



**Evaluación de los puntos de control en la cadena de frío para las muestras de leche cruda,
destinadas para análisis composicional en la planta de recibo de leche ubicada en el
municipio de La Unión-Antioquia.**

Juan Manuel Arbeláez Flórez

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

Asesores

Edwin Alberto Arcila. Ingeniero de Alimentos

Carlos Andrés Gómez Carmona. Zootecnista

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química

Ingeniería Agroindustrial

Carmen de Viboral, Antioquia, Colombia

2022

Cita	(Arbeláez Flórez, 2022)
Referencia	Arbeláez Flórez, J. M. (2022). <i>Evaluación de los puntos de control en la cadena de frío para las muestras de leche cruda, destinadas para análisis composicional en la planta de recibo de leche ubicada en el municipio de La Unión-Antioquia</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, El Carmen de Viboral, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Biblioteca Seccional Oriente (El Carmen de Viboral)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla

Jefe departamento: Lina María González Rodríguez

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen.....	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Objetivos.....	12
Objetivo General.....	12
Objetivos Específicos.....	12
Marco teórico.....	13
La leche e importancia de su calidad.....	13
Factores que alteran la calidad de la leche.....	14
Higiene química.....	14
Temperatura y recuento de bacterias en la leche.....	14
Transporte.....	15
Toma de muestras.....	15
Metodología.....	16
Resultados y análisis.....	20
Conclusiones.....	34
Recomendaciones.....	36
Referencias.....	37

Lista de tablas

Tabla 1 Nombre y definición de las etapas de la prueba: Variación de temperatura de la primera muestra de leche recogida en las rutas para análisis de calidad.....	16
Tabla 2 Valores máximos y mínimos de la temperatura de cada etapa del proceso para la muestra de leche, cava de frío y ambiente.....	20
Tabla 3 Datos de la toma de las muestras, aplicadas a todas las rutas de la planta de La Unión.....	21
Tabla 4 Datos tomados a mitad de tiempo del transporte a la planta de recibo de todas las rutas de la planta de La Unión.....	23
Tabla 5 Datos tomados al finalizar el transporte de las muestras de todas las rutas a la planta de recibo de leche.....	25
Tabla 6 Datos tomados al realizarse la recepción y almacenamiento de todas las muestras tomadas en las rutas de la planta de La Unión.....	27
Tabla 7 Valores promedio y desviación estándar de la temperatura de cada subetapa de la etapa 3 para la muestra de leche y cava de frío.	29

Lista de figuras

Figura 1 Plantilla para la realización en campo de la prueba: Variación de temperatura de la primera muestra de leche recogida en las rutas para análisis de calidad.....	17
Figura 2 Plantilla para el registro y creación de base de datos de las pruebas: Variación de temperatura de la primera muestra de leche recogida en las rutas para análisis de calidad.....	18
Figura 3 Comparación de las temperaturas de la muestra de leche, la cava de frío y el ambiente en la toma de las muestras de todas las rutas.....	22
Figura 4 Comparación de las temperaturas de la muestra de leche, la cava de frío y el ambiente tomadas a mitad de tiempo de transporte.....	24
Figura 5 Comparación de las temperaturas de la muestra de leche, la cava de frío y el ambiente registradas al finalizar el transporte a la planta de recibo.....	26
Figura 6 Comparación de las temperaturas de la muestra de leche, la cava de frío y el ambiente registradas al realizarse la recepción en la planta de recibo.....	28
Figura 7 Comparación de las curvas de desviación estándar de las temperaturas de la muestra en cada una de las subetapas de la etapa 3.....	29
Figura 8 Comparación de las curvas de desviación estándar de las temperaturas de la cava de frío en cada una de las subetapas de las etapa 3.....	30
Figura 9 Curvas de las temperaturas de la muestra en las 4 subetapas de la etapa 3 con base al tiempo de transporte.....	31
Figura 10 Curvas de la temperatura de la muestra, cava de frío y ambiente con base al tiempo de transporte.....	32
Figura 11 Curvas de la temperatura de la muestra de leche y cava de frío con base en la distancia recorrida.....	32

Siglas, acrónimos y abreviaturas

RCS	Recuento de células somáticas
UFC	Unidades formadoras de colonias
COLANTA	Cooperativa de Lácteos de Antioquia
DAP	Fosfato Diamónico
MAP	Fosfato Monoamónico
KCL	Cloruro de Potasio
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
B.P.M	Buenas Prácticas de Manipulación
APPCCA	Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico

Resumen

Se evaluó la temperatura de la muestra de leche, cava de frío y ambiente, para determinar si en la cadena de frío durante la recolección, transporte y recepción se afectan la calidad de la leche a las muestras de leche que ingresan a la planta de recibo de leche ubicada en el municipio de La Unión-Antioquia, con miras al control de la liquidación del precio a productores. Se evaluaron 23 rutas activas para un total de 276 mediciones de temperatura con termómetro digital durante el transporte desde la recolección hasta la planta de recibo, 4 mediciones a cada muestra, a la cava de frío y al compartimiento del carrotanque donde se transporta la cava. Los datos fueron procesados y evaluados en hoja de cálculo (Excel®). Se observó que, desde la recolección de la leche por parte de Colanta, la temperatura de la misma tiende a reducirse y mantenerse constante, validando el buen desempeño en la operatividad de la cava de frío, conservando así las muestras de leche en un rango de temperatura entre 1,3°C y 5 °C. Se concluyó que el transporte de las muestras de leche es adecuado y no hay riesgo de que se vea afectada su calidad higiénica en un grado que sea determinante e influye finalmente en la liquidación del precio de la leche.

Palabras clave: muestra de leche, cava de frío, transporte, temperatura, cadena de frío, precio.

Abstract

The temperature of the milk sample, cold cellar and environment were evaluated to determine whether the cold chain during collection, transport and reception affect the quality of the milk samples entering the milk receiving plant located in the municipality of La Unión-Antioquia, with a view to controlling the settlement of the price to producers. Twenty-three active routes were evaluated for a total of 276 temperature measurements with a digital thermometer during transport from the collection to the receiving plant, 4 measurements to each sample, to the cold cellar and to the compartment of the tank car where the cellar is transported. The data were processed and evaluated in a spreadsheet (Excel®). It was observed that since the milk was collected by Colanta, the temperature of the milk tends to reduce and remain constant, validating the good performance in the operation of the cold cellar, thus preserving the milk samples in a temperature range between 1.3°C and 5 °C. It was concluded that the transportation of the milk samples is adequate and there is no risk that their hygienic quality will be affected to a degree that is decisive and ultimately influences the settlement of the milk price.

Keywords: milk sample, cold storage, transport, temperature, cold chain, price.

Introducción

Colombia siempre ha contado con la ventaja competitiva frente a otros países, ya que la producción láctea se hace con base a las pasturas y las vacas están normalmente todo el año en pastoreo y en producción (Portafolio, 2021). Sin embargo, actualmente el sector lechero en el país enfrenta otro tipo de retos, según la revista Portafolio, debido a situaciones de orden público que se realizaron de mayo a junio de 2021 en el país, se ha reducido notablemente la producción de leche. Durante las manifestaciones en algunas zonas como Nariño, Valle del Cauca, Cauca, Cundinamarca y Antioquia, los animales se quedaron sin el suministro de sales, concentrados y alimentos en general, necesarios para mantener buenos promedio de producción lechera; como las vacas tuvieron una interrupción en su alimentación, según el presidente de la Asociación Nacional de Productores de Leche, no se recuperarán hasta una nueva lactancia, es decir un año, incluso se estima una disminución entre el 3% y el 20% en las lactancias de los animales por una duración aproximada de dos años (Portafolio, 2021).

Además, de acuerdo con información de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el precio para los alimentos balanceados incrementó en un promedio del 41,54 %, lo cual incluye los concentrados, sales y otros suplementos como el maíz, sorgo y la soya. Para el caso de los fertilizantes, según el Dane, se incrementaron los precios en más del 50 % para agosto de 2021 y para diciembre de 2021 continuaban las alzas, según reporte hecho por CONtexto ganadero, periódico oficial de Fedegan. La razón principal serían los recortes en los volúmenes de exportación que realizó China para proteger su mercado interno y la reducción en los embarques de urea desde Rusia, ya que el 75% de las importaciones de fertilizantes del país se concentran en Urea, Fosfato Diamónico (DAP), Fosfato Monoamónico (MAP) y Cloruro de Potasio (KCL), lo cual representa una alta dependencia de materias primas importadas para elaboración y comercialización de fertilizantes (CONtexto ganadero, 2021).

En Colombia, es de vital importancia para el sector agropecuario, el desarrollo que pueda presentar la actividad lechera por ser uno de los principales renglones de producción agropecuaria en el país, por encima del café, flores o caña de azúcar. Sin embargo, se ha ido sumergiendo al sector lechero en una crisis, principalmente por los pocos aumentos que se han efectuado al precio que recibe el productor por litro de leche y por los incrementos en el valor de los insumos. El precio de una u otra forma es una variable para la toma de decisiones por parte del productor, si el pago de las industrias es muy bajo, los márgenes de rentabilidad se vuelven negativos haciendo inviable el negocio, llevando a los productores a acabar con la producción lechera en sus fincas (Ramírez, Hernández, 2009).

En Colombia, la compañía de lácteos y derivados más grande, es la Cooperativa de Lácteos de Antioquia (COLANTA) fabricante de productos alimenticios, actualmente una de sus plantas de recibo de leche se ubica en la Unión Antioqueña y allí se almacena la producción de leche recogida en el Oriente Antioqueño, el control de calidad es uno de los pilares de la cooperativa y es exigida a los productores mediante un sistema de bonificación de precio, basado en el cumplimiento de parámetros que son calificados regularmente, tales como la temperatura,

calidad composicional (grasa y proteína), calidad higiénica en términos de unidades formadoras de colonias (UFC) y en términos de calidad sanitaria el recuento de células somáticas (RCS); por lo tanto, para que el productor pueda obtener un buen precio en el pago de su leche, ésta debe permanecer en las mejores condiciones posibles para que pueda ser recogida (Cipolatti, 2016).

La planta de acopio de leche de la empresa Colanta perteneciente a la región Oriente, se encuentra ubicada en el municipio de la Unión, con una capacidad total de 150.000 L para almacenamiento de leche cruda. Actualmente, la planta recibe un promedio de 88.000 L/día, los cuales se recogen en un total de 24 rutas realizadas por 14 carrotanques (5 carrotanques tipo turbo, 9 carrotanques sencillos); se recoge leche a productores que almacenan en tanque de frío (86.770 L/día) y en caneca (1.230 L/día); en cuanto a proveedores, existen 419 productores en 286 tanques activos y 22 productores en caneca. Además de los silos de almacenamiento, la planta cuenta con un área de procesamiento, donde anteriormente se realizaba transformación de la leche en varios productos lácteos, actualmente está fuera de servicio por el bajo volumen de materia prima láctea, ya que en promedio pasó de ser recibido 105.000 L/día a recibir 88.000 L/día en un lapso de dos años (Arévalo, 2021).

En total, los litros de leche retirados de Colanta para el año 2021, fueron 305.695 L, de los cuales el 5.56 % se retiraron de la planta en La Unión, la cual se encuentra posicionada en el cuarto puesto por debajo de San Pedro, Santa Rosa y Funza en términos de retiro. Para 2021, también se clasificaron 10.507 L en riesgo de retiro, de los cuales el 37,2 % pertenecen a la planta de La Unión, la cual se encuentra en el segundo puesto por debajo de la planta de Santa Rosa de Osos, en términos de riesgo de retiro.

Los casos de retiro se ven influenciados por causas como venta de ganado, entrega o alquiler de finca, cambio a otra empresa y alto costo de insumos agropecuarios, siendo este último el de mayor impacto sobre las demás causales ya que hace insostenible la producción. Otro motivo que puede ser causal de retiro o influenciar a los productores, son los casos en donde la calidad de la leche decrece, ya que reciben un llamado de atención por medio de una carta por parte de la empresa y luego una reducción en el precio. En las visitas para realizar control higiénico a los productores que presentan reducción en los parámetros de calidad, manifiestan que estas reducciones de precio los desmotivan, además de considerar que la calidad de su leche puede verse afectada tanto por los factores internos y externos, como también por parte de los procedimientos realizados por el personal de Colanta, desde que el conductor del carrotanque realiza la muestra, hasta que esta es recibida en la planta para ser analizada por el laboratorio, lo cual genera rechazo del productor a la cooperativa.

