VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN LA CADENA DE PRODUCCIÓN DE LÁCTEOS EL POMAR

BRAHIAN STEVEN PARRA GARCIA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA

PAMPLONA

2024

VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN LA CADENA DE PRODUCCIÓN DE LÁCTEOS EL POMAR

BRAHIAN STEVEN PARRA GARCIA

Trabajo de grado como requisito para optar al título de Microbiólogo

Adriana Bautista
Tutor empresarial, Microbióloga

Marcela Caicedo Mogollón
Tutor empresarial, Microbióloga

Liliana Rojas Contreras, PhD.
Tutor académico

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA

PAMPLONA

2024

Nota de Aceptación

Tutor Académico

Jurado

Jurado

DEDICATORIA

Este trabajo es un homenaje a mis padres, que me moldearon como la persona que soy hoy, sin su guía y su estímulo constante no lo habría conseguido, cada uno me transmitió valores y sabiduría para enfrentar la vida.

Madre, tu amor me hizo una persona compasiva y generosa, tu exigencia me educó como una persona esforzada, disciplinada y tu coraje me mostró que nada es imposible, que aunque atravesemos por momentos duros no hay que darse por vencido; como tú siempre dices: El que persevera, alcanza.

Padre, tu tiempo, comprensión y entrega hacia mí son algo que siempre guardo en mi corazón, me has dado un modelo a seguir, te admiro y te amo.

AGRADECIMIENTOS

Este es un día muy especial para mí, pues he alcanzado uno de los objetivos más relevantes de mi vida: terminar mi trabajo de grado. Este logro es el fruto de mucho trabajo, constancia y determinación. Pero no lo habría conseguido sin la ayuda de Dios y de las personas que me apoyaron en este proceso.

Quiero empezar agradeciendo a Dios, que siempre me guió e iluminó en los momentos más difíciles. Él ha sido mi apoyo y mi fortaleza, y mi fe está puesta completamente en él. Gracias, Señor, por darme la oportunidad de estudiar y de cumplir este sueño.

También quiero agradecer infinitamente a mi madre, que me dio todo su apoyo moral y económico. Gracias a su esfuerzo y sacrificio pude acceder a una educación de calidad y alcanzar esta meta tan anhelada. Su dedicación y exigencia me enseñaron a ser una persona responsable, íntegra, disciplinada, humilde y nunca conformista. Te agradezco por todo, madre hermosa, por ser mi amiga y brindarme toda tu confianza. Con esto me enseñaste a cumplir mi palabra y no defraudar a las personas que creen en mí. Vivo muy agradecido con Dios porque me ha regalado la mejor madre del mundo. Ahora es mi turno de retribuirte todo tu esfuerzo y mucho más. Te amo con toda mi alma.

A mi padre solo quiero decirle que también lo amo demasiado, aunque no se lo exprese constantemente. Su apoyo incondicional y sus consejos me ayudaron a estar preparado para afrontar algunas adversidades que se me pudieron presentar. Gracias por ser mi ejemplo y mi guía.

A toda mi familia les doy las gracias por los momentos de motivación y de alegría, que me dieron confianza y seguridad. Siempre tuvieron fe en que cumpliría y cumpliré todos mis sueños. Gracias por estar siempre ahí para mí.

A mis amigos y compañeros les doy mis más sinceros agradecimientos por brindarme su apoyo, confianza, cariño, alegría y palabras de aliento. Me acompañaron en los momentos que creíamos imposible lograr esta meta y cada uno de ellos aportó en mi vida conocimientos y habilidades que aplicaré por el resto de mi vida. Solo resta decirles que los quiero mucho y que les deseo muchos éxitos, así como lo pensamos esas tardes y noches de charlas.

A mis docentes les agradezco todo el conocimiento y el tiempo aportado. Gracias a ellos pude formarme profesionalmente y adquirir las competencias necesarias para mi carrera. Pero de manera muy concreta le agradezco mucho al profesor Yesid Acevedo por brindarme su paciencia, conocimiento y fe en mí. Por creer en mis capacidades y compromiso. Sus consejos y enseñanzas me han ayudado en la resolución de adversidades que se me han presentado.

A mi tutora académica Liliana Rojas le agradezco su comprensión, paciencia y experiencia. Me ayudó a desarrollar de mejor manera mi trabajo de grado y mis prácticas empresariales. Sus consejos fueron muy acertados e importantes para culminar este camino.

Por último, pero no menos importante, infinitas gracias a la empresa Lácteos El Pomar, por abrirme las puertas y permitirme realizar mis pasantías en sus instalaciones. Me brindaron toda su confianza en la realización de mi trabajo. Además, les agradezco a mis tutoras empresariales por proporcionarme sus conocimientos y la oportunidad de adquirir

experiencia laboral. La cual me ayudó a aumentar destrezas y la toma de decisiones en momentos decisivos.

Gracias a todos por ser parte de este sueño hecho realidad. Espero seguir contando con su apoyo y amistad en el futuro. Que Dios los bendiga.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 17
2. JUSTIFICACIÓN 19
3. OBJETIVOS 21
3.1 Objetivo general 21
3.2 Objetivos específicos 21
4. MARCO TEÓRICO 22
4.1 MARCO REFERENCIAL 22
4.2 MARCO CONCEPTUAL 24
4.3 DERIVADOS LÁCTEOS 26
4.4 MÉTODOS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS 27
4.5 MARCO LEGAL COLOMBIANO 30
5. METODOLOGÍA 33
5.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS 38
5.2 ANÁLISIS DE MATERIAS PRIMAS 39
5.3 ANÁLISIS DE DERIVADOS EN PROCESO 40
5.4 ANÁLISIS DE PRODUCTO TERMINADO 41
5.4.1 PRODUCTO TERMINADO DE DERIVADOS LACTEOS BEBIBLES 41
5.4.2 CREMA PASTEURIZADA 42
5.4.3 QUESO CREMA 43
5.4.4 REFRESCOS Y NECTARES 44
5.5 MONITOREO AMBIENTAL 45
5.5.1 ANÁLISIS DE SUPERFICIES DE EQUIPOS 45
5.5.2 CONTROL DE CALIDAD MICROBIOLÓGICO DE AMBIENTES 46
5.5.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS 47
5.5.4 ANÁLISIS DE MANIPULADORES 48
5.6 COMPARATIVO ENTRE EL MEDIO VRBL Y PETRIFILM EC 49
6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 51
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 52
7.1 ANÁLISIS DE MATERIAS PRIMAS 53
7.2 PRODUCTOS EN PROCESO Y TERMINADOS 54
7.2.1 ANÁLISIS DE DERIVADOS BEBIBLES EN PROCESO Y TERMINADOS 54

7.2.2 ANÁLISIS DE CREMA PASTEURIZADA 57
7.2.3 ANÁLISIS DE QUESO CREMA 60
7.2.4 ANÁLISIS DE JUGOS Y NÉCTARES 62
7.3 CONTROL HIGIÉNICO DE PLANTA. 64
7.3.1 MEDICIÓN DE AMBIENTES 64
7.3.2 ANÁLISIS DE AGUAS 67
7.3.3 ANÁLISIS DE FROTIS DE MANIPULADORES 70
7.3.4 ANÁLISIS DE SUPERFICIES DE EQUIPOS 71
7.4 COMPARATIVO ENTRE EL MEDIO VRBL Y PETRFILM EC 73
8. CONCLUSIONES 79
9. RECOMENDACIONES 82
10. REFERENCIAS 83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis microbiológicos de toda la cadena de producción 38

Tabla 2. Cronograma de actividades llevadas realizadas durante las prácticas profesionales. 51

Tabla 3. Conformidad microbiológica de materias primas, para E. coli, Aerobios mesófilos, mohos y levaduras..... 53

Tabla 4. Conformidad microbiológica de derivados en proceso..... 56

Tabla 5. Conformidad microbiológica de derivados en producto terminado..... 56

Tabla 6. Porcentaje de cumplimiento microbiologico de crema pasteurizada en producto en proceso y terminado. 58

Tabla 7. Porcentaje de cumplimiento del seguimiento de 0, 11 y 22 días de vida útil de crema pasteurizada..... 59

Tabla 8. Porcentaje de muestras de queso crema en proceso que cumplen microbiológicamente 61

Tabla 9. Porcentaje de cumplimiento microbiologico del queso crema en producto terminado. . 62

Tabla 10. Conformidad microbiológica de jugos y néctares analizados..... 63

Tabla 11. Recuento del análisis de ambiente. 64

Tabla 12. Análisis microbiológico de aguas. 68

Tabla 13. Conformidad microbiológica de frotis realizados a manipuladores por mes..... 70

Tabla 14. Conformidad microbiológica para E. coli y Aerobios mesófilos, en los equipos de producción..... 72

Tabla 15.Informe de resultados del comparativo entre el medio VRBL y Petrifilm EC. 76

GLOSARIO

Microbiología: Ciencia de la biología encargada del estudio de los microorganismos, es decir de los organismos que sólo son visibles por microscopio, esta ciencia tiene una aplicabilidad muy amplia, ya que en cualquier industria es importante para la innovación, investigación y seguridad alimentaria.

Control microbiológico: Proceso mediante el cual se identifican y cuantifican microorganismos presentes en superficies, alimentos y ambientes.

Control de calidad microbiológica: Conjunto de procesos y medidas aplicadas para la identificación, cuantificación y eliminación de microorganismos patógenos o contaminantes en un producto, generalmente alimentos, su función es brindar seguridad al consumidor.

Tratamiento UHT: Proceso ultra alta temperatura mediante el cual se calienta un producto como zumos o leche a 150-200ºC por 5-8 minutos y se le aplica rápidamente frío por 4 minutos, la finalidad de este proceso es garantizar la eliminación de cualquier microorganismo y alargar la vida útil del alimento.

Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES): Instrucciones y protocolos específicos para evitar la contaminación física, química o biológica de los

alimentos, garantizando la seguridad alimentaria, esto se lleva a cabo haciendo el correcto lavado y desinfección de las superficies de equipos y ambientes donde estará el alimento.

Microorganismos indicadores: Microorganismos no patógenos, usados para la evaluación de la calidad higiénico sanitaria de los alimentos, esto indicara si los procesos de lavado y desinfección de los equipos están realizándose de la manera adecuada.

Microorganismos patógenos: Microorganismos que ocasionan enfermedades y en casos extremos la muerte, es obligatorio la eliminación de estos principalmente en las industrias alimentarias y farmacéuticas, debido a que son industrias que proporcionan productos de consumo directo.

Derivados lácteos: Productos elaborados a base de leche, mediante diferentes procedimientos tecnológicos para cada uno de ellos.

Bebida láctea: Producto con un contenido mínimo de leche del 51% y una cantidad de grasa de 1.8 m/m.

Reproducibilidad: Es la medición de un dato aportado por un experimento o estudio, donde tal dato es calculado por diferentes personas usando las mismas condiciones dadas para medir la variación que se presenta.

RESUMEN

La leche es un alimento invaluable debido a su contenido de nutrientes esenciales, indispensables para la formación y el mantenimiento del organismo de los mamíferos. Sin embargo, esta misma característica la convierte en altamente susceptible al crecimiento de microorganismos, por lo tanto el objetivo general de este trabajo fue verificar el sistema de control de calidad microbiológica en la cadena de producción de lácteos El Pomar, para lograr esto se plantearon objetivos secundarios que van desde el análisis de materias primas hasta la determinación del cumplimiento microbiológico del producto terminado y el comparativo entre dos métodos que son específicos para la determinación de *E. coli,* los cuales son usados para el análisis de productos terminados. La metodología aplicada para la verificación de los análisis microbiológicos se llevó a cabo por medio de la realización de siembra en superficie y profundidad de los diferentes productos y el tipo de análisis, estos se organizaron de la siguiente manera: materia prima como pulpas, azúcar, estabilizantes, envases entre otras, análisis de derivados en proceso y terminados, monitoreo de ambiente como análisis de aguas, frotis de manipuladores y medición de ambientes para aerobios mesófilos, mohos y levaduras.

Para el comparativo de los dos métodos de identificación de *E. coli* en derivados como producto terminado se utilizaron tres referencias de este producto, donde cada uno tiene composición diferente, bebida láctea, yogurt semidescremado y yogurt completo, se contaminó el producto con una concentración específica y se sembró en los dos métodos uno por profundidad para VRBL y el otro en la placa Petrifilm EC.

Los resultados obtenidos fueron altamente satisfactorios, desde la materia prima, hasta el producto terminado, los recuentos arrojaron que están dentro del rango según el producto, esto ocasiona un reporte de cumplimiento con la normativa colombiana y, por lo tanto, los productos son aptos microbiológicamente. En cuanto al comparativo se determinó que el método Petrifilm EC tiene una leve mejor capacidad recuperadora de la concentracion del microorganismo *E. coli* y una muy clara capacidad diferenciadora en morfología que el método tradicional VRBL, por tanto, el Petrifilm EC es el perfecto reemplazo del método tradicional.

Se concluyó que el análisis de control de calidad que se realiza en la planta es ideal, puesto que, asegura una alta calidad en los productos aplicando nuevos métodos de análisis microbiológicos para obtener resultados más confiables y por los análisis microbiológicos minuciosos que van desde los ingredientes usados para la preparación de los productos hasta el producto terminado y además por la correcta aplicación de medidas correctivas ante una novedad o alteración en el proceso de producción.

ABSTRACT

Milk is an invaluable food due to its content of essential nutrients, indispensable for the formation and maintenance of the mammalian organism. However, this same characteristic makes it highly susceptible to the growth of microorganisms; therefore, the general objective of this work was to verify the microbiological quality control system in the El Pomar dairy production chain. To achieve this, secondary objectives were established, ranging from the analysis of raw materials to the determination of the microbiological compliance of the finished product and the comparison between two methods that are specific for the determination of *E. coli*, which are used for the analysis of finished products. The methodology applied for the verification of the microbiological analyses was carried out by means of surface and deep sowing of the different products and the type of analysis, which were organized as follows: raw materials such as pulps, sugar, stabilizers, packaging, among others. Analysis of in-process and finished products. Environmental monitoring such as water analysis, swabs from handlers and environmental measurements for mesophilic aerobes, molds and yeasts.

For the comparison of the two methods of identification of *E. coli* in derivatives as a finished product, three references of this product were used, where each one has a different composition, milk drink, semi-skimmed yogurt and complete yogurt, the product was contaminated with a specific concentration and was seeded in the two methods, one by depth for VRBL and the other in the Petrifilm EC plate.

The results obtained were highly satisfactory, from the raw material to the finished product, the counts showed that they are within the range according to the product, this causes a report of compliance with Colombian regulations and, therefore, the products are microbiologically suitable. As for the comparative, it was determined that the Petrifilm EC method has a slightly better capacity to recover the concentration of the E. coli microorganism and a very clear differentiating capacity in morphology than the traditional VRBL method, therefore, the Petrifilm EC is the perfect replacement for the traditional method.

It was concluded that the quality control analysis carried out in the plant is ideal, since it ensures high quality products by applying new microbiological analysis methods to obtain more reliable results and by the thorough microbiological analyses that go from the ingredients used for the preparation of the products to the finished product, and also by the correct application of corrective measures in the event of a novelty or alteration in the production process.

1. INTRODUCCIÓN

La leche ha tenido una marcada influencia en el hombre, no solo nutricional, sino además religiosa y económica. La historia muestra como las creencias religiosas se vieron inmersas con este producto, porque representaba riqueza, salud y fecundidad para los griegos, además para los cristianos, se hablaba de que la tierra prometida tenía ríos de leche (Díaz, 2013). La historia muestra una ideología marcada por la religión, también habla de la importancia nutricional de ella, ya que, fue empleada como tratamiento curativo para enfermedades de pulmones, hígado y para el buen funcionamiento del aparato digestivo (Díaz, 2013). Por su alto contenido nutricional, por la cantidad de lípidos y por la presencia de microorganismos que ayudan a un mejor funcionamiento del sistema digestivo, la leche animal ha tenido mucho auge, al punto de llegar a reemplazar la leche materna.

El consumo de leche animal obligó a el hombre a evolucionar, de manera que, comenzó a pensar en la forma de conservarla y así vio la oportunidad económica de este alimento, en la actualidad utilizaron como base las técnicas de conservación de alimentos prehistóricas con la finalidad de mejorarlas y así ofrecer un producto que sea producido a nivel industrial, es decir a gran escala.

En Colombia, el sector lácteo cumple un papel importante ya que, ayuda a mantener la ocupación y producción del campo, generando más de 700 mil empleos y según el Ministerio de Hacienda generando el 24 % de producto interno bruto (PIB) agrícola

(Fajardo, 2018), por lo tanto, este sector es uno de los más importantes y está en la obligación de ofrecer una seguridad alimentaria donde satisfaga al principal implicado en el éxito de este producto que es el consumidor. Para garantizar un producto de calidad se debe controlar muy rigurosamente la presencia de microorganismos alterantes dentro de la cadena de producción que puedan afectar la calidad de la leche. El Pomar es una empresa que está en crecimiento y permanentemente lucha por posicionarse como una de las mejores empresas de la industria láctea, por tal motivo los procesos de control microbiológico son muy rigurosos, sin embargo, se deben evaluar para detectar errores y proponer mejoras en busca de la calidad del alimento.

