CONTROL DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE YOGURT EN LA EMPRESA FRESKALECHE S.A.S. BUCARAMANGA.

ERIKA VIVIANA CALDERON ANTOLINEZ

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE MICROBIOLOGIA
2023

CONTROL DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE YOGURT EN LA EMPRESA FRESKALECHE S.A.S. BUCARAMANGA.

ERIKA VIVIANA CALDERON ANTOLINEZ

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MICROBIÓLOGO

TUTOR ACADEMICO
YESID FABIAN ACEVEDO
Magister en Ciencias Biotecnología.

DIRECTORA DE TRABAJO
ARYLI AULIANA PABA RINCON
Especialista Aseguramiento de la Calidad

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE MICROBIOLOGIA
2023

NOTA DE ACEPTACIÓN:

_____

_____

_____

_____

_____

Firma Del Jurado

_____

Firma Del Jurado

_____

Firma Del Jurado

AGRADECIMIENTOS.

En primer lugar, agradezco a Dios Todopoderoso, por el don de la vida, por sus bendiciones y por permitirme culminar esta etapa de mi formación como profesional.

A mis padres Marelia y Arturo, gracias porque con su amor y trabajo me educaron y me han apoyado durante toda mi formación académica, gracias por la confianza que han depositado en mí, por promover mis sueños, por sus sacrificios y por sus enseñanzas.

A mis hermanos Alonso y Leonardo gracias por su colaboración y acompañamiento en cada momento.

A mi nona Rosa Delia, gracias por sus cuidados, por inculcarnos valores con humildad y cariño, por corregirnos cuando ha sido necesario y encomendarnos siempre a todos sus santos.

A mi tía Edy, gracias por su apoyo incondicional, por su ejemplo de superación por sus consejos y por sus llamados de atención, que me han hecho reflexionar y mejorar como persona.

A mis profesores, gracias por brindarme sus conocimientos y orientarme con paciencia y vocación, durante mi carrera.

A mis compañeros y amigos de estudio, gracias por compartir los buenos y los malos momentos, por su complicidad, su confianza y su afecto.

RESUMEN

El propósito del presente trabajo fue realizar un control de la calidad microbiológica en la línea de producción de yogurt en la empresa FRESKALECHE S.A., durante un periodo comprendido desde septiembre a noviembre de 2022, realizando análisis microbiológicos en materias primas empleadas en la elaboración de yogurt como lo son: leche cruda (aerobios mesófilos y psicrófilos); leche termizada (enterobacterias, aerobios mesófilos y psicrófilos); otras materias primas como azúcar, leche en polvo, sirope realizando análisis de enterobacterias, aerobios mesófilos y mohos y levaduras. Adicionalmente, se realizaron análisis microbiológicos a la línea de producción de yogurt, en cada etapa del proceso. Análisis de ambientes y manipuladores de la planta de yogurt para dar cumplimiento a las normas internas de calidad de la empresa y cumpliendo con los cronogramas establecidos.

Se verificó la calidad microbiológica de las materias primas utilizadas en la elaboración de yogurt y línea de producción de yogurt, cumpliendo los criterios de calidad establecidos por la empresa.

Se evaluaron ambientes y manipuladores con resultados aceptables para los parámetros de calidad de la empresa, indicando buenas prácticas de limpieza y desinfección.

ABSTRACT

The purpose of this work was to perform a microbiological quality control in the yogurt production line at the company FRESKALECHE S.A., during a period from September to November 2022, performing microbiological analyses on raw materials used in the production of yogurt such as: raw milk (mesophilic aerobios and psichrophiles); thermized milk (enterobacteria, mesophilic aerobios and psichrophiles); other raw materials such as sugar, milk powder, syrup performing analysis of enterobacteria, mesophilic aerobios and molds and yeasts. In addition, microbiological analyses were performed on the yogurt production line at each stage of the process. Analysis of environments and manipulators of the yogurt plant to comply with internal quality standards of the company and meet established schedules.

The microbiological quality of the raw materials used in the production of yogurt and yogurt production line was verified, meeting the quality criteria established by the company.

Environments and manipulators were evaluated with acceptable results for the quality parameters of the company, indicating good cleaning and disinfection practices.

CONTENIDO

RESUMEN **5**
ABSTRACT **6**
1. INTRODUCCIÓN. **11**
2. OBJETIVOS **12**
2.1 Objetivo general 12
2.2 Objetivos específicos 12
3. JUSTIFICACIÓN **13**
4. MARCO TEÓRICO **14**
4.1 MICROORGANISMOS PRESENTES EN LA LECHE CRUDA. 14
4.1.3.1 Bacterias Gram positivas: 14
4.1.3.2 Bacterias Gram negativas Anaerobias facultativas: 17
4.1.3.3 Levaduras y mohos: 20
4.2 GENERALIDADES DEL YOGURT 22
4.2.1 PRODUCCIÓN DEL YOGURT 23
4.2.2 MATERIA PRIMA 27
5. MARCO LEGISLATIVO **30**
5.1 LEY 9 DE 1979 30
5.2 DECRETO MS 616 DE 2006 30
5.3 RESOLUCIÓN MS 2310 DE 1986 31
5.5 RESOLUCIÓN MSPS 810 DE 2021 31
5.6 RESOLUCIÓN MPS 2115 DE 2007 31
5.8 DECRETO MS 60 DE 2002. 31
5.9 RESOLUCIÓN MPS 2674 DE 2013 31
6. METODOLOGÍA **32**
6.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS MATERIAS PRIMAS ELABORACIÓN DE YOGURT 32
6.1.1.1 Análisis de leche cruda 32
6.1.1.2 Análisis de leche termizada. 32
6.2.1 Análisis mezcla antes de pasteurización y después de pasteurización. 34
6.2.2 Análisis base, salida de placas y saborización yogurt. 34
6.2.4 Análisis producto terminado 34
7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES **36**
8. RESULTADOS Y ANÁLISIS **37**
8.1 LECHE CRUDA 37
8.1.1 AEROBIOS MESÓFILOS 37

8.1.2 MICROORGANISMOS PSICRÓFILOS 38
8.1.3 LECHE TERMIZADA 39
8.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS PROCESO DE YOGURT 40
8.3.1 Recuento microbiano antes y después de la pasteurización, para el mes de septiembre. 40
8.3.2 Recuento microbiano antes y después de la pasteurización, para el mes de octubre. 41
8.3.3 Recuento microbiano antes y después de la pasteurización, para el mes de noviembre. 41
9. CONCLUSIONES..... 48
10. RECOMENDACIONES 49
11. ABREVIATURAS..... 50
12. BIBLIOGRAFÍA..... 51
13. ANEXOS..... 54
13.1 LECHE TERMIZADA 54
13.8 FLUJOGRAMA ELABORACIÓN DE YOGURT EMPRESA FRESKALECHE S.A.S. 56
13.9 GRÁFICAS DE LAS CARTAS TERMOGRÁFICAS TOMADAS DURANTE LOS 3 MESES DE ANÁLISIS, LAS CUALES ESTABLECEN LOS LÍMITES PARA EL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN. 57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características fisicoquímicas del yogurt, según Resolución MS 2310 de 1986. 22
Tabla 2. Características microbiológicas del yogurt, según resolución MS 2310 de 1986. 23
Tabla 3. Cronograma de actividades pasante microbiología en Freskaleche S.A.S. 36
Tabla 4. Promedio de los recuentos de aerobios mesófilos obtenidos durante los meses de septiembre, octubre y noviembre en los diferentes acopios. 54
Tabla 5. Promedio de los recuentos de aerobios mesófilos obtenidos durante los meses de septiembre, octubre y noviembre en leche termizada. 54

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Comportamiento microbiano de los diferentes acopios que abastecen la planta..... 37
Gráfica 2. Comportamiento de aerobios mesófilos en leche termizada. 39
Gráfica 3. Recuento de Enterobacterias y Aerobios Mesófilos correspondientes al mes de septiembre. 40
Gráfica 4. Recuento de Enterobacterias y Aerobios Mesófilos correspondientes al mes de octubre. 41
Gráfica 5. Recuento de Enterobacterias y Aerobios Mesófilos correspondientes al mes de noviembre. 41
Gráfica 6. Resultados ambientes en planta de yogurt mes de septiembre. 45
Gráfica 7. Resultados ambientes en planta de yogurt mes de octubre. 45
Gráfica 8. Resultados ambientes en planta de yogurt mes de noviembre. 45
Gráfica 6. Flujograma elaboración de yogurt en la empresa Freskaleche S.A.S. 56
Gráfica 7. Carta termográfica yogurt fecha del 08-08-2022 al 09-09-2022. 57
Gráfica 8. Carta termográfica yogurt, fecha del 11-09-2022 al 17-09-2022. 58
Gráfica 9. Carta termográfica yogurt, fecha del 25-09-2022 al 28-09-2022. 58
Gráfica 10. Carta termográfica yogurt, fecha del 05-10-2022 al 08-10-2022. 59
Gráfica 11. Carta termográfica yogurt, fecha del 09-10-2022 al 15-10-2022. 59
Gráfica 12. Carta termográfica yogurt, fecha del 17-10-2022 al 21-10-2022. 60
Gráfica 13. Carta termográfica yogurt, fecha del 23-10-2022 al 29-10-2022. 60
Gráfica 14. Carta termográfica yogurt, fecha del 21-10-2022 al 05-11-2022. 61
Gráfica 15. Carta termográfica yogurt, fecha del 07-11-2022 al 12-11-2022. 61
Gráfica 16. Carta termográfica yogurt, fecha del 14-11-2022 al 18-11-2022. 62
Gráfica 17. Carta termográfica yogurt, fecha del 20-11-2022 al 26-11-2022. 62
Gráfica 18. Carta termográfica yogurt, fecha del 26-11-2022 al 29-11-2022. 63

1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se evidencia toda la línea de producción de yogurt, iniciando con la materia prima principal la leche cruda que llega a la planta Freskaleche S.A.S hasta su producto final yogurt con sus respectivos controles microbiológicos.

La calidad de la leche es de gran importancia para las industrias lácteas puesto que, de esto depende que sus productos y derivados sean inocuos y cuenten con la calidad para los usos previstos. Para controlar la presencia de microorganismos en leche cruda, se deben cumplir buenas prácticas de producción, fabricación, refrigeración y almacenamiento. La legislación colombiana por medio del Decreto del Ministerio de Salud 616 de 2006 establece parámetros de calidad microbiológica para leche pasteurizada, ultra pasteurizada y leche en polvo, ya que, la presencia de altos recuentos de microorganismos mesófilos en la pasteurización puede liberar enzimas proteolíticas que pueden disminuir la vida útil del producto. (Ministerio de Salud, 2006).

Un elemento que ha ido adquiriendo creciente importancia en el contexto de la alimentación infantil es el uso de los prebióticos y los probióticos a los que cada día se le asignan más propiedades benéficas, especialmente en la capacidad de disminuir la colonización intestinal por bacterias potencialmente patógenas y por este mecanismo, disminuir las infecciones del tracto gastrointestinal. Los alimentos con probióticos contienen bacterias vivas que deben mantenerse estables y viables durante el almacenamiento del producto y en número suficientemente elevado que permita sobrevivir a las barreras defensivas naturales y al ecosistema del hospedador y que al ser ingeridas muestren efectos beneficiosos (Vallejo, 2002).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar la calidad microbiológica en la línea de producción de yogurt y producto final, en la empresa Freskaleche S.A.S planta Bucaramanga.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar la calidad microbiológica de las materias primas para la elaboración del yogurt.

- Realizar un seguimiento de la carga microbiana presente en la línea de producción de yogurt y producto terminado, acorde con la normatividad nacional.

- Determinar la carga microbiana presente en los ambientes y manipuladores de la planta de producción de yogurt.

3. JUSTIFICACIÓN

Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) son consideradas un tema de salud pública importante, estas son originadas por el consumo de agua o alimentos contaminados con agentes nocivos que afectan la salud del consumidor.

La carga microbiana presente en la leche cruda, es un punto clave en la calidad del producto a elaborar debido a la presencia de microorganismos como aerobios mesófilos, psicrófilos y enterobacterias, cuyos microorganismos pueden alterar las características fisicoquímicas y organolépticas del producto terminado.

Para obtener un producto inocuo para el consumo humano es indispensable la aplicación en las empresas alimentarias del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) en su línea de proceso, para minimizar y corregir los puntos críticos de control (PCC) involucrados en la línea de producción.

La industria láctea presenta un desafío muy grande, la contaminación por *Bacillus cereus* un microorganismo que causa deterioro en los productos y además está asociado con incidencias de intoxicación alimentaria al producir enterotoxinas debido a la capacidad de adherirse a las superficies de acero inoxidable de las plantas lecheras y formar biopelículas difíciles de eliminar.

Por lo anterior y para ofrecer un producto inocuo y de calidad, en la empresa FRESKALECHE S.A.S planta Bucaramanga, se realizan análisis microbiológicos iniciando con la materia prima principal la leche, seguidamente se realiza seguimiento durante la línea de producción de yogurt para determinar los PCC biológicos que puedan estar presentes y posteriormente establecer las medidas correctivas necesarias para controlar y garantizar la calidad e inocuidad del producto terminado.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 MICROORGANISMOS PRESENTES EN LA LECHE CRUDA.

La leche y los productos lácteos pueden ocasionar enfermedades, los factores como la contaminación y el crecimiento de patógenos, la contaminación ambiental y los agregados químicos pueden afectar la calidad de la leche y los productos lácteos. Los peligros microbiológicos son un importante problema de inocuidad de los alimentos en el sector lechero porque la leche es un medio ideal para el crecimiento de bacterias y otros microorganismos. Estos se pueden introducir en la leche a partir del medio ambiente o de los mismos animales lecheros. La leche puede contener microorganismos nocivos como *Salmonella* spp., *Escherichia coli O157:H7, Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus, Yersinia enterocolitica, Bacillus cereus, Clostridium botulinum, Mycobacterium bovis, Brucella abortus y Brucella melitensis*. (FAO, 2022).

De acuerdo con lo establecido por Charles Alais, en su libro Ciencia de la leche, los principales microorganismos que pueden encontrarse en leche cruda son los siguientes:

4.1.3.1 Bacterias Gram positivas:

Bacterias lácticas: Son las bacterias más importantes, en los productos lácteos, tanto por sus actividades bioquímicas como por su número (proporción en la microbiota total y frecuencia de los exámenes), son aquellas que fermentan la lactosa dando una proporción elevada de ácido láctico en los productos de degradación y que son débilmente proteolíticas. Pertenecen a la familia de las *Lactobacillaceae y Streptococcaceae*

Micrococos y estafilococococos: Dadas sus características morfológicas tan particulares, se han agrupado las bacterias esféricas en una sola unidad de clasificación;

con este criterio se realizó la parte 14 del Bergey's Manual a pesar de que existen diferencias importantes en los caracteres fisiológicos. La familia de las *Mitococcaceae* agrupa especies interesantes en lechería; todas son catalasa + y resistentes a la sal (5% de NaCl). Entre los principales caracteres distintivos se encuentran:

a) Micrococos: Estas bacterias son aerobias estrictas (metabolismo respiratorio); no fermentan la glucosa, sino que la degradan sin provocar más que un débil descenso del pH (mínimo entre 5,0 y 5,5). Utilizan tanto el acetato como el lactato como fuente de carbono. Los micrococos no son patógenos; están desprovistos de coagulasa y de hemolisina; se hallan con frecuencia sobre la piel del hombre y de los animales.

