



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD HIGIÉNICA
DE LA LECHE PRODUCIDA EN EL ORIENTE DE
ANTIOQUIA A TRAVÉS DEL
ACOMPAÑAMIENTO A PRODUCTORES,
IMPULSANDO LA TECNIFICACIÓN DEL
CAMPO Y EL DESARROLLO RURAL.**

José Sebastián Patiño Vargas

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Agroindustrial
El Carmen de Viboral, Colombia
2021



Mejoramiento de la calidad higiénica de la leche producida en el Oriente de Antioquia a través del acompañamiento a productores, impulsando la tecnificación del campo y el desarrollo rural.

José Sebastián Patiño Vargas

Informe de práctica
como requisito para optar al título de:
Ingeniero Agroindustrial

Asesores.

Rigoberto Ríos Estepa. Ingeniero Químico.
Juan Camilo Madrid Villa. Ingeniero Agropecuario.

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Agroindustrial
El Carmen de Viboral, Colombia
2021.

Tabla de contenido

1. Resumen.....	4
2. Introducción.....	4
3. Objetivos.....	6
4. Marco Teórico.....	6
4.1 Microorganismos.....	7
4.2 Refrigeración.....	7
4.3 Calidad higiénica de la leche.....	8
4.4 Legislación.....	8
4.5 Modelo de color RGB (Rojo, verde y azul)	8
5. Metodología.....	9
5.1 Estrategia de acompañamiento y seguimiento a productores....	9
5.2 Implementación de tecnologías de almacenamiento que consideren la importancia de la cadena de frío de la leche.....	9
6. Resultados y análisis.....	12
6.1 Estrategias de mantenimiento y preservación de la leche.....	12
6.2 Control del almacenamiento.....	13
6.3 Lavado y desinfección.....	13
6.4 Cuarto del tanque de enfriamiento.....	14
6.5 Humedades.....	16
6.6 Análisis de bonificaciones y descuentos por concepto de calidad de la leche.....	17
6.7 Efecto del tipo de ordeño en la calidad de la leche.....	19
6.8 Producción de leche caliente.....	20
6.9 Condiciones de almacenamiento de leche caliente.....	21
6.10 Calidad-Higiénica leche caliente.....	22
7. Conclusiones.....	24
8. Referencias Bibliográficas.....	25
9. Anexos.....	26

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD IGIÉNICA DE LA LECHE PRODUCIDA EN EL ORIENTE DE ANTIOQUIA A TRAVÉS DEL ACOMPAÑAMIENTO A PRODUCTORES, IMPULSANDO LA TECNIFICACIÓN DEL CAMPO Y EL DESARROLLO RURAL DE LA REGIÓN.

1. Resumen

La leche aporta nutrientes y energía necesarios para el crecimiento y desarrollo principalmente de infantes; también hace parte de la dieta diaria de personas adolescentes y adultos. Las condiciones de manipulación y almacenamiento de la leche son condicionantes de su calidad. La instalación de tanques de enfriamiento en finca no garantiza una buena calidad higiénica; es necesario hacer un correcto uso de las instalaciones, ejecutar procesos de limpieza y desinfección y el estricto control a todos los procesos relacionados.

En este trabajo se realizó un diagnóstico de las condiciones actuales en las que productores, que cuentan con sistemas de refrigeración, almacenan la leche. Se realizó la visita y acompañamiento a productores de la región del Oriente de Antioquia, para educar en temas relacionados con el adecuado manejo de tanques de enfriamiento y manipulación de la leche cruda, brindando asesoría en cuanto a acciones preventivas y correctivas que permitan el mejoramiento en la calidad higiénica y la disponibilidad de leche de alta calidad, materia prima para su posterior procesamiento agroindustrial.

Adicionalmente, se hizo seguimiento a productores que no cuentan con tanque de enfriamiento (proveedores de leche caliente), los cuales, presentan los niveles más altos en el deterioro de la leche.

Validando niveles de producción se logró evidenciar la imposibilidad de instalar tanques de enfriamiento en gran parte de sus fincas. En este sentido se abrieron puertas a trabajos e investigaciones futuras que consideren el desarrollo de nuevas tecnologías que apoyen a los pequeños productores en el mejoramiento de sus productos.

2. Introducción

La crisis lechera ocasionada por los tratados de libre comercio, la apertura económica y el poco apoyo por parte del estado, llevaron a la incorporación de la Cooperativa lechera UNILAC a la Cooperativa COLANTA a mediados del año 2019. Tras dicha incorporación, COLANTA se hace cargo de la recolección, transformación y comercialización de leche producida en el

Oriente de Antioquia, de los antiguos proveedores de materia prima para la Cooperativa UNILAC; dichos productores, ingresan en igualdad de condiciones que los asociados de la Cooperativa COLANTA; se acogen a su modelo de liquidación y pago de leche cruda según la Resolución 017 del 2012 y a su vez, asumen nuevos deberes y obligaciones. En este sentido, se hace necesario el acompañamiento a estos nuevos productores, buscando cumplir los estándares de calidad impuestos por la Cooperativa COLANTA, para mejorar la calidad de la leche a través de la tecnificación del campo e impulsar el desarrollo rural de la región.

El acompañamiento y seguimiento a productores se desarrolló a partir de la caracterización del estado actual de las instalaciones donde se almacena y refrigera leche cruda; a partir de este diagnóstico, se formularon acciones correctivas y de mejora, ligado a un seguimiento en la calidad higiénica de la leche mediante medición de UFC.

La visita a cada productor se desarrolló junto con el personal encargado de la recolección y transporte de leche cruda desde la finca hacia la planta; en el proceso de recolección, se evaluaron los procedimientos desarrollados por el personal encargado, lo cual incluye lavado y desinfección de utensilios, medición de la temperatura y volumen, agitación de tanques, análisis sensorial, prueba de alcohol y determinación de acidez. Todo lo anterior con el objetivo de garantizar la toma correcta de muestras para su posterior análisis en laboratorio. Es de aclarar que estas actividades se desarrollaron en el marco la pandemia Covid-19, lo que implicó restricciones en su ejecución; el contacto con productores fue limitado y se desarrolló bajo todos los protocolos de bioseguridad como medida preventiva ante la propagación del virus.