En este trabajo se buscó verificar que el proceso de control de calidad microbiológica sea satisfactorio por lo tanto se llevó a cabo el análisis de los puntos clave de producción, además de comparar los métodos Petrifilm EC y VRBL en caja de Petri. Los resultados obtenidos en el análisis de puntos clave de producción fueron muy satisfactorios ya que la empresa Lácteos El Pomar cumple satisfactoriamente con los requisitos microbiológicos exigidos por la normativa colombiana para productos lácteos, néctares y refrescos. En el trabajo comparativo entre el método tradicional VRBL y Petrifilm EC se pudo determinar que el nuevo método Petrifilm EC tiene una mejor capacidad recuperadora de la concentración de *E. coli* y coliformes totales, además de ser diferenciador entres estos dos microorganismos debido a la coloración que le genera los componentes que posee este nuevo método, por lo que Petrifilm EC es apto para reemplazar al método tradicional.

2. JUSTIFICACIÓN

La seguridad alimentaria de los productos lácteos es un aspecto fundamental para garantizar la confianza y protección de los consumidores. Los sistemas de control microbiológico desempeñan un papel relevante en la prevención de la contaminación por microorganismos en la producción de derivados lácteos, influyendo en la verificación del cumplimiento de las condiciones de los diferentes procesos de conservación de las materias primas, de la leche cruda, de los derivados en proceso y producto terminado, además del mantenimiento de cada una de las máquinas utilizadas para tales procesos; esto asegura no solo un producto de alta calidad y confiable para el consumidor, sino que, ayuda a mantener la rentabilidad del mismo , y una estabilidad económica en el mundo debido a que, cerca de 800 millones de personas en Latinoamérica dependen de la cría del ganado para la venta de leche (IICA, 2023). La industria láctea presenta varios retos desde la innovación de productos, hasta el aumento de la población mundial. La diversa competencia en el sector de la industria lechera y en toda la rama de la industria de alimentos ha ocasionado que se presente la innovación o el mejoramiento de productos a base de leche ya que, muchas empresas están proporcionando alimentos que aportan los mismos beneficios que la leche a los consumidores, este es el objetivo primordial para asegurar el consumo del producto lácteo y seguir en la industria, además con el aumento constante de la población mundial es necesario mejorar algunos procesos de producción para cumplir con el abastecimiento de este producto con los mejores estándares de calidad microbiológica.

En el caso de El Pomar, una empresa láctea en crecimiento que, ha logrado expandir rápidamente sus acuerdos con otras empresas, es esencial analizar su sistema de control microbiológico y además verificar un método rápido para la detección de microorganismos indicadores como coliformes totales, fecales y *E. coli* en el producto terminado de derivados lácteos. Esta verificación permitirá identificar posibles deficiencias en la cadena de producción y buscar mejoras que brinden una mayor seguridad alimentaria.

Se busca garantizar que los productos lácteos cumplan con los estándares microbiológicos requeridos debido a que, es fundamental para proteger la salud de los consumidores. Además, el proceso de verificación que se lleva a cabo en el laboratorio es necesario para la obtención de evidencias que demuestren al ente regular Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) que este método cumple con la función para el cual fue fabricado.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Verificar el sistema de control de calidad microbiológica en la cadena de producción de lácteos El Pomar.

3.2 Objetivos específicos

- Confirmar la validez de los resultados microbiológicos de las materias primas aportados por el proveedor.

- Determinar el cumplimiento microbiológico del producto en proceso y producto terminado según la normativa nacional vigente.

- Verificar la aplicación de los Procedimientos POES atraves de monitores ambientales.

- Comparar los métodos VRBL en profundidad y Petrifilm EC para identificar de manera rápida y fiable la presencia de *E. coli ATCC 8739* en los derivados lácteos del producto terminado.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 MARCO REFERENCIAL

"Lácteos El Pomar, anteriormente conocida como Sabanalac, es una empresa con una vasta trayectoria en la industria lechera, fundada en 1953 por el alemán Friedrich Dockweiler en el municipio de Cajicá, Cundinamarca, específicamente en la Vía Tabio, Vereda Chuntame. Posteriormente, la empresa fue adquirida por socios colombianos, quienes actualmente son los dueños. Desde su fundación, la empresa ha experimentado un significativo desarrollo comercial y estructural, gracias a sus asociaciones y alianzas con otras compañías para la creación, producción y comercialización de nuevos productos (Dayana, 2016).

En la actualidad, Lácteos El Pomar cuenta con un amplio número de empleados, y cada semana se suman más personas a la familia Pomar debido al crecimiento y desarrollo continuo de la empresa. El personal está altamente capacitado para desempeñar sus funciones en sus respectivas áreas. El enfoque de la empresa es producir productos inocuos con los más altos estándares de calidad para satisfacer las demandas y necesidades de los consumidores. Con este fin, la empresa cuenta con un área de ultra alta temperatura (UHT) para el envasado de leche, lo que proporciona una mayor vida útil al producto mediante la ultra pasteurización.

Más allá de su crecimiento individual, la empresa tiene como objetivo brindar oportunidades de empleo a los habitantes de Cajicá y habitantes de poblaciones cercanas, contribuyendo así al crecimiento del municipio y al bienestar de su comunidad laboral.

En cuanto a la calidad, Lácteos El Pomar ostenta la certificación ISO 22000 desde el año 2009. Esta certificación respalda su capacidad para producir y comercializar leche saborizada, leche blanca y leche ultra pasteurizada. Asimismo, demuestra el compromiso y el cumplimiento de las normativas de calidad tanto en la producción como en el producto final. Esta certificación no sólo otorga credibilidad a la empresa ante posibles socios comerciales, sino que también brinda confianza al consumidor, los cuales con los implicados más importantes.

Los objetivos actuales de la empresa incluyen alcanzar ventas superiores a 110,000,000 millones de litros de leche y 22.000.000 millones de litros de productos adicionales para el año 2025. Además, uno de sus objetivos más significativos es obtener la certificación de la FDA con la FSSC 22000 - Sistema de Gestión de la Inocuidad Alimentaria. Esta certificación permitiría a la empresa exportar sus productos, posibilitando la realización de negocios con empresas extranjeras y asegurando la misión que es la producción de alimentos nutritivos y saludables con altos estándares de calidad, tanto para el mercado nacional como internacional.

4.2 MARCO CONCEPTUAL

La leche es un alimento altamente nutritivo, no sólo para los seres humanos, sino también una fuente potencial de crecimiento para microorganismos, lo que la convierte en un alimento perecedero. Debido a esto, la leche, al igual que otros alimentos, puede ser una causa de zoonosis, es decir, enfermedades transmitidas por microorganismos contaminantes que provienen del medio ambiente o de manipuladores de alimentos (FAO, 2023). El proceso de producción de leche es extenso y presenta varios riesgos, como el desarrollo incontrolado de microorganismos, contaminación por microorganismos patógenos en las vacas productoras, absorción de malos olores, producción de sabores extraños, presencia de sustancias químicas extrañas y contaminación por suciedad (Casano et al., 1983).

Los puntos clave en este proceso son: producción primaria, transporte de la leche, almacenamiento, tratamiento térmico, elaboración de derivados lácteos, envasado de leche y derivados lácteos, almacenamiento industrial, distribución y venta (Leche y derivados, s.f). Para garantizar una excelente calidad y una higiene adecuada en la leche, es fundamental aplicar Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), que incluyen medidas como higiene personal, control de plagas, limpieza y desinfección de locales y equipos, y control de temperatura, entre otros aspectos.

El análisis microbiológico y el cuidado del producto son obligatorios para cumplir con las normativas y asegurar que la leche contenga un bajo número de microorganismos. Sin

embargo, los productores de leche a pequeña escala pueden enfrentar desafíos económicos para cumplir con estas exigencias. Para obtener derivados lácteos de excelente calidad, es esencial contar con una materia prima de buena calidad higiénica, es decir, leche cruda en óptimas condiciones para asegurar un producto inocuo (FAO, 2023).

La calidad microbiológica de la leche se basa en tres puntos importantes:

1. Importancia sanitaria: La leche puede ser un vehículo de transmisión de enfermedades para el ser humano debido a microorganismos patógenos y sus toxinas. Los responsables de la contaminación pueden ser vacas enfermas, ordeñadores y condiciones higiénicas deficientes en los establos. Algunos microorganismos que pueden contaminar la leche incluyen: *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus, Clostridium botulinum, Mycobacterium bovis, Brucella abortus* y *Brucella melitensis* (FAO, 2023).
2. Importancia tecnológica: La leche debe llegar a la empresa en óptimas condiciones. Esto no significa que la leche no debe contener ningún tipo de microorganismos, ni tampoco que no haya sufrido cambios fisicoquímicos significativos.
3. Importancia económica: La presencia de un elevado número de microorganismos en la leche puede ocasionar que los ganaderos reciban un pago menor del acordado. Además, la presencia de microorganismos puede indicar una acidificación del producto y la posible presencia de enfermedades en las vacas productoras (Casano et al., 1983).

Es fundamental llevar a cabo un estricto control microbiológico y seguir las mejores prácticas de higiene durante todo el proceso de producción de leche para garantizar la seguridad y la calidad del producto final.

4.3 DERIVADOS LÁCTEOS

Los derivados lácteos se refieren a una variedad de productos elaborados a partir de leche, mediante procesos tecnológicos específicos y utilizando ingredientes de grado alimenticio y aptos para el consumo humano (Minsalud, 1985). Estos productos, altamente diversificados, incluyen el yogur, bebidas lácteas, helado, chantilly, mantequilla, queso, crema de queso y crema de leche, entre otros (Cámara de Comercio de Antioquia, 2021). Estos se obtienen a través de procesos tecnológicos diversos, como la aplicación de altas temperaturas en el caso de los lácteos fluidos, para garantizar su seguridad e integridad durante su vida útil. También se emplea la coagulación de proteínas mediante enzimas para la producción de quesos, a menudo con adición de especias, colorantes y saborizantes (Almario, 2015).

Estudios demuestran que, en los países desarrollados como China, Estados Unidos, Suiza, Japón y Francia, se concentra el mayor consumo y producción de productos lácteos, según las proyecciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Además, se prevé que en la próxima década (2019 - 2029), el consumo anual de

leche fresca aumente en un 2,1 %, mientras que, los productos procesados incrementarán en un 1,5 % (FAO, 2019).

A nivel nacional, los lácteos ocupan un lugar de suma importancia en la dieta diaria de Colombia, lo que ha resultado en un aumento de la demanda interna de estos productos y, por ende, en el fortalecimiento de la economía agropecuaria del país. Esta tendencia ha repercutido positivamente en el Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario, generando más de 600,000 empleos directos en el campo y 200,000 en la industria (Vicepresidencia, 2019). Colombia actualmente se posiciona como el cuarto mayor productor de productos lácteos en América Latina y el decimoséptimo a nivel mundial (Cámara de Comercio de Antioquia, 2021).

4.4 MÉTODOS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS

En el panorama actual, la integración de un sistema de monitoreo de calidad se ha convertido en una práctica esencial para todas las empresas. Este enfoque se dirige hacia la provisión de productos que cumplan no sólo con los rigurosos estándares de calidad, sino también con las preferencias del mercado. Con este propósito, se ha establecido una vigilancia tanto microbiológica como fisicoquímica que abarca diversas etapas del proceso de producción alimentaria. Desde la calidad intrínseca de la materia prima hasta el resultado final del producto, este monitoreo exhaustivo se plantea para dar la seguridad al producto. El seguimiento constante de la calidad de la materia prima adquiere un rol primordial, tal como subraya la FAO (FAO, 2017). De hecho, en la cadena láctea, tanto el

productor como el laboratorio de control de calidad son los protagonistas destacados (De la Cruz et al., 2018).

Los métodos de monitoreo actúan en concordancia con las regulaciones establecidas, que exigen una inhibición total de la proliferación microbiana y la conservación inalterada de las características sensoriales del producto. No se trata sólo de cumplir con mandatos normativos, sino de garantizar, en consecuencia, la satisfacción del consumidor.

La preservación de la calidad en productos lácteos, susceptibles a la contaminación y en bebidas como jugos o néctares, consumidos ampliamente por niños y adultos, es de vital importancia en la industria alimentaria. Por ende, las empresas se adhieren a directrices específicas como los Decretos 616 del 2006 y 2310 de 1986 emanados por el Ministerio de la Protección Social (MPS), dedicados a derivados lácteos y leche procesada y cruda, respectivamente. Además, la normativa 3929 de 2013 del Ministerio de la Protección Social desempeña un papel fundamental para jugos y néctares, delineando criterios microbiológicos detallados para cada producto y sus componentes.

Los procedimientos de análisis en uso actualmente arrojan resultados confiables en un plazo adecuado; sin embargo, la mayoría de los métodos convencionales resultan laboriosos y consumen un tiempo considerable. Esta situación obedece a la necesidad de someter a una preparación de material estéril al microorganismo de interés, contar con personal capacitado y experimentado para evitar contaminaciones en el entorno, además de medios de cultivo para el proceso de recuperación. Asimismo, la disposición de equipos

determinantes como la autoclave, cabina de flujo laminar, entre otros (Alonso et al., 2008). Estas desventajas fundamentan la búsqueda de un nuevo enfoque.

Varias alternativas han sido propuestas por la industria que se dedica a suministrar productos microbiológicos. A través de este enfoque innovador, se han concebido métodos novedosos, caracterizados por su celeridad y simplicidad, los cuales generan resultados en un tiempo más breve sin sacrificar la fiabilidad. Este progreso beneficia a la industria al permitirle economizar tiempo en la obtención de datos, agilizando la introducción de sus productos al mercado. Por tanto, ha emergido la necesidad de implementar un proceso de transición del método tradicional, que involucra la siembra en placa por profundidad utilizando el medio Bilis Rojo Violeta con Lactosa (VRBL), hacia la adopción de placas Petrifilm EC. Estas placas se utilizan para detectar coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli*. Para lograr el proceso de transición entre el método tradicional con medio VRBL y el método novedoso con placas de Petrifilm EC, se debe llevar a cabo una verificación, este método se define como el conjunto de evidencias objetivas donde se evalúa el desempeño del método para demostrar que, cumpla con la función especificada (Ramírez, 2013). La verificación permite determinar los beneficios y limitaciones del método, así como identificar los factores que pueden influir en él, para de esta manera demostrar que, el método es idóneo para el propósito que fue diseñado (Cañes et al., 2015).

La producción de productos de óptima calidad requiere análisis exhaustivos de ingredientes y puntos críticos, como el agua utilizada como base y para la higienización, superficies en contacto directo con los alimentos y materia prima esencial. Cada uno de estos puntos clave

somete a análisis microbiológicos específicos, incluyendo conteos en placas, frotis en equipos y manipuladores, así como mediciones de ATP mediante luminometría. Por su parte, los análisis fisicoquímicos se aplican tanto a la leche cruda al momento de su recepción como al producto terminado. Entre ellos, se incluyen: acidez, alcohol al 72 %, determinación de proteínas, grasas y sólidos no grasos, densidad láctea y la crioscopia (Carrisoza, 2022).

4.5 MARCO LEGAL COLOMBIANO

Existen normativas que establecen las directrices que las empresas deben seguir para procesar, envasar, transportar, comercializar, vender, importar o exportar productos. Estas normativas también regulan la información y presentación que debe incluir la etiqueta del producto.

En Colombia, todas las regulaciones alimentarias están bajo la supervisión del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima), el cual tiene como responsabilidad proteger y promover la salud de la población al gestionar los riesgos asociados al consumo y uso de alimentos, medicamentos, dispositivos médicos y otros productos sujetos a vigilancia sanitaria (Invima, 2023).

Dentro de la industria láctea, se aplican diversas normativas según la empresa y la variedad de productos que se procesen. En la empresa Lácteos el Pomar se rige por las siguientes normativas, debido a la fabricación de estos productos dentro de la planta:

Decreto 616 de 2006 del Ministerio de Salud y Protección Social. Establece el reglamento técnico que debe cumplir la leche destinada al consumo humano, tanto en su obtención, procesamiento, envasado, transporte, comercialización, venta, importación como exportación.

Decreto 2310 de 1986 emanado por el Ministerio de salud y Protección Social. Específica los requisitos obligatorios en términos de procesamiento, composición, transporte y comercialización de estos productos (Minsalud, 1985).

Además, algunas empresas lácteas también producen productos diferentes a los de su línea principal, como refrescos. Estos productos deben cumplir con:

Resolución 3929 de 2013 emitida por el Ministerio de salud y Protección Social (MPS). Establece los requisitos sanitarios para productos que contienen frutas, jugos, pulpas de frutas o clarificados, destinados a ser vendidos, comercializados, empacados y envasados en el territorio nacional (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

Resolución 2674 del 2013 emitida por el Ministerio de salud y Protección Social (MPS). Donde estable los requisitos sanitarios que deben cumplir las personas naturales y-o jurídicas que ejercen actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas de alimentos y los requisitos para la notificación, permiso o registro sanitario de los

alimentos, según el riesgo en salud pública, con el fin de proteger la vida y la salud de las personas (Ministerio de salud y Protección Social, 2013).

Resolución 1407 del 2022 emitida por el Ministerio de salud y Protección Social (MPS). Establece los criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas para consumo humano, con el fin de proteger la salud humana (Ministerio de salud y Protección Social, 2022).

Norma técnica colombiana 4433 del 2006 (NTC). Esta norma establece el procedimiento para determinar si los alimentos envasados en bolsas o envases están herméticamente cerrados, cumplen con los requisitos de esterilidad comercial (Academia, 2024).