Algunos factores por los cuales la calidad de la leche puede verse afectada negativamente, se pueden clasificar en factores externos como: el clima, costos de insumos, tecnología, fluctuación de la moneda nacional en el mercado internacional, daños en el tanque de frío, etc, y factores internos como el procedimiento de ordeño, mantenimiento de la finca, manejo y lavado de equipos de ordeño, lavado del tanque de frío, canecas y pezoneras, implementos de aseo, etc. Para el año 2021 en la planta de La Unión, el promedio global de bacterias fue de 103 UFC/mL, mientras que el promedio para Colanta fue de 75.5 UFC/mL, encontrándose por encima del

promedio general de la cooperativa, por lo que se puede concluir, que es una planta con un alto índice de UFC, lo cual implica que una cantidad considerable de productores reciban llamados de atención por medio de cartas debido al incremento en los recuentos y así mismo un alto índice de productores inconformes. Estos hechos han llevado a que muchos de los productores desistan y decidan retirarse de la cooperativa por su inconformidad con la liquidación en el pago de la leche.

Los productores y en general el sector lechero, está siendo notablemente afectado por la coyuntura actual, ya que no encuentran rentabilidad en la producción, ni un equilibrio económico; los que aún están activos resisten haciendo frente a la coyuntura actual con el alza de precios de los insumos y se encuentran en un estado de vulnerabilidad ante la continuidad de sus producciones y también ante la decisión de permanencia en la cooperativa, por ende, la cantidad de litros de leche producidos se ha manteniendo en declive después del primer trimestre del año 2021, según reporte hecho por CONtexto ganadero y en información estadística consignada por la USP del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural se reveló que el acopio formal ha disminuido un 6,3 %, pasando de 2.232 millones de litros a poco menos de 2.092 millones (CONtexto ganadero, 2021). En Colombia se consumen en promedio 21 millones de litros de leche al día y la producción está en 19,4 millones de litros, según Bargans, presidente ejecutivo de Asoleche y según el presidente de la Asociación Nacional de Productores de Leche (Analac), quien también afirma que así el precio de una bolsa de leche aumente entre \$400 y \$500, los costos de producción sobrepasan las ganancias de venta, entonces la rentabilidad del productor de leche es muy ajustada (Quinchía 2021).

La recolección de leche es responsabilidad de los conductores asignados, los cuales deben cumplir con los requisitos contemplados en el Instructivo de Operación de Carrotanques, suministrado por la empresa. La muestra de leche de cada productor es transportada en cava de frío de poliestireno expandido (icopor), durante aproximadamente 5 horas en promedio en los carrotanques, la cava de frío lleva en su interior un compartimiento para las muestras y en el espacio sobrante geles de hielo encargados de mantener la cadena de frío.

Es importante para la cooperativa proteger y apoyar al productor desde su alcance durante la coyuntura, lo cual puede hacerse dándole mayor estabilidad al precio, controlando que el grado de calidad higiénica con el que se recoge la muestra de leche en el tanque de frío para análisis composicional, no es alterado por la manipulación del personal de Colanta. Se plantea realizar un seguimiento, análisis y control al manejo de la leche destinada para análisis de calidad, llevado a cabo por el conductor durante el transporte de la muestra, evaluando en qué medida se está alterando la calidad de la leche con la que es entregada por el productor a los carros recolectores en los tanques de frío, hasta que es recepcionada por el laboratorio en la planta de acopio.

El seguimiento a la cadena de frío de las muestras de leche tomadas por los carros cisterna, se enfoca en analizar la relación entre el tiempo de transporte en la cava de frío vs variación de la temperatura, para poder inferir si tal variación puede afectar la calidad e inocuidad de la leche desde el momento en que se tomó, hasta el momento en que se ingresan al laboratorio, de esta forma, con base a los resultados obtenidos, se podrán implementar acciones correctivas o de mejora que finalmente se reflejen positivamente en la liquidación del precio de la leche.

Objetivos

Objetivo general

Realizar estudio y evaluación a las variables principales que afectan la calidad de la leche durante la recolección, transporte y recepción a las muestras de leche que ingresan a la planta de recibo de leche ubicada en el municipio de La Unión-Antioquia, con miras a la liquidación del precio a productores.

Objetivos específicos

- 1) Reevaluar los procedimientos vigentes realizados por el personal de Colanta en los procesos de recolección de la leche.
- 2) Parametrizar los controles que deben ser llevados a cabo por parte de los responsables de la toma de muestra y transporte de la leche destinada para análisis composicional.
- 3) Definir el procedimiento para la toma de datos y su registro, los cuales deben de ser captados mediante la realización de cada ruta, perteneciente a la planta del municipio de La Unión.
- 4) Determinar los medios para prevenir, eliminar o reducir los impactos sobre la calidad de la leche a un punto aceptable.

Marco teórico

La leche e importancia de su calidad

El hombre es el único mamífero que consume leche y sus derivados a lo largo de toda la vida, y sus requerimientos de calidad son altos, por lo que el control desde su origen es fundamental para obtener productos que cumplan las exigencias legales de calidad y que satisfagan las expectativas de los consumidores desde el punto de vista bromatológico. La calidad de la leche es uno de los pilares fundamentales de una industria lechera desarrollada, la cual comprende ganado sano, bien alimentado y criado, leche con una capacidad de conservación adecuada para su transporte a la industria y una composición óptima (Martínez, 2012).

Si el destino primario de la producción de leche es el mercado líquido o el posterior procesamiento y la obtención de derivados, si se presentan altas concentraciones de células somáticas y/o de bacterias, su vida de almacenamiento y la calidad en los procesos estarán reducidas; altos conteos de unidades formadoras de colonias (UFC) en leche, se asocian comúnmente con pobre sanidad o deficiencias en la cadena de frío que a su vez, estarían asociados con varios factores, como ubres con mastitis, contaminación ambiental, contaminación por recipientes, tiempo, temperatura de almacenamiento y transporte (Olivera, 2012).

Por otra parte, si la calidad de la leche es determinada a nivel de recepción en la industria, debe asegurarse que ésta cuide los factores que también están bajo su responsabilidad y que afectan a la calidad de la leche, tales como, la adecuada higienización de recipientes, racionalización de recorridos de recolección de la leche y recepción organizada de la misma por el laboratorio. En Colombia, la resolución 0012 de 2007 reglamenta el pago de la leche cruda al productor primario sobre la base de parámetros de calidad composicional, sanitaria e higiénica, bonificando los conteos bajos de UFC en unidad de miles de UFC/mL y penalizando los recuentos altos (Olivera, 2012).

Previo a la iniciación de un esquema de pago de leche según calidad, deben existir y conocerse el conjunto de medidas y procedimientos técnicos adecuados, conducentes a la producción de leche de buena calidad. Sólo así podrá cada productor tener como opción mejorar la calidad de la leche y tener acceso a las bonificaciones pagadas, estas mismas medidas producen además de un mejoramiento en la calidad, una mayor producción de leche (Rodríguez, 2019).

El estado de salud y las Buenas Prácticas de Manipulación (B.P.M) e Higiene Personal de los trabajadores, es esencial para evitar contaminaciones procedentes del personal manipulador, es por ello de vital importancia, como método preventivo de los posibles peligros sanitarios por el empleo de unas prácticas de manipulación incorrectas, o bien por una falta de higiene personal y/o de los utensilios, superficies y equipos usados para el ejercicio de su trabajo, que el personal manipulador mantenga y posea una adecuada higiene general y personal, así como la formación específica en materia de higiene y manipulación de los alimentos (Sánchez, 2016).

El sistema preventivo Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) permite contemplar el análisis de aquellos peligros asociados, en este caso al sector lácteo que puedan producir una alteración en la calidad final de los productos, supone un planteamiento sistemático para la identificación, valoración y control de los peligros identificados, enfocándose sobre aquellos factores que influyen directamente en la calidad de la leche; de este análisis también se deducen las medidas preventivas para evitar y/o reducir cada peligro hasta niveles aceptables. Los operadores de la empresa alimentaria deberán aplicar y mantener los procedimientos permanentemente, basados en los principios del APPCC de todos los peligros detectados por su gravedad y, sobre todo, por su probabilidad de ocurrencia (Sánchez, 2016).

Factores que alteran la calidad de la leche

Higiene química: Los diversos componentes de la leche, especialmente grasa y proteína, pueden experimentar cambios químicos durante el almacenado, estos cambios son normalmente de dos clases, oxidaciones y lipólisis. La oxidación de la grasa da a la leche un sabor, que también es causado por la exposición a la luz, especialmente a la luz directa del sol, para evitar la oxidación de la grasa y de la proteína en la leche la acción más importante es controlar el contacto con oxígeno y luz directa del sol, por ejemplo, cuando la leche está esperando para ser cargada y al ser transportada debe ser protegida de la luz directa del sol. En cuanto a la lipólisis también se le llama fragmentación de la grasa en glicerol y ácidos grasos libres, las altas temperaturas del almacenaje y transporte estimulan la lipólisis, pero la lipasa responsable no puede actuar a menos que se hayan dañado los glóbulos de grasa. En rutinas normales de producción y de la industria láctea hay muchas oportunidades para que los glóbulos de grasa sean dañados, por ejemplo, durante el bombeo, agitación y salpicadura de la leche; además, los bordes afilados y las curvas angulares en tubos de la leche pueden dañar los glóbulos de grasa. Estos detalles no deben ser pasados por alto al instalar un sistema de ordeño (Sánchez, 2016).

Temperatura y recuento de bacterias en la leche: Las bacterias son organismos unicelulares que se multiplican sobre todo por la fisión binaria, la temperatura es el factor más importante para su crecimiento y así también para el deterioro del alimento, pueden desarrollarse solamente dentro de ciertos límites de temperatura y estos límites varían de una especie a otra. El crecimiento de bacterias en leche y productos lácteos se reduce enfriando por debajo de 10 °C, siendo el rango óptimo entre 0 a 4 °C para reducir a un grado de incremento aceptable la reproducción, sin embargo, el almacenado de la leche a más bajas temperaturas, no destruirá las bacterias, y puede ocurrir que al congelar haya una destrucción lenta del producto, ya que los cristales de hielo rompen las paredes de la célula (OPS/OMS, 2017).

Después de contaminada la leche, el número inicial de bacterias comienza la reproducción de estas y aumenta su número exponencialmente, combinado con una temperatura óptima, el crecimiento de las bacterias puede ser mayor; es importante para evitar la reproducción, mantener el número de bacterias lo más bajo posible, en parte enfriando directamente la leche alrededor de

4 °C. Sin embargo, es vital reconocer que el enfriamiento es una alternativa, no una solución, para las deficiencias higiénicas del trabajo. Evitando las infecciones a través de las buenas prácticas higiénicas y el enfriamiento de la leche después del ordeño, se asegura cierto grado en la calidad de la leche, es decir con un enfriamiento eficaz se puede controlar el incremento de los microorganismos (Labexco, 2019).

Transporte: En cuanto al transporte de la leche, los problemas tanto técnicos como económicos que se pueden presentar, cuando la cantidad de leche recogida por kilómetro recorrido es baja, y los transportes son muy largos, son graves las consecuencias sobre la calidad de la leche, debido a la agitación prolongada y a la elevación de la temperatura. Un aspecto importante con respecto a la preservación de la calidad original de la leche es lograr que la industria se responsabilice por el transporte, el transportista particular no tiene igual interés por la calidad de la leche, aportándole solamente la cantidad. Por otra parte, si el transporte corre bajo responsabilidad de la industria, debería de resultar más fácil el control de fraudes y contaminaciones que puedan producirse durante el transporte, beneficiándose tanto la industria como el productor lechero (Rodríguez, 2019).

El tiempo de transporte debe ser tal que permitan transportar el producto, a una temperatura adecuada, hasta el centro de acopio y refrigeración de una forma que reduzca al mínimo cualquier efecto nocivo para su inocuidad e idoneidad. Algunas condiciones del tiempo y temperatura durante el transporte de leche son, recogida diaria (cada 24 horas), temperatura máxima de almacenamiento 8°C y recogida alterna (cada 48 horas), temperatura máxima de almacenamiento 6°C. El sistema de transporte debe asegurarse de que la temperatura debe mantenerse inferior a 10°C y el sistema de refrigeración debe garantizar que se alcanza la temperatura de almacenamiento de la leche en menos de dos horas (Sánchez, 2016).

