

CONTROL DE CALIDAD MICROBIOLÓGICO EN LA CADENA DE PRODUCCIÓN  
DE BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS EN POSTOBÓN S.A.

JONATAN YAMIT ATILUA AGUIRRE

1116871277

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS  
DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA  
PAMPLONA

2023

CONTROL DE CALIDAD MICROBIOLÓGICO EN LA PRODUCCIÓN DE  
BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS EN POSTOBÓN S.A.

JONATAN YAMIT ATILUA AGUIRRE

1116871277

TRABAJO DE GRADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE  
MICROBIOLOGO

FRANCISCO RODRIGUEZ RINCON Ph.D

Tutor académico, Profesor Titular, Departamento de Microbiología, Universidad de  
Pamplona.

DIANA PAOLA ROMERO MORERA

Tutor empresarial, Microbióloga industrial, Mag. Control y calidad en Postobón S.A

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS  
DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA  
PAMPLONA

2023

2

Nota de Aceptación

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Cuidad y Fecha (día, mes, año) (Fecha de entrega

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado con profunda gratitud a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza a lo largo de mi camino académico. Su amor incondicional y sus bendiciones han sido fundamentales en cada paso que he dado.

A mis amados padres y familiares, les agradezco de corazón por su constante apoyo, aliento y sacrificio. Han sido mi mayor fuente de inspiración y mi soporte inquebrantable en todos mis esfuerzos. Sin su amor, comprensión y confianza, este logro no habría sido posible.

Quiero hacer una mención especial a mi querido abuelo Honorio Aguirre, quien lamentablemente partió hacia la eternidad antes de verme convertido en un profesional. Aunque no pude compartir este momento con él físicamente, su presencia siempre ha estado en mi corazón. Agradezco su amor, sabiduría y ejemplo de perseverancia, que me han impulsado a superar obstáculos y a alcanzar mis metas. Este trabajo de grado va dedicado a él, como un tributo a su memoria y agradecimiento eterno.

Este logro también está dedicado a todas aquellas personas cercanas que siempre creyeron en mí, brindándome su apoyo y alentándome a seguir adelante. Su fe en mis capacidades y su confianza en mi potencial me han motivado a dar lo mejor de mí en cada paso del camino.

A todos ustedes, gracias por su incondicional respaldo y por ser parte integral de mi historia. Cada uno de ustedes ha dejado una marca indeleble en mi vida y en este trabajo de grado. Que este logro sea un testimonio de gratitud hacia Dios y hacia aquellos que han sido mis pilares a lo largo de esta travesía académica.

Con humildad y amor, Jhonatan Atilua.

## AGRADECIMIENTOS

A través de estas líneas, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a cada uno de ustedes por el valioso apoyo y la inspiración que me han brindado a lo largo de mi trayectoria como estudiante y en la elaboración de mi trabajo de grado. Su guía y dedicación han sido fundamentales en mi crecimiento académico y personal.

En primer lugar, quiero expresar mi profundo agradecimiento al profesor Ovidio García. Su constante impulso y asesoramiento fueron vitales en mi formación. Su pasión por la enseñanza y su compromiso con nuestros logros individuales me motivaron a esforzarme cada día más para convertirme en un profesional de excelencia. Gracias a su orientación, pude superar desafíos y alcanzar metas que parecían inalcanzables.

Agradezco también a la profesora Elizabeth Hernández por su dedicación y por ayudarme a descubrir mi potencial. Sus palabras de aliento y su confianza en mis capacidades me impulsaron a creer en mí mismo y a perseguir mis sueños con determinación. Su mentoría fue fundamental para que pudiera explorar nuevas áreas y desarrollar habilidades que me han sido de gran utilidad en mi camino hacia la excelencia profesional.

Quiero reconocer el apoyo incondicional de la profesora Alba Ricardo Páez y de la docente Lady Suarez. Su constante respaldo y orientación fueron de gran importancia en cada una de las metas que me propuse durante mi carrera universitaria. Siempre estuvieron dispuestas a brindarme su conocimiento y su

experiencia, y gracias a ellas pude enfrentar los desafíos con valentía y superar obstáculos con éxito.

Por último, quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi tutor académico, el profesor Francisco Rodríguez. Agradezco su paciencia y dedicación en cada etapa de este trabajo de grado. Su guía experta y su apoyo inquebrantable me permitieron realizar una entrega exitosa y alcanzar mi objetivo de obtener el título de microbiólogo. Su orientación fue fundamental en la estructuración y desarrollo de mi investigación, y estoy enormemente agradecido por su valioso tiempo y conocimiento.

Además, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mi equipo de trabajo en Postobón. Durante mi pasantía, tuve el privilegio de colaborar con profesionales talentosos y comprometidos que hicieron de esta experiencia una verdadera maravilla. Su apoyo, conocimiento y camaradería fueron fundamentales en mi crecimiento profesional y personal.

Agradezco de manera especial a mi tutora, Diana Romero, por su guía constante y su dedicación. Su sabiduría y experiencia fueron invaluable para mi aprendizaje y desarrollo en el ámbito laboral. Su paciencia, disposición para enseñar y su apoyo incondicional me han inspirado a superar desafíos y a alcanzar mis metas durante esta pasantía.

A todo el equipo de trabajo en Postobón y mi jefe Néstor Javier Cruz, les agradezco por acogerme y brindarme un ambiente de trabajo colaborativo y enriquecedor. Cada uno de ustedes contribuyó de manera significativa a mi formación y me

permitieron adquirir habilidades y conocimientos relevantes para mi futuro profesional.

Su apoyo y confianza en mi desempeño han sido un estímulo constante y me han motivado a esforzarme aún más. Estoy verdaderamente agradecido por la oportunidad de haber formado parte de este equipo excepcional y de haber compartido momentos memorables juntos.

Este logro no habría sido posible sin su valiosa contribución y su compañerismo. Les agradezco sinceramente por su colaboración y por hacer de mi pasantía una experiencia inolvidable.

No tengo palabras suficientes para expresar mi gratitud hacia cada uno de ustedes amigos, docentes y familia Postobón. Su compromiso y pasión por la enseñanza han dejado una huella imborrable en mi formación académica y en mi vida. Gracias a su influencia positiva, me siento preparado y confiado para enfrentar los desafíos futuros como profesional.

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	21
2.OBJETIVOS.....	23
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	24
3.1 DEFINICION DEL PROBLEMA .....	24
3.2 JUSTIFICACIÓN .....	25
4. MARCO TEÓRICO .....	26
4.1 ANTECEDENTES Y CONCEPTUALIZACIÓN .....	26
4.2 SISTEMAS DE MONITOREO ACTUALES.....	28
4.3 PUNTOS CRÍTICOS DE CONTAMINACIÓN EN LA INDUSTRIA DE BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS.....	31
4.4 MARCO LEGAL .....	32
5. METODOLOGÍA .....	33
5.1 PROTOCOLO PARAANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE MATERIAS PRIMAS. .....	44
5.1.1 AZÚCAR. (DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL METODO DE FILTRO DE MEMBRANA No. BE1-06-60, DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL METODO DE FILTRO DE MEMBRANA No. BE1-06-61; POSTOBÓN S.A- 2023). .....	44
5.1.2 PECTINAS. (DETERMINACIÓN DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA – 1 NO. BE1-06- 52, RECUENTO DE	

COLIFORMES TOTALES Y FECALES POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA NO. BE1-06-125; POSTOBÓN S.A- 2023)	45
5.1.3 PULPAS	46
5.1.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE TAPAS Y ENVASES	47
5.1.5 ANÁLISIS DE AGUAS PARA PRODUCTO	48
5.2 PROTOCOLO PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUPERFICIES, MANIPULADORES Y AMBIENTES	49
5.2.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE EQUIPOS Y SUPERFICIES (DETERMINACIÓN DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL MÉTODO DE PLACAFLUIDA – 1 NO. BE1-06- 52 Y DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL, DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA- NO. BE1-06-53; POSTOBÓN S.A-2023)	49
5.2.2 TÉCNICA DE DETECCIÓN DE RESIDUOS (MEDICIÓN DE ATP (ADENOSIN TRIFOSFATO) NO. BE1-06-83; POSTOBÓN S.A-2023.	51
5.2.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO A PERSONAL OPERARIO (RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES Y <i>Escherichia coli</i> POR EL MÉTODO DE PELÍCULA REHIDRATABLE NO. BE1-06-42; POSTOBÓN S.A- 2023)	52
5.3 PROTOCOLO PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE PRODUCTO TERMINADO (DETERMINACIÓN DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA – 2 NO. BE1-06-126, BACTERIAS ACIDÚRICAS POR PLACA FLUIDA NO. BE1-06-174, DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA- NO. BE1-06-53; POSTOBÓN S.A- 2023)	53
6. CRONOGRAMA	54
7. RESULTADOS	56

7.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUPERFICIES, MANIPULADORES Y AMBIENTES.....	58
7.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE PRODUCTO TERMINADO.....	60
8. DISCUSIÓN.....	61
8.1 MATERIAS PRIMAS.....	61
8.2. SUPERFICIES, MANIPULADORES Y AMBIENTES.....	63
8.3. PRODUCTO TERMINADO.....	65
9. CONCLUSIONES.....	67
10. RECOMENDACIONES.....	68
11. ANEXOS.....	69
12. BIBLIOGRAFÍA.....	77

## LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Protocolo microbiológico para muestreo y análisis microbiológico en la cadena de producción de bebidas no alcohólicas - Postobón S. A 45
- Tabla 2 Cronograma de actividades durante las prácticas profesionales, los números relejan la cantidad de veces que se hicieron en la semana durante cada mes; Atilua, Jonatan- 2023 57
- Tabla 3. Análisis microbiológico para materias primas (azúcar, pectinas, pulpas de frutas, tapas y envases); Atilua, Jonatan- 2023 59
- Tabla 4. Análisis microbiológico para materias primas (azúcar, pectinas, pulpas de frutas, tapas y envases); Atilua, Jonatan- 2023 59
- Tabla 5. Análisis microbiológico para agua de producto, hace referencia al número de análisis de coliformes totales; Atilua, Jonatan- 2023 60
- Tabla 6. Análisis microbiológico para agua de producto, indica al número de análisis hechos para coliformes fecales y *Pseudomonas spp*; Atilua, Jonatan- 2023. 60
- Tabla 7. Análisis microbiológico a superficies (llenadora, sopladora, cinta transportadora, tanques de producción, pasteurizador, equipos), hace referencia al número de análisis para mesófilos, mohos y levaduras; Atilua, Jonatan- 2023 61
- Tabla 8. Análisis microbiológico a superficies llenadora – roscador (contacto directo con el producto), hace referencia al número de análisis para coliformes fecales; Atilua, Jonatan- 2023. 61
- Tabla 9. Análisis microbiológico a manipuladores y operarios; Atilua, Jonatan- 2023 61

Tabla 10. Análisis microbiológico para ambientes, indica el número de análisis que se hicieron para detectar la presencia de mohos y levaduras en las áreas de producción 222, 223, 224, 225 de las líneas L8, L9, L10 Y L11; Atilua, Jonatan- 2023 62

Tabla 11. Análisis microbiológico para producto terminado, Líneas de producción: L8, L9, L10 y L11, hace referencia al número de análisis para bacterias ácido lácticas (BAL), mohos y levaduras; Atilua, Jonatan- 2023. 62

Tabla 12. Análisis microbiológico para producto terminado, Líneas de producción: L8, L9, L10 y L11, hace referencia a los análisis microbiológicos para coliformes fecales; Atilua, Jonatan- 2023. 62

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cinta transportadora de la línea 11 de producción en Postobón S.A; Atilua Jonatan 2023.	80
Figura 2. Tanques de producción del área 223 en Postobón S.A; Atilua Jonatan- 2023.	80
Figura 3. Área de toma de muestras de los tanques de producción en Postobón S.A; Atilua Jonatan- 2023.	81
Figura 4. Procesamiento de producto terminado (Jugo Hit, 1 litro); Atilua Jonatan-2023.	81
Figura 5. Muestra de pulpa de mandarina tipo exportación; Atilua Jonatan- 2023.	82
<i>Figura 6. Resultados de muestreo por método de sedimentación con el medio de cultivo PDA, en las áreas de producción 223, 224 y 225 donde se ubican los pasteurizadores, sala de envasado de las líneas L8, L9, L10; Atilua Jonatan-2023.</i>	82
Figura 7. Resultado 0 UFC/ mL, método de filtración por membrana en medio de cultivo YGC de materia prima (Tapas).	83
Figura 8. Resultado 0 UFC/ mL, método por profundidad de producto terminado en medio OSA, producto para exportación de la línea 10 de producción en Postobón S.A; Atilua Jonatan 2023.	83

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Materiales	75
Anexo 2. Lista de medios de cultivo usados para el estudio en Postobón S. A	75
Anexo 3. Registro fotografico.	80

## GLOSARIO

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:** Procedimiento de laboratorio para detectar y cuantificar la presencia de MICROORGANISMOS en las bebidas.

**BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS:** Líquidos para consumo humano que no contienen alcohol, como jugos, refrescos, té, entre otros.

**BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM):** Conjunto de prácticas y procedimientos que se aplican en la producción de alimentos para garantizar su inocuidad y calidad, y que incluyen medidas de higiene, control de procesos, manejo de residuos, entre otros.

**CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA:** Presencia de microorganismos en una bebida que pueden ser perjudiciales para la salud humana.

**CONTROL DE CALIDAD:** Conjunto de medidas y técnicas que se implementan para asegurar que un producto cumpla con los estándares y especificaciones requeridos.

**CONTROL DE CALIDAD MICROBIOLÓGICO:** Conjunto de medidas y técnicas que se implementan para garantizar la seguridad microbiológica de los productos alimentarios y asegurar que no contienen microorganismos patógenos o contaminantes.

**HIGIENE:** Conjunto de prácticas y medidas para mantener la limpieza y evitar la contaminación de las bebidas.

**MICROBIOLOGÍA:** Rama de la biología que estudia los MICROORGANISMOS y su interacción con el entorno.

**MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS:** Rama de la microbiología que estudia los microorganismos en los alimentos, su crecimiento, interacciones y su efecto en la seguridad y calidad de los productos.

**MICROORGANISMOS:** Seres vivos de tamaño muy pequeño, como bacterias, hongos, virus y protozoos.

**MICROORGANISMOS ALTERANTES:** Microorganismos que pueden alterar las características físicas, químicas y organolépticas de una bebida, aunque no sean necesariamente perjudiciales para la salud humana.

**MICROORGANISMOS INDICADORES:** Microorganismos no patógenos que se utilizan para evaluar la calidad sanitaria de los alimentos y la eficacia de los procedimientos de higiene y control.

**MICROORGANISMOS PATÓGENOS:** Microorganismos que pueden causar enfermedades en los seres humanos al consumir alimentos contaminados.

**PLAN DE MONITOREO:** Plan que establece los procedimientos de monitoreo microbiológico que se aplicarán en la producción de las bebidas.

**PROGRAMAS DE MONITOREO MICROBIOLÓGICO:** Conjunto de procedimientos y planes que se implementan para evaluar la eficacia de los procedimientos de control de calidad microbiológico en la producción de alimentos.

**RIESGO MICROBIOLÓGICO:** Probabilidad de que las bebidas contengan microorganismos perjudiciales para la salud.

**TÉCNICAS DE ANÁLISIS:** Métodos y procedimientos de laboratorio para detectar y cuantificar microorganismos en los productos y en las diferentes fases del proceso de producción.

## RESUMEN

El presente estudio evaluó el sistema de monitoreo y control de calidad microbiológica en la cadena de producción de bebidas no alcohólicas en Postobón S.A. Para lograr este objetivo, se seleccionaron diferentes puntos de muestreo en la cadena de producción de bebidas no alcohólicas, desde la materia prima hasta el producto terminado, y se utilizaron diversas técnicas de análisis microbiológico.

Las técnicas utilizadas fueron, bioluminiscencia con trifosfato de adenosina (ATP) en las superficies de equipos y utensilios, se analizó el producto terminado y en proceso de marcas como Hit y Gatorade, se evaluaron materias primas como tapas y envases, se analizó pulpa de fruta aséptica, azúcar, otros micro ingredientes (moduladores, pectina, sabores, emulsiones) y se llevaron a cabo análisis microbiológicos de agua utilizada en la producción de bebidas no alcohólicas. Para los análisis microbiológicos se emplearon técnicas como la siembra por profundidad, filtración por membrana y siembra en película rehidratable (Petrifilm).

Los resultados obtenidos indicaron un buen manejo y prácticas de manufactura en la empresa. Sin embargo, se identificaron algunas áreas en la cadena de producción y el rendimiento que induciría a reducir los costos operacionales del sistema de monitoreo y control de calidad microbiológica en la cadena de producción de bebidas no alcohólicas. Entre las posibles recomendaciones se encuentran la implementación sistemas de monitoreo en línea para algunos parámetros microbiológicos clave en el proceso industrial, la revisión y actualización de los puntos de muestreo.

En conclusión, este estudio permitió un análisis en el monitoreo y control de calidad microbiológico en la cadena de producción de bebidas no alcohólicas en Postobón S.A. Los resultados indican que, aunque el sistema actual funciona bien, existen

áreas dentro de la cadena de producción que podrían mejorar el rendimiento y reducir los costos operacionales.

**PALABRAS CLAVE:** Control de calidad microbiológico, Bebidas no alcohólicas, Monitoreo, Técnicas de análisis microbiológico, ATP, Análisis de superficies, Pulpa de fruta aséptica, Análisis de agua, Siembra por profundidad, Filtración por membrana, Inocuidad del producto.

## SUMMARY

This study evaluated the microbiological quality monitoring and control system in the soft drink production chain at Postobón S.A. To achieve this objective, different sampling points were selected in the soft drink production chain, from raw material to finished product, and different microbiological analysis techniques were used.

The techniques used were bioluminescence with adenosine triphosphate (ATP) on the surfaces of equipment and utensils, analysis of the finished and in-process product of brands such as Hit and Gatorade, evaluation of raw materials such as caps and containers, analysis of aseptic fruit pulp, sugar, other micro ingredients (modulators, pectin, flavors, emulsions), and microbiological analysis of water used in the production of nonalcoholic beverages. For microbiological analyses, techniques such as depth seeding, membrane filtration and seeding on rehydratable film (Petrifilm) were used.

The results obtained indicated good management and manufacturing practices in the company. However, some areas were identified in the production chain and performance that would induce a reduction in the operational costs of the microbiological quality monitoring and control system in the soft drink production chain. Possible recommendations include the implementation of on-line monitoring systems for some key microbiological parameters in the industrial process and the revision and updating of sampling points.

In conclusion, this study allowed an analysis of the microbiological quality monitoring and control in the soft drink production chain at Postobón S.A. The results indicate that, although the current system works well, there are areas within the production chain that could improve performance and reduce operational costs.

Keywords: Microbiological quality control, Non-alcoholic beverages, Monitoring, Microbiological analysis techniques, ATP, Surface analysis, Aseptic fruit pulp, Water analysis, Depth seeding, Membrane filtration, Product safety.

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de bebidas no alcohólicas es un sector significativo de la industria de alimentos y bebidas en la economía de Colombia, que provee empleo y genera riqueza en el país. Por lo tanto, asegurar la calidad y seguridad alimentaria de estos productos es esencial para garantizar la satisfacción del consumidor, la percepción sensorial de los consumidores, incluyendo los cambios en sabor, aroma o textura de las bebidas no alcohólicas, desempeña un papel fundamental en el monitoreo de la calidad y la identificación de posibles problemas, como la presencia de contaminación microbiana. Para garantizar la seguridad y calidad de los productos finales, es esencial que la industria de bebidas no alcohólicas controle rigurosamente la calidad microbiana en todo el proceso de producción. Postobón S.A., una de las principales compañías de bebidas en Colombia, cuenta con un sistema integral para el monitoreo y control de la calidad microbiana en su cadena de producción. Sin embargo, es importante evaluar la eficacia de este sistema para identificar áreas de mejora y asegurar la calidad y seguridad del producto final.

Postobón S.A., una de las empresas líderes en el sector de bebidas en Colombia, cuenta con un sistema integral de monitoreo y control de calidad microbiana en su cadena de producción. Sin embargo, es importante evaluar la efectividad de este

sistema para identificar áreas de mejora y asegurar la calidad e inocuidad. La inocuidad y la seguridad alimentaria están estrechamente relacionadas, ya que ambos términos se centran en garantizar que los alimentos estén en buenas condiciones y libres de contaminación. La seguridad alimentaria se enfoca principalmente en asegurar la disponibilidad de alimentos seguros y sanos, mientras que la inocuidad implica aplicar normas y procesos que garanticen productos libres de contaminantes y en óptimas condiciones. En esencia, ambos conceptos buscan alcanzar la calidad total de los productos alimentarios. En la actualidad, la preocupación por la inocuidad alimentaria ha aumentado significativamente, y los consumidores valoran cada vez más la obtención de productos que cumplan con estos estándares. Aunque algunos pueden dar por sentado que los productos que adquieren son seguros, la importancia de la inocuidad alimentaria ha ganado relevancia a nivel mundial. (Galeano *et al.*, 2021).

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo proporcionar una evaluación del sistema de monitoreo y control microbiológico implementado por Postobón S.A. en su cadena de producción de bebidas no alcohólicas, así como identificar áreas de oportunidad para su mejora. Los resultados de este estudio contribuirán a la mejora continua de los procesos de producción de la empresa, así como a la mejora y desarrollo de técnicas que ayuden al control microbiológico en la cadena de producción de Postobón S.A.

La estructura de este trabajo se organiza de la siguiente manera. En primer lugar, se hizo una revisión de la literatura relevante sobre el control microbiológico en la industria alimentaria, con un enfoque en la producción de bebidas no alcohólicas. Luego, se describe detalladamente la metodología utilizada en el estudio, incluyendo la estrategia de muestreo y las técnicas de análisis microbiológicos empleadas (López-Córdoba *et al.*, 2019). Se analizan los resultados del estudio y se identifican las áreas de oportunidad para la mejora del sistema de monitoreo y control microbiológico en la cadena de producción de bebidas no

alcohólicas de Postobón S.A. Por último, se plantean recomendaciones teniendo en cuenta el análisis del estudio, que tienen como objetivo contribuir a la mejora del sistema de monitoreo y control microbiológico en la cadena de producción de bebidas no alcohólicas de Postobón S.A.

## 2.OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficacia del sistema de monitoreo y control de calidad microbiológica en la cadena de producción de bebidas no alcohólicas en Postobón.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar la efectividad del sistema de monitoreo microbiológico en las materias primas utilizadas en las líneas de producción L8, L9, L10 y L11 de Postobón S.A.
- Identificar la presencia de contaminación microbiológica en las superficies de las áreas de producción, así como en los manipuladores y ambientes asociados, en las líneas L8, L9, L10 y L11 de Postobón S.A.
- Determinar la eficacia del sistema de control microbiológico en el producto terminado de las líneas de producción L8, L9, L10 y L11 de Postobón S.A.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1 DEFINICION DEL PROBLEMA.

El problema que se plantea en este trabajo es la necesidad de garantizar la inocuidad y calidad microbiológica en la cadena de producción de Postobón S.A.

La importancia en la inocuidad y calidad microbiológica en la cadena de producción de bebidas no alcohólicas se refiere a la preocupación y desafío que enfrentan los fabricantes de bebidas no alcohólicas para garantizar la seguridad y la calidad microbiológica de sus productos en todas las etapas de la cadena de producción. La cadena de producción de bebidas no alcohólicas abarca diversas etapas, desde la selección y tratamiento de las materias primas, pasando por el procesamiento, embotellado, almacenamiento y distribución. Cada una de estas etapas presenta riesgos potenciales de contaminación microbiológica, como la presencia de bacterias, levaduras, mohos u otros microorganismos alterantes y patógenos.