Los micrococos forman parte de la biota inocua que contamina la leche, y se encuentran frecuentemente después del ordeño. Por presentar una temperatura óptima bastante elevada (37ºC), y por sus actividades enzimáticas reducidas, tienen poca importancia en los problemas referentes a la conservación y tratamiento de la leche. Se han aislado micrococos que no atacan la lactosa. Otras especies tienen una actividad proteolítica limitada y pueden alcalinizar el medio; esta actividad es interesante desde el punto de vista de la "maduración" de la leche en quesería.

Los micrococos influyen en el resultado de las pruebas de apreciación de la calidad bacteriológica de la leche, que habitualmente se efectúan a 37°C.

b) Estafilococos: Estos microorganismos son aero-anaerobios facultativos; provocan una fermentación acidificante de la glucosa con un descenso acusado del pH (4,3 y 4,5); producen acetoína (reacción de Voges-Proskauer positiva), contrariamente a los micrococos. Actúan en una amplia zona de pH, de 4,2 a 9,3.

Los especialistas en microbiología alimentaria distinguen dos grupos:

- Estafilococos patógenos: que poseen con frecuencia una coagulasa; se consideran patógenos si tienen los dos caracteres: $DNasa^+$ y $fosfatasa^+$, que están ligados a la producción de enterotoxinas. Hoy día se reconoce una sola especie: *Staphylococcus aureus,* que se parece a la vez a los estafilococos "dorados" y a los estafilococos no pigmentados (anteriormente llamados *S. albus*).

- Estafilococos no patógenos, siempre coagulasa-negativos y sin toxinas (en bacteriología médica, *S. epidermitis* está considerado como agente de segunda contaminación).

3. Bacterias esporuladas (*Bacillaceae*): Estas bacterias son las únicas que forman una endospora, que tiene la importante propiedad de resistir temperaturas elevadas. Mientras las otras bacterias se destruyen generalmente por debajo de 80ºC. Las esporuladas sólo mueren por encima de 100 °C; tienen por ello una enorme importancia tecnológica en lo que se refiere a las conservas de productos alimenticios no adicionadas de agentes conservadores. A pesar de su termorresistencia, debida a las esporas, muchas de estas bacterias son mesófilas; es decir, se desarrollan a unos 30°C y se inhiben a temperaturas superiores a 45ºC. Sin embargo, existen especies termófilas, que se desarrollan bien por encima de los 60°C. Las bacterias esporuladas no suelen manifestarse en la leche cruda y en los productos lácteos que no se han calentado. Por el contrario, son responsables de la alteración de las leches hervidas o insuficientemente esterilizadas, de los quesos fundidos, de los quesos de pasta cocida, de las leches concentradas, etc. El calentamiento tiene como resultado una selección de estos microorganismos cuando se hallan inicialmente presentes en cantidad considerable. Las bacterias lácticas las inhiben rápidamente.

En los productos lácteos se encuentran representados dos de los cinco géneros (según el Bergey 's Manual):

-*Bacillus*: bacterias esporuladas aerobias estrictas o anaerobias facultativas con actividades enzimáticas variadas: acidificación, coagulación y proteólisis.

-*Clostridia*: bacterias esporuladas anaerobias estrictas (que no se desarrollan más que en medios exentos de oxígeno); son perjudiciales en quesería, sobre todo por la producción de gas; algunas son peligrosas por sus toxinas, en especial *Clostridium perfringens.*

Bacterias Gram positivas diversas

a) La leche fresca puede contener muchas bacterias del género *Corynebacterium*; son bastoncitos finos, que se presentan en agrupaciones características. Estas bacterias tienen poca importancia práctica por sus actividades poco acusadas y por su temperatura óptima bastante elevada: 37ºC.

b) *Propionibacterium* spp. Bacterias propiónicas, que tienen importancia en la maduración de los quesos de pasta dura.

e) *Brevibacterium* spp. Bacterias de bastoncitos cortos (cocoides), que se encuentran corrientemente en las materias animales o vegetales en descomposición. No fermentan la lactosa. La *B. linens* abunda en las cortezas rojas pegajosas de la superficie de los quesos madurados en atmósfera húmeda (Alais, 1970, págs. 326-328).

4.1.3.2 Bacterias Gram negativas Anaerobias facultativas:

Enterobacterias: La familia de las *Enterobacteriaceae* es una de las más vastas y de las más difíciles de subdividir. La mayor parte de las enterobacterias son huéspedes normales del intestino de los mamíferos; su presencia en el agua o la leche puede atribuirse a una contaminación de origen fecal. Muchas de estas especies tienen una fase de vida libre en el suelo y en las aguas. Algunas se encuentran en los productos vegetales.

El término "bacterias coliformes" se ha utilizado para designar a las enterobacterias más frecuentemente encontradas en los productos lácteos:

a) *Escherichia*. Este género no comprende más que una especie bien definida:

E. coli, con algunas variedades de caracteres antigénicos diferentes. Es el único productor de indol del grupo, y por ser fácil poner de manifiesto este cuerpo, constituye el principio de una reacción de caracterización; no obstante, su significado es reducido, ya que otras bacterias netamente diferenciadas (*Proteus, Enterobacter*) son también indológenas. Produce mucho gas y ácidos orgánicos (láctico, acético, succínico, etc.). Sin embargo, es menos "acidificante" que las bacterias lácticas, que lo inhiben cuando el pH desciende por debajo de 5,0-5,2. Como todas las enterobacterias, *E. coli* reduce los nitratos a nitritos; en presencia de nitratos, la producción de gas es limitada.

b) *Enterobacter* spp. Este género se designaba anteriormente por *Aerobacter*.

-*E. aerogenes* es igualmente un gran productor de gas en los productos lácteos, pero no origina más que una débil acidificación; por el contrario, produce una sustancia neutra, la acetoína. Estas bacterias no son patógenas.

c) *Klebsiella* spp. Género muy próximo al anterior, pero, en oposición a las otras bacterias coliformes, las células son inmóviles y capsuladas; comprende cepas saprófitas y cepas patógenas (neumobacilo).

d) *Citrobacter* spp. son especies inocuas presentes en las materias fecales, caracterizadas por la producción de H_2S.

A parte de los coliformes, pueden encontrarse en la leche enterobacterias que no fermentan la lactosa y que son especies inocuas, como *Serratia y Proteus*, que son proteolíticas; pero también pueden hallarse especies patógenas, como *Salmonella* spp. (bacilo tífico) y más raramente *Shigella* spp. (bacilo disentérico).

Un nuevo género, *Yersinia*, comprende bacterias cuya patogenicidad parece muy variable según las cepas; se reproducen bien en las cámaras frigoríficas, *Y. enterocolitica* se encuentra frecuentemente en la leche y en los helados.

2. Géneros afiliados

El género *Flavobacterium* comprende especies que se cultivan preferentemente a baja temperatura y no se desarrollan por encima de los 30ºC; son comunes en las aguas, en los productos vegetales y en los productos lácteos. Tienen metabolismo respiratorio y por lo tanto no fermentan la lactosa. Sobre medios sólidos dan colonias amarillas o rojas, y de ahí su nombre.

El género *Aeromonas* engloba especies acuáticas que en ocasiones se encuentran en la leche; fermentan los azúcares y producen indol, como las del género *Escherichia*, lo que puede dar lugar a confusiones en los análisis de leches pasterizadas. Su temperatura óptima se sitúa hacia los 30°C.

C) Bacterias Gram negativas aerobias estrictas:

l. Alcaligenes (Antes- ***Achromobacteriaceae)*** Son bastante frecuentes en la leche cruda, las que no modifican mucho, porque no fermentan los azúcares; la leche no se coagula y puede volverse alcalina. Ninguna especie es sospechosa desde el punto de vista higiénico. Estas bacterias presentan interés porque forman la parte de la microbiota psicrótofa que prolifera en la leche conservada a baja temperatura. Algunas especies producen sustancias viscosas o coloreadas.

2. *Pseudomonas* spp.: La leche contiene frecuentemente microorganismos pertenecientes a este género, transportados principalmente por las aguas impuras; constituyen la parte esencial de la microbiota psicrótofa y son nocivos a causa de sus actividades proteolíticas y lipolíticas. Las especies más representadas en la leche son*: P. fluorescens y P. putrida.*

3. *Brucella* spp.: Bacterias patógenas para el hombre y los animales, agentes causales de la brucelosis, que pueden contaminar la leche (Alais, 1970, págs. 328-332).

4.1.3.3 Levaduras y mohos:

A) Levaduras: En la leche cruda suelen encontrarse frecuentemente células voluminosas, esféricas u ovaladas, de levaduras no esporulantes que pertenecen al género *Candida* (antes denominadas: *Torula lactosa y T. cremoris*). Estas levaduras producen gas y poco o nada de alcohol. En las condiciones habituales no se manifiestan en la leche: excepcionalmente son causa de la leche espumosa. También pueden encontrarse en la leche levaduras esporulantes, como *Kluyueromyces fragilis* y *K. lactis* que fermentan la lactosa, con producción de alcohol. En el kefir, leche fermentada oriental, se encuentra una

variedad de *K. fragilis* llamada Torula kefir, asociada a un estreptococo láctico, en *zoogleas.*

En diversos productos lácteos, las levaduras pueden provocar fermentaciones gaseosas y sabores indeseables; estas alteraciones se producen frecuentemente en las "natas de granja" y en las cuajadas frescas de quesería; como causa se encuentra corrientemente *Torulopsis sphaerica*. En la leche condensada azucarada pueden producirse accidentes análogos con *Torulopsis lactis condensi*.

B) Mohos: No tienen importancia práctica en la leche líquida; por el contrario, la tienen, y en alto grado, en la mayor parte de productos lácteos; se desarrollan en la superficie y en las partes en contacto con el aire.

-*Penicillium*. Varias especies intervienen en el afinado de diversos tipos de quesos, principalmente: *P. camenberti* y sus variedades, *P. caseicolum* y *P. album* en los quesos de corteza blanca con mohos, como el *Camembert* y *P. roqueforti* en los quesos azules, con mohos internos.

- *Geotrichum candidum* (anteriormente llamado *Oidium lactis*) es un moho que invade las cuajadas frescas de quesería; es sensible a la sal, que retarda su desarrollo.

- A parte de los anteriores, se encuentran diversos mohos sobre las mantequillas enmohecidas y sobre las natas viejas y mal conservadas.

Como las levaduras, los mohos se destruyen fácilmente durante la pasterización; sus esporas no son termorresistentes (Alais, 1970, págs. 332-333).

Listeria monocytogenes, es un patógeno transmitido por los alimentos que puede causar listeriosis, una enfermedad infecciosa caracterizada por altas tasas de mortalidad (20–30 %) en personas inmunodeprimidas. Por lo cual convierte a la listeriosis en una de las enfermedades transmitidas por los alimentos más graves del mundo, es una bacteria ubicua que puede contaminar productos alimenticios crudos y procesados en diferentes etapas de producción (Pierluigi Di Ciccio, 2022).

4.2 GENERALIDADES DEL YOGURT

La Resolución 2310 de 1986, del Ministerio de Salud, 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, en su artículo 11 define el yogurt como: el producto obtenido a partir de la leche higienizada, coagulada por la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termóphilus.* Los cuales deben ser abundantes y viables en el producto final (Ministerio de Salud,1986).

La Resolución MS 2310 de 1986, también establece en el artículo 13 las características fisicoquímicas y microbiológicas que debe cumplir el yogurt.

A. Fisicoquímicas.

Tabla 1. Características fisicoquímicas del yogurt, según Resolución 2310 de 1986.

	Entero	Semidescremado	Descremado
Materia grasa %m/m	Mín.2.5	Mín.1.5	Máx.0.8
Sólidos lácteos no grasas % m/m, mínimo	7.0	7.0	7.0
Acidez como ácido láctico % m/m	0.70-1.50	0.70-1.50	070-1.50
Prueba de fosfatasa	Negativa	Negativa	Negativa

B. Microbiológicas: Entero. semidescremado y descremado.

Tabla 2. Características microbiológicas del yogurt, según resolución 2310 de 1986.

	N	M	M	c
NMP Coliformes totales/g	3	20	93	1
NMP Coliformes fecales/g	3	<3	-	0
Hongos y levaduras/g	3	200	500	1
En donde, **N:** Número de muestras por examinar **m:** Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad **M:** índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad **C:** Número de máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M				

4.2.1 PRODUCCIÓN DEL YOGURT

La producción del yogurt, inicia con la recepción de la leche termizada y finaliza con el almacenamiento y la distribución; cada una de las etapas deben realizarse siguiendo las buenas prácticas de manufactura, para garantizar la calidad e idoneidad del producto. La etapa de mayor importancia es la pasteurización, a continuación, se presentan las etapas de producción del yogurt elaborado en la empresa Freskaleche S.A.S, planta Bucaramanga.

Recibo de leche: La leche es enviada a la planta de yogurt, es recibida con un tratamiento térmico a 70°C por 15 segundos, posteriormente es almacenada en los tanques destinados y el operario del proceso de yogurt debe ser informado de la liberación por parte de calidad e iniciar el proceso.

Incorporación de polvos en tanque de mezcla: Se realiza incorporación de polvos (insumos) mediante un *blender* que se encuentra conectado al tanque de mezcla de 5000 L. La mezcla se mantiene por 20 minutos en recirculación.

Pasteurización: Se efectúa precalentamiento de equipo y se inicia proceso de pasteurización se monitorea la temperatura en el panel de control *Setpoint*, durante el tiempo que dure el proceso de pasteurización.

El producto por tratar es impulsado por una bomba centrífuga, y comienza a ser calentado en la sección de recuperación, intercambiando calor con el producto pasteurizado. En la sección de calentamiento del producto alcanza la temperatura de pasteurización 92°C ± 2 de 5 a 6 minutos mediante la circulación de agua caliente, impulsada por una bomba, una vez lograda la temperatura de pasteurización, el producto es mantenido a esa temperatura por 5 minutos en la zona de retención, el líquido pasteurizado comienza a enfriarse intercambiando calor en la sección de recuperación con el líquido que entra, pasando finalmente a la sección de enfriamiento donde se baja la temperatura a 39°C ± 1 mediante la circulación de agua a temperatura ambiente, esta temperatura es verificada por el operario del proceso. Se registra la hora de terminación de pasteurización.

Mezcla y agitación, adición de cultivos: El cultivo se retira de la nevera 5 minutos antes de adicionarse y se desinfecta el empaque externo. Se adiciona en el tanque de fermentación, sin demora y bajo agitación de la mezcla, durante su llenado cuando alcance la mitad del volumen del bache.