Todas estas normativas, tanto en la industria láctea como en otras, tienen como objetivo asegurar el cumplimiento de estándares microbiológicos, fisicoquímicos e informativos en la presentación de los productos comercializados. Esto se hace con el propósito de garantizar la seguridad alimentaria y proteger la salud del consumidor.

5. METODOLOGÍA

A continuación, se dará a conocer paso a paso de cada análisis microbiológico que se lleva a cabo, además se muestra en la ***tabla 1***, de manera precisa el nombre del proceso, los microorganismos de interés para analizar, el medio de cultivo usado, el tipo de siembra implementado , la dilución a la cual se sembró y la normativa sobre la cual se rige cada análisis, algunos de estos análisis son realizados semanalmente, como: control de ambientes, análisis de aguas y frotis de manipuladores, y el resto de procesos se realizan diariamente. Los resultados obtenidos de estos análisis son informados cada 15 días, es decir dos veces por mes, con la finalidad de informar las alteraciones presentadas en los productos, las posibles causas y soluciones que se puede aplicar para corregir el error en la cadena de producción. Los medios de cultivos usados en estos análisis fueron los siguientes:

Agar Bilis Rojo Violeta (VRBL): Medio selectivo usado para la detección y enumeración de coliformes, su composición se basa en: Digerido péptico de carne 7,0 gramos, extracto de levadura 3,0 gramos, lactosa 10,0 gramos, sales biliares 1,5 gramos, cloruro de sodio 5,0 gramos, rojo neutro 30,0 miligramos, cristal violeta 2,0 miligramos y agar bacteriológico 12,0 gramos. La preparación de este medio se lleva a cabo disolviendo 38,5 gramos del medio deshidratado en 1 litro de agua destilada estéril. La morfología característica de las colonias de las bacterias coliformes en este medio es de color violeta, con diámetro igual o superior a 0, 5 milímetros y en la mayoría de las ocasiones con un halo rojo a su alrededor (Biokardiagnostic, 2022).

Agar Glucosa Bilis Rojo Violeta (VRBG): Medio sólido para la enumeración de enterobacterias, su composición se basa en: extracto de levadura 3,0 gramos, peptona de gelatina 7,0 gramos, sales biliares 1,5 gramos, D (+) glucosa 10,0 gramos, cloruro de sodio 5,0 gramos, rojo neutro 0,03 gramos, cristal violeta 0,002 gramos y agar bacteriológico 13,0 gramos. La preparación se lleva a cabo disolviendo 38,5 gramos del medio deshidratado en 1 litro de agua destilada estéril. Morfología característica colonias color purpura intenso, rodeadas de un halo de color más claro (Bioagar,2022).

Agar Chromocult (CHR): Medio de cultivo sólido, selectivo y diferencial para la detección de coliformes totales y *E. coli* en muestras de aguas por el método de filtración por membrana, este medio se compone de : Digerido enzimático de caseína 1,0 gramos, extracto de levadura 2,0 gramos , sodio cloruro 5,0 gramos , sodio dihidrogeno fosfato 2,0 gramos , hidrogenofosfato disódico 2,7 gramos , piruvato sódico 1,0 gramo, L-Triptófano 1,0 gramos , sorbitol 1,0 gramos, Tergitol 0,15 gramos , 6-Cloro-3-indoxilß-D-galactopiranósido 0,2 gramos , 5-Bromo-4-cloro-3- indoxil-ß-D-glucuronido 0,1 gramos , IPTG 0,1 gramos , Cefsulodina 0,005 gramos . vancomicina 0,005 gramos y agar bacteriológico 10,0 gramos. La preparación se lleva acabo disolviendo 26,6 gramos del medio deshidratado en 1 litro de agua destilada estéril. Morfología de colonias azul turquesa a violeta para *E. coli* y color salmón a rojo coliformes totales.

Todos los medios anteriormente nombrados se esterilizan llevando a ebullición por 2 minutos, no se autoclavan (Avantor, 2021).

Agar Cloranfenicol(YGC): Medio selectivo para el aislamiento y enumeración de mohos y levaduras principalmente en la industria láctea, está compuesto por: Dextrosa 20 gramos, cloranfenicol 0,1 gramos, extracto de levadura 5,0 gramos y agar bacteriológico 12,0 gramos. La preparación se lleva a cabo disolviendo en 37,1 gramos del medio deshidratado en agua destilada y calentándolo hasta ebullir. Morfología característica de colonias pequeñas, cremosas y blancas para levaduras y para mohos crecimiento algodonoso, arenoso de color verde o marrón entre otros colores (Condalab, 2022).

Agar Tripteina de Soya (TSA): Medio utilizado para propósitos generales, favorece el desarrollo y aislamiento de una gran variedad de microorganismos aerobios, y anaerobios facultativos y estrictos, su composición se basa en: Tripteina 15 gramos, peptona de soya 5,0 gramos, cloruro de sodio 5,0 gramos y agar bacteriológico 15 gramos. Para la preparación de este medio se disuelven 40 gramos del medio deshidratado en agua destilada, se mezcla y se deja reposar por 5 minutos, posteriormente se ebulle por dos minutos (Britania, 2021).

Agar con Eosina y Azul de Metileno(EMB): Utilizado para el aislamiento selectivo de bacilos Gram negativos de rápido desarrollo y escasas exigencias nutricionales. Permite el desarrollo de todas las especies de la familia Enterobacteriaceae, este medio se compone de: Peptona 10,0 gramos, lactosa 5,0 gramos, sacarosa 5,0 gramos, fosfato dipotásico 2,0 gramos, eosina 0,4 gramos, azul de metileno 0,065 gramos y agar bacteriológico 13,5 gramos. La preparación de este medio se basa en disolver 36 gramos en 1 litro de agua

destilada, se mezcla y se deja reposar, luego se lleva a ebullición por 2 minutos. Morfología de crecimiento de colonias negro azulado o amarronado, pueden tener centro oscuro y brillo metálico (Britania,2021).

Agar Para Recuento en Placa (PCA): Medio de cultivo general con neutralizantes para el aislamiento y recuento de microorganismos aeróbicos en superficie, se compone de: peptona de caseína 5,0 gramos, extracto de levadura 2,5 gramos, D(+) glucosa 1,0 gramo, lectina 0,7 gramos, polisorbato 80 5,0 gramos, histidina 1,0 gramo , tiosulfato sódico 0,5 gramos y agar bacteriológico 15 gramos .Para la preparación de este medio se necesita disolver 19,0 gramos del medio deshidratado en 1 litro de agua destilada y se ebulle por 2 minutos (Bioagar,2022).

Agar Baird Parker (BP): Medio de alta especificidad diagnóstica, selectivo y diferencial para el aislamiento y recuento de estafilococos coagulasa positiva en alimentos y otros materiales de importancia sanitaria, está compuesto de: Peptona de caseína 10,0 gramos, extracto de carne 5,0 gramos, extracto de levadura 1,0 gramo, cloruro de litio 5,0 gramos, glicina 12 gramos, piruvato de sodio 10,0 gramos, agar bacteriológico 17,0 gramos. Para la preparación de este medio se debe disolver 60 gramos del medio deshidratado en 940 ml de agua destilada, se ebulle por dos minutos y después de esterilizar se deja enfriar a 45º-50º para suplementar el medio con 50 ml de yema de huevo y 10 ml de telurito, se mezcla y queda listo para usa. La morfología que se presenta en este medio varía según:

- Bacterias que reducen el telurito de potasio: Colonias de color grisáceo negro.

- Bacterias que no reducen el telurito de potasio: Colonias transparentes, igual al color del medio.
- Bacterias con actividad lecitinásica: Presencia de un halo claro alrededor de las colonias.
- Bacterias sin actividad lecitinásica: Ausencia de halo claro alrededor de la colonia (Britania, 2021).

Los medios anteriormente descritos se esterilizan después de ebullirlos por dos minutos, este proceso de esterilización se lleva a cabo en la autoclave a una temperatura de 121º C por 15 minutos.

5.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

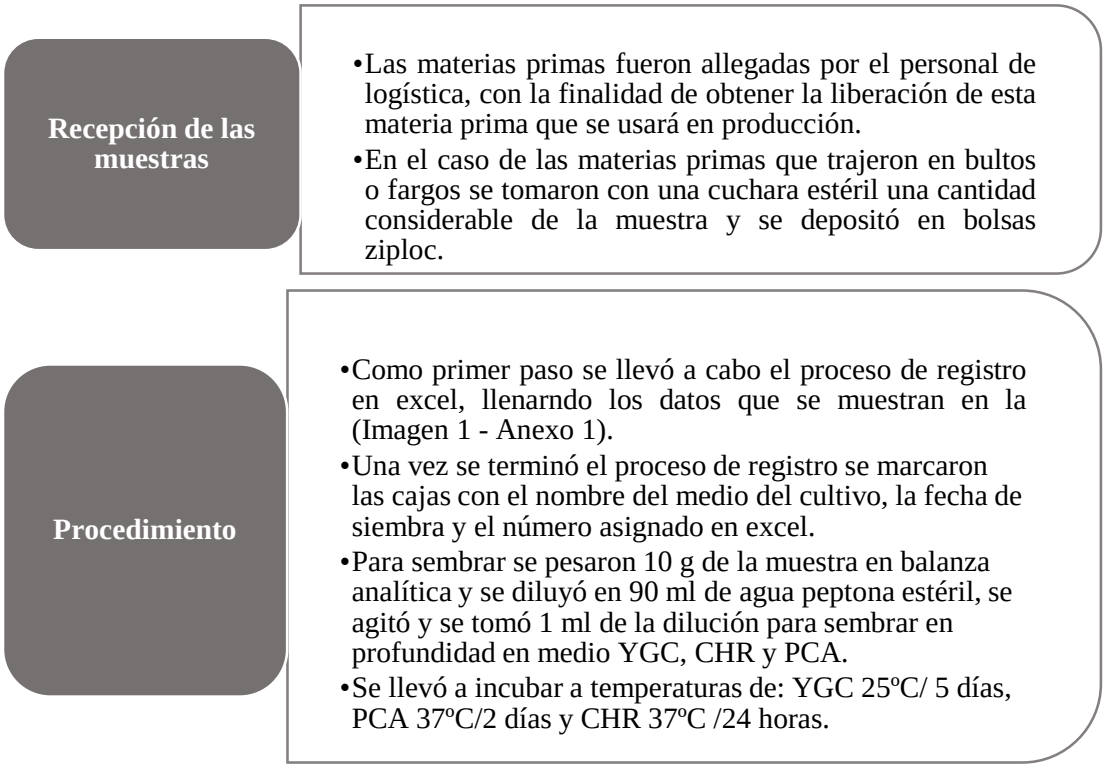
Tabla 1. Análisis microbiológicos de toda la cadena de producción

	ANÁLISIS	MEDIO DE CULTIVO	TIPO DE SIEMBRA	DILUCIÓN	NORMATIVA
Derivados en proceso	Coliformes totales y fecales	VRBL	Profundidad	10^{-1}	No existe
Derivados en producto terminado (Yogurt y Kumis)	*E. coli*	Petrifilm EC	Superficie	10^{-1}	Decreto 2310 1986 del MPS
	Mohos y levaduras	YGC	Profundidad	10^{-1}	
Crema pasteurizada	Coliformes totales	VRBL	Profundidad	10^{-1}	Decreto 2310 1986 del MPS
	Aerobios mesófilos	Petrifilm AC	Superficie	10^{-1}, 10^{-5}. 10^{-6}	
	Enterobacterias	VRBG	Profundidad	10^{-1}	
	Staphylococcus aureus	BP	Profundidad	10^{-1}	
Queso crema	*E. coli*	Petrifilm EC	Superficie	10^{-1}	Decreto 2310 1986 del MPS
	Mohos y levaduras	YGC	Profundidad	10^{-1}	
	Coliformes totales y fecales	VRBL	Profundidad	10^{-1}	
	Staphylococcus aureus	BP	Profundidad	10^{-1}	
	Enterobacterias	VRBG	Profundidad	10^{-1}	
Jugos y néctares	*E. coli*	Petrifilm EC	Superficie	10^{-1}	Resolución 3929 del 2013 del MPS
	Aerobios mesófilos	PCA	Profundidad	10^{-1}	
	Mohos y levaduras	YGC	Profundidad	10^{-1}	
	Coliformes totales y fecales	CHR (Chromocult)	Profundidad	10^{-1}	
Control de ambientes	Aerobios mesófilos	PCA	Sedimentación	-	Control interno de la planta
	Mohos y levaduras	YGC	Sedimentación	-	
Análisis de aguas	Aerobios mesófilos	PCA	Filtro de membrana	-	Resolución 2115 del 2007 del MPS
	Coliformes totales y fecales	CHR (Chromocult)	Filtro de membrana	-	
Análisis de materias primas	Aerobios mesófilos	PCA	Profundidad	10^{-1}	Certificados microbiológicos del proveedor
	Mohos y levaduras	YGC	Profundidad	10^{-1}	
	Coliformes totales y fecales	CHR	Profundidad	10^{-1}	

La ***tabla 1***, muestra los análisis microbiológicos llevados a cabo en la planta como control microbiológico para asegurar la calidad, cada uno de los análisis presenta los microorganismos que se analizan, los medios usados para el crecimiento de los mismos, el método de siembra usado y la dilución a la cual se sembró.

5.2 ANÁLISIS DE MATERIAS PRIMAS

La metodología que se llevó a cabo en este análisis partió de la recepción de muestra y del procedimiento que se realizó dentro del laboratorio desde el registro de la muestra en el sistema hasta la incubación de cada Petri.



5.3 ANÁLISIS DE DERIVADOS EN PROCESO

Recepción de las muestras	•Los operarios de los tanques de mezcla y pasteurización llevaron al laboratorio muestras en bolsas ziploc, de cada punto critico del proceso. •La totalidad de puntos críticos en cada proceso eran 16: Leche de inicio, leche con ingredientes, inicio GEA, inicio de pasteurización, mitad GEA, mitad de pasteurización, final GEA, final de pasteurización, muestra después de siembra, inicio, mitad y final frio seguimiento inicio, mitad, final y sabor producido.
Procedimiento	•Antes de realizar el trabajo de siembra se llevó a cabo el regristro en el estadistico de excel, de cada punto del proceso, donde se registraron los datos que se muestran en la (***Imagen 2 - Anexo 2)***. •Terminado el resgistro se realizó el marcado de cajas. •Para la siembra de cada muestra, se tomó 1 ml de la muestra con la micropipeta y se diluyó en 9 ml de agua peptona estéril (10^{-1}), se homogenizó y posteriormente se sembró en profundidad tomando 1ml de la dilución y transfiriéndolo a la caja de Petri. •Después de sembrar todas las muestras se plaqueó 15 ml de medio VRBL en cada caja y se dejó solidificar por unos minutos. Solidificado el medio se llevó a incubar las cajas a 35ªC / 24 h y se ubicaron de manera invertida.

5.4 ANÁLISIS DE PRODUCTO TERMINADO

5.4.1 PRODUCTO TERMINADO DE DERIVADOS LACTEOS BEBIBLES

Recepción de las muestras

- Los operarios de las envasadoras marcaron cinco muestras por cada referencia y presentación de los derivados en producto terminado, las muestras fueron marcadas como : Inicio, #2, mitad, #4 y final, además cada uno de estos puntos llevó marcado el tanque y el trompo del cual fue envasado.
- Las referencias y presentaciones que maneja la empresa son: latti yogurt descremado, semidescremado y completo (vaso 150 ml, garrafa 1000 ml, garrafa 1500 ml), Pomar yogurt completo (vaso 150 ml , garrafa 1890 ml, garrafa 4000 ml), kumis latti (garrafa 1000 ml , vaso 150 ml), kumis pomar (vaso 150 ml, bolsa 900 ml), bebida láctea (vaso 173 ml, vaso 170 ml).

Procedimiento

- Se tomó cada muestra del producto y se registró en el estadístico de excel, donde se observó que, el tanque marcado en el producto terminado concordara con el tanque registrado en el sabor del producto en proceso, una vez ubicado el sabor en el estadístico se procedió a registar el producto con los datos que se muestran en la (***Imagen 2 - Anexo 2).***
- Terminado el resgistro se realizó la identificación de las cajas de Petri y el Petrifilm EC, por medio de un rótulo.
- Para la siembra de cada muestra, se tomó 1 ml de la muestra con la micropipeta y se diluyó en 9 ml de agua peptona estéril (10^1), se homogenizó y posteriormente se sembró en profundidad tomando 1 ml de la dilución y se transfirió a la caja de Petri. Para el Petrifilm EC también se tomó 1 ml de la dilución y se agregó dentro del área del medio y se dejó caer suavemente la laminilla para que se exparsiera por todo la zona sin quedar espacios o burbujas.