Toma de muestras: Los muestreos en las industrias siempre van orientados a obtener información para elaborar un diagnóstico de un problema existente, o bien a obtener información continua de parámetros de calidad. Es muy importante que el procedimiento para tomar las muestras sea inocuo y de forma fácil, de modo que permita hacerse en el menor tiempo posible, lo cual es importante si se tiene en cuenta que los encargados deben de estar realizando muestreos continuos en el tiempo, por tanto, la logística de los muestreos y el envío de las muestras al laboratorio deben de ser lo más sencillos posible para el técnico, para que se puedan transportar de la forma más correcta y sin romper la cadena de frío. La toma de muestras debe realizarse siempre por la parte superior del tanque, de forma aséptica y en un recipiente estéril, previa agitación de la leche de entre 5 a 10 minutos, si el ordeño lleva más de una hora finalizado (leche refrigerada), la cantidad de la muestra mínima debe ser de unos 50 ml, pero depende de la analítica solicitada (OPS/OMS, 2017).

Metodología

El proyecto se realizó en primera instancia por una etapa de estudio y recopilación de información, para identificar los parámetros y requisitos del procedimiento de toma y transporte de la muestra de leche destinada para análisis composicional. La información fue recopilada por integrantes del departamento de mejoramiento de calidad, acompañado de los manuales y guías de Colanta, en donde están descritos los procedimientos para cada proceso que se realiza dentro de la empresa. El formato utilizado fue el “Instructivo de operación de carrotaques de leche cruda que prestan servicio de recolección de leche Finca-Planta a la Cooperativa Colanta” capítulo uno, guía “Lavado y desinfección de equipos” y guía “Almacenamiento durante transporte Finca-Planta”.

Una vez detallados los procedimientos, se realizó la segunda etapa, la cual se basó en definir los medios para la adquisición de datos, parámetros de control y datos que fueran el objetivo de medición en los procedimientos, que permitan ser medidos sin que fuera alterada la calidad de la muestra de leche. La toma de muestras, las mediciones de temperatura y tiempo fueron llevada a cabo por los conductores de los carrotaques en condiciones reales de trabajo; para el cumplimiento en la aplicación de la prueba diseñada se contó con el acompañamiento de asistentes técnicos que asesoraron y vigilaron la forma en que las pruebas fueran realizadas.

En la tercera etapa, se hizo el diseño de una prueba aplicable para todas las rutas, en la cual el parámetro de medición para el análisis de los puntos de control fue la temperatura. La prueba consistió en realizar una toma de muestra extra de leche en el primer tanque que se recoge en cada ruta activa en el municipio de La Unión, con el fin de realizarle un seguimiento a la cadena de frío durante el transporte en la cava de frío en el carrotaque que ingresó al área de almacenamiento dentro de la planta de recibo. La prueba se dividió en 4 subetapas, descritas en la **Tabla 1**, en las cuales se hizo medición de la temperatura de la muestra de leche, la cava de frío en la cual fue transportada y el ambiente exterior.

Tabla 1

Nombre y definición de las etapas de la prueba: Variación de temperatura de la primera muestra de leche recogida en las rutas para análisis de calidad.

Subetapa	3.1	3.2	3.3	3.4
Nombre	Recolección	Mitad de ruta	Llegada al acopio	Recepción de muestras en laboratorio.
Descripción	En el cual se toma la muestra y se almacena en la cava de frío para el transporte en el carrotaque.	Cuando ha transcurrido la mitad del tiempo en el recorrido hacia a la planta de recibo.	Cuando se finaliza el transporte de las muestras.	Cuando se realiza la entrega de las muestras de leche al laboratorio y son almacenadas.

La prueba se inicia en la etapa de recolección, se realiza la toma de muestra y la primera lectura de temperaturas de la muestra, cava de frío y ambiente, la etapa dos es la lectura de temperaturas cuando el conductor transcurre a mitad del tiempo total que tarda en llegar a la planta, la tercera y cuarta etapa se desarrollan en lugar de acopio, pero difieren en los tiempos ya que por un tiempo determinado, mientras el conductor ingresa al área de pesado y mientras es atendido por el área de recibo, la muestras de leche siguen estando en la cava de frío de poliestireno sin ser almacenada en la cava de frío del laboratorio.

La tercera etapa fue dedicada a la creación de un formato para el registro de datos de las pruebas realizadas a cada ruta, que permitiera el registro de una manera ordenada y otro formato que facilitara el posterior análisis en alguna herramienta ofimática. El formato mostrado en la **Figura 1** fue diseñado para el registro de datos manual durante las pruebas de campo y el formato mostrado en la **Figura 2** fue diseñado para el registro y creación de una base de datos digital con todas las pruebas realizadas en Excel, en donde se realizó el análisis de datos.

VARIACION DE TEMPERATURA DE LA PRIMERA MUESTRA DE LECHE RECOGIDA EN LAS RUTAS PARA ANALISIS DE CALIDAD			
DATOS DE LA RUTA			
FECHA			
CTQ:			
NOMBRE RUTA:			
DATOS DE LA MUESTRA			
TQ:			
VEREDA:			
LITROS:			
SUBETAPA 3.1			
t inicial	Tm. inicial	Tc. Inicial	Tcq. inicial
SUBETAPA 3.2			
t medio	Tm. media	Tc. Media	Tcq. media
SUBETAPA 3.3			
t final	Tm. final	Tc. Final	Tcq. final
SUBETAPA 3.4			
t entrega	Tm. recibo	Tc. Recibo	Tamb

Figura 1. Plantilla para la realización en campo de la prueba: Variación de temperatura de la primera muestra de leche recogida en las rutas para análisis de calidad.

VARIACION DE TEMPERATURA DE LA PRIMERA MUESTRA DE LECHE RECOGIDA EN LAS RUTAS PARA ANALISIS DE CALIDAD																						
Planta		Numero de planta				Departamento				Municipio				Zona de cargue		Rango maximo		Promedio rango				
Responsable		Fecha inicio				Fecha de finalizacion				Municipio				Zona de cargue		Rango maximo		Promedio rango				
Area o Departamento		Fecha de finalizacion				Zona de cargue				Rango maximo		Promedio rango										
		TIEMPO				MUESTRA				CAVA				AMBIENTE								
Fecha	Tanque	t _{inicial}	t _{medio}	t _{final}	t _{recibo}	T _{inicial}	T _{media}	T _{final}	t _{recibo}	T _{inicial}	T _{media}	T _{final}	t _{recibo}	T _{inicial}	T _{media}	T _{final}	t _{recibo}	CTQ	Ruta	Rango maximo	Promedio rango	

Figura 2. Plantilla para el registro y creación de base de datos de las pruebas: Variación de temperatura de la primera muestra de leche recogida en las rutas para análisis de calidad.

La cuarta etapa se realizó antes de dar la puesta en marcha a la toma de datos, se realizó una reunión con los conductores en donde se hizo una descripción de la prueba, ejemplos prácticos en donde se detalló la forma adecuada de registrar los datos y una capacitación en la toma adecuada de las temperaturas de la muestra, la cava de frío y el ambiente. La medición de la temperatura se realizó con termómetros digitales, para leer la temperatura de la muestra de leche se midió en el interior del frasco, en la cava de frío se realizó la lectura de temperatura en su ambiente interior (sin que el sensor del termómetro hiciera contacto con el hielo o paredes) y para el análisis del ambiente se realizó medición en el compartimiento del carro tanque en el cual se fue transportada la cava de frío (sin que el sensor hiciera contacto con paredes o la cava de frío).

Se tuvo en cuenta que en la planta de recibo de leche de la Unión actualmente se cuenta con 24 rutas y cada una debe ser recogida por 14 carro tanques y durante la reunión se asignó a cada conductor el formato de las rutas a las cuales les correspondía, para asegurarse de que todas las rutas fueran evaluadas.

La quinta etapa consistió en realizar una brigada en la cual se realizó la prueba en todas las rutas para la recolección de datos, se determinó una semana para que se realizarán las pruebas en las 24 rutas sin excepción, las pruebas fueron realizadas por los conductores con acompañamiento de asistencia técnica. De esta semana se destinó un día para realizar pruebas y ensayos con los conductores, un día para socializar los ensayos y tres días para la ejecución formal de la prueba. Cada conductor realizó una prueba diaria y un total de dos pruebas, al finalizar y tener todos los datos registrados, fue devuelto el formato físico por cada uno para luego ser archivado en la base de datos creada en Excel.

Finalizada la brigada se realizó la sexta etapa, basada en el registro y la evaluación de datos, se hizo en primer lugar un análisis de manera independiente a cada etapa de la prueba en Excel, en el cual se compararon las diferencias de temperaturas entre la muestra de leche, la cava de frío y el ambiente. En segunda instancia se realizó el cálculo del promedio de las temperaturas, la desviación estándar, las temperaturas máximas y mínimas de la muestra, cava de frío y ambiente a cada una de las 4 etapas. En tercer lugar, se realizaron gráficos globales y comparativos, en los cuales se puede interpretar el cambio de las temperaturas de la muestra, cava de frío y ambiente con base al tiempo y las distancias totales, también se realizaron gráficos en los cuales se pudo comparar la curva de desviación estándar de las temperaturas de la muestra, cava de frío y ambiente en cada una de las etapas.

Por último, se realizó una séptima etapa basada en el análisis de resultados, se realizó un análisis por separado a cada resultado de la evaluación de datos, de tal manera que se identificaran valores que representaran un riesgo o probabilidad de alteración en la calidad de la leche y concluir si existe o no impacto significativo en el procedimiento de transporte de la muestra sobre la calidad.

Resultados y análisis

Los resultados fueron obtenidos en hoja de cálculo (Excel®), en donde se tabularon los datos tomados de todas las rutas, se hicieron los cálculos del promedio, desviación estándar, valores máximos, mínimos, se realizaron diseños de gráficos comparativos de líneas y columnas, también se identificaron y registraron en la **Tabla 2** las temperaturas máximas y mínimas de la muestra, cava de frío y ambiente a las 4 subetapas de la etapa 3, para realizar un análisis de manera independiente a cada subetapa de la prueba, comparando las diferencias de temperaturas entre la muestra de leche, la cava de frío y el ambiente.

Temperaturas máximas y mínimas de la muestra, cava de frío y ambiente durante las 4 subetapas de la etapa 3:

Tabla 2

Valores máximos y mínimos de la temperatura de cada subetapa del proceso para la muestra de leche, cava de frío y ambiente.

Proceso Datos Etapa	Temperatura de la muestra [°C]		Temperatura de la cava de frío [°C]		Temperatura del ambiente [°C]	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
1	8,0	3,0	9,0	2,3	15,6	9,0
2	5,0	1,5	14,5	2,5	20,4	9,7
3	5,0	1,2	14,8	3,0	22,7	10,3
4	6,0	1,3	14,4	3,2	20	14,5

Subetapa 3.1 (Recolección): Temperaturas de la leche, cava de frío y ambiente cuando se realizó la toma de muestra.

Los datos acerca de la recolección aplicada a todas las rutas se registraron en la **Tabla 3**, esta etapa tiene un rango de ocurrencia de 6 horas, la hora más temprana registrada para la subetapa fue a las 4:50 a.m. y la hora en la que más tarde se inició la prueba fue a las 10:58 a.m.

La temperatura más alta para la muestra de leche fue de 8,0 °C y para la cava de frío fue de 9,0 °C, ambas lecturas de temperatura fueron registradas a las 10:58 a.m. y esta hora corresponde a la muestra en donde se inició la prueba más tarde, lo que demuestra la importancia de recoger las muestras en horas desde las 4 a.m. a 6:30 a.m. en donde se registraron temperaturas para la leche desde 3,0 °C a 4,5 °C, el rango conveniente para reducir a un grado de incremento aceptable la reproducción de bacterias.

Además, se evidencia la relación que existe entre la temperatura ambiente y la temperatura de la cava de frío, en la cual, al tener geles de hielo como mecanismo de

enfriamiento, se inicia el descongelamiento a medida que incrementa la temperatura ambiente, en el recuento de datos de la recolección organizados de manera ascendente, la temperatura de la cava de frío aumentó de 2,3 °C a 9,0 °C, sin ser esto muy significativo ya que la temperatura promedio de todos los tanques recogidos fue de 4,53 °C siendo una temperatura adecuada para iniciar el almacenamiento y transporte en la cava de frío.