Una vez terminada la pasteurización y completado el volumen a procesar se deja el tanque de fermentación en agitación por 5 minutos aproximadamente hasta que se apague el agitador automáticamente. Se toma pH y se registra.

Fermentación: Se realiza un seguimiento del pH al iniciar el proceso de fermentación, a las dos horas posteriores y se continua con un seguimiento cada media hora, cuando el pH se encuentre

entre 4,60- 4,65 se procede a abrir la válvula de entrada de agua fría a la camisa del tanque fermentador para que baje la temperatura del producto. El tanque no debe permanecer mucho tiempo abierto, para reducir el riesgo de contaminación externa.

Corte y enfriamiento: Una vez alcanzado el pH de 4,65 se realiza la ruptura del coagulo agitando por 13 minutos. Antes de trasladar el yogurt a los tanques de saborización, estos se inspeccionan para verificar su estado de limpieza, se debe ratificar y registrar la temperatura de cada tanque de saborización antes de iniciar su llenado con el producto.

Las llaves del enfriador de placas se deben abrir de 10 a 15 minutos antes para asegurar que la temperatura del producto disminuya a 12 °C ± 2. Cuando se utilicen los fermentadores para realizar la saborización se hace circular agua fría por la camisa del tanque hasta que el producto alcance la temperatura de 12 °C ± 2, antes de enviar a empaque.

El volumen de cada tanque se debe verificar con su respectiva regleta. En el caso de los tanques fermentadores el volumen corresponde a la medición hecha con el medidor de flujo. La velocidad de paso del producto por la bomba para llegar los tanques de saborización, se estandariza a 38 rpm que es un 63,33 % de velocidad. La velocidad de paso del producto por la bomba para llegar a los tanques de saborización y la velocidad de agitación en cada tanque debe ser de 38 rpm a una temperatura pasando por placas de 10°C - 12ºC.

Saborización adición de sabor y color (excepto yogurt natural): Los recipientes que contengan el sabor y color deben ser esterilizados previamente. El color y sabor se pesan según la tabla de saborización establecida. Cada recipiente para saborización debe indicar el sabor correspondiente, las cantinas a saborizar y el tanque destino. La adición del sabor se hace cuando el tanque tenga la mitad del volumen y se hace lentamente y con el agitador encendido se espera 5 minutos y se

adiciona el color manteniendo la agitación de 5 a 10 minutos dependiendo de los agitadores y el volumen. Una vez saborizado cada tanque debe quedar identificado con el estado de inspección y el sabor, hasta que se libere por parte de calidad.

Envasado: Antes de iniciar el empaque, el operario de proceso debe agitar nuevamente el producto que se encuentra en los tanques de saborización durante 5 minutos y verificar que el tanque tenga acrílico verde (liberado). El operario de proceso entrega al operario de empaque los lotes de producción. Antes de iniciar el empaque el supervisor revisa las fechas de vencimiento y lote, y autoriza el inicio del empaque del producto. El yogurt pasteurizado es envasado higiénicamente en máquina envasadora Solpak (compuesta por 4 cabezales con 6 lámpara UV en cada cabezal) para las referencias flexibles y para rígidos en envasadora Primo Colussi de acuerdo con la programación de producción.

Para yogurt entero vaso y botella: Se registra el lote de la fruta. Se debe abrir las bolsas de fruta con cuchillo de acero inoxidable (previamente desinfectado) cuidando que no caigan restos de material de empaque a tolva de la fruta. Cada vez que se encuentren residuos de pulpa o yogurt en la bandeja giratoria de la envasadora, se debe parar la máquina, retirar los vasos presentes y limpiar la bandeja. Una vez completado este proceso se continua el empaque. En caso de ser yogurt con cereales, se coloca la sobrecopa al vaso ya envasado y fechado en la máquina Primo Colussi.

Multiempaque: Antes de iniciar el multiempacado se verifica que las máquinas envasadoras cumplan con las condiciones de limpieza requeridas. Para el caso de yogurt flexible, dependiendo de la presentación se colocan los rollos y se pone en línea con la enfardadora.

Durante el proceso de envasado se controlan las características fisicoquímicas, hermeticidad y peso mediante los muestreos y análisis.

Embalaje: Para el embalaje se debe verificar que cada cestillo utilizado para empacar el producto este limpio. Durante el embalaje se debe verificar que los *displays* (flexibles) queden completamente sellados y no haya filtración.

Almacenamiento: El producto ya dispuesto en estibas es almacenado en posiciones establecidas en el cuarto frío a una temperatura de 4°C +/- 2

Distribución: De acuerdo a la cataporte, el producto se alista y se carga en vehículos para transporte de alimentos.

4.2.2 MATERIA PRIMA

Para la elaboración de yogur se requieren materias primas esenciales, a las que se adicionan, necesariamente, los microorganismos requeridos para el proceso fermentativo. Asimismo, hay otros ingredientes facultativos que se incorporan en función del tipo de yogur a obtener así (Condoy, Mariné, & Rafecas, 1988):

En todos los yogures habrá: leche pasteurizada, leche concentrada pasteurizada, leche entera, semi descremada o descremada, pasteurizada, leche concentrada pasteurizada o mezcla de dos o más de estos productos.

En los siguientes yogures se añadirá, además:

- En el yogur azucarado, azúcar y/o azúcares comestibles.

- En el yogur edulcorado, los edulcorantes autorizados en la norma de calidad vigente.

- En el yogur con frutas, zumos y/u otros productos naturales, ingredientes naturales tales como frutas y hortalizas (frescas, congeladas, en conserva, liofilizadas o en polvo), puré de frutas, pulpa

de frutas, compotas, mermeladas, confituras, jarabes, zumos, miel, chocolate, cacao, frutos secos, coco, café, especias y otros ingredientes naturales.

- En el yogur aromatizado, los agentes aromatizantes autorizados en la norma de calidad vigente.

La leche es, por tanto, el producto básico para la elaboración del yogur. Esta leche debe cumplir unos requisitos mínimos para que la fabricación del producto sea correcta. Indudablemente, la leche de base o de partida debe poseer unas buenas características bacteriológicas, es decir, se debe partir de una leche perfectamente higienizada.

Es importante la incorporación de cultivos de *Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophilus,* estando presentes ambos.

Las leches fermentadas, en general, y por lo tanto el yogur, se caracterizan por la presencia de diversas sustancias naturales procedentes de la leche de partida, que habrá sido ya transformada por la fermentación y por la presencia de un gran número de bacterias, que hacen que el yogur sea un producto que se denomina «vivo», puesto que contiene bacterias lácticas vivas y viables en el momento de su consumo.

Las leches fermentadas pueden agruparse en tres grandes clases en función de las bacterias utilizadas en su elaboración:

a) las elaboradas con bacterias lácticas termófilas

b) las elaboradas con bacterias lácticas mesófilas

c) las elaboradas con mezclas de bacterias lácticas mesófilas y otros microorganismos.

La vida útil de los productos lácteos pasteurizados está determinada por la presencia y el crecimiento de Gram-positivos, formadores de endosporas en forma de bastoncillos, ejemplo

Bacillus cereus los cuales son los más importantes. Las endosporas termófilas resisten el proceso de pasteurización y pueden revivir por germinación y crecimiento y producir enzimas de deterioro (proteasas, lipasas y fosfolipasas) en la leche pasteurizada que conducen a sabores desagradables (Vidic, Chaix, Manzano, & Heyndrickx, 2022).

Bacillus cereus, es un patógeno transmitido por los alimentos, debido a estos riesgos los desafíos de la industria láctea es optimizar, mejorar y garantizar que los productos alimenticios cumplan con los criterios de calidad. *Bacillus cereus*, es un patógeno Gram positivo en forma de bastoncillos, móvil y formador de esporas su hábitat natural es muy amplia se encuentra en el suelo, aire, granos, verduras carne y leche. Debido a su capacidad bacteriana de crecer en un amplio rango de temperaturas de 4ºC a 50ºC, resistiendo a los procesos de pasteurización y productos químicos (Vidic, Chaix, Manzano, & Heyndrickx, 2022).

En la industria láctea *Bacillus cereus* puede afectar negativamente la calidad del producto, debido a la producción de enzimas extracelulares que son las responsables de la disminución de la calidad organoléptica de la leche y los productos lácteos.

5. MARCO LEGISLATIVO

Se hace necesaria la recopilación de las diferentes normas técnicas, leyes, decretos, resoluciones y circulares que están directamente relacionadas con el tema objeto de esta investigación: CONTROL DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE YOGURT EN LA EMPRESA FRESKALECHE S.A.S. BUCARAMANGA.

Esta normatividad establece los parámetros en cuanto a: calidad, idoneidad y parámetros sanitarios para el manejo y comercialización de la leche, de tal manera que el consumo del producto final no represente un peligro para la salud humana.

Normatividad aplicable:

5.1 LEY 9 DE 1979

Por la cual se dictan medidas sanitarias, fue expedida el 24 de enero de 1979, Ministerio de Salud. (Ministerio de Salud, 1979).

5.2 DECRETO MINISTERIO DE SALUD 616 DE 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, comercialice, expenda, importe o exporte en el país, del 28 de febrero de 2006, deroga las disposiciones que le sean contrarias, en especial los Decretos 2437 de 1983, 2473 de 1987 y 476 de 1998", se incluye un plan de saneamiento en los hatos para disminuir los riesgos de contaminación de la leche. (Ministerio de Salud, 2006).

5.3 RESOLUCIÓN MINISTERIO DE SALUD 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 (Ministerio de Salud, 1986).

5.5 RESOLUCIÓN MINISTERIO DE SALUD 810 DE 2021.

Requisitos de etiquetado nutricional y frontal que deben cumplir los alimentos envasados o empacados para consumo humano (Ministerio de Salud, 2021).

5.6 RESOLUCIÓN MINISTERIO DE PROTECCION SOCIAL 2115 DE 2007.

Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. (Ministerio de la proteccion social, Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial., 2007).

5.8 DECRETO MINISTERIO DE SALUD 60 DE 2002.

Por el cual se promueve la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico - HACCP en las fábricas de alimentos y se reglamenta el proceso de certificación. (Ministerio de Salud, 2002).

5.9 RESOLUCION MINISTERIO DE SALUD 2674 DE 2013.

Por el cual se enumeran los requisitos sanitarios para la fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas de alimentos. (Ministerio de Salud, 2013).

6. METODOLOGÍA

Los protocolos de análisis microbiológicos descritos a continuación son propios de la empresa FRESKALECHE S.A.S planta Bucaramanga.

6.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS MATERIAS PRIMAS ELABORACION DE YOGURT

6.1.1 INSUMOS

6.1.1.1 Análisis de leche cruda

Para los análisis microbiológicos se tomaron muestras de leche cruda procedentes de los diferentes municipios como son Málaga, Socorro, Aspromusil, El Llano, Yarumal que abastecen la planta de producción, son tomadas de manera aséptica evitando la contaminación. De cada acopio se tomó aproximadamente un volumen de 50 ml. Una vez las muestras en el laboratorio de microbiología son registradas se realiza la siembra, utilizando la metodología de diluciones de la siguiente manera: Se tomó 10 mililitros de la muestra en 90 ml de peptona universal; (10^{-1}) Psicrófilos siembra un 1 ml en Petrifilm® AC (Recuento de aerobios), incubación 4ºC, durante 7 días; (10^{-4}) Aerobios mesófilos siembra 1 ml en Petrifilm® AC (Recuento de aerobios), incubación a 35ºC durante 48 horas. Las muestras fueron tomadas semanalmente para cada acopio, tomando un total de 17 muestras por semana durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, respectivamente.

6.1.1.2 Análisis de leche termizada

Las muestras para leche termizada fueron tomadas de los silos correspondientes a este procesamiento, de cada silo se tomó un volumen aproximado de 50 ml. Se realizó dilución tomando 10 ml de la muestra en 90 ml de peptona universal; (10^{-1}) Psicrófilos siembra un 1 ml en Petrifilm® AC (Recuento de aerobios), incubación a 4ºC, durante 7 días, para análisis de

enterobacterias se sembró 1 ml de la dilución (10^{-1}) en Petrifilm® EB (Recuento de enterobacterias), incubando a 37ºC durante 48 horas. Las muestras fueron tomadas semanalmente para cada silo de leche, tomando un total de 14 muestras por semana durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, respectivamente.

6.1.1.3 Análisis de leche en polvo

Se tomaron 5 muestras por lotes y se realizó dilución tomando 10 ml de la muestra diluyendo en 90 ml de peptona concentrada amarilla (10^{-1}), se sembró 1 ml en Petrifilm® AC (Recuento de aerobios), incubando a 35ºC durante 48 horas.

6.1.1.4 Análisis de azúcar, sirope, saborizante.

Se tomaron 5 muestras por cada lote, se realizó dilución tomando 10 ml de la muestra diluyendo en 90 ml de peptona concentrada amarilla, se sembró 1 ml en Petrifilm® EB (Recuento de enterobacterias), incubando a 37ºC durante 48 horas, 1 ml en Petrifilm® AC (Recuento de aerobios) y finalmente se realizó análisis de mohos y levaduras sembrando 1 ml en profundidad de la dilución, adicionando agar YGC e incubando a 25ºC durante 5 días.

6.1.2 Material de empaque

6.1.2.1 Polietileno, Botella, Vaso y cuchara.

Para el análisis microbiológico de material de empaque se tomaron muestras aleatorias de cada presentación por lote, se tomaron 5 muestras de diferentes lotes, para el análisis microbiológico se realizó un enjuague al material de empaque con agua peptonada estéril, se sembró 1 ml en Petrifilm® EB (Recuento de enterobacterias) y 1 ml en profundidad para mohos y levaduras con adición de agar YGC.

6.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS LINEA DE PRODUCCION DE YOGURT

6.2.1 Análisis mezcla antes de pasteurización y después de pasteurización.

A partir de una muestra tomada en la etapa de pasteurización de leche para yogurt se realizó la determinación microbiológica de Aerobios mesófilos y enterobacterias, tomando 10 ml de la muestra, diluyendo en 90 ml de peptona concentrada amarilla, se sembró 1 ml en Petrifilm® AC (Recuento de aerobios), incubando a 35ºC durante 48 horas y Petrifilm® EB (Recuento de enterobacterias), incubando a 37ºC durante 48 horas. Las muestras fueron tomadas una vez a la semana, antes de la pasteurización y después de la pasteurización, tomando un total de dos muestras por semana durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, respectivamente.

6.2.2 Análisis base, salida de placas y saborización yogurt.

Se tomaron muestras de estas etapas y se realizó dilución tomando 10 ml de la muestra diluyendo en 90 ml de peptona concentrada amarilla, se sembró 1 ml en Petrifilm® EB (Recuento de enterobacterias), incubando a 37ºC durante 48 horas, también se realizó análisis de mohos y levaduras sembrando 1 ml en profundidad de la dilución, adicionando agar YGC e incubando a 25ºC durante 5 días.