5.4.2 CREMA PASTEURIZADA

Recepción de las muestras	•Los operarios del equipo de crema pasteurizada tomaron muestras de diferentes puntos del proceso y llevaron cuatro bolsas de crema pasteurizada de 10 kg para análisis de producto terminado y seguimientos de 11 y 22 días para determinar si cumple con el vencimiento. •Las muestras tomadas en cada punto del proceso, se hicieron en referencia a cada grupo de bolsas a envasar, es decir: bolsa de crema de retención, bolsa 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 y 85, estas son las cantidades de bolsas que se envasan normalmente en toda la produccion.
Procedimiento	•Se realizó el proceso de registro de las cremas, tanto del proceso como del producto terminado, esto se realizó en el estadístico de excel, en donde se agregó un número de referencia en excel para cada muestra, el nombre de la muestra, fecha de fabricación, lote, análisis microbiológico que se llevó a cabo y responsable de la siembra de las muestras. •Para el producto terminado se registró en una pestaña con el nombre "CREMA EN PRODUCTO TERMINADO", allí también se agregaron todos los datos anteriomente nombrados a excepción de los nombres de las muestras en proceso, y se le agregó la fecha de vencimiento de la crema, además de la fecha de seguimiento de 11 días. •En el proceso de siembra se tomó 1 ml de cada bolsa de muestra y se diluyó en 9 ml de agua peptona estéril, luego se tomaron 1 ml de la dilución y se sembró en profundidad. Después de la siembra se plaqueó en estas cajas medio VRBL. •Adicional se tomaron las muestras de las bolsas 10, 40, 80 y 85, producto terminado, seguimientos y vencimientos para hacerles análisis microbiológicos extras, como : *Aerobios mesófilos* (Petrifilm AC), *Enterobacterias* (VRBG), *Staphylococcus aureus* (BP) mohos y levaduras (YGC) y *E. coli* (Petrifilm EC) pero este último sólo para producto terminado, y para el medio BP se tomaron 0.1 ml de la muestra sin diluir y se homogenizó en superficie con un asa de Hockey. Los seguimientos y vencimientos se llevaron a cabo con las diluciones 10^{-5} o 10^{-6} según sea el recuento de aerobios.

5.4.3 QUESO CREMA

Recepción de las muestras	• Los operarios del equipo de queso crema y los envasadores de este producto trajeron al laboratorio muestras en cada punto del proceso. Los operarios del equipo tomaron muestras en bolsas ziploc rotuladas. Los envasadores del queso crema llevaron 5 muestras del producto terminado y las rotularon con los nombres: Inicio, #2, mitad, #4, final.
Procedimiento	•Se realizó el proceso de registro de queso crema tanto del producto en proceso como el terminado, este se registró en el estadístico de excel. Para el producto en proceso se le asignó un número de referencia en excel, se le agregó la fecha de siembra, nombre del proceso, análisis microbiológicos que se realizaron y nombre del responsable de la siembra. El producto terminado también llevaba los datos antes mencionados y adicional la fecha de vencimiento, la cantidad que contiene el producto y el lote. •La siembra del producto en proceso se llevó a cabo tomando 1 ml de la muestra y diluyéndola en un tubo con 9 ml de agua peptona estéril (10^{-1}), seguidamente se tomó 1 ml de esta dilución y se sembró en profundidad en caja de Petri, luego se le plaqueó el medio VRBL, además la caja estaba marcada con el nombre del medio, la dilución, el nombre del producto y la fecha de siembra. •El producto terminado se diluyó en agua peptona, en una cantidad de 90 ml, se pesaron 10 g de la muestra, se mezclaron y se tomó 1 ml de la dilución para sembrar en profundidad en los medios VRBL,YGC,VRBG y Petrifilm EC.

5.4.4 REFRESCOS Y NECTARES

Recepción de las muestras	•El personal de sellados fue el encargado de llevar los jugos o néctares de caja al laboratorio, muestras que se tomaron en determinados momentos del proceso, desde el inicio, la mitad y final de la producción. •Los auxiliares de laboratorio se encargaron de hacer el registro en el estadístico de excel. •Estos jugos fueron divididos en tiempo cero que son los que se siembran ese mismo día y tiempo cinco que se llevan a incubar a 37ºC / 5 días.
Procedimiento	•Antes de sembrar se marcaron las cajas de Petri para los medios YGC, PCA Y CHR, cada caja llevaba las iniciales de si es refresco o néctar y del sabor producido, además se marcó con un número de referencia y la fecha de siembra. •Para el proceso de siembra se necesitó soltar los sellos de la caja en los costados y se cortó la parte superior con un bisturí, antes de hacer esto se hizo una esterilización a la caja con alcochol y se flameó la cuchilla, una vez cortada la parte superior de la caja se procedió a tomar 1 ml del jugo y se sembró en profundidad. •Terminada la siembra se plaquearon los medios sobre las cajas y se dejaron solidificar, luego se llevaron a incubar a 37ªC/ 24 h y 48 h (PCA y CHR) y 25ºC / 5 días (YGC).

5.5 MONITOREO AMBIENTAL

5.5.1 ANÁLISIS DE SUPERFICIES DE EQUIPOS

Recepción de las muestras	•Se realizaron frotis por superficie a los diferentes equipos después de un lavado y desinfección, este frotis se realizó con un hisopo, con el cual se realizó un cuadrado con medidas aproximadas de 10x10 cms. sobre la superficie del equipo y se introdujo en un tubo con 9 ml de agua peptona estéril y se llevó a incubar a 37ªC/24 horas. Cada tubo se rotuló con la fecha del día del frotis, el nombre del equipo y el responsable del lavado del mismo. Los responsables de realizar este proceso fue el personal del laboratorio de control de calidad.
Procedimiento	•Pasado el tiempo de incubación se sacaron los frotis de la incubadora y se hizo un registro en el estadístico de excel, donde se llenaron los datos que se muestran en la ***Imagen 3***. •Se realizó la identificación de cajas de Petri para cada uno de los equipos, para medio PCA y la división de la caja de Petri con medio EMB en ocho partes, donde se utilizó una división por equipo. •La siembra se llevó a cabo tomando cada hisopo y haciendo una estria en una de las divisiones del medio EMB y se tomó 1ml del tubo para sembrar en profundidad en la caja de Petri que se le plaqueó con medio PCA después de la siembra. •Una vez solidificado el medio se llevó a incubar el medio PCA a 37ªC/48 h y las cajas con el medio EMB a 37ªC/24 h de manera invertida.

5.5.2 CONTROL DE CALIDAD MICROBIOLÓGICO DE AMBIENTES

Preparación de material

- Una vez listos los medios se plaquearon 92 cajas de Petri, 46 para el medio PCA y 46 para el medio YGC.
- Se dejaron solidificar y se procedió a marcar cada caja con el nombre del medio de cultivo, fecha y el nombre del punto al cual se le realizó esta medición.

Procedimiento

- Como primer paso se llevó a cabo el proceso de registro de cada punto en el documento de excel (***Imagen 4 - Anexo 4***).
- Se procedió a introducir las cajas de Petri en un recipiente plástico para trasnportarlas y se hizo el recorrido por cada punto de la planta por donde se medirían los ambientes.
- En cada punto se cuantificó *Aerobios mesófilos*, hongos y levaduras. En cada lugar se dejaban dos cajas de Petri, una con medio PCA y otra con YGC, se destapaba la caja y se dejaba la tapa al lado de la base del medio y permitiendo la sedimentación de los microorganismos para su posterior cuantificación. Terminado el recorrido se comenzaba a recoger todas las cajas de Petri.
- Recogidas todas las cajas se llevaban al laboratorio a incubarlas, donde el medio PCA se incubó a 37ºC/48 horas y el medio YGC a 25ºC/ 5 días.

5.5.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Preparación de material

- Se hizo el marcado de las bolsas herméticas para la recoleccion de muestras de agua de cada punto específico dentro y fuera de la planta.
- Cada bolsa se marcó con el nombre y un número asignado a cada punto de toma de muestra, además se registraron los puntos tomados en excel (***Imagen 5 - Anexo 5***).
- Para transportar las muestras se utilizó un recipiente plástico, el cual estaba desinfectado, se llevó para la limpieza y desinfección alcohol en un atomizador, toalla limpia y una mechera para flamear los grifos de hierro o acero.

Procedimiento

- La toma de muestra de cada punto se llevó a cabo dependiendo del material que estuviera hecho el grifo o el punto de interés.
- Para los puntos donde el grifo era de plástico, se hizo la asperción con alcohol y se limpió con la toalla, seguidamente se abrió la llave y se dejó correr el agua por 01:30 minutos, posteriomente se abrió la bolsa respectiva para el punto de muestreo, quitando el cierre que posee en la parte superior de la bolsa y se sujetó de las pestañas que trae esta misma para poder abrirla sin necesidad de tocarla dentro o cerca de la boquilla por ponde entrará la muestra.
- Para los puntos donde se poseía grifos de hierro o acero se hacia asperción con alcohol y se flameaba con el mechero, y después se dejaba correr el agua por 01:30 minutos. Todos los lavamanos de la planta son accionados por sensor de movimiento.
- Terminado el recorrido de la toma de muestras de agua se llevaron al laboratorio para hacer el proceso de sembrado, el cual se hizo por filtración por membrana. A cada punto se le sembró un filtro en medio PCA y CHR.
- Sembradas las muestras se llevaron a incubar a 37ºC/ 48 horas para el medio PCA y 37ºC / 24 horas para CHR.

5.5.4 ANÁLISIS DE MANIPULADORES

Preparación de material

- Se prepararon tubos de ensayo con 4 ml de agua peptona estéril.
- Una vez se autoclavaron los tubos y se dejaron enfriar, se acomodaron en una gradilla para poder transportarlos de una manera más sencilla, además se llevó un paquete de hisopos estériles para hacer el frotis de manos.

Procedimiento

- Se llevó a cabo el recorrido por toda la planta, pasando por cada área de trabajo eligiendo entre tres a cuatro personas al alzar para hacer el frotis, este proceso se hizo con el debido consentimiento del trabajador.
- Se tomó un tubo con agua peptona y se rotuló con los siguientes datos: Fecha de la toma del frotis, nombre del trabajador, área a la cual pertenece y la función o trabajo que está realizando, además se anexó como nota si está usando o no guantes.
- Terminado el rotulado se procedió a abrir el tubo y se humedeció para luego pasarlo por el reverso y anverso de las manos, por último se introdujo el hisopo dentro del tubo con agua peptona y se le colocó la tapa.
- Tomados todos los frotis se llevaron a incubar a 37ºC / 24 horas.
- Pasado el tiempo de incubación se sacaron los frotis y se hizo el registro en el estadístico de excel (***Imagen 6 - Anexo 6***) donde se ingresaron los datos que se rotularon en el tubo y se le asignó un número de registro a cada muestra para identificarla a la hora de ingresar el recuento.
- Para la siembra se marcaron cajas de medio EMB y BP, estas cajas contenían nombre del medio, fecha y la palabra manipuladores, además en la parte reversa de la caja se dividió en 6 con un marcador y se le asignó el número de registro que se colocó a cada muestra en el estadístico de excel.
- Terminado el registro y rotulado de cajas, se abrieron los tubos y se tomó cada hisopo haciendo una estria en cada cuadrante de cada medio según el número de la muestra.
- Por último se llevaron las cajas a incubar a 37ºC /24 horas.

5.6 COMPARATIVO ENTRE EL MEDIO VRBL Y PETRIFILM EC

En cualquier industria, al aumentar la producción de manera constante se busca cumplir con las producciones solicitadas, sin generar gastos adicionales en tiempo y en dinero a la empresa, es por esto que se lleva a cabo una comparación entre el medio VRBL en placa que es el método tradicional y el Petrifilm EC el cual es un método innovador, con la finalidad de demostrar que el nuevo método es más rápido y con mejores características diferenciadoras en las colonias de *E. coli y coliformes totales* .Todo esto con la idea de dar aval a la liberación al mercado del producto en el menor tiempo posible y de una manera más confiable.

Se llevó a cabo un comparativo ya que en el laboratorio no se posee gran cantidad de material para realizar una validación o verificación, además no hubo la aprobación del uso de diferentes matices o líneas.

Preparación de material	•Se hizo el ripique de la cepa *E. coli* ATCC 8739 en medio PCA y se llevó a incubar a 37ºC/18 horas.
Procedimiento	•Se determinó la concentracion mínima que posee el microorganismo, se hizo uso del espectofotómetro, en donde se midió la turbidez. •La determinación de la concentración fue basada en la tabla del patrón McFarland, se usó el patrón 1, que posee $3.0x10^8$ UFC/ml. Teniendo este dato se hizo una dilución en un tubo con 6 ml de agua peptona estéril, tomando 4 colonias de la cepa ATCC 8739 que se repicó 18 horas antes, luego se llevó a medir la absorbancia en el espectofotómetro (610 nm) (***Imagen 7 - Anexo 7***), con el fin de establecer que la dilución cumpliera con el dato que proporciona la tabla del patrón McFarland. •Como siguiente paso se procedió a llevar a cabo la contaminación de los productos (Yogurt entero, semidescremado y bebida lactea) , para esto se realizaron diluciones hasta 10^{-2} usando como 10^0 la dilución hecha para averiguar la concentración. •Se utlizó la dilución 10^{-2} y se tomó 1.7 ml, 1.5 ml y 1.73 ml según el volumen que contenía el producto a contaminar (Anexo 1) , se usaron 3 productos de tres referencias distintas (Anexo 8), este volumen de contaminación fue calculado como 1 ml de la dilución contaminadora por cada 100 ml de producto. •Terminada la siembra los productos fueron llevados a refrigeración por 24 horas. •Pasado el tiempo de refrigeración, se sacaron los productos y de cada uno se tomaron 1 ml de muestra y se diluyó en 9 ml de agua peptona estéril para posteriormente sembrar 1 ml de esta dilución en Petrilm EC y por profundidad en caja de Petri para medio VRBL. •Terminada la siembra se llevó a incubar los dos métodos a 37ºC / 24 horas. •Por último se procedió a llevar el recuento (***Imagen 8***) y reportarlo por la normativa estipulada después del tiempo de incubación, para luego usar los datos y averiguar la concentracion del microorganismo recuperada , ademas de calcular la desviasion estandar para establecer el error en el metodo.

6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 2. Cronograma de actividades llevadas realizadas durante las prácticas profesionales.

	JULIO			AGOSTO					SEPTIEMBRE				OCTUBRE					NOVIEMBRE			
SEMANA	**I**	**II**	**III**	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**I**	**II**	**III**	**IV**	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**I**	**II**	**III**	**IV**
INDUCCIÓN	**1**																				
INDUCCIÓN LABORATORIO	**1**																				
ANÁLISIS DE DERIVADOS EN PROCESO		**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**
ANÁLISIS DE DERIVADOS PRODUCTO TERMINADO		**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**
ANÁLISIS DE SUPERFICIES DE EQUIPOS		**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**
ANÁLISIS DE CREMA PASTEURIZADA		**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**
ANÁLISIS DE QUESO CREMA			**1**				**1**				**1**		**1**						**1**		
ANÁLISIS DE JUGOS Y NÉCTARES	**1**					**1**				**1**					**1**				**1**		
MEDICIÓN DE AMBIENTES		**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
ANÁLISIS DE MATERIAS PRIMAS		**2**			**2**		**2**			**2**		**2**			**2**			**2**			**2**	**2**
ANÁLISIS DE AGUAS		**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
ANÁLISIS DE FROTIS DE MANIPULADORES		**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
COMPARATIVO ENTRE EL MEDIO VRBL Y PETRIFILM EC															**3**	**3**	**3**	**3**	**3**		

Nota: Cada número que se muestra representado en la tabla es la cantidad de veces que se realizó esa actividad en la semana, durante cada mes.

Elaboración propia, 2023

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan a continuación son hipotéticos ya que el trabajo se llevó a cabo en el laboratorio y en las instalaciones de la planta donde se realizaron los controles de calidad, esto se debe a la política de privacidad de Sabanalac, la cual se basa en la confidencialidad de los datos de los productos analizados para brindar seguridad a las empresas asociadas a las cuales se les maquilan sus productos, esta política se basa en el cumplimento de la sana competencia y preservar información de una manera estratégica.

Agradezco su comprensión y discreción. En estos resultados se presentan de manera muy concisa, aplicando la ética de la no divulgación de datos.

Los análisis microbiológicos que se realizaron a los productos terminados y en proceso fueron con base a las especificaciones dadas por los Decretos del MPS 616 del 2006 y 2310 de 1986, que establecen los lineamientos microbiológicos para leches crudas y derivados lácteos.

Además, no solo se analizan productos lácteos sino jugos y néctares usando su respectiva normativa. Para el control de calidad higiénica de la planta se analizaron microbiológicamente: manipuladores, superficies de equipos, agua potable, ambientes y materias primas, con la finalidad de tener bajo control todos los puntos que pueden ser foco de contaminación para el producto.

7.1 ANÁLISIS DE MATERIAS PRIMAS

Este análisis se llevó a cabo cuando llega un lote de pedido a la planta, o cuando se notifica desde producción al almacén de compras sobre las materias primas que necesitan para cumplir con la programación de producción, por lo que, se llevan muestras al laboratorio de los lotes y se realizan análisis microbiológico para: *E. coli, aerobios mesófilos, mohos y levaduras*, aunque los proveedores de estas materias primas ya han presentado la trazabilidad de estos productos y sus resultados son confiables, se analizaron nuevamente para confirmar los resultados que son proporcionados por el proveedor, en la ***tabla 3***, se muestran los resultados obtenidos y una vez se obtuvieron los resultados y fueron favorables principalmente para coliformes se hizo la liberación de la materia prima autorizando el uso de la misma.

Tabla 3. Conformidad microbiológica de materias primas, para E. coli, Aerobios mesófilos, mohos y levaduras.

