquellos fabricados industrialmente, cumpliendo todas las normas sanitarias correspondientes, sin embargo, los de producción artesanal, no siempre cumplen con estas regulaciones, lo que puede generar la presencia de carga microbiana, con la consecuente afectación en la salud del consumidor que, suele consumir este bien alimenticio, precisamente por esta propiedad características del lácteo en mención.

Esto significa que, al no guiarse bajo los requisitos normativos que mantiene vigente el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), con relación a la norma NTE INEN 2395, durante la preparación del producto lácteo, no se suele realizar el análisis microbiológico requerido para yogures, ocasionándose el desconocimiento de la carga microbiana en este bien alimenticio.

Esto conlleva consecuencias directas para el consumidor que, al no saber lo que consume, puede estar ingiriendo yogures con carga microbiana considerable en este bien alimenticio y mayores cantidades de microorganismos patógenos, afectando también la inocuidad de este alimento y la calidad proteica del mismo.

Por este motivo, se requiere la aplicación de una evaluación de la calidad microbiológica del yogurt, con relación a su carga microbiana, para garantizar un producto alimenticio de elevada calidad proteica que, logre beneficiar al consumidor, por sus características microbiológicas intrínsecas en su contenido.

Por esta razón, los beneficios de la investigación en la práctica, serán las personas que consumen yogurt, porque cuando ellos buscan este producto alimenticio, lo hacen pensando en consumir probióticos que en ocasiones, son recomendados por su nutricionista o por el profesional sanitario respectivo, para mejorar su condición de bienestar, por lo que, a través de la evaluación de la carga microbiana en el yogurt, se puede conocer si este realmente puede generar o no ese beneficio a la población de la Isla Trinitaria.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Evaluar la calidad microbiológica de los yogures comercializados en las ferias libres de la Isla Trinitaria de la ciudad de Guayaquil.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Realizar el diagnóstico situacional del análisis microbiológico para la determinación de la calidad de los yogures comercializados en las ferias libres de la Isla Trinitaria de la ciudad de Guayaquil.
- Analizar la carga microbiana encontrada en los yogures comercializados en las ferias libres.
- Comparar los resultados del análisis microbiológico, según la norma general para yogures NTE INEN 2395:2011.

1.2 Hipótesis

- H_0 = El análisis microbiológico realizado a las muestras obtenidas de yogures en las ferias libres de la Isla Trinitaria de Guayaquil, no cumple con los requisitos microbiológicos establecidos en la norma NTE INEN 2395:2011.
- H_1 = El análisis microbiológico realizado a las muestras obtenidas de yogures en las ferias libres de la Isla Trinitaria de Guayaquil, cumple con los requisitos microbiológicos establecidos en la norma NTE INEN 2395:2011.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

Con base en la revisión bibliográfica realizada, se ha tomado los referentes teóricos transcritos en los siguientes párrafos, para fundamentar el presente trabajo investigativo sobre la evaluación microbiológica del yogurt y la definición de la carga microbiana presente en su contenido.

En el plano internacional se abordó una investigación realizada por Taco y García (2021), quien propuso como objetivo optimizar los parámetros de fermentación y el agente conservante para la elaboración de leche ácida con *Lactobacillus acidophilus*. La metodología aplicada fue cuantitativa. Los resultados indicaron que, *L. acidophilus* se inoculó en yogurt, incubándose a 42, 45 y 50 grados Celsius por 8, 10 y 12 horas. Los mejores parámetros de fermentación se observaron a 108 UFC/mL a 45 °C durante 8 horas, obteniendo un pH final de 4.5 y una acidez titulable de 90 °D. El mejor agente conservante para el yogurt almacenado sin refrigeración, fue el benzoato de sodio (0,1 %) con el 98 % de aceptación. Y para las almacenadas en refrigeración, el benzoato de sodio (0.1 %) y de sorbato de potasio (0.1 %) tuvieron un 100 % de aceptación en los sabores de durazno y chirimoya y ambos presentaron una vida anaquel de 35 días y una carga microbiana de *Lactobacillus* de 109 UFC/mL. En conclusión, se logró optimizar la elaboración de leche ácida con *L. acidophilus* y que ésta cumple con lo establecido para ser considerada apta para el consumo humano y como bebida probiótica.

Otro artículo revisado en el ámbito internacional, lo publicó Mejía (2023), cuyo objetivo fue evaluar la inhibición del crecimiento de *Salmonella* y *Staphylococcus aureus* expuestos a los extractos crudos de bacteriocinas producidos por bacterias ácido lácticas (BAL) aisladas de yogurt probiótico expendido en la ciudad de Cajamarca. Se aplicó la metodología cuantitativa, donde se analizaron 5 muestras. Los resultados evidenciaron la identificación de *Aerococcus viridans*, *Lacticaseibacillus rhamnosus*, *Lactobacillus paracasei* y dos aislamientos de *Streptococcus thermophilus*. Se realizó la producción del extracto crudo de bacteriocinas de cada aislamiento en medio

MRS broth, el cual fue incubado por 48 horas en un *shaker* orbital a 30 °C y 150 rpm, el sobrenadante fue centrifugado a 10000 rpm, se filtró con poro de 0.22 µm, fue sometido a estrés térmico a 80 °C y neutralizado con NaOH 1M; con la finalidad de inactivar el resto de componentes en el sobrenadante. La capacidad inhibitoria de las bacteriocinas producidas se evaluó mediante la técnica de difusión en disco usando 25 µL del extracto para impregnar los discos que fueron colocados en las placas inoculadas con *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*; se obtuvo perfiles de sensibilidad de 66.7 % para *A. viridans*, *L. rhamnosus*, *L. paracasei* y de 50 % y 33.3 % para los dos aislamientos de *S. thermophilus*, con lo que se determinó la capacidad inhibitoria de las bacteriocinas producidas por estas BAL. En conclusión, ambos tratamientos mostraron ser capaces de inhibir el crecimiento de *Salmonella* y *S. aureus* y mejoramiento de la carga microbiana de *Lactobacillus*.

A nivel nacional, la investigación de López y Lozada (2023), tuvo como propósito microencapsular probióticos de yogur en presencia de inulina como prebiótico aplicando la técnica de secado por aspersion. Se aplicó el método cuantitativo. Los resultados evidenciaron que, la microencapsulación de yogur con maltodextrina, goma arábica e inulina en proporción 30:70, presentó un alto porcentaje de viabilidad celular (60.38 por ciento) después del proceso, sin embargo, debido a las condiciones de almacenamiento, después de 60 días disminuyó considerablemente el número de microorganismos viables. Además, se caracterizaron los productos del proceso de secado por aspersion mediante Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR-ATR) y Microscopía Electrónica de Barrido (SEM). Este trabajo tiene la finalidad de ensayar estrategias para mejorar la estabilidad de probióticos y se ha propuesto a la microencapsulación por secado por aspersion como un medio eficaz para proteger a los probióticos de la degradación y promover su capacidad colonizar mucosas y superficies. En conclusión, la presencia de inulina como prebiótico es capaz de brindar a las bacterias las condiciones adecuadas para su crecimiento y subsistencia.

Otro artículo publicado en Quevedo por Quishpe (2022), tuvo el objetivo de determinar el efecto del uso de *L. rhamnosus* y *Bifidobacterium*, y de pectina cítrica, sobre el proceso fermentativo y las características sensoriales de una nueva bebida láctea simbiótica. Se empleó la metodología cuantitativa. Los resultados expresaron que, para su elaboración se empleó leche fresca entera de vaca, con y sin adición de pectina cítrica (0.34 %); seguidamente, la leche fue debidamente pasteurizada e inoculada con dos tipos de cultivos, a la temperatura de crecimiento óptimo: *L. bulgaricus* y *S. thermophilus* a 44 °C, y *L. rhamnosus* y *Bifidobacterium* a 37 °C. Ambos cultivos fueron añadidos por separado a dosis de 0.006 % o 0.012 %; obteniendo un total de 8 tratamientos (T1 a T8). Los ° Brix, pH y acidez de las bebidas elaboradas, fueron analizados durante la incubación (hasta alcanzar pH de 4.2 a 4.5) y el almacenamiento (30 días), y el análisis sensorial se realizó al inicio y al final de los 30 días. El análisis ANOVA (95 %) mostró efecto significativo del uso de *L. rhamnosus* y *Bifidobacterium* y pectina cítrica, sobre los indicadores de fermentación y características organolépticas de la bebida. La prueba de Tukey ($p < 0.05$) mostró diferencia significativa entre las propiedades fisicoquímicas y los atributos sensoriales de las bebidas elaboradas con *L. bulgaricus* y *S. thermophilus* frente a las elaboradas con *L. rhamnosus* y *Bifidobacterium*. Las bebidas elaboradas con el cultivo convencional (*L. bulgaricus* y *S. thermophilus*), necesitaron menor tiempo de incubación y alcanzaron mayores porcentajes de acidez al final del almacenamiento, en comparación con las bebidas elaboradas con *L. rhamnosus* y *Bifidobacterium*. En conclusión, mayores dosis de cultivos permitieron observar mejores resultados tecnológicos y sensoriales, y la adición de pectina, al parecer aceleró la fermentación lograda con *L. rhamnosus* y *Bifidobacterium*.

Se ha podido conocer, en base a los hallazgos obtenidos que, en efecto, es necesario el análisis microbiológico de este bien alimenticio, para conocer si la producción y comercialización del yogurt, cumple con las normativas de calidad e inocuidad vigentes en cada nación, especialmente, en lo referente a la estimación de los niveles de la carga microbiana en este producto proteico.

2.2 Marco conceptual

Presentados los principales antecedentes investigativos sobre el tópico del análisis microbiológico de la calidad de del yogurt, es necesario proseguir detallando los principales conceptos sobre esta parte del currículo de la agroindustria, en donde se destacaron las generalidades sobre el yogurt y la producción de este alimento, así como su composición nutricional, prosiguiendo con los aspectos relacionados con la calidad microbiológica y la norma NTE INEN 2395:2011, así como los microorganismos que pueden contaminar al producto lácteo en mención.

2.2.1 Generalidades del yogurt.

El yogurt es un derivado lácteo, considerado por los expertos, como un alimento de gran importancia en la dieta de la población mundial, el cual es elaborado a partir de la fermentación de la leche, en donde entran en acción, algunos microorganismos probióticos, como es el caso de los *Lactobacillus* y *Streptococcus*, para transformarla la leche de vaca en un bien ácido y espeso, con un sabor agradable al paladar de los consumidores (Mohamed, Abdelmoneim y Nagendra, 2023).

Es necesario destacar que, el yogurt ha sido considerado un alimento esencial en la dieta de la población, porque tiene varios beneficios para la salud, siendo uno de los principales, contribuir con el incremento de los probióticos o bacterias buenas, entre las que se citan los *Lactobacillus* de los tipos *Delbruecki Bulgaricus*, así como también *Casei* y *Bifidus* (Junaid, Inayat , & Gulzar, 2023), los cuales son fundamentales para aumentar los anticuerpos y el sistema inmunológicos del organismo humano.

2.2.2 Historia del yogurt.

La mayoría de los expertos han coincidido en expresar que, el yogurt ha tenido su origen en Turquía, mientras que un grupo minoritario de científicos, se ha orientado por definir a Bulgaria o a las naciones del Asia Central, como los orígenes de este alimento (Barco, 2021). Su descubrimiento primitivo tuvo lugar cuando la leche de cabra se descomponía por efecto del

calor, generando la fermentación de la leche, a través de la acción de algunas bacterias ácidas que, eran consumidas por los habitantes de estos pueblos y tenía un valor alimenticio elevado, destacando que, en el vocablo turco, el yogurt significa leche cuajada (Mendoza, 2020).

Se observa que, aunque no hay total consenso sobre el país donde se originó el yogurt, la mayoría ha coincidido en determinar que Turquía es la nación de origen, tanto así que, el vocablo del cual proviene el término yogurt, es precisamente turco, entonces, lo importante es conocer que, el proceso para la elaboración de este producto lácteo, se encuentra concatenado con la fermentación de la leche, es decir, su descomposición, en donde el calor y el tiempo en que se encuentra a la intemperie, tienen gran importancia, además de la acción de las bacterias del género *Lactobacillus*.

2.2.3 Producción del yogurt.

El yogurt es el tercer producto lácteo de mayor producción y venta en el mercado ecuatoriano, después de la leche y el queso, en donde el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), ha estimado su consumo en 4 litros anuales per cápita, el cual es muy inferior a la ingesta de este alimento en países como Argentina, Brasil y Uruguay que, alcanza los 20 litros anuales per cápita, es decir, 5 veces mayor al del Ecuador, según Carlo et al. (2022), a pesar de los 150 mil litros de yogurt que se elaboran anualmente, por lo que, esta nación todavía tiene mucho por hacer, para incentivar el consumo de este producto lácteo, de gran valor proteico para la humanidad.

Algunas de las empresas que elaboran este producto lácteo en el Ecuador, son la multinacional Toni, de origen suizo, que tiene el liderazgo de mercado de este bien alimenticio, además de otras compañías que han lanzado en el mercado, marcas como Pura Crema, Alpina, Chivería, El Kiosko, Lenutrit, Rey Leche, entre los más importantes que, son comercializados en supermercados, tiendas de abasto, mini – markets, cafeterías, bar, restaurantes, cuyas marcas compiten en un mercado de libre competencia, a nivel nacional.

2.2.4 Contaminación del yogurt.

La contaminación de los alimentos puede estar asociado a diversos factores, ya sea, como la higiene deficiente en el establecimiento de trabajo, donde se fabrica este producto lácteo, así como también, el mantenimiento al aire libre de este tipo de alimento, durante su logística, comercialización y posterior venta al consumidor final (FAO, 2023).

Según Vallejo y Toro (2022), los procesos bioquímicos que ocurren en el procesamiento del yogurt, sin embargo, además de una deficiente limpieza de los equipos manufactureros, así como de los recipientes en donde se almacena este producto alimenticio e inclusive, la misma higiene limitada del personal responsable por su elaboración, se debe citar también, a la contaminación que se produce cuando las vacas consumen pasto y agua contaminadas por sustancias químicas.