Las condiciones en las que se encuentra cada tanque de enfriamiento se evaluaron considerando aspectos, entre otros, el estado de pisos, paredes, ventanas, puertas y techo, las barreras físicas, disposición de mesón, lavado y desinfección, fuentes de luz artificial con protección, entre otras. (Resolución 3585 del 2008).

Según la evaluación desarrollada se brindaron recomendaciones y acciones correctivas y preventivas a ejecutar para garantizar la calidad higiénica de la leche.

Contar con un sistema de refrigeración en finca no garantiza una adecuada calidad higiénica de la leche; es necesario además tener estrictos controles al interior del cuarto donde se aloja en tanque de enfriamiento. Acompañar a los productores y guiarlos en estos procesos resulta favorable para el

mejoramiento de la calidad de la leche. Adicionalmente, divulgar la relación existente entre calidad higiénica y el precio de la leche según la resolución 017 del 2012 incentiva la ejecución de medidas correctivas y preventivas. En este trabajo se realizó un diagnóstico de las condiciones actuales en las que productores almacenan y comercializan la leche.

3. Objetivos

Mejorar la calidad de la leche producida por algunos productores del Oriente de Antioquia a través del acompañamiento y seguimiento a proveedores, impulsando la tecnificación del campo y el desarrollo rural de la región.

Específicos

- Desarrollar una estrategia de acompañamiento y seguimiento a productores que permita evaluar las condiciones en las que se almacena y refrigera la leche cruda en finca, garantizando su inocuidad.
- Proponer la implementación de nuevas tecnologías de almacenamiento que consideren la importancia de la cadena de frío, permitan la conservación de la leche y puedan ser instauradas atendiendo al contexto rural y su desarrollo.

4. Marco Teórico

El Comité del Codex sobre Higiene de los Alimentos (CCFH) reúne una serie de normas alimentarias adoptadas internacionalmente, en las que se recomiendan las prácticas más adecuadas para asegurar la limpieza y minimizar las contaminaciones a lo largo de las distintas fases agroindustriales (FAO, 2010). Por su parte, la inocuidad de los alimentos puede definirse como el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos, no representen riesgo para la salud. La inocuidad en dichas cadenas agroalimentarias, se considera una responsabilidad conjunta de gobierno, industria y consumidor (Min salud, 2013).

El producir y ofertar leche cruda de calidad para su posterior transformación agroindustrial no se consigue de forma espontánea; cumplir con los estándares óptimos para obtener la mejor relación calidad-precio requiere de una planificación y control de las actividades desde la finca; asegurando la preparación del personal, el proceso de obtención y las condiciones higiénicas durante su refrigeración y almacenamiento (R Hernández Rodríguez, 2005).

El ministerio de agricultura y desarrollo rural de Colombia establece, mediante la resolución 017 del 2012, el sistema de pago de leche cruda al proveedor

basado en la calidad composicional e higiénica; allí se definen además de bonificaciones voluntarias y obligatorias una serie de deducciones que se ven reflejadas en el nivel de ingresos de los productores.

4.1 Microorganismos

Los microorganismos mesófilos, son considerados indicadores de la calidad higiénico-sanitaria de la leche; su presencia advierte un inadecuado manejo o contaminación de la materia prima. (Gía Guerrero, 2016)

Los factores que intervienen en su reproducción son de tipo intrínsecos (características fisicoquímicas) y extrínsecos (condiciones de almacenamiento, transporte y manipulación). Además de esto, incorrectos procesos de lavado y desinfección dan lugar a la presencia de residuos sobre las superficies que suministran nutrientes para el crecimiento y la multiplicación de bacterias coliformes y *Pseudomonas spp.*

La temperatura es uno de los parámetros ambientales más importantes que condicionan el crecimiento y la supervivencia de los microorganismos; a bajas temperaturas los microorganismos no se destruyen, pero si se mantienen en un estado inactivo.

4.2 Refrigeración

Tras la rutina de ordeño, la leche se obtiene a una temperatura aproximada de 38°C; este es un producto altamente perecedero que constituye un excelente medio de cultivo para microorganismos mesófilos, cuya cinética depende principalmente de la temperatura (Villa Uvidía 2018). Por lo anterior, surge la necesidad de implementar métodos que interrumpan la cinética microbiana garantizando la inocuidad y conservación de la leche. (Aguilar Sotelo, Pérez Montiel, & Cepero Rodríguez, 2007). Dentro de las principales causas que dan lugar a un nivel alto en el conteo de microorganismos que propician un rápido deterioro de la leche, se encuentra la imposibilidad de enfriar rápidamente y conservar la leche a una temperatura de 4 ± 2 °C (Wijesinha-Bettoni & Burlingame, 2013).

La refrigeración es un proceso en el que por transferencia térmica se extrae calor de un cuerpo para liberarlo al medio; es el método empleado universalmente para la conservación de la leche ya que no altera sus propiedades y en conjunto con correctos protocolos de limpieza y desinfección, garantiza la calidad e inocuidad del producto.

4.3 Calidad higiénica de la leche

Cuando las condiciones de obtención, refrigeración, almacenamiento y transporte no son adecuadas, se favorece la presencia de microorganismos que causan el deterioro y pérdida de la materia prima, lo que además se puede ver reflejado en la vida útil de los derivados lácteos y el brote de enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA). La contaminación microbiana de la leche cruda puede ocurrir a partir de tres fuentes principales: de la ubre (microorganismos asociados a la mastitis), de organismos ambientales que se transfieren por la suciedad de la ubre y la superficie de los pezones, así como la inadecuada limpieza e higiene del equipo de ordeño, tanque de enfriamiento y demás utensilios (Oliver, Jayarao & Almeida, 2005).

Las malas prácticas de manipulación e higiene, la refrigeración a temperaturas inadecuadas y el prolongado almacenamiento de la leche pueden incrementar el número de microorganismos, desde su obtención hasta llegar a la mesa del consumidor. (Ailin Martínez Vasallo, Alejandra Villoch Cambas, Ariel Ribot Enríquez, 2014)

4.4 Legislación

El decreto 616 del 2006 establece los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercialice, expendia, importe o exporte en el país. Los requisitos de calidad e inocuidad de la leche se expresan en indicadores fisicoquímicos, organolépticos, higiénico-sanitarios y en la ausencia de microorganismos que propicien el deterioro; para a través de la transformación agroindustrial, ofertar productos lácteos inocuos y de calidad. (Alejandra Villoch, 2010)

Por su parte, la resolución 017 de 2012 establece el sistema de pago de leche cruda en Colombia en el cual se definen bonificaciones obligatorias que debe reconocer el agente económico a su proveedor y que afecta positiva o negativamente el precio; las bonificaciones obligatorias se reconocen y otorgan por concepto de calidad higiénica (tabla 1), calidad sanitaria y buenas prácticas ganaderas (BPG).