La importancia de abordar este problema radica en proteger la salud y la seguridad de los consumidores, así como en asegurar la calidad y la aceptación de los productos por parte del mercado. La presencia de microorganismos patógenos en las bebidas no alcohólicas puede causar enfermedades graves, lo que podría generar impactos negativos en la reputación y la viabilidad del negocio.

Además, la contaminación microbiológica puede afectar las características organolépticas de las bebidas, como su sabor, aroma y textura, lo que puede resultar en una experiencia de consumo deficiente y en la pérdida de clientes.

Para abordar este problema, los fabricantes de bebidas no alcohólicas deben implementar medidas de control y buenas prácticas de manufactura en todas las etapas de la cadena de producción. Esto implica el uso de materias primas de calidad, la implementación de procesos de higiene rigurosos, el monitoreo constante

de la calidad microbiológica, y el cumplimiento de las regulaciones y estándares establecidos por las autoridades sanitarias.

### 3.2 JUSTIFICACIÓN

La calidad microbiológica de las bebidas no alcohólicas es un aspecto fundamental para garantizar la seguridad alimentaria de los consumidores. En este sentido, la implementación de sistemas de monitoreo y control de calidad microbiológica en la cadena de producción de bebidas no alcohólicas es esencial para prevenir la contaminación por microorganismos patógenos y alterantes.

Es esencial llevar a cabo un análisis exhaustivo de la presencia de contaminación microbiológica en todas las etapas de la cadena de producción, desde la recepción de las materias primas hasta el envasado y almacenamiento del producto final. Esto implica la implementación de buenas prácticas de higiene, la adopción de medidas de control microbiológico y la realización de pruebas y monitoreo regulares.

Algunas de las razones por las cuales la inocuidad y calidad microbiológica son imprescindibles en la cadena de producción de bebidas no alcohólicas son:

Protección de la salud del consumidor, la presencia de microorganismos patógenos en las bebidas puede ocasionar enfermedades graves, especialmente en personas con sistemas inmunológicos debilitados. Garantizar la ausencia de contaminación microbiológica es fundamental para evitar riesgos para la salud y mantener la confianza de los consumidores.

Cumplimiento de regulaciones y normativa, la industria de alimentos y bebidas está sujeta a estrictas regulaciones y normativas en materia de inocuidad y calidad. El incumplimiento de estos estándares puede resultar en sanciones legales, cierres de establecimientos y pérdida de reputación de la empresa.

Conservación de la calidad del producto, los microorganismos presentes en las bebidas pueden causar fermentaciones indeseadas, deterioro de los sabores y cambios en la textura y apariencia de los productos. Mantener una calidad

microbiológica adecuada es esencial para garantizar que las bebidas mantengan su frescura, sabor y características organolépticas esperadas.

Mejora de la vida útil del producto, los microorganismos pueden acelerar la degradación y el deterioro de las bebidas no alcohólicas, reduciendo su vida útil y generando pérdidas económicas. El control microbiológico adecuado permite extender la vida útil de los productos y minimizar el desperdicio.

En el caso de Postobón S.A, una de las empresas líderes en el sector de bebidas no alcohólicas en América Latina, es importante evaluar la eficacia de su sistema de monitoreo y control de calidad microbiológica, a fin de identificar posibles brechas en la cadena de producción y proponer mejoras que permitan garantizar la seguridad alimentaria de sus productos.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 ANTECEDENTES Y CONCEPTUALIZACIÓN

La contaminación de las bebidas no alcohólicas es un problema que ha preocupado a la industria alimentaria durante décadas. En general, estas bebidas están hechas a partir de diferentes ingredientes, incluyendo agua, azúcares, ácidos y saborizantes, que pueden ser fuentes de contaminación si no se manejan adecuadamente (Gómez *et al.*, 2019). En este sentido, se han implementado diferentes estrategias para garantizar la seguridad y calidad de estas bebidas, tales como sistemas de monitoreo, buenas prácticas de manufactura y cumplimiento de normas y regulaciones.

La inocuidad de los alimentos es un tema muy importante en la industria alimentaria, especialmente en la elaboración de refrescos, ya que pueden ser vectores de transmisión de microorganismos patógenos y causantes de enfermedades en los consumidores. Por lo tanto, el control de calidad microbiológico es fundamental

para garantizar la seguridad alimentaria y la satisfacción del cliente. Las buenas prácticas de manufactura (BPM) son el primer paso para prevenir la contaminación microbiana en la industria alimentaria. Estas prácticas incluyen medidas como higiene personal, control de plagas, limpieza y desinfección de locales y equipos, y control de temperatura.

El control de calidad microbiológico es un aspecto fundamental en la producción de alimentos, incluyendo las bebidas no alcohólicas. Los microorganismos pueden afectar tanto la seguridad como la calidad de los productos alimentarios, y su presencia puede causar intoxicaciones alimentarias, reducir la vida útil del producto, y disminuir su calidad sensorial (Adams y Moss, 2008).

Para garantizar la inocuidad de los alimentos, la evaluación de riesgos microbiológicos es una herramienta útil para identificar y controlar los peligros microbiológicos asociados con los alimentos (FAO, 2019). La norma ISO 22000:2018 establece los requisitos para implementar un sistema de gestión de seguridad alimentaria en toda la cadena alimentaria, con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos (ISO, 2017).

Es fundamental realizar un control riguroso de la calidad microbiológica en las bebidas no alcohólicas con el fin de prevenir la multiplicación de microorganismos patógenos y la generación de compuestos tóxicos. Específicamente, la detección y control de microorganismos alterantes es de suma importancia, ya que su presencia puede alterar negativamente las características sensoriales de las bebidas no alcohólicas. Además, estos microorganismos pueden acortar la vida útil de los productos y afectar la percepción del consumidor en términos de sabor, aroma y textura. Por lo tanto, garantizar la calidad microbiológica es esencial para preservar la integridad y la aceptabilidad de las bebidas no alcohólicas a lo largo de su ciclo de vida. (Ignat *et al.*, 2020).

#### 4.2 SISTEMAS DE MONITOREO ACTUALES.

En la actualidad, las compañías que se dedican a la producción de bebidas no alcohólicas han establecido sistemas de monitoreo tanto microbiológico como fisicoquímicos en todas las etapas de la cadena de producción, desde la selección de la materia prima hasta la obtención del producto final. Estos sistemas permiten realizar un seguimiento exhaustivo de los parámetros microbiológicos y físico-químicos clave para garantizar la calidad y la seguridad de las bebidas en cada fase del proceso. Este enfoque integral de monitoreo asegura que se cumplan los estándares establecidos y ayuda a prevenir la proliferación de microorganismos indeseables, así como la presencia de sustancias no deseadas. Al implementar estos sistemas de control, las empresas buscan salvaguardar la calidad de sus productos y garantizar la satisfacción del consumidor. (Ramírez, M. T. (2006). Estos sistemas incluyen el muestreo y análisis de los diferentes ingredientes, así como la evaluación de las condiciones sanitarias de los equipos y las instalaciones de la planta. Adicionalmente, se realizan pruebas en línea durante el proceso de producción para detectar cualquier desviación en las especificaciones de calidad.

El monitoreo de calidad y seguridad alimentaria en la producción de bebidas no alcohólicas es un tema importante en la industria de alimentos. En Colombia, se han implementado diferentes sistemas de monitoreo y regulaciones, como la resolución 2674 de 2013, que establece los criterios microbiológicos para los alimentos y sus ingredientes, incluyendo bebidas no alcohólicas. Además, existen normas técnicas colombianas que especifican los requisitos de calidad para la producción de bebidas no alcohólicas.

En cuanto al monitoreo actual, la industria de bebidas no alcohólicas, como jugos, té y Gatorade, tiene sus propios programas de monitoreo de calidad y seguridad alimentaria. Estos programas incluyen la evaluación de la calidad microbiológica del agua, la materia prima y el producto final, así como la implementación de buenas prácticas de fabricación y de saneamiento.

Para el monitoreo microbiológico, se utilizan diferentes técnicas como la técnica de filtración por membrana y la técnica de recuento en placa. Estas técnicas se utilizan para evaluar la presencia y cantidad de microorganismos en los productos y en el ambiente de producción. Además, se utilizan otras técnicas de análisis químico para monitorear la calidad del producto final, como la determinación de pH, acidez titulable, azúcares, sólidos solubles y color.

Actualmente, Postobón S.A emplea las siguientes técnicas para el control y análisis microbiológico en la planta de producción de bebidas no alcohólicas.

Bioluminiscencia por ATP: es una técnica química en el cual los microorganismos producen luz como resultado de una reacción bioquímica. El adenosín trifosfato (ATP) es una molécula esencial para la transferencia de energía en las células. Algunos microorganismos, como bacterias y hongos, tienen la capacidad de producir luz a través de una reacción enzimática que involucra al ATP. Esta reacción libera energía en forma de luz visible que es leída por el luminómetro que mide la cantidad de luz emitida, lo que proporciona una indicación de ATP presente en la muestra.

Frotis por superficie: también conocido como extendido o extendido de improntas, es una técnica utilizada en microbiología para examinar la presencia y distribución de microorganismos en una superficie determinada. Consiste en tomar una muestra de la superficie de interés mediante el uso de un hisopo y transferirlo a un tubo de ensayo con una solución de cero punto uno por ciento (0.1 %) de agua peptona.

Filtración por membrana: es un método utilizado para separar partículas y microorganismos presentes en un líquido. Consiste en pasar el líquido a través de una membrana porosa con poros de tamaño definido (0.45µm). Los poros de la membrana actúan como barreras físicas y retienen las partículas o microorganismos que son más grandes que el tamaño de los poros, permitiendo el paso del líquido y

las partículas más pequeñas. Esta técnica es útil en la microbiología para concentrar y aislar microorganismos presentes en muestras líquidas.

Siembra por superficie: es un método común utilizado en microbiología para determinar la cantidad de microorganismos viables presentes en una muestra. Consiste en aplicar una pequeña cantidad de la muestra líquida o diluida en un medio de cultivo sólido, como una placa de agar, y extenderla uniformemente sobre la superficie del medio utilizando una varilla estéril o un asa de siembra. Luego, las placas se incuban en condiciones adecuadas para permitir el crecimiento de los microorganismos presentes. Después de un período de incubación, se cuentan las colonias formadas y se utiliza este número para estimar la cantidad de microorganismos viables presentes en la muestra original.

Siembra por película rehidratable sistema (Petrifilm): se refiere al uso de un método de cultivo microbiológico que utiliza una película o lámina rehidratable, como el sistema Petrifilm, en lugar de medios de cultivo sólidos convencionales. Estas películas contienen nutrientes específicos necesarios para el crecimiento de los microorganismos de interés. Para realizar la siembra, se aplica una muestra líquida o diluida en la película rehidratable, que se coloca en una superficie plana y se deja incubar en condiciones apropiadas.

Técnica de sedimentación: utilizando cajas de PDA (Agar papa dextrosa) es un método comúnmente utilizado para detectar la presencia de mohos y levaduras en el ambiente es decir contaminantes ambientales que posiblemente pueden afectar la calidad del producto. Esta técnica se basa en la capacidad de los microorganismos para colonizar y crecer en un medio de cultivo adecuado.

La industria de bebidas no alcohólicas en Colombia ha implementado diferentes sistemas de monitoreo y regulaciones para garantizar la calidad y seguridad alimentaria de sus productos. Estos programas de monitoreo incluyen la evaluación de la calidad microbiológica y química del producto final, la materia prima y el

ambiente de producción. Las constantes mejoras en las instalaciones y equipos es importante para garantizar la calidad y seguridad de las bebidas no alcohólicas.

