



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**EVALUACIÓN DE DISOLUCIONES DE DIÓXIDO DE CLORO EN
PRÁCTICAS DE ORDEÑO SOBRE LA CALIDAD
MICROBIOLÓGICA DE LECHE CRUDA DESTINADA A CENTROS
DE ACOPIO**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

Autor: SAÚL MISAEL CONLAGO GUALAVISÍ

Director: Ing. Jimmy Cuaran Guerrero Mg.I

Ibarra- 2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004475560		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Conlago Gualavisí Saúl Misael		
DIRECCIÓN:	Cantón Cayambe - Parroquia Ayora - Comunidad Paquiestancia		
EMAIL:	smconlagog@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	(02) 219225	TELÉFONO MÓVIL:	0992983259

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"Evaluación de disoluciones de dióxido de cloro en prácticas de ordeño sobre la calidad microbiológica de leche cruda destinada a centros de acopio"
AUTOR (ES):	Conlago Gualavisí Saúl Misael
FECHA: DD/MM/AAAA	15/06/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Agroindustrial
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Jimmy Cuaran

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

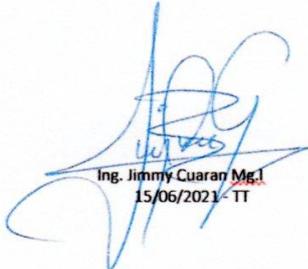
Ibarra, a los 16 días del mes de junio del 2021

EL AUTOR:

Conlago Gualavisí Saúl Misael

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Saúl Misael Conlago Gualavisi,
bajo mi supervisión.



Ing. Jimmy Cuaran Mg.I
15/06/2021 TT

Ing. Jimmy Cuaran Guerrero. Mg.I
DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi guía, por brindarme salud y sabiduría para poder cumplir con todas las metas que me he propuesto en el transcurso de mi vida.

A la Universidad Técnica del Norte, por haberme abierto las puertas para poder formarme profesionalmente. A la FICAYA, en especial a la escuela de Ingeniería Agroindustrial por los conocimientos brindados, a cada uno de los docentes que me ayudaron en mi formación académica, quienes con sus conocimientos me guiaron por el camino del saber.

A mi director de Tesis Ing. Jimmy Cuaran, que con sus conocimientos y experiencia me ha orientado en todo momento en la realización de este trabajo de investigación. De igual manera mis agradecimientos a la Doctora Lucía Yépez e Ingeniero Holguer Pineda, quienes fueron una herramienta fundamental en la elaboración de mi investigación.

A mis padres y hermana por el gran sacrificio que han hecho para poder verme triunfar.

A Belén por darme a una hija tan maravillosa, además, quien con su comprensión, motivación y apoyo incondicional me ayudaron a cumplir este sueño.

A primo hermano Víctor Hugo, mis compañeros y amigos (D, M, S, N, "Los z"), por su amistad y consejos, ya que con ellos he compartido momentos inolvidables de la vida.

DEDICATORIA

*Dedico este trabajo de titulación a mis padres **VINICIO CONLAGO** y **ROSA GUALAVISÍ**, que gracias a su sacrificio y amor me enseñaron a no rendirme y a luchar para alcanzar las metas que me he propuesto, este objetivo de vida es gracias a ustedes, estoy muy orgulloso que sean mis padres.*

*A mi hermana **JOSSELIN C.**, gracias por tus consejos, apoyo y por enseñarme que con sacrificio y esfuerzo todo lo que te propones es posible.*

*En especial dedico este trabajo de grado a mi hija **MARÍA AUGUSTA CONLAGO**, que es mi inspiración, motivación de vida, mi orgullo y lo más hermoso que me ha pasado. Gracias por existir mi princesa, te amo.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	I
ÍNDICE DE FIGURAS	II
RESUMEN	III
SUMMARY	IV
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. HIPÓTESIS	4
1.4.1. Hipótesis alternativa	4
1.4.2. Hipótesis nula	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. Producción de leche en la provincia de pichincha.....	5
2.2. Producción de leche en el Cantón Cayambe.....	9
2.3. La leche.....	10
2.3.1. Generalidades	10
2.3.2. Calidad de la leche.....	11
2.3.3. Microbiología de la leche	16
2.4. El ordeño.....	18
2.4.1. Manejo del hato lechero	19

2.4.2.	Rutinas de ordeño	20
2.4.3.	Buenas prácticas de ordeño	21
2.5.	Uso de desinfectantes en prácticas de ordeño	24
2.5.1.	Principios activos en los desinfectantes de pezones.....	24
2.5.2.	Selección del desinfectante.....	25
2.5.3.	Pre-sellado de pezones.....	26
2.5.4.	Dióxido de cloro como desinfectante.....	26
CAPÍTULO III		29
MATERIALES Y MÉTODOS.....		29
3.1.	Caracterización del área de estudio.....	29
3.1.1.	Ubicación del experimento.	29
3.1.1.1.	Condiciones ambientales	29
3.2.	Materiales y equipos	30
3.2.1.	Materias primas	30
3.2.2.	Insumos químicos	30
3.2.3.	Materiales	30
3.2.4.	Equipos	30
3.3.	Métodos	31
3.3.1.	Comparación de eficiencia del dióxido de cloro frente a otro desinfectante como el pre-sellador comercial en desinfección de pezones.	31
3.3.2.	Identificación de la presencia de cloro residual en leche cruda destinada centros de acopio.	34
3.4.	Manejo del experimento	38
3.5.	Descripción del proceso.....	39
CAPÍTULO VI.....		41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		41

4.1.	Comparación de la eficiencia bactericida del dióxido de cloro frente a otro desinfectante como el pre-sellador yodado en desinfección de pezones.....	41
4.1.1.	Análisis de variables cuantitativas del experimento	41
4.1.1.1.	Análisis de contaje total de bacterias.....	41
4.1.2.	Análisis de varianza de contaje total de bacterias	43
4.4.	IDENTIFICAR LA PRESENCIA DE CLORO RESIDUAL EN LECHE CRUDA DESTINADA A CENTROS DE ACOPIO.....	45
	CAPÍTULO V	47
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1.	Conclusiones.....	47
5.2.	Recomendaciones	48
	BIBLIOGRAFÍA.....	49
	ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Fincas ganaderas por prácticas de ordeño de las Regiones de la Provincia de Pichincha.	6
Tabla 2.	CBT y CCS de productores de leche de la Provincia de Pichincha.	7
Tabla 3.	Grado de afectación dependiendo el número de células somáticas en leche por ml en la prueba de California.....	9
Tabla 4.	Composición nutricional de la leche en 100 g de leche.	10
Tabla 5.	Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda exigidos en la norma INEN 9.....	12
Tabla 6.	Pago de litro de leche según la calidad de acuerdo a los parametros fisico quimicos.	12
Tabla 7.	Requisitos microbiológicos de la leche exigidos en la norma INEN 9.....	13
Tabla 8.	Pago del litro de leche según su calidad microbiológica.....	14