6.2.4 Análisis producto terminado

Para el análisis del producto terminado se tomaron muestras de tres eventos como son: Inicio de producción (IP), mitad de producción (MP) y final de producción (FP), se tomó 10 ml de muestra en 90 ml de agua peptona concentrada amarilla, se sembró de la dilución 10^{-1} en Petrifilm® EB (Recuento de enterobacterias), incubando a 37ºC durante 48 horas.

El análisis de mohos y levaduras se realizó pasadas 24 horas después de la producción, tomando 10 ml de la muestra en 90 ml de peptona amarilla y tomando 1 ml de la dilución 10^{-1}, siembra en

profundidad, adicionando agar YGC en cada caja, finalmente las cajas son llevadas a incubación 25ºC, durante 5 días.

6.3 ANÁLISIS MICROBIOLOGICOS EN AMBIENTES Y MANIPULADORES PLANTA DE YOGURT.

6.3.1 Análisis de ambientes

Ese análisis se realiza por la técnica de sedimentación utilizando agar SPC (aerobios mesófilos) y Rosa de bengala (mohos y levaduras), las cajas de Petri son expuestas durante 15 minutos, siguiendo el cronograma de actividades para ambientes de planta, pasado el tiempo se llevan a incubación 35 +/- 2°C por 48 horas para aerobios mesófilos y 25°C durante 5 días para mohos y levaduras. Cumplido el tiempo se realiza la lectura e interpretación de los resultados.

6.3.2 Análisis de Manipuladores

El análisis de manipuladores en planta de yogurt se realiza siguiendo el cronograma establecido. Se realiza análisis de enterobacterias por medio de contacto directo en Petrifilm® EB.

Las placas de Petrifilm® EB son hidratadas con agua estéril antes de tomar la muestra, el manipulador debe frotar la palma de la mano, todos los dedos sobre el Petrifilm® EB y posteriormente las placas son llevadas a incubación a una temperatura de 37°C por 48 horas.

7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se muestra en la Tabla 3, el cronograma de actividades ejecutado durante los meses de septiembre, octubre y noviembre tiempo en el cual se desarrolló el estudio.

Tabla 3. Cronograma de actividades pasante microbiología en Freskaleche S.A.S.

	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PASANTE MICROBIOLOGÍA FRESKALECHE S.A.S					
	Actividad	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
SEMANALES SEPTIEMBRE-NOVIEMBRE	Análisis Microbiológicos leche cruda, termizada					
	Análisis Microbiológicos Seguimieto proceso de Yogurt					
	Acompañamiento línea de producción yogurt					
	Muestreo de Manipuladores					
	Muestreo de Ambientes					
	Capacitación Correcta Higiene personal					
	Garantía de equipos					
QUINCENALES SEPTIEMBRE-NOVIEMBRE	Análisis Microbiológicos Materias Primas (Insumos, material de empaque).					

FUENTE: (Calderón, 2023).

8. RESULTADOS Y ANÁLISIS

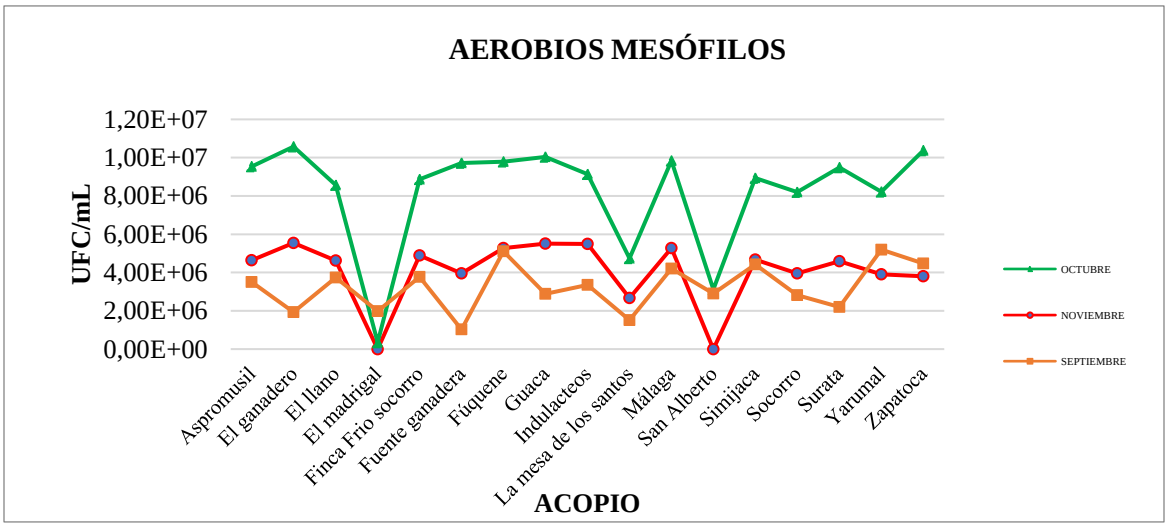
Los resultados presentados a continuación son datos hipotéticos, debido a que la empresa exige confidencialidad en el trabajo realizado. Para obtener los resultados de las placas Petrifilm® para cada análisis microbiológico, se realizó por medio del lector de placas Petrifilm®, el cual realiza un conteo automatizado, permitiendo que el conteo sea más rápido y con un margen de error menor.

8.1 LECHE CRUDA

8.1.1 AEROBIOS MESÓFILOS

En la Grafica 1 se presenta el promedio de recuentos de Aerobios Mesófilos durante los meses de septiembre a noviembre presentes en los acopios que abastecen la planta de Freskaleche S.A.S Bucaramanga, para determinar la carga microbiana.

Gráfica 1. Comportamiento microbiano de los diferentes acopios que abastecen la planta.



Fuente: (Calderón, 2023).

El grupo de los microrganismos aerobios mesófilos, incluye todos aquellos que presentan la capacidad de crecer y desarrollar su metabolismo en presencia de oxígeno, en un rango de temperatura comprendida entre 20 y 45ºC, con una óptima entre 30 y 40ºC. Estos microorganismos son indicadores de la calidad sanitaria de los productos analizados, y las buenas prácticas en la elaboración de cada producto (Passalacqua & Cabrera, 2014).

Se puede observar que los datos son variables para cada mes, se observa que, en el mes de octubre se presentó el mayor recuento de aerobios mesófilos, seguido por el mes de noviembre y con recuentos muy similares en el mes de septiembre. El largo tiempo que pueda estar la leche en el silo, puede ocasionar la proliferación de estos microorganismos, la leche cruda se debe someter a un tratamiento térmico si no va ser procesada dentro de las 24 horas para evitar cambios indeseables en las propiedades fisicoquímicas como microbiológicas.

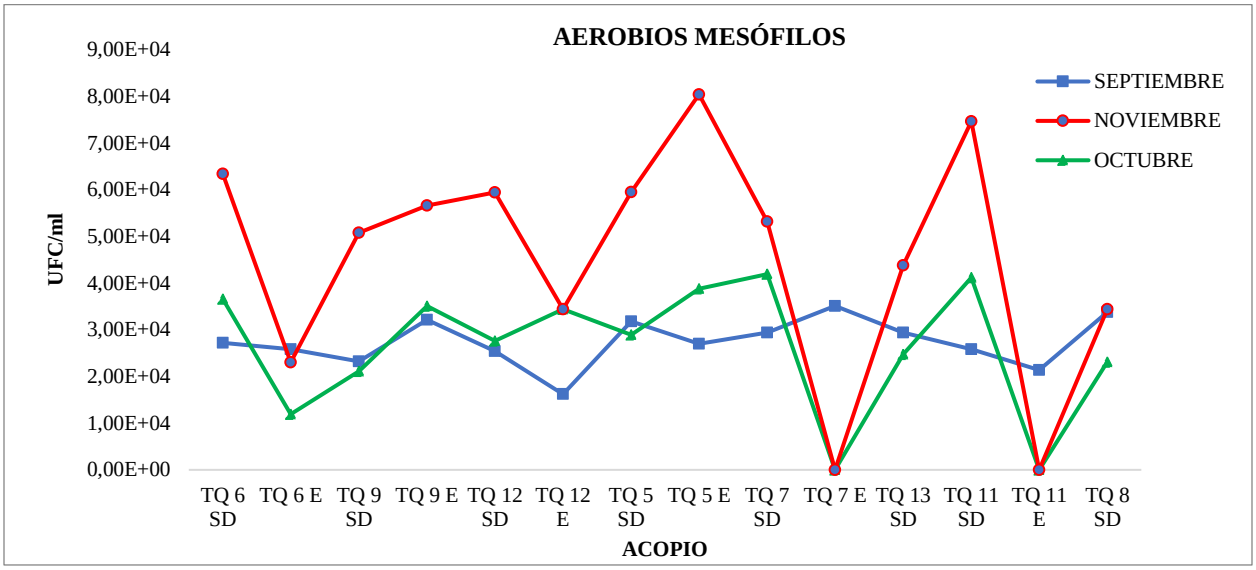
8.1.2 MICROORGANISMOS PSICRÓFILOS

La principal alteración de los alimentos mantenidos a temperaturas de refrigeración como lo son la leche y sus derivados, se presenta por microrganismos psicrófilos los cuales crecen en rango de temperatura de 15 a 20ºC independiente de cuál sea su temperatura óptima de crecimiento. Se realizó análisis de microorganismos psicrófilos durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, se recolectó un promedio de 87 muestras en las cuales pasado el tiempo de incubación se presentó un recuento de 0 UFC/ ml de leche. Evitando cambios en las propiedades de la leche.

8.1.3 LECHE TERMIZADA

Se muestra en la Grafica 2 el promedio de los recuentos de aerobios mesófilos para leche termizada en tanques y por variedad de presentación.

Gráfica 2. Comportamiento de aerobios mesófilos en leche termizada.



Fuente: (Calderón, 2023)

Se evidencia que el mayor recuento de aerobios mesófilos en leche termizada se presentó en el mes de noviembre, un factor podría ser la temperatura y el tiempo aplicado a este tratamiento, el recuento para los meses de septiembre y octubre disminuyó. Al realizar una comparación de la carga microbiana de leche cruda y leche termizada a la cual se le aplicó un tratamiento térmico a 70ºC durante 15 segundos, podemos observar la disminución de la carga microbiana inicial, el tratamiento térmico aplicado cumple con su objetivo de disminuir la carga microbiana presente en la leche.

8.2 Resultados análisis de materias primas y material de empaque.

En la tabla 4 se muestra el porcentaje mensual de los análisis a las materias primas de la línea de elaboración de yogurt.

Tabla 4. Porcentaje mensuales ausencias de otros análisis de la línea de producción.

Muestra	Septiembre	Octubre	Noviembre
Azúcar	100%	100%	100%
Leche en polvo	100%	100%	100%
Sirope	100%	100%	100%
Saborizante	100%	100%	100%
Polietileno	100%	100%	100%
Botella	100%	100%	100%
Vaso	100%	100%	100%
Cuchara	100%	100%	100%

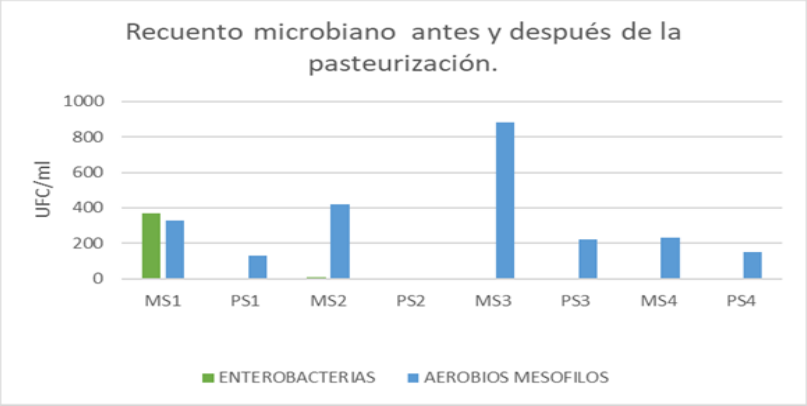
Durante los tres meses, se recolectaron un total de 175 muestras de materias primas y material de empaque de elaboración de yogurt, evidenciando que el 100% de las muestras se encontraron dentro del rango de especificación debido a la ausencia de crecimiento en la totalidad de las muestras analizadas. Es de gran importancia realizar estos análisis a las materias primas antes de ser utilizados en la elaboración de los productos, para garantizar la inocuidad de estos.

8.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS PROCESO DE YOGURT

8.3.1 Recuento microbiano antes y después de la Pasteurización, para el mes de septiembre.

Se muestra en la gráfica 3, el recuento microbiano antes y después de la pasteurización correspondiente al mes de septiembre.

Gráfica 3. Recuento de Enterobacterias y Aerobios Mesófilos correspondientes al mes de septiembre.



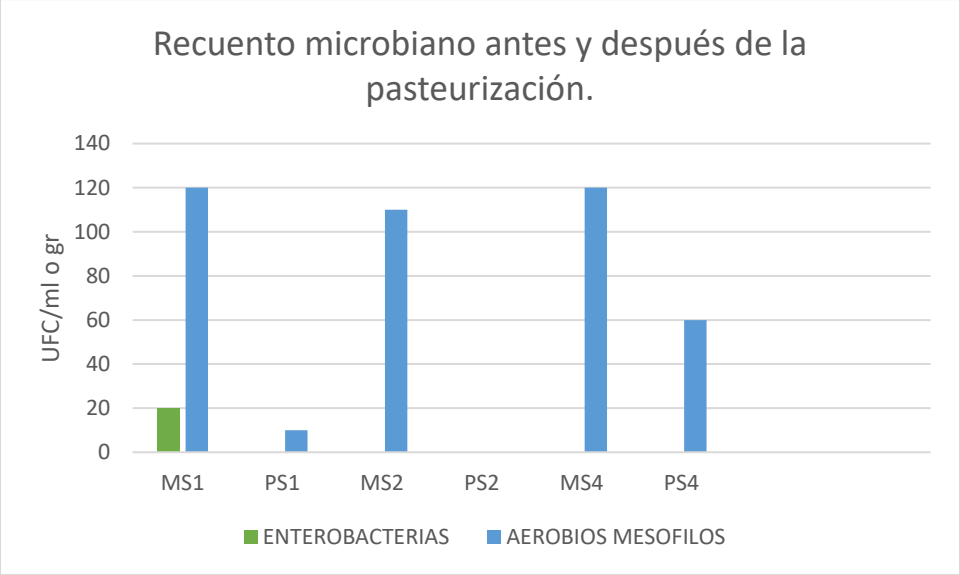
*Las abreviaturas MS corresponden a mezcla antes de pasteurizar y PS Mezcla luego de la pasteurización.

Fuente: (Calderón, 2023).

8.3.2 Recuento microbiano antes y después de la Pasteurización, para el mes de octubre.

Se muestra en la gráfica 4, el recuento microbiano antes y después de la pasteurización correspondiente al mes de octubre.

Gráfica 4. Recuento de Enterobacterias y Aerobios Mesófilos correspondientes al mes de octubre.