#### 4.3 PUNTOS CRÍTICOS DE CONTAMINACIÓN EN LA INDUSTRIA DE BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS.

En la cadena de producción de bebidas no alcohólicas, se identifican diversos puntos clave de posible contaminación que representan riesgos para la calidad y seguridad de los productos. Estos puntos críticos pueden comprometer la integridad de las bebidas y sus estándares de seguridad. (Avîrvarei, A. *et al.*, 2023). Entre ellos se incluyen la calidad del agua utilizada como ingrediente, la presencia de microorganismos en los ingredientes o equipos, la higiene del personal, el control de temperatura durante el proceso de producción, y el almacenamiento adecuado del producto final.

En la industria de bebidas no alcohólicas, existen puntos críticos de contaminación que pueden afectar la calidad del producto final. Estos puntos críticos se encuentran principalmente en la etapa de producción, en donde pueden existir errores en la selección y manipulación de las materias primas, falta de higiene en las instalaciones y equipos, así como también en la falta de control microbiológico en el proceso de producción.

En relación con la selección de materias primas, se deben tomar en cuenta ciertos criterios como la calidad e inocuidad. Además, en la manipulación de estas se deben tener en cuenta las buenas prácticas de manufactura para evitar su contaminación. Uno de los puntos críticos más comunes es la contaminación microbiana en la materia prima, especialmente en los jugos de frutas (Antonio Lopez-Gomez, G. V. B.-C., 2005).

La higiene en las instalaciones y equipos es un factor importante para evitar la contaminación del producto. Se deben llevar a cabo prácticas de limpieza y desinfección efectivas y regularmente para prevenir la proliferación de

microorganismos en el ambiente, existen diferentes puntos críticos de contaminación que pueden afectar la calidad del producto final.

El control microbiológico en el proceso de producción es esencial para garantizar la calidad e inocuidad del producto. Se deben establecer programas de monitoreo y control en cada una de las etapas del proceso para prevenir la proliferación de microorganismos patógenos.

#### 4.4 MARCO LEGAL

Es importante destacar que existen normas y regulaciones específicas en Colombia que regulan la calidad e inocuidad de las bebidas no alcohólicas.

En Colombia, la fabricación y comercialización de bebidas no alcohólicas está regulada por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), el cual establece las normas técnicas y los requisitos sanitarios que deben cumplir los productos alimentarios. Una de las principales normas es la Resolución 333 de 2011, que establece los requisitos sanitarios para el rotulado y/o etiquetado según las características del producto y composición. Así mismo, la Resolución 2674 de 2013: Establece los requisitos sanitarios para la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte y comercialización de alimentos en general, incluyendo las bebidas no alcohólicas.

La Resolución 3929 del 2013 en Colombia establece las regulaciones técnicas que deben ser seguidas con relación a los estándares sanitarios que las frutas y las bebidas con adición de jugo (zumo) o pulpa de fruta, así como concentrados de fruta, ya sean clarificados o no, o la combinación de estos productos, deben cumplir durante su procesamiento, envasado, transporte, importación y comercialización en el territorio nacional.

La normativa establece criterios de calidad en tres aspectos: microorganismos, sustancias químicas y características sensoriales. Deben cumplir con estándares microbiológicos para evitar la presencia de microorganismos dañinos, criterios

fisicoquímicos para asegurar que los componentes sean adecuados y parámetros sensoriales relacionados con el sabor, aroma y apariencia de las bebidas.

Además, la resolución requiere que las empresas implementen programas de autocontrol basados en el sistema HACCP. Esto implica monitorear constantemente los procesos y productos, identificando y controlando los riesgos alimentarios en cada etapa, desde la materia prima hasta el producto final.

Resolución 1407 de 2022, Se promulga la regulación que establece los criterios microbiológicos que deben ser cumplidos por los alimentos y bebidas destinados al consumo humano. Esta normativa tiene como objetivo garantizar la seguridad alimentaria y proteger la salud de los consumidores.

Dichos criterios microbiológicos se refieren a los límites aceptables de microorganismos patógenos y alterantes, presentes en los alimentos y bebidas. Estos límites se establecen con base en evidencia científica y se actualizan regularmente para asegurar que los productos destinados al consumo humano sean seguros y libres de contaminación microbiológica perjudicial.

Con relación a los parámetros microbiológicos, la NTC 5468 establece límites máximos para microorganismos indicadores de calidad sanitaria, como coliformes fecales y totales, así como también límites para la presencia de mohos y levaduras. También se establecen los requisitos de etiquetado e información al consumidor, como la lista de ingredientes, el contenido neto y la fecha de vencimiento.

## 5. METODOLOGÍA

La planta de producción de gaseosas Lux, perteneciente a Postobón S.A, destaca por su impresionante capacidad de producción. Uno de los aspectos más destacados es su compromiso con las buenas prácticas de manufactura. Para asegurar la calidad y la seguridad de sus productos, el laboratorio de microbiología de gaseosas Lux se realizaron análisis microbiológicos de forma regular con

variaciones en el número de muestras a analizar, adaptándose a la demanda y producción de la planta. Estos análisis se hicieron de manera semanal y mensual, dependiendo del tipo de muestra. Los análisis se dispondrán por tipo de proceso, la periodicidad de estos fue de la siguiente manera, semanalmente se hizo análisis microbiológico a materias primas, agua para producto, frotis de superficies, personal operario y producto terminado; mensualmente se llevaron análisis microbiológicos a ambientes de planta y pulpa de fruta, el estudio se llevó a cabo en un periodo de tiempo de cuatro meses.

El estudio y análisis microbiológico que se realizó, las líneas de producción evaluadas fueron exclusivamente las líneas 8, 9, 10 y 11. Esto significa que se tomaron muestras y se llevaron a cabo pruebas microbiológicas específicamente en esas líneas de producción mencionadas, con el objetivo de evaluar la calidad microbiológica de los productos elaborados en cada una de ellas, teniendo en cuenta el tipo de proceso y producto (Tabla 1).

Línea 8 (L8): Esta línea se dedica a la producción de jugos en la categoría de 200 mL, esta línea puede estar equipada con maquinaria y equipos específicos para el procesamiento, mezclado y envasado de los jugos en esta presentación.

Línea 9 (L9): La línea 9 se encarga de la producción de jugos en la categoría de 1 litro. Aquí se lleva a cabo el proceso de preparación de los jugos, que puede incluir extracción, filtrado, mezclado y envasado en botellas de 1 litro.

Línea 10 (L10): Esta línea se dedica a la producción de té en las categorías Hatsu y Mr. Tea, son marcas o tipos específicos de té. Por lo tanto, la línea 10 está equipada para la preparación, infusión, filtrado y envasado de estos té en sus respectivas presentaciones.

Línea 11 (L11): La línea 11 se especializa en la producción de Gatorade. Gatorade es una bebida deportiva ampliamente conocida y consumida. En esta línea, se lleva

a cabo el proceso de preparación de Gatorade, que puede incluir mezclado de ingredientes, ajuste de sabor, embotellado y etiquetado de los productos.

ANÁLISIS.	NORMA INTERNA	LIMITE. MÁXIMO	TÉCNICA DE MUESTREO	TÉCNICA DE ANÁLISIS
MEDICIÓN DE ATP	MEDICIÓN DE ATP (ADENOSIN TRIFOSFATO) No. BE1-06-83	Máximo 75 URL	Frotis de superficie	Bioluminiscencia
ANÁLISIS A EQUIPOS Y SUPERFICIES	DETERMINACIÓN DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA – 1 NO. BE1-06-52	10 UFC/mL	Frotis de superficie	Siembra por profundidad
	DETERMINACIÓN DEL RECuento TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA- No. BE1-06-53	10 UFC/mL		
PRODUCTO. TERMINADO (MARCAHIT, GATORADE)	DETERMINACIÓN DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA – 2 No. BE1-06-126	0 UFC/mL	3 unidades por lote de producción para HIT 1 unidad cada hora de producción para Gatorade	Siembra por profundidad

	BACTERIAS ACIDÚRICAS POR PLACA FLUIDA No. BE1-06-174	0 UFC/mL		
	DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA- No. BE1-06-53	0 UFC/MI		
JARABE SIMPLE	DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL METODO DE FILTRO DE MEMBRANA No. BE1-06-60	Sin Parámetros/1 00mL	Toma de muestra desde el tanque de preparación	Filtración por membrana
	DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL METODO DE FILTRO DE MEMBRANA No. BE1-06-61	Sin Parámetros/1 00mL		
SEMIELABORADO	DETERMINACIÓN DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL MÉTODO DE	10 UFC/mL	Toma de muestra desde el tanque de preparación	Siembra directa por profundidad

	PLACA FLUIDA – 1 No. BE1-06-52			
	DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA- No. BE1-06-53	0 UFC/mL		
TAPAS	BACTERIAS ACIDÚRICAS POR PLACA FLUIDA No. BE1-06-174	10 UFC/20 Tp	20 unidades mensuales por línea de producción	Siembra por profundidad
	DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL MÉTODO DE	10 UFC/20 Tp		
	PLACA FLUIDA- No. BE1-06-53			
	RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES Y <i>Escherichia coli</i> POR EL MÉTODO DE PELÍCULA REHIDRATABLE No. BE1-06-42	Ausencia/20 Tp		

ENVASES	DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL METODO DE FILTRO DE MEMBRANA No. BE1-06-60	0 UFC/E	2 unidades Semanales por línea de producción	Filtración por membrana
	DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL METODO DE FILTRO DE MEMBRANA No. BE1-06-61	0 UFC/E		
PULPAS DE FRUTA ASÉPTICA	DETERMINACIÓN DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUÍDA – 1 No. BE1-06-52	<10 UFC/mL	Muestras enviadas por el proveedor o toma de muestra en tambores	Siembra por profundidad
	DETERMINACIÓN DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA – 2 No. BE1-06-	<10 UFC/mL		

	126			
	DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA- No. BE1-06-53	<10 UFC/mL		
	RECUENTO DE ESPORAS <i>Clostridium sulfito</i> reductor-No. BE1-06-46	<10 UFC/mL		
	RECUENTO DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS No. BE1-06-51	<10 UFC/mL		
	RECUENTO DE ESPORAS Bacillaceae aerobias mesófilas y termodúricas No. BE1-06-48	<10 UFC/mL		
	RECUENTO DE Estafilococ o coagulasa positiva- No. BE1-06-47	<10 UFC/mL		

	<p>RECuento DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA_No. BE1-06-125</p>	<10 UFC/mL		
AZÚCAR	<p>DETERMINACIÓN DEL RECuento TOTAL DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL METODO DE</p>	200 UFC/10 g	<p>Toma de muestra entolva de adición de azúcar</p>	<p>Filtración por membrana</p>
	<p>FILTRO DE MEMBRANA No. BE1-06-60</p>			
	<p>DETERMINACIÓN DEL RECuento TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL METODO DE FILTRO DE MEMBRANA No. BE1-06-61</p>	10 UFC/10 g		
<p>OTROS MICROINGREDIENTES (MODULADORES, PECTINA, SABORES, EMULSIONES)</p>	<p>DETERMINACIÓN DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA – 1 No. BE1-06-52</p>	<10 UFC/mL	<p>Toma de muestra del envase original enviado por el proveedor</p>	<p>Siembra por profundidad</p>

	<p>RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA NO. BE1-06-125</p>	<10 UFC/mL		
	<p>DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA- No. BE1-06-53</p>	<10 UFC/mL		
<p>ANALISIS PARA AGUAS PARA PRODUCTO</p>	<p>DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL METODO DE FILTRO DE MEMBRANA No. BE1-06-60</p>	15 UFC/100 mL	<p>Toma de muestra a la Salida UV</p>	<p>Filtración por membrana</p>
	<p>DETERMINACIÓN DE PRESENCIA/AUSENCIA DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES (ESCHERICHIA COLI) No. BE1-06-65</p>	Ausencia/100mL		