4.5 Modelo de color RGB (Rojo, verde y azul)

El modelo de coordenadas RGB (rojo, verde y azul por sus siglas en inglés) es un sistema de interpretación del color, basado en un modelo de triestímulos y síntesis aditiva. Este modelo de coordenadas permite que los colores se representen en el espacio a unas distancias proporcionales a las diferencias visuales entre ellos. (Filoteo Razo, 2016)

El color es un fenómeno físico y sensorial, captado por la percepción humana de la luz reflejada por un objeto; su interpretación a través de coordenadas numéricas facilita su diferenciación lo cual representa una importante herramienta para el desarrollo de investigaciones e interpretación de datos.

5. Metodología

5.1 Estrategia de acompañamiento y seguimiento a productores

Se desarrolló la visita a proveedores de leche cruda identificando y evaluando las condiciones en las que se almacena esta materia prima; a través de una lista de chequeo y el dialogo con diferentes productores se dictan una serie de acciones preventivas y correctivas que incentiven el mejoramiento y se reflejen en la calidad de la leche. Se ejerce un seguimiento a cada productor a través de la medición UFC, validando la mejora o desmejora en la calidad de su leche, haciendo llamados atención a través de notificaciones por escrito en los casos donde los niveles son elevados según lo indicado por la normativa vigente.

Los productores se agrupan según la ruta encargada de su recolección y la fecha en la que se desarrolla la visita. No existe clasificación ni selección específica, ya que se tiene como objetivo la visita, acompañamiento y seguimiento a todos los productores cuya recolección es realizada desde la planta UNILAC.

Ante la reciente incorporación de la Cooperativa UNILAC a la Cooperativa COLANTA, surge la necesidad de acompañar a todos estos nuevos proveedores de leche cruda de la región del Oriente de Antioquia; se desarrolló la visita a 258 tanques de enfriamiento y 44 productores de leche caliente, ubicados en los municipios de Abejorral, El Carmen de Viboral, El Retiro, La Ceja, La Unión y Sonsón.

5.2 Implementación de tecnologías de almacenamiento que consideren la importancia de la cadena de frio de la leche.

Según la resolución 3585 del 2008 y los requerimientos de la Cooperativa Colanta, se definieron los siguientes los aspectos a evaluar en lo relacionado al almacenamiento y refrigeración de la leche:

- El estado de pisos, paredes, ventanas, puertas y techo.
- Barreras físicas que impidan el ingreso de aves, animales y plagas.
- Orden y aseo.


- Uso del cuarto. Destinado únicamente al almacenamiento de leche. Libre de objetos y productos que puedan afectar la inocuidad.
- Disposición de mesón y fuente de agua para la toma de muestras y el desarrollo de análisis.
- Proceso de lavado y desinfección. Detergentes, desinfectantes y protocolos utilizados.
- Funcionamiento del tanque de enfriamiento. Elementos de medición y calibración del tanque.
- Ubicación del tanque. Alejado de fuentes que generen contaminación cruzada. Vías de acceso.
- Fuentes de luz artificial con protección. Estado de redes eléctricas.
- Tipo de ordeño (manual/mecánico) y número de vaciadores por tanque.

Se hizo seguimiento de la calidad-higiénica de los tanques de enfriamiento y productores en cantina tiempo después de realizada la visita a través de medición de UFC; dicho seguimiento se realizó durante 6 semanas para tanques y 4 semanas para cantinas.

A las muestras tomadas para el análisis de UFC se les agregó azidiol como conservante; las muestras fueron transportadas conservando la cadena de frío hasta el laboratorio de la Cooperativa Colanta, en San Pedro de los Milagros.

Los datos obtenidos fueron tabulados en un archivo Excel, en el que a través del modelo de color RGB y la asignación de un formato condicional basado en la resolución 017 de 2012 como se muestra en la tabla 1, se facilita la interpretación de datos, el seguimiento a cada productor y la incidencia de la refrigeración en la calidad higiénica de la leche.

Tabla 1. Tabla de bonificación o descuento para pago por calidad. Fuente: USP Minagricultura.

	Tabla de bonificación ó descuento por calidad					
	Región 1. Calidad Higiénica					
	RANGO	ESCALA DE PAGO - RECuento TOTAL DE BACTERIAS	ESCALA DE PAGO - FRÍO	R	G	B
UFC/ml	\$/Litro	\$/Litro				
1	0-25000	105	15	99	190	123
2	25001-50000	89	15	130	199	124
3	50001-100000	72	15	161	208	126
4	100001-150000	53	10	192	217	128
5	150001-175000	33	10	223	226	130
6	175001-200000	0	0	255	235	132
7	200001-300000	-19	0	254	210	128
8	300001-400000	-33	0	253	184	123
9	400001-500000	-53	0	251	157	117
10	500001-600000	-72	0	250	131	112
11	600001 - más	-89	0	248	105	107

De igual forma se hizo acompañamiento a los transportadores en la toma de muestras de leche cruda desde la finca hasta la planta de La Unión. Cabe resaltar que los transportadores han sido capacitados previamente por la Cooperativa Colanta. No obstante, se hizo un seguimiento programado y, cuando fue necesario se dictaron instrucciones correctivas y de mejora.

La refrigeración a 4°C mantiene la calidad original de la leche; es el método universalmente conocido para garantizar una materia prima de buena calidad para su posterior procesamiento agroindustrial. Uno de los retos tras la incorporación de UNILAC a la Cooperativa Colanta ha sido lograr la migración del almacenamiento de leche cruda en diferentes tipos de envases hacía sistemas de refrigeración que garanticen la conservación de esta materia prima en finca e impida su rápido deterioro.

Se ha impulsado dicha transformación exponiendo los beneficios de la implementación de sistemas de refrigeración en finca, además de los beneficios brindados por la Cooperativa Colanta, como son el préstamo del capital a través Ahorro y Crédito Colanta (AyC) y precios en el tanque de enfriamiento a costo.