Se destaca que, la fermentación de la leche y su paso a convertirse en yogurt, generan bacterias positivas para el organismo humano, como es el caso de los *Lactobacillus GG*, como es el caso de *Lactobacillus bulgaricus* y *Sterptococcus thermophillus*, las cuales generan diversos beneficios para la salud humana, sin embargo, el problema ocurre cuando se introducen microorganismos patógenos como *E. coli*, levaduras, mohos y coliformes (Romero, 2020).

Para evitar la contaminación cruzada, los textos relacionados con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), buscan que, los locales donde se ubican los establecimientos comerciales, mantengan las normas sanitarias correspondientes, las cuales se encuentran estandarizadas en las normas nacionales e internacionales respectivas, cuyo propósito es mantener las condiciones suficientes y adecuadas, para minimizar la contaminación del producto, más aún, cuando se trata de alimentos de consumo directo (Tobar, 2022).

Se debe entender que, el yogurt debe mantenerse refrigerado, en donde la cadena de frío no debe romperse durante las labores de traslado de

estas mercaderías, razón por la cual, es necesario que las labores logísticas previas a la comercialización de este producto lácteo, se deben realizar en furgones térmicos, para garantizar que, el yogurt mantiene sus condiciones ideales y su fecha de caducidad no se moverá por causa de un almacenamiento y transportación inapropiada.

2.2.5 Fundamento del cultivo de bacterias.

Previo al análisis de las muestras de yogurt en el laboratorio, es necesario señalar los criterios teóricos sobre el cultivo de bacterias, para lo cual se ha tomado el referente de Tortora y Funke (2020), quienes se refieren a los cultivos puros de bacterias, como un mecanismo que contribuye a los análisis bioquímicos que, facilita el estudio de la morfología, metabolismo y patogenicidad de estos agentes bacterianos, en donde se puede observar la cantidad de estos huéspedes y su replicación en colonias, a lo que se denomina cultivo de bacterias.

Para el efecto, es necesario que, los medios de cultivo emitan una fuente de energía suficiente, para que los microorganismos puedan reproducirse y desarrollarse, tal como lo expresa Madigan et al. (2020), quienes se refieren al agar, al caldo de cultivo y a ciertos ingredientes adicionales que, pueden coadyuvar a la replicación de las colonias y estimular el crecimiento selectivo de los patógenos en análisis.

Asimismo, la combinación de ciertos factores específicos, es el centro de interés de Willey et al. (2020), para señalar la formación y reproducción de estos patógenos en el laboratorio, en donde también debe tenerse en cuenta el control de las condiciones ambientales, en este caso, es imperativo tomar la temperatura y tomar el pH con la frecuencia suficiente, para mantener el éxito en la medición que se realice en el laboratorio, como parte del análisis físico, químico de las colonias de bacterias en los alimentos.

Para culminar con este subtema e iniciar el estudio de cada uno de los microorganismos patógenos mencionados en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011, para llevar a cabo el análisis del yogurt en el

laboratorio, es necesario mencionar que, se debe evitar la contaminación cruzada para que, los resultados esperados sean confiables, para lo cual, se debe respetar los principios de las buenas prácticas de laboratorio, durante el manejo de las muestras del alimento lácteo.

2.2.6 Coliformes totales.

En primer lugar, se analiza el término coliformes totales, como parte del estudio microbiológico que tiene como propósito establecer los principios científicos sobre cada uno de los principales contaminantes del yogurt, mencionados en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011, como se presenta seguido.

Los coliformes totales, según López et al. (2020), son un grupo de bacterias o bacilos gran negativos que, toman esa denominación, debido a su asociación con la contaminación del agua y los alimentos, tomando su nombre gracias al microorganismo principal que forma parte de su familia, en referencia a *Escherichia coli*, donde el primer término se lo debe a su descubridor.

Debido a que los coliformes totales no hacen alusión específica a una bacteria, sino más bien, a un grupo de microorganismos patógenos, entonces, es necesario proseguir el análisis de estos agentes contaminantes del yogurt, continuando con el análisis conceptual y teórico del organismo bacteriano principal, el *E. coli*.

2.2.7 *Escherichia coli*.

Prosigue el detalle de la contaminación del yogurt, con la concepción de uno de los microorganismos de mayor importancia en el análisis microbiológico del yogurt, el cual debe ser evitado durante la fabricación, manipulación, transporte y almacenamiento de este alimento lácteo, el cual se refiere específicamente a *Escherichia coli*.

Sobre este microorganismo, López et al. (2020) lo concibió como un patógeno que, al producir toxinas, puede causar enfermedades diarreicas al

consumidor de alimentos contaminados con esta bacteria. De la misma manera, Tortora y Funke (2020) manifestaron que, este microorganismo pertenece a la familia de las denominadas enterobacterias. A su vez, Willey et al. (2020) consideró que, este patógeno forma parte del microbiota del tracto intestinal, el cual puede encontrarse en este órgano de los animales homeotermos.

En consecuencia, existe la necesidad de realizar buenas prácticas de higiene durante las respectivas fases del proceso productivo del yogurt, con el fin de minimizar el riesgo de contaminación de los alimentos, con este patógeno, destacando la importancia de minimizar el riesgo de *E. coli*, por su alto potencial contaminante.

2.2.8 Levaduras.

Sigue en orden de importancia, el análisis de las levaduras, según Luján et al. (2021), una especie de hongos unicelulares que, se asocian a la fermentación de los alimentos, por lo que, son utilizados de forma favorable en la industria de panificación y bebidas, sin embargo, el 25 % de estos hongos pueden causar contaminación en los alimentos.

Algunas de los tipos de levaduras que pueden causar contaminación en el yogurt, están relacionados con los siguientes microorganismos a saber en los siguientes ítems, según Orberá (2020):

- *Deb. Hansenii.*
- *K. marxianus.*
- *S. cerevisiae.*
- *Rho. Mucilaginoso.*
- *K. lactis.*
- *C. versatilis*
- *P. toletana.*
- Géneros *Rhodotorula*, *Sporobolomyces* y *Debaryomyces* (p. 6).

Bajo esta denominación, las levaduras que, por lo general, suelen ser hongos de gran utilización en la industria alimenticia, sobre todo en los casos de los panificadores, pasteleros, fábricas de bebidas, entre otros, pueden ser contaminantes en casos de la elaboración de otros productos, como es el caso de la leche y el yogurt, por ejemplo, por lo que, es necesario mantener un control sobre los mismos, considerando la Norma Técnica correspondiente.

2.2.9 Mohos.

El último microorganismo en ser analizado en este marco teórico sobre los patógenos que causan la contaminación del yogurt y el riesgo de enfermedad en sus consumidores, se refiere a otro tipo de hongos, en este caso, los denominados mohos.

Los mohos, según el criterio de Luján et al. (2021), se refieren a un hongo microscópico con esporas, el cual, por lo general, suele crecer en superficies húmedas, pero que, en el caso del yogurt, puede demostrar descomposición del mismo, sobre todo, el del género *Aspergillus*, el cual afecta al yogurt y es perjudicial para la salud humana.

Para finalizar, se ha mencionado los contaminantes del yogurt, desde los bacilos grandes negativos como el *E. coli* y los demás de la familia de los coliformes totales, así como los hongos denominados levaduras y mohos, los cuales pueden afectar el yogurt, descomponerlo y hacerlo no apto para el consumo humano.

2.2.10 Control de calidad del yogurt.

Como parte del control de calidad del yogurt, se expone no solo los principios inherentes a las buenas prácticas de manufactura, sino que, además, se debe hacer referencia al análisis de laboratorio, como un método que permite verificar la inocuidad de este producto lácteo, para estimar si el mismo se mantiene en los parámetros técnicos exigidos por la norma correspondiente.

- **Selección de materias primas**

Uno de los pasos claves para garantizar la inocuidad del yogurt, es precisamente la selección adecuada de las materias primas que, según Rodríguez y Vásquez (2020), deben ser consideradas desde que se escoge la leche y se manipulan los ingredientes para la manufactura industrial o inclusive, artesanal del yogurt.

- **Control de los procesos de fermentación**

También, Rodríguez y Martínez (2020) ponen de manifiesto que, el yogurt requiere un proceso de fermentación adecuado, en donde entran en acción diferentes factores, como es el caso de la temperatura, el pH y el tiempo para que tenga lugar este proceso, por lo que, el control de calidad requiere el análisis de estos parámetros en tiempos distintos, para corroborar que, cumplen con los parámetros técnicos pertinentes en la norma de calidad alimenticia correspondiente.

2.2.11 Análisis microbiológico con la Norma Técnica Ecuatoriana 2395:2011 para yogurt.

El análisis microbiológico es una herramienta perteneciente a la ingeniería y tecnología en alimentos, la cual, según Cevallos y Guizado (2020), permite comprobar si los productos alimenticios cumplen con las normativas inherentes a cada bien, con el propósito de determinar si su calidad microbiológica y su inocuidad, están en el parámetro correcto, por lo que, son inocuos y seguros para la alimentación del consumidor.

Para el efecto, se ha tomado como referencia la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011, la cual manifiesta como principales contaminantes a analizar, los coliformes, *E. coli*, mohos y levaduras, cuyos parámetros se indican seguido:

Tabla 1

Requisitos microbiológicos del yogurt según norma NTE INEN 2395

Requisitos	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes totales, UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
Recuento de <i>E. coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1529-10

Fuente: (INEN, 2011).

Dónde:

- n = Número de muestras a examinar
- m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad
- M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad
- c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

- **Evaluación sensorial**

Como parte de la evaluación sensorial del yogurt, Rodríguez y Vásquez (2020) se refirieron a algunas de las características organolépticas de este producto lácteo, entre los que se citan el sabor, aroma, textura y apariencia, las cuales, son las principales para reconocer que, este alimento cumple con las características sensoriales establecidas en la norma correspondiente.

- **Almacenamiento del yogurt**

El almacenamiento del yogurt es una de las estrategias que, favorece su conservación y el cumplimiento de los parámetros organolépticos y físicos químicos de este producto lácteo, por ello, este almacenamiento debe mantener la cadena de frío, a temperaturas adecuadas que, según la Norma NTE INEN 2395:2011 (INEN, 2011), debe encontrarse entre 2 °C y 4 °C, con el propósito de evitar la proliferación de microorganismos patógenos que se desarrollan en ambientes de alta temperatura ambiente y humedad (Rodríguez y Vásquez, 2020).

- **Envasado**

Otro de los procesos de gran relevancia se refiere al envasado del yogurt, el cual debe realizarse bajo las recomendaciones de las normas sanitarias correspondiente, para protegerlo de la humedad que contribuye al crecimiento de mohos y levaduras nocivas para este producto alimenticio, por lo que, la sugerencia consiste en envasarla en una botella de plástico, cuya tapa debe contener un sello de aluminio, sin dejar ninguna huella u orificio que permita el ingreso de microorganismos del exterior (Cevallos y Guizado, 2020).

- **Contenedor**

Asimismo, el contenedor que, es la caja que contendrá a los envases de yogurt, debe ser hermética, preferiblemente, cubiertas de plástico, con sello hermético, para minimizar el contacto con microorganismos del entorno externo, de modo que, no haya descomposición del yogurt ni olores indeseados en el lugar de fabricación de este producto lácteo, el cual debe conservarse en neveras o congeladores (Rodríguez y Vásquez, 2020).

- **Duración**

La duración del yogurt, es de aproximadamente 2 a 15 días, siendo importante que, en la etiqueta del mismo, se encuentre impregnada su fecha de caducidad, más aún, cuando se conoce que, existe un tiempo que a veces pasa desapercibido, el cual inicia en el almacén de la empresa y culmina en la bodega del canal del último canal de comercialización, previo a la venta y consumo del consumidor final, quien también lo puede almacenar en su refrigeradora (Cevallos y Guizado, 2020).

- **Importancia de la conservación del yogurt en la cadena de frío**

La conservación del yogurt se debe realizar obedeciendo a una rigurosa cadena de frío, durante el proceso industrial, transporte, almacenamiento, expendio hacia los canales de distribución respectivos y finalmente, la venta al consumidor, quien también suele refrigerarla, cuando no consume el producto directamente, después de su compra.

En este contexto, Chouliara et al. (2019) considera que, la cadena de frío evita la proliferación de ciertos hongos contaminantes del yogurt, como es el caso de las levaduras y mohos. Además, según la literatura teórica, el yogurt debe encontrarse en niveles de 2 °C y 4 °C, para conservar su sabor, frescura e inocuidad y demás propiedades organolépticas (Guinee, 2020). He allí, la necesidad de controlar la temperatura del yogurt, debido a que, es un factor de gran relevancia en la protección de la inocuidad alimentaria y en la seguridad que puede ofrecer al consumidor final (Ayalew, 2020).

Basado en estas aseveraciones, la cadena de frío ocupa un lugar preponderante en la producción de yogurt, en su transportación a los canales de comercialización y también en el almacenamiento temporal que, se realiza como parte de la logística de este producto lácteo, de gran consumo en la población nacional.

2.2.12 Norma Técnica Ecuatoriana 2687:2013: Mercados Saludables. Requisitos.

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2687:2013, en los numerales 4.1.1.4 y 4.1.1.5, menciona que el mercado debe ofrecer las condiciones para que se pueda realizar la higiene personal y la desinfección del espacio. Más adelante, en el numeral 4.1.3, refiere que, todos los establecimientos que se encuentren formando parte de un mercado de víveres, deben contar con la iluminación, ventilación e instalaciones adecuadas para mantener adecuadamente las actividades de higiene personal, donde también, en el numeral 4.2.2 se emiten las normas para llevar a cabo el manejo de desechos líquidos, sólidos y el drenaje. Estos aspectos relativos a la higiene, también se señalan en el numeral 4.5.9, así como en los numerales 4.7 y 4.8, donde se pone de manifiesta la necesidad que el comerciante cuente con el certificado de salud ocupacional. Por último, en el numeral 4.11 se hace referencia a las nociones sobre el aseguramiento de la inocuidad, para lo cual, se deben fundamentar en los manuales y normas técnicas ecuatorianas, para establecer si los productos alimenticios cumplen con los límites permisibles para el consumo humano (INEN, 2013).