Tabla 9. Requisitos sanitarios de leche exigidos en la norma INEN 9.....	15
Tabla 10. Pago del litro de leche según su calidad sanitaria.	15
Tabla 11. La leche de los cuartos con infecciones subclínicas.....	17
Tabla 12. Infecciones latentes.....	17
Tabla 13. Fuentes de contaminación de la leche	18
Tabla 14. Propiedades físicas y químicas del dióxido de cloro.....	27
Tabla 15. Conformación de grupos para la aplicación de los tratamientos	32
Tabla 16. Diseño experimental del ensayo	33
Tabla 17. Método de análisis para identificación de la presencia de cloro residual en la leche.....	35
Tabla 18. Tabla de reacciones a las distintas pruebas.	36
Tabla 19. Concentración de Dióxido de Cloro de los Tratamiento en ppm y ml.	37
Tabla 20. Codificación de las muestras examinadas para CBT.	37
Tabla 21. Clasificación de CBT de la leche cruda según su calidad microbiológica.	37
Tabla 22. Sumatorias y medias obtenidas de (CBTx1000/ml).	41
Tabla 23. Análisis de varianza de CBT.	43
Tabla 24. Valoración económica de los tratamientos de la investigación.....	44
Tabla 25. Identificación de conservantes – presencia de dióxido de cloro en leche cruda.	45
Tabla 26. Dosificación en cc/lit y concentraciones en ppm	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ordeño manual (Sanabria & Quinteros , 2010) Figura 2. Ordeño mecánico (Contexto Ganadero, 2018)	21
Figura 3. Buenas prácticas de ordeño (Agrocalidad, 2015).	22

RESUMEN

En la presente investigación se evaluaron disoluciones de dióxido de cloro en buenas prácticas de ordeño y su influencia sobre la calidad higiénica de leche cruda destinada a centros de acopio; esta necesidad surge debido a que en centros de acopio se priorizan la necesidad de recibir leche con bajo recuento de bacterias totales. La leche al ser un alimento que contiene altas cantidades de nutrientes y debido a la gran importancia en la nutrición humana está obligada a cumplir estrictos controles de calidad. La metodología empleada en este trabajo fue experimental, con un único grupo de vacas para los tratamientos propuestos; se planteó como concentraciones de estudio 4 tipos de soluciones: entre ellas, tres soluciones de dióxido de cloro (ClO_2) (400 ppm, 600 ppm, 800 ppm) y una solución de pre-sellador yodado, las mismas que fueron comparadas para verificar su eficacia bactericida. Las variables que condujeron este experimento fueron el Contaje Bacteriano Total (CBT) y la presencia de dióxido de cloro (ClO_2) en leche cruda, estas cuantificaciones fueron realizadas mediante los métodos ISO 16297, IDF 161/2013 Protocolo de evaluación de métodos alternativos para el conteo bacteriano/LCL-PE-03 y la Norma INEN 1500 respectivamente, los resultados indicaron que las concentraciones de dióxido de cloro utilizadas para la desinfección de los pezones alcanzaron bajos recuentos totales de bacterias, menor a 50.000 CBT/ml, lo que se encuentra dentro de lo permitido para leche cruda en normativa INEN 9, esto indica que los tratamientos de la investigación mantienen una excelente capacidad bactericida sin dejar residuales de dióxido de cloro (ClO_2) en leche, ya que los resultados obtenidos en los análisis físico químicos fueron negativos para la presencia de conservantes según la norma INEN 1500.

SUMMARY

In the present investigation, chlorine dioxide solutions were evaluated in good milking practices and their influence on the hygienic quality of raw milk destined for collection centers; This need arises because in collection centers the need to receive milk with a low total bacteria count is prioritized. Milk, being a food that contains high amounts of nutrients and due to its great importance in human nutrition, is required to meet strict quality controls. The methodology used in this work was experimental, with a single group of cows for the proposed treatments; 4 types of solutions were proposed as study concentrations: among them, three ClO₂ solutions (400 ppm, 600 ppm, 800 ppm) and an iodinated pre-sealer solution, the same ones that were compared to verify their bactericidal efficacy. The variables that led this experiment were the Total Bacterial Count (CBT) and the presence of ClO₂ in raw milk, these quantifications were carried out using the methods ISO 16297, IDF 161/2013 Protocol for the evaluation of alternative methods for the bacterial count/LCL- PE-03 and the INEN 1500 Standard respectively, the results indicated that the concentrations of chlorine dioxide used for the disinfection of the teats reached low total counts of bacteria, less than 50,000 CBT/ml, which is within what is allowed for raw milk in the INEN 9 regulation, this indicates that the research treatments maintain an excellent bactericidal capacity without leaving residual ClO₂ in milk, since the results obtained in the physical-chemical analysis were negative for the presence of preservatives according to the INEN 1500 standard.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA

En la actualidad los centros de acopio priorizan la necesidad que sus proveedores abastezcan leche de calidad, la leche al ser un alimento rico en nutrientes contiene altas cantidades de humedad, pH, carbohidratos y proteínas; siendo un medio ideal para el crecimiento y proliferación de microorganismos; debido a que producen enzimas que afectan la calidad de esta materia prima como por ejemplo lipasa que desdobla la grasa, produce un sabor rancio, inhibe los cultivos iniciadores del yogurt y disminuye la vida comercial de la leche. Además, un elevado recuento de microorganismos tiene un efecto marcado en los productos terminados, ya que cambian la composición de los sólidos no grasos y de la grasa butírica, logrando en la leche que sea susceptible al desarrollo de sabores desagradables.

Un recuento elevado de microorganismos afecta significativamente la calidad, este problema se debe a que esta materia prima puede contaminarse por numerosas vías, por ejemplo, a través de los pezones de la vaca en contacto con heces, así como el suelo, ya que, pese a que la leche no entra en contacto con éste, sí lo hace el animal y el personal que la manipula, ocasionando contaminación y consecuentemente un bajo precio del litro de leche o la devolución de esta materia prima por parte del centro de acopio. Por este motivo hoy en día los productores están utilizando una alternativa, la cual consiste en el uso de un pre-sellador como desinfectante de pezones, pero al tener un costo elevado esta sustancia desinfectante no se hace muy rentable la producción de esta materia prima.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La producción lechera del Cantón Cayambe en los últimos 10 años ha tenido un incremento significativo, actualmente el 40% de las comunidades de este cantón están dedicadas a la ganadería, manteniendo así un aproximado de 2000 cabezas de ganado bovino, con una producción diaria de leche de alrededor 7000 litros y una producción entre 6 y 7 litros por vaca al día. El precio de venta de cada litro de leche es variable de 0.42 a 0.45 centavos USD y se almacena en centros de acopio que la venden a diferentes intermediarios o una determinada empresa láctea. Por este motivo es importante realizar estudios de control de calidad, debido a la gran contaminación que está sufriendo hoy en día la leche por parte de los productores.

Esta investigación busca plantear una alternativa para disminuir la contaminación de leche cruda y ofrecer una materia prima de calidad por medio de la utilización de disoluciones de dióxido de cloro en la desinfección de pezones de ubres de vacas, como remplazo del pre-sellador, debido a que el dióxido de cloro es de fácil manejo y aplicación, no es toxico, no irrita y no desprende gases y tiene un costo mucho menor en comparación con el pre-sellador, un litro de pre-sellador tiene un costo aproximado de 6\$ por el litro de esta sustancia en comparación al costo del litro de dióxido de cloro que está en 2\$.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar disoluciones de dióxido de cloro en prácticas de ordeño sobre la calidad de leche cruda destinada a centros de acopio.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar la eficiencia bactericida del dióxido de cloro frente a otro desinfectante como el pre-sellador yodado en desinfección de pezones.
- Identificar la presencia de cloro residual en leche cruda destinada a centros de acopio.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. HIPÓTESIS ALTERNATIVA

- **Ha:** La aplicación de dióxido de cloro en la desinfección de pezones de ubres de vacas tiene un mejor efecto bactericida que el pre-sellador.