La implementación de nuevas tecnologías en procesos agrícolas y pecuarios fortalece la cadena de producción y garantiza la disponibilidad de materia prima de calidad. Sin embargo, existen diversos factores que limitan su ejecución, por lo cual, es necesario considerar el contexto rural de los productores que no cuentan con tanque de enfriamiento, haciendo hincapié en el estado de vías de acceso, factibilidad económica y niveles de

producción. Adicionalmente, es necesario considerar otros factores que pueden dificultar o impulsar dicha implementación, como lo son: el desarrollo de capacitaciones, la presencia de intermediarios, el precio del dólar (equipos e insumos importados) y la desmotivación por los ingresos obtenidos a partir de actividades agrícolas y pecuarias.

6. Resultados y análisis

6.1 Estrategias de mantenimiento y preservación de la leche

Uno de los objetivos de la instalación de tanques de enfriamiento en finca es evitar la multiplicación de bacterias que causan un rápido deterioro en la leche; es indispensable ejercer control en su manejo, junto con el desarrollo de correctos procesos de lavado y desinfección y el adecuado mantenimiento de zonas aledañas, evitando focos de contaminación y garantizando espacios adecuados para el almacenamiento (Ver Figura 1).



Figura 1. Correcto mantenimiento de tanques de enfriamiento.

El tanque de enfriamiento está elaborado de acero inoxidable de calidad alimenticia, consta de una cisterna junto con revestimiento o chaqueta a través del cual circula un fluido refrigerante (sistema evaporador) el cual extrae calor para liberarlo al medio a través de un condensador; además del sistema de refrigeración, cuenta con un sistema de agitación que permite garantizar homogeneidad en la leche, una válvula de descarga, sellos de seguridad que lo fijan al piso y los elementos de medición para determinar su volumen (regla y pin. El volumen de cada tanque varía según el fabricante y

los niveles de producción de cada productor; es de considerar que para el adecuado funcionamiento del tanque se debe contar con un aforo mínimo del 10% de su volumen. Los productores visitados tienen en promedio un único tanque de enfriamiento.

Colanta cuenta con el departamento de mantenimiento agroindustrial, el cual se encarga de la instalación, instrumentación, calibración y mantenimiento de cada tanque de enfriamiento que oferta su leche a la Cooperativa.

6.2 Control del almacenamiento

Cuarto cerrado y destinado únicamente al almacenamiento y refrigeración de leche cruda.

- Instalación de barreras físicas que impidan el ingreso de animales, aves y plagas.
- Pisos, paredes y techos en buen estado, debidamente acabados y que faciliten su limpieza y desinfección.
- Redes eléctricas seguras, las fuentes de luz artificial deben estar protegidas.
- Seguimiento periódico de la temperatura.

Para ejercer seguimiento de las condiciones de almacenamiento y refrigeración de la leche, resulta conveniente el uso de listas de chequeo como la que se muestra en el anexo 1, donde se evalúan los criterios anteriormente descritos.

Esta lista de chequeo es un documento propio, generado por la Cooperativa Colanta, y constituye una herramienta útil para el control y seguimiento de los productores; ha sido el resultado de una actualización según la normatividad vigente, los diferentes puntos críticos identificados en las visitas y los requerimientos por parte de la empresa.

Dentro de su contenido se evalúan conceptos relacionados con: calidad higiénica e inocuidad, protocolos de lavado y desinfección, calibración de tanques, elementos de medición y disposición adecuada de servicios y utensilios.

6.3 Lavado y desinfección

En el tanque de enfriamiento se acumulan y adhieren residuos orgánicos (grasa, proteína y lactosa) e inorgánicos (sales minerales), por lo cual debe ser

lavado y desinfectado inmediatamente después de realizada la recolección de la leche.

Inicialmente se realiza el enjuague de todas las superficies internas del tanque, preferiblemente con agua entre 35 y 45°C para remover la suciedad visible y los residuos de leche. Seguidamente se debe preparar el detergente alcalino respetando dosificaciones, tiempo de acción y temperaturas indicadas por el proveedor; se deben refregar todas las paredes internas incluyendo el agitador y el desarme de la válvula para de esta forma, garantizar la remoción de los residuos orgánicos. De igual manera, se debe preparar el detergente ácido, el cual se utiliza para atacar los residuos inorgánicos, lo que evita la formación de la piedra de leche, además de neutralizar los residuos de cloro y alcalinidad equilibrando el pH. Actualmente, el mercado cuenta con gran variedad de productos para el lavado y desinfección de tanques de enfriamiento de leche, dentro de los cuales también se encuentran detergentes neutros, eficientes en la remoción de grasa en procesos manuales de limpieza.

Finalmente se realiza el proceso de desinfección para actuar en contra de las bacterias que causan el rápido deterioro de la leche. Este proceso es un punto crítico en el que se debe respetar las dosificaciones y seguir las indicaciones dadas por el proveedor para evitar el efecto residual y la presencia de inhibidores en la leche.

Se evaluó el protocolo de lavado y desinfección en los tanques visitados, encontrando el uso de sustancias no recomendadas para este proceso, haciendo la recomendación a estos productores para implementar correctos procesos que permitan mejorar la calidad de su leche.

6.4 Cuarto del tanque de enfriamiento

La habitación que alberga el tanque de enfriamiento debe ubicarse en un lugar alejado de fuentes de contaminación para garantizar calidad higiénica e inocuidad. No debe tener comunicación directa con unidades sanitarias o algún tipo de explotación agrícola o pecuaria; tampoco debe alojar ni almacenar productos distintos a los relacionados con el proceso de obtención de la leche, como insumos agrícolas y pecuarios, elementos químicos diferentes a los empleados en procesos de lavado y desinfección, máquinas y vehículos, entre otros.

Debe disponer del suministro de agua y servicio de energía eléctrica para garantizar su funcionamiento y contar con espacios adecuados para la toma de muestras y el proceso de recolección lo que incluye vías de acceso y espacio para reversar el carrotanque.

El cuarto que alberga el tanque de enfriamiento debe ser un lugar seguro que garantice la calidad e inocuidad de la leche; en este lugar no deben disponerse elementos extraños a la leche; la presencia de máquinas, sustancias químicas, alimentos para animales, entre otros, propician la contaminación cruzada y el deterioro de la leche.