Mes	Cantidad de muestras analizadas	Cantidad de muestras conformes	% de materias primas conformes	Cantidad de muestras no conformes	% de materias primas no conformes
Julio	37	37	100 %	0	0 %
Agosto	39	39	100 %	0	0 %
Septiembre	48	48	100 %	0	0 %
Octubre	51	51	100 %	0	0 %
TOTAL	175	175			

Los resultados presentados en la ***tabla 3***, demuestran que las materias primas cumplen con la trazabilidad proporcionada por el proveedor, ya que no hay ningún tipo de crecimiento de microorganismos como E. *coli, Aerobios mesófilos*, mohos y levaduras, en los análisis que se realizaron y por lo cual no se presentarán microorganismos que afecten o alteren la

calidad del producto. De las 175 muestras que se procesaron durante los meses de julio hasta octubre todas fueron 100 % conformes microbiológicamente por lo que no se hizo ningún rechazo de las materias primas.

7.2 PRODUCTOS EN PROCESO Y TERMINADOS

7.2.1 ANÁLISIS DE DERIVADOS BEBIBLES EN PROCESO Y TERMINADOS

Para obtener productos derivados de la leche como el yogurt y las bebidas fermentadas se comienza por la recepción de leche cruda de buena calidad, esta es sometida a temperaturas de pasteurización para eliminar cualquier tipo de microorganismo contaminante, una vez logrado esto, se hacen los procesos específicos para la producción de cada producto, luego se envasa, almacena, y se analiza microbiológica y fisicoquímicamente para posteriormente liberar todo el lote de producción a la venta.

En lácteos El Pomar se ha ido modificando y mejorando el sistema de muestreo durante el proceso de producción. En la ***Imagen 2.*** se observan los 16 puntos establecidos y sabores ya preparados, para la toma de muestra y los análisis microbiológicos correspondientes que se llevan a cabo. La finalidad de este muestreo es determinar el punto específico donde pueda contaminarse el producto y así implementar las acciones correctivas necesarias.

Para el análisis del producto terminado se analizan 5 muestras, las cuales están reglamentadas por la normativa anteriormente mencionada, estas muestras son llevadas al

laboratorio por el personal de producción, y ellos mismos dejan algunos productos en cuarto frio como contramuestra si se presenta una reclamación por parte del cliente o si los resultados microbiológicos y fisicoquímicos no son los adecuados.

Actualmente, la empresa lácteos El Pomar ha aumentado la producción de todos sus productos debido a la gran demanda de estos mismos, por lo tanto, logística notifica a producción de los pedidos que se han hecho y se planifica la producción durante la semana de los derivados que se necesitan.

Anteriormente, se producían derivados dos días a la semana, pero debido a los acuerdos de maquilas con nuevas empresas, la producción se amplió y por tanto no se detiene, es por esto que, en la ***tabla 4 y 5,*** se representa el número de muestras analizadas durante cada mes, para derivados en proceso y en producto terminado, de este último solo se tuvo en cuenta cinco muestras que exige la normativa por cada referencia. Debido a la alta demanda se necesitan liberar rápidamente los diferentes derivados por lo que se hacen los análisis microbiológicos para coliformes totales y fecales en producto en proceso y en producto terminado, adicional mohos y levaduras para este último mencionado.

A continuación, se presenta el informe de la cantidad de productos terminados y en proceso con resultados satisfactorios y no satisfactorios.

Tabla 4. Conformidad microbiológica de derivados en proceso.

Mes	Cantidad de muestras analizadas	Cantidad de muestras conformes	Porcentaje de cumplimiento	Cantidad de muestras inconformes	Porcentaje de no cumplimiento
Julio	880	862	98 %	18	2 %
Agosto	892	892	100 %	0	0 %
Septiembre	824	824	100 %	0	0 %
Octubre	947	905	96 %	42	6 %

Se observa que, presenta más inconformidad el producto terminado según lo presentado en la ***tabla 5***; ya que la contaminación pudo ser causada durante el proceso de producción ***(Imagen 2)*** y/o por el recipiente o técnica de envasado que son el 2 y 6% de incumplimiento en los meses de Julio y Octubre. Es necesario resaltar que esta determinación de conformidad o inconformidad no son basadas en una normativa, puesto que no existe una para el proceso de producción, esto es realizado con la finalidad de monitorear todos los puntos del proceso y obtener resultados en caso tal de una contaminación y así saber el punto exacto del error.

Tabla 5. Conformidad microbiológica de derivados en producto terminado.

Mes	Cantidad de muestras analizadas	Cantidad de muestras conformes	Porcentaje de cumplimiento	Cantidad de muestras inconformes	Porcentaje de no cumplimiento
Julio	740	729	98 %	11	2 %
Agosto	608	597	98 %	11	2 %
Septiembre	681	669	98 %	12	2 %
Octubre	532	510	96 %	22	4 %

En la ***tabla 4 y 5*** se representan los últimos cuatro meses en donde la cadena de producción de derivados como yogurt entero, semidescremado, descremado, kumis entero, kumis semidescremado y bebida láctea está cumpliendo de manera satisfactoria los estándares

microbiológicos debido a que no hay recuento de *E. coli , coliformes totales, mohos y levaduras* , por lo tanto se brinda el criterio de liberación de todos los lotes de estos productos inocuos, de igual manera se observa que hay un rango mínimo pero presente de incumplimiento por contaminación microbiológica de los microorganismos anteriormente nombrados por lo que se toman acciones correctivas y como primera medida no se libera el producto y se hace una evaluación de todo la cadena de producción para encontrar el error que está causando esta afectación, a la par de esta evaluación se hace el lavado de los equipos, tanques, trompos y envasadoras utilizados en la fabricación del derivado contaminado para desinfectarlo y luego hacerle el análisis correspondiente por luminometría.

7.2.2 ANÁLISIS DE CREMA PASTEURIZADA

La elaboración de este producto exige altas condiciones higiénicas debido a que, su elaboración requiere la intervención de manipuladores, es decir que los trabajadores tienen contacto directo con el producto, uno de los puntos más críticos en este proceso es el envasado, ya que, los operarios son los encargados de colocar, sujetar y cerrar la bolsa donde se envasa la crema pasteurizada por lo que es un foco potencial de posible contaminación, razón por la cual antes de empezar el envasado del producto se lleva a cabo la realización de frotis de las manos de los manipuladores y frotis para cada referencia de bolsa que se van a utilizar para el envasado, además se hace luminometría para la liberación de los puntos específicos como lo son: la boquilla de la tolva que es el punto por donde se dispensa la crema pasteurizada y el filtro de la marmita, es necesario que los resultados de

luminometría sean de 0 unidades relativas de luz (RLU), para dar confirmación o validez al inicio del envasado.

La producción de esta crema pasteurizada se hace a partir del pedido que realizan los diferentes clientes y se lleva a cabo casi todos los días, aunque no es una gran cantidad que se produzca durante el mes, como se muestra en la ***tabla 6***. Para ofrecer una alta calidad de este producto se tiene planteado un sistema de muestreo donde se solicita a producción que envíe 4 bolsas de crema pasteurizada de 10 k recién envasada, junto con un seguimiento de 13 puntos específicos, donde la temperatura es el punto clave de calidad, la finalidad de esta exigencia es poder llevar a cabo un seguimiento durante el día 0 ,11 y 22 días, para determinar si la vida útil registrada en la fecha de vencimiento concuerda con lo analizado en el laboratorio en la ***imagen 3 – Anexo 3,*** se observa cada punto y los datos que se necesitan para registrar el producto.

Tabla 6. Porcentaje de cumplimiento microbiologico de crema pasteurizada en producto en proceso y terminado.

Mes	Cantidad de muestras analizadas	Cantidad de muestras conformes	Porcentaje de cumplimiento	Cantidad de muestras inconformes	Porcentaje de no cumplimiento
Julio	**21**	**20**	**95.2 %**	**1**	**4.8 %**
Agosto	**19**	**18**	**94.7 %**	**1**	**5.3 %**
Septiembre	**21**	**21**	**100 %**	**0**	**0 %**
Octubre	**22**	**22**	**100 %**	**0**	**0 %**

En la ***tabla 6*** se puede observar que, en estos meses la calidad microbiológica de la crema pasteurizada es aceptable, por lo tanto se procede a liberar cada lote de crema producida, además de esta manera se asegura de que no se presentarán reclamaciones por alguna

alteración en el empaque o producto, sin embargo, estos resultados evidencian una pequeña cantidad de muestras que no cumplen con algunos o todos los requisitos microbiológicos debido a la presencia de recuentos para *E.coli, Coliformes totales, Enterobacterias, Staphylococcus aureus y mohos levaduras* por lo tanto se lleva a cabo un análisis de todas las posibles causantes de este error, por lo que se recurrió a ver los resultados microbiológicos del seguimiento del producto en proceso que contiene los 13 puntos donde es analizada cada punto de toma de muestra para cada bolsa que se empaca, Se realiza análisis de *Coliformes totales y E.coli* para todos los 13 puntos y para los puntos 2,5,9 y 10 se le realizan adicionalmente *Enterobacterias y Staphylococcus aureus ,* además se observa los resultados del análisis microbiológico de aguas y los frotis de manipuladores y equipos en donde también se evalúa el recuento de *Coliformes totales, E.coli y Aerobios mesofilos*. Esta búsqueda del error arrojó que los manipuladores son los causantes de esta contaminación, por lo que se tomaron medidas correctivas como la toma de frotis al inicio, durante y al final de producción. Adicional a estas medidas correctivas se hace un seguimiento de la vida útil de este producto como se muestra en la ***tabla 7***, donde se analiza microbiológicamente la crema pasteurizada cada 11 días, hasta la fecha de vencimiento.

Tabla 7. Porcentaje de cumplimiento del seguimiento de 0, 11 y 22 días de vida útil de crema pasteurizada.

Mes	Cantidad de muestras analizadas	Lotes de Cremas que cumple su vida útil	Porcentaje de cumplimiento	Cantidad de lotes de crema inconformes	Porcentaje de no cumplimiento
Julio	**21**	**18**	**85.7 %**	**3**	**14.3 %**
Agosto	**19**	**17**	**89.4 %**	**2**	**10.6 %**
Septiembre	**21**	**20**	**95.2 %**	**1**	**0.48 %**
Octubre	**22**	**19**	**86.3 %**	**3**	**13.7 %**

El seguimiento de la vida útil de las cremas pasteurizadas indica que, se está cumpliendo con la calidad microbiológica para *E. coli, Coliformes totales, Enterobacterias, Staphylococcus aureus y mohos levaduras* según lo mostrado en la ***tabla 7***. Pero, se presenta un porcentaje no elevado de incumplimiento, situación que no puede presentarse debido a las pérdidas de tiempo y dinero para la compañía. Las razones causantes de estas alteraciones son primordialmente la manipulación y la deficiente efectividad de limpieza y desinfección de los equipos (Lacteos.com, 2022). Una vez identificadas las causas se hacen las correcciones y se adiciona el cuidado de las temperaturas aplicadas durante la producción y el correcto almacenamiento del producto para evitar la presencia de microorganismos patógenos debido a que este proceso de análisis de vida útil arrojó una gran cantidad de *Aerobios mesófilos*, señalando que, posiblemente haya presencia de otros microorganismos incluyendo patógenos como *E. coli*, *Staphylococcus aureus y Salmonella*

7.2.3 ANÁLISIS DE QUESO CREMA

El queso crema es un derivado lácteo, pero es analizado de manera independiente al yogurt ya que, sus análisis microbiológicos son mayores, otra razón primordial es su poco tiempo de producción, este es un producto que se comenzó a producir en el mes de agosto y salió al mercado finalizando este mismo mes. Para el análisis microbiológico se exige a producción muestras de producto en proceso de 4 puntos específicos, donde la temperatura es clave para asegurar una buena calidad, para el queso crema terminado no se modifica la cantidad de muestras, por lo que, se sigue usando el muestreo de 5 productos a diferentes

momentos durante el tiempo del envasado de toda la producción de este derivado. En la ***tabla 8***, se presenta el porcentaje de cumplimiento e incumplimiento según la cantidad de muestras analizadas.

Tabla 8. Porcentaje de muestras de queso crema en proceso que cumplen microbiológicamente

Mes	Cantidad de muestras analizadas	Cantidad de muestras conformes	Porcentaje de cumplimiento	Cantidad de muestras inconformes	Porcentaje de no cumplimiento
Agosto	**8**	**6**	**75 %**	**2**	**25 %**
Septiembre	**8**	**8**	**100 %**	**0**	**0 %**
Octubre	**8**	**8**	**100 %**	**0**	**0 %**

Como se puede ver en la ***tabla 8*** las cantidades de muestras son muy pocas, pero esto se debe a que, solo se está haciendo producción dos veces por mes, pero aunque sea poca, los resultados de inocuidad son satisfactorios, esto se debe a la corrección del error que se presentó en el primer lote producido donde hubo presencia de recuento *para Coliformes totales y Coliformes fecales,* se encontró que los errores habían sido durante la aplicación de una temperatura durante el proceso de fabricación y el deficiente lavado de tanque, una vez se corrigió este fallo no se volvió a presentar contaminación. En la ***tabla 9*** se observa un porcentaje de incumplimiento el cual se determina con base a la ***tabla 8***, descartando una de las posibles causas de la alteración.

Tabla 9. Porcentaje de cumplimiento microbiologico del queso crema en producto terminado.

Mes	Cantidad de muestras analizadas	Cantidad de muestras conformes	Porcentaje de cumplimiento	Cantidad de muestras inconformes	Porcentaje de no cumplimiento
Agosto	**10**	**6**	**60 %**	**4**	**40 %**
Septiembre	**10**	**10**	**100 %**	**0**	**0 %**
Octubre	**10**	**9**	**90 %**	**1**	**10 %**

El producto terminado arrojó resultados satisfactorios que son representados en la ***tabla 9***, donde la mayoría de productos son inocuos, es decir que contienen la calidad microbiológica acorde a la norma es decir ausencia de recuento para *E. coli, Coliformes totales, Enterobacterias y Staphylococcus aureus* , no obstante, en el primer mes de producción solo el 60 % fue apto para venta en el mercado y el 40 % dio como resultado el incumplimiento microbiológico presentando microorganismos patógenos como *E.coli* por lo que se hizo la búsqueda de la causa de esta contaminación y se encontró que los responsables eran los manipuladores y la máquina envasadora debido a mala limpieza y desinfección de la máquina y las manos de los trabajadores.

7.2.4 ANÁLISIS DE JUGOS Y NÉCTARES

Los jugos y néctares son productos que no son producidos diariamente, estos se planifican según el pedido realizado por los clientes, se notifica al operario de la TA19 que es la envasadora de jugos para que se lleve a cabo la limpieza y desinfección de la máquina, se hace una liberación por análisis de luminometría y una vez se comienza la producción, se envasan jugos o néctares de todos los sabores disponibles y se toman muestras para el laboratorio de 2 cajas de jugos o néctares cada media hora, esto se hace durante toda la producción. En el laboratorio se realiza el trabajo de registro y análisis microbiológico con

el fin de dar el aval o no del producto para que sea despachado al cliente. En la ***tabla 10*** se encuentra representada la información sobre la cantidad de jugos por mes que se analizan y el porcentaje de cumplimento e incumplimiento microbiológico.

Tabla 10. Conformidad microbiológica de jugos y néctares analizados.

Mes	Cantidad de muestras analizadas	Cantidad de muestras conformes	Porcentaje de cumplimiento	Cantidad de muestras inconformes	Porcentaje de no cumplimiento
Julio	**75**	**75**	**100 %**	**0**	**0 %**
Agosto	**75**	**75**	**100 %**	**0**	**0 %**
Septiembre	**75**	**75**	**100 %**	**0**	**0 %**
Octubre	**75**	**75**	**100 %**	**0**	**0 %**

Estos productos se caracterizan por ser altamente inocuos, por tal motivo la ***tabla 10*** confirma que, durante estos cuatro últimos meses que se produjeron jugos y néctares los resultados fueron acordes a la normativa, ya que no se presentó ningún microorganismo indicador como *Aerobios mesofilos*, patógeno como *E. coli* y mohos y levaduras. Los buenos resultados se destacan por los procesos de ultra alta pasteurización (UHT) que se aplican a estos productos y al tratamiento de las aguas potables que se utiliza, desde el agua utilizada para el lavado de la máquina hasta el tratamiento de agua suavizada utilizada para la producción de este producto, la finalidad de estos tratamientos es ocasionar la ausencia de microorganismos como *E.coli y aerobios mesofilos* que podrían alterar las características del producto y afectar la integridad del consumidor. Este proceso demuestra que el control de microorganismos es efectivo y que se le brinda seguridad al cliente que está adquiriendo un producto de calidad.

7.3 CONTROL HIGIÉNICO DE PLANTA.

El control higiénico de la planta se basa en la aplicación de los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), los cuales se basan dentro de la planta en un buen tratamiento de agua potable, medición de la calidad microbiológica de ambientes, frotis de manipuladores y superficies de equipos, cada uno de estos controles se llevan a cabo por medio de análisis microbiológicos, los cuales tienen sus resultados representados en las ***tablas 11, 12, 13 y 14.***

7.3.1 MEDICIÓN DE AMBIENTES

Para la producción de productos inocuos , es importante mantener una buena calidad del ambiente, esto se logra al aplicar correctamente la desinfección de pisos, paredes y aspersiones en las áreas de trabajo, para determinar los resultados de estas medidas , se llevó a cabo una medición del ambiente por sedimentación , midiendo mohos y levaduras y los aerobios mesofilos que dan lugar a la presencia de cualquier microorganismo , la ***tabla 11*** se encuentra representado los resultados obtenidos de cuatro meses de medición , en donde se encuentran especificados cada punto donde se tomó la muestra.

Tabla 11. Recuento del análisis de ambiente.