Bajo estas normativas, la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME, 2016), ha promocionado las condiciones necesarias para el mantenimiento de los mercados saludables, caracterizados por contar con ambientes limpios, higiénicos, seguros, capaces de ofrecer productos alimenticios inocuos a la población, lo cual, además, constituye uno de los objetivos principales de la gestión del mercado seguro, cuyas metas están basadas en el mejoramiento de la calidad de los bienes y el aseguramiento a la población, del consumo de alimentos seguros.

Cabe destacar que, al tenor de estos artículos, la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), debe emprender las acciones necesarias para la supervisión de las condiciones de higiene y limpieza en los principales mercados y ferias libres de la ciudad de Guayaquil, en este caso, con referencia a la Isla Trinitaria, para mantener un control sobre la inocuidad de los alimentos, en especial, del yogurt.

2.2.13 Sistema de gestión de inocuidad alimentaria.

Es de suma importancia que, las industrias dedicadas a la elaboración de yogurt, mantengan un sistema de gestión de calidad que, contribuya garantizar la inocuidad de este tipo de alimentos, porque son consumidos directamente por la población que gusta de la ingesta de este tipo de alimentos.

Para el efecto, la literatura teórica refiere sobre la documentación inherente al Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, también conocida con el nombre de norma HACCP, por sus siglas, además de la mencionada Buenas Prácticas de Manufactura o BPM, a la que se debe agregar la norma de calidad por excelencia, vinculada al estándar de la Organización Internacional de la Estandarización, la cual incluye la ISO 9001:2015 y la ISO 22000, todas ellas tienen la finalidad de asegurar la inocuidad alimentaria (Marín, 2020).

Asimismo, Jørgensen (2020) ha enfatizado en la relevancia de contar con un sistema de gestión de inocuidad alimentaria que, fomente mayor competitividad en las organizaciones fabriles y comerciales, dedicadas a la fabricación y expendio de las diversas gamas de yogurt, mediante la garantía de ofertar un producto de alto contenido proteico para beneficio de la nutrición de la población.

Por ello, también los organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en conjunto con la Organización Mundial de la Salud (OMS), han emitido directrices para que las empresas puedan aplicar estándares que puedan asegurar condiciones adecuadas de fabricación, almacenamiento, transporte y venta de yogurt, para garantizar la completa y eficiente inocuidad, en procura de la protección de la salud de la ciudadanía (FAO, 2023).

Así, por ejemplo, corresponde al CODEX de higiene de los alimentos, emitir las directrices sobre las normas de higiene aplicables para las diferentes etapas de la cadena alimentaria del yogurt, considerando que, las sugerencias están de la mano de la aplicación del sistema de HACCP y las normas nacionales de cada nación (FAOLEX, 2023). Mientras tanto, Cevallos y Guizado (2020) expresaron la necesidad de implementar políticas de gestión de inocuidad alimentaria que, permitan cumplir los requisitos suficientes para garantizar la mejora continua y proteger la salud y nutrición de la comunidad de personas que consumen el yogurt.

Con base en estas concepciones, queda clara la necesidad de cumplir con las normativas nacionales e internacionales para asegurar la inocuidad y la seguridad alimentaria, donde en el Ecuador, se ha enfatizado en la Norma NTE INEN 2395:2011, cuyo cumplimiento es esencial para asegurar el cumplimiento de los estándares en toda la cadena alimentaria del yogurt y proteger a la población consumidora, de cualquier tipo de patógeno que debe evitarse en el interior de este alimento lácteo.

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación del ensayo

Laboratorio de microbiología de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

Figura 1

Ubicación del ensayo.



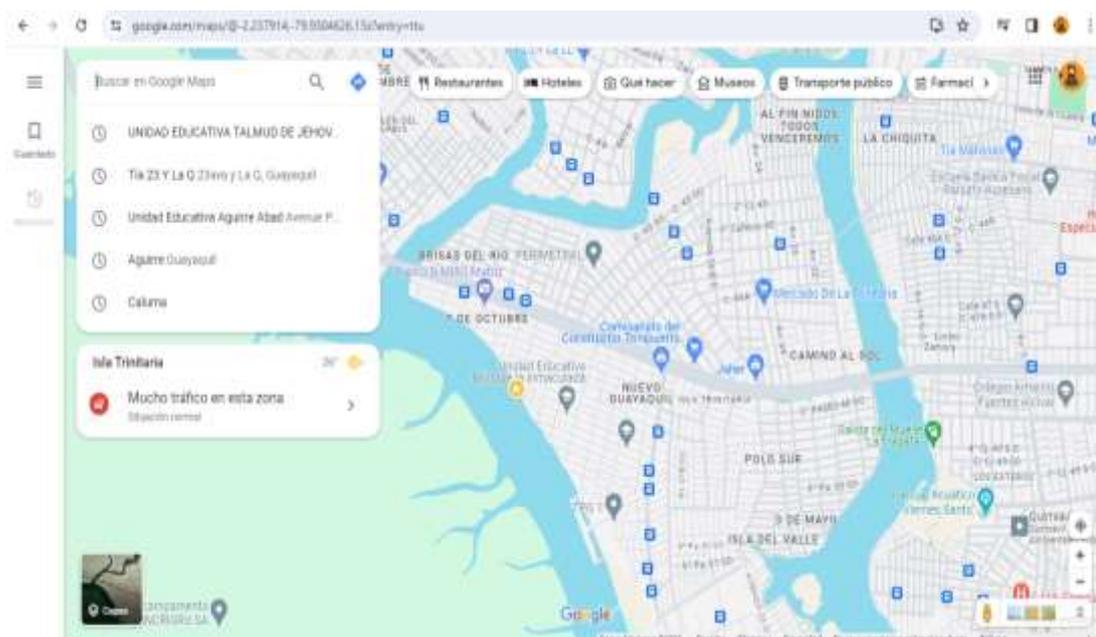
Fuente: Google maps (2023).

3.1.1 Ubicación geográfica de la población en estudio.

El contexto de la investigación se desarrolló, en la Isla Trinitaria, un populoso sector ubicado en la parroquia urbana Ximena de la ciudad de Guayaquil, al sur de esta localidad en donde se venden yogures de diferentes marcas, a plena luz del día y no siempre, conservando las mejores condiciones de almacenamiento.

Figura 2

Ubicación geográfica de la población en estudio.



Fuente: Google Map (2023).

Se observa en el mapa de ubicación de la población consumidora de yogurt y en donde también están concentradas las cinco ferias libres que expenden este producto lácteo, además de otros productos alimenticios, donde se suelen ubicar en cooperativas como Nelson Mandela I y II, Ángel Duarte Valverde, entre las más relevantes.

3.1.2 Duración.

La presente investigación tuvo una duración de cuatro meses, desde su aprobación del tema por las autoridades universitarias de esta carrera académica, hasta la fecha de su presentación y aprobación por el tutor y los miembros del terminal correspondiente.

3.2 Plan de muestreo

Se recogieron 20 muestras de 10 establecimientos económicos que laboran en las 5 ferias libres ubicadas en la Isla Trinitaria de Guayaquil, dedicados a la comercialización de yogurt, de manera aleatoria, para analizar la carga microbiana, de conformidad con norma NTE INEN 2395:2011, como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2

Población total de muestras tomadas de los locales de la Isla Trinitaria

Ferias libres	Puestos	Muestras	Marcas
1	2	4	Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7,
2	2	4	Y8, Y9, Y10
3	2	4	
4	3	6	
5	1	2	
Total	10	20	

Fuente: Tomado de la observación directa en ferias libres de Isla Trinitaria.**Elaborado por:** La Autora

Con esta aseveración, se aplicó la ecuación muestral para determinar la cantidad de muestras que se deben considerar para el análisis, reconociendo que la población inicial fue de 20 muestras tomadas de los establecimientos que expenden yogurt en las cinco ferias libres de la Isla Trinitaria:

$$n = \frac{N \cdot Z_a^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N - 1) + Z_a^2 \cdot p \cdot q}$$

Dónde:

- N = Total de la población
- $Z_a = 1.962$ si el nivel de confianza es del 95 %
- p = frecuencia esperada del factor a estudiar. Cuando se desconoce dicha frecuencia, se utiliza el valor $p = 0.05$ (5 %) que maximiza el tamaño muestral
- $q = 1 - p$
- d = precisión o error admitido del 5 % (0.05)

Dónde:

N	27
Z	1.96
p	0.05
q	0.95
d	0.05
n	20

Entonces, el resultado hallado fue de (n) 20 muestras de yogurt, las cuales se han manipulado y trasladado al laboratorio de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, guardando la cadena de frío para su conservación y análisis, de conformidad con lo señalado en la norma NTE-INEN 1529-2 (INEN, 1999), para realizar el muestreo y efectuar las diluciones correspondientes, bajo el siguiente plan de muestreo:

Tabla 3

Plan de muestreo para el yogurt

Locales	Días de muestras	Hora
1	Miércoles	6:00 12:00
	Jueves	6:00 12:00
	Viernes	6:00 12:00
2	Miércoles	6:00 12:00
	Jueves	6:00 12:00
	Viernes	6:00 12:00
3	Miércoles	6:00 12:00
	Jueves	6:00 12:00
	Viernes	6:00 12:00
4	Miércoles	6:00 12:00
	Jueves	6:00 12:00

	Viernes	6:00 12:00
	Miércoles	6:00 12:00
5	Jueves	6:00 12:00
	Viernes	6:00 12:00
6	Miércoles	6:00 12:00
	Jueves	6:00 12:00
	Viernes	6:00 12:00
7	Miércoles	6:00 12:00
	Jueves	6:00 12:00
	Viernes	6:00 12:00
	Miércoles	6:00 12:00
8	Jueves	6:00 12:00
	Viernes	6:00 12:00
	Miércoles	6:00 12:00
9	Jueves	6:00 12:00
	Viernes	6:00 12:00
	Miércoles	6:00 12:00
10	Jueves	6:00 12:00
	Viernes	6:00 12:00

Elaborada por: La Autora

Las 20 muestras fueron escogidas durante los días miércoles, jueves y viernes, porque son los días que laboran las ferias libres en el sector de la Isla Trinitaria, además, se consideró la hora de llegada del producto, a las 6:00, así como las primeras cuatro horas de mayor venta que, es hasta las 12:00.

3.3 Tipo de estudio y enfoque

La presente investigación utilizó el diseño experimental, porque se realizó un análisis microbiológico del yogurt, para estimar el nivel de su carga microbiana.

Además, el enfoque del estudio es cuantitativo, porque se dedica a medir los parámetros de las muestras de yogurt tomadas de las ferias libres de la Isla Trinitaria, las cuales promueven la emisión de resultados cuantificables, para determinar la carga microbiana en este producto alimenticio.

Sobre el muestreo realizado, se pone de manifiesto que el mismo es progresivo, porque se sustenta en la definición del tamaño inicial de la muestra, continuado con el diseño de muestreo escogido y la detección correspondiente de convergencia.

3.3.1 Variables cuantitativas.

- Cantidad de colonias de microorganismos patógenos.
- Conteo de *coliformes totales*.
- Conteo de *E. coli*.
- Conteo de *levaduras*.
- Conteo de mohos.

3.4 Materiales y equipo

Materiales:

- Mandil.
- Guantes.
- Mascarilla.
- Cofia.
- Cinta de pH.
- Termómetro.
- Pipetas.

- Placas Petrifilm para levaduras y mohos, *Escherichia coli*, y coliformes totales.
- Tubos de ensayo.

Equipos:

- Cámara frigorífica.
- Cámara de flujo
- Mechero.
- Autoclave.
- Incubadora.
- Esterilizadora.

Insumos:

- Agua destilada.
- Agua peptona.
- Solución de verde brillante.
- Solución de agar de patata.
- Placas Petrifilm para *coliformes* y *E. coli*.

3.5 Procedimiento para el análisis microbiológico del yogurt

Procedimiento para la siembra en placas Petri

El análisis microbiológico para la siembra de las muestras del yogurt en placas Petri, se efectuó de conformidad con lo descrito por Satambrosio y Ortega (2019), en donde se expuso que, las guías de uso de las siembras en la caja Petri, debieron ser seguidas para iniciar la siembra de estas muestras, valga la redundancia, de conformidad con los límites establecidos en la norma NTE INEN 2395:2011.

Para el efecto, en primer lugar, se desarrolló la limpieza y desinfección del lugar de labores donde se lleva a cabo la siembra, al cual se lo roció con alcohol de 70 %, con el propósito de esterilizar las placas Petri en autoclave, de manera que, una vez secas, puedan ser envueltas en papel aluminio, en donde también pasaron por el esterilizador, en un tiempo no mayor a una hora.

Por su parte, es necesario que estos procedimientos para la esterilización de los equipos de vidrio y también, aquellos utilizados en la siembra de bacterias, se lo realizó con los equipos de protección personal, bajo el empleo de mascarilla, mandil, cofia y guantes, por la necesidad de evitar la contaminación de las muestras de yogurt.

Siembra de levaduras y mohos.

- Se realizó el pesado de 39 gramos de agar de patata.
- Se agregó un litro de agua destilada.
- Se mezcló para producir su homogenización y dilución completa.
- Se pasó los dispositivos por autoclave a 120 °C durante un tiempo de 15 minutos para evitar la contaminación de los medios de cultivo.
- Se introdujo en la caja Petri, el medio de cultivo y se tapó la misma.
- Demora hasta que el agar haya gelificado.
- Se rayó la caja Petri con el asar de siembra.
- Se tapó nuevamente la caja Petri.
- Se trasladó las cajas Petri sembradas a la incubadora.
- Allí se mantuvieron 48 a 72 horas y a temperaturas de 22 °C y 25 °C.

Siembra de *Escherichia coli* y coliformes totales:

- Se pesó 50 g de agar MacConkey en una gramera digital.
- Se agregó 1 litro de agua destilada.
- Se homogenizaron las muestras con la ayuda de un termo agitador.
- Se transportó el agar homogenizado a autoclave a 120 °C, en 15 minutos.
- Se trasladó el agar a placas Petri.
- Se propició su gelificación.
- Se rayó las cajas Petri que contenían las muestras de yogurt diluidas, en agua peptona.
- Se trasladó las cajas Petri a la incubadora, a temperatura de 44 °C, por 48 a 72 horas, para generar el crecimiento de las colonias de estas bacterias en mención.