	DETERMINACIÓN DE PRESENCIA/AUSENCIA DE PSEUDOMONA S SP. Y AERUGINOSA No. BE1-06-64	Ausencia/100mL		
ANÁLISIS PARA AGUAS DE ENJUAGUE DE CIP	DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL METODO DE FILTRO DE MEMBRANA	50 UFC/100 mL	Toma de muestra en tanques y válvulas de llenado	Filtración x membrana
	No. BE1-06-60			
	DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL METODO DE FILTRO DE MEMBRANA No. BE1-06-61	15 UFC/100 mL		

	RECuento TOTAL DE BACTERIAS ACIDÚRICAS POR EL METODO DE FILTRO DE MEMBRANA No. BE1-06-155	15 UFC/100 mL		
ANÁLISIS A PERSONAL OPERARIO.	RECuento DE COLIFORMES TOTALES Y <i>Escherichia coli</i> POR EL MÉTODO DE PELÍCULA REHIDRATABLE No. BE1-06-42	0 UFC/mL	Frotis de manos y uniforme	Siembra en película rehidratable (Petrifilm)
PRODUCTO TERMINADO CATEGORÍA TE (HATSU Y MR.TEA)	DETERMINACIÓN DEL RECuento TOTAL DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL METODO DE FILTRO DE MEMBRANA No. BE1-06-60	0 UFC/100mL	3 unidades por lote de producción	Filtración x membrana
	DETERMINACIÓN DEL RECuento TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL METODO DE	0 UFC/100mL		
	FILTRO DE MEMBRANA No. BE1-06-61			

DETERMINACIÓN DEL RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES POR EL METODO DEFILTRO DE MEMBRANA No.BE1-06-62	0 UFC/100mL
DETERMINACIÓN DEL RECUENTO DE COLIFORMES FECALES POR EL METODO DEFILTRO DE MEMBRANA No.BE1-06-63	0 UFC/100mL

*Tabla 1. Protocolo microbiológico para muestreo y análisis microbiológico en la cadena de producción de bebidas no alcohólicas. Postobón S.A.; Atilua, Jonatan, 2023*

*Nota: En la anterior tabla se evidencia el protocolo microbiológico para toma y análisis de muestra en la cadena de producción de Postobón S.A y de productos franquicia, es de aclarar que por políticas de privacidad no es posible la divulgación de algunos protocolos en el presente trabajo.*

## 5.1 PROTOCOLO PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE MATERIAS PRIMAS.

5.1.1 AZÚCAR. (DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL METODO DE FILTRO DE MEMBRANA No. BE1-06-60, DETERMINACIÓN DEL RECUENTO TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL METODO DE FILTRO DE MEMBRANA No. BE1-06-61; POSTOBÓN S.A- 2023).

- Se deben tomar 20 gramos de azúcar y depositarlos en un matraz de 200 mL de agua peptona.
- Se debe mezclar bien los ingredientes para asegurarse de que el azúcar se disuelva completamente en el agua peptona.

- Se debe filtrar la solución a través de una membrana adecuado para retener los microorganismos que se desean analizar.
- A continuación, transferir la membrana a una caja de Petri estéril para cada medio de cultivo PC y Mgreen previamente solidificados en la caja.
- Incubar las cajas de Petri en las condiciones de temperatura y tiempo adecuadas: el medio de cultivo PC se incuba a 37 grados Celsius durante 48 horas, mientras que el medio de cultivo Mgreen se incuba a 25 grados Celsius durante 120 horas.
- Después del tiempo de incubación, se deben observar las colonias de microorganismos que han crecido en los medios de cultivo para su posterior análisis.

5.1.2 PECTINAS. (DETERMINACIÓN DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA – 1 NO. BE1-06- 52, RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA NO. BE1-06-125; POSTOBÓN S.A- 2023)

- Tomar 10 gramos de pectina y disolverlos en 90 mL de agua peptona, mezclando bien para asegurarse de que la pectina se disuelva completamente en el agua peptona.
- Tomar 1 mL de la solución y depositarlo en una caja de Petri estéril para posteriormente servir los medios de cultivos *Chromocult*, *Plate count* y Y G C
- Incubar las cajas de Petri en las condiciones adecuadas: el medio de cultivo PC y *Chromocult* se deben incubar a 37 grados Celsius durante 48 horas, mientras que el medio de cultivo YGC se debe incubar a 25 grados Celsius durante 120 horas.
- Después del tiempo de incubación, se verifica si hubo crecimiento microbiano.

### 5.1.3 PULPAS

(Tabla 1)

Preparación de la muestra:

- Pesar 10 gramos de la pulpa y agréguelos en 90 mL de agua peptonada.
- Homogenizar la muestra para asegurarse de que la suspensión sea homogénea.

Siembra:

- Tomar 1 mL de la suspensión y agregar a las cajas de petri con los medios de cultivo correspondientes: OSA, YGC, *Chromocult* y MRS. Para el medio MRS, use una doble capa para crear condiciones de microaerofilia.
- Para el medio MRS, utilice la campana de anaerobiosis y el reactivo Anaerocult C para crear condiciones de microaerofilia.

Incubación:

- Incubar las cajas de petri con los medios de cultivo a 37 grados Celsius durante 48 horas, para el medio YGC las condiciones son 120 horas a 25 grados Celsius.
- Para el medio MRS, incubar las cajas de petri dentro de la campana de anaerobiosis a 37 grados Celsius durante 72 horas.

Prueba especial:

- Tomar 5 mL de la solución de pulpa y agua peptonada al cero punto uno por ciento y depositelos en un tubo
- Llevar el tubo a temperatura de 80 grados Celsius durante 10 minutos.
- Hacer un choque térmico con agua fría a los tubos.
- Inocular 1 mL de la solución en los tubos.

- Agregar el medio PC y SPS a los tubos.
- Incubar el medio SPS en la campana de anaerobiosis con el reactivo Anaerocult A y la cinta indicadora de anaerobiosis a 37 grados Celsius durante 72 horas
- Incubar el medio PC a 37 grados Celsius durante 48 horas.

Interpretación de resultados:

- Observar si hay presencia de colonias en los medios de cultivo después de la incubación.
- Si hay crecimiento de colonias, proceda a realizar la identificación de los microorganismos presentes.
- Si no hay crecimiento de colonias, el resultado es negativo.

#### 5.1.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE TAPAS Y ENVASES

(Tabla 1)

Preparación de la muestra:

- Tapas de Postobón: Sumergir las tapas (12) en 200 mL de agua peptonada durante 5 minutos. Luego, tomar una alícuota de 1 mL y sembrar en cajas de Petri con los medios de cultivo correspondientes: Petrifilm YGC y PDA. Incubar a 37 grados Celsius durante 48 horas para Petrifilm y 25 grados Celsius durante 120 horas para PDA y YGC.
- Tapas de Pepsi: Mezclar las tapas con 200 mL de agua peptonada. Filtrar la solución a través de una membrana. Sembrar en cajas de Petri con los medios de cultivo correspondientes: Mgreen y PC. Incubar a 37 grados Celsius durante 48 horas medio PC y para Mgreen 25 grados Celsius durante 120 horas.

- Envases: Filtrar 100 mL de agua peptonada dentro de la botella a través de una membrana. Sembrar en cajas de Petri con los medios de cultivo correspondientes: YGC y PC. Incubar a 37 grados Celsius durante 48 horas para PC y 25 grados Celsius durante 120 horas para YGC.

Siembra:

- Tapas de Postobón: Utilizar la técnica de siembra por profundidad. Usar el medio YGC, PDA y petrifilm.
- Tapas de Pepsi: Utilizar la técnica de filtración por membrana. Usar el medio Mgreen y PC.
- Envases: Utilizar la técnica de filtración por membrana. Usar el medio YGC y PC.

Interpretación de resultados:

- Observar si hay presencia de colonias en los medios de cultivo después de la incubación.
- Si hay crecimiento de colonias, proceder a realizar la identificación de los microorganismos presentes.
- Si no hay crecimiento de colonias, el resultado es negativo.

#### 5.1.5 ANÁLISIS DE AGUAS PARA PRODUCTO.

Muestra de agua tratada, agua suavizada y circuito 1:

- Tomar la muestra utilizando una bolsa de toma de muestra líquida.
- Realizar el análisis mediante la metodología de filtración por membrana. Usar los medios de cultivo PC y YGC para el análisis (Tabla 1).
- Tomar 100 mL de la muestra filtrada y agréguelos al medio líquido de asparagina.
- Tomar otros 100 mL de la muestra filtrada y agréguelos al medio de colilert.

Salidas UV y entradas UV:

- Tomar la muestra utilizando una bolsa de toma de muestra líquida.
- Realizar el análisis mediante la metodología de filtración por membrana. Usar los medios de cultivo PC y YGC para el análisis (Tabla 1).

Incubación y lectura:

- Incubar las placas con los medios de cultivo a 37 grados Celsius durante 48 horas.
- Incubar el medio de asparagina a 37 grados Celsius durante 48 horas.
- Incubar el medio de colilert a 35 grados Celsius durante 24 horas.
- Después de la incubación, observar las placas y el medio de asparagina para detectar la presencia de colonias.
- Para el medio de colilert, observar el cambio de color de amarillo a rojo para la detección de coliformes totales y fluorescencia bajo luz UV para la detección de ***Escherichia coli***.

## 5.2 PROTOCOLO PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUPERFICIES, MANIPULADORES Y AMBIENTES.

5.2.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE EQUIPOS Y SUPERFICIES (DETERMINACIÓN DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA – 1 NO. BE1-06- 52 Y DETERMINACIÓN DEL RECuento TOTAL, DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA- NO. BE1-06-53; POSTOBÓN S.A-2023)

#### Preparación de las muestras:

- Tomar los hisopos con las muestras de las superficies y equipos de las áreas 222, 223, 224 y 225 y depositarlos en los tubos de ensayo con solución de agua peptonada al cero punto uno por ciento etiquetados previamente.
- Agitar los tubos de ensayo para homogeneizar la muestra con él vortex.
- Inocular 1 mL de la solución homogeneizada en los medios de cultivo PC y YGC por el método de inoculación por profundidad.
- Preparar las cajas de Petri y etiquetarlas según el área, el tanque y el medio de cultivo utilizado.

#### Incubación:

- Incubar las cajas de Petri con los medios de cultivo PC a una temperatura de 35 - 37 grados Celsius durante 48 horas y YGC a 25 grado Celsius durante 120 horas.

#### Observación:

- Observar las cajas de Petri para detectar la presencia de colonias bacterianas, levaduras y mohos.
- Realizar un recuento de colonias, por recuento en placa después de la incubación, se cuentan las colonias visibles en las placas y se calcula el número de microorganismos en la muestra original. para determinar el número de unidades formadoras de colonias (UFC) presentes en cada muestra (1mL) (Recuento en placa, Norma interna-Postobón S.A 2023)

#### Interpretación de resultados:

- Comparar el número de UFC obtenido en cada muestra con los valores de referencia aceptables (Tabla 1).
- Si se detecta un alto número de UFC, se deben implementar medidas de control y limpieza para minimizar los riesgos microbiológicos.

## 5.2.2 TÉCNICA DE DETECCIÓN DE RESIDUOS (MEDICIÓN DE ATP (ADENOSIN TRIFOSFATO) NO. BE1-06-83; POSTOBÓN S.A-2023.

### Toma de muestras:

- Tomar una muestra de cada superficie a analizar (válvulas de la máquina dispensadora de bebidas, entrada y salida del cooler, pared del cooler, transportadora de entrada y salida del cooler) con un hisopo de ATP.
- Etiquetar cada hisopo con el nombre de la superficie y la ubicación correspondiente.