1.4.2. HIPÓTESIS NULA

- **Ho:** La aplicación de dióxido de cloro en la desinfección de pezones de ubres de vacas no tiene un mejor efecto bactericida que el pre-sellador.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. PRODUCCIÓN DE LECHE EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA.

La ganadería es actualmente la actividad agro-productiva más extensa en el territorio de Pichincha, lo que constituye un eje de la economía local y un modo de vida clave para muchas familias. En la provincia de Pichincha existe un total de 80639,74 vacas ordeñadas con un total de producción de leche de 845963,0286 litros/día, de los cuales 774243,95 litros son vendidos en líquido; 25644,552 litros son destinados para autoconsumo (ESPAC , 2016).

Dentro de los ocho cantones que conforman la provincia de Pichincha, Cayambe, Mejía, Santo Domingo, Quito, son los principales cantones que aportan en la producción lechera; actualmente la producción se la realiza de forma tradicional, tecnificada y semitecnificada. Prevalciendo aun la producción tradicional la cual mantiene una escasa innovación tecnológica, deficiencias en los manejos nutricionales y genéticos, insuficiente conocimiento de transporte, almacenamiento y manejo de la cadena de frío de la leche (GADPP, 2015).

En los últimos años los productores de leche realizan constantes esfuerzos para mejorar la producción y la calidad de la leche, invirtiendo recursos en mejora de pastos, mejoramiento genético, alimentación y nutrición del ganado, sanidad del hato lechero, infraestructura y buenas prácticas de ordeño. Todo ello con la finalidad de producir leche de calidad higiénica y sanitaria que garantice su consumo. Así como el establecimiento de una política de pago por calidad de leche, lo que aumenta la competitividad en el sector (Valladares , 2016).

Por lo expuesto anteriormente, se analizará la producción de leche de las fincas ganaderas de la Provincia de Pichincha según el tipo de ordeño que emplean ya sea este ordeño manual u ordeño mecánico.

Tabla 1. Fincas ganaderas por prácticas de ordeño de las Regiones de la Provincia de Pichincha.

Región	Cantones	Ordeño manual		Ordeño mecánico	
		N° Fincas	%	N° Fincas	%
Húmeda tropical	Pedro Vicente Maldonado, Puerto Quito, San Miguel de los Bancos	332	77,54	96	22,46
Húmeda templada	Quito, Rumiñahui, Mejía	332	75,25	96	24,75
Húmeda temperada	Cayambe, Pedro Moncayo	397	92,85	31	7,14

Autor: (Cabezas , 2019)

Según Cabezas (2019), la información levantada dentro de la Provincia de Pichincha, como se describe en la tabla 1 del total de fincas muestreadas, el 81,80% fincas obtienen leche de forma manual y 18,12% fincas de forma mecánica, determinando dos tipos de prácticas de ordeño. De esta manera, se observa que la mayoría de productores de leche de la provincia utilizan el ordeño manual en comparación con el ordeño mecánico.

Estas dos formas ordeño influye de gran manera en la calidad sanitaria y microbiológica de la leche, por lo que durante el mismo es necesario aplicar prácticas de higiene eficaces que reduzca la contaminación. Una práctica muy importante que se debe realizar al ható lechero es la prueba de California para mastitis (CMT), este test se realiza para conocer el estado de salud de la ubre de la vaca. Al salir la prueba positiva afirma que existe infecciones intramamarias de esto deriva el contaje de células somáticas un recuento elevado de estas verifica que se incumplió con las buenas prácticas de ordeño en el ható lechero como, por ejemplo, las infecciones se transmiten de una vaca a otra por la falta de higiene de los equipos de ordeño y del ordeñador proliferando las infecciones en el grupo de vacas. Por otro lado, los recuentos bacterianos altos son sinónimos de mala practicas durante el ordeño, pre-sellado de pezones nula, falta de higiene, así como procedimientos inadecuados de transporte, almacenamiento y manipulación de la leche.

La calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la provincia de Pichincha se encuentran en estado de peligro sanitario (leches con mastitis) y baja calidad arrojando resultados que no están dentro de las normas requeridas a continuación, la tabla 2 detalla el control realizado de CBT y CCS a la leche de los cantones de la provincia.

Tabla 2. CBT y CCS de productores de leche de la Provincia de Pichincha.

Cantón	CBT/ml	Lim. Max. CBT/ml	CCS/ml	Lim. Max. CCS/ml
Quito	2548609		614462	
Rumiñahui	2485816		680500	
Pedro Moncayo	1643705	300.000	783833	< 500.000
Mejía	1587681		602778	
Cayambe	776818		542625	
Pedro Vicente Maldonado	1043821		365000	

Autor: (Cabezas , 2019).

Como se observa en la tabla 2 la leche producida en los cantones de la provincia sobrepasa el rango de mastitis un conteo de células somáticas mayor de 200,000 células/ml indica la presencia de mastitis subclínicas. Conteos de células somáticas mayores de 500,000 células/ml indican que un tercio de las glándulas se encuentran infectadas y que la pérdida de leche debido a mastitis es mayor de 10% (Hernández & Bedolla, 2008). Esto quiere decir que las células que producen leche están afectadas por ende el hato no puede producir al 100% la leche y al estar enfermo se tiene menor producción de leche por vaca.

Además, al tener un alto contaje bacteriano total que supera los límites permitidos quiere decir que se realiza un manejo inadecuado de las buenas prácticas de ordeño contagiando y proliferando las bacterias en la leche, afectándose así las proteínas, las caseínas, la grasa produciendo enranciamientos en la leche, lo que luego afectara la calidad en las características fermentativas para la elaboración de productos fermentados y también afectara la aptitud de coagulación de las caseínas para la elaboración de quesos y esto tanto células somáticas como contaje bacteriano total al final van afectar la calidad organoléptica y la vida útil en percha del producto. Por tal motivo es importante el uso de pre-selladores y bactericidas de pezones dentro de las buenas prácticas de ordeño para evitar problemas sanitarios de la leche que económicamente afectan tanto a los productores de leche como a las industrias procesadoras de esta materia.

Para identificar el contenido CBT se realiza mediante el método de recuento en placas Petri, “este procedimiento se utiliza para determinar el número de microorganismos por gramo o mililitro del alimento en estudio, partiendo de una serie de disoluciones decimales, mediante el empleo de técnicas en placas de agar” (Tortora , 2007), los contajes altos que sobrepasa el estándar permitido tienen diversas causas entre ellas tenemos:

- Agua de mala calidad.
- Desinfección de pezones nula, la desinfección de los pezones es muy importante porque ayuda a eliminar los microorganismos presentes en la piel del pezón obteniendo buenos resultados al aplicar productos yodados y clorados antes de iniciar con la extracción de la leche.
- El predio no cuenta con áreas de almacenamiento para los equipos y materiales que se utilizan en el ordeño.
- No se descarta los primeros chorros de leche.
- El personal de ordeño no cuida su limpieza personal (manos sucias, uñas largas, etc.)
- No usan filtros para cernir la leche.
- No cuenta con tinas para enfriar la leche.
- Mal transporte de la leche al centro de acopio.