Preparación de agua peptona.

- Se pesó 15 g de agua peptona en una balanza gramera digital.

- Se incluyó un litro de agua destilada.
- Se homogenizó el termo agitador.
- Se trasladó el agua peptona a autoclave a 120 °C, por 15 minutos.
- Se agregaron 9 mililitros del agua peptona preparada, hacia los tubos de ensayo para incluir, además, 1 ml de muestra de yogurt.

3.6 Control microbiológico de los alimentos y preparación de muestras

Una vez que se prepararon todas las soluciones correspondientes y se realizó el proceso de cultivos de las respectivas bacterias y hongos, se pudo efectuar el análisis microbiológico del yogurt, con base en la Norma NTE INEN 2395:2011 (INEN, 2011).

3.7 Cálculo de unidades formadoras de colonias

Con relación al cálculo de la cantidad de microorganismos, con base en el conteo de las unidades formadoras de colonias, se ha seleccionado la fórmula seguida, según la Norma NTE INEN 1529-7:

$$\frac{\text{UFC}}{\text{g o ml}} = \frac{\text{Número de colonias en placa}}{\text{Muestra sembrada (ml)}} \times \text{factor de dilución}$$

De donde, según la norma técnica nacional en mención, se debe calcular la media aritmética de cada operación, según la muestra seleccionada, considerando el día, hora y tipo de microorganismo elegido, utilizando la ecuación siguiente (INEN, 2011):

$$\text{Media aritmética} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + \dots + X_5}{N}$$

Es necesario que los resultados obtenidos, se comparen con los límites máximos permisibles, destacados en la Norma NTE INEN 2395:2011 (INEN, 2011), para indicar si las muestras cumplieron con lo especificado.

4 RESULTADOS

4.1 Conteo de colonias de *E. coli* en el primer día

La Tabla 5 contiene los resultados del muestreo referente a las unidades formadoras de colonias de *E. coli*, en cada una de las muestras de yogurt, tomadas de las ferias libres de la Isla Trinitaria en Guayaquil, a las 06:00 y 12:00 del primer día, considerando 10 muestras y 2 repeticiones:

Tabla 4

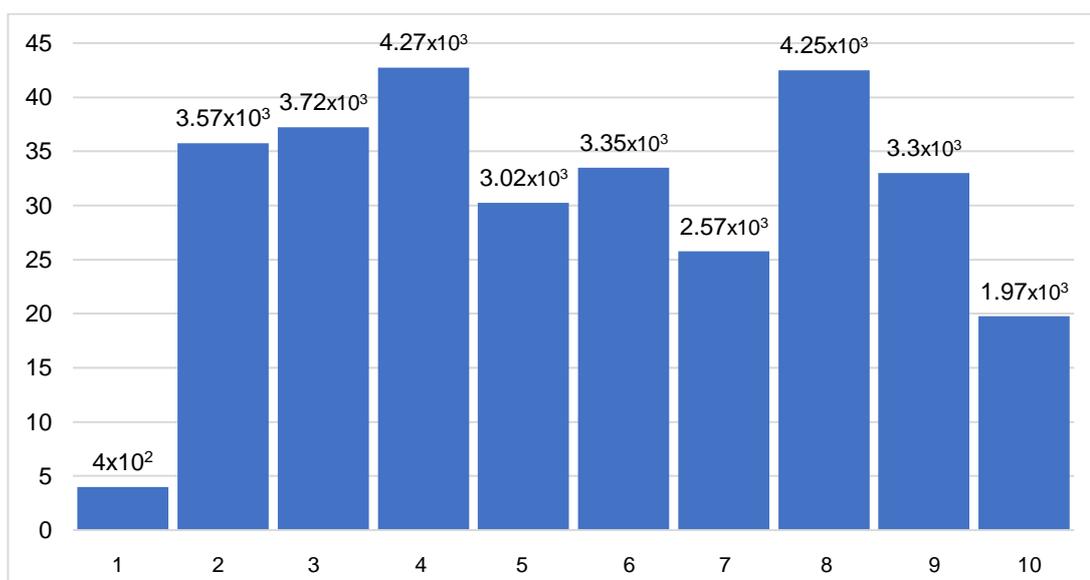
Muestra de unidades formadoras de colonias de *E. coli*, primer día 27/12/2023

Id.	Día	Hora	R1 UFC/g	R2 UFC/g	Resultado 1	Resultado 2
Y1	27/12/2023	6:00	2	4	2×10^2	4×10^2
		12:00	4	6	4×10^2	6×10^2
Y2	27/12/2023	6:00	45	33	4.5×10^3	3.3×10^3
		12:00	33	32	3.3×10^3	3.2×10^3
Y3	27/12/2023	6:00	34	28	3.4×10^3	2.8×10^3
		12:00	47	40	4.7×10^3	4.0×10^3
Y4	27/12/2023	6:00	56	51	5.6×10^3	5.1×10^3
		12:00	30	34	3.0×10^3	3.4×10^3
Y5	27/12/2023	6:00	40	39	4.0×10^3	3.9×10^3
		12:00	22	20	2.2×10^3	2.0×10^3
Y6	27/12/2023	6:00	21	25	2.1×10^3	2.5×10^3
		12:00	47	41	4.7×10^3	4.1×10^3
Y7	27/12/2023	6:00	10	16	10^3	1.6×10^3
		12:00	40	37	4.0×10^3	3.7×10^3
Y8	27/12/2023	6:00	55	52	5.5×10^3	5.2×10^3
		12:00	33	30	3.3×10^3	3.0×10^3
Y9	27/12/2023	6:00	49	39	4.9×10^3	3.9×10^3
		12:00	20	24	2.0×10^3	2.4×10^3
Y10	27/12/2023	6:00	21	28	2.5×10^3	3.4×10^3
		12:00	13	17	3.5×10^3	4.1×10^3

Estos hallazgos indicaron el mayor promedio de 4.27×10^3 y 4.25×10^3 unidades formadoras de *E. coli*, en la cuarta y octava muestra del primer día, en donde estuvieron las muestras de yogurt de mayor contaminación con este microorganismo, como se observa en el esquema seguido:

Figura 3

Promedio de unidades formadoras de colonias de *E. coli*, primer día
27/12/2023



4.2 Conteo de colonias de *Coliformes totales* en el primer día

La Tabla 6 contiene los resultados del muestreo referente a las unidades formadoras de coliformes totales, en cada una de las muestras de yogurt, tomadas de las ferias libres de la Isla Trinitaria en Guayaquil, a las 06:00 y 12:00 del primer día, considerando 10 muestras y 2 repeticiones:

Tabla 5

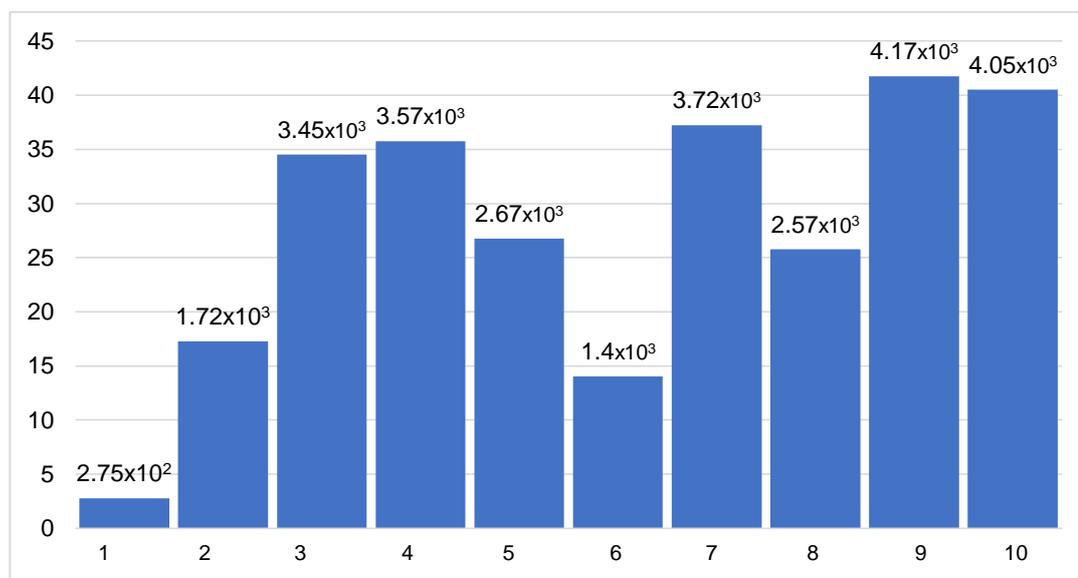
Muestra de unidades formadoras de colonias de Coliformes totales, primer día
27/12/2023

Id.	Día	Hora	R1 UFC/g	R2 UFC/g	Resultado 1	Resultado 2
Y1	27/12/2023	6:00	2	3	2×10^2	3×10^2
		12:00	2	4	2×10^2	4×10^2
Y2	27/12/2023	6:00	12	13	1.2×10^3	1.3×10^3
		12:00	21	23	2.1×10^3	2.3×10^3
Y3	27/12/2023	6:00	35	28	3.5×10^4	2.8×10^3
		12:00	37	38	3.7×10^3	3.8×10^3
Y4	27/12/2023	6:00	23	31	2.3×10^3	2.1×10^3
		12:00	48	41	4.8×10^3	4.1×10^3
Y5	27/12/2023	6:00	32	39	3.2×10^3	3.9×10^3
		12:00	17	19	1.7×10^3	1.9×10^3
Y6	27/12/2023	6:00	12	15	1.2×10^3	1.5×10^3
		12:00	14	15	1.4×10^3	1.5×10^3
Y7	27/12/2023	6:00	27	25	2.7×10^3	2.5×10^3
		12:00	51	46	5.1×10^3	4.6×10^3
Y8	27/12/2023	6:00	13	16	1.3×10^3	1.6×10^3
		12:00	38	36	3.8×10^3	3.6×10^3
Y9	27/12/2023	6:00	50	45	5.0×10^3	4.5×10^3
		12:00	35	37	3.5×10^3	3.7×10^3
Y10	27/12/2023	6:00	56	52	5.6×10^3	5.2×10^3
		12:00	26	28	2.6×10^3	2.8×10^3

Estos hallazgos indicaron el mayor promedio de 4.17×10^3 y 4.05×10^3 unidades formadoras de coliformes totales, en la novena y décima muestra del primer día, en donde estuvieron las muestras de yogurt de mayor contaminación con este microorganismo, como se observa en el esquema seguido:

Figura 4

Promedio de unidades formadoras de coliformes totales, primer día
27/12/2023



4.3 Conteo de colonias de *mohos* y *levaduras* en el primer día

La Tabla 7 contiene los resultados del muestreo referente a las unidades formadoras de mohos y levaduras, en cada una de las muestras de yogurt, tomadas de las ferias libres de la Isla Trinitaria en Guayaquil, a las 06:00 y 12:00 del primer día, considerando 10 muestras y 2 repeticiones:

Tabla 6

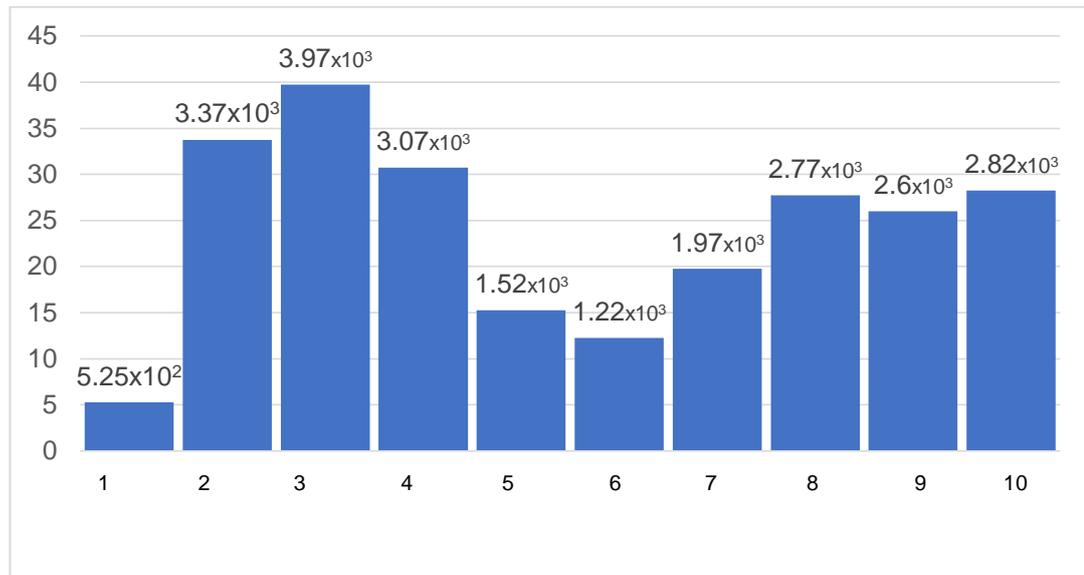
Muestra de unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras, primer día 27/12/2023

Id.	Día	Hora	R1 UFC/g	R2 UFC/g	Resultado 1	Resultado 2
Y1	27/12/2023	6:00	5	6	5×10^2	6×10^2
		12:00	4	6	4×10^2	6×10^2
Y2	27/12/2023	6:00	45	42	4.5×10^3	4.2×10^3
		12:00	23	25	2.3×10^3	2.5×10^3
Y3	27/12/2023	6:00	57	51	5.7×10^3	5.1×10^3
		12:00	27	24	2.7×10^3	2.4×10^3
Y4	27/12/2023	6:00	27	23	2.7×10^3	2.3×10^3
		12:00	37	36	3.7×10^3	3.6×10^3
Y5	27/12/2023	6:00	29	28	2.9×10^3	2.9×10^3
		12:00	0	4		4×10^2
Y6	27/12/2023	6:00	0	15		1.5×10^3
		12:00	20	15	2.0×10^3	1.5×10^3
Y7	27/12/2023	6:00	22	32	2.2×10^3	3.2×10^3
		12:00	13	12	1.3×10^3	1.2×10^3
Y8	27/12/2023	6:00	11	16	1.1×10^3	1.6×10^3
		12:00	40	44	4.0×10^3	4.4×10^3
Y9	27/12/2023	6:00	38	30	3.8×10^3	3.0×10^3
		12:00	15	21	1.5×10^3	2.1×10^3
Y10	27/12/2023	6:00	29	27	3.9×10^3	2.7×10^3
		12:00	30	27	3.0×10^3	2.7×10^3