### Análisis de muestras:

- Realizar la lectura de cada hisopo con el luminómetro, se utiliza en pruebas microbiológicas para medir la cantidad de luz emitida por microorganismos presentes en una muestra. Esto se hace mediante una prueba de bioluminiscencia, en la que se añade un sustrato que es consumido por el microorganismo y produce luz. Los valores de URL (Unidades de Respuesta Lumínica) son utilizados para cuantificar la cantidad de microorganismos presentes en una muestra utilizando una prueba de bioluminiscencia. Los valores de URL se calculan midiendo la cantidad de luz emitida por la muestra y comparando este valor con los valores de referencia establecidos para la prueba. Los valores de URL son utilizados en la industria alimentaria y farmacéutica para garantizar la calidad de los productos y la efectividad de los procesos de control de calidad.
- Comparar los valores de ATP obtenidos en cada muestra con los valores de referencia aceptables (Tabla 1).

### Interpretación de resultados:

- Si se detectan valores de ATP elevados, esto podría indicar una posible presencia de microorganismos o suciedad en la superficie analizada.
- Evaluar los resultados en conjunto con otros factores como el tipo de superficie y la frecuencia de limpieza para determinar si se requiere un tratamiento adicional o si se debe mejorar la limpieza y desinfección de la superficie.

### 5.2.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO A PERSONAL OPERARIO (RECUECTO DE COLIFORMES TOTALES Y *Escherichia coli* POR EL MÉTODO DE PELÍCULA REHIDRATABLE NO. BE1-06-42; POSTOBÓN S.A- 2023)

- Identificación del personal a muestrear.
- Preparación de los materiales y equipos (tubos de ensayo, agua peptonada, nevera portátil, hisopos estériles).
- Colocar los guantes desechables.
- Tomar las muestras de las manos y uniforme del personal operario con los hisopos estériles.
- Depositar los hisopos en tubos con 9 mL de solución de agua peptonada al cero punto uno por ciento y etiquetar los tubos con el nombre del personal correspondiente.
- Reposar los tubos durante 1 hora a temperatura ambiente.
- Inocular el Petrifilm con una muestra de 1 mL de cada tubo.
- Incubar los Petrifilm durante 48 horas a 37 grados Celsius.
- Observación de los Petrifilm para contar el número de colonias presentes.
- Análisis e interpretación de los resultados.

#### Interpretación de los resultados:

- Si no hay crecimiento bacteriano, el resultado es negativo.
- Si hay crecimiento bacteriano, el resultado es positivo.

5.3 PROTOCOLO PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE PRODUCTO TERMINADO (DETERMINACIÓN DE BACTERIAS MESÓFILAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA – 2 NO. BE1-06-126, BACTERIAS ACIDÚRICAS POR PLACA FLUIDA NO. BE1-06-174, DETERMINACIÓN DEL RECuento TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL MÉTODO DE PLACA FLUIDA- NO. BE1-06-53; POSTOBÓN S.A- 2023)

Toma de muestras:

- Tomar una muestra del producto terminado a analizar (jugos Hit de 200 ml y 1 litro, o productos Gatorade) con una pipeta estéril.
- Inocular 1 mL del producto en cada medio de cultivo correspondiente, OSA y YGC para los jugos Hit, y OSA y PDA para los productos Gatorade.

Incubación:

- Incubar las placas de Petri en condiciones adecuadas según los requerimientos de cada medio de cultivo y las especificaciones de Postobón, 35-37 grados Celsius durante 48 horas para el medio OSA y 25 grados Celsius durante 120 horas para los medios YGC y PDA.

Observación de colonias:

- Después de la incubación, observar las placas de Petri para verificar la presencia de colonias microbianas.
- Realizar una descripción y anotar las características de cada colonia observada, como tamaño, forma, color, textura y otras características relevantes.

Interpretación de resultados:

- Evaluar los resultados en conjunto con otros factores como las especificaciones de Postobón y los estándares de calidad requeridos para determinar si el producto cumple con los requisitos microbiológicos.
- Si se detectan colonias de microorganismos patógenos o dañinos para la salud humana, se debe tomar medidas adecuadas para asegurar la calidad y seguridad del producto.

## 6. CRONOGRAMA

El siguiente cronograma de trabajo muestra las actividades programadas llevadas hasta el momento desde ingreso a la empresa. La mayoría de las actividades tienen que ver con análisis microbiológicos y pruebas de control de calidad en los productos, materiales y ambiente de trabajo.

En la semana 1, se llevaron a cabo actividades de capacitación sobre seguridad en el trabajo, normatividad y procesos industriales y microbiológicos de la empresa. En las siguientes semanas, se realizaron análisis microbiológicos de productos terminados, retención y en proceso, así como pruebas microbiológicas a materiales, ambiente de trabajo y operarios. También se preparó el material necesario para realizar pruebas de control microbiológico al plan de saneamiento interno y externo.

Este cronograma muestra una planificación detallada de las actividades a realizar y su distribución en cada semana, lo que permite una organización eficiente del trabajo y una mejor coordinación entre los miembros del equipo encargado de las pruebas microbiológicas y el control de calidad.

Semana	Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II
Capacitación de salud y seguridad en el trabajo	1																	
Lectura sobre procesos industriales en la empresa	1																	
Charla sobre normatividad y políticas de la empresa	1																	
Lectura sobre procesos microbiológicos que se llevan a cabo en la empresa	1																	
<b>A</b> Inducción y capacitación en los procesos microbiológicos para jugos de la marca Postobón S.A y productos de franquicia		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>C</b> Análisis microbiológico a producto terminado y en retención		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>I</b> Análisis microbiológico a producto terminado y retención, Análisis microbiológico a materia prima (Envases, Tapas, Azúcar, pulpas, pectinas)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>V</b> Análisis microbiológico a producto en proceso (Jarabe simple, semielaborado)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>I</b> Análisis microbiológico a producto terminado, preparación de material para pruebas de control microbiológico al plan de saneamiento interno y externo.		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>D</b> Análisis microbiológico a producto terminado, Frotis a superficies (equipos y maquinaria), Frotis a manipuladores, Pruebas microbiológicas a ambientes, pruebas			1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

microbiológicas a  
aguas de  
enjuague y aguas  
usadas para  
saneamiento y  
producto (salidas  
UV y entradas  
UV).

*Tabla 2. Cronograma de actividades durante las prácticas profesionales, los números reflejan la cantidad de veces que se hicieron en la semana durante cada mes; Atilua, Jonatan- 2023.*

## 7. RESULTADOS

**Aclaración:** Debido a las políticas de privacidad actualizadas de Postobón S.A. no se pueden mostrar todos los datos detallados en esta publicación. Estas políticas se han implementado en cumplimiento del derecho a la libre y sana competencia, para preservar la confidencialidad de información estratégica de la empresa. Aunque no podemos proporcionar todos los datos y estudios que se llevaron a cabo, los resultados presentados a continuación reflejan de manera casi precisa el trabajo que llevo en el laboratorio y en las instalaciones de control y calidad.

Agradezco su comprensión y confianza en el siguiente trabajo. Se mantiene altos estándares éticos y de transparencia en la divulgación de resultados.

Se realizaron los análisis microbiológicos correspondientes a cada muestra, siguiendo las técnicas y procedimientos microbiológicos establecidos por la empresa.

Para presentar estos resultados de manera clara y concisa, se han organizado en tablas que ilustran los diferentes niveles de contaminación encontrados en las diferentes áreas de la planta. Estas herramientas visuales permitirán una mejor comprensión de los resultados y ayudarán a identificar áreas que requieran mejoras en los procesos de limpieza y desinfección.

## 7.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO A MATERIAS PRIMAS

Se presentan los resultados del análisis microbiológico realizado en las materias primas utilizadas en el proceso de producción. Se analizaron diferentes componentes, como azúcar, pectinas, pulpas de frutas, envases, tapas (Tabla 3 y 4) y agua para producto (Tabla 5 y 6). Como se puede observar en las tablas anteriormente mencionadas se evidencia que las materias primas cumplen con los estándares establecidos y no presentan crecimiento de microorganismos que puedan interferir en la calidad del producto final.

Es importante destacar que Postobón S.A cuenta con distribuidores de alta calidad tanto a nivel nacional como internacional.

MATERIAS PRIMAS			
N° ANÁLISIS	FDE	% FDE	% CUMPLIMIENTO
282	0	0,00%	100,0%

Tabla 3. Análisis microbiológico para materias primas (azúcar, pectinas, pulpas de frutas, tapas y envases), hace referencia al número de análisis para no patógenos como bacterias ácido lácticas, coliformes totales, mesófilos, mohos y levaduras, el número fuera de especificación (FDE) y porcentaje fuera de especificación (%FDE); Atilua, Jonatan- 2023

MATERIAS PRIMAS - PATÓGENOS			
N° ANÁLISIS	FDE	% FDE	% CUMPLIMIENTO
61	0	0,00%	100,0%

Tabla 4. Análisis microbiológico para materias primas (azúcar, pectinas, pulpas de frutas, tapas y envases), hace referencia al número de análisis que se hace para coliformes fecales y esporas de *Clostridium sulfito reductor*, el número de muestras fuera de especificación (FDE) y porcentaje fuera de especificación (%FDE); Atilua, Jonatan- 2023.

A continuación, se presenta un análisis microbiológico de la planta de procesamiento, de acuerdo con las normativas internas de Postobón S.A. Los resultados se dividen en dos categorías: Análisis de coliformes totales en agua y análisis de coliformes fecales y *Pseudomonas spp* en agua para producto.

En cuanto el análisis de coliformes totales, se realizaron pruebas para detectar microorganismos indicadores de contaminación.

AGUA PARA PRODUCTO			
N° ANÁLISIS	FDE	% FDE	% CUMPLIMIENTO
69	0	0,00%	100,0%

Tabla 5. Análisis microbiológico para agua de producto, hace referencia al número de análisis de coliformes totales, el número de muestras fuera de especificación (FDE) y porcentaje fuera de especificación (%FDE); Atilua, Jonatan- 2023

AGUA PARA PRODUCTO			
N° ANÁLISIS	FDE	% FDE	% CUMPLIMIENTO
46	0	0,00%	100,0%

Tabla 6. Análisis microbiológico para agua de producto, indica al número de análisis hechos para coliformes fecales y *Pseudomonas spp*, el número de muestras fuera de especificación (FDE) y porcentaje fuera de especificación (%FDE); Atilua Jonatan- 2023.

## 7.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUPERFICIES, MANIPULADORES Y AMBIENTES.

A continuación, se presentan los resultados del análisis microbiológico de superficies, como se puede observar la línea 11 se le hicieron más análisis microbiológico debido a que esta línea cuenta con equipos diferentes a las otras líneas de producción, por normativa interna de Postobón S.A y socio franquicia Pepsi, demanda más análisis a piezas que tienen contacto directo con el producto como es el caso de roscadores y otras piezas que hacen parte del proceso de producción(Tabla 7) en la planta de producción de Postobón S.A. Se realizaron análisis en diferentes áreas, como tanques de almacenamiento de producto, áreas de manipulación y adición de materia prima (azúcar, pectinas, pulpas), cinta transportadora de producto terminado, sopladora, llenadora y pasteurizadores (exterior de los equipos), con el fin de observar algún tipo de contaminación de microorganismos alterantes, por otra parte en la (Tabla 8) se observan los resultados detallados para análisis microbiológico a los roscadores que es una pieza fundamental de la llenadora, como lo decreta la normativa interna de Postobón S.A

al tener contacto directo esta pieza (roscador) con el producto, se procedió a hacer una evaluación microbiológica en busca de posibles contaminaciones por coliformes fecales, esta prueba se hace de manera periódica cada quince días, variando estos mismos días según la programación en la producción en la planta.

SUPERFICIES				
LUGAR DE MUESTREO	N° ANÁLISIS	FDE	% FDE	% CUMPLIMIENTO
Sala Prep.	564	1	0,17%	99,83%
L8	40	0	0,00%	100,00%
L9	40	0	0,00%	100,00%
L10	40	0	0,00%	100,00%
L11	100	5	5,00%	95,00%
Total	784	6	5,17%	94,83%

Tabla 7. Análisis microbiológico a superficies (llenadora, sopladora, cinta transportadora, tanques de producción, pasteurizador, equipos), hace referencia al número de análisis para mesófilos, mohos y levaduras, el número de muestras fuera de especificación (FDE) y porcentaje fuera de especificación (%FDE); Atilua Jonatan- 2023.