En cuanto a células somáticas el análisis que se realiza es a través de pruebas rápidas como por ejemplo la prueba California Mastitis Test, esta prueba consiste en el agregado de un detergente a la leche, el alquil-aril sulfonato de sodio, causando la liberación del ADN de los leucocitos presentes en la ubre y este se convierte en combinación con agentes proteicos de la leche en una gelatina. A mayor presencia de células se libera una mayor concentración de ADN, por lo tanto, mayor será la formación de gelatina, traduciéndose en nuestra lectura e interpretación del resultado como el grado más elevado de inflamación” (Hernández & Bedolla, 2008), además, para conocer exactamente el número de células somáticas se realiza mediante el método de la ISO 16297-IDF 161/2013 Protocolo de evaluación de métodos alternativos para el conteo bacteriano/LCL-PE-03 que es una metodología de análisis rápida y confiable, para las causas de presencia de células somáticas en la leche son las siguientes:

- No se extrae en su totalidad la leche de la ubre de la vaca.
- El ordeño se hace en ambientes de estrés para el animal.
- No realizan la prueba de CMT.
- No conocen sobre la mastitis subclínica.
- No se desinfectan las manos para el control de mastitis.
- No realizan un sellado de la ubre antes ni después del ordeño.

Tabla 3. Grado de afectación dependiendo el número de células somáticas en leche por ml en la prueba de California.

Reacción	Células somáticas por ml de leche
Negativo	0-200,000
Traza	150,000-500,000
Grado 1	400,000-1,500,000
Grado 2	3,000,000-5,000,000
Grado 3	Más de 5,000,000

Autor: (Hernández & Bedolla, 2008)

Por estos motivos es muy importante emplear un correcto procedimiento de ordeño que se relacione con aspectos de higiene donde es recomendable atenerse al siguiente procedimiento: lavado y desinfección de los pezones con agua circulante, secado de los mismos con toalla desechable, desinfección de las manos del ordeñador; lavado de las pezoneras con flujos de agua caliente antes de cada ordeño; inmersión de todos los pezones en solución desinfectante después de cada ordeño, además del filtrado de la leche previo a su introducción en el estanco de refrigeración o tarros de transporte.

2.2. PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL CANTÓN CAYAMBE

Cayambe es considerado uno de los principales cantones productores de leche del país, actualmente el eje principal del desarrollo del cantón es la ganadería que da origen a una materia prima de calidad como es la leche para la elaboración de productos lácteos como el queso, yogurt, manjar de leche y otros (Torres, 2018). En el mismo contexto el Gobierno Automo Descentralizado de la Provincia de Pichincha (GADPP) 2015, afirma que, Cayambe es uno de los principales cantones que aportan en la producción lechera, cuentan con 44767 vacas de ordeño, con una producción estimada de 8.07 lt/vaca/día con un total de 3538 productores de leche.

Se estima que en el cantón se producen más de 150 mil litros diarios. Se busca ser competitivos con las grandes empresas del país; por esta razón existen capacitaciones para mejorar la calidad de leche cruda y de los procesos para que entregue productos con más calidad (El Productor , 2011).

Además, Cayambe al ser un cantón altamente productor de leche cuenta con números fabricas lácteas para el procesamiento de esta materia prima lo que hace importante producir y cumplir con las normativas estipuladas sobre la calidad y en efecto garantizar que la

actividad productora y transformadora de este producto se mantenga firme y pueda competir con otras empresas del país.

2.3. LA LECHE

2.3.1. GENERALIDADES

La leche es un alimento primordial segregado por las glándulas mamarias de los mamíferos con la finalidad de nutrir las crías en su primera etapa de vida. Por otra parte, la leche cruda es el producto íntegro no alterado ni adulterado del ordeño higiénico, regular y completo de vacas sanas y bien alimentadas, sin calostro y exento de color, olor, sabor y consistencia anormales y que no ha sido sometido a procesamiento o tratamiento alguno (Zavala, 2005).

La leche al ser un alimento muy nutritivo, debido a la gran importancia en la nutrición humana está obligada a recibir un estricto control sobre la calidad higiénico sanitaria y nutritiva, por lo tanto, al no recibir un apropiado control puede producir serios problemas en la salud del consumidor. Esta materia prima puede contaminarse de diversas formas, por ejemplo, cuando este líquido está en la ubre de la vaca, durante el ordeño por falta de practicar la higiene. Asimismo, se contamina por medio de los utensilios, personal de ordeño, depósitos de lechería, insectos, cuerpo de animal, ente otras formas de contaminación (Valdivia , 2011).

Tabla 4. Composición nutricional de la leche en 100 g de leche.

Componentes	Unidades
Agua	87.8 %
Proteínas	3.2 %
Grasas	3.9 %
Ac. Grasos saturados	2.4 %
Ac. Grasos monoinsaturados	0 %
Ac. Grasos polinsaturados	0.1 g
Colesterol	0.014 %
Hidratos de carbono	4.8 %
Kcal	66 %
Calcio	0.0115 %
Fósforo	0.092 %
Retinol	0.0052 %
Caroteno	0.0021 %
Vit. B12	0.0617 %
Vit. B1	0.0004 %

Fuente: (Agroindustrias, 2019)

2.3.2. CALIDAD DE LA LECHE

La leche cruda de buena calidad no debe contener residuos ni sedimentos; no debe ser insípida ni tener color y olor anormales; debe tener un contenido de bacterias bajo; no debe contener sustancias químicas (por ejemplo, antibióticos y detergentes), y debe tener una composición y acidez normales. La calidad de la leche cruda es el principal factor determinante de la calidad de los productos lácteos. No es posible obtener productos lácteos de buena calidad sino de leche cruda de buena calidad. La calidad higiénica de la leche tiene una importancia fundamental para la producción de una leche y productos lácteos que sean inocuos e idóneos para los usos previstos. Para lograr esta calidad, se han de aplicar buenas prácticas de higiene a lo largo de toda la cadena láctea (FAO, 2018).

La calidad de leche cruda tiene una importancia fundamental para la producción de productos lácteos inocuos y de calidad, para medir este atributo se ha de tomar en consideración tres aspectos importantes los cuales son:

- Calidad físico química
- Calidad microbiológica
- Calidad sanitaria

2.3.2.1. Calidad físico química de la leche

En la industria láctea como en cualquier otra industria se busca maximizar los rendimientos de producción y los rendimientos en tina de los derivados lácteos son directamente proporcionales a la calidad composicional de la leche, por lo tanto, una leche de mejores características fisicoquímicas ayudará a que la industria láctea tenga productos terminados de mejor calidad (Camara Nacional de Industriales de la Leche , 2011).

La leche está constituida en un 85-90% por agua, el 10-15% restante es lo que se conoce como sólidos totales. Ellos están conformados principalmente por, grasa y proteína. Cada uno de estos componentes se produce en mayor o menor proporción según una serie de variables, tanto internas como externas, al animal. Entre los factores más significativos en influenciar el contenido de sólidos de la leche se encuentran: raza, dieta, salud ruminal, época del año, disponibilidad y calidad del pasto (Saborío , 2011).

Tabla 5. Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda exigidos en la norma INEN 9.

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	METODO DE ENSAYO
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,2	-	NTE INEN 14
Materia grasa	% (fracción de masa)	3,0	-	NTE INEN 12
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	-	NTE INEN 16

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 9, 2012).

- **Precio de litro de leche según su calidad físico química.**

El pago del litro de leche según la calidad fisicoquímica se evalúa mediante la medición del contenido de sólidos totales, grasa y proteína, parámetros que ayudan a determinar el rendimiento de la producción en la industria láctea.

Tabla 6. Pago de litro de leche según la calidad de acuerdo a los parametros fisico quimicos.