Tabla 3

Datos de la toma de las muestras, aplicadas a todas las rutas de la planta de La Unión.

VARIACION DE TEMPERATURA DE LA PRIMERA MUESTRA DE LECHE RECOGIDA EN LAS RUTAS PARA ANALISIS DE CALIDAD									
Identificación				TIEMPO	MUESTRA	CAVA	AMBIENTE	Rangos	
Fecha	Tanque	CTQ	Ruta	t _{inicial}	T _{inicial}	T _{inicial}	T _{inicial}	Rango maximo	Promedio rango
9/03/2022	7980	339	SONSON - ALTAVISTA	4:50:00 a. m.	4,00	5,00	10,50	251-275	263
8/03/2022	527	581	SONSON - YARUMAL	5:20:00 a. m.	3,00	6,00	9,00	251-275	263
9/03/2022	8239	332	CHAVERRAS	5:25:00 a. m.	4,40	4,70	10,00	26-50	38
9/03/2022	3828	329	ABEJORRAL PUEBLO	5:45:00 a. m.	4,70	7,80	10,70	226-250	238
8/03/2022	24	333	SONSON	5:50:00 a. m.	4,00	7,00	10,00	251-275	263
8/03/2022	7249	339	MAZORCAL	5:50:00 a. m.	4,00	3,50	9,50	26-50	38
9/03/2022	7973	337	SONSON - ROBLALITO	5:50:00 a. m.	4,20	7,30	10,50	251-275	263
9/03/2022	8014	326	TERESAS	6:25:00 a. m.	5,60	2,50	9,20	26-50	38
8/03/2022	3866	691	UNION PUEBLO 1-2	6:28:00 a. m.	5,00	6,00	9,00	0-25	25
8/03/2022	5302	335	BUEY CORDILLERA	6:30:00 a. m.	4,50	4,30	11,00	226-250	238
8/03/2022	7994	332	COMBIA	6:30:00 a. m.	4,00	4,20	11,00	101-125	113
9/03/2022	7987	333	SAN MIGUEL	6:30:00 a. m.	3,80	9,00	11,00	151-175	163
9/03/2022	8004	581	ABEJORRAL OLIVO	6:30:00 a. m.	4,00	5,00	10,00	226-250	238
8/03/2022	7995	328	COLMENAS 2	6:39:00 a. m.	3,00	3,50	13,00	251-275	263
5/03/2022	241	335	UNION PUEBLO 2-3	6:40:00 a. m.	5,00	4,00	12,10	0-25	25
8/03/2022	5329	329	ACACIAS	6:40:00 a. m.	4,50	7,50	10,50	0-25	25
9/03/2022	1920	334	ALMERIA 1	6:42:00 a. m.	4,40	3,70	9,50	0-25	25
8/03/2022	3948	327	SONSON - SAN FRANCISCO	7:15:00 a. m.	4,80	8,20	15,40	251-275	263
8/03/2022	5950	334	ABEJORRAL VIA	7:30:00 a. m.	4,80	4,00	11,00	226-250	238
9/03/2022	3943	327	LA MADERA	8:00:00 a. m.	4,70	8,60	15,60	0-25	25
9/03/2022	5723	328	COLMENAS 1	8:30:00 a. m.	3,80	3,90	14,00	151-175	163
10/03/2022	7826	326	QUEBRADONA	10:00:00 a. m.	6,00	2,30	12,30	251-275	263
8/03/2022	998	691	CABAÑA	10:58:00 a. m.	8,00	9,00	10,00	151-175	163

Se observa en la **Figura 3** que la cava de frío en 7 ocasiones presenta una temperatura inferior frente a la temperatura de la muestra de leche, este caso sucedió a diferentes horas en las que se realizaron las tomas de las muestras y representa una condición más idónea del inicio de la cadena de frío de la muestra mientras es transportada a la planta; en lugar de como sucedió en la mayoría de los casos en donde la temperatura de la cava de frío inicial superó a la temperatura de la muestra de leche y por ende la temperatura promedio 5,46 °C, correspondiente a la cava de frío al ingresar la muestra de leche, fue mayor a 4,53 °C, la temperatura promedio de todas las muestras recogidas.

En el rango de 6 horas en las que se realiza la recolección e inicia la cadena de frío de la primera muestra de leche tomada en las rutas, las temperaturas de la cava de frío que se registran se ven directamente relacionadas con el tiempo, a pesar de que para la subetapa en general hay un buen promedio de temperatura para la cava de frío, gráficamente se observa el incremento de su temperatura a medida que se da inicio más tarde a la toma de la muestra, lo que podría llegar a ser significativo en un lapso mayor de tiempo.

Las temperaturas de la muestra de leche que se registraron en esta subetapa fueron medidas una vez se esta se introdujo en el tarro de muestra y son las temperaturas a las cuales es entregada la leche por los productores en el tanque de frío, gráficamente se puede ver que la relación de esta temperatura con la hora de recogida es directa, esto implica que entre más tarde sea recogida la muestra de leche en el tanque de frío, la muestra inicia el transporte en la cava de frío con una temperatura más elevada.

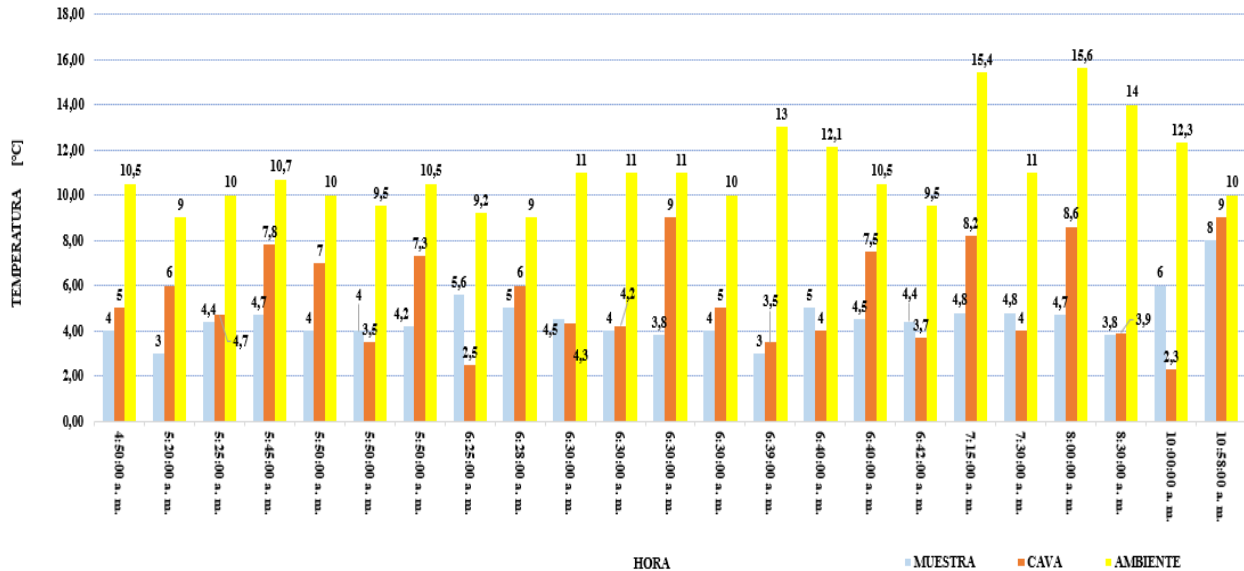


Figura 3. Comparación de las temperaturas de la muestra de leche, la cava de frío y el ambiente en la toma de las muestras de todas las rutas.

Subetapa 3.2 (mitad de la ruta): Temperaturas de la leche, cava de frío y ambiente cuando se transcurre a mitad de recorrido del transporte a la planta.

Los datos tomados al transcurrir por la mitad de distancia de las rutas de todas las pruebas se registraron en la **Tabla 4**, tuvieron un rango de ocurrencia de 5.5 horas, la hora más temprana registrada para la subetapa fue a las 8:00 a.m. y la hora en la que más tarde se transcurre por la mitad del recorrido fue a las 01:30 p.m.

La temperatura más alta registrada para la muestra de leche fue de 5,0 °C y se redujo la temperatura en 3,0 °C, la temperatura más baja fue de 1,5 °C y se redujo 1,5 °C, frente a las correspondientes registradas en la recolección, las temperaturas máximas y mínimas que se obtuvieron durante la mitad de recorrido del transporte de para la cava de frío fueron 14,5 °C y 2,5 °C respectivamente. Se observa en comparación con la recolección que las temperaturas de las muestras de leche registradas son menores, el promedio de las temperaturas de las muestras se redujo 1,54 °C en el transcurso desde el inicio de la cadena de frío hasta la mitad del transporte.

Se observa que la lectura de temperatura más alta para la muestra de leche fue registrada a alrededor del mediodía (12:45 p.m.) donde la temperatura exterior suele ser más alta y la temperatura de la muestra sigue siendo conveniente para reducir a un grado de incremento aceptable la reproducción de bacterias mientras es transportada.

Se observa que la cava de frío continuó con el incremento de la temperatura, el promedio de temperatura ascendió de 5,46 °C a 6,29 °C y además se registró una temperatura máxima de 14,5 °C aumentando 5,5 °C frente a la temperatura máxima registrada en la recolección, significando la continuidad en el descongelamiento de los geles.

En la comparación del comportamiento de las dos subetapas se observa que en la temperatura de la muestra de leche hay una pérdida de calor a medida que la cava de frío tiene ganancia. El promedio de temperatura de las muestras de leche de todas las pruebas se redujo a 2,99 °C, indica que a mitad de la ruta han reducido su temperatura y que se está cumpliendo la cadena de frío, puesto que, así la temperatura en la cava de frío se continúe con el descongelamiento de los geles, la temperatura de las muestras permanece en un promedio óptimo para el transporte.

Tabla 4

Datos tomados a mitad de tiempo del transporte a la planta de recibo de todas las rutas de la planta de La Unión.

VARIACION DE TEMPERATURA DE LA PRIMERA MUESTRA DE LECHE RECOGIDA EN LAS RUTAS PARA ANALISIS DE CALIDAD									
Identificación				TIEMPO	MUESTRA	CAVA	AMBIENTE	Rangos	
Fecha	Tanque	CTQ	Ruta	t _{medio}	T _{medio}	T _{medio}	T _{medio}	Rango maximo	Promedio rango
9/03/2022	7980	339	SONSON - ALTAVISTA	8:00:00 a. m.	1,50	2,50	11,50	251-275	263
8/03/2022	527	581	SONSON - YARUMAL	8:05:00 a. m.	3,00	9,00	9,70	251-275	263
9/03/2022	8239	332	CHAVERRAS	8:40:00 a. m.	1,80	6,70	13,60	26-50	38
9/03/2022	3828	329	ABEJORRAL PUEBLO	8:50:00 a. m.	1,50	3,00	10,00	226-250	238
8/03/2022	24	333	SONSON	9:00:00 a. m.	2,00	3,00	11,00	251-275	263
8/03/2022	7249	339	MAZORCAL	9:00:00 a. m.	4,00	4,80	13,00	26-50	38
9/03/2022	7973	337	SONSON - ROBLALITO	9:00:00 a. m.	3,50	7,20	15,00	251-275	263
9/03/2022	8014	326	TERESAS	9:03:00 a. m.	1,90	4,10	13,10	26-50	38
8/03/2022	3866	691	UNION PUEBLO 1-2	9:25:00 a. m.	1,60	8,10	15,40	0-25	25
8/03/2022	5302	335	BUEY CORDILLERA	9:30:00 a. m.	1,50	4,60	12,10	226-250	238
8/03/2022	7994	332	COMBIA	9:30:00 a. m.	2,50	3,70	12,50	101-125	113
9/03/2022	7987	333	SAN MIGUEL	9:50:00 a. m.	4,70	7,70	15,50	151-175	163
9/03/2022	8004	581	ABEJORRAL OLIVO	10:00:00 a. m.	4,00	4,90	16,00	226-250	238
8/03/2022	7995	328	COLMENAS 2	10:15:00 a. m.	3,40	4,00	13,70	251-275	263
5/03/2022	241	335	UNION PUEBLO 2-3	10:30:00 a. m.	4,20	11,60	13,50	0-25	25
8/03/2022	5329	329	ACACIAS	10:47:00 a. m.	4,00	4,80	14,00	0-25	25
9/03/2022	1920	334	ALMERIA 1	10:50:00 a. m.	3,00	9,00	13,00	0-25	25
8/03/2022	3948	327	SONSON - SAN FRANCISCO	11:00:00 a. m.	3,80	4,40	14,00	251-275	263
8/03/2022	5950	334	ABEJORRAL VIA	11:30:00 a. m.	3,50	14,50	20,40	226-250	238
9/03/2022	3943	327	LA MADERA	11:30:00 a. m.	3,20	3,40	15,00	0-25	25
9/03/2022	5723	328	COLMENAS 1	11:50:00 a. m.	3,00	10,00	13,00	151-175	163
10/03/2022	7826	326	QUEBRADONA	12:45:00 p. m.	5,00	9,00	11,00	251-275	263
8/03/2022	998	691	CABAÑA	1:30:00 p. m.	2,30	4,60	16,20	151-175	163

Se observa en la **Figura 4** que para la mitad del recorrido las temperaturas de la muestra de leche nunca superan las registradas para la cava de frío y las temperaturas de las muestras de leche son menores frente a las registradas en la recolección, el promedio de temperatura de la cava de frío durante la mitad del recorrido es 6,29 °C, mayor a la temperatura promedio de la

muestra por 3,30 °C, la diferencia entre ambas mediciones se debe al incremento de temperatura en todas las cava de frío y al enfriamiento de las muestras de leche.