Se logró evidenciar el mal manejo de cuarto por parte de algunos productores, albergando al interior del cuarto vehículos, maquinaria, insumos pecuarios y sustancias químicas; también se pudo observar el deterioro en algunas de las instalaciones, la ausencia de barreras de protección que garanticen un espacio hermético e incorrectos protocolos de limpieza y desinfección, como se evidencia en la Figura 2. Por otra parte, se encontraron tanques en excelentes condiciones los cuales cumplen y desarrollan de la mejor manera cada proceso, obteniendo los niveles más bajos en el conteo de UFC.

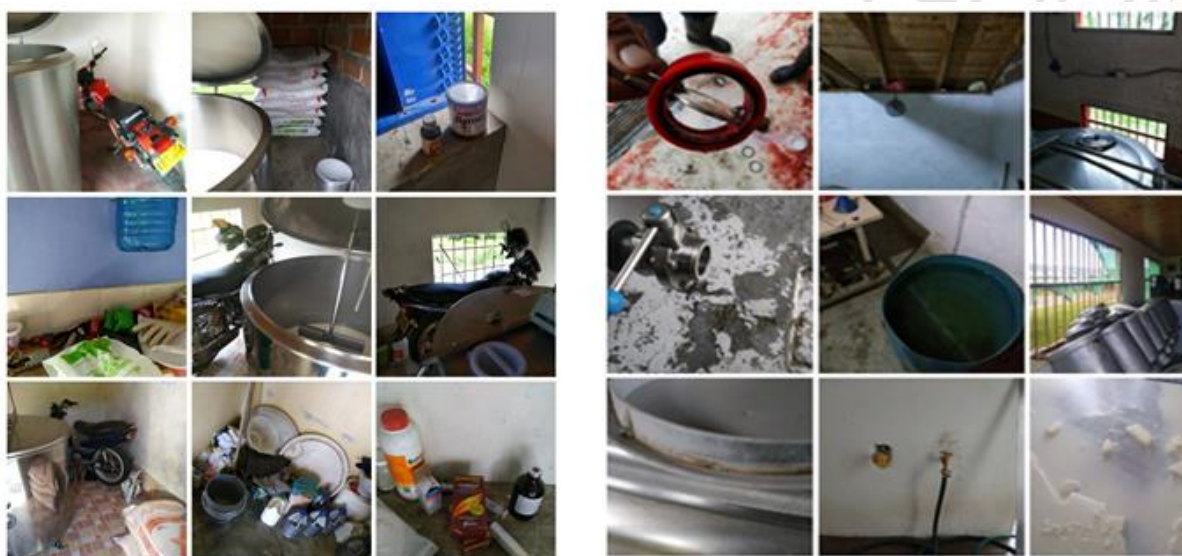


Figura 2. Manejo inadecuado de tanques de enfriamiento.

Se encontraron tanques adyacentes a salas de ordeño sin ninguna barrera física que impida la contaminación cruzada; el almacenamiento de insumos pecuarios, máquinas y vehículos motos al interior del cuarto donde se ubica el tanque de enfriamiento también fue común en algunos casos. Al respecto, se hizo un llamado verbal y por escrito recomendando retirar de estos objetos y tomar acciones correctivas que permitan garantizar la calidad higiénica e inocuidad de la leche.

6.5 Humedades

Se encontraron zonas con deterioro por humedad y pisos desgastados que favorecen el encharcamiento de aguas y la acumulación de suciedad, lo cual propicia la multiplicación de organismos indeseables.



Figura 3. Encharcamiento y humedades.

Es importante hacer un seguimiento de los primeros indicios de humedad y deterioro de pisos para ejercer un oportuno control. Si bien esta es una zona de humedad, se deben instalar materiales resistentes que brinden barrera a la humedad y eviten el rápido deterioro de las instalaciones.

Contar con adecuados desniveles y caída en los pisos, correctos sistemas de drenaje, pocetas con barrera al agua, adecuados acabados y tapetes a base de caucho para amortiguar el descargue de recipientes en los que se traslada la leche desde el potrero hasta el tanque evita el deterioro de las instalaciones y la aparición de humedades.

Parte de los tanques visitados cuenta con buenos acabados y no presentan problemas de humedad ni deterioro en sus pisos. Sin embargo, se debe considerar que el lugar donde se ubica el cuarto de enfriamiento es un espacio muy húmedo, por lo cual se debe hacer seguimiento continuo para, ante cualquier signo de deterioro, implementar acciones correctivas. En algunos casos se evidencian pisos en muy mal estado y humedades evidentes, lo que propicia la proliferación de organismos indeseables, desfavorece la presentación del espacio e incrementa las posibilidades de un posible deterioro de la leche.

6.6 Análisis de bonificaciones y descuentos por concepto de calidad de la leche

Luego de un seguimiento durante las seis semanas posteriores a la visita del tanque de enfriamiento, se obtuvo que el 82,95% de los tanques visitados cuenta con bonificación en su liquidación para el pago de la leche por el concepto de calidad higiénica, el 3,10% no ve reflejado ninguna bonificación ni descuento y el 13,95% sufre descuentos al presentar niveles altos en el conteo de UFC; información obtenida a partir de la tabla 2.

Tabla 2. Tanques con bonificación y descuento por concepto de calidad higiénica. Fuente: Elaboración propia.

Tabla de bonificación ó descuento por calidad				
Región 1. Calidad Higiénica				
Tanques	Porcentaje	UFC/ml	Recuento total Bacterias (\$/L)	Escala de frío (\$/L)
51	19,77%	0-25000	105	15
83	32,17%	25001-50000	89	15
52	20,16%	50001-100000	72	15
25	9,69%	100001-150000	53	10
3	1,16%	150001-175000	33	10
8	3,10%	175001-200000	0	0
10	3,88%	200001-300000	-19	0
4	1,55%	300001-400000	-33	0
4	1,55%	400001-500000	-53	0
5	1,94%	500001-600000	-72	0
13	5,04%	600001 - más	-89	0
258	100,00%			

En la Figura 4, se presenta la variación de las UFC, como función del tanque/instalaciones visitadas. Como se observa, se ha trazado una línea recta en la ordenada 175 que separa aquellos tanques que cuentan con bonificación y descuento según el promedio en el conteo de UFC. Para tanques cuyo promedio se encuentra en el rango entre 175 y 200 (valores por encima de la recta, muy cercanos a ella) no se ve reflejada ninguna bonificación ni descuento.