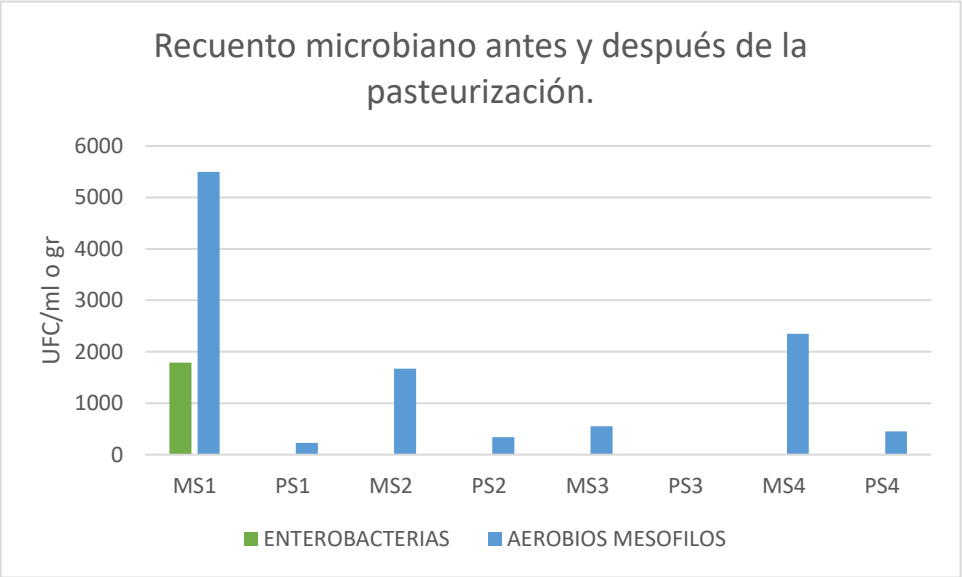
*Las abreviaturas MS corresponden a mezcla antes de pasteurizar y PS Mezcla luego de la pasteurización.

Fuente: (Calderón, 2023).

8.3.3 Recuento microbiano antes y después de la Pasteurización, para el mes de noviembre.

Se muestra en la gráfica 4, el recuento microbiano antes y después de la pasteurización correspondiente al mes de noviembre.

Gráfica 5. Recuento de Enterobacterias y Aerobios Mesófilos correspondientes al mes de noviembre.



*Las abreviaturas MS corresponden a mezcla antes de pasteurizar y PS Mezcla luego de la pasteurización

Fuente: (Calderón, 2023).

El principal objetivo del proceso de pasteurización es la reducción del número de organismos productores de alteraciones en ciertos alimentos, este tratamiento térmico ocasiona no solo la destrucción de los microorganismos sino también la desnaturalización de las enzimas.

En la gráfica de barras podemos observar los datos obtenidos para los recuentos de enterobacterias y Aerobios Mesófilos, durante los meses de septiembre, octubre y noviembre tiempo en el cual se realizó el estudio. En la etapa de mezcla de los ingredientes antes del proceso de pasteurización se realizaron análisis de enterobacterias y aerobios mesófilos para determinar la calidad microbiológica de las materias primas en la mezcla, seguidamente de aplicar el tratamiento térmico de pasteurización el cual su objetivo es la reducción de la carga microbiana al observar las gráficas de barras para los meses de septiembre, octubre y noviembre, realizando una comparación de la mezcla antes de la pasteurización y después de la pasteurización se observa la disminución de la

carga microbiana para aerobios mesófilos como para enterobacterias concluyendo que el tratamiento térmico de pasteurización es efectivo el cual disminuye la carga microbiana presente en la materias primas.

8.3.4 Recuento Microbiano, salida de placas y saborización yogurt.

Los resultados de los análisis de Enterobacterias realizados a la salida de placas y saborizaciòn de yogurt por cada tanque, se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Promedio de los recuentos de Enterobacterias obtenidos durante los meses de septiembre, octubre y noviembre yogurt saborizado.

TQ/SABOR	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
TQ 4 Fresa	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml
TQ 5 Mora	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml
TQ 6 Melocotón	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml
TQ 7 Cereal	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml
TQ 8 Mora	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml
TQ 9 Uvas pasas	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml
TQ 10 Cereal	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml
TQ 11 Cereal	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml

Los resultados de los análisis de Aerobios Mesófilos realizados a la salida de placas y saborizaciòn de yogurt por cada tanque, se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Promedio de los recuentos de Aerobios Mesófilos obtenidos durante los meses de septiembre, octubre y noviembre en yogurt saborizado.

TQ/SABOR	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
TQ 4 Fresa	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml
TQ 5 Mora	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml
TQ 6 Melocotón	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml
TQ 7 Cereal	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml
TQ 8 Mora	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml
TQ 9 Uvas pasas	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml
TQ 10 Cereal	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml
TQ 11 Cereal	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml

8.4 ANALISIS MICROBIOLOGICOS EN AMBIENTES Y MANIPULADORES PLANTA DE YOGURT.MANIPULADORES

8.4.1 MANIPULADORES

Los resultados de los análisis realizados a los manipuladores en planta de yogurt se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Resultados de manipuladores de la planta de yogurt en los meses de septiembres a noviembre.

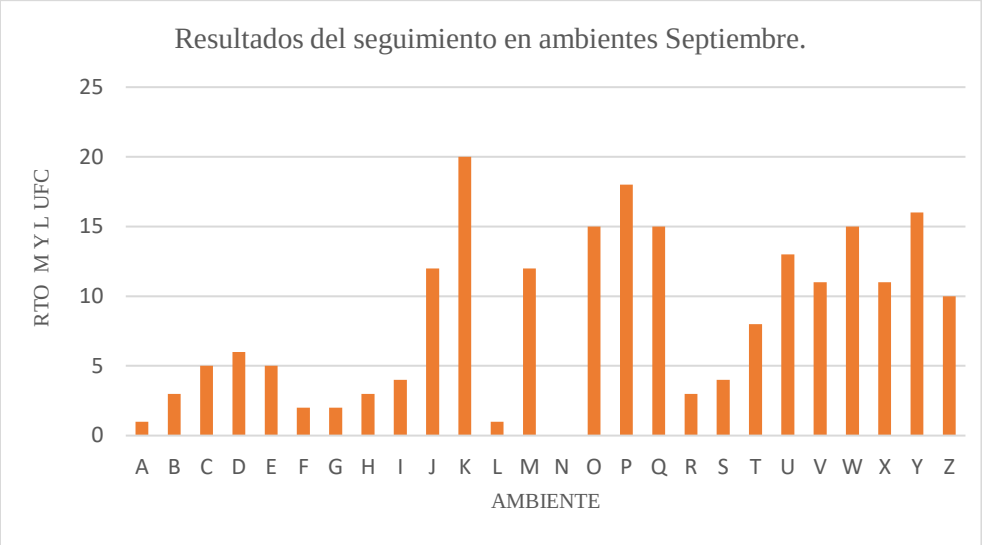
Manipuladores			
Meses	Total, de muestras	Enterobacterias Presencia	Enterobacterias Ausencia
Septiembre	78	5	73
Octubre	66	0	66
Noviembre	95	2	93

Es de gran importancia realizar análisis microbiológicos a los manipuladores debido a que ellos están en contacto directo con el producto terminado, se realizó análisis según el cronograma para la planta de yogurt, al obtener resultados positivos para enterobacterias se realizó capacitaciones al personal en el cumplimiento de los principios de higiene personal y correcto lavado de manos. Los manipuladores positivos después de la capacitación se les realiza nuevamente la toma de muestra obteniendo resultados aceptables dentro de los parámetros estipulados por la empresa.

8.4.2 AMBIENTES

En las gráficas 6,7 y 8 se presentan los resultados de ambientes en planta de yogurt durante los meses de septiembre, octubre y noviembre.

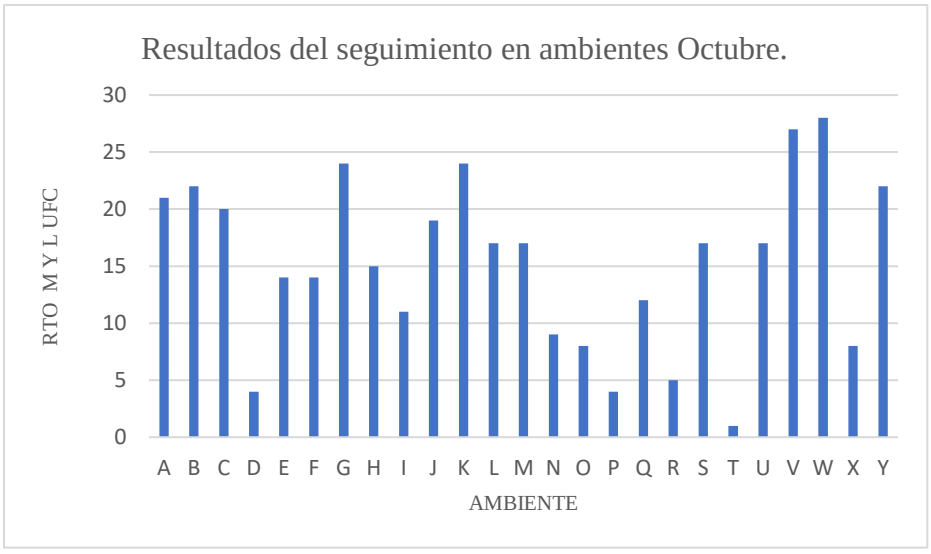
Gráfica 6. Resultados ambientes en planta de yogurt mes de septiembre.



Nota* A: Mix**;** B: Saborizaciòn; C: TQ maduradores; D: TQ Saborizador 7; E: TQ Mezcla tangelo 1; F: Área rehidratación; G: TQ saborizador 3; H: Twin 3; I: Maquina Primo; J: Maquina Junior; K: Maquina Solpack; L: Saborizaciòn; M: Primo Inicio; N: Primo Final; O: TQ saborizador 4; P: TQ saborizador 5; Q: TQ saborizador 8; R: Nevera insumos; S: Twin 1; T: TQ madurador 2; U: TQ mezcla yogurt; V: TQ saborizador 9; W: TQ maduradores 1; X: TQ mezcla tangelo 2; Y: Proceso Yogurt; Z: Fechadores.

Fuente: (Calderón, 2023).

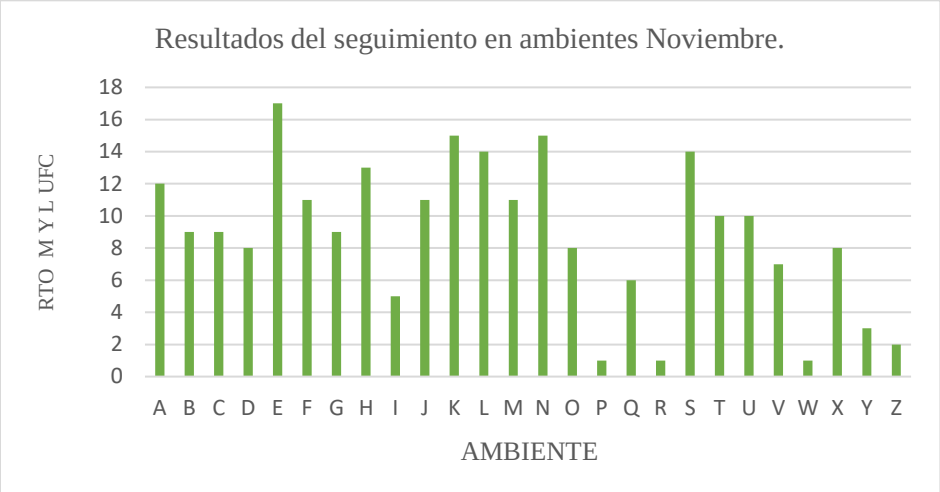
Gráfica 7. Resultados ambientes en planta de yogurt mes de octubre.



NOTA* A: Maquina solpack; B:Máquina Primo; C:Máquina junior; D: Twin 3; E: TQ maduradores 0; F:TQ saborizador 7; G: TQ saborizador 3;H; TQ mezcla tangelo 1; I: Área rehidratación; J: Saborizaciòn; K: TQ saborizador 4; L:TQ maduradores 1; M:TQ saborizador 8; N: Sala embalaje primo; O:Cuarto almacenamiento polietileno; P:Mix; Q: TQ saborizador 5; R: TQ maduradores 2; S: TQ mezcla yogurt; T: Nevera insumo; U:TQ saborizador 9; V: Bodega FKL 2;W: Bodega Principal de insumos; X:TQ saborizador 6; Proceso Yogurt.

Fuente: (Calderón, 2023).

Gráfica 8. Resultados ambientes en planta de yogurt mes de noviembre.



NOTA* A: Maquina Primo inicio; B: Maquina Primo final; C: Maquina Primo inicio; D: Maquina Primo final; E: Mix; F: Saborizaciòn; G: Twin 3; H: Área de Embalaje; I: Sala embalaje primo; J: Área rehidratación; K: TQ maduradores 0; L: TQ mezcla tangelo 1; M:TQ saborizador 3; N: TQ saborizador 7; O:Maquina Junior; P: Primo inicio; Q: Marmita de arequipe; R:Maquina Primo; S: Maquina Junior; T: TQ maduradores 1; U: TQ saborizador 9; V: TQ saborizador 4; W: Bodega Tangelo; X:Cuarto almacenamiento de la botella; Y: Mix; Saborización.

Fuente: (Calderón, 2023).

Es de gran importancia realizar análisis microbiológicos a los manipuladores debido a que ellos están en contacto directo con el producto terminado, se realizó análisis según el cronograma para la planta de yogurt, al obtener resultados positivos para enterobacterias se realizó capacitaciones al personal en el cumplimiento de los principios de higiene personal y correcto lavado de manos. Los manipuladores positivos después de la capacitación se les realiza nuevamente la toma de muestra obteniendo resultados aceptables dentro de los parámetros estipulados por la empresa.

Los programas de limpieza y desinfección son una medida preventiva para asegurar la calidad del producto terminado, realizar un seguimiento de ambientes nos permitió demostrar que los protocolos de limpieza y desinfección se cumplen en todas las áreas de la planta de yogur como son instalaciones, equipos, tanques superficies, ejecutando cronograma de ambientes en la planta de yogurt del cual se obtuvieron resultados que cumplen con la normativa interna que maneja la

empresa para este tipo de análisis microbiológicos. Verificando que los protocolos de limpieza y desinfección se están realizando antes y después de la producción.

9. CONCLUSIONES

Al realizar los análisis microbiológicos a las materias primas de elaboración de yogurt como leche cruda y termizada mostraron estar dentro de los límites aceptables, tanto para la normativa colombiana como para los límites internos de la empresa, lo cual garantiza que el producto terminado es apto para el consumo humano y no pone en riesgo la salud del consumidor.