	Aerobios mesófilos (UFC/ 15 min de exposición)				Mohos y levaduras (UFC/ 15 min de exposición)			
Puntos de muestreo	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Cuarto de siembra	0	0	0	0	0	0	0	0
Incubadora de frotis	0	0	0	0	0	0	0	0

Incubadora 25ºC	0	0	0	0	0	0	0	0
Incubadora 37ºC gris	0	0	0	0	0	0	0	0
Incubadora 37ºC blanca	0	0	0	0	0	0	0	0
Incubadora medios	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuarto caliente 25ºC	8	12	16	5	1	1	3	0
Cuarto caliente 37ºC	11	14	18	2	3	3	1	0
Cuarto caliente 55ºC	4	9	12	2	0	0	2	0
Flex	9	19	27	2	5	8	17	1
One Heart	3	26	28	5	2	4	9	0
Tanque aséptico	6	23	40	2	7	8	12	1
Esterilizador 1	3	8	32	1	0	4	6	2
Esterilizador 2	6	5	44	1	0	6	8	1
Elecster 1	9	3	33	3	2	29	9	0
Elecster 2	6	5	50	5	3	31	5	0
TBA19	7	8	34	8	0	45	2	0
A3-1 primero piso	4	12	2	0	0	0	0	0
A3-1 segundo piso	2	15	19	2	3	6	42	1
A3-2 primer piso	5	3	1	0	0	0	0	0
A3-2 segundo piso	7	9	22	4	2	7	44	1
A3-3 primer piso	1	2	28	0	0	0	0	0
A3-3 segundo piso	7	4	18	3	1	9	42	1
Compact primer piso	2	9	31	0	0	0	0	0
Compact segundo piso	3	7	15	2	3	9	8	0
Bodega de cartón	8	13	17	5	6	8	12	4
Bodega nueva	9	8	12	8	8	10	8	3
Banda jugos	2	5	4	2	0	0	0	0
Banda UHT	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuarto frio 1	3	6	15	4	2	2	2	4
Cuarto frio 2	5	3	19	6	6	5	1	3
Cuarto frio 3	3	9	12	2	4	4	0	5
MZ	0	2	0	0	0	0	0	0
Bisignano	0	5	0	0	0	0	0	0
Derivados etiqueta	0	5	0	0	0	0	0	0
Derivados tolva	0	2	0	0	0	0	0	0
Derivados tanques	0	0	0	0	0	0	0	0

Derivados tanque de mezcla	1	0	0	0	0	0	0	0
Derivados Trompos	7	0	0	0	0	0	0	0
Derivados GEA	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuarto materias primas	5	4	7	3	0	1	2	0
Tanques higienización	8	0	2	0	0	0	0	0
Marmita higienización	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuarto frio logística	4	6	2	3	2	2	1	1
Casino área social	12	15	18	26	7	12	9	13
Cocina casino	3	7	11	9	1	2	1	1

Los resultados de las mediciones de la calidad microbiológica de ambientes mediante sedimentación revelaron variaciones en los recuentos de aerobios mesófilos, mohos y levaduras. Como menciona Burbano y sus colaboradores en su manual de laboratorio "Microbiología del Aire" (2003), los microorganismos presentes en el aire suelen ser bacterias formadoras de esporas, levaduras y esporas de mohos. Estos se encuentran en la atmósfera debido al movimiento del aire y la actividad de seres vivos, ingresando como bioaerosoles, formados por lluvia, partículas de polvo, secreciones humanas y sistemas de aire acondicionado (Vera, 2016).

En la ***tabla 11***, se observa que entre los meses de agosto y septiembre se registraron recuentos notablemente elevados los grupos de microorganismos. Esto excedió el límite interno establecido por la empresa, que permite 30 aerobios mesófilos, 20 mohos y 20 levaduras. Esta situación se debió a las renovaciones y adaptaciones de los nuevos equipos y tanques de almacenamiento, ya que muchas áreas estaban expuestas al aire exterior y el

personal contratista no cumplía con los requisitos de higiene, como el lavado de botas y manos, entre otras medidas sanitarias.

Los puntos de medición de ambientes con recuentos bajos se encuentran principalmente en lugares como el laboratorio, el primer piso de las envasadoras A3 y Compact. Estos puntos están ubicados internamente en las máquinas y no están expuestos al exterior. Asimismo, se incluyen los tanques y trompos en el área de producción de derivados, ya que esta es la única zona que no ha experimentado remodelaciones y cumple con todos los controles establecidos por los POES.

7.3.2 ANÁLISIS DE AGUAS

El análisis microbiológico del agua desempeña un papel crítico en la planta por varias razones fundamentales. En primer lugar, el agua constituye la base esencial para la elaboración de cada uno de los productos lácteos. No solo es un componente integral de la preparación, sino que también se emplea para limpiar los equipos utilizados en la producción. Es importante destacar que Lácteos El Pomar cuenta con una planta de tratamiento de agua potable y residual propia. Esta medida se adoptó debido a la falta de eficiencia y capacidad de suministro de agua por parte del municipio de Cajicá. La inversión en pozos propios y sistemas de tratamiento ha resultado crucial ya que la industria láctea representa un consumo considerable de agua. La iniciativa que presenta la empresa contribuye a reducir la carga directa sobre los recursos hídricos naturales, aliviando la presión sobre los ríos locales.

En el laboratorio de microbiología, se lleva a cabo análisis en puntos críticos donde el agua se utiliza para la higiene de manos y equipos, tal como se detalla en la ***tabla 12***. Se utiliza la técnica de filtración por membrana. Los filtros empleados se colocan posteriormente en las superficies de los medios Chromocult y PCA para determinar la presencia de microorganismos indicadores o patógenos, y en caso de confirmarse su presencia, se procede con un recuento detallado y un informe correspondiente."

Tabla 12. Análisis microbiológico de aguas.

	Aerobios mesófilos (UFC/ 100 ml)				*E. coli* (UFC/ 100 ml)			
Puntos de muestreo	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Tanque 17	0	3	0	0	0	1	0	0
Tanque 18	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanque 19	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanque 20	0	0	0	0	0	0	0	0
Lavamanos ingreso a derivados	0	0	0	0	0	0	0	0
Lavamanos segundo piso derivados	0	0	0	0	0	0	0	0
Manguera amarilla derivados	0	0	0	0	0	0	0	0
Lavamanos ingreso casino	0	0	0	0	0	0	0	0
Lavamanos ingreso UHT	0	0	0	0	0	0	0	0
Manguera A3	0	0	0	0	0	0	0	0
Manguera Elecster	0	0	0	0	0	0	0	0
Lavamanos ingreso higienización	0	0	0	0	0	0	0	0
Lavamanos ingreso laboratorio	0	0	0	0	0	0	0	0

Los resultados presentados en la ***tabla 12*** se basan en los lineamientos establecidos por la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social. Esta resolución exige que el análisis de agua potable incluya la detección de *E. coli* y *aerobios mesófilos*, los cuales son microorganismos indicadores, un requisito que la empresa cumple rigurosamente.

Los análisis microbiológicos para evaluar la calidad del agua revisten una importancia crítica, dado que este recurso es esencial para la salud humana. Se ha demostrado que la baja calidad del agua está asociada con diversas enfermedades. Por lo tanto, es necesario aplicar un riguroso tratamiento y saneamiento del agua (Guzmán, 2015).

Los resultados indican que, durante los meses de julio a octubre, el tratamiento fue adecuado. Hubo una excepción en el mes de agosto, específicamente en uno de los recuentos realizados durante una semana de este mes. En este período, se observó un aumento en la presencia de microorganismos indicadores como *aerobios mesófilos* y patógenos como *E. coli* en uno de los puntos de toma de agua. Este punto es de vital importancia, ya que se trata de uno de los tanques de almacenamiento que abastece directamente a la producción. En respuesta, se llevó a cabo un vaciado y limpieza exhaustiva del tanque. Una vez completada la limpieza, se incrementó la dosis de cloro para asegurar una desinfección completa del tanque y del agua que sería posteriormente enviada para su llenado.

7.3.3 ANÁLISIS DE FROTIS DE MANIPULADORES

Como señalan Valdiviezo y colaboradores en su artículo de 2006 para la Revista de Microbiología Social titulado *'Evaluación Microbiológica de Manipuladores de Alimentos en Tres Comedores Públicos en Cumana, Venezuela'*: el término 'manipulador de alimentos' se refiere a cualquier individuo que interactúa con los alimentos en cualquier fase, desde la producción hasta la entrega al cliente. Es crucial reconocer que uno de los riesgos más significativos de contaminación de los alimentos proviene del personal encargado de su manipulación. Estas personas actúan como posibles intermediarios en la transmisión de microorganismos a los alimentos. Por esta razón, se implementó la práctica de realizar frotis de manera semanal. Se seleccionaban al azar individuos de cada área para llevar a cabo el frotis de manos y así analizar la presencia de *E. coli y Staphylococcus aureus,* los resultados de dichos frotis se muestran en la ***tabla 13.***

Tabla 13. Conformidad microbiológica de frotis realizados a manipuladores por mes.

Mes	Cantidad de frotis realizados	Cantidad de frotis conformes	% de frotis conformes	Cantidad de frotis no conformes	% de frotis no conformes
Julio	120	110	91.6 %	10	8.4 %
Agosto	127	120	94.4 %	7	6.6 %
Septiembre	119	100	84 %	19	16 %
Octubre	126	118	93.6 %	8	6.4 %
TOTAL	492	448		44	

La ***Tabla 13*** refleja un cumplimiento destacado por parte de la mayoría de los trabajadores de la planta, en lo que respecta al adecuado lavado y desinfección de manos. Se registraron 448 frotis que resultaron conformes, es decir, sin la presencia de algún patógeno como *E.coli y Staphylococcus aureus*, de un total de 492 frotis realizados durante los meses

evaluados. Solamente se obtuvieron 44 frotis que no cumplieron con los criterios de conformidad.

Para mejorar esta tasa de conformidad, se implementaron charlas explicativas cada semana para minimizar la presencia de *E. coli* por el mal lavado a la hora de ir al baño, coincidiendo con la realización de los frotis de manos. En estas sesiones se proporcionó información sobre los motivos de realizar este procedimiento, los tipos de microorganismos que se buscaban, las posibles repercusiones de su presencia en los alimentos y la técnica correcta de lavado de manos.

7.3.4 ANÁLISIS DE SUPERFICIES DE EQUIPOS

Todos los equipos (silos, tanques, tolvas, envasadoras, esterilizadores, pasteurizador, marmita) usados en la empresa deben ser lavados y desinfectados con jabones y soda cáustica, este proceso es realizado por el mismo operario de la máquina y una vez lo haya realizado notifica al laboratorio para que se realice un frotis de superficie al equipo con la finalidad de que se le libere y pueda comenzar el proceso de producción, antes de hacer el frotis el personal de laboratorio hace una revisión visual y olfativamente, para poder hacer el frotis, sino pasa esta revisión, el operario debe lavar nuevamente el equipo. Los análisis que se les realizan son presencia o ausencia de *E. coli* y aerobios mesófilos como se muestra en la ***tabla 14*** , pero estos resultados no se pueden informar inmediatamente, este resultado se demora 48 horas para poder ser notificado por lo que ya es muy tarde para informar si el equipo es apto microbiológicamente o no autorizar el uso del equipo, por lo

que solo se informa en el sistema de calidad y se hace una recomendación al operario de la máquina y al personal de higienización para que haga un buen lavado de su equipo y no vuelva a presentarse ese resultado. No a todos los equipos se les realiza análisis microbiológico en la caja de Petri, a las envasadoras, esterilizadores y Flex se les realiza análisis por luminometría en un rango de 0-30 ATP.

Tabla 14. Conformidad microbiológica para E. coli y Aerobios mesófilos, en los equipos de producción

Mes	Cantidad de frotis realizados	Cantidad de frotis conformes	% de frotis conformes	Cantidad de frotis no conformes	% de frotis no conformes
Julio	473	473	100 %	0	0 %
Agosto	467	465	99.5 %	2	0.5 %
Septiembre	508	490	96.4 %	18	3.6 %
Octubre	522	519	99.4 %	3	0.6 %
TOTAL	1.970	1.947		23	

Los resultados obtenidos en la ***tabla 14***, demuestran que el lavado y desinfección de los silos, tanques y equipos pasteurizadores son adecuados, ya que los recuentos son satisfactorios para ausencia de *E. coli y Aerobios mesófilos*, en la gran mayoría de frotis, solo 23 de 1.970 frotis realizados en los últimos meses presentaron inconformidad al tener presencia de microorganismos patógenos como *E.coli* e indicadores como *Aerobios mesofilos* , bajo estos resultados en cada mes se les hizo recomendaciones e insistencia a los operarios y personal de higienización para que fueran más minuciosos y efectivos en el lavo correcto de estos equipos, ya que son uno de los puntos críticos sobre la calidad de la leche.

7.4 COMPARATIVO ENTRE EL MEDIO VRBL Y PETRFILM EC

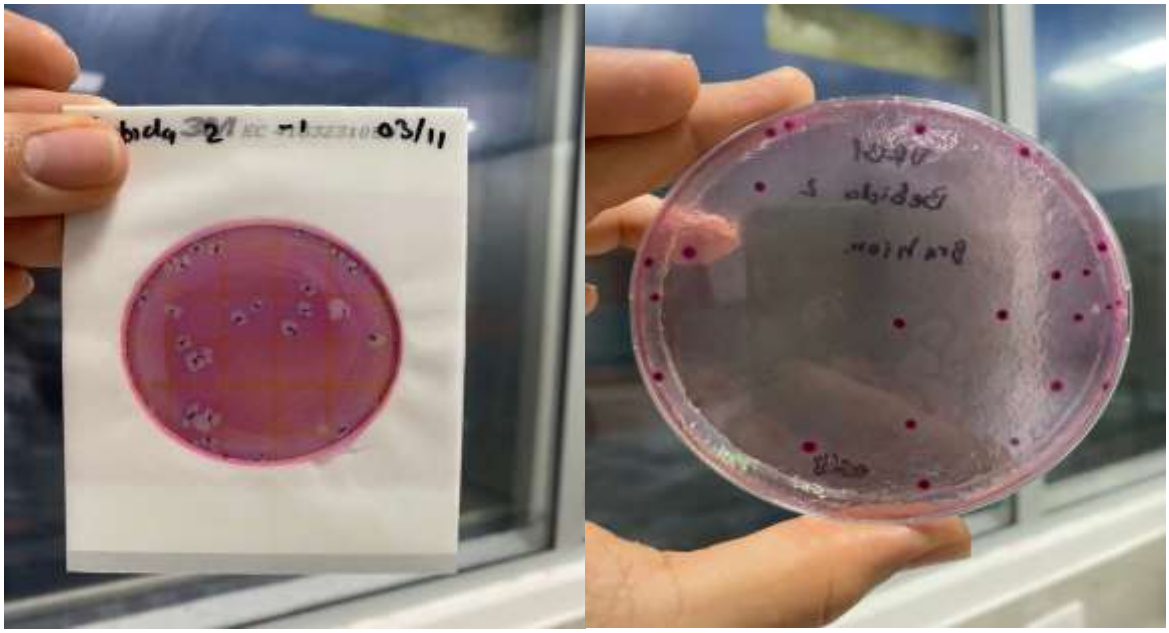
En la actualidad, la industria alimentaria busca métodos microbiológicos que proporcionen resultados de manera rápida y efectiva para verificar la calidad de los productos que se introducen en el mercado. Con este objetivo en mente, en la empresa láctea El Pomar, el laboratorio de microbiología se esfuerza por lograr esta eficiencia. En este contexto, se plantea el objetivo de comparar el método tradicional en placa de Petri con medio VRBL y Petrifilm EC para la identificación de coliformes y *E. coli*.

El comparativo entre estos dos métodos se llevó a cabo en tres repeticiones, cada una realizada por un analista diferente, utilizando tres productos lácteos distintos en su composición, para un total de nueve muestras para cada tipo de derivado, empleando tres muestras por derivado en cada repetición (***Imagen 8***). Se mantuvieron las mismas condiciones para todas las muestras. Estos productos fueron seleccionados de la siembra utilizada para evaluar la calidad de los derivados según la producción diaria. Se determinó que los productos estaban libres de contaminación y eran aptos para ser contaminados intencionalmente con el fin de llevar a cabo el estudio comparativo.

Imagen 8. Recuento en caja de Petri con medio VRBL y Petrifilm EC.



Imagen 9. Crecimiento típico de E. coli en medio VRBL y Petrifilm EC



Nota: La figura representa la morfología de E. coli en los medio VRBL y Petrifilm EC, donde se presentan una diferencia significativa según la coloración de la colonia. (Fuente propia,2023)

Pasado las 24 horas de incubación, se llevó a cabo el recuento del Petrifilm y la caja de petri con medio VRBL, para determinar la concentracion obtenida, los resultados detallados de este estudio se presentan en las tablas siguientes.

Tabla 15.Informe de resultados del comparativo entre el medio VRBL y Petrifilm EC.