Estos hallazgos indicaron el mayor promedio de 3.97×10^3 unidades formadoras de mohos y levaduras, en la tercera muestra del primer día, en donde estuvieron las muestras de yogurt de mayor contaminación con este microorganismo, como se observa en el esquema seguido:

Figura 5

Promedio de unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras, primer día 27/12/2023



4.4 Conteo de colonias de *E. coli* en el segundo día

La Tabla 8 contiene los resultados del muestreo referente a las unidades formadoras de colonias de *E. coli*, en cada una de las muestras de yogurt, tomadas de las ferias libres de la Isla Trinitaria en Guayaquil, a las 06:00 y 12:00 del segundo día, considerando 10 muestras y 2 repeticiones:

Tabla 7

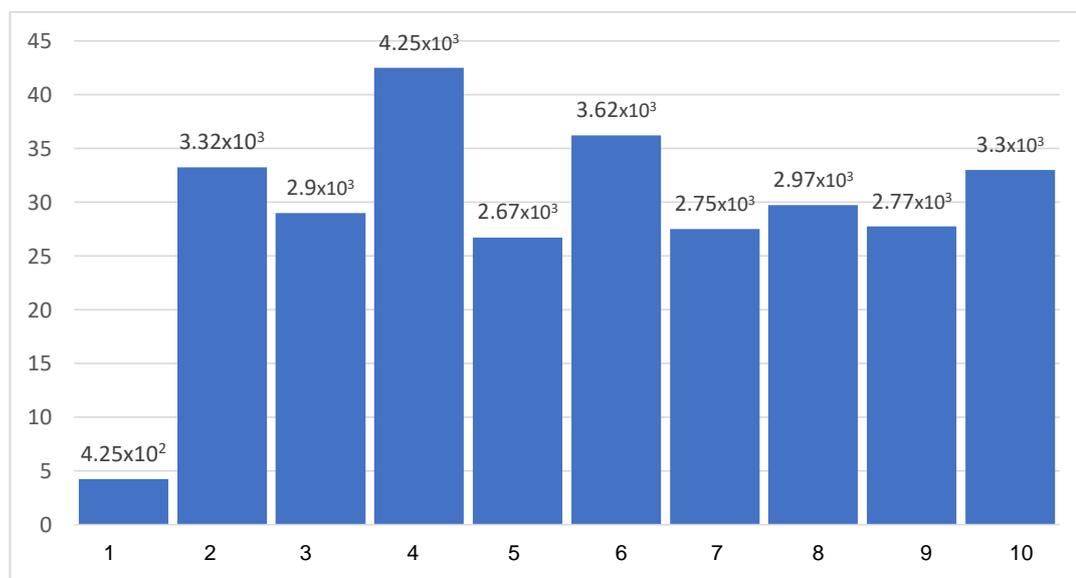
Muestra de unidades formadoras de colonias de *E. coli*, segundo día
28/12/2023

Id.	Día	Hora	R1 UFC/g	R2 UFC/g	Resultado 1	Resultado 2
Y1	28/12/2023	6:00	4	2	4×10^2	2×10^2
		12:00	6	5	6×10^2	5×10^2
Y2	28/12/2023	6:00	33	12	3.3×10^3	1.2×10^3
		12:00	32	56	3.2×10^3	5.6×10^3
Y3	28/12/2023	6:00	28	29	2.8×10^3	2.9×10^3
		12:00	40	19	4.0×10^3	1.9×10^3
Y4	28/12/2023	6:00	51	50	5.1×10^3	5.0×10^3
		12:00	34	35	3.4×10^3	3.5×10^3
Y5	28/12/2023	6:00	39	19	3.9×10^3	1.9×10^3
		12:00	20	29	2.0×10^3	2.9×10^3
Y6	28/12/2023	6:00	25	35	2.5×10^3	3.5×10^3
		12:00	41	44	4.1×10^3	4.4×10^3
Y7	28/12/2023	6:00	16	26	1.6×10^3	2.6×10^3
		12:00	37	31	3.7×10^3	3.1×10^3
Y8	28/12/2023	6:00	52	12	5.2×10^3	1.2×10^3
		12:00	30	25	3.0×10^3	2.5×10^3
Y9	28/12/2023	6:00	39	30	3.9×10^3	3.0×10^3
		12:00	24	18	2.4×10^3	1.8×10^3
Y10	28/12/2023	6:00	28	48	2.8×10^3	4.8×10^3
		12:00	17	39	1.7×10^3	3.9×10^3

Estos hallazgos indicaron el mayor promedio de 4.25×10^3 unidades formadoras de *E. coli*, en la cuarta muestra del segundo día, en donde estuvieron las muestras de yogurt de mayor contaminación con este microorganismo, como se observa en el esquema seguido:

Figura 6

Promedio de unidades formadoras de colonias de *E. coli*, segundo día
28/12/2023



4.5 Conteo de colonias de *Coliformes totales* en el segundo día

La Tabla 9 contiene los resultados del muestreo referente a las unidades formadoras de coliformes totales, en cada una de las muestras de yogurt, tomadas de las ferias libres de la Isla Trinitaria en Guayaquil, a las 06:00 y 12:00 del segundo día, considerando 10 muestras y 2 repeticiones:

Tabla 8

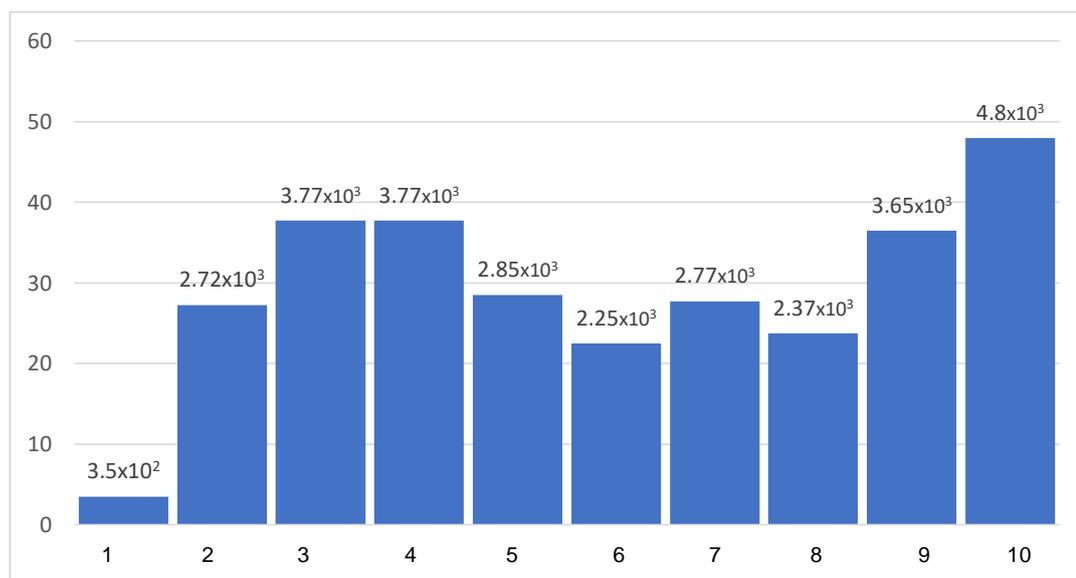
Muestra de unidades formadoras de colonias de coliformes totales, segundo día 28/12/2023

Id.	Día	Hora	R1 UFC/g	R2 UFC/g	Resultado 1	Resultado 2
Y1	28/12/2023	6:00	3	5	3×10^2	5×10^2
		12:00	4	6	4×10^2	6×10^2
Y2	28/12/2023	6:00	33	35	3.3×10^3	3.5×10^3
		12:00	40	35	4.0×10^3	3.5×10^3
Y3	28/12/2023	6:00	42	41	4.2×10^3	4.1×10^3
		12:00	43	41	4.3×10^3	4.1×10^3
Y4	28/12/2023	6:00	46	43	4.6×10^3	4.3×10^3
		12:00	33	37	3.3×10^3	3.7×10^3
Y5	28/12/2023	6:00	29	28	2.9×10^3	2.8×10^3
		12:00	27	28	2.7×10^3	2.8×10^3
Y6	28/12/2023	6:00	36	41	3.6×10^3	4.1×10^3
		12:00	24	29	2.4×10^3	2.9×10^3
Y7	28/12/2023	6:00	28	32	2.8×10^3	3.2×10^3
		12:00	12	16	1.2×10^3	1.6×10^3
Y8	28/12/2023	6:00	21	26	2.1×10^3	2.6×10^3
		12:00	22	26	2.2×10^3	2.6×10^3
Y9	28/12/2023	6:00	33	30	3.3×10^3	3×10^3
		12:00	31	30	3.1×10^3	3×10^3
Y10	28/12/2023	6:00	62	59	6.2×10^3	5.9×10^3
		12:00	50	56	5.0×10^3	5.6×10^3

Estos hallazgos indicaron el mayor promedio de 4.8×10^3 unidades formadoras de coliformes totales, en la décima muestra del segundo día, en donde estuvieron las muestras de yogurt de mayor contaminación con este microorganismo, como se observa en el esquema seguido:

Figura 7

Promedio de unidades formadoras de coliformes totales, segundo día
28/12/2023



4.6 Conteo de colonias de mohos y levaduras en el segundo día

La Tabla 10 contiene los resultados del muestreo referente a las unidades formadoras de mohos y levaduras, en cada una de las muestras de yogurt, tomadas de las ferias libres de la Isla Trinitaria en Guayaquil, a las 06:00 y 12:00 del segundo día, considerando 10 muestras y 2 repeticiones:

Tabla 9

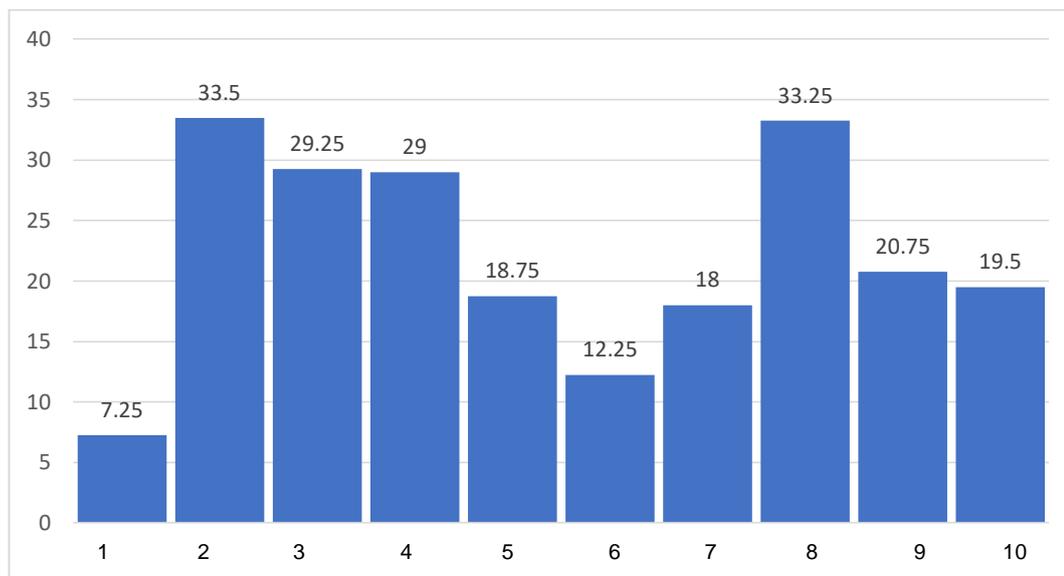
Muestra de unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras, segundo día 28/12/2023

Id.	Día	Hora	R1 UFC/g	R2 UFC/g	Resultado 1	Resultado 2
Y1	28/12/2023	6:00	7	9	7×10^2	9×10^2
		12:00	10	11	10^3	1.1×10^3
Y2	28/12/2023	6:00	23	25	2.3×10^3	2.5×10^3
		12:00	44	48	4.4×10^3	4.8×10^3
Y3	28/12/2023	6:00	30	27	3×10^3	2.7×10^3
		12:00	12	10	1.2×10^3	10^3
Y4	28/12/2023	6:00	12	16	1.2×10^3	1.6×10^3
		12:00	45	44	4.5×10^3	4.4×10^3
Y5	28/12/2023	6:00	33	30	3.3×10^3	3×10^3
		12:00	10	16	10^3	1.6×10^2
Y6	28/12/2023	6:00	15	18	1.5×10^3	1.8×10^3
		12:00	5	7	5×10^2	7×10^2
Y7	28/12/2023	6:00	0	2		2×10^2
		12:00	28	29	2.8×10^3	2.9×10^3
Y8	28/12/2023	6:00	40	44	4×10^3	4.4×10^3
		12:00	33	36	3.3×10^3	3.6×10^3
Y9	28/12/2023	6:00	23	21	2.3×10^3	2.1×10^3
		12:00	9	13	9×10^2	1.3×10^3
Y10	28/12/2023	6:00	12	14	1.2×10^3	1.4×10^3
		12:00	12	15	1.2×10^3	1.5×10^3

Estos hallazgos indicaron el mayor promedio de 3.35×10^3 y 3.32×10^3 unidades formadoras de mohos y levaduras, en la segunda y octava muestra del segundo día, en donde estuvieron las muestras de yogurt de mayor contaminación con este microorganismo, como se observa en el esquema seguido:

Figura 8

Promedio de unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras, segundo día 28/12/2023



4.7 Conteo de colonias de *E. coli* en el tercer día

La Tabla 11 contiene los resultados del muestreo referente a las unidades formadoras de colonias de *E. coli*, en cada una de las muestras de yogurt, tomadas de las ferias libres de la Isla Trinitaria en Guayaquil, a las 06:00 y 12:00 del tercer día, considerando 10 muestras y 2 repeticiones:

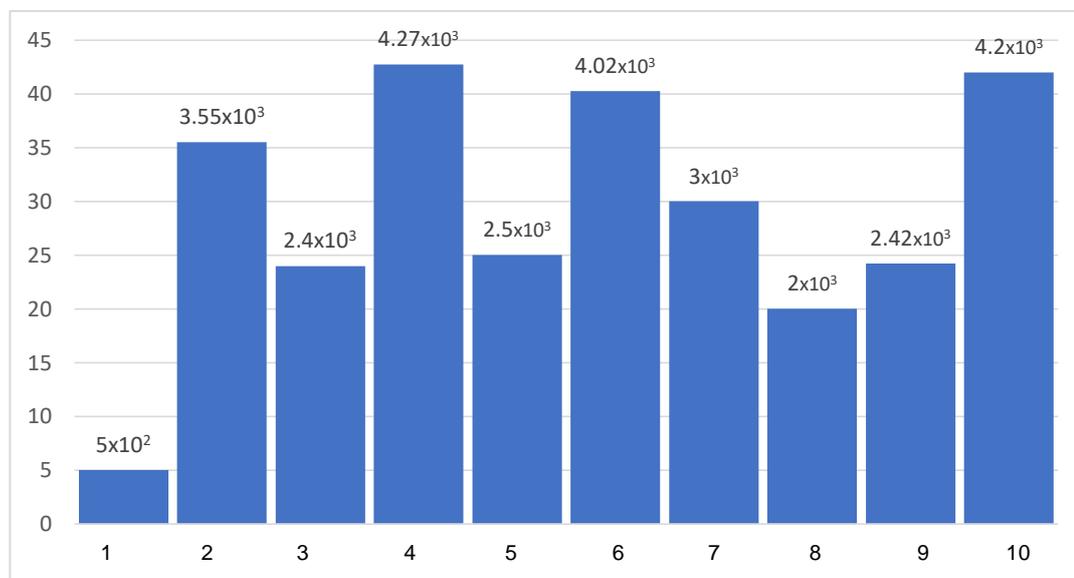
Tabla 10Muestra de unidades formadoras de colonias de *E. coli*, tercer día 29/12/2023

Id.	Día	Hora	R1 UFC/g	R2 UFC/g	Resultado 1	Resultado 2
Y1	29/12/2023	6:00 12:00	6 7	9 10	6×10^2 7×10^2	9×10^2 10^3
Y2	29/12/2023	6:00 12:00	45 27	49 32	4.5×10^3 2.7×10^3	4.9×10^3 3.2×10^3
Y3	29/12/2023	6:00 12:00	9 15	21 18	9×10^2 1.5×10^3	2.1×10^3 1.8×10^3
Y4	29/12/2023	6:00 12:00	37 7	43 14	3.7×10^3 7×10^2	4.3×10^3 1.4×10^3
Y5	29/12/2023	6:00 12:00	28 13	37 18	2.8×10^3 1.3×10^3	3.7×10^3 1.8×10^3
Y6	29/12/2023	6:00 12:00	41 0	47 2	4.1×10^3	4.7×10^3 2×10^2
Y7	29/12/2023	6:00 12:00	38 51	39 56	3.8×10^3 5.1×10^3	3.9×10^3 5.6×10^3
Y8	29/12/2023	6:00 12:00	26 26	31 38	2.6×10^3 2.6×10^3	3.1×10^3 3.8×10^3
Y9	29/12/2023	6:00 12:00	21 34	27 42	2.1×10^3 3.4×10^3	2.7×10^3 4.2×10^3
Y10	29/12/2023	6:00 12:00	30 12	36 25	3.0×10^3 1.2×10^3	3.6×10^3 2.5×10^3

Estos hallazgos indicaron el mayor promedio de 4.27×10^3 y 4.2×10^3 unidades formadoras de *E. coli*, en la cuarta y décima muestra del tercer día, en donde estuvieron las muestras de yogurt de mayor contaminación con este microorganismo, como se observa en el esquema seguido:

Figura 9

Promedio de unidades formadoras de colonias de *E. coli*, tercer día
29/12/2023



4.8 Conteo de colonias de *Coliformes totales* en el tercer día

La Tabla 12 contiene los resultados del muestreo referente a las unidades formadoras de coliformes totales, en cada una de las muestras de yogurt, tomadas de las ferias libres de la Isla Trinitaria en Guayaquil, a las 06:00 y 12:00 del tercer día, considerando 10 muestras y 2 repeticiones:

Tabla 11

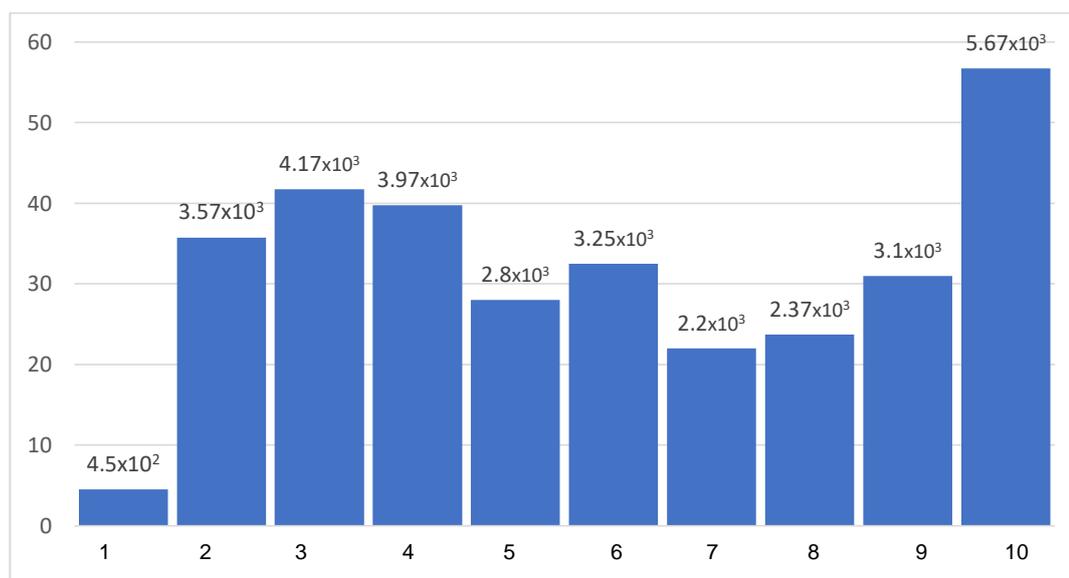
Muestra de unidades formadoras de colonias de coliformes totales, tercer día
29/12/2023

Id.	Día	Hora	R1 UFC/g	R2 UFC/g	Resultado 1	Resultado 2
Y1	29/12/2023	6:00	6	8	6×10^2	8×10^2
		12:00	7	9	7×10^2	9×10^2
Y2	29/12/2023	6:00	54	50	5.4×10^3	5×10^3
		12:00	34	40	3.4×10^3	4×10^3
Y3	29/12/2023	6:00	10	22	10^3	2.2×10^3
		12:00	50	58	5×10^3	5.8×10^3
Y4	29/12/2023	6:00	19	35	1.9×10^3	3.5×10^3
		12:00	22	35	2.2×10^3	3.5×10^3
Y5	29/12/2023	6:00	56	57	5.6×10^3	5.7×10^3
		12:00	35	47	3.6×10^3	4.7×10^3
Y6	29/12/2023	6:00	47	52	4.7×10^3	5.2×10^3
		12:00	30	42	3×10^3	4.2×10^3
Y7	29/12/2023	6:00	9	13	9×10^2	1.3×10^3
		12:00	7	13	7×10^2	1.3×10^3
Y8	29/12/2023	6:00	46	51	4.6×10^3	5.1×10^3
		12:00	9	21	9×10^2	2.1×10^3
Y9	29/12/2023	6:00	23	34	2.3×10^3	3.4×10^3
		12:00	12	24	1.2×10^3	2.4×10^3
Y10	29/12/2023	6:00	33	44	3.3×10^3	4.4×10^3
		12:00	45	44	4.5×10^3	4.4×10^3

Estos hallazgos indicaron el mayor promedio de 5.67×10^3 unidades formadoras de coliformes totales, en la novena décima muestra del tercer día, en donde estuvieron las muestras de yogurt de mayor contaminación con este microorganismo, como se observa en el esquema seguido:

Figura 10

Promedio de unidades formadoras de coliformes totales, tercer día 29/12/2023



4.9 Conteo de colonias de mohos y levaduras en el tercer día

La Tabla 13 contiene los resultados del muestreo referente a las unidades formadoras de mohos y levaduras, en cada una de las muestras de yogurt, tomadas de las ferias libres de la Isla Trinitaria en Guayaquil, a las 06:00 y 12:00 del tercer día, considerando 10 muestras y 2 repeticiones:

Tabla 12

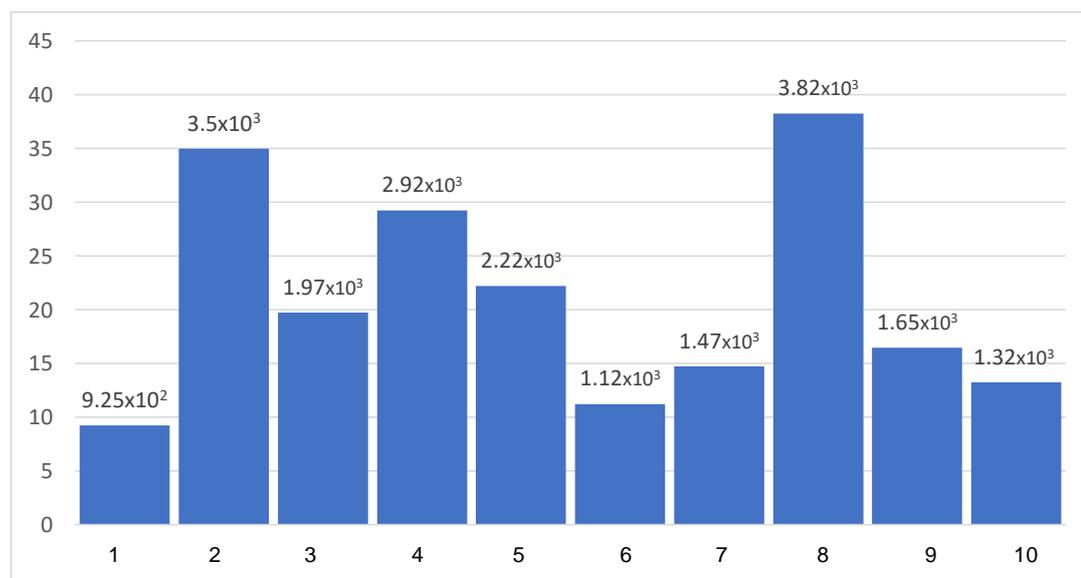
Muestra de unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras, tercer día 29/12/2023

Id.	Día	Hora	R1 UFC/g	R2 UFC/g	Resultado 1	Resultado 2
Y1	29/12/2023	6:00	11	14	$1,1 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$
		12:00	7	10	7×10^2	10^2
Y2	29/12/2023	6:00	10	16	10^3	$1,6 \times 10^3$
		12:00	46	42	$4,6 \times 10^3$	$4,2 \times 10^3$
Y3	29/12/2023	6:00	15	25	$1,5 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$
		12:00		8		8×10^2
Y4	29/12/2023	6:00	9	11	9×10^2	$1,1 \times 10^3$
		12:00	8	15	8×10^2	$1,5 \times 10^3$
Y5	29/12/2023	6:00	12	18	$1,2 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$
		12:00	6	9	6×10^2	9×10^2
Y6	29/12/2023	6:00	12	19	$1,2 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$
		12:00	31	38	$3,1 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$
Y7	29/12/2023	6:00	35	31	$3,5 \times 10^3$	$3,1 \times 10^3$
		12:00	23	28	$2,3 \times 10^3$	$2,8 \times 10^3$
Y8	29/12/2023	6:00	25	32	$2,5 \times 10^3$	$3,2 \times 10^3$
		12:00	22	30	$2,2 \times 10^3$	3×10^3
Y9	29/12/2023	6:00	36	38	$3,6 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$
		12:00	12	20	$1,2 \times 10^3$	2×10^3
Y10	29/12/2023	6:00		2		2×10^2
		12:00	24	21	$2,4 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$

Estos hallazgos indicaron el mayor promedio de $3,82 \times 10^3$ unidades formadoras de mohos y levaduras, en la octava muestra del tercer día, en donde estuvieron las muestras de yogurt de mayor contaminación con este microorganismo, como se observa en el esquema seguido:

Figura 11

Promedio de unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras, tercer día 29/12/2023



4.10 Promedios generales de *E. coli*, coliformes totales, mohos y levaduras

En la siguiente Tabla 14, se presentan los promedios generales de *E. coli*, de todas las muestras tomadas durante las fechas que se llevó a cabo la presente investigación en el laboratorio de análisis:

Tabla 13

Promedio general *E. coli*

Muestra	Día 1 6h00	Día 1 12h00	Día 2 6h00	Día 2 12h00	Día 3 06:00	Día 3 12:00
1	3.33x10 ³	2.89x10 ³	2.63x10 ³	3.01x10 ³	2.81x10 ³	1.92x10 ³
2	3.15x10 ³	2.81x10 ³	3.15x10 ³	2.76x10 ³	3.39x10 ³	2.55x10 ³

En la siguiente Tabla 15, se presentan los promedios generales de Coliformes totales, de todas las muestras tomadas durante las fechas que se llevó a cabo la presente investigación en el laboratorio de análisis:

Tabla 14

Promedio general Coliformes totales

Muestra	Día 1 6h00	Día 1 12h00	Día 2 6h00	Día 2 12h00	Día 3 06:00	Día 3 12:00
1	2.62x10 ³	2.89x10 ³	3.33x10 ³	2.86x10 ³	3.03x10 ³	2.51x10 ³
2	2.67x10 ³	2.87x10 ³	3.40x10 ³	3.04x10 ³	3.66x10 ³	3.33x10 ³

En la siguiente Tabla 16, se presentan los promedios generales de Coliformes totales, de todas las muestras tomadas durante las fechas que se llevó a cabo la presente investigación en el laboratorio de análisis:

Tabla 15

Promedio general Mohos y Levaduras

Muestra	Día 1 6h00	Día 1 12h00	Día 2 6h00	Día 2 12h00	Día 3 06:00	Día 3 12:00
1	2.63x10 ³	2.09x10 ³	1.95x10 ³	2.06x10 ³	1.65x10 ³	1.79x10 ³
2	2.66x10 ³	2.17x10 ³	2.06x10 ³	2.29x10 ³	2.06x10 ³	2.21x10 ³

Prosigue el análisis con el desarrollo del análisis de varianza por cada uno de los microorganismos patógenos evidenciados en el laboratorio de análisis clínico.