% Grasa	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3	3.1
US \$	0.3275	0.3300	0.3325	0.3350	0.3375	0.3400	0.3425	0.3450	0.3475	0.3500	0.3525	0.3550
% Grasa	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4	4.1	4.2	4.3
US \$	0.3575	0.3600	0.3625	0.3650	0.3675	0.3700	0.3725	0.3750	0.3775	0.3800	0.3825	0.3850

Fuente: (MAGAP, 2012)

2.3.2.2. Calidad microbiológica de la leche

La leche es un alimento nutritivo para los seres humanos, sin embargo, también sirve como sustrato para el crecimiento de muchos microorganismos patógenos. La calidad microbiológica se refiere a la concentración de la población microbiana de la leche, y presencia de microorganismos nocivos estos microorganismos pueden causar alteraciones en las características sensoriales y defectos físicos en los productos elaborados debido a la actividad proteolítica y lipolítica (Pérez, Vázquez, & Alcántara, 2014).

Las buenas prácticas de ordeño son un pilar fundamental para la obtención de una materia prima de calidad, que nos permita un óptimo procesado de la leche y un producto final de excelencia (MAPAMA, 2014).

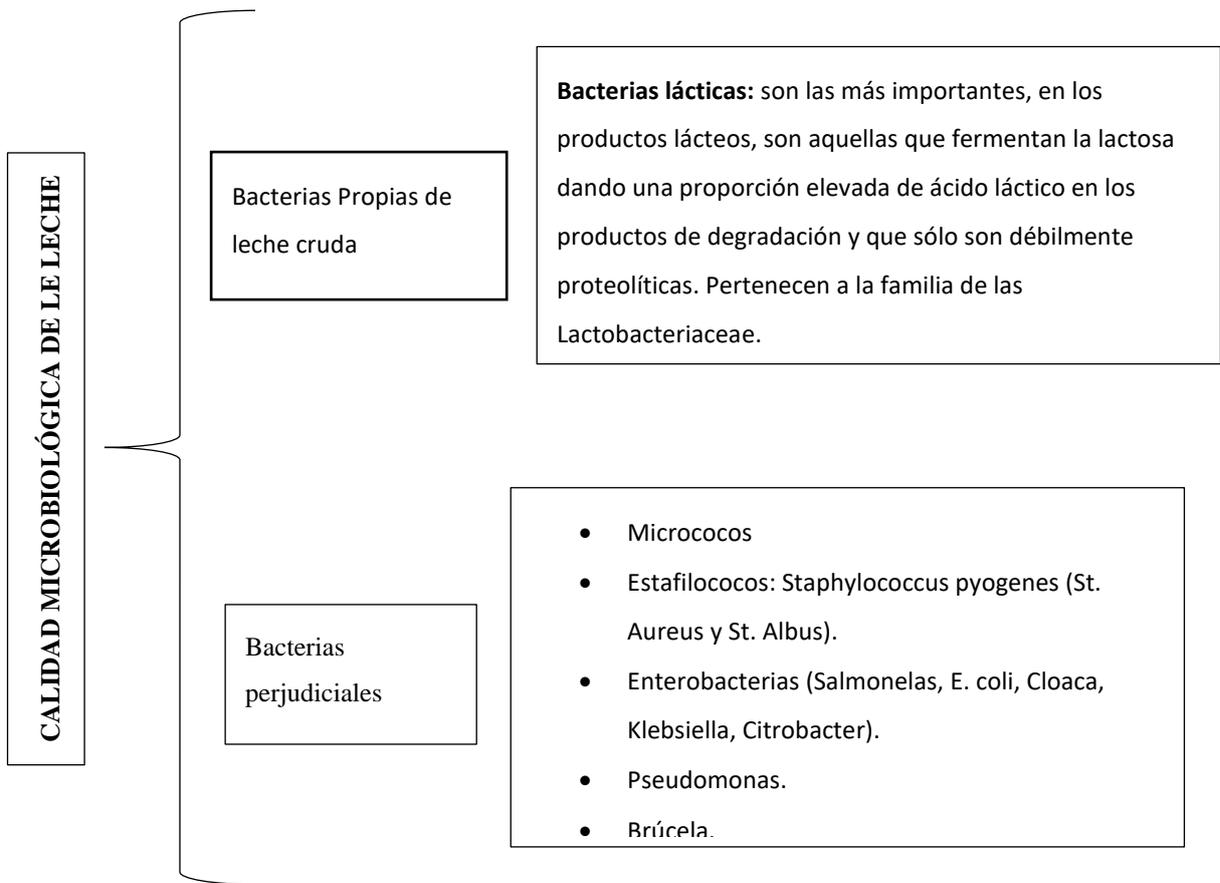


Tabla 7. Requisitos microbiológicos de la leche exigidos en la norma INEN 9.

Requisitos	Límite máximo	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos REP, UFC/cm ³	1,5 x 10 ⁶	NTE INEN 1529: -5

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 9, 2012).

• **Precio del litro de leche según su calidad microbiológica.**

Según Celis & Juárez (2009), afirma que la calidad microbiológica hace referencia al nivel de higiene y manipulación con la que se obtiene la leche. La valoración de este parámetro de calidad se realiza por el conteo total de bacterias (CBT) y también por la prueba reductasa la misma que es la más utilizada a nivel de fincas productoras de leche, pero no es muy exacta debido a que no permite conocer de una forma precisa la cantidad de UFC/ml presentes en la leche.

Tabla 8. Pago del litro de leche según su calidad microbiológica.

		HORAS REDUCTASA											
		0H30	1H00	1H30	2H00	2H30	3H00	3H30	4H00	4H30	5H00	5H30	6H00
% GRASA	2.0	0.2825	0.2875	0.2925	0.2975	0.3025	0.3075	0.3125	0.3175	0.3225	0.3275	0.3325	0.3375
	2.1	0.2875	0.2925	0.2975	0.3025	0.3075	0.3125	0.3175	0.3225	0.3275	0.3325	0.3375	0.3425
	2.2	0.2925	0.2975	0.3025	0.3075	0.3125	0.3175	0.3225	0.3275	0.3325	0.3375	0.3425	0.3475
	2.3	0.2975	0.3025	0.3075	0.3125	0.3175	0.3225	0.3275	0.3325	0.3375	0.3425	0.3475	0.3525
	2.4	0.3025	0.3075	0.3125	0.3175	0.3225	0.3275	0.3325	0.3375	0.3425	0.3475	0.3525	0.3575
	2.5	0.3075	0.3125	0.3175	0.3225	0.3275	0.3325	0.3375	0.3425	0.3475	0.3525	0.3575	0.3625
	2.6	0.3125	0.3175	0.3225	0.3275	0.3325	0.3375	0.3425	0.3475	0.3525	0.3575	0.3625	0.3675
	2.7	0.3175	0.3225	0.3275	0.3325	0.3375	0.3425	0.3475	0.3525	0.3575	0.3625	0.3675	0.3725
	2.8	0.3225	0.3275	0.3325	0.3375	0.3425	0.3475	0.3525	0.3575	0.3625	0.3675	0.3725	0.3775
	2.9	0.3275	0.3325	0.3375	0.3425	0.3475	0.3525	0.3575	0.3625	0.3675	0.3725	0.3775	0.3825
	3	0.3325	0.3375	0.3425	0.3475	0.3525	0.3575	0.3625	0.3675	0.3725	0.3775	0.3825	0.3875
	3.1	0.3375	0.3425	0.3475	0.3525	0.3575	0.3625	0.3675	0.3725	0.3775	0.3825	0.3875	0.3925

Fuente: (MAGAP, 2012)

- Prueba reductasa

La prueba reductasa se basa en la observación del cambio de color que sufre el azul de metileno en leche y la mezcla se incuba a 37°C. La velocidad a la que se produce el cambio de color es directamente proporcional al número de gérmenes presentes (García , Fuentes , & Fernández, 2014). Un tiempo de reducción muy corto es índice de falta de cuidado de la producción de esa leche, uso de utensilios mal lavados, falta de enfriamiento de la leche a temperaturas desfavorables para el crecimiento de microorganismos.