	Bebida Láctea		*Yogurt Semidescremado*		*Yogurt Completo*		
	VRBL	Petrifilm EC	VRBL	Petrifilm EC	VRBL	Petrifilm EC	Absorbancia
Analista	UFC/ml	UFC/ml	UFC/ml	UFC/ml	UFC/ml	UFC/ml	
1	$2,1x10^6$	$0,04x10^6$	$1,2x10^6$	$1,8x10^6$	$2,0x10^6$	$1,7x10^6$	0,289
2	$5,5x10^6$	$4,5x10^6$	$5,9x10^6$	$6,1x10^6$	$1,3x10^6$	$1,4x10^6$	0,224
3	$16x10^6$	$14x10^6$	$2,4x10^6$	$4,0x10^6$	$3,0x10^6$	$0.87x10^6$	0,250
Desviación	$5,0x10^6$	$5,6x10^6$	$2,4x10^6$	$2,1x10^6$	$0,87x10^6$	$0,45x10^6$	

En la ***tabla 15*** se presenta el recuento informado utilizando la fórmula de la Norma Técnica Colombiana 4092, la cual tiene como objetivo asegurar la validez de los análisis microbiológicos de alimentos. Esta fórmula es aplicable únicamente al recuento en placa de Petri. Por otro lado, en el caso del método con Petrifilm EC, el recuento se informa de acuerdo con las especificaciones proporcionadas por la casa comercial, 3M. Es importante destacar que la identificación de *E. coli* puede variar según el país (3M, 2006). Por lo general, la forma de informar estos recuentos se rige por una normativa general para alimentos, en la cual se utiliza la NTC 4092 para el recuento de microorganismos, que incluye la fórmula y los rangos específicos para cada uno. Para determinar el cumplimiento o no del producto, se emplea la Resolución 2310 de 1986 emitida por el Ministerio de Salud y Protección Social.

En este comparativo, no se tuvieron en cuenta los rangos establecidos en la NTC 4092, ya que la finalidad no es emitir un veredicto de aceptación sobre el producto utilizado en el estudio, sino comparar la capacidad recuperadora y diferenciadora de cada método.

Para medir la capacidad recuperadora se llevó a cabo la contaminación de nueve productos lácteos de tres diferentes líneas y composición, para esto se estableció una muestra patrón con una determinada concentracion del microorganismo (E. coli ATCC8739), esta concentracion es basada en los datos teóricos del patrón McFarland 1, el cual posee 3,0x 10^8 UFC/ml y una absorbancia de 0,257. Para establecer dicho patrón se tomó como base a estos datos teóricos haciendo una dilución de la cepa E.coli T en un tubo con agua peptona estéril y midiendo la absorbancia con la finalidad de lograr una concentracion que este en el mismo rango del patrón McFarland, una vez obtenido la muestra patrón se realizó diluciones hasta 10^{-2}, debido a pruebas que se realizaron antes de este proceso y en donde se observó que las diluciones mayores a 10^{-3} no presentaban crecimiento en Petrifilm EC y VRBL en caja de Petri. La razón de esta ausencia de crecimiento se debe a la aplicación de bajas temperaturas al producto después de ser contaminado , es decir se llevaron a refrigerar para brindarles las mismas condiciones de un producto totalmente inocuo que se va a analizar para determinar su calidad microbiológica, por esta razón se puede observar en la tabla 15, concentraciones del microorganismos muy altas , puesto que la dilución de 10^{-2} contiene una carga microbiana alta .Es importante señalar que la desviación que se presenta podrían deberse a posibles errores humanos, como una toma incompleta del inóculo, es decir, un mal pipeteo en la siembra, o una variación en la

temperatura de refrigeración después de la contaminación del producto, esto se deduce por los diferentes recuentos que se presentan en el mismo producto pero en diferente analista, cabe resaltar que cada analista hizo el ensayo en días diferentes según la disponibilidad de producción del derivado ,Sin embargo, se puede observar de estos resultados que los dos métodos poseen una capacidad alta en recuperar la concentracion del microorganismo pero que ligeramente el método Petrifilm EC es mucho más eficiente y además en cuanto a la identificación de *E. coli* y coliformes, es más diferencial, ya que colorea a *E. coli* en azul o púrpura debido al indicador tetrazolio y la beta-glucoronidasa. En cambio, en el medio VRBL, el color es rosado y podría confundirse con los coliformes presentes en la muestra (***Imagen 9***). Además de proporcionar coloración, el Petrifilm EC tiene una lámina que lo cubre y ayuda a atrapar el gas producido por *E. coli*, dado que el 95 % de este microorganismo tiene la capacidad de generar gas (3M, 2006).

8. CONCLUSIONES

Lácteos El Pomar tiene como objetivo principal brindar un producto de calidad y esto se ve reflejado en los análisis microbiológicos que están establecidos a lo largo de cada punto de producción desde las materias primas, hasta el producto terminado. A partir de este trabajo de verificación se pudo concluir:

- Las materias primas cumplen con los estándares microbiológicos y se confirma la información brindada por el proveedor en sus certificados de calidad, asegurando la calidad de los ingredientes y descartando que estos sean una posible causa de contaminación en dado caso que se presentara una alteración en el producto.

- El proceso de producción de cada derivado se lleva a cabo bajo las mejores condiciones microbiológicas cumpliendo con las mismas, gracias al monitoreo constante de cada punto de elaboración del producto, lo que ha ayudado a corregir y ser minuciosos con los lavados de los tanques y trompos que se usan para la fabricación de cada referencia.

- Los productos terminados atienden a las exigencias microbiológicas propuestas por la normativa según la referencia fabricada, esto se debe al seguimiento continuo que se da en toda la cadena de producción, desde la recepción de las materias primas hasta la liberación del producto para la venta. Sin embargo, se debe tener en cuenta el correcto lavado de manos de los manipuladores y operarios de máquinas.

- El proceso de monitoreo ambiental es muy satisfactorio, ya que los resultados microbiológicos que se obtuvieron en los demás puntos de la cadena de fabricación fueron adecuados; no obstante, sin un buen tratamiento de agua potable la preparación de los productos, el lavado de las manos de los manipuladores, equipos y áreas de producción presentarían presencia de microorganismos alterantes como *aerobios mesófilos* y patógenos como *E. coli* dentro del producto terminado, además de mohos y levaduras.

Con base en los resultados obtenidos en el análisis microbiológico, podemos concluir que los objetivos propuestos para este estudio han sido satisfactoriamente alcanzados.

En primer lugar, la evaluación de los procesos de análisis microbiológicos aplicados en la planta de lácteos El Pomar revela que cumplen con los estándares de calidad, garantizando así un nivel elevado de calidad e inocuidad en los productos. Esta garantía se atribuye a la implementación de buenas prácticas de limpieza y desinfección, es decir, a los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), así como al protocolo de búsqueda de errores que se activa ante cualquier alteración en los productos. En caso de desviaciones, se aplican acciones correctivas de manera inmediata para asegurar la calidad de los demás productos en proceso de fabricación. Se concluye, además, que las pocas novedades o alteraciones detectadas en los productos son mayoritariamente responsabilidad de los manipuladores de máquinas y productos, quienes no realizaron el adecuado lavado y desinfección de equipos y manos.

En relación al último objetivo, que trata sobre la comparación entre el método tradicional de siembra en caja de Petri con medio VRBL y el uso de Petrifilm EC para la identificación de *E. coli* en derivados lácteos, se cumple con la especificidad de ambos métodos para la identificación de este microorganismo alterante. Sin embargo, se destaca que el método Petrifilm EC se presenta como una alternativa más práctica, rápida y con una leve mejor capacidad recuperadora del microorganismo al presentar mayor recuento. Además, posee la capacidad de ser más específico al diferenciar entre coliformes totales y fecales. Dada su rapidez, proporciona resultados en un tiempo menor, cumpliendo así con la necesidad de agilizar la liberación de los productos fabricados al mercado.

9. RECOMENDACIONES

Aunque los resultados hayan cumplido con las normativas establecidas, y la empresa aplique varios planes correctivos sobre los errores en la cadena producción en cuanto a contaminación, se recomienda:

- Realizar charlas sobre el correcto lavado de manos y establecer de manera obligatoria el lavado de manos a los trabajadores según el área y trabajo desempeñado ***tabla 17***. Estos lavados deben ser supervisados por el jefe de área, control y calidad y el auditor de (BPM).

ÁREA	PROCESO DE LAVADO DE MANOS
OPERARIOS MÁQUINAS UHT	Lavarse al inicio, mitad y final de turno, después de lavar y preparar la máquina para comenzar la producción.
OPERARIOS DE DERIVADOS	Lavarse al inicio, mitad y final de turno, después de cada preparación de producto y lavado de pisos y tanques.
ENVASADORES DERIVADOS	Lavarse al inicio, mitad y final de cada producción, y después de cada lavado de máquinas y pisos.
CONTROL DE CALIDAD	Lavarse al inicio, mitad y final de turno. Para laboratorio de microbiología, lavarse las manos antes de cada proceso de siembra y tomas de muestra de agua, materias primas y frotis (manos y superficies).
DEMÁS ÁREAS	Lavarse al inicio, mitad y final de turno y cada vez que se haga el ingreso a las áreas de UHT y derivados.

10. REFERENCIAS

3M. (2006). Placas Petrifilm™ para el Recuento de *E. coli*/Coliformes. 3M. Guía de interpretación. [Archivo PDF]. https://multimedia.3m.com/mws/media/444950O/3m-petrifilm-e-coli-coliform-count-plate-interpretation-guide-spanish.pdf

Avantor. (2021). Chromocult Coliform Agar. VWR International. [Archivo PDF]. https://www.reactivosparadiagnostico.com/customers/viewTDS.php?file=301274ZA_ES.pdf&id=aa4e967ccba9911c33617ff67e4a3220ae7cc254d558b81

Bioagar. (2022). Plate Count Agar (PCA). Bioeser. [Archivo PDF]. https://www.bioser.com/wp-content/uploads/2022/05/032031030_ES-PCA-TLHTh.pdf

Bioagar. (2022). Violet Red Bile Glucose Agar (VRBG). Bioser. [Archivo PDF]. https://www.bioser.com/wp-content/uploads/2022/05/FT_Violet-Red-Bile-Glucose-Agar-VRBG-200-ml-032039010.pdf

Biokardiagnostics. (2022). VRBL Agar. Bioser. [Archivo PDF]. https://www.bioser.com/wp-content/uploads/2022/05/TDS_VRBL-AGAR_BK152_BM034_BM035_ENv8.pdf

Britania. (2021). Baird Parker Agar Base. Britanialab. [Archivo PDF]. https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_607060f71db9b.pdf

Britania. (2021). E.M.B. Agar (con Eosina y Azul de Metileno). Britanialab. [Archivo PDF]. https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_6054e713a290e.pdf

Britania. (2021). Tripteína Soya Agar. Britanialab. [Archivo PDF]. https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_6054e7678b1e3.pdf

Burbano, R.M., Carrascal, C.A.K., & Páez M., A. (2003). Manual de laboratorio: microbiología de alimentos. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Cámara de comercio Antioquia. (2021). Contexto, tendencias y oportunidades de mercado de los Derivados Lácteos en Antioquia. [Archivo PDF]. https://ccoa.org.co/wp-content/uploads/2021/04/ESTUDIO-DE-TENDENCIAS-DERIVADOS-LACTEOS-2021.pdf

Camaró, L, García, R., Cuenca, V., Martínez, P. (2013). Procedimientos De Microbiología Clínica Validación y verificación analítica de los métodos microbiológicos. Pág. 2-3. [Archivo PDF]. https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia48.pdf

Cañes, M., Monserrat, A. (2015). Validation of an analytical method for uv-visible spectrophotometric phosphorus determination. Volumen XVII, número III. Universidad de Sonora México.

Carrisoza, I. (2022). Principales pruebas de calidad de leche, factores que la afectan y cómo corregirlos. Ganaderia.com. https://www.ganaderia.com/destacado/principales-pruebas-de-calidad-de-leche-factores-que-la-afectan-y-como-corregirlos

Casano, P., Garcia, J. (1983). La calidad higiénica de la leche. Núm. 14183 HD. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1983_14.pdf

Chaves, M. (2024). NTC 4433 Esterilidad Comercial en Alimentos. Academi.edu. [Archivo PDF].https://www.academia.edu/17661276/NTC_4433_Esterilidad_Comercial_en_Alimentos

Chesniuk, S. (2020). Conceptos básicos relacionados con los microorganismos en los alimentos y el muestreo: parte 1.Metroquimica.net. https://metroquimica.net/blogs/news/conceptos-basicos-relacionados-con-los-microorganismos-en-los-alimentos-y-el-muestreo-parte-1

Condalab. (2022). Agar Cloranfenicol (Agar YGC). [Archivo PDF]. file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/1301_es_2.pdf

De la Cruz, E.G., Simbaña, D.P. & Bonifaz, N. (2018). Gestión de calidad de leche de pequeños y medianos ganaderos de centros de acopio y queserías artesanales, para la mejora continua. caso de estudio: Carchi, Ecuador. LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida, 27(1), 124-136. https://www.redalyc.org/journal/4760/476054842010/476054842010.pdf

Díaz, I. (2013). Leche y productos lácteos. Alimentos con historia. [Archivo PDF]. https://www.mapa.gob.es/ca/megustalaleche/estudios-e-informes/1365434231_Leche_y_productos_lacteos_126_pag_058-066_yubero_tcm34-213358.pdf

Fajardo, J. (2018). Los desafíos del sector lácteo colombiano. Portafolio. https:// n9.cl/vw1s

Food and Agriculture Organisation. (2023). Calidad y evaluación. Portal lácteo. Recuperado de: https://www.fao.org/dairy-production-products/products/calidad-y-evaluacion/es/

Food and Agriculture Organisation. (2017). Calidad y evaluación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. https://goo.gl/ Fg7nV8.

Guzmán, L., Nava, G., Díaz., P. (2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012. Scielo. Biomédica vol.35 no.spe Bogotá Aug. 2015. https://www.minsalud.gov.co/Normativa/PublishingImages/Paginas/analisis-de-impacto-normativo/AIN%20-%20Productos%20l%C3%A1cteos_%C3%A1rbolproblemas.pdf

Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. (2023). Sector lácteo de las Américas es fundamental para la seguridad alimentaria de la región, afirman expertos convocados por el IICA. https://iica.int/es/prensa/noticias/sector-lacteo-de-las-americas-es-fundamental-para-la-seguridad-alimentaria-de-la

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. (2023). Que hacemos. Colombia potencia de vida. https://www.invima.gov.co/que-hacemos#:~:text=Proteger%20y%20promover%20la%20salud%20de%20la%20poblaci%C3%B3n%2C%20mediante%20la,productos%20objeto%20de%20vigilancia%20sanitaria.

Lacteos.com. (septiembre 6 de 2022). *¿Qué son los aerobios mesofilos?* https://www.lacteoslatam.com/que-son-los-aerobios-mesofilos/

Leche y derivados. (s.f). Temático 8 asturias. [Archivo PDF]. https://tematico8.asturias.es/export/sites/default/consumo/seguridadAlimentaria/seguridad-alimentaria-documentos/lacteos.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social Decreto 2310 de 1986. Por la cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979, en lo referente a procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los Derivados Lácteos.4 de febrero de 1986. https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/OT/Resolucion-2310-de-1986.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social Decreto 616 del 2006. Por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expenda, importe o exporte en el país. 28 de febrero de 2006. https://www.invima.gov.co/documents/20143/441425/decreto_616_2006.pdf/f8b54cba-0cdc-d463-f932-5533cce8adbe

Ministerio de Salud y Protección Social Resolución 003929 de 2013. Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas y las bebidas con adición de jugo (zumo) o pulpa de fruta. 2 de octubre de 2013.https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-3929-de-2013.pdf

Ministerio de salud y Protección Social Resolución 1407 del 2022. Por la cual establece los criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas para consumo humano, con el fin de proteger la salud humana. 5 de febrero de 2022. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%201407%20de%202022.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social Resolución 2674 de 2013. Donde estable los requisitos sanitarios que deben cumplir las personas naturales ylo jurídicas que ejercen actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas de alimentos y los requisitos para la notificación, permiso o registro sanitario de los alimentos, según el riesgo en salud pública, con el fin de proteger la vida y la salud de las personas https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2674-de-2013.pdf

Ministerio de salud y Protección Social. (s.f). Análisis de impacto normativo productos lácteos. Subdirección salud nutricional, alimentos y bebidas. [Archivo PDF].

OECD/FAO (2019). OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028. https://www.oecdilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2019- 2028_agr_outlook-2019-en

Ramírez. (2013). Validación y verificación de métodos en el laboratorio clínico. [Archivo PDF]https://www.ispch.cl/sites/default/files/Valididaci%C3%B3n_Verificaci%C3%B3n%20V%20RAMIREZ.pdf

Tarazona, L., Villate, J., Forero, E., Grijalba, J., Vargas, J., Andrade, R. (2019). Presencia de microorganismos micóticos en leche cruda de tanques de enfria-miento en el Altiplano Boyacense (Colombia). Revista CES Med. Zootec, Vol. 14 (2): 8-17. https://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/4717

Valdiviezo, N., Villalobos, l., Martínez, R., (2006). Evaluación microbiológica en manipuladores de alimentos de tres comedores públicos en Cumana - Venezuela. *Rev. Soc. Ven. Microbiol.* {En línea}. vol.26, n.2, pp. 95-100. ISSN 1315-2556.

Vera Maldonado, K.D. (2016). Informe de trabajo de Grado modalidad Pasantía desarrollado en la Empresa lácteos el pomar, Cajicá-Cundinamarca. Trabajo de grado Universidad de Pamplona.