El momento en que se está transportando la muestra a mitad de tiempo de transporte a la planta de acopio tiene un rango de ocurrencia de 5.5 horas para todas las rutas, la temperaturas de la cava de frío se ven directamente relacionadas con el tiempo, la temperatura máxima se registró próxima al medio día, momento en el cual también se registró la temperatura de la muestra de leche y ambiental más alta, gráficamente se observa el incremento de la temperatura de la cava de frío a medida que se realiza más tarde a la prueba y se puede ver que la relación de las muestras con respecto a la cava de frío permite que la temperatura de la muestra logre disminuir su temperatura.

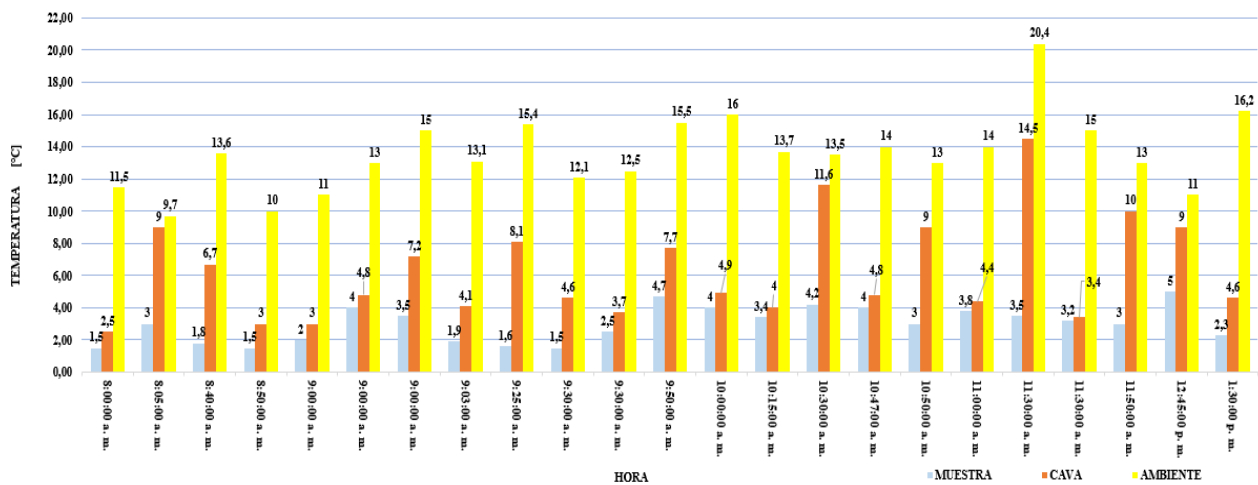


Figura 4. Comparación de las temperaturas de la muestra de leche, la cava de frío y el ambiente tomadas a mitad de tiempo de transporte.

Subetapa 3.3 (llegada al acopio): Temperaturas de la leche, cava de frío y ambiente cuando finaliza el transporte de las muestras.

Los datos tomados al finalizar el transporte de las muestras en todas las rutas se registraron en la **Tabla 5**, la llegada a la planta de recibo tiene un rango de ocurrencia de 8 horas, la hora más temprana registrada para la subetapa fue a las 09:07 a.m. y la hora en la que más tarde se finalizó el transporte fue a las 05:00 p.m.

Frente a la registrada a mitad del transporte, la temperatura más alta para la muestra de leche de las pruebas realizadas fue de 5,0 °C, conservando el mismo valor y la temperatura más baja registrada fue de 1,2 °C, las temperaturas máximas y mínimas registradas al llegar a la planta para la cava de frío fueron 14,8 °C y 3,0 °C.

Se observa en comparación con la subetapa 3.1 y 3.2 que las temperaturas máximas y mínimas de las muestras de leche son menores y además el promedio de las temperaturas de las muestras se redujo de 2,99 °C a 2,88°C de la subetapa 3.2 a la subetapa 3.3; la lectura de temperatura más alta para la muestra de leche fue registrada a las 01:50 p.m. y para este momento

la temperatura sigue siendo conveniente para reducir a un grado de incremento aceptable la reproducción de bacterias.

La cava de frío continuó con el incremento de la temperatura, el promedio se incrementó en la subetapa 3.3 de 6,29 °C a 7,01 °C, se registró una temperatura máxima de 14,8 °C aumentando 0,30 °C frente a la correspondiente de la subetapa 3.2, continuando la misma tasa de descongelamiento de los geles en el interior.

En consecuencia, a la etapa anterior, se observa que en la temperatura de la muestra de leche hay una pérdida de calor a medida que la cava de frío tiene ganancia. El promedio de temperatura de las muestras de leche se redujo en 0,11 °C, e indica que una vez finalizada la ruta su temperatura continúa cumpliendo la cadena de frío, así los geles de hielo hayan mantenido constante su tendencia a descongelarse por la temperatura del ambiente exterior y el tiempo, la temperatura de las muestras permaneció toda la ruta en un promedio óptimo para el transporte.

Tabla 5

Datos tomados al finalizar el transporte de las muestras de todas las rutas a la planta de recibo de leche.

VARIACION DE TEMPERATURA DE LA PRIMERA MUESTRA DE LECHE RECOGIDA EN LAS RUTAS PARA ANALISIS DE CALIDAD									
Identificación				TIEMPO	MUESTRA	CAVA	AMBIENTE	Rangos	
Fecha	Tanque	CTQ	Ruta	t _{llegada}	T _{llegada}	T _{llegada}	T _{llegada}	Rango maximo	Promedio rango
9/03/2022	7980	339	SONSON - ALTAVISTA	9:07:00 a. m.	4,00	10,00	11,00	251-275	263
8/03/2022	527	581	SONSON - YARUMAL	10:20:00 a. m.	1,50	8,30	13,60	251-275	263
9/03/2022	8239	332	CHAVERRAS	10:30:00 a. m.	1,50	5,80	15,10	26-50	38
9/03/2022	3828	329	ABEJORRAL PUEBLO	10:49:00 a. m.	2,80	4,90	15,50	226-250	238
8/03/2022	24	333	SONSON	11:00:00 a. m.	4,10	4,90	17,00	251-275	263
8/03/2022	7249	339	MAZORCAL	11:00:00 a. m.	3,00	7,50	20,00	26-50	38
9/03/2022	7973	337	SONSON - ROBLALITO	12:00:00 p. m.	4,20	5,00	19,00	251-275	263
9/03/2022	8014	326	TERESAS	12:15:00 p. m.	2,00	5,00	16,50	26-50	38
8/03/2022	3866	691	UNION PUEBLO 1-2	12:30:00 p. m.	1,40	5,70	11,90	0-25	25
8/03/2022	5302	335	BUEY CORDILLERA	1:15:00 p. m.	3,50	14,30	22,70	226-250	238
8/03/2022	7994	332	COMBLA	1:20:00 p. m.	1,50	3,00	10,30	101-125	113
9/03/2022	7987	333	SAN MIGUEL	1:25:00 p. m.	2,40	5,50	15,00	151-175	163
9/03/2022	8004	581	ABEJORRAL OLIVO	1:25:00 p. m.	1,90	4,00	15,40	226-250	238
8/03/2022	7995	328	COLMENAS 2	1:30:00 p. m.	2,00	6,00	11,00	251-275	263
5/03/2022	241	335	UNION PUEBLO 2-3	1:45:00 p. m.	3,40	14,80	16,30	0-25	25
8/03/2022	5329	329	ACACIAS	1:50:00 p. m.	5,00	12,00	14,00	0-25	25
9/03/2022	1920	334	ALMERIA 1	2:00:00 p. m.	3,90	5,00	17,00	0-25	25
8/03/2022	3948	327	SONSON - SAN FRANCISCO	2:15:00 p. m.	1,20	7,10	16,30	251-275	263
8/03/2022	5950	334	ABEJORRAL VIA	2:39:00 p. m.	3,80	3,90	16,00	226-250	238
9/03/2022	3943	327	LA MADERA	3:15:00 p. m.	3,00	11,00	12,00	0-25	25
9/03/2022	5723	328	COLMENAS 1	3:30:00 p. m.	2,60	3,80	18,50	151-175	163
10/03/2022	7826	326	QUEBRADONA	4:50:00 p. m.	4,00	10,00	14,00	251-275	263
8/03/2022	998	691	CABANA	5:00:00 p. m.	3,50	3,80	14,50	151-175	163

Se observa en la **Figura 5** que al finalizar las rutas las temperaturas de la muestra de leche nunca superan las registradas para la cava de frío y las temperaturas de las muestras de leche son menores frente a la subetapa 3.1 y 3.2. El promedio de las temperaturas de la cava de frío registradas al finalizar la ruta es 7,01 °C, mayor a la temperatura promedio de la muestra en el mismo momento por 3,88 °C, la diferencia entre ambas mediciones se debe al incremento de temperatura en todas las cavas de frío y el enfriamiento de las muestras.

El momento en el que se termina el transporte de las muestras de leche desde su origen hasta la planta de acopio tiene un rango de ocurrencia de 8 horas, las temperaturas de la cava de frío y muestra de leche que se ven directamente relacionadas con el tiempo, las temperaturas máximas se registraron próximas al medio día, transcurso en el cual también se registró la temperatura de la muestra de leche y ambiental más alta, gráficamente se observa el incremento de la temperatura registrados para las cavas de frío a medida que se termina más tarde el transporte y se puede ver que la relación de las muestras con respecto a la cava de frío permite que la temperatura de la muestra logre disminuir su temperatura.

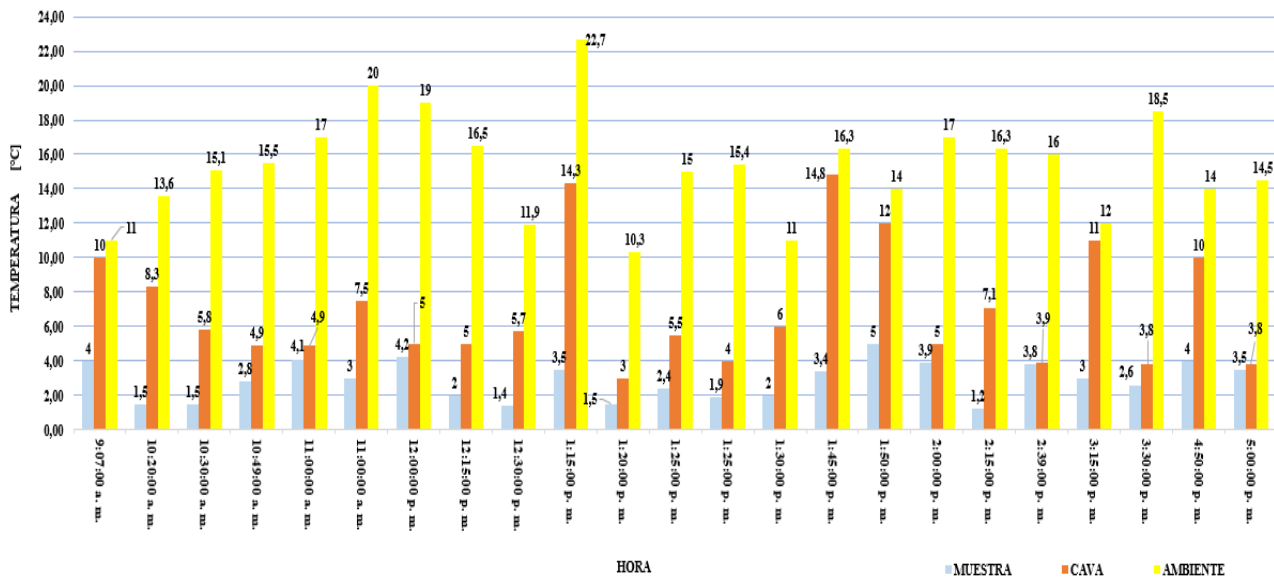


Figura 5. Comparación de las temperaturas de la muestra de leche, la cava de frío y el ambiente registradas al finalizar el transporte a la planta de recibo.