SUPERFICIES - PATÓGENOS			
N° ANÁLISIS	FDE	% FDE	% CUMPLIMIENTO
6	0	0,00%	100,0%

Tabla 8. Análisis microbiológico a superficies llenadora – roscador (contacto directo con el producto), hace referencia al número de análisis para coliformes fecales. el número de muestras fuera de especificación (FDE) y porcentaje fuera de especificación (%FDE); Atilua, Jonatan- 2023.

Los resultados que se muestran a continuación (Tabla 9) reflejan las muestras de frotis de manos y uniformes de los manipuladores no evidenciaron la presencia de microorganismos indicadores de contaminación. Esto indica que los manipuladores analizados cumplen con las buenas prácticas de higiene establecidas en la empresa.

FROTIS MANIPULADORES			
N° ANALISIS	FDE	% FDE	% CUMPLIMIENTO
54	0	0,00%	100,0%
54	0	0,00%	100,0%

Tabla 9. Análisis microbiológico a manipuladores y operarios el número de muestras fuera de especificación (FDE) y porcentaje fuera de especificación (%FDE); Atilua, Jonatan- 2023

Como ordena el estatuto interno sobre las buenas prácticas de manufactura a continuación se reflejan los resultados del análisis microbiológico de los ambientes en la planta de producción de gaseosas Lux. Estos análisis se realizaron con el objetivo de evaluar el buen manejo del aire que circula en la planta de producción y su impacto en la calidad del producto, estos análisis como se afirma se llevaron a cabo durante 4 meses, el número de análisis representa la suma total de todos los análisis que se hicieron en las áreas de producción y todas las líneas de la cadena de producción. (Tabla 10).

AMBIENTES			
N° ANÁLISIS	FDE	% FDE	% CUMPLIMIENTO
96	0	0,00%	100,0%

Tabla 10. Análisis microbiológico para ambientes, indica el número de análisis que se hicieron para detectar la presencia de mohos y levaduras en las áreas de producción 222, 223, 224 y 225 de las líneas L8, L9, L10 Y L11, el número de muestras fuera de especificación (FDE) y porcentaje fuera de especificación (%FDE); Atilua, Jonatan- 2023

### 7.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE PRODUCTO TERMINADO

A continuación, se presentan los resultados del análisis microbiológico en el producto terminado en las líneas de producción L8, L9, L10 y L11. Los resultados obtenidos fueron excelentes, como se muestra en la Tabla 11 y 12, ya que no se observó crecimiento de ningún microorganismo, tanto indicador y como patógeno.

PRODUCTO TERMINADO				
LÍNEA	N° ANÁLISIS	FDE	% FDE	% CUMPLIMIENTO
L8	365	0	0,00%	100,0%
L9	361	0	0,00%	100,0%
L10	517	0	0,00%	100,0%
L11	563	0	0,00%	100,0%
TOTAL	1806	0	0,0%	100,0%

Tabla 11. Análisis microbiológico para producto terminado, Líneas de producción: L8, L9, L10 y L11, hace referencia al número de análisis para bacterias ácido lácticas (BAL), mohos y levaduras, el número de muestras fuera de especificación (FDE) y porcentaje fuera de especificación (%FDE); Atilua, Jonatan- 2023.

PRODUCTO TERMINADO				
LÍNEA	N° ANÁLISIS	FDE	% FDE	% CUMPLIMIENTO
L8	47	0	0,00%	100,0%
L9	25	0	0,00%	100,0%
L10	37	0	0,00%	100,0%
L11	20	0	0,00%	100,0%
TOTAL	129	0	0,0%	100,0%

Tabla 12. Análisis microbiológico para producto terminado, Líneas de producción: L8, L9, L10 y L11, hace referencia a los análisis microbiológicos para coliformes fecales, el número de muestras fuera de especificación (FDE) y porcentaje fuera de especificación (%FDE); Atilua, Jonatan- 2023.

## 8. DISCUSIÓN

### 8.1 MATERIAS PRIMAS.

Los resultados del análisis microbiológico respaldan la afirmación de que las materias primas utilizadas en el proceso de producción de Postobón S.A son de alta calidad y libres de microorganismos perjudiciales. Este hallazgo es fundamental para garantizar que el producto final cumpla con los estándares de alta calidad y seguridad exigidos por la empresa.

El agua para producto también fue evaluada con la finalidad de observar que los procesos de tratamiento de la planta de tratamiento de agua potable cumplen con los estándares de alta calidad, en cuanto el análisis de coliformes totales, se

realizaron pruebas para detectar microorganismos indicadores de contaminación. Los resultados muestran de manera favorable que el proceso de desinfección y los protocolos de control son óptimos. Esto indica que el agua tratada en la planta de procesamiento cumple con los estándares establecidos, a su vez es validado mediante el análisis microbiológico demostrando la ausencia de microorganismos indicadores de contaminación.

Como se afirma en el estudio Riesgos microbiológicos en agua para bebida, por Alba R. el objetivo principal de la gestión de la calidad del agua, desde una perspectiva de salud, es asegurar que los consumidores no estén expuestos a niveles de agentes patógenos que puedan ocasionar enfermedades. En este contexto, es de vital importancia contar con resultados confiables y rápidos para prevenir y proteger la salud pública. Un aspecto prioritario en esta prevención es evaluar la presencia de **E. coli**, ya que esto permite medir el riesgo de contaminación microbiana en el agua potable (De Jesus Alba *et al.*, 2013)

Por otro lado, se realizaron análisis en busca de patógenos, como microorganismos fecales y ***Pseudomonas spp.*** Los resultados también demuestran que el proceso de desinfección y los protocolos de control y desinfección del agua son eficaces, no se encontraron patógenos en el agua analizada. Este resultado es altamente satisfactorio, esto indica que el agua utilizada en el proceso de producción cumple con los criterios de seguridad y no representa un riesgo microbiológico.

En conclusión, los resultados obtenidos demuestran que las materias primas utilizadas en el proceso de producción de Postobón S.A cumplen con los estándares microbiológicos establecidos. La implementación de estrictos controles de calidad en la selección y trazabilidad de las materias primas contribuye a garantizar que el producto final mantenga un alto nivel de calidad y seguridad.

## 8.2. SUPERFICIES, MANIPULADORES Y AMBIENTES.

Teniendo en cuenta los resultados del análisis microbiológico a superficies, es de destacar que hubo resultados fuera de especificación, de acuerdo con el protocolo de limpieza y desinfección establecido en la normativa interna de Postobón S.A, se llevó a cabo una medida correctiva inmediata, reiniciando el proceso de limpieza y desinfección correspondiente. Una vez finalizado este proceso, se realizó un nuevo análisis microbiológico utilizando hisopos de ATP y un iluminómetro, obteniendo resultados óptimos que permitieron restablecer el proceso de producción.

Esto a su vez quiere decir que los resultados del análisis microbiológico de las superficies en las áreas de producción muestran que inicialmente, se identificaron seis resultados fuera de especificación (FDE), se prevé que cinco de estos resultados se dieron porque la línea 11 estuvo con producto retenido debido a problemas en la conexión con equipos que conectan la línea y con los tanques de producción, como demanda la normativa interna de Postobón S.A el producto tiene que circular de manera constante, por las líneas de producción, procedimiento que no se pudo hacer por problemas estructurales y la instalación de la nueva línea de producción L12, aunque no se descarta que pudo haber una contaminación cruzada por parte del personal de mantenimiento de estos equipos, por otra parte para el análisis fuera de especificación (FDE) en la sala de preparación, se cree que un manipulador dejó uno de los equipos mal sellados y que presuntivamente permitió que este mismo se contaminara con microorganismos que pudiesen afectar la calidad del producto y la salud del consumidor.

Para evitar inconvenientes similares que se puedan presentar a futuro y lo que esto implica como pérdidas económicas, es el caso de retención del producto por varios días (quince) antes y después de los resultados microbiológicos fuera de especificación, hasta que no se verifique con análisis microbiológico que el producto está libre de cualquier contaminación microbiológica no se puede liberar al mercado, otra problemática es la pausa de la línea de producción hasta que se aplique el

protocolo de limpieza y desinfección es necesario mejoras de las líneas de monitoreo microbiológico, sobre todo la línea ( L11) que es una de las más grandes y cuenta con equipos e instalaciones más amplias que las otras líneas de producción evaluadas en este estudio, es por ello que es necesario un cuarto de descontaminación para personal que tiene contacto directo con los equipos que hacen parte de la cadena de producción, una constante medición de los niveles de contaminación microbiológica en ambientes que ya no se haga con una periodicidad mensual, si no de manera continua y más eficiente, ya que estos análisis microbiológicos están estrechamente vinculados a los frotis de superficies, nuevas estructuras que separen directamente la línea 11 de otras líneas de producción que no demanden el mismo gasto operacionales, como lo decreta la resolución 2674 del 2013, las operaciones de fabricación deben realizarse en forma secuencial y continua para que no se produzcan retrasos indebidos que permitan el crecimiento de microorganismos, contribuyan a otros tipos de deterioro o contaminación del alimento. Cuando se requiera esperar entre una etapa del proceso y la siguiente, el alimento debe mantenerse protegido y en el caso de alimentos susceptibles al rápido crecimiento de microorganismos durante el tiempo de espera, deben emplearse temperaturas altas (> 60 grados Celsius) o bajas no mayores de 4 grados Celsius según sea el caso.

Seguidamente, los resultados obtenidos en el análisis microbiológico a operarios mostraron que las muestras de frotis de las manos y uniformes de los manipuladores no evidenciaron la presencia de microorganismos indicadores de contaminación. Esto indica que los manipuladores analizados cumplen con las buenas prácticas de higiene establecidas en la empresa.

La ausencia de microorganismos indicadores de contaminación en las muestras de frotis de las manos y uniformes es un indicador positivo de la adecuada higiene de los manipuladores. Esto es esencial para prevenir la contaminación cruzada y garantizar la seguridad microbiológica de los productos alimentarios, como lo

sostiene el estudio hecho en el trabajo Implementación de buenas prácticas de manufactura en la industria alimenticia hecho por Renata Marcela Vidal (Vidal Renata-2004) El personal que trabaja en la industria agroalimentaria y que manipula materias primas y alimentos deberá tener conciencia de la importancia y repercusión social que tiene el correcto desempeño de su labor, así como también de su influencia en la calidad sanitaria y comercial del producto final.

El análisis microbiológico de frotis de manos y uniformes proporciona una evaluación directa de la higiene personal y la limpieza de los manipuladores, lo cual es fundamental para mantener la calidad e inocuidad de los alimentos.

Los resultados obtenidos reflejan que el manejo de la calidad del aire en la planta de producción es óptimo. No se detectó la presencia de microorganismos que pudieran comprometer la calidad del producto ni representar un riesgo para la salud de los operarios, pero es necesario la implementación de estos estudios microbiológicos de manera constante, ya que la planta está ubicada en un sector industrial con alta contaminación.

### 8.3. PRODUCTO TERMINADO.

Es importante destacar que el producto terminado que se sometió a análisis microbiológico pasa por un proceso de pasteurización, el cual desempeña un papel fundamental en la eliminación de microorganismos que podrían afectar la integridad y las características del producto. La pasteurización es un método de calentamiento controlado que ayuda a reducir la carga microbiana y garantiza la seguridad microbiológica del producto final.

Los resultados obtenidos son altamente satisfactorios, ya que demuestran que el proceso de pasteurización y los protocolos de control implementados en las líneas de producción son efectivos para garantizar la ausencia de microorganismos alterantes y patógenos en el producto terminado. Esto es crucial para asegurar la

calidad y seguridad de los jugos, bebidas energizantes y teas que se ofrecen a los consumidores.