Vicepresidencia. (2019). Habría fondo para que los más pobres consuman leche. Diario la economía. https://diariolaeconomia.com/notas-de-la-finca/item/4770-habria-fondo-para-que-los-mas-pobres-consuman-leche.html

ANEXOS

Anexo 1. *Imagen 1. Estadístico de materias primas*

FECHA	CODIGO MUESTRA	MATERIA PRIMA	FV	LOTE	RTO MESOFILOS UFC (<10)	RTO MOHOS UFC(<10)	RTO COLIFORMES(<10)
7-sep.-23	16	BASE DE FRUTA PARA YOGURT DE COCO	5-mar.-24	040013090523	10	<10	<10
7-sep.-23	17	BASE DE FRUTA PARA YOGURT DE COCO	4-mar.-24	040013090423	10	<10	<10
13-sep.-23	18	BASE DE FRUTA LIGHT FRUTOS AMARILLOS	24-ene.-23	040015073423	10	<10	<10
13-sep.-23	19	BASE DE FRUTA LIGHT COCO	10-mar.-24	040016091023	<10	<10	<10
13-sep.-23	20	BASE DE FRUTA PARA YOGURT DE FRESA	4-mar.-24	040002090423	<10	<10	<10
13-sep.-23	21	BASE DE FRUTA PARA YOGURT DE COCO	6-mar.-24	040013090623	<10	<10	<10
14-sep.-23	22	BASE DE FRUTA PARA YOGURT RON CON PASAS	11-mar.-24	040012091123-2	<10	<10	<10
14-sep.-23	23	BASE DE FRUTA PARA YOGURT RON CON PASAS	11-mar.-24	040012091123	<10	<10	<10
14-sep.-23	24	BASE DE FRUTA PARA YOGURT FRESA	11-mar.-24	040002091123	<10	<10	<10
14-sep.-23	25	BASE DE FRUTA PARA YOGURT MELOCOTON	12-mar.-24	040006091223	<10	<10	<10
16-sep.-23	26	AZUCAR	13-sep.-25	676183 a 679557	20	<10	<10
16-sep.-23	27	TRIPOLIFOSFATO	23-jun.-25	10165196	<10	<10	<10
22-sep.-23	1	BASE DE FRUTA PARA YOGURT DE COCO	14-mar.-24	040013091423	<10	<10	<10
22-sep.-23	2	BASE DE FRUTA PARA YOGURT DE COCO	16-mar.-24	040013091623	<10	<10	<10
22-sep.-23	3	BASE DE FRUTA PARA YOGURT DE COCO	18-mar.-24	040013091823	<10	<10	<10
22-sep.-23	4	SOBRE COPA MINI TRUFA MUIII	13-dic.-23	16258	<10	<10	<10
22-sep.-23	5	NATURAL FLAVOR	9-ago.-23	F2211127LJ	<10	<10	<10
26-sep.-23	1	BASE DE FRUTA PARA YOGURT DE COCO	18-mar.-24	040013091823-2	<10	<10	<10
26-sep.-23	2	BASE DE FRUTA PARA YOGURT RON CON PASAS	19-mar.-24	040012091923-2	<10	<10	<10
26-sep.-23	3	BASE DE FRUTA PARA YOGURT RON CON PASAS	19-mar.-24	040012091923	<10	<10	<10

Nota: Se representa el Excel de materias primas, donde están todos los datos que se registran y los análisis que se realizan a cada materia prima. Tomado de Lácteos El Pomar (2023).

Anexo 2. Imagen 2. Estadístico de derivados en proceso y producto terminado

FECHA DE ANALISIS	NUMERO DE MUESTRA	REFERENCIA	SABOR	PRESENTACION	TANQUE	HORA	LOTE	FECHA DE FABRICACION	FECHA DE VENCIMIENTO	RECUENTO DE MESOFILOS AEROBIOS ufc/g	RECUENTO DE COLIFORME S TOTALE Max 1	RECUENTO DE COLIFORME S FECALES
1-sep.-23	1	LECHE DE INICIO	KUMIS		T3P	20:40		31-ago.-23			>1600	<10
1-sep.-23	2	LECHE CONINGREDIENTES	KUMIS		T3P	0:20		1-sep.-23			>1600	<10
1-sep.-23	3	INICIO GEA	KUMIS		T3P	0:35		1-sep.-23			<10	<10
1-sep.-23	4	INICIO PASTEURIZACION	KUMIS		T3P	0:35		1-sep.-23			<10	<10
1-sep.-23	5	MITAD GEA	KUMIS		T3P	1:25		1-sep.-23			<10	<10
1-sep.-23	6	MITAD PASTEURIZACION	KUMIS		T3P	1:25		1-sep.-23			<10	<10
1-sep.-23	7	FINAL GEA	KUMIS		T3P	2:15		1-sep.-23			<10	<10
1-sep.-23	8	FINAL PASTEURIZACION	KUMIS		T3P	2:15		1-sep.-23			<10	<10
1-sep.-23	9	DESPUES DE SIEMBRA	KUMIS		T3P	3:13		1-sep.-23			<10	<10
2-sep.-23	18	INICIO FRIO	KUMIS		T3P - T3 BB	14:05		1-sep.-23			<10	<10
2-sep.-23	19	MITAD FRIO	KUMIS		T3P - T3 BB	15:37		1-sep.-23			<10	<10
2-sep.-23	20	FINAL FRIO	KUMIS		T3P - T3 BB	17:40		1-sep.-23			<10	<10
2-sep.-23	21	LATTI	KUMIS	GARRAFA 1000 ML	T3 BB	0:01	0209	2-sep.-23	18-oct.-23		<10	<10
2-sep.-23	22	LATTI	KUMIS	GARRAFA 1000 ML	T3 BB	2:33	0209	2-sep.-23	18-oct.-23		<10	<10
2-sep.-23	23	LATTI	KUMIS	GARRAFA 1000 ML	T3 BB	4:03	0209	2-sep.-23	18-oct.-23		<10	<10
2-sep.-23	24	LATTI	KUMIS	GARRAFA 1000 ML	T3 BB	7:36	0209	2-sep.-23	18-oct.-23		<10	<10
2-sep.-23	25	LATTI	KUMIS	GARRAFA 1000 ML	T3 BB	9:56	0209	2-sep.-23	18-oct.-23		<10	<10
2-sep.-23	38	POMAR	KUMIS	VASO 150 ML	T3 BB	23:17	0109	1-sep.-23	17-oct.-23		<10	<10
2-sep.-23	39	POMAR	KUMIS	VASO 150 ML	T3 BB	23:31	0109	1-sep.-23	17-oct.-23		<10	<10

ACEPTABILIDAD O RECHAZO POR CT Y CF	ENTEROBACTERIAS	RECUENTO DE Staphylococcus aureus	RECUENTO DE HONGOS Y LEVADURAS (MAXIMO 500 ufc/ml)	RESPONSABLE
				BRAHIAN PARRA
				BRAHIAN PARRA
				BRAHIAN PARRA
				BRAHIAN PARRA
				BRAHIAN PARRA
				BRAHIAN PARRA
				BRAHIAN PARRA
				BRAHIAN PARRA
				BRAHIAN PARRA
				BRAHIAN PARRA
				BRAHIAN PARRA
				BRAHIAN PARRA
CONFORME			10	BRAHIAN PARRA
			10	BRAHIAN PARRA
			<10	BRAHIAN PARRA
			<10	BRAHIAN PARRA
			<10	BRAHIAN PARRA
			<10	BRAHIAN PARRA
			<10	BRAHIAN PARRA

Nota: La imagen representa el estadístico de Excel de derivados, donde se puede observar la secuencia registrada para una sola línea de productos y todos los datos exigidos para tal producto. Tomado de Lácteos El Pomar (2023).

Anexo 3. Imagen 3. Estadístico frotis de equipos

FECHA MUESTREO	FECHA DE ANALISIS	No. LAB	PUNTO	RTO COLIFORMES TOTALES (AUSENCIA-PRESENCIA)	RTO E. coli (AUSENCIA-PRESENCIA)	MESOFILO	PROCESO	OPERARIO	RESPONSABLE
1-sep.-23	2-sep.-23	1	TANQUE 2	AUSENCIA	AUSENCIA	PRESENCIA	HIGIENIZACION	ROGER	MARCELA CAICEDO
1-sep.-23	2-sep.-23	2	SILO 3	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	HIGIENIZACION	MANUEL CASAS	JHON FREDY RINCON
1-sep.-23	2-sep.-23	3	MARMITA	AUSENCIA	AUSENCIA	PRESENCIA	HIGIENIZACION	RAUL TORRES	DANILO ESQUIVEL
1-sep.-23	2-sep.-23	3	SILO 6	PRESENCIA	AUSENCIA	PRESENCIA	HIGIENIZACION	MANUEL CASAS	DANILO ESQUIVEL
1-sep.-23	2-sep.-23	4	LICUADORA INDUSTRIAL	AUSENCIA	AUSENCIA	PRESENCIA	HIGIENIZACION	RAUL TORRES	DANILO ESQUIVEL
1-sep.-23	2-sep.-23	5	BLENDER	PRESENCIA	AUSENCIA	PRESENCIA	HIGIENIZACION	MANUEL CASAS	DANILO ESQUIVEL
1-sep.-23	2-sep.-23	6	EMBUDO MARMITA	AUSENCIA	AUSENCIA	PRESENCIA	HIGIENIZACION	RAUL TORRES	DANILO ESQUIVEL
1-sep.-23	2-sep.-23	7	TANQUE 5	AUSENCIA	AUSENCIA	PRESENCIA	HIGIENIZACION	MANUEL CASAS	DANILO ESQUIVEL
1-sep.-23	2-sep.-23	8	TANQUE 2	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	HIGIENIZACION	ROGER MATHOS	FISICOQUIMICOS
2-sep.-23	3-sep.-23	9	EMBUDO MARMITA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	HIGIENIZACION	YESSID RINCON	FISICOQUIMICOS
2-sep.-23	3-sep.-23	10	FILTRO MARMITA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	HIGIENIZACION	YESSID RINCON	FISICOQUIMICOS
2-sep.-23	3-sep.-23	11	BOLSA #11	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	HIGIENIZACION	YESSID RINCON	FISICOQUIMICOS
2-sep.-23	3-sep.-23	12	BOLSA #21	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	HIGIENIZACION	YESSID RINCON	FISICOQUIMICOS
2-sep.-23	3-sep.-23	13	BOLSA #31	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	HIGIENIZACION	YESSID RINCON	FISICOQUIMICOS
2-sep.-23	3-sep.-23	14	BOLSA #41	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	HIGIENIZACION	YESSID RINCON	FISICOQUIMICOS
2-sep.-23	3-sep.-23	15	BOLSA #51	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	HIGIENIZACION	YESSID RINCON	FISICOQUIMICOS
2-sep.-23	3-sep.-23	16	BOLSA #61	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	HIGIENIZACION	YESSID RINCON	FISICOQUIMICOS
2-sep.-23	3-sep.-23	17	BOLSA #71	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	HIGIENIZACION	YESSID RINCON	FISICOQUIMICOS

Nota: Esta figura representa el Excel donde se registran los frotis de cada equipo antes de hacer la siembra, además se encuentran los resultados microbiológicos de estos donde se clasifica en ausencia o presencia. Tomado de Lácteos El Pomar (2023).

Anexo 4. Imagen 4. Estadístico medición de ambientes.

FECHA	MUESTRA	RTO MESOFILOS UFC (30)	RTO MOHOS UFC (20)	RTO LEVADURA UFC (20)	RESPONSABLE
8-sep.-23	A3-1 PRIMER PISO	10	3	0	BRAHIAN PARRA
8-sep.-23	A3-1 SEGUNDO PISO	2	1	0	BRAHIAN PARRA
8-sep.-23	ONE HEAT	10	1	0	BRAHIAN PARRA
8-sep.-23	FLEX	4	3	0	BRAHIAN PARRA
8-sep.-23	A3-2 PRIMER PISO	8	12	1	BRAHIAN PARRA
8-sep.-23	A3 -2 SEGUNDO PISO	3	4	0	BRAHIAN PARRA
8-sep.-23	ELECSTER 1	0	3	0	BRAHIAN PARRA
8-sep.-23	ELECSTER 2	2	2	0	BRAHIAN PARRA
8-sep.-23	TBA19	3	1	0	BRAHIAN PARRA
8-sep.-23	A3-3 PRIMER PISO	4	3	0	BRAHIAN PARRA
8-sep.-23	A3 -3 SEGUNDO PISO	6	2	0	BRAHIAN PARRA
8-sep.-23	ESTERILIZADOR 1	5	2	0	BRAHIAN PARRA
8-sep.-23	ESTERILIZADOR 2	1	1	0	BRAHIAN PARRA

Nota: La figura representa el Excel de ambientes, donde se encuentran mostrados algunos puntos de muestreo. Tomado de Lácteos El Pomar (2023).

Anexo 5. Imagen 5. Estadístico de aguas.

FECHA	No. LAB	PRODUCTO	RTO MESOFILOS UFC/100ml	RTO COLIFORMES TOTALES ufc/100 ml	RTO E. coli UFC/100ml	RESPONSABLE ANALISIS	RESPONSABLE TOMA DE MUESTRA
4-sep.-23	1	T17	0	0	0	MARCELA CAICEDO	BRAHIAN PARRA
4-sep.-23	2	T18	0	0	0	BRAHIAN PARRA	BRAHIAN PARRA
4-sep.-23	3	T19	0	0	0	BRAHIAN PARRA	BRAHIAN PARRA
4-sep.-23	4	T20	0	0	0	BRAHIAN PARRA	BRAHIAN PARRA
4-sep.-23	5	MANGUERA E1 UHT	0	0	0	BRAHIAN PARRA	BRAHIAN PARRA
4-sep.-23	6	LAVAMANOS INGRESO DERIVADOS	0	0	0	BRAHIAN PARRA	BRAHIAN PARRA
4-sep.-23	7	LAVAMANOS INGRESO HIGIENIZACIÓN	3	0	0	BRAHIAN PARRA	BRAHIAN PARRA
4-sep.-23	8	MANGUERA AZUL A3-2 UHT	0	0	0	BRAHIAN PARRA	BRAHIAN PARRA
4-sep.-23	9	LAVAMANOS INGRESO CASINO	2	0	0	BRAHIAN PARRA	BRAHIAN PARRA
4-sep.-23	10	LAVAMANOS INGRESO LABORATORIO	5	0	0	BRAHIAN PARRA	BRAHIAN PARRA
4-sep.-23	11	MANGUERA ROJA SEGUNDO PISO DERIVADOS	0	0	0	BRAHIAN PARRA	BRAHIAN PARRA
4-sep.-23	12	LAVAMANOS SEGUNDO PISO DERIVADOS	0	0	0	BRAHIAN PARRA	BRAHIAN PARRA
4-sep.-23	13	LAVAMANOS INGRESO UHT	0	0	0	BRAHIAN PARRA	BRAHIAN PARRA

Nota: La figura representa los resultados y los diferentes puntos en los que se hace la toma de muestra. Tomado de Lácteos El Pomar (2023).

Anexo 6. Imagen 6. Estadístico frotis de manipuladores

No. LAB	FECHA TOMA DE MUESTR	FECHA DE SIEMBRA	MANIPULADOR	RTO COLIFORMES TOTALE*	RTO E. coli	UNIFORME	Staphylococcus aureu	AREA
12	20-sep.-23	21-sep.-23	PAUL CHRISTANCHO	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	OURTSORCING
13	20-sep.-23	21-sep.-23	ADRIANA RIAÑOS	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	UHT
14	20-sep.-23	21-sep.-23	CESAR RODRIGUEZ	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	UHT
15	20-sep.-23	21-sep.-23	YEISON PARRA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	UHT
16	20-sep.-23	21-sep.-23	LUZ SANCHEZ	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	CONTROL CALIDAD
17	20-sep.-23	21-sep.-23	VLADIMIR GERENA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	UHT
18	20-sep.-23	21-sep.-23	LEONARDO BOLIVAR	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	UHT
19	20-sep.-23	21-sep.-23	AURA PARRA	PRESENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	UHT
20	20-sep.-23	21-sep.-23	DUVAN PULIDO	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	UHT
21	20-sep.-23	21-sep.-23	DIEGO MURCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	UHT
22	20-sep.-23	21-sep.-23	HENAO	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	HIGIENIZACION
23	20-sep.-23	21-sep.-23	RAUL TORRES	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	HIGIENIZACION
24	21-sep.-23	22-sep.-23	RAUL TORRES Y YESSID RINCON	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	HIGIENIZACION
25	21-sep.-23	22-sep.-23	JOSE MOLINA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	HIGIENIZACION
26	24-sep.-23	25-sep.-23	RAUL TORRES	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	HIGIENIZACION

Nota: Esta figura muestra el Excel de frotis de manipuladores, donde están registrados algunos de los nombres a los que se les realizó el frotis y toda la información pertinente. Tomado de Lácteos El Pomar (2023).

Anexo 7. Imagen 7. Medición de la absorbancia en espectrofotómetro



Nota: La figura representa la medición de la absorbancia por medio de espectrofotómetro, y se puede ver el resultado obtenido, el cual es el usado para un patrón McFarland de 1. (Fuente propia, 2023)

Anexo 8. Tabla con la cantidad de inóculo según el volumen del producto, por cada 100 ml se inocula 1 ml. (Fuente propia, 2023).

Completo Pomar (vaso 150 ml)	**Semidescremado (vaso 150)**	**Bebida láctea (vaso 173 ml)**
1.5 ml	1.5 ml	1.73
1.5 ml	1.5 ml	1.73
1.5 ml	1.5 ml	1.73
4.5 = 1 tubo	4.5 = 1 tubo	5.19 = 1 tubo