- Calidad sanitaria de la leche

La calidad sanitaria de la leche es de mucha importancia en la industria láctea, debido a que está relacionada directamente con la calidad del producto final. La importancia de determinar la CCS/ml, radica en que este tipo de células se incrementan en la leche de aquellos animales que presentan algún grado de inflamación en su glándula mamaria, que indican mastitis subclínica o clínica, problema grave que provoca pérdidas en la producción lechera directa e indirecta. Las pérdidas indirectas están relacionadas con la calidad de la leche, que es rechazada para el consumo humano por el alto nivel de concentración de células somáticas (Hernández & Bedolla, 2008).

Tabla 9. Requisitos sanitarios de leche exigidos en la norma INEN 9.

Requisitos	Límite máximo	Método de ensayo
Recuento de células somáticas/ cm ³	7,0 x 10 ⁵	AOAC – 978.26

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 9, 2012).

- **Precio del litro de leche según su calidad sanitaria.**

La calidad sanitaria hace referencia al estado de salud de la glándula mamaria de la vaca, un alto número de células somáticas hace referencia a una leche de mala calidad y una leche con un bajo contenido de células somáticas es una leche de buena calidad.

Tabla 10. Pago del litro de leche según su calidad sanitaria.

		Conteo de Células Somáticas (CCS)									
		x1000	<100	101-150	151-200	201-300	301-400	401-600	601-800	801-1000	1001-2000
Conteo Bacteriano Tota (CBT)	<30	0.0600	0.0550	0.0500	0.0450	0.0400	0.0350	0.0300	0.0250	0.0200	0.0100
	31-60	0.0550	0.500	0.0450	0.0400	0.0350	0.0300	0.0250	0.0200	0.0150	0.0050
	61-100	0.0500	0.0450	0.0400	0.0350	0.0300	0.0250	0.0200	0.0150	0.0100	0.0000
	101-200	0.0450	0.0400	0.0350	0.0300	0.0250	0.0200	0.0150	0.0100	0.0050	0.0050
	201-300	0.0400	0.0350	0.0300	0.0250	0.0200	0.0150	0.0100	0.0050	0.0000	0.0100
	301-400	0.0350	0.0300	0.0250	0.0200	0.0150	0.0100	0.0050	0.0000	0.0050	0.0150
	401-500	0.0300	0.0250	0.0200	0.0150	0.0100	0.0050	0.0000	0.0050	0.0100	0.0200

Fuente: (MAGAP, 2012)

- **Conteo de células somáticas (CCS).**

La prueba de SCC es una buena herramienta con la que se cuenta al momento de realizar el diagnóstico de la mastitis y hace referencia al número de células somáticas contenidas en la leche, las cuales están formadas por células epiteliales de descamación natural del interior de la ubre consecuencia de la renovación periódica del tejido (2%) y por leucocitos o glóbulos blancos (98%) que proceden de la sangre y linfa y que acuden a la glándula mamaria en casos fisiológicos, como consecuencia del proceso de migración leucocitaria hacia los epitelios, o en casos de infección por el aumento de la migración (respuesta inmune celular

inespecífica); es así como el recuento celular aumenta en la leche, en proporción directa con la severidad del cuadro infeccioso, de tal manera que su cuantificación constituye uno de los parámetros de mayor interés para determinar el estado sanitario de la ubre y la calidad de la leche que se produce. (Cerón & Agudelo , 2006)

2.3.3. MICROBIOLOGÍA DE LA LECHE

Una de las ramas de la industria láctea que depende en gran manera de la actividad de los microorganismos es la elaboración de los quesos, hay una gran variedad de quesos que se elaboran bajo la actividad enzimática de especies bacterianas y fúngicas. Hay otros microorganismos que no se pueden usar por su capacidad de alterar la composición y características organolépticas de la leche y derivados lácteos o por sus agentes causales de enfermedad en los consumidores (Jaime, 2011).

La importancia del estudio microbiológico de la leche se basa en tres partes:

- Producen cambios deseables en las características físicas-químicas de la leche durante la elaboración de diversos productos lácteos.
- Los productos lácteos y la leche pueden contaminarse con microorganismos patógenos o sus toxinas y provocan enfermedades en el consumidor.
- Pueden causar alteraciones de la leche y productos lácteos haciendo inadecuados para el consumo. En la leche se encuentran microorganismos como bacterias, hongos (mohos y levaduras).

Heer (2017), afirma que la leche debido a su compleja composición bioquímica y por su alto contenido de agua, es un buen sustrato para los microorganismos saprófitos y también para los patógenos que la utilizan como sustrato para su reproducción. La actividad de las bacterias saprófitas prácticamente no tiene influencia sobre la salud, pero son indicadoras de la higiene en el ordeño y la posterior conservación de la leche.

2.3.3.1. Contaminación inicial de la leche

Una vez que la leche ha atravesado el canal del pezón tiene un determinado número de bacterias. Es importante diferenciar y conocer el contenido de bacterias antes y después de la secreción. Por lo que es fundamental obtener leche con un bajo recuento inicial de bacterias y refrigerarla inmediatamente a 4 – 8°C. Si se logra eso, tendremos bacteriológicamente hablando, una excelente materia prima (Heer , 2017).

2.3.3.2. Contenido de bacterias de la leche antes de la secreción.

- Infecciones de la ubre

Las infecciones intramamarias bovinas (IMI) con *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae* suelen asociarse a infecciones que reducen la calidad y la cantidad de la leche. La principal vía de transmisión de estos patógenos contagiosos de mastitis es de vaca a vaca durante el ordeño. Se podría decir que la piel de la mama es un depósito de las bacterias que luego pueden entrar dentro de la glándula y provocar una infección intramamaria. (Mahmmod, 2019)

Tabla 11. La leche de los cuartos con infecciones subclínicas

Microorganismos	N° de bacterias/ml
Streptococos	25000
Estafilococos	25000

Autor: (Heer , 2017).

Tabla 12. Infecciones latentes

Microorganismos	N° de bacterias/ml
Estafilococos	40000
Estreptococos	30000

Autor: (Heer , 2017).

- Canal del pezón.

Tiene una flora muy variada. Hay *Staphylococcus aureus* coagulasa positivos, *Micrococcaceae*, *Corinebacterium* (especialmente *bovis*), estreptococos no patógenos. Aun cuando se toma una muestra de leche desinfectando bien la punta del pezón (durante 20 segundos con alcohol al 80%), no es posible eliminar esa flora. Trabajos de investigación han demostrado que la única forma de evitar esa flora del canal del pezón es obtener la muestra de leche mediante punción de la cisterna de la ubre o del pezón. También se ha demostrado que no todas las bacterias que viven sobre la piel son capaces de desarrollarse en el canal del pezón. En la piel predominan los micrococos y no así en el canal del pezón. Mientras que los estafilococos, que no predominan en la piel, lo hacen en el canal del pezón. (Heer , 2017).