Es importante destacar que los estándares analizados en el estudio, incluyendo agua para producto, producto terminado, análisis para materias primas, ambientes y frotis para manipuladores, alcanzaron un alto cumplimiento en los requisitos de calidad y seguridad alimentaria establecidos.

Según la FDA (FDA- 2020) en un su boletín informativo, seguir las Buenas Prácticas de Fabricación Actuales (CGMP) ayuda a garantizar la seguridad de los alimentos. Las regulaciones de CGMP generalmente abordan asuntos que incluyen prácticas adecuadas de higiene personal, diseño y construcción de una planta de alimentos y mantenimiento de los terrenos de la planta, equipos de planta, operaciones sanitarias, saneamiento de instalaciones y controles de producción y proceso durante la producción de alimentos.

Según la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) un proceso de conservación competitivo y claro es la refrigeración combinada con la pasteurización y el envasado hermético pueden prolongar aún más la vida de almacenamiento con cambios mínimos de calidad, pero entonces el jugo no se puede etiquetar como "fresco".

El procesamiento térmico elimina la necesidad absoluta de refrigeración e inactiva las enzimas microbianas que pueden afectar la integridad de la bebida(FAO 2023) es por ello que junto con el llenado en caliente, según el proceso de envasado en caliente que es otra aplicación muy asertiva de la FAO como método de protección para el crecimiento microbiano es una de las aplicaciones que cumple la empresa Postobón S.A, es decir Es bastante fácil llenar en caliente los jugos empacados calentando rápidamente el jugo en un intercambiador de calor y llenando los recipientes con el jugo caliente que mida alrededor de 95 °C seguido de sellado e inversión, pasteurizando así el recipiente( (FAO 2023), ya que este proceso puede

calentar mucho el producto se cuenta con un *cooler* el cual es capaz de enfriar el producto después del proceso de sellado en caliente.

## 9. CONCLUSIONES

En primer lugar, los resultados del análisis microbiológico del agua demuestran que los protocolos de control y desinfección son óptimos. La ausencia de microorganismos indicadores de contaminación y patógenos en el agua utilizada en la producción de bebidas no alcohólicas garantiza la seguridad y calidad del producto final.

El análisis microbiológico de las materias primas utilizadas en el proceso de producción arrojó resultados favorables. No se detectó crecimiento de microorganismos que pudieran interferir en la calidad de las bebidas. Es importante resaltar que la trazabilidad de las materias primas, asegurada a través de los proveedores de alta calidad, es fundamental para mantener los estándares de calidad y seguridad en el producto final.

Por otro lado, los resultados del análisis microbiológico de las superficies en las áreas de producción, en la Línea once (L11) mostraron seis resultados fuera de especificación. Sin embargo, se aplicaron medidas correctivas de acuerdo con los protocolos de limpieza y desinfección establecidos. El posterior análisis microbiológico con hisopos de ATP y el luminómetro arrojó resultados óptimos, lo que indica que el restablecimiento del proceso de producción se llevó a cabo de manera exitosa.

En cuanto al producto terminado, los análisis microbiológicos realizados en las líneas de producción L8, L9, L10 y L11 revelaron buenos resultados. La ausencia de crecimiento de cualquier microorganismo, tanto indicadores como patógenos, indica que el proceso de pasteurización implementado es altamente efectivo en la

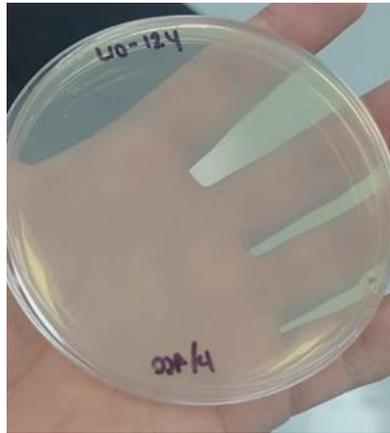
eliminación de microorganismos que podrían comprometer la calidad e inocuidad del producto.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos de la planta de producción de bebidas no alcohólicas de Postobón S.A, se puede concluir que se han cumplido de manera satisfactoria los estándares de calidad e inocuidad establecidos en el proceso de producción. Los diferentes análisis realizados en el agua, producto terminado, materias primas, superficies y manipuladores han proporcionado evidencia clara sobre la eficacia de las prácticas de control y la implementación de protocolos de limpieza y desinfección.

## 10. RECOMENDACIONES

Establecimiento de un cuarto de descontaminación: Se recomienda la creación de un cuarto de descontaminación para el personal no solo de producción si no para personal de mantenimiento que tiene contacto directo con los equipos de la cadena de producción. Este cuarto permitirá minimizar el riesgo de contaminación microbiológica proveniente del ambiente externo y de otros sectores de la planta. Se deben implementar protocolos rigurosos de limpieza y desinfección en este espacio, así como asegurar el uso adecuado de equipo de protección personal por parte del personal.

Realizar análisis microbiológico de ambientes de forma continua y estricta: Además del monitoreo continuo de los niveles de contaminación microbiológica, se recomienda llevar a cabo análisis microbiológicos de los ambientes de la línea 11 de manera regular y rigurosa, estos análisis deben realizarse con una frecuencia adecuada, considerando los niveles críticos y la sensibilidad de la producción en esta línea que es una de las más grandes.



*Figura 8. Resultado 0 UFC/ mL, método por profundidad de producto terminado en medio OSA, producto para exportación de la línea 10 de producción en Postobón S.A; Atilua Jonatan 2023*

## 12. BIBLIOGRAFÍA

Adams, M. and Moss, M. O. (2008). Food Microbiology. 3rd Edition. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.

Alcázar, L. F., & Palacios, M. R. (2017). Evaluación del impacto de la implementación de un sistema de gestión de inocuidad alimentaria en la empresa Alimentos S.A. Revista Científica y Tecnológica, 9(2), 1-12.

Antonio Lopez-Gomez, G. V. B.-C. (2005). Food Plant Design. Taylor & Francis.

Avîrvarei, A. C., Salanță, L. C., Pop, C. R., Mudura, E., Pasqualone, A., Anjos, O., Barboza, N., Usaga, J., Dărab, C. P., Burja-Udrea, C., Zhao, H., Fărcaș, A. C., & Coldea, T. E. (2023). Fruit-based fermented beverages: Contamination sources and emerging technologies applied to assure their safety. Foods (Basel, Switzerland), 12(4), 838. <https://doi.org/10.3390/foods12040838>

Cuellar, R. M. V. (2004). IMPLEMENTACION DE BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA. AREA: ALIMENTOS EN CONSERVA [UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE].

<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/7078/T04953.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Current good manufacturing practices (CGMPs) for food and dietary supplements. (s/f). U.S. Food and Drug Administration; FDA. Recuperado el 29 de mayo de 2023, de <https://www.fda.gov/food/guidance-regulation-food-and-dietary-supplements/current-good-manufacturing-practices-cgmps-food-and-dietary-supplements>

De Jesús Alba, J., Ortega, J. L., Álvarez, G., Cervantes, M., Ruiz, E., Urtiz, N., & Martínez, A. (2013). Riesgos microbiológicos en agua de bebida: una revisión clínica. *Química Viva*, 12(3), 215-233.

FAO/OMS. (2007). *Microorganismos indicadores y patógenos en los alimentos*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. (2019). *Guidelines on food fortification with micronutrients*. Rome: FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/3/ca4646en/CA4646EN.pdf>

Galeano, A. D. B. (2021). *IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INOCUIDAD ALIMENTARIA BAJO LA NORMA ISO 22000 EN PYMES DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS*. FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA.

García, L. A. C., & Tijerina, R. A. (2012). *Microbiología de los alimentos: Fundamentos y fronteras*. México: Mc Graw Hill.

García-Gimeno, R. M., Martínez-Graciá, C., & Garriga, M. (2018). Microbiological quality control of non-alcoholic beverages. In *Beverage Industry Microfiltration* (pp. 233-246). Springer, Cham.

Gómez-López, V. M., Rivas-Moreno, P., Capita, R., & Alonso-Calleja, C. (2019). Microbiological quality of non-alcoholic beverages. In *Beverages* (pp. 1-22). Woodhead Publishing.

Hernández, A. (2022). Nuevos sistemas basados en biosensores permitirán detectar hongos en el aire y bacterias en alimentos. *Industriaalimentaria.org*. <https://www.industriaalimentaria.org/blog/contenido/nuevos-sistemas-basados-en-biosensores-permitiran-detectar-hongos-en-el-aire-y-bacterias-en-alimentos>

Ignat, M. V., Salanță, L. C., Pop, O. L., Pop, C. R., Tofană, M., Mudura, E., Coldea, T. E., Borșa, A., & Pasqualone, A. (2020). Current functionality and potential improvements of non-alcoholic fermented cereal beverages. *Foods* (Basel, Switzerland), 9(8), 1031. <https://doi.org/10.3390/foods9081031>

International Organization for Standardization (ISO). (2017). *ISO 22000:2018 Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain*. Ginebra: ISO.

ISO 22000. (2018). *Sistemas de gestión de inocuidad de los alimentos - Requisitos para cualquier organización en la cadena de alimentos*. Ginebra: International Organization for Standardization.

Jugo (zumo) NTC 5468, pulpa, néctar de frutas y sus concentrados. (s/f). *Icontec.org*. Recuperado el 29 de mayo de 2023, de <https://tienda.icontec.org/gp-jugo-zumo-pulpa-nectar-de-frutas-y-sus-concentrados-ntc5468-2012.html>

López-Córdoba, A., Navarro-Hortal, M. D., & Condón-Abanto, S. (2019). Análisis de la calidad microbiológica de bebidas no alcohólicas envasadas en diferentes materiales. *Microbiología y calidad alimentaria*, 33(1).

Martínez, G. R. (2016). *Higiene y seguridad alimentaria en la industria de alimentos*. Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.

National Sanitation Foundation (NSF). (2020). NSF/ANSI 61 - 2020: Drinking water system components - Health effects. Recuperado de [https://www.nsf.org/newsroom\\_pdf/NSF\\_ANSI\\_61\\_2020\\_Summary.pdf](https://www.nsf.org/newsroom_pdf/NSF_ANSI_61_2020_Summary.pdf)

Principles and practices of small - and medium - scale fruit juice processing. (s/f). Fao.org. Recuperado el 25 de mayo de 2023, de <https://www.fao.org/3/y2515e/y2515e09.htm>

Ramirez, M. T. (2006). ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS NATURALES EN UNA INDUSTRIA COLOMBIANA. Pontificia Universidad Javeriana.

Téllez Mesa, C. (2019). Aplicaciones de la espectroscopía infrarroja en el análisis de alimentos.

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. (2013) Resolución 2674 del 2013  
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2674-de-2013.pdf>

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCION SOCIAL. (2011). Resolución 333 del 2011  
[https://www.andi.com.co/Uploads/Res\\_333\\_de\\_feb\\_2011\\_Rotulado\\_nutricional.pdf](https://www.andi.com.co/Uploads/Res_333_de_feb_2011_Rotulado_nutricional.pdf)

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCION SOCIAL. (2013). Resolución 3929 del 2013.  
[https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%203929%20de%202013.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%203929%20de%202013.pdf)

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCION SOCIAL. (2022). Resolución 1407 del 2022.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=127302>

United States Department of Agriculture (USDA). (2017). Microbiology laboratory guidebook. Recuperado de <https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/10f50cc3-0cc3-4915-9d24-5d5f8c5d5b5d/MLG-3.pdf?MOD=AJPERES>

Velasco-García, M. N., Gutiérrez, M., & Pedrero, M. (2018). Biosensores aplicados al análisis y control de calidad de alimentos. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 24(3), 237-253.

Villarreal, J. M. (2014). Control de calidad microbiológico en la industria alimentaria. México: Trillas.

Villarreal, J. M., García, L. A. C., Tijerina, R. (2015). Evaluación de la calidad microbiológica en la industria de bebidas no alcohólicas. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 14(1), 173-184.