4.11 Análisis de varianza de *E. coli*

Luego, se realiza el análisis de las varianzas de *E. coli*, en donde se pudo plasmar las siguientes hipótesis:

- H_0 = Todas las muestras no tienen diferencias significativas en las cantidades de *E. coli* obtenidas.
- H_1 = Existe por lo menos una muestra que difiere significativamente de las demás, respecto a las cantidades de *E. coli* obtenidas.

Al proceder con el análisis de las varianzas en el programa ANOVA, se ha realizado el siguiente procedimiento en el programa SPSS.

Tabla 16ANOVA *E. coli*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	287.617	2	143.808	.688	.05
Dentro de grupos	24473.050	117	209.171		
Total	24760.667	119			

Al observar en la Tabla 17, se obtuvo un p-valor o sig. de 0.05, es decir, que al cumplir con la condición establecida en la hipótesis alternativa (H_1), se la acepta en rechazo de la nula, por consiguiente, existe al menos una muestra que difiera de las demás.

4.12 Test de Tukey de *E. coli*

Posteriormente, se aplicó el test de Tukey, como parte de la prueba ANOVA, en el programa SPSS versión 25, en donde se observaron las marcas de yogurt que difirieron entre sí, enfatizando en el microorganismo *E. coli*.

Tabla 17Test de Tukey *E. coli*

(I) Tiempo	(J) Tiempo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1.00	2.00	1.57500	3.23397	.878	-6.1022	9.2522
	3.00	3.77500	3.23397	.475	-3.9022	11.4522
2.00	1.00	-1.57500	3.23397	.878	-9.2522	6.1022
	3.00	2.20000	3.23397	.775	-5.4772	9.8772
3.00	1.00	-3.77500	3.23397	.475	-11.4522	3.9022
	2.00	-2.20000	3.23397	.775	-9.8772	5.4772

La Tabla 18 evidenció que, las muestras que difieren mayormente del resto de muestras de yogurt, fueron la del tercer día, cuya media de contaminación fue de 3.39×10^3 UFC/g. en colonias de *E. coli*.

4.13 Análisis de varianza de Coliformes totales

Prosigue el análisis de varianzas, con el microorganismo coliformes totales, en donde se plantearon las siguientes hipótesis:

- H_0 = Todas las muestras no tienen diferencias significativas en las cantidades de coliformes totales obtenidas.
- H_1 = Existe por lo menos una muestra que difiere significativamente de las demás, respecto a las cantidades de coliformes totales obtenidas.

Al operar con el programa SPSS, en correspondiente análisis de varianzas, con la opción ANOVA, se han obtenido los siguientes resultados a saber:

Tabla 18

ANOVA Coliformes totales

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	391.400	2	195.700	.827	.044
Dentro de grupos	27687.925	117	236.649		
Total	28079.325	119			

Al verificar en la Tabla 19, se obtuvo un p-valor o sig. menor a 0.05, es decir, que al cumplir con la condición establecida en la hipótesis alternativa (H_1), se la aprueba en vez de la nula, por consiguiente, existe al menos una muestra que difiera de las demás.

4.14 Test de Tukey de Coliformes totales

Continuando con el análisis de varianzas, se aplicó el test de Tukey de ANOVA, utilizando el soporte informático del SPSS, en donde se evaluaron las marcas de yogurt que difirieron entre sí, con pleno énfasis en el microorganismo Coliformes totales.

Tabla 19

Test de Tukey Coliformes totales

(I) Tiempo	(J) Tiempo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
100	2.00	-3.95000	3.43983	.486	-12.1159	4.2159
	3.00	-3.70000	3.43983	.531	-11.8659	4.4659
2.00	1.00	3.95000	3.43983	.486	-4.2159	12.1159
	3.00	.25000	3.43983	.997	-7.9159	8.4159
3.00	1.00	3.70000	3.43983	.531	-4.4659	11.8659
	2.00	-.25000	3.43983	.997	-8.4159	7.9159

Con respecto a los resultados evidenciados en la Tabla 20, se pudo conocer que, las muestras que difieren mayormente del resto de muestras de yogurt, fueron la del primer y segundo día, cuya media de contaminación fue de 3.33×10^3 UFC/g. en colonias de Coliformes totales.

4.15 Análisis de varianza de Mohos y Levaduras

Para finalizar el análisis de varianzas, se efectúa la operación estadística con los mohos y levaduras, en donde se trabajó con las siguientes hipótesis:

- H_0 = Todas las muestras no tienen diferencias significativas en las cantidades de mohos y levaduras obtenidas.
- H_1 = Existe por lo menos una muestra que difiere significativamente de las demás, respecto a las cantidades de mohos y levaduras obtenidas.

Al operar con el programa SPSS, en correspondiente análisis de varianzas, con la opción ANOVA, se han obtenido los siguientes resultados a saber:

Tabla 20

ANOVA mohos y levaduras

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	433.617	2	216.808	1.255	.0289
Dentro de grupos	20210.250	117	172.737		
Total	20643.867	119			

Al verificar en la Tabla 21, se pudo conocer un p-valor o sig. menor a 0,05, por consiguiente, al cumplir con la condición establecida en la hipótesis alternativa (H_1), se la acepta tácitamente en vez de la nula, por lo tanto, existe al menos una muestra que difiera de las demás.

4.16 Test de Tukey de Mohos y Levaduras

Por último, se procedió con la aplicación del test de Tukey, donde también se empleó el soporte informático SPSS, evaluando las marcas de yogurt que difirieron entre sí, con alusión a los mohos y levaduras.

Tabla 21

Test de Tukey mohos y levaduras

(I)	(J)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
Tiempo	Tiempo				Límite inferior	Límite superior
100	2.00	2.92500	2.93885	.581	-4.0516	9.9016
	3.00	4.60000	2.93885	.265	-2.3766	11.5766
2.00	1.00	-2.92500	2.93885	.581	-9.9016	4.0516
	3.00	1.67500	2.93885	.836	-5.3016	8.6516
3.00	1.00	-4.60000	2.93885	.265	-11.5766	2.3766
	2.00	-1.67500	2.93885	.836	-8.6516	5.3016

Relacionado a los hallazgos observados en la Tabla 22, se pudo destacar que, las muestras que difieren mayormente del resto de muestras de yogurt, fueron la del primer y tercer día, cuya media de contaminación fue de 2.66×10^3 UFC/g. en colonias de mohos y levaduras.

4.17 Comparación entre los resultados obtenidos y la norma NTE INEN 2395:2011

El análisis comparativo entre los hallazgos observados en el laboratorio en el análisis microbiológico efectuado, con los parámetros permisibles en la norma NTE INEN 2395:2011, indicó los siguientes resultados:

Tabla 22

Requisitos del yogurt según norma NTE INEN 2395:2011

Requisitos	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes totales, UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
Recuento de <i>E. coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1529-10

Fuente: (INEN, 2011).

Elaborado por: La Autora

El recuento de los promedios evidenció que, en términos generales, 9 de las 10 marcas de yogurt, se situaron en promedios por encima de los parámetros permisibles por la norma NTE INEN 2395:2011, todas se situaron por arriba de 1×10^2 UFC/g en coliformes totales y *E. coli*, así como en mohos y levaduras por encima de 5×10^2 .

5 DISCUSIÓN

El plan de muestreo realizado para el yogurt que se comercializa en las ferias libres de la Isla Trinitaria, obtuvo un promedio de *E. coli* de 2.8×10^3 UFC/g, de coliformes totales igual a 3×10^3 UFC/g, de mohos y levaduras igual a 2.1×10^3 UFC/g, resultados obtenidos con la aplicación de las estadísticas descriptivas a las 20 muestras de yogurt recogidas en los establecimientos comerciales de 5 ferias libres de este sector populoso de Guayaquil, durante 3 días, cifras que denotan la contaminación del producto en estos negocios ubicados en el perímetro sur de Guayaquil.

Estos resultados son concordantes con los manifiestos de Quishpe (2022), quien también obtuvo promedios de 2×10^3 a 3×10^3 UFC/g en el análisis microbiológico del yogurt, con respecto a los microorganismos patógenos de *E. coli* y coliformes totales, demostrando la existencia de contaminación bacteriana, debido a que, estos productos alimenticios se encuentran expuestos al sol y a las condiciones atmosféricas cambiantes, en los diversos mercados de cada localidad.

Por el contrario, Mejía (2023) identificó más bien un nivel menor a 2×10^3 UFC/g, en la formación de colonias de *E. coli* y coliformes totales, a pesar que si se encontró resultados de mohos y levaduras superiores a 10^3 , hallazgos que todavía no son los suficientemente confiables para establecer el cumplimiento de los parámetros normativos del yogurt.

Al respecto, se resalta la concepción de López et al. (2020), para quien *E. coli* representa una bacteria patógena de cuidado, porque está asociada a la generación de toxinas que, pueden ocasionar daños en el organismo humano, coincidiendo con Tirziu et al. (2020) sobre la patogenicidad de *E. coli* y de los coliformes totales.

También, como parte de los hallazgos obtenidos, se pudo conocer que, el análisis microbiológico de las muestras de yogurt indicó la presencia de, por lo menos, una muestra diferente a las restantes, al cumplirse la restricción de

un p-valor menor a 0.05, en las operaciones de varianzas sobre los tres patógenos considerandos para la evaluación microbiológica del yogurt.

Este hallazgo fue concordante con el plasmado en la investigación de Taco y García (2021), quien también encontró diferencias entre las varianzas de las muestras de yogurt recogidas, en lo correspondiente al análisis microbiológico de este producto alimenticio, con *E. coli* y coliformes totales, especialmente.

Ante estos resultados, Cevallos y Guizado (2019) expresaron la necesidad de investigar la calidad microbiológica de los productos alimenticios como el yogurt, para garantizar la producción, comercialización y consumo de este producto lácteo, para minimizar la presencia de *E. coli*, Coliformes totales, mohos y levaduras.

Por último, se pudo comprobar que, solo una de las nueve marcas de yogurt estuvo bajo los parámetros de la norma NTE INEN 2395:2011, en donde se pudo conocer que, las otras nueve marcas restantes no cumplieron con estos parámetros permisibles, donde tres marcas fueron las de mayor promedio de contaminación con estas bacterias.

Al compararse estos resultados con los obtenidos por Rojas et al. (2021), se observó que, en efecto, en el caso de este referente investigativo, cinco de cinco marcas de yogurt evaluadas, se encontraron por encima de los límites máximos permitidos por la norma de calidad correspondiente, evidenciando contaminación con estas bacterias.

Al respecto, la Norma NTE INEN 2395:2011 (INEN, 2011), menciona que, la calidad del yogurt debe permanecer por debajo de los límites expresados en esta normativa, sobre todo, en lo relacionado a la presencia de bacterias patógenas, para asegurar la inocuidad de este alimento que, los consumidores compran en las ferias libres de la Isla Trinitaria.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se evaluó la calidad microbiológica de las muestras de yogurt que se comercializan en las ferias libres del sector guayaquileño conocido con el nombre de Isla Trinitaria, considerando 5 ferias libres y 20 marcas de yogurt, cuyas muestras fueron analizadas tres días, los últimos de diciembre del 2023, para conocer si la calidad microbiológica cumple con las Normas Ecuatorianas NTE INEN 2395:2011 y NTE INEN 2687:2013.
- El plan de muestreo para el yogurt comercializado en las ferias libres y consumido en la Isla Trinitaria de Guayaquil, verificó una concentración promedio de *E. coli* de 2.8×10^3 UFC/g, de coliformes totales igual a 3×10^3 UFC/g, de mohos y levaduras igual a 2.1×10^3 UFC/g.
- El análisis microbiológico aplicado a las muestras de yogurt, demostró la presencia de, por lo menos, una muestra diferente a las demás, de conformidad con el p-valor menor a 0.05.
- En conclusión, los hallazgos observados en el análisis microbiológico indicaron inconformidad con los límites máximos permisibles de la norma NTE INEN 2395:2011, en las colonias de bacterias *E. coli*, coliformes totales, mohos y levaduras, por lo que, hubo contaminación en 18 de las 20 muestras evaluadas en el laboratorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

6.2 Recomendaciones

Es recomendable que se incorporen muestras de yogurt de otros mercados que comercializan este producto lácteo en la Isla Trinitaria de Guayaquil, para obtener cifras que, evoquen en mayor medida la realidad de la situación actual de este alimento, con relación a su inocuidad.

Por otra parte, es necesario fortalecer la trazabilidad del análisis microbiológico de muestras de yogurt, de manera que, se conozcan los puntos críticos de control de este lácteo, para garantizar el cumplimiento de los principios de la seguridad alimentaria y buenas prácticas de manufactura, sobre todo, en aquellos microorganismos que han salido fuera del control, según la norma NTE INEN 2395:2011.

Se recomienda a los expertos en materia de agroindustria que, sigan investigando para aumentar la cantidad de cuerpos teóricos sobre la calidad microbiológica del yogurt, para garantizar las buenas prácticas de manufactura, seguridad alimentaria y de mercado, según la Norma NTE INEN 2687:2013, para beneficio la población que consume estos alimentos.

Se sugiere a la academia que, a raíz de estos hallazgos, se potencia la práctica en los estudiantes de la profesión de agroindustria, para asegurar la excelencia académica y una óptima calidad de educación superior, sobre todo, en lo inherente al análisis microbiológico.