2.3.3.3. Contaminación pos-secretoria

- Piel de los pezones

Aquí se encuentra una amplia variedad de bacterias que pueden multiplicarse en los restos de la leche (cuando quedan restos de leche en los equipos por deficiente lavado). No obstante, estas bacterias no influyen demasiado (son bacterias que aún no están adaptadas a leche) en el recuento total de bacterias. La proporción de bacterias provenientes de la piel de los pezones puede ser significativa cuando se ordeñan pezones sucios con barro y bosta, por el “efecto de lavado de los pezones”. Las bacterias provenientes de la materia fecal como Enterobacteriaceae, Enterococcus, Bacillus, Clostridium, Listeria, tienen un rol muy importante en la calidad de la leche y los subproductos. Estas bacterias pueden demostrarse con cultivos específicos, en el recuento total de bacterias estas no aparecen, pero como se dijo, tienen mucha influencia sobre la calidad de los productos terminados (Heer , 2017).

2.3.3.4. Fuentes de contaminación de la leche.

Las principales fuentes de contaminación de leche que se dan en el predio son: animal (glándula mamaria, piel, heces), establo (moscas, aire, agua, forraje, paja, suelo, etc.), utensilios (equipo de ordeño, baldes, tarros, filtros, enfriadora, etc), así como durante la recolección y el transporte, y durante la recepción y el procesamiento industrial y el uso de materiales poco apropiados durante el ordeño, manipulación, almacenamiento y transporte de la leche. (FAO, 2011).

Tabla 13. Fuentes de contaminación de la leche

Contaminantes	UFC/ml
Bacterias provenientes del aire	100 – 1.500
De la ubre	300 – 4.000
Piel de los pezones	500 – 15.000
Infecciones de la ubre	300 – 25.000
Equipamiento	desde miles hasta millones de UFC/ml.

Autor: (Heer , 2017)

2.4. EL ORDEÑO

El ordeño consiste en la extracción la leche almacenada en las ubres de las vacas hembras en lactación, se puede realizar de forma manual o mecánica (Sánchez , 2016).

2.4.1. MANEJO DEL HATO LECHERO

El promedio de producción de las vacas lecheras es un reflejo de la influencia del cuidado que reciben durante su vida productiva. Durante las últimas dos décadas, mejoras en la calidad genética, en la nutrición, en sistemas de ordeño, en diseño de instalaciones y de programas de salud del hato han permitido un incremento sustancial en la producción de leche de calidad. Hay estudios que indican que el bienestar de estos animales es un punto importante para poder desarrollar una lechería competitiva y desarrollar un producto de calidad para el consumidor (Duarte & Pena, 2019).

Para producir una leche de buena calidad, se deben tener en cuenta los cuatro principios básicos de toda explotación pecuaria eficiente, o sea: animales de buena calidad, alimentación adecuada, buen manejo y estricta sanidad. Los dos primeros influyen directamente en la calidad nutricional o composición; los otros dos en la calidad higiénica (Cabrera , Villa, Murillo , & Suárez, 2015)

2.4.1.1. Animales de calidad

Todas las hembras bovinas producen leche, pero hay unas razas y cruzamientos que sobresalen por su producción más alta y/o por su más alta calidad. Las razas lecheras europeas como la Holstein, la Pardo suizo y la Ayrshire tienen más alta producción que las Guernsey y Jersey, pero estas dos últimas tienen una leche de mejor contenido de proteína y grasa (Cabrera , Villa, Murillo , & Suárez, 2015).

2.4.1.2. Alimentación adecuada.

Cabrera , Villa, Murillo , & Suárez (2015), afirman que una buena alimentación consiste en una ración que llene los requerimientos de crecimiento, producción y reproducción del animal, es decir, que sea adecuada en cantidad y calidad. El ganado bovino es un rumiante; por lo tanto, su sistema digestivo está hecho para digerir alimentos como los pastos y forrajes. Si se quiere obtener una leche de buena calidad en cuanto a sólidos totales (proteínas y grasas), se debe suministrar a las vacas, primero que todo, una buena pradera para pastorear. Por lo general, el pasto de pastoreo más predominante en el Altiplano Norte es el kikuyo, el cual, en asocio con algunas leguminosas como los tréboles, constituye un buen alimento para el ganado. Lo que sí se debe hacer es pastorearlo en su estado óptimo, es decir, que no esté demasiado tierno, porque está muy succulento y rico en agua y produce una leche

muy aguada. Por el contrario, si está muy maduro, tiene menor contenido de nutrientes y más lignina y por lo tanto no es muy nutritivo para el ganado.

2.4.1.3. Buen manejo

Este aspecto es el que más incide en la obtención de leche de buena calidad, sobre todo en lo que a calidad higiénica se refiere. Cubre todas las fases del ordeño, desde antes de empezar, o sea las labores previas al ordeño, el ordeño en sí y las labores después del ordeño (Cabrera , Villa, Murillo , & Suárez, 2015).

- **Labores previas al ordeño:** Se deben preparar los utensilios que se van a utilizar en el momento del ordeño; lavar muy bien las cantinas, baldes, filtros y maneas. Así mismo, se debe alistar el alimento concentrado o forraje picado que se le va a suministrar al ganado durante el ordeño.
- **Labores durante el ordeño:** Al momento del ordeño, un ayudante, arrea en orden las vacas al sitio de ordeño y realiza la sujeción de patas y cola de la vaca con una manea o lazo. El ordeñador comienza por lavar muy bien la ubre de la vaca y secar con una toalla o papel periódico limpio. Hace un masaje suave a la ubre para estimular más la bajada de la leche.

2.4.2. RUTINAS DE ORDEÑO

Una rutina de ordeño es el conjunto de acciones que comienza desde la preparación de la vaca para el ordeño y va hasta retirar el último chorro de leche de la ubre de la vaca, el efectuar la rutina de ordeño correctamente, está relacionado directamente con la calidad higiénica y calidad composicional.