La bonificación y el descuento corresponden al correcto estado y el deterioro de la leche, respectivamente; niveles bajos en el conteo de UFC indican el desarrollo adecuado de procesos de obtención, refrigeración y almacenamiento; por su parte, niveles elevados, se deben a desarrollo inadecuado de los procesos.

Por debajo de la línea color naranja se evidencia mayor intensidad de puntos, lo que indica que es mayor el número de tanques que reciben bonificación que aquellos que presentan descuento en su liquidación para el pago de leche (información respaldada con la tabla 2). Los puntos por encima de la recta se presentan de forma dispersa; a estos se les ejerce una comparación con la evaluación cualitativa desarrollada, para identificar las posibles causas en el deterioro de la leche.

Se observa en general un adecuado nivel en la calidad higiénica de la leche producida en la región del Oriente de Antioquia. Sin embargo, es necesario acompañar y hacer seguimiento a productores con niveles elevados de UFC, buscando obtener mejor calidad de leche e incrementar el nivel de sus ingresos.



Figura 4. Seguimiento en la calidad higiénica por tanque.

Conteos elevados en las UFC indican deficiencia en la limpieza del equipo o del tanque, enfriamiento inadecuado de la leche, manejo inadecuado del ordeño y/o presencia de microorganismos causadores de mastitis.

Los tanques que presentan los niveles más altos en UFC han sido “tanques comunitarios” en los que intervienen varios productores; esto dificulta ejercer control y seguimiento pues el número de variables para propósito de análisis incrementa; sin embargo, varios productores por tanque no son un condicional para presentar niveles elevados de UFC. Se encontraron casos en los que, gracias al empoderamiento y el compromiso de cada productor en los procesos relacionados con la obtención, traslado y descarga de la leche, se puede obtener una buena calidad higiénica en este tipo de tanques.

6.7 Efecto del tipo de ordeño en la calidad de la leche

Otros factores, no evaluados en este proyecto y que afectan de manera negativa la calidad higiénica de la leche, son la rutina de ordeño y el control de mastitis.

El tipo de ordeño incide en la calidad higiénica de la leche; este es un proceso en el que intervienen diferentes factores, haciéndose indispensable promover una correcta rutina de ordeño. Esta rutina parte de la buena higiene en las manos del operario, evitando el mojado de la ubre (este solo se debe realizar en condiciones extremas de suciedad), ejerciendo seguimiento al estado de la glándula mamaria, empleando productos recomendados para los procesos de pre-sellado y sellado (desinfección) según las indicaciones, desarrollando análisis periódicos para la identificación de mastitis y ejecutando escurridos de forma manual evitando el sobre-ordeño. Una incorrecta rutina de ordeño da lugar a lesiones, infecciones y el desarrollo de mastitis, lo que se ve reflejado en el incremento del recuento de UFC y pérdidas en la producción.

Los resultados evidenciaron niveles altos de UFC en aquellos productores que ejecutan el proceso de forma manual; una correcta rutina de ordeño garantiza la salud de la ubre y con esto se reduce la presencia de mastitis, factor que influye directamente en la calidad higiénica de la leche.

Tanques de enfriamiento en los que fue evidente la presencia de fuentes cercanas de contaminación, problemas de encharcamiento y humedades junto con incorrectos procesos de lavado y desinfección (condiciones inadecuadas de almacenamiento en general) mostraron los niveles más altos en el deterioro de la leche (27,78%). El incremento del recuento de UFC por cuenta del número de productores por tanque mostró una representación de 25%. La combinación de estos factores representa el 16,67%, donde finalmente se obtiene que la menor incidencia ha sido la representada por el tipo de ordeño; esto indica que un ordeño manual no implica la obtención de leche de baja calidad siempre que la rutina de ordeño sea desarrollada de forma adecuada (Ver Fig. 5).

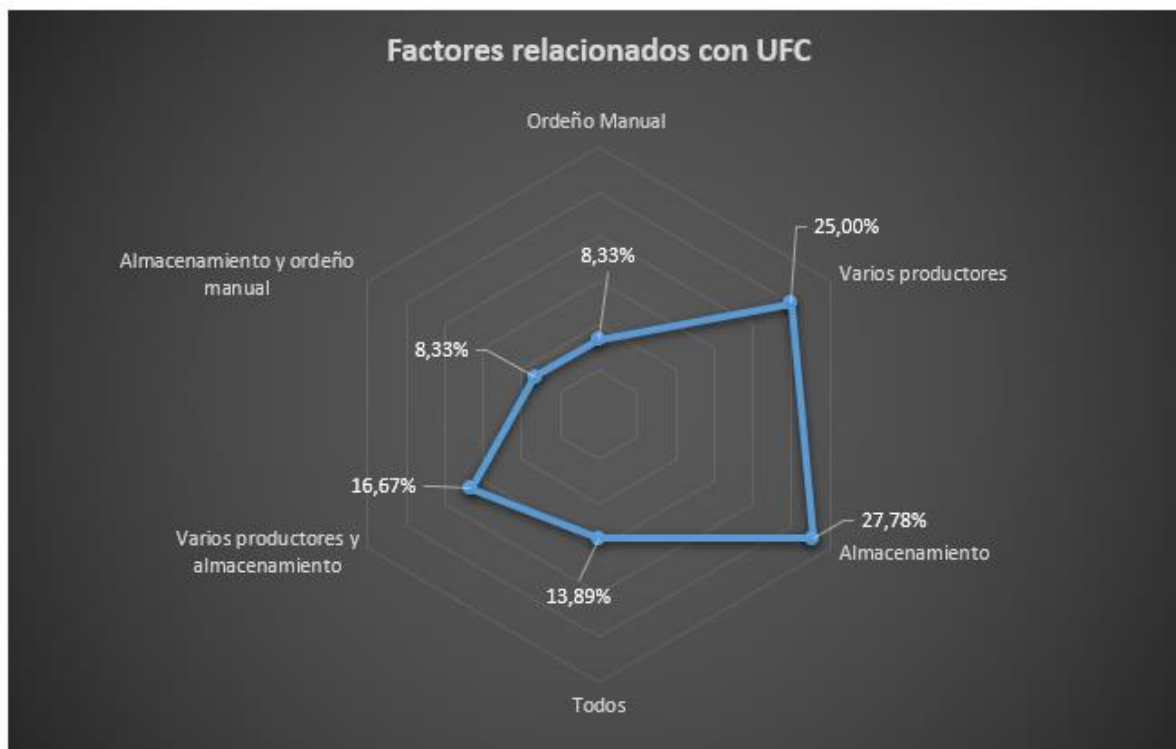


Figura 5. Factores relacionados con niveles altos en el recuento de UFC.