Los resultados microbiológicos obtenidos en la línea de producción de yogurt, permiten establecer medidas correctivas en cada una de las fases de elaboración, el proceso de pasteurización contribuye en la disminución del número de organismos productores de alteraciones en el alimento, la duración y la temperatura de este proceso térmico permitió la efectividad del proceso de pasteurización del yogurt.

Los análisis microbiológicos de manipuladores y ambientes permiten evaluar la eficacia de los protocolos de limpieza, desinfección, los cuales validan el cumplimiento de los protocolos utilizados por la empresa.

10. RECOMENDACIONES

Realizar capacitaciones al personal encargado de la producción de yogurt en buenas prácticas de manufactura y realizar la correspondiente verificación del cumplimiento de las mismas.

Ejecutar un protocolo para la correcta desinfección a las bolsas que contienen el cultivo iniciador antes de la inoculación.

11. ABREVIATURAS.

PCC: Punto Crítico de Control

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

BACHE: Cantidad de yogurt en ml, asignada a la producción del día.

BLENDER: Programa informático, aplicado al modelado y creación de gráficos.

IP: Inicio de Producción

MP: Mitad de producción

FP: Final de producción

CN: Control negativo

CATAPORTE: Documento emitido por la empresa para el transporte del producto terminado.

12. BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

Alais, C. (1 de Abril de 1970). *Ciencia de la leche: Principios de.* Mexico D.F.: Continetal S.A.

Arshak Poghossian, H. G. (2019). Métodos y sensores rápidos para el control de la calidad de la leche y la detección de deterioro. *ELSEVIER*, 14.

Caicedo, N., & Manjarres, Z. (2018). Modelo de predicción de Bacillus cereus para definir las condiciones de calidad y consumo de leche en polvo. *Scielo*.

Cardozo, S. (5 de Octubre de 2019). *CircuitoProductivo.com.* Obtenido de https://circuitoproductivo.com/yogurt/

Condoy, R., Mariné, A., & Rafecas, M. (1 de Octubre de 1988). *Fundacion Española de la Nutrición.* Obtenido de https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/33-Yogur-elaboraci%C3%B3n.pdf

Emilio, I. N. (2006). *Métodos de ensayos rápidos de detección de microorganismos en la leche.* Ciudad de Habana, Cuba.: Revista Electronica de Veterinaria.

FAO. (2022). Obtenido de Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura.: https://www.fao.org/dairy-production-products/products/peligros-para-la-salud/es/

Fernández Dávila, N., & Hernández García , J. E. (2006). Métodos de ensayos rápidos de detección de microorganismos en la leche. *REDVET Revista Electronica de Veterinaria*, 19. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/636/63612753003.pdf

Garrido - Maestu, A., Azinheiro, S., Fuciños, P., Carvalho, J., & Prado, M. (2020). Comparative study of multiplex real-time recombinase polymerase amplification and ISO 11290-1 methods for the detection of Listeria monocytogenes in dairy products,. *ELSEVIER, 92*, 9.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (18 de Febrero de 2015). Obtenido de https://tienda.icontec.org/gp-microbiologia-metodo-para-evaluar-la-esterilidad-comercial-en-alimentos-ntc4433-2015.html

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (21 de Febrero de 2018). Obtenido de https://tienda.icontec.org/gp-microbiologia-de-alimentos-metodo-horizontal-para-la-deteccion-de-bacillus-sporothermodurans-en-leche-uht-ultra-high-temperature-ntc6257-2018.html

Meihong Du, J. L. (2021). Detección rápida de trazas de Salmonella en la leche mediante un pretratamiento eficaz combinado con la reacción en cadena de la polimerasa digital de gotas. *ELSEVIER*, 8.

Ministerio de la proteccion social, Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (22 de Junio de 2007). *Resolucion 2115.* Obtenido de

https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resoluci%C3%B3n_2115_de_2007.pdf

Ministerio de Salud. (24 de Enero de 1979). *Secretaría General del Senado, 1979.* Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0009_1979_pr005.html

Ministerio de Salud. (24 de Febrero de 1986). *Resolucion 2310.* Obtenido de https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/OT/Resolucion-2310-de-1986.pdf

Ministerio de Salud. (18 de Enero de 2002). *Decreto 60.* Obtenido de https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/DECRETO%200060%20DE%202002.pdf

Ministerio de Salud. (28 de Febrero de 2006). *Decreto 616.* Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=21980

Ministerio de Salud. (28 de Febrero de 2006). *Decreto 616 de 2006.* Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=21980

Ministerio de Salud. (22 de Julio de 2013). *Resolucion 2674.* Obtenido de https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2674-de-2013.pdf

Ministerio de Salud. (16 de Junio de 2021). *Resolucion 810 de 2021.* Obtenido de https://minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%20810de%202021.pdf

Organizacion de las naciones unidas para la Alimentaciòn y la Agricultura. (2022). Obtenido de FAO: https://www.fao.org/dairy-production-products/products/peligros-para-la-salud/es/

Passalacqua, N., & Cabrera, J. (2014). Analisis Microbiologico de los Alimentos, Microorganismos Indicadores. *Red Nacional de Laboratorios oficiales de analisis de alimentos.* , 153.

Pierluigi Di Ciccio, S. R. (2022). Formación de biopelículas y características genómicas de cepas de Listeria monocytogenes aisladas de industrias cárnicas y lácteas ubicadas en Piamonte (Italia). *ELSEVIER*, 10.

Quirantes Álvarez, C. (Julio de 2021). *Nuevas Tecnologias en Diagnostico Microbiologico.* Obtenido de Nuevas Tecnologias en Diagnostico Microbiologico.: https://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/16464/1/Quirantes%20Alvarez%2c%20Carmen%20TFM.pdf

Vallejo, F. &. (2002). ANALISIS MICROBIOLOGICO EN YOGURT. *Universidad de Valparaíso, Escuela de Medicina,*, 5.

Vidic, J., Chaix, C., Manzano, M., & Heyndrickx, M. (25 de Febrero de 2022). *MDPI.* Obtenido de MDPI: https://www.mdpi.com/2079-6374/10/3/15/htm

Yifan Wang, Z. Y. (2022). Un método de alta sensibilidad de amplificación isotérmica mediada por bucle de tubo cerrado desarrollado para la detección visual y rápida de la adulteración de la leche de vaca. *ELSEVIER*, 7.

Zudaire , M. (6 de Agosto de 2001). *Consumer Eroski*. Obtenido de https://www.consumer.es/alimentacion/la-leche-de-vaca.html#:~:text=La%20leche%20de%20vaca%20cruda,o%20de%20oveja%2C%20entre%20otras.

13. ANEXOS

Tabla 4. Promedio de los recuentos de aerobios mesófilos obtenidos durante los meses de septiembre, octubre y noviembre en los diferentes acopios.

ACOPIO/MES	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
Aspromusil	3,502E+06	4,890E+06	4,642 E+06
El ganadero	1,930E+06	5,030E+06	5,545 E+06
El llano	3,745E+06	3,946E+06	4,628 E+06
El madrigal	1,986E+06	350E+03	*
Finca Frio socorro	3,772E+06	3,984E+06	4,885 E+06
Fuente ganadera	1,022E+06	5,760E+06	3,960 E+06
Fúquene	5,115E+06	4,517E+06	5,275 E+06
Guaca	2,886E+06	4,520E+06	5,512 E+06
Indulacteos	3,356E+06	3,643E+06	5,496 E+06
La mesa de los santos	1,520E+06	2,085E+06	2,660 E+06
Málaga	4,204E+06	4,575E+06	5,268 E+06
San Alberto	2,906E+06	3,113E+06	*
Simijaca	4,428E+06	4,262E+06	4,680E+06
Socorro	2,825E+06	4,237E+06	3,960 E+06
Surata	2,207E+06	4,885E+06	4,596 E+06
Yarumal	5,195E+06	4,307E+06	3,906E+06
Zapatoca	4,472E+06	6,577E+06	3,797 E+06

Fuente: (Calderón, 2022)

*No se recolectaron datos.

13.1 LECHE TERMIZADA

Tabla 5. Promedio de los recuentos de aerobios mesófilos obtenidos durante los meses de septiembre, octubre y noviembre en leche termizada.

TQ/MES	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
TQ 6 SEMIDESCREMADA	27,2 E+03	36,6 E+03	26,8 E+03
TQ 6 ENTERA	25,8 E+03	11,9 E+03	11,1 E+03
TQ 9 SEMIDESCREMADA	23,2 E+03	21,1 E+03	29,7 E+03
TQ 9 ENTERA	32,1 E+03	35,1 E+03	21,5 E+03
TQ 12 SEMIDESCREMADA	25,4 E+03	27,6 E+03	31,8E+03
TQ 12 ENTERA	16,2 E+03	34,4 E+03	*
TQ 5	31,8 E+03	28,9 E+03	30, 6 E+03

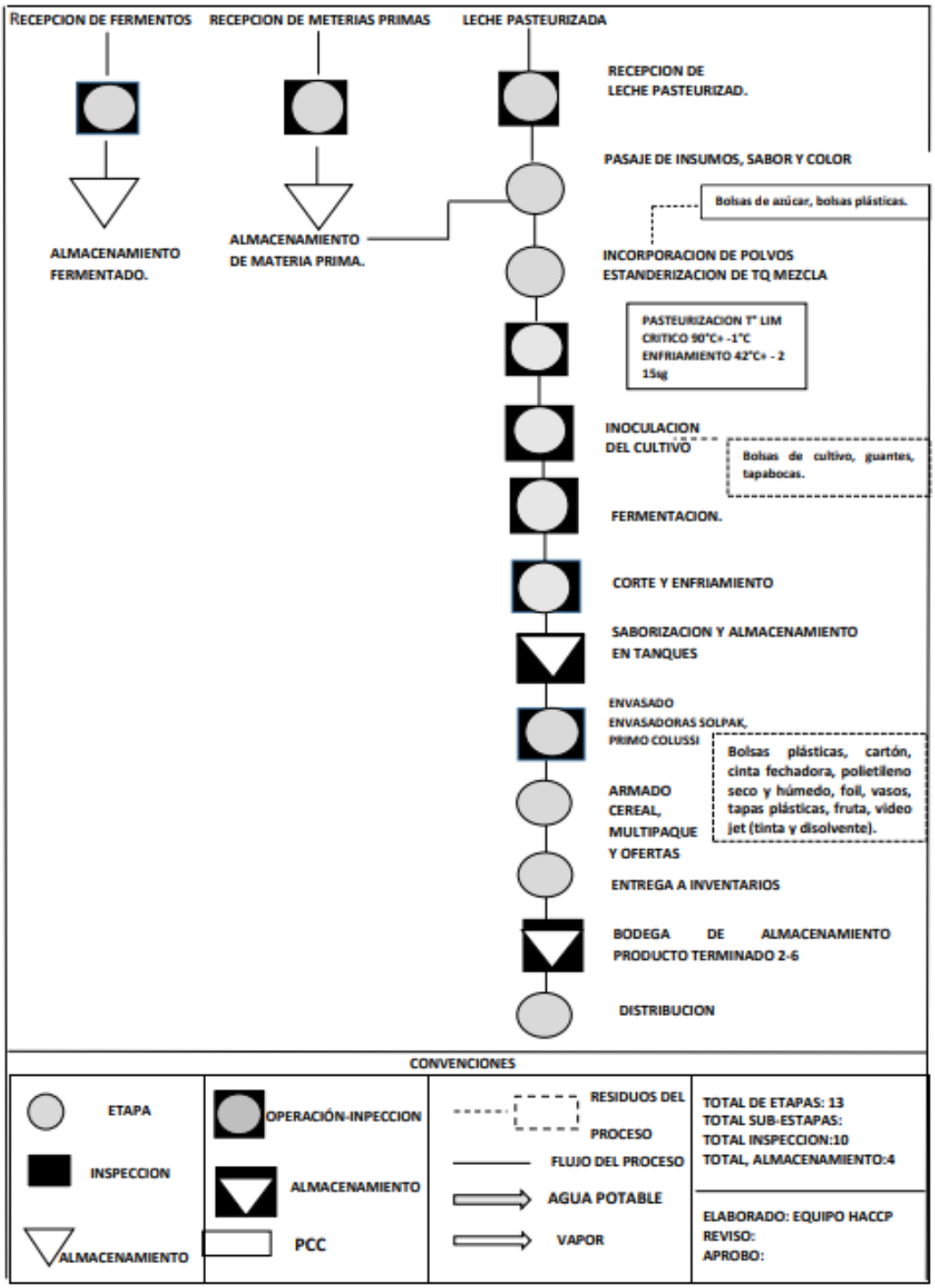
TQ/MES	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
SEMIDESCREMADA			
TQ 5 ENTERA	27,0 E+03	38,8 E+03	41,6 E+03
TQ 7 SEMIDESCREMADA	29,4 E+03	41,9 E+03	11,3 E+03
TQ 7 ENTERA	35,1 E+03	*	*
TQ 13 SEMIDESCREMADA	29,4 E+03	24,7 E+03	19.1 E+03
TQ 11 SEMIDESCREMADA	25,8 E+03	41,2 E+03	33,4 E+03
TQ 11 ENTERA	21,4 E+03	*	*
TQ 8 SEMIDESCREMADA	33,8 E+03	23,1 E+03	11,3E+03

Fuente: (Calderón, 2022)

*No se recolectaron datos.