Subetapa 3.4 (recepción de muestras en laboratorio): Temperaturas de la leche, cava de frío y ambiente cuando se realiza la entrega de las muestras de leche al laboratorio y son almacenadas.

Los datos tomados al realizarse la recepción y almacenamiento de todas las muestras se registraron en la **Tabla 6**, la recepción se realizó en un rango de ocurrencia de 8 horas, la hora más temprana registrada para la subetapa fue a las 09:22 a.m. y la hora en la que se realizó más tarde la recepción fue a las 05:05 p.m.

La temperatura más alta para la muestra de leche fue de 6,0 °C, aumentando 1 °C frente a las 2 subetapas anteriores y la temperatura más baja registrada fue de 1,3 °C, igual que para la subetapa 3.2, las temperaturas máximas y mínimas durante la segunda subetapa para la cava de frío fueron 14,8 °C y 3,0 °C.

Se observa en comparación con la subetapa 3.1 y 3.2 que las temperaturas de las muestras de leche registradas son menores, el promedio de las temperaturas de las muestras es 3,13 °C se

redujo en 1,40 °C desde la recolección, esta temperatura sigue siendo conveniente para reducir a un grado de incremento aceptable la reproducción de bacterias. Al finalizar el transporte la cava de frío detuvo su incremento de la temperatura, se redujo el promedio de 7,01 °C a 6,75 °C y se registró una temperatura máxima de 14,4 °C disminuyendo 0,4 °C frente a la correspondiente de la subetapa 3,3, deteniéndose la tasa de descongelamiento de los geles.

El promedio de temperatura de las muestras de leche de todas las pruebas aumentó en 0,25 °C, después de finalizar la ruta la temperatura continúa siendo óptima para mantener la cadena de frío y no es significativo el incremento, para que el aumento de las temperaturas de la muestra pueda impactar en la calidad de la leche, el tiempo que transcurre desde que el conductor finaliza la ruta en la planta de recibo y se dirige a ingresar las muestras a recepción debería ser muy prolongado.

Tabla 6

Datos tomados al realizarse la recepción y almacenamiento de todas las muestras tomadas en las rutas de la planta de La Unión.

VARIACION DE TEMPERATURA DE LA PRIMERA MUESTRA DE LECHE RECOGIDA EN LAS RUTAS PARA ANALISIS DE CALIDAD									
Identificación				TIEMPO	MUESTRA	CAVA	AMBIENTE	Rangos	
Fecha	Tanque	CTQ	Ruta	t _{Recibo}	T _{Recibo}	T _{Recibo}	T _{Recibo}	Rango maximo	Promedio rango
9/03/2022	7980	339	SONSON - ALTAVISTA	9:22:00 a. m.	6,00	8,00	17,00	251-275	263
8/03/2022	527	581	SONSON - YARUMAL	10:30:00 a. m.	1,60	8,40	16,40	251-275	263
9/03/2022	8239	332	CHAVERRAS	10:35:00 a. m.	1,60	5,80	16,90	26-50	38
9/03/2022	3828	329	ABEJORRAL PUEBLO	10:55:00 a. m.	2,70	4,00	18,70	226-250	238
8/03/2022	24	333	SONSON	11:03:00 a. m.	4,00	4,20	18,60	251-275	263
8/03/2022	7249	339	MAZORCAL	11:10:00 a. m.	4,30	5,00	18,00	26-50	38
9/03/2022	7973	337	SONSON - ROBLALITO	12:20:00 p. m.	2,10	5,50	17,00	251-275	263
9/03/2022	8014	326	TERESAS	12:20:00 p. m.	4,30	4,70	20,00	26-50	38
8/03/2022	3866	691	UNION PUEBLO 1-2	12:39:00 p. m.	2,20	5,70	19,00	0-25	25
8/03/2022	5302	335	BUEY CORDILLERA	1:18:00 p. m.	3,20	12,40	19,40	226-250	238
8/03/2022	7994	332	COMBIA	1:30:00 p. m.	1,50	5,00	19,00	101-125	113
9/03/2022	7987	333	SAN MIGUEL	1:33:00 p. m.	2,90	3,20	18,00	151-175	163
9/03/2022	8004	581	ABEJORRAL OLIVO	1:40:00 p. m.	2,00	6,00	19,00	226-250	238
8/03/2022	7995	328	COLMENAS 2	1:40:00 p. m.	2,90	5,80	19,50	251-275	263
5/03/2022	241	335	UNION PUEBLO 2-3	1:50:00 p. m.	3,20	14,40	18,00	0-25	25
8/03/2022	5329	329	ACACIAS	2:10:00 p. m.	4,20	5,30	17,00	0-25	25
9/03/2022	1920	334	ALMERIA 1	2:25:00 p. m.	1,30	7,50	19,70	0-25	25
8/03/2022	3948	327	SONSON - SAN FRANCISCO	2:40:00 p. m.	4,00	12,00	18,00	251-275	263
8/03/2022	5950	334	ABEJORRAL VIA	2:45:00 p. m.	4,60	3,60	20,00	226-250	238
9/03/2022	3943	327	LA MADERA	3:25:00 p. m.	3,50	12,00	17,00	0-25	25
9/03/2022	5723	328	COLMENAS 1	3:40:00 p. m.	2,60	3,80	18,50	151-175	163
10/03/2022	7826	326	QUEBRADONA	5:00:00 p. m.	4,00	9,00	18,00	251-275	263
8/03/2022	998	691	CABAÑA	5:05:00 p. m.	3,40	4,00	14,50	151-175	163

Se observa en la **Figura 6** que al realizarse la recepción las temperaturas de la muestra de leche nunca superan las registradas para la cava de frío y las temperaturas de las muestras de leche son menores frente a la subetapa 3.1 y 3.22 pero mayores a la subetapa 3.3. El promedio de las temperaturas de la cava de frío al ingresar al almacenamiento es 6,75 °C, mayor a la temperatura promedio de la muestra por 3,13 °C.

En el rango de 8 horas en las que cuales tiene ocurrencia la recepción de las muestras en la planta de recibo, las temperaturas registradas de la muestra de leche son del momento en el que se llega a la planta de acopio, gráficamente puede observarse que las temperaturas de la cava de frío y muestra de leche se ven directamente relacionadas con el tiempo, registrándose las temperaturas máximas próximas al medio día, transcurso en el cual también se registró la temperatura ambiental más alta y se puede ver que la temperatura sigue siendo óptima para la conservación de la leche al momento de entregarse para su almacenamiento.

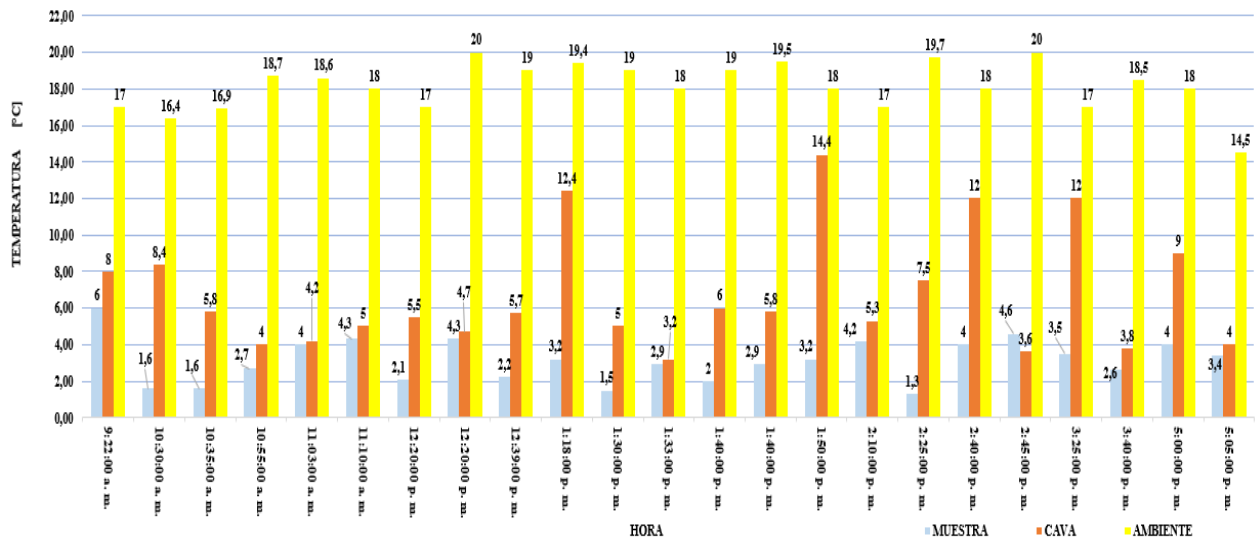


Figura 6. Comparación de las temperaturas de la muestra de leche, la cava de frío y el ambiente registradas al realizarse la recepción en la planta de recibo.

Se realizó el análisis de la tendencia central por medio del promedio de las temperaturas y el análisis de la medida de dispersión por medio de la desviación estándar para la muestra de leche y cava de frío, también se realizaron gráficos en los cuales se pudo comparar la curva de desviación estándar de las temperaturas de cada una de las etapas de la prueba (variación de temperatura de la primera muestra de leche recogida en las rutas para análisis de calidad) y los datos fueron registrados en la **Tabla 7**.

Promedio y desviación estándar de las temperaturas de la muestra, cava de frío y ambiente durante las 4 subetapas de la etapa 3:

Tabla 7

Valores promedio y desviación estándar de la temperatura de cada subetapa de la etapa 3 para la muestra de leche y cava de frío.

Etapa	Datos	Temperatura de la muestra de leche		Temperatura de la cava de frío	
		Promedio [°C]	Desviación estándar [°C]	Promedio [°C]	Desviación estándar [°C]
1		4,53	1,028	5,46	2,223
2		2,99	1,082	6,29	3,121
3		2,88	1,102	7,01	3,420
4		3,13	1,191	6,75	3,203

Muestra

Se observa en la **Figura 7**, que las medidas de dispersión fueron constantes en el transcurso de las 4 subetapas y el promedio de la temperatura durante todo el transporte hacia la planta de recibo indicó que se cumplió con el enfriamiento de las muestras de leche; también se observa mediante la medida de tendencia central de la muestra durante las 4 subetapas, que la temperatura es óptima para su conservación durante todo el transporte, en cuanto a la medida de dispersión se obtuvieron valores bajos para la variación estándar, que indica que la mayor parte de los datos de las muestras tienden a estar agrupados y cerca del valor esperado, por ende gráficamente se observa que las curvas son suaves ya que los valores están uniformes y se agrupan alrededor de la media.