6.8 Producción de leche caliente

La producción de leche caliente tiene como mercado potencial empresas dedicadas a la producción de quesos (queseras), en las cuales la calidad higiénica y el nivel de acidez desarrollado tras la ausencia de procesos de refrigeración no representan impedimentos para su procesamiento, como si lo representan en otras transformaciones a nivel industrial, en los que al someter este tipo de materia prima a tratamientos térmicos se presenta coagulación, entorpeciendo las línea de proceso y ocasionando daños en equipos.

Actualmente, la leche caliente constituye un 1,67% aproximadamente, del volumen de leche que ingresa a la planta UNILAC diariamente, procedente de la región del Oriente de Antioquia; el ingreso de esta leche se debe al reciente proceso de incorporación de la Cooperativa UNILAC a la Cooperativa COLANTA, en la que además de la recepción de este tipo de leche era permitido el uso de peróxido de hidrógeno; compuesto químico que en conjunto con la lacto-peroxidasa (agente antibacteriano natural) genera compuestos capaces de inhibir el crecimiento microbiano de un amplio espectro de bacterias, virus, hongos y protozoos.

Este tipo de leche ingresa a la Cooperativa COLANTA debido a las limitaciones técnicas y económicas que no permiten a pequeños productores la

instalación de sistemas de refrigeración. En la tabla 3 se muestran los proveedores de leche caliente de la región junto con un valor aproximado de su nivel de producción.

Tabla 3. Producción de leche caliente. Fuente: Elaboración propia.

Productores	44
Volumen \geq 100L	9,09%
50L < Volumen < 100L	11,36%
Volumen \leq 50L	79,55%

En la Tabla 3 se observa que un gran número de los proveedores de leche caliente manejan bajos niveles de producción diaria (Volumen \leq 50L), lo que limita la instalación de tanques de enfriamiento y abre la posibilidad al diseño de nuevos sistemas que garanticen la conservación y calidad de la leche sin alterar sus propiedades. Otras alternativas que se podrían estudiar para su posterior ejecución ante la imposibilidad de instalar e implementar sistemas de refrigeración son:

- La migración de estos productores a empresas interesadas en este tipo de leche, considerando la viabilidad técnica para su recolección y un menor ingreso al productor dado que este tipo de empresas maneja precios fijos.
- La transformación de esta materia prima directamente en la finca, alargando su vida útil a través de derivados lácteos, lo que implica el apoyo del estado a través de capacitaciones y el impulso de espacios de mercado en los que campesinos puedan ofertar sus productos.
- Por último, se plantea el desarrollo de un prototipo, como sistema de refrigeración, provisto de un aislamiento térmico, y que haga uso de materiales de fácil acceso, de manera que se garantice su viabilidad técnica y económica. Un prototipo de esta naturaleza permite conservar la temperatura de la leche, luego de desarrollar procesos de refrigeración casera, la cual sería posible solo en bajos niveles de producción.

6.9 Condiciones de almacenamiento de leche caliente

El acompañamiento en la recolección de leche cruda permitió evidenciar las condiciones de almacenamiento de la leche caliente; entre ellas el uso de envases plásticos, baldes sin protección y disposición en afluentes de agua como se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Recipientes para el almacenamiento de la leche caliente.

Tras el seguimiento realizado a este tipo de productores se evidencian las repercusiones negativas en la calidad higiénica de la leche, al obtenerse que tan solo el 4,55% de los productores de leche caliente cuenta con niveles adecuados de calidad higiénica, lo que puede deberse a su bajo nivel de producción y la implementación de refrigeración casera.

Tras un análisis comparativo de los datos obtenidos para este tipo de productores y aquellos que cuentan con tanque de enfriamiento, puede garantizarse que la mejor alternativa para el mejoramiento de la calidad higiénica de la leche es la instalación y el adecuado uso de sistemas de refrigeración mediante tanques de enfriamiento.

Desde la Cooperativa Colanta se han brindado facilidades a este tipo de productores como financiación, la venta de tanques a costo y el contrato en comodato de tres tanques de enfriamiento.

6.10 Calidad-Higiénica leche caliente

En la Tabla 4 se muestra el consolidado de calidad higiénica luego hacer seguimiento por cuatro semanas consecutivas a proveedores de leche caliente. Todos estos productores corresponden a antiguos productores de la Cooperativa UNILAC y que actualmente pertenecen a la Cooperativa COLANTA.

Tabla 4. Calidad higiénica leche caliente. Fuente: Elaboración propia.

Valor min. UFC/mL (*10³)	12
Valor max. UFC/mL (*10³)	10000
Bonificación	4,55%
Cero	2,27%
Descuento	93,18%
Moda. UFC/mL (*10³)	2400
Media. UFC/mL (*10³)	2269,78

La ausencia de sistemas de refrigeración (tanques de enfriamiento) favorece el deterioro en la calidad higiénica de la leche; en la Tabla 4 se evidencia altos niveles de UFC/mL; tan solo el 4,55% de los productores recibirá bonificación por la calidad higiénica, el 2,27% no verá reflejado en su liquidación bonificación alguna y el 93,18% tendrá descuentos en el precio a pagar por litro de leche. La media y moda dan una idea acerca del valor tendencia o común en el conteo de UFC, identificando de esta forma la calidad higiénica promedio de la leche caliente. Para el caso particular se tiene que la calidad higiénica promedio para este tipo de leche es de 2269,78 UFC/mL (*10³).

Los bajos niveles de producción imposibilitan la adquisición de tanques de enfriamiento para estos productores, la asociación por grupos brindaría una posibilidad viable, siempre que se tenga el compromiso y la responsabilidad de cada uno de ellos en los procesos de obtención manipulación y transporte de la leche.