13.8 FLUJOGRAMA ELABORACION DE YOGURT EMPRESA FRESKALECHE S.A.S.

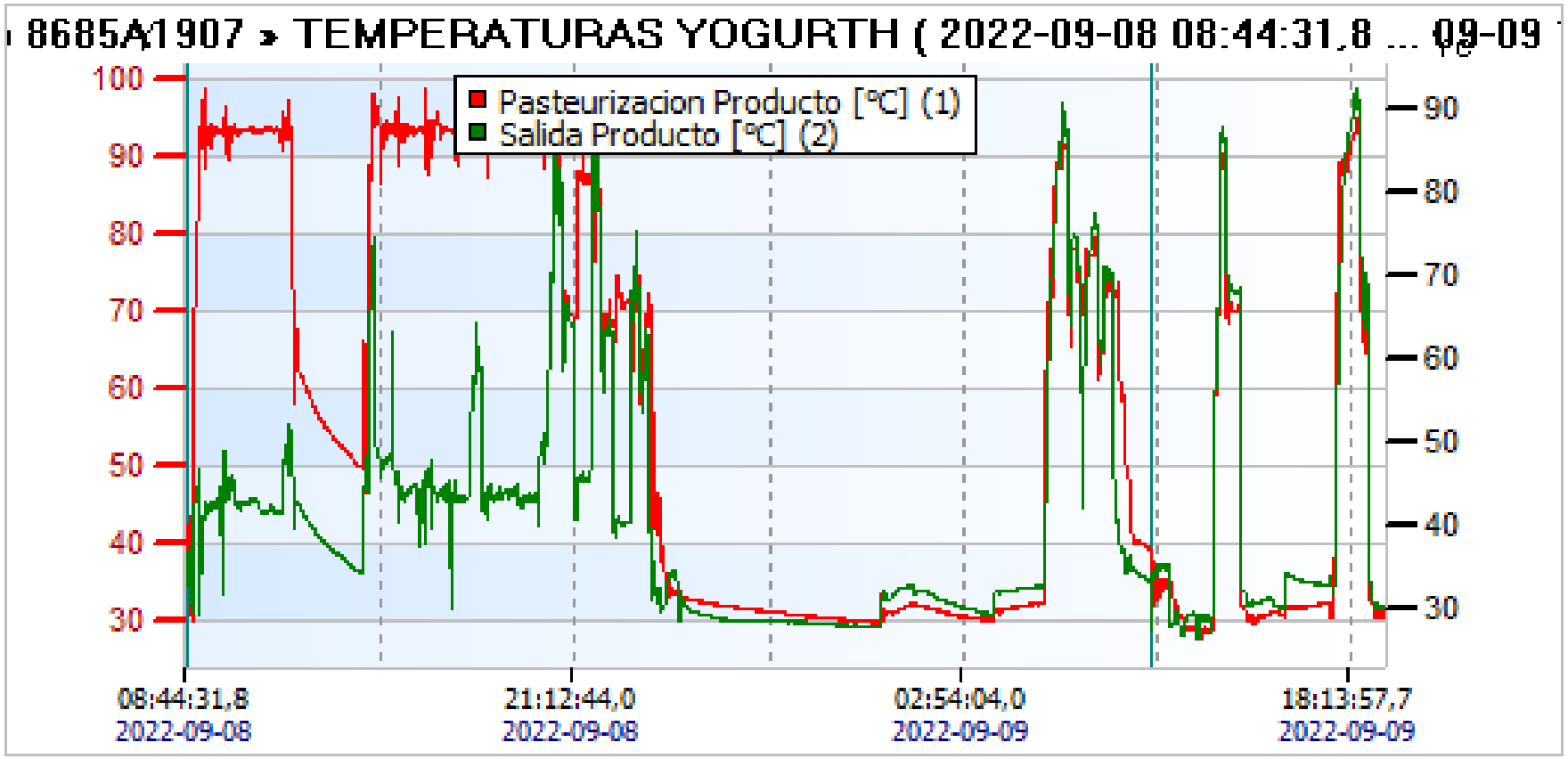
Gráfica 9. Flujograma elaboración de yogurt en la empresa Freskaleche S.A.S.



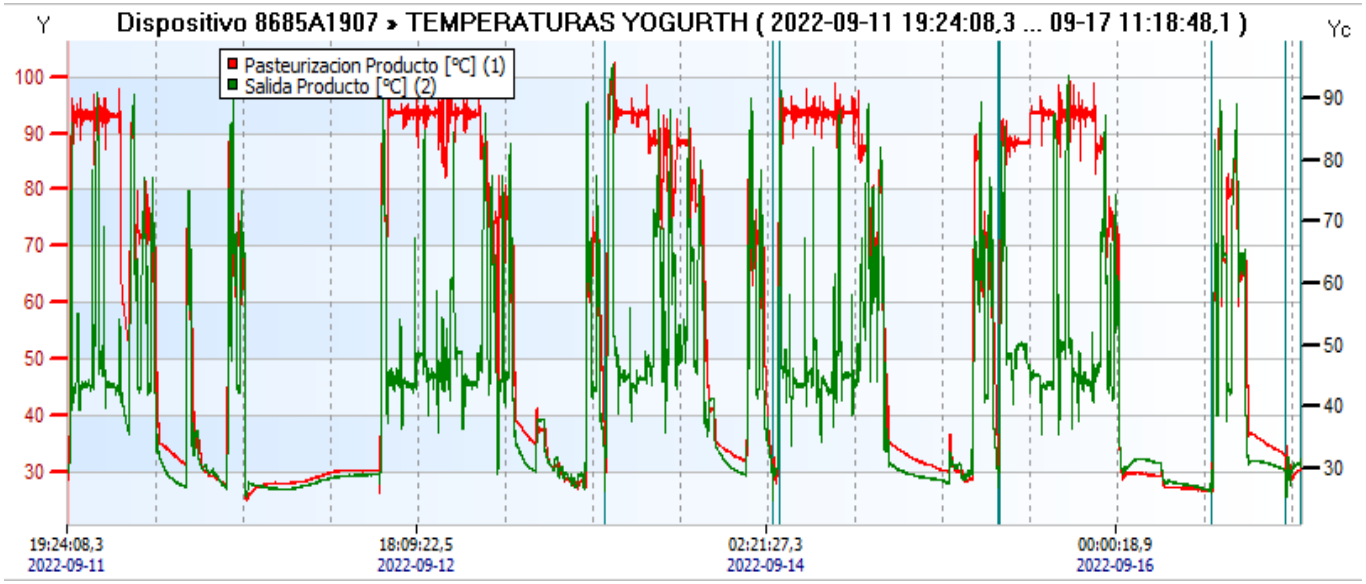
Fuente: Freskaleche S.A.S.

13.9 GRÁFICAS DE LAS CARTAS TERMOGRÁFICAS TOMADAS DURANTE LOS 3 MESES DE ANÁLISIS, LAS CUALES NOS ESTABLECEN LOS LÍMITES ESTABLECIDOS PARA EL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN.

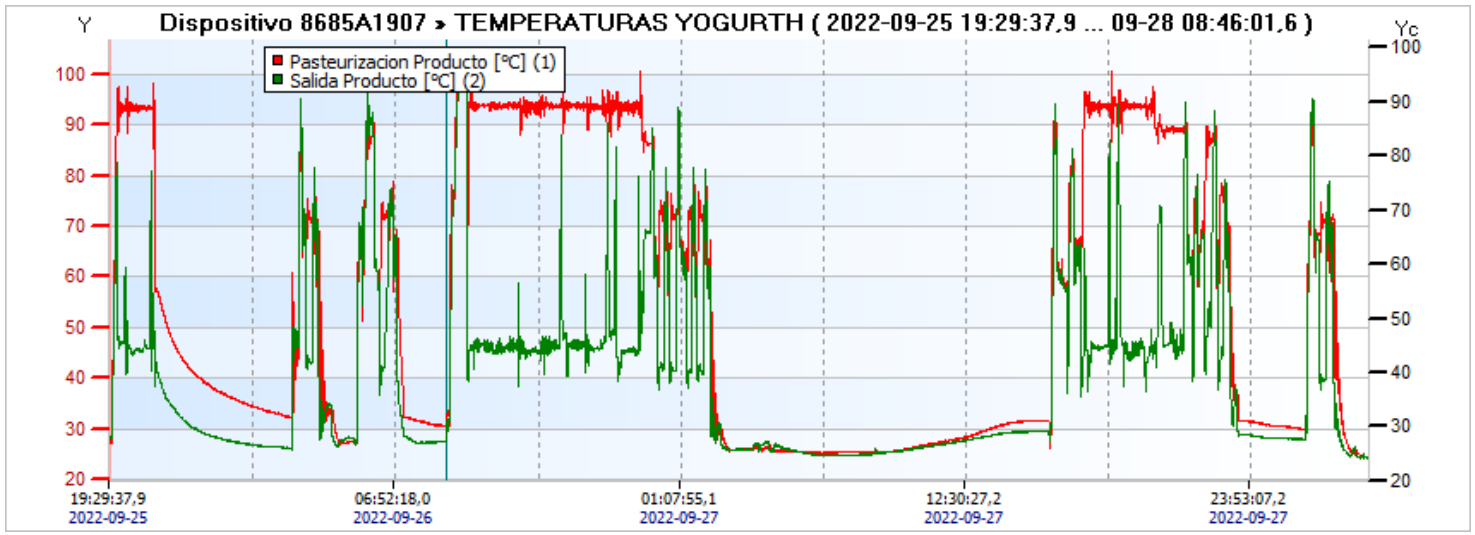
Gráfica 10. Carta termográfica yogurt fecha del 08-08-2022 al 09-09-2022.



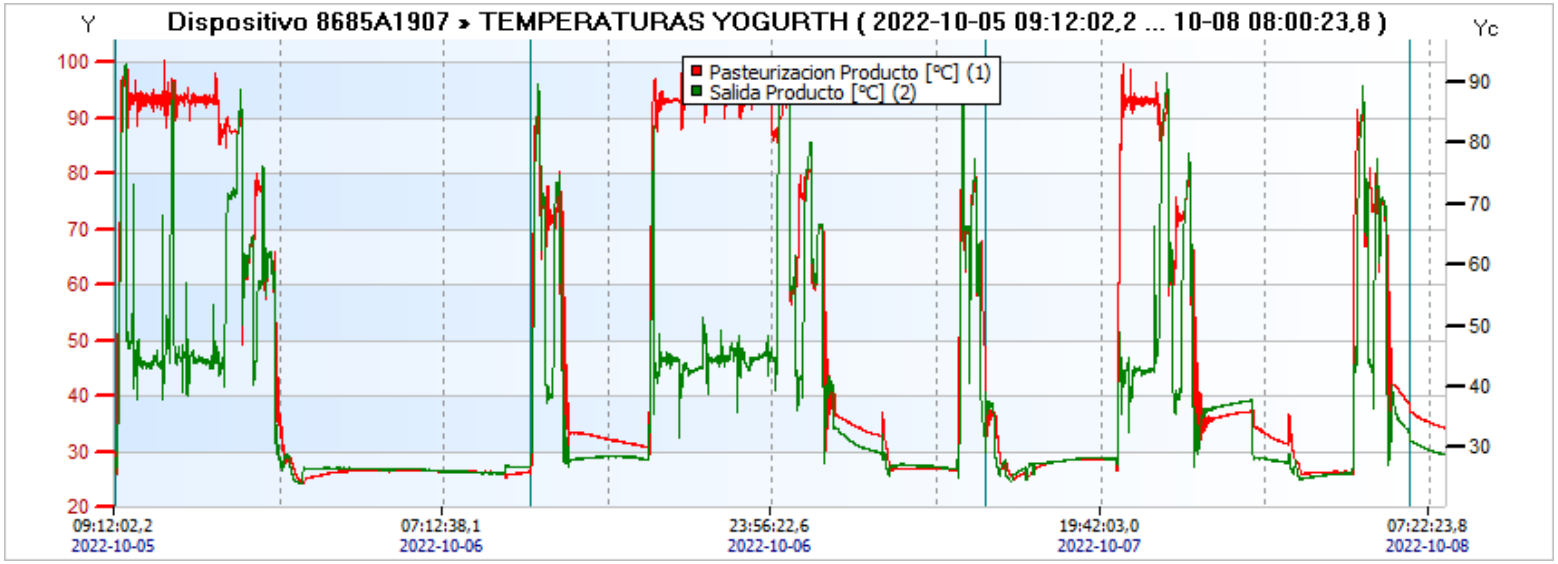
Gráfica 11. Carta termográfica yogurt, fecha del 11-09-2022 al 17-09-2022.



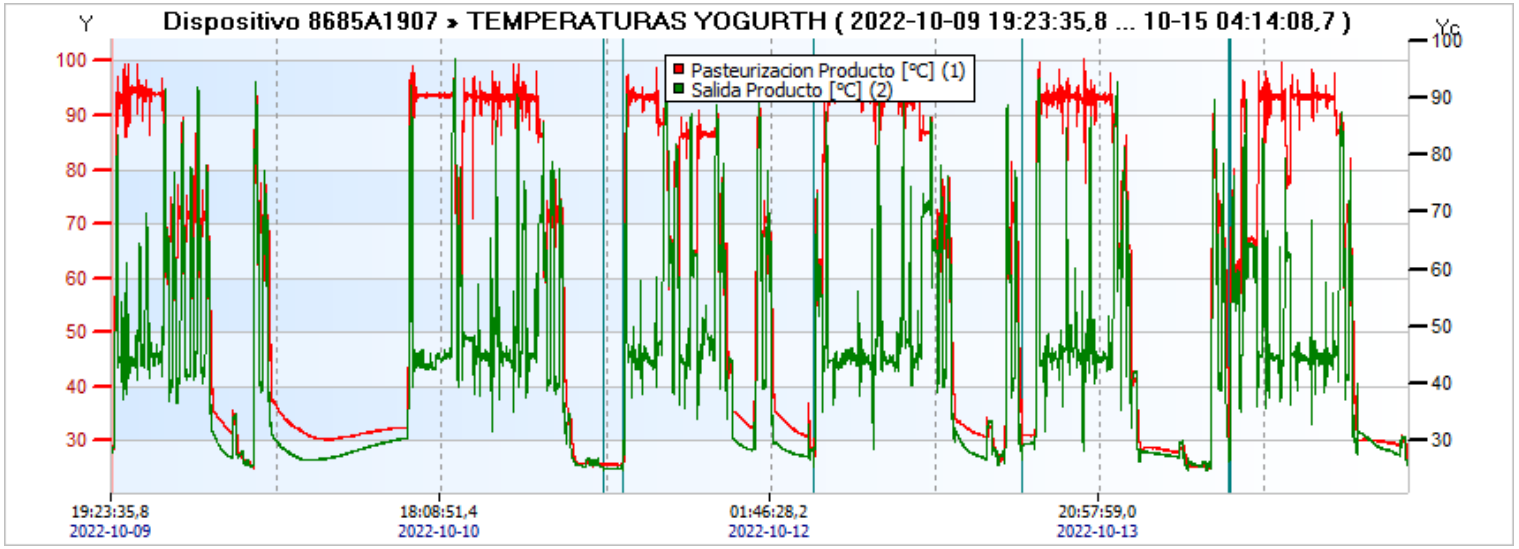
Gráfica 12. Carta termográfica yogurt, fecha del 25-09-2022 al 28-09-2022.