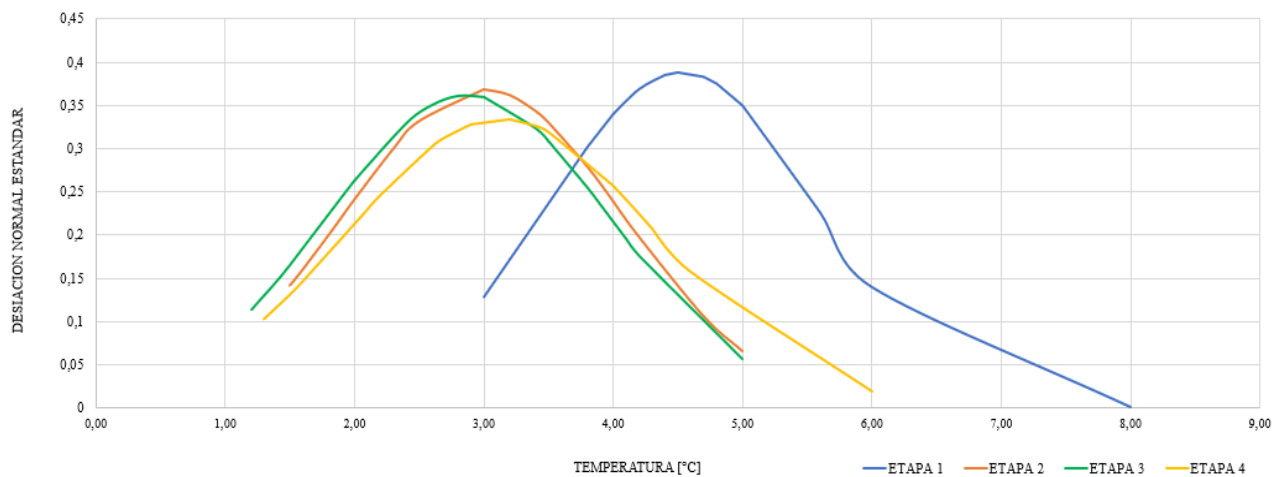


Figura 7. Comparación de las curvas de desviación estándar de las temperaturas de la muestra en cada una de las subetapas de la etapa 3.

Cava de frío

Se observa en la **Figura 8**, que mediante la medida de tendencia central de la cava de frío durante las subetapas 3.1, 3.2 y 3.3 se incrementa su temperatura, sin embargo por el comportamiento de la temperatura de la muestra durante todo el transporte, la cava de frío continúa realizando eficientemente su función, en cuanto a la medida de dispersión se obtuvieron valores bajo para la variación estándar, que indica que la mayor parte de los datos de las muestras tienden a estar agrupados y cerca del valor esperado, por ende gráficamente se observa que las curvas son suaves ya que los valores están uniformes y se agrupan alrededor de la media, en la etapa donde se registraron datos con menor variabilidad fue en la recolección.

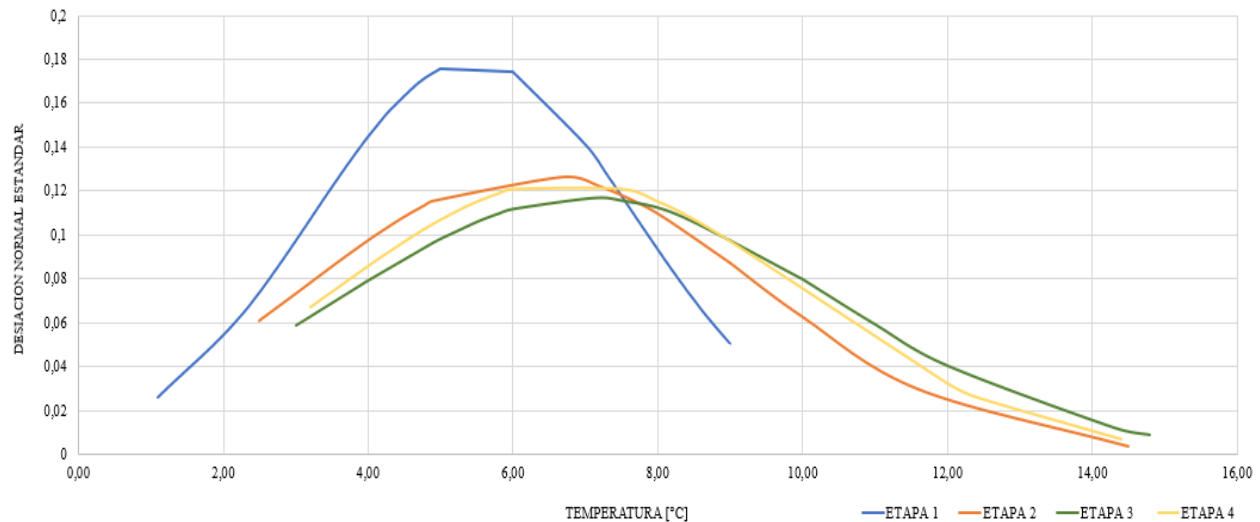


Figura 8. Comparación de las curvas de desviación estándar de las temperaturas de la cava de frío en cada una de las subetapas de la etapa 3.

Se realizaron gráficos globales y comparativos, en los cuales se puede interpretar el cambio de las temperaturas de la muestra cava de frío y ambiente con base al tiempo total.

Se observa en la **Figura 9** la curva de la subetapa 3,1 que representa el inicio del transporte de la muestra en la cava de frío, se encuentra por encima de las demás en la escala de temperatura; entre las curvas de temperatura para la muestra en las subetapas 3.2, 3.3 y 3.4 no se evidencia una diferencia significativa entre ellas y se pueden observar intersecciones entre las 3 curvas a lo largo de la prueba. El valor máximo de temperatura para la muestra de leche pertenece a la recolección y el valor mínimo para la subetapa 3,3, el valor máximo para la cava de frío pertenece a la subetapa 3.3 y el valor mínimo fue para la subetapa 3.1.

Comparación de las temperaturas de la muestra en las 4 subetapas de la etapa 3 en base al tiempo

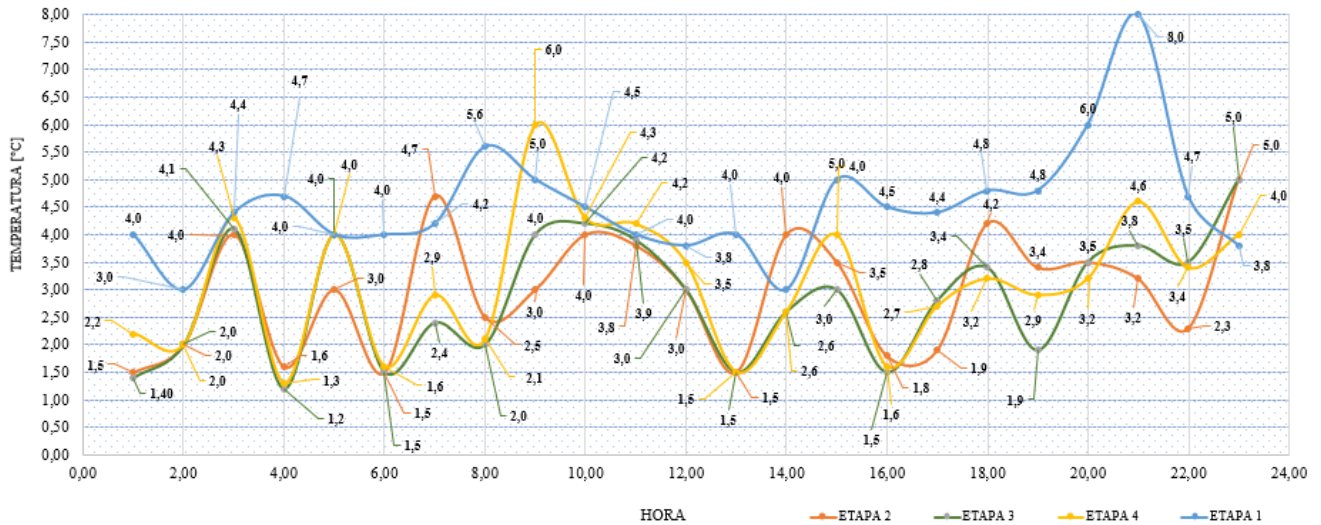


Figura 9. Curvas de las temperaturas de la muestra en las 4 subetapas de la etapa 3 con base al tiempo de transporte.

Se observa en la **Figura 10** la curva de temperatura del ambiente que representa su variación a lo largo de todas las 4 subetapas se encuentra por encima de las demás en la escala de temperatura; entre las curvas de temperatura para la muestra de leche y la cava de frío.

En las curvas de temperatura de la muestra de leche y cava de frío se evidencia una diferencia significativa entre ellas, se pueden observar intersecciones entre las curvas a lo largo de la prueba entre las temperaturas mínimas de la cava de frío y máximas para la muestra de leche, la curva de la cava de frío tiene una mayor tendencia a incrementar su temperatura y está sobre la curva de temperatura de la muestra de leche. Los valores máximos al inicio pertenecen a la curva del ambiente, cava de frío y muestra respectivamente y el valor máximo al finalizar la prueba pertenece a las curvas de igual manera.

Variación de la temperatura de la muestra, cava de frío y ambiente en base al tiempo

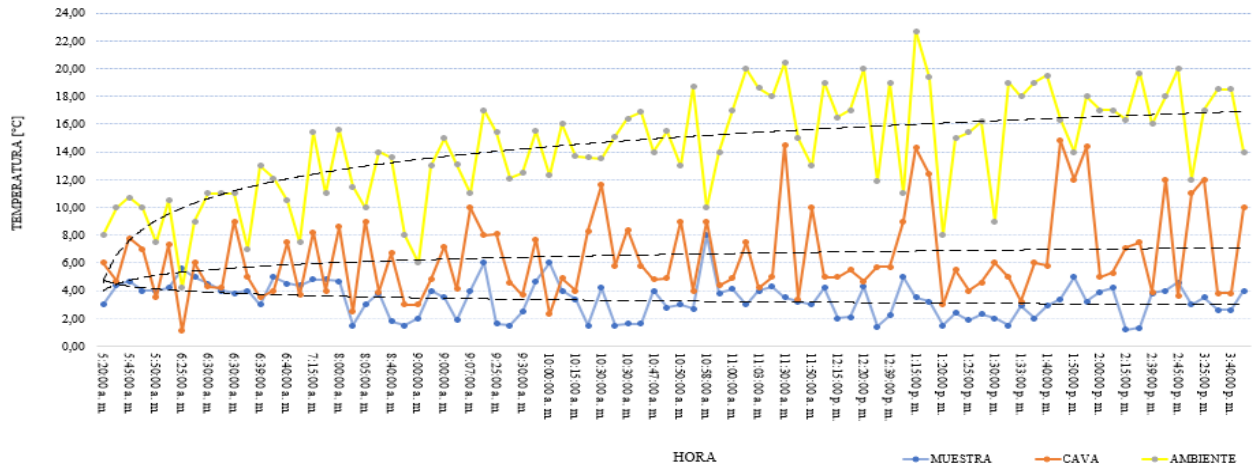


Figura 10. Curvas de la temperatura de la muestra, cava de frío y ambiente con base al tiempo de transporte.

Se realizó un gráfico global y comparativo, en el cual se puede interpretar el cambio de las temperaturas de la muestra de leche y cava de frío con base a la distancia total.

Se observa en la **Figura 11** la curva de la temperatura de la cava de frío vs la temperatura de la muestra de leche, inicialmente el valor mínimo pertenece a la cava de frío, se encuentra por debajo del valor mínimo para la muestra de leche por 0,1 °C, se interceptan al inicio ya que la cava de frío tiene un incremento acelerado en los primeros kilómetros de distancia y una tendencia a seguir en aumento, mientras que la temperatura de la muestra presenta un aumento constante y poco significativo de 1,5 °C, frente al aumento de la cava de frío de 3,2°C en un transcurso de 280 km.