Además de la imposibilidad de la refrigeración se evidencian otras fuentes de contaminación que repercuten en la calidad higiénica de la leche entre las que se pueden mencionar el uso de recipientes plásticos, en los que por sus propiedades y características físicas se dificulta el desarrollo de labores de limpieza y desinfección, acumulando residuos que favorecen el deterioro. Adicionalmente, el no contar con un espacio adecuado para la recolección de la leche genera la exposición de la leche a contaminación cruzada en la toma de muestras, lo cual incide en su calidad.

Se recomienda dar un manejo adecuado a todo el proceso de obtención, almacenamiento y transporte de la leche; este es un alimento altamente sensible que ante cualquier anomalía ve afectadas sus propiedades y características; correctas rutinas de ordeño, el seguimiento periódico de la salud de la ubre, el correcto lavado y desinfección de equipos y utensilios junto con su reemplazo una vez finalizan su ciclo de vida útil, el adecuado manejo del tanque de enfriamiento, y la refrigeración de la leche en el menor tiempo posible luego del ordeño contribuyen al mejoramiento de la calidad de la leche.

En cuanto al proceso de implementación de sistemas de refrigeración en finca se guio a cuatro productores que actualmente cuentan con tanque de enfriamiento; otros dos se encuentran el proceso de construcción de las instalaciones.

Este es un proceso lento que muchas veces se ve restringido por la capacidad de los productores y que incluso algunos no consideran adoptar, pues, aunque su precio se ve afectado por concepto de calidad higiénica, por otra parte, obtienen beneficios en sus ingresos por el concepto de calidad composicional de la leche, principalmente el porcentaje de grasa.

La leche en reposo constituye una mezcla heterogénea, en la cual, ante la ausencia de procesos de homogenización, se forma una nata de grandes glóbulos de grasa en la parte superior, dando lugar a la incorrecta toma de muestras.

7. Conclusiones

Las condiciones de manipulación y principalmente de almacenamiento son condicionantes de la calidad final de la leche.

De manera general, en este trabajo se encontró que aquellos productores poco responsables en el manejo de los tanques de enfriamiento tienden a presentar mayor deterioro en la calidad higiénica de su leche, lo que no solo sucede por las condiciones de almacenamiento, sino también, por falta de disciplina en el desarrollo procesos para la obtención de la leche.

El acompañamiento, seguimiento y divulgación de información acerca del sistema de liquidación para el pago de la leche cruda, resultan convenientes para incentivar el mejoramiento de los procesos de obtención y almacenamiento, lo que se ve reflejado en la calidad higiénica de la leche producida y a su vez en el precio por litro de leche cruda que ingresa al productor.

El contar con varios productores de leche que hacen uso de un mismo tanque de enfriamiento incrementa los riesgos de deterioro en la calidad higiénica de la leche, lo cual no siempre es un condicionante, ya que si se ejecutan adecuados procesos de obtención, refrigeración y almacenamiento será posible obtener leche de buena calidad. El tipo de ordeño (manual/mecánico) no está ligado a la calidad higiénica de la leche; siempre que se desarrolle una correcta rutina de ordeño se obtendrán niveles adecuados en el conteo de UFC. Lo que si incide en el rápido deterioro de la leche son incorrectos procedimientos, como el mojado de ubres, mal

escurrimiento, el sobre-ordeño, inadecuados procedimientos de sellado y pre-sellado y la ausencia de controles periódicos a enfermedades como mastitis.

En este trabajo se elaboró un diagnóstico de las condiciones actuales en las que productores, que no cuentan con sistemas de refrigeración, almacenan la leche. Se identificaron además las restricciones y limitantes que se tienen para la instalación de tanques de enfriamiento, a partir de lo cual, se pueden desarrollar nuevas alternativas que busquen reducir los altos niveles en el deterioro en la calidad de la leche, que presenta este grupo de productores.

8. Referencias Bibliográficas

FAO. (2010). Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Comisión del codex alimentarius. Retrieved from http://www.fao.org/tempref/codex/Reports/Alinorm10/al33_13s.pdf

Minsalud. (2013). Calidad e inocuidad de alimentos. Retrieved August 1, 2020, from Dirección de Promoción y Prevención Salud Nutricional Alimentos y Bebidas website: <https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/inocuidad-alimentos.aspx>

R Hernández Rodríguez. (2005). Effect of season on milk production and composition from three cattle genotypes under silvo-pastoral conditions. *Livestock Research for Rural Development*, 17(12).

Gia Guerrero, M. V. (2016). Incidencia de los microorganismos mesófilos en las enfermedades transmitidas por los alimentos que se presentan en los grupos vulnerables. *Universidad Técnica de Machala*, 21. Retrieved from <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7739/1/Gia.pdf>

Diana Nereida Villa Uvidia, Teresa Jackelin Mejía Reinoso, Norma del Rocio Toledo Castillo, Javier Ignacio Briones García. (2018). Efecto de la variación de la temperatura en la calidad de la leche. *Dialnet*, 270-280.

Aguiar Sotelo, J., Pérez Montiel, I., & Cepero Rodríguez, O. (2007). Effect of the magnetic fields in the conservation of crude milk without cooling. *REDVET*, 1-9.

Wijesinha-Bettoni, R., & Burlingame, B. (2013). Milk and dairy product composition. *Milk and Dairy Products in Human nutrition*, 41–102.

Oliver, S. P., Jayarao, B. M., & Almeida, R. A. (2005). Foodborne pathogens in milk and the dairy farm environment: Food safety and public health implications. *Foodborne Pathogens and Disease*, 115–129.

Ailin Martínez Vasallo, Alejandra Villoch Cambas, Ariel Ribot Enríquez, P. P. C. (2014). Diagnóstico de Buenas Prácticas Lecheras en una cooperativa de producción. *Revista de Salud Animal*, 14–18.

Alejandra Villoch. (2010). Buenas Prácticas Agropecuarias para la producción de leche: Sus objetivos y relación con los códigos de higiene. *Revista de Salud Animal*, 137–145.

Filoteo Razo, J. D., Estudillo Ayala, J. M., Hernández García, J. C., Jáuregui Vázquez, D., Rojas Laguna, R., Valle Atilano, F. J., & Sámano Aguilar, L. F. (2016). RGB sensor for detect changes in skin color of fruits. *Acta Universitaria*, 26(NE-1), 24–29.

9. Anexos

Anexo 1. Lista de chequeo condiciones de almacenamiento.