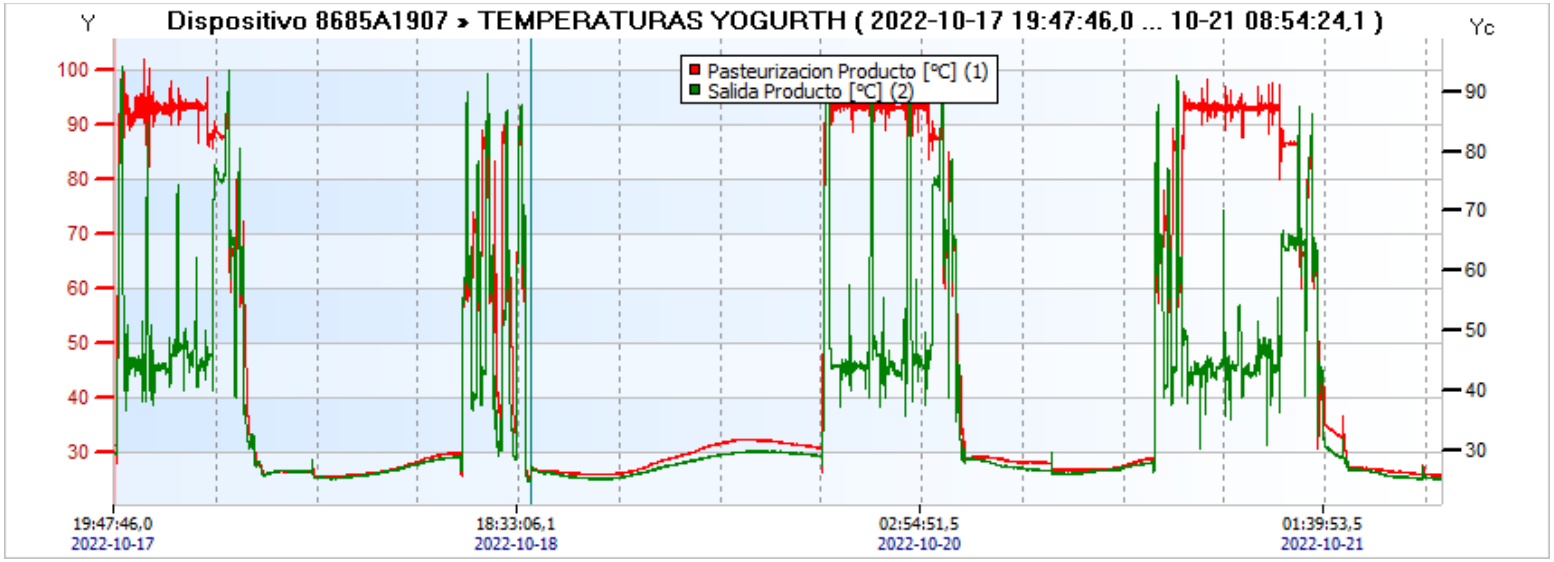
Gráfica 13. Carta termográfica yogurt, fecha del 05-10-2022 al 08-10-2022.



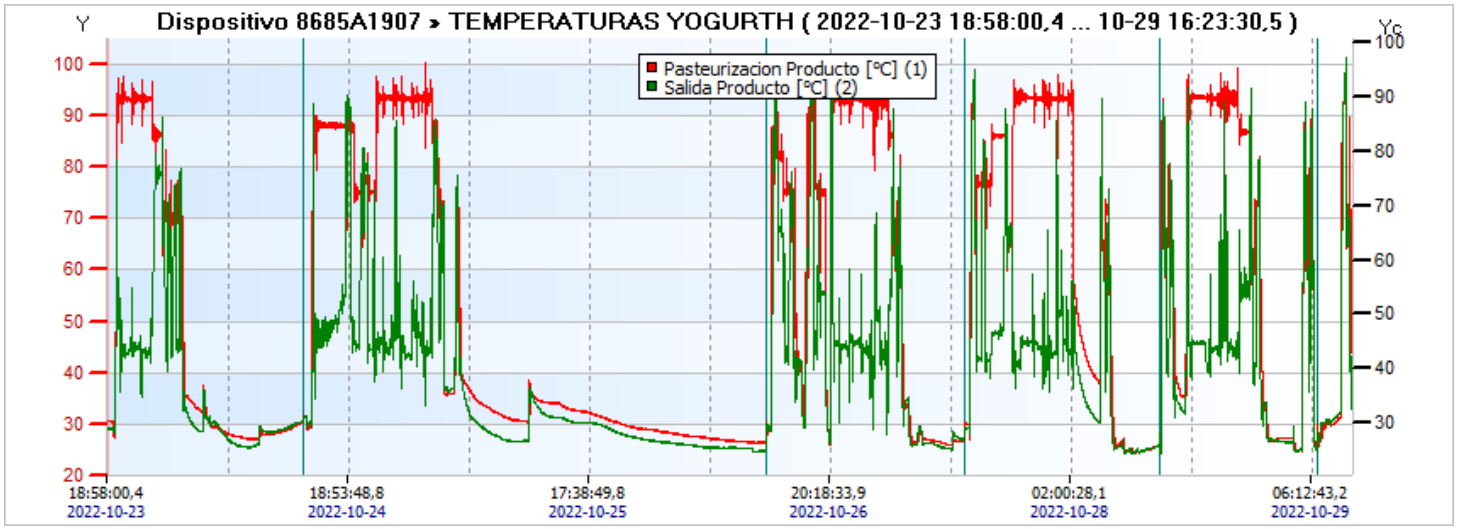
Gráfica 14. Carta termográfica yogurt, fecha del 09-10-2022 al 15-10-2022.



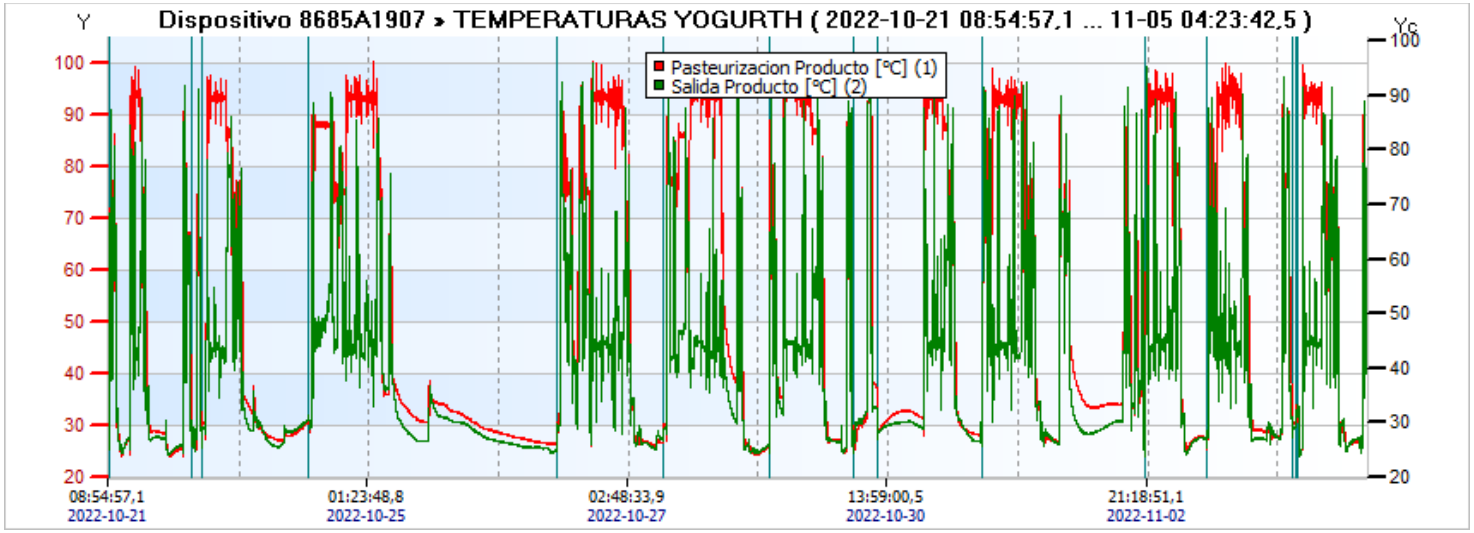
Gráfica 15. Carta termográfica yogurt, fecha del 17-10-2022 al 21-10-2022.



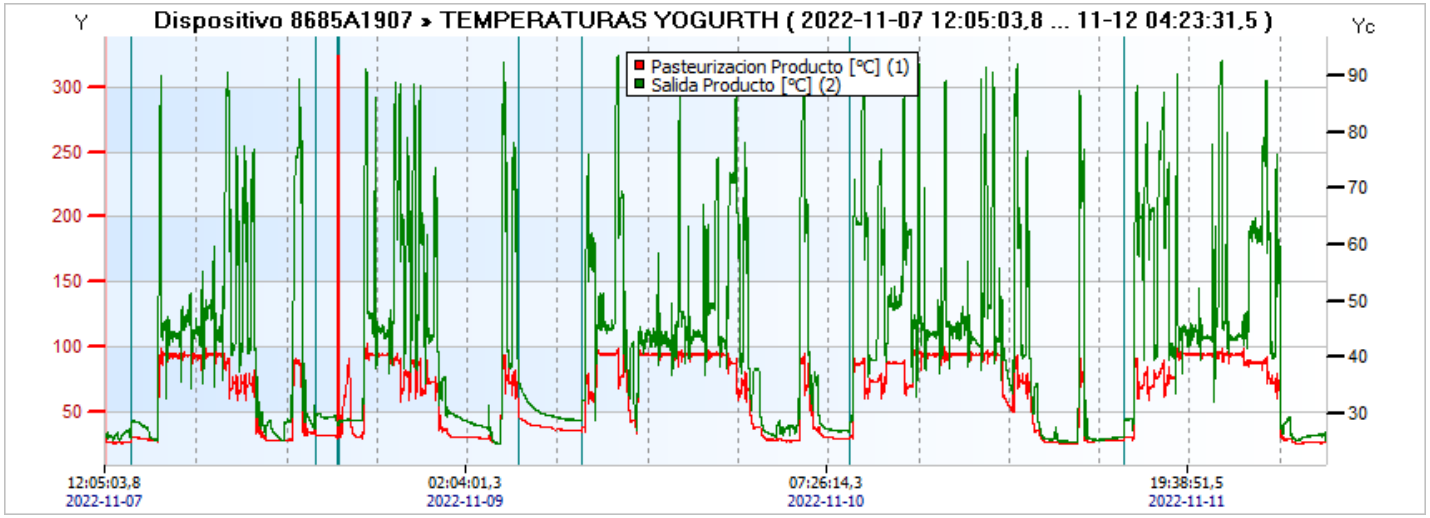
Gráfica 16. Carta termográfica yogurt, fecha del 23-10-2022 al 29-10-2022.



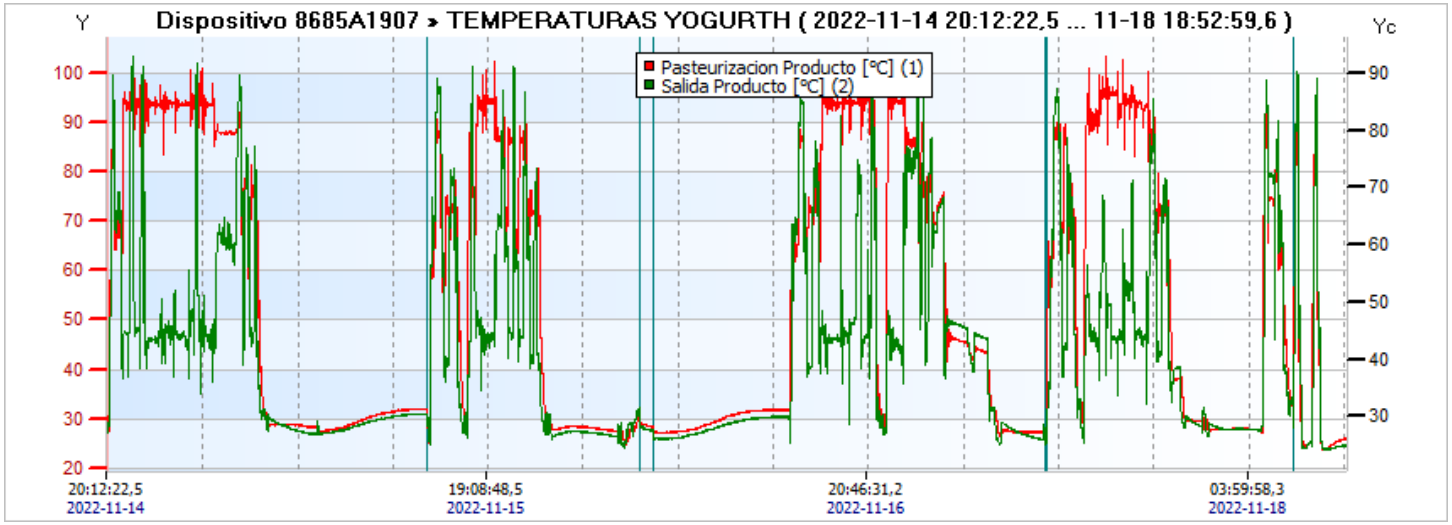
Gráfica 17. Carta termográfica yogurt, fecha del 21-10-2022 al 05-11-2022.



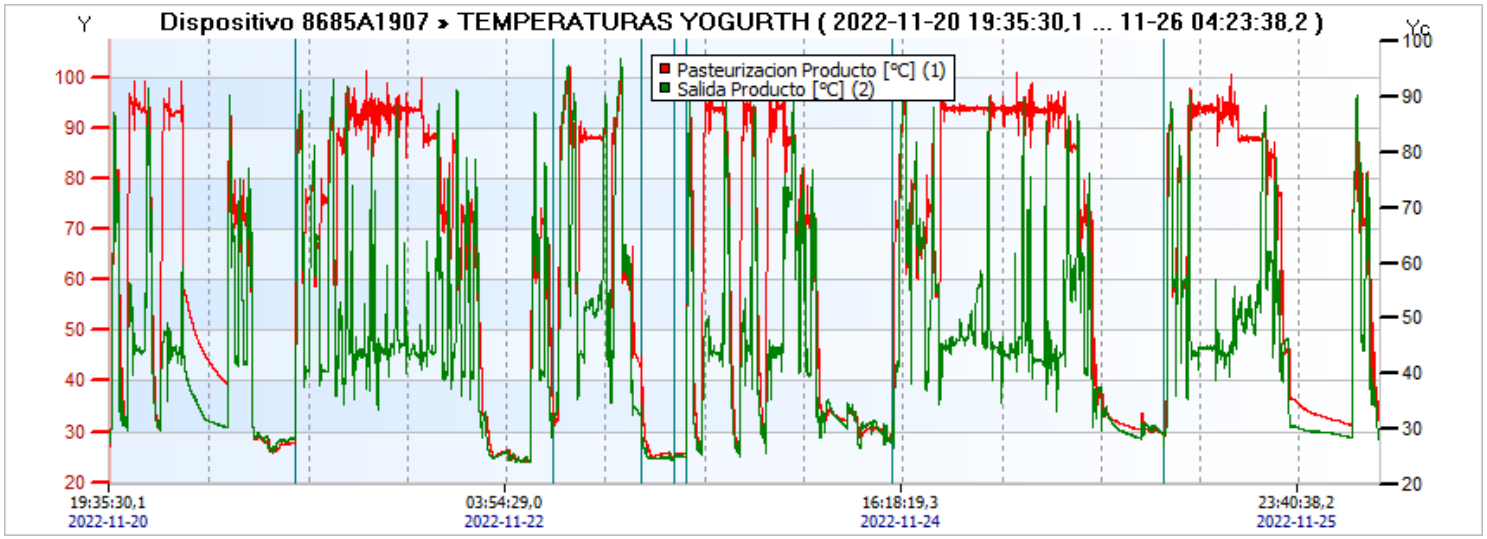
Gráfica 18. Carta termográfica yogurt, fecha del 07-11-2022 al 12-11-2022.



Gráfica 19. Carta termográfica yogurt, fecha del 14-11-2022 al 18-11-2022.



Gráfica 20. Carta termográfica yogurt, fecha del 20-11-2022 al 26-11-2022.



Gráfica 21. Carta termográfica yogurt, fecha del 26-11-2022 al 29-11-2022.