Variación de la temperatura de la muestra, cava de frío con base a la distancia

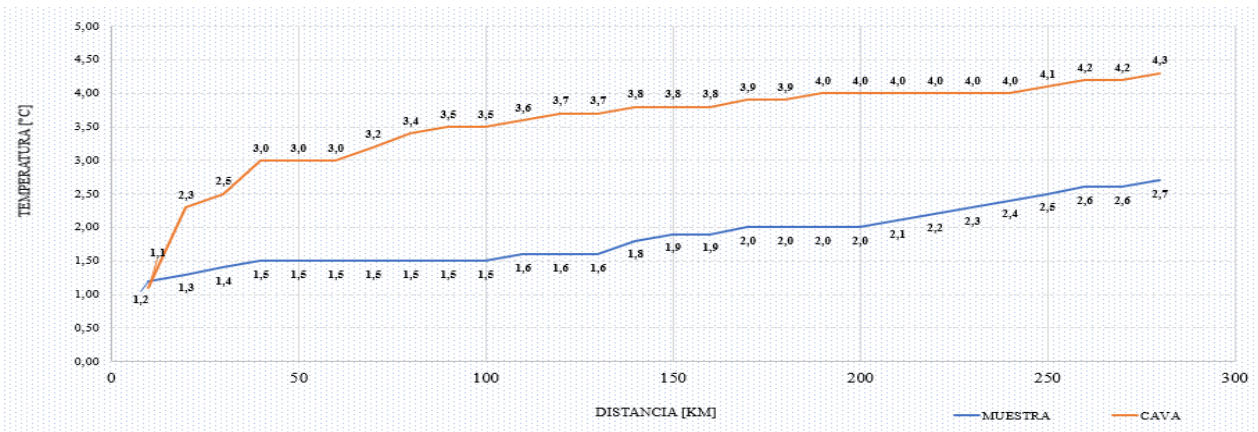


Figura 11. Curvas de la temperatura de la muestra de leche y cava de frío con base en la distancia recorrida.

Los conductores realizaron exitosamente las pruebas en todas las rutas, como se tuvieron en cuenta las posibles incoherencias en toma y lectura de datos, los técnicos que acompañaron la brigada asesoraron los procedimientos, reduciendo el porcentaje de error. Las mediciones de las muestras de leche fueron realizadas de manera coherente puesto que tienen dominio en este procedimiento, sin embargo en la medición de la temperatura cava de frío se presentaron incoherencias en algunas mediciones, en donde el sensor del termómetro estaría indicando una temperatura que no era el objetivo como los geles del hielo dentro de la cava de frío, también en la medición de la temperatura ambiente ya que se hizo la lectura de la temperatura del ambiente exterior y no del compartimiento en cual viaja la cava de frío, zona que de determinar la temperatura ambiente de transporte, durante los primeros días dedicados al ensayo de la prueba se pudo reducir significativamente el error.

Conclusiones

De las pruebas puede determinarse que, a lo largo de la cadena de frío en el transporte desde la recolección de las muestras hasta a la planta de recibo, el rango de temperatura fue adecuado para reducir a un grado de incremento aceptable la reproducción de bacterias. En la subetapa 3.1 las temperaturas registradas son del momento en que se realiza el cargue de la leche para su transporte y aún no han sido manipuladas por los conductores, para la mitad del trayecto de las muestras a la planta, se obtuvo que las temperaturas comenzaron a reducirse, acondicionando la muestra a un rango de temperatura más óptimo para su almacenamiento durante el transporte y al finalizar la ruta, se encontró que la temperatura permaneció constante todo el tiempo desde la mitad del trayecto; para el caso de la muestra que inició el almacenamiento y transporte a la planta de recibo con una temperatura más elevada de 8 °C, a la mitad de tiempo del recorrido se habría reducido su temperatura a 5 °C y se mantuvo constante hasta finalizar el recorrido.

Se determina que la cava de frío cumple satisfactoriamente con la función de conservar la temperatura de las muestras de leche durante el transporte, los geles de hielo lograron mantener en todo momento la temperatura del ambiente adecuada dentro de la cava de frío a pesar de su descongelamiento; es muy importante no transportar la cava de frío en un ambiente abierto, puesto que ubicarla en el compartimiento del carrotanque aislado, permitió que el frío de la cava en la cual fue transportada no se perdiera y se conservará durante todo el trayecto.

Es importante recoger las muestras en horas desde las 4 a.m. a 6:30 a.m. en donde se registraron temperaturas para la leche más bajas y en cambio, las temperaturas más altas se registraron en las pruebas que se iniciaron más tarde; es decir que la temperatura inicial está directamente relacionada con el tiempo y es importante porque es la temperatura a la cual inicia la muestra de leche la cadena de frío durante el transporte y debe de reducirse o conservarse para mantener las mismas condiciones de calidad con las cuales es recogida la leche.

Con base a las medidas de dispersión y de tendencia central se confirma que en ningún momento durante el transporte de las muestras de leche, a alguna se le incrementó significativamente su temperatura durante el transporte, por lo contrario según los resultados de la variación estándar se puede inferir en primera instancia que el incremento de temperatura se controló satisfactoriamente por la cava de frío, obteniendo una tasa de incremento de la temperatura que no representa riesgo de alterar la calidad de la leche y en segunda instancia afirma que los conductores utilizan y manipulan adecuadamente de la cava de frío.

El momento en el que se debe de contar con mayor precaución es desde que se finaliza el transporte hasta que se realiza la recepción y almacenamiento, aunque no se desarrolla en un tiempo significativo es en el único transcurso en el cual la temperatura de la muestra de leche se incrementa, esto se debe a que la cava de frío permanece por fuera del compartimiento del

carrotanque y está expuesta a la temperatura exterior hasta ser recepcionada por el área de almacenamiento; además la relación que existe entre la temperatura ambiente y la temperatura de la cava de frío es directa, al tener geles de hielo como mecanismo de enfriamiento, se inicia el descongelamiento a medida que incrementa la temperatura en el ambiente, por lo que de transcurrir un tiempo significativo en la recepción de las muestras podría comenzar a alterarse la calidad de las muestras de leche.

Se concluye que desde el momento en que la leche de los productores queda en manos de los operarios de la Cooperativa Colanta y debe ser transportada a la planta de recibo, los valores de la temperatura a la cual es recogida en los tanques de frío, no presentan incrementos significativos que representen una probabilidad de que la Calidad sea alterada, por ende puede decirse que las muestras de leche que son tomadas por los conductores en las rutas, ingresan a la planta de recibo de recibo de leche de la Unión en las mismas condiciones en las cuales son recogidas, de esta manera no hay influencia en los resultados finales de sus análisis composicionales ni en la liquidación de la leche de los productores.

Al asegurar que las condiciones a las cuales es transportada la muestra las cuales son siempre idóneas, puede otorgar seguridad a los productores asociados y no asociados de la Cooperativa Colanta a los cuales se les recoge la leche, que así mismo como se les exige la calidad en su producción, a los operarios, en este caso a los encargados de la recolección y transporte, también se les exige la calidad durante la realización de los procedimientos.

Se debe de tener en cuenta que el tarro de la muestra fue abierto en 4 ocasiones para medir su temperatura por la realización de la prueba, pero en condiciones normales, una vez se realiza la toma de muestra de leche esta es sellada y no vuelve abrirse ni a ser manipulada, hasta ser recepcionada para su almacenamiento y posterior análisis, ya que esto implica que en condiciones normales el transporte es más adecuado ya que las temperaturas a las cuales es transportada la muestra de leche pueden ser menores que las registradas en las pruebas y además se evita el ingreso de posibles agentes contaminantes ambientales a la muestra.

Recomendaciones

Sería oportuno acondicionar más hielos en la cava de frío para que logren disminuir la tasa de aumento de la temperatura y así las últimas muestras de leche que ingresen a la cava de frío podrán estar en un ambiente más propicio al momento de iniciar su transporte. Adicionalmente se recomienda que el lugar de la cava de frío de transporte siempre sea el compartimiento asignado y que esta no sea llevada en la cabina u otro lugar del carrotanque donde pueda tener riesgos de derrame o aumentar la tasa de incremento de temperatura.

Se recomienda mantener controlado el tiempo que transcurre desde que el conductor del carrotanque baja la cava de frío hasta el momento en que esta es recepcionada y además ingresada a las cava de frío del área de almacenamiento, ya que es esta etapa está expuesta directamente a la temperatura ambiente, esta labor compromete tanto a los operarios encargados del transporte, como a los encargado de la recepción, quienes se deben encargar de agilizar este proceso y evitar que transcurra un tiempo prolongado de manera que incremente significativamente la temperatura de las muestras y que produzca una alteración en la calidad de la leche.

Es importante poder soportar a los productores que la calidad de su leche no es alterada a partir de la recolección por parte de Colanta, ya que se conoce la tendencia de los productores a pensar que su leche no es bien manipulada durante el transporte, generando un disgusto de los productores con el modo de operación de la Cooperativa y por ende pierden credibilidad en los resultados de calidad higiénica y composicional.

Referencias

Economía. (2021). Así han aumentado los precios de balanceados y fertilizantes en el último año. Contexto ganadero. <https://www.contextoganadero.com/economia/asi-han-aumentado-los-precios-de-balanceados-y-fertilizantes-en-el-ultimo-ano>

Zapata Quinchía A. (2021). Alerta por escasez de leche y aumento en los precios. El Colombiano, economía. <https://www.elcolombiano.com/negocios/escasez-de-leche-aumentaria-los-precios-ED16150994>

Martínez M, María Marcela, & Gómez G, Garlos Gilberto. (2013). Calidad composicional e higiénica de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Sucre, Colombia. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 93-100. Retrieved February 06, 2022, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000200011&lng=en&tlng=es.

Economía. (2021). El Acopio de leche cruda continúa en declive según datos de agosto. Contexto ganadero. <https://www.contextoganadero.com/economia/acopio-de-leche-cruda-continua-en-declive-segun-datos-de-agosto#:~:text=En%20cuanto%20a%20lo%20corrido,poco%20menos%20de%202092%20millones>

M^a Jesús P. C., (2012). Tema 2: Higiene, inspección y control de calidad de la leche. En Periago, M., Gaspar, R., Matinés, C. *Higiene Inspección y Control Alimentario*. Unidad de Información Universidad de Murcia. <https://www.um.es/documents/4874468/10812050/tema-2.pdf/8e36eac7-23f1-45ed-b671-df6c03c4d467>

Ruiz Cortés T., Orozco, S., Rodríguez, L. S., Idárraga, J., & Olivera, M. (2012). Factores que afectan el recuento de UFC en la leche en tanque en hatos lecheros del norte de Antioquia-Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15(1), 147–155. <https://doi.org/10.31910/rudca.v15.n1.2012.812>

Ramírez A., Hernández S. (2009). *COSTOS DE PRODUCCIÓN LECHERA EN COLOMBIA, PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES*. Universidad EAFIT Escuela de Administración Departamento de Economía. Medellín. https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/526/Andres_LopezRamirez_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Empresas. (2021). El sector lechero sentirá efectos del paro nacional 2021 por dos años. Portafolio. <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/sector-lechero-en-colombia-sentira-efectos-del-paro-por-dos-anos-557145>

Torres-Neira, O. L., González-Torres, Y. O., Pérez- Rubiano, C. C., Martínez-Martínez, M. I., Nausa-Patiño, Y. D., & Mora-Parada, J. M. (2021). Evaluación de la calidad fisicoquímica,

higiénica y microbiológica de la leche en un centro de acopio en Boyacá – Colombia: Evaluation of the physicochemical, hygienic and microbiological quality of milk in a collection center in Boyacá – Colombia. *Revista Científica De La Facultad De Ciencias Veterinarias De La Universidad Del Zulia*, 30(2), 75-81. Recuperado a partir de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/35549>

Lizárraga S., Cipolatti F., (2016). Análisis de la calidad higiénica y sanitaria de la leche en un tambo de la localidad de Villa Valeria (Córdoba). *Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC)*. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/4762?locale-attribute=en>

Arrieta G., Gómez Cáceres P, L., Albis F, D., Calderón-Rangel, A., & Rodríguez R, V. (2019). Calidad de la leche cruda para consumo humano en dos localidades de Sucre (Colombia). *Revista MVZ Córdoba*, 24(3), 7355-7361. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1829>

Instructivos. (2019). ¿Por qué enfriar la leche? LABEXCO. <https://labexco.com/por-que-enfriar-la-leche/>.

Sánchez A., Romero M., Sánchez D., (mayo de 2016). Guía de análisis de peligros y puntos de control crítico (appcc) leches uht y pasteurizadas. SGS española de control, S.A. (https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/guia_leche_final.pdf)

Morales Arévalo N. (2021). Colanta, Alpina y Nestlé, las empresas de lácteos y derivados más vendedoras de 2020. *La República, Industria*. <https://www.larepublica.co/empresas/colanta-alpina-y-nestle-las-empresas-de-lacteos-y-derivados-mas-vendedoras-de-2020-3191078#:~:text=En%20el%20caso%20de%20las,%241%2C59%20billones%2C%20respectivamente>

Tema de salud: inocuidad de alimentos. Peligros Biológicos. (2017). *Inocuidad de Alimentos - Control Sanitario – HACCP*. Organización mundial de la salud. (https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=es)