REFERENCIAS

- Alcívar, O. (2020). *Evaluación de la acidez titulable en la elaboración de yogurt en base a la norma INEN 2395 en lácteos nacionales*. Machala: UTMACH. doi:<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7661/1/alcivar.pdf>
- Alvarado, S., & Valencia, R. (2023). *Efecto del yogur vencido sobre la caldiad de los lodos activos y los parámetros cinéticos del biorreactor de las aguas residuales domésticas Cajamarca 2020*. Cajamarca: UPAGU. doi:<http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/2878>
- AME. (2016). *Mercados Saludables en Ecuador*. Quito: AME. doi:https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2021/03/Manual_Mercados_Saludables_final-25.04.2016.pdf
- Ayalew, W. &. (2020). Cold Chain Management Practices of Dairy Products. A Review. *Journal of Food Processing & Technology*, 7(12), 1-8.
- Barco, I. (2021). *Estudio técnico-económico para instalar una planta procesadora de yogurt natural en la provincia de Piura-2021*. Piura: UNP. doi:<https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/4425>
- Carlo, E., Carrillo, J., & Catari, M. (2022). *Producción de Yogurt*. Lima: Universidad Mayor de San Andrés. doi:<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/30972>
- Cevallos, J., & Guizado, M. (2020). microbiological quality and safety of fresh cheese produced in Ecuadorian artisanal dairy plants. *Food Control*, 10(1), 101-111.
- Chouliara, E. K. (2019). Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4°C. *Food Microbiology*, 24(6), 606-617.
- FAO. (03 de 03 de 2019). *Codex Alimentarius*. Obtenido de Codex Alimentarius: <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/codex-alimentarius/es/>
- FAO. (27 de 04 de 2023). *Alimentación*. Obtenido de Alimentación: <https://www.un.org/es/global-issues/food>
- FAO. (27 de 04 de 2023). *Portal lácteo. Peligros para la salud*. Obtenido de Portal lácteo. Peligros para la salud: <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/peligros-para-la-salud/es/>

- FAOLEX. (01 de 08 de 2023). *Resolución N° 307 - CPE INEN-CODEX 1 sobre principios generales de higiene de los alimentos*. Obtenido de Resolución N° 307 - CPE INEN-CODEX 1 sobre principios generales de higiene de los alimentos.: <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC122189/>
- Garzón, J., & Gómez, J. (2022). *Evaluación de la influencia de un proceso en paralelo de fermentación y trasgalactosilación de lactosuero en una bebida láctea fermentada simbiótica*. Bogotá: Universidad de La Salle. doi:https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/738/
- Google Map. (12 de 12 de 2023). *Isla Trinitaria*. Obtenido de Isla Trinitaria: <https://www.google.com/maps/@-2.237914,-79.9304626,15z?entry=ttu>
- Guinee, T. P. (2020). Cheese and Fermented Milk Foods. *In Encyclopedia of Food Microbiology*, 3, 19-23.
- INEN. (2011). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011: Leches fermentadas. Requisitos*. Quito: INEN. doi:<https://ia902909.us.archive.org/32/items/ec.nte.2395.2011/ec.nte.2395.2011.pdf>
- INEN. (2013). *Mercados saludables. Requisitos*. Quito: INEN. doi:<https://www3.paho.org/ecu/dmdocuments/Norma-INEN-mercados-2687-2013-FINAL.pdf>
- Jørgensen, M. H. (2020). Food Safety Management. *A Practical Guide for the Food Industry.*, 1(1), 1-10.
- Junaid, M., Inayat, S., & Gulzar, N. (2023). Physical, chemical, microbial, and sensory evaluation and fatty acid profiling of value-added drinking yogurt (laban) under various storage conditions. *Elsevier*, 106(1), 39-46. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2022-22358>
- López, J., Anaya, L., Gálvez, D., & Vásquez, A. (2020). Compuestos bioactivos en quesos: biosíntesis, actividad biológica y contribución de las bacterias ácido lácticas. *Agronomía Mesoamericana*, 34(2), 1-19. doi:<https://doi.org/10.15517/am.v34i2.51432>
- López, O., & Lozada, M. (2023). *Microencapsulación de probióticos de yogur en presencia de inulina como prebiótico*. Ambato: UTA. doi:<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/39298>
- Luján, M., Frisón, L., Chiericatti, C., Binetti, A., & Reinheimer, J. (2021). Alterantes microbianos atípicos en yogures argentinos: mohos gasógenos y bacterias del género *Gluconobacter*. *Revista Argentina de*

Microbiología, 53(2), 343-348. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.01.001>

- Madigan, M., Bender, K., Buckley, D., Sattley, M., & Stahl, D. (2020). *Brock Biology of Microorganisms*. Nuevo México: Pearson. doi:https://www.pearson.com/nl/en_NL/higher-education/subject-catalogue/biology/Brock-Biology-of-Microorganisms-Madigan.html
- Marín, A. (2020). Sistema de Gestión de la Inocuidad Alimentaria (SGIA) según la norma ISO 22000. *Revista Digital Universidad Católica de Chile*, 9(1), 60-73.
- Mejía, C. (2023). *Efecto de las bacteriocinas de bacterias ácido lácticas provenientes de yogurt probiótico sobre el crecimiento de Salmonella spp y Staphylococcus aureus*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. doi:<http://190.116.36.86/handle/20.500.14074/5362>
- Mendoza, Y. (2020). *Proyecto para la creación de una fábrica de yogurt con sabor a café en el municipio de Pivijay Magdalena*. Barranquilla: CUN. doi:<https://repositorio.cun.edu.co/handle/cun/867>
- Mohamed, A., Abdelmoneim, A., & Nagendra, S. (2023). Physicochemical analysis, rheological properties, and sensory evaluation of yogurt drink supplemented with roasted barley powder. *Elsevier*, 173(11), 1-10. doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643822012543>
- Orberá, T. (2020). Acción perjudicial de las levaduras sobre los alimentos. *Revista Cubana de Salud Pública*, 30(3), 1-15. doi:http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662004000300016
- Pérez, M. (2023). *Efecto de la leche de cabras suplementadas con cantidad de orégano nanoparticulado en la calidad del yogurt*. México: Universidad Autónoma de León. doi:<http://eprints.uanl.mx/25577/1/1080328899.pdf>
- Quishpe, G. (2022). *Efecto del uso de Lactobacillus rhamnosus, Bifidobacterium s. p. y pectina cítrica en el proceso fermentativo y atributos sensoriales de una bebida láctea simbiótica*. Quevedo: UTQ. doi:<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6694>
- Rodríguez, A., & Vásquez, A. (2020). Valoración de la calidad de la leche en la cadena de producción de queso. *Agro Productividad*, 11(2), 86-90.
- Rodríguez, M., & Martínez, G. (2020). Control de calidad de quesos frescos mediante la optimización de los procesos de fermentación. *Revista de Investigación y Desarrollo Agroindustrial*, 10(2), 89-99.

- Rojas, C., Ochoa, G., Alfaro, R., Querevalú, J., & Sánchez, H. (2021). Producción y evaluación de inóculos lácteos probióticos obtenidos del tracto digestivo de lechón (*Sus scrofa domesticus*) propuestos para alimentación porcina. *Revista Mexicana Ciencia Pecuaria*, 12(1), 120-137. doi:<https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i1.5445>
- Romero, D. (2020). *Identificación de peligros físicos, químicos y biológicos dentro del proceso productivo del yogurt de frutilla*. Machala: UTMACH. doi:http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16347/1/E-4995_Romero-Laines-Doris-Patricia.pdf
- Salazar, W., & Puma, E. (2022). *Estudio de factibilidad para la implementación de una planta procesadora de yogurt en el cantón La maná provincia de Cotopaxi*. Riobamba: UNACH. doi:<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8560>
- Sisa, G., & Salazar, D. (2023). *Evaluación de la capacidad antioxidante de un yogurt elaborado con la incorporación de cáscara de mango (*Mangifera indica*) de la variedad Tommy Atkins*. Ambato: UTA. doi:<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/39423>
- Taco, K., & García, P. (2021). Optimización de parámetros para la elaboración de leche ácida con *Lactobacillus acidophilus*. *Información tecnológica*, 32(1), 1-20. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000100179>
- Tobar, G. (2022). *Control microbiológico en la empresa de productos lácteos SOPRAB alimentos KAZU del cantón Ambato en la provincia de Tungurahua*. Ambato: UTA. doi:https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36154/1/tobar-martinez-grimanesa-tesis-hojas_preliminares.pdf
- Tórtora, G., & Funke, B. (2020). *Microbiology: An Introduction*. Washington D. C.: Pearson. doi:<https://www.amazon.com/Microbiology-Introduction-Gerard-J-Tortora/dp/0134605187?asin=B07R5CFLKL&revisionId=&format=4&depth=1>
- Vallejo, F., & Toro, M. (2022). Análisis microbiológico en yogurt con probióticos. *Boletín Microbiológico*, 17(10), 14-19. doi:<https://revistas.uv.cl/index.php/Bolmicol/article/view/435/397>
- Willey, J., Sandman, K., & Wood, D. (2020). *Prescott's Microbiology*. Witscosin: Mc Graw Hill. doi:<https://www.mheducation.com/unitas/highered/sample-chapters/9781260211887.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Microscopios



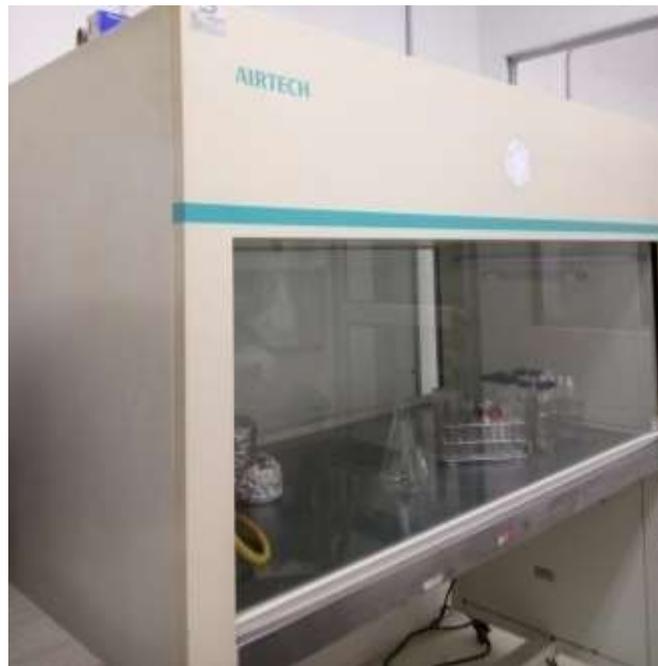
Fuente: La Autora

Anexo 2. Horno esterilizador



Fuente: La Autora

Anexo 3. Cámara de flujo



Fuente: La Autora

Anexo 4. Cajas Petri en incubación



Fuente: La Autora

Anexo 5. Toma de muestra



Fuente: La Autora

Anexo 6. Medios de cultivo



Fuente: La Autora

Anexo 7. Elaboración de medios de cultivo



Fuente: La Autora

Anexo 8. Esterilización de materiales de vidrio



Fuente: La Autora

Anexo 1. Siembra de cajas Petri



Fuente: La Autora

Anexo 2. Preparación de disoluciones



Fuente: La Autora

Anexo 3. Esterilización de disoluciones en tubos de ensayo



Fuente: La Autora

Anexo 4. Detección y conteo de *E. coli*



Fuente: La Autora

Anexo 5. Detección y conteo de hongos y levaduras



Fuente: La Autora

Anexo 6. Detección y conteo de coliformes totales



Fuente: La Autora

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Chacón Vera, Génesis Yelena** con C.C: # 0952422327 autora del **Trabajo de Integración Curricular: Evaluación microbiológica de yogures comercializados en ferias libres en la Isla Trinitaria de la ciudad de Guayaquil**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **15 de febrero del 2024**

f. _____
Nombre: **Chacón Vera, Génesis Yelena**
C.C: **0952422327**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Evaluación microbiológica de yogures comercializados en ferias libres en la Isla Trinitaria de la ciudad de Guayaquil.		
AUTOR(ES)	Chacón Vera, Génesis Yelena		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Kuffó García, Alfonso, M. Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Agroindustria		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniera Agroindustrial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de febrero del 2024	No. DE PÁGINAS:	69
ÁREAS TEMÁTICAS:	Agronomía, Alimentos, Comercialización		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Yogurt, <i>E. coli</i> , Coliformes Totales, Mohos, Levaduras, Calidad Microbiológica		
RESUMEN:	<p>La falta de inocuidad de los alimentos procesados, se ha convertido en un vehículo que pueden transmitir agentes patógenos en los productos obtenidos para consumo humano, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad microbiológica de los yogures en percha comercializados en las ferias libres de la Isla Trinitaria de la ciudad de Guayaquil. La metodología aplicada fue cuantitativa, descriptiva y correlacional; se analizaron 20 muestras de establecimientos dedicados al expendido de yogurt, en 5 ferias libres de la Isla Trinitaria, realizándose el muestreo durante tres días y dos horarios diferentes con dos repeticiones cada uno, analizando 10 marcas de yogurt. Los resultados microbiológicos determinaron que todas las muestras verificaron una concentración promedio de <i>E. coli</i> de 2.8×10^3 UFC/g, en donde el mayor valor fue el 3er día a las 6h00 con 3.39×10^3, de coliformes totales igual a 3.0×10^3 UFC/g, en donde el mayor valor fue el 3er día a las 6h00 con 3.66×10^3, de mohos y levaduras igual a 2.1×10^3 UFC/g, en donde el mayor valor fue el 1er día a las 12h00 con 2.66×10^3. El análisis microbiológico demostró la existencia de, por lo menos, una muestra que difiere de las demás, de acuerdo al p-valor que ha cumplido con la condición de ser menor a 0.05, según ANOVA. Se pudo conocer que no hubo conformidad del yogurt con la norma NTE INEN 2395:2011 y NTE INEN 2687:2013, con relación a <i>E. coli</i>, Coliformes Totales. Mohos y Levaduras. En conclusión, se evaluó la calidad microbiológica del yogurt comercializado en 5 ferias libres de la Isla Trinitaria, en donde se tomaron 20 muestras, las cuales fueron analizadas durante 3 días, estableciendo que la concentración de este producto alimenticio, en términos generales, no cumplió con la norma NTE INEN 2395:2011, con excepción de una marca de yogurt.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-978839494	E-mail: genesis.chacon01@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN(COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Noelia Caicedo Coello		
	Teléfono: +593-980522729		
	E-mail: noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			