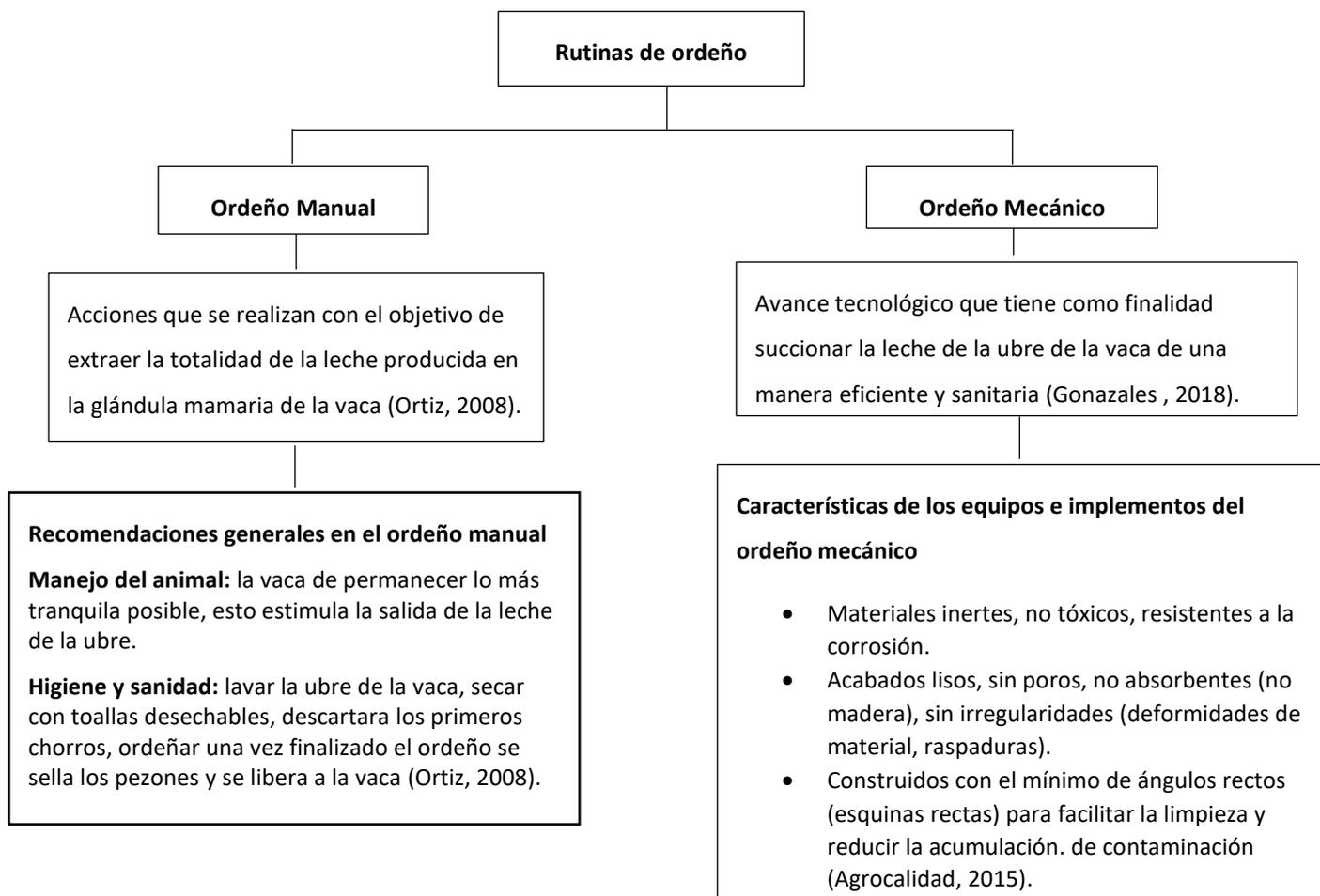


Figura 1. Ordeño manual (Sanabria & Quinteros , 2010)



Figura 2. Ordeño mecánico (Contexto Ganadero, 2018)

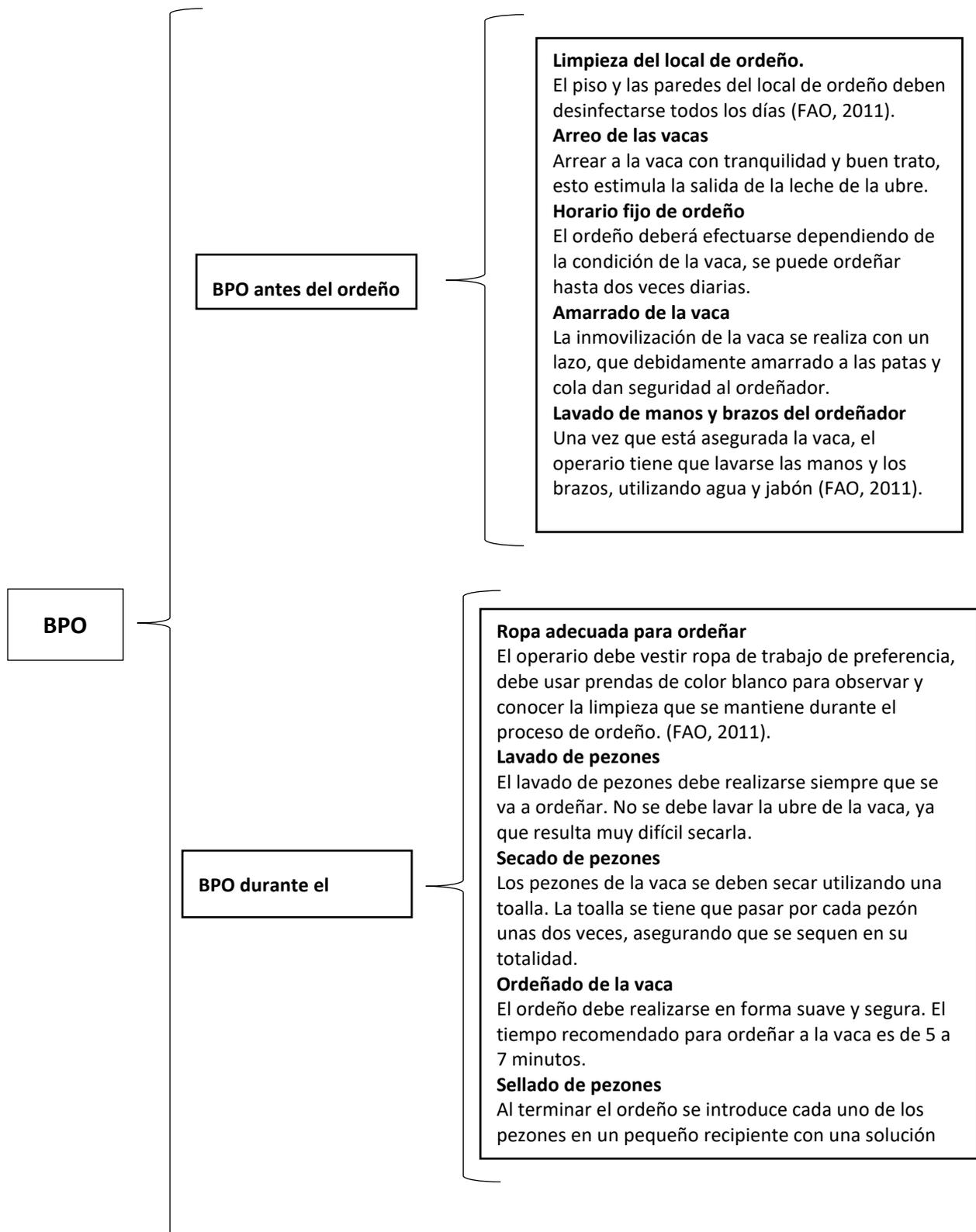
2.4.3. BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO

La inocuidad de la leche se genera en la producción primaria y comprende, entre otros aspectos, la salud de los animales, la alimentación, la higiene del ordeño, el almacenamiento y la conservación de la leche en la finca. Las Buenas Prácticas de Ordeño consisten en un

sistema de aseguramiento de calidad e inocuidad en la producción primaria, cuyo propósito es la obtención de leche inocua, óptima para el proceso de industrialización y que no constituya ningún riesgo para la salud del consumidor (Gonzales, 2013).



Figura 3. Buenas prácticas de ordeño (Agrocalidad, 2015).



2.5. USO DE DESINFECTANTES EN PRÁCTICAS DE ORDEÑO

La importancia de realizar un buen proceso de ordeño implica una serie de cuidados e higiene tanto de las instalaciones como de las ubres del animal. La higiene en este aspecto es un punto clave para garantizar la salud del ganado, prevenir enfermedades y obtener la máxima calidad en la leche (Cuhigen, 2019).

2.5.1. PRINCIPIOS ACTIVOS EN LOS DESINFECTANTES DE PEZONES.

Callejo (2010), en su estudio realizado afirma que los ingredientes activos más habituales en los productos utilizados para desinfectar pezones son los siguientes:

- Iodo

El espectro antimicrobiano de los desinfectantes iodóforos incluye bacterias, virus, levaduras y hongos, por lo que no es selectivo, aunque sí rápido y eficaz. Destruyen los microorganismos por mecanismos químicos de oxidación-reducción que interrumpen la síntesis de proteínas, nucleótidos y la estructura de la membrana lipídica. También reaccionan con material muerto y en descomposición, por lo que su capacidad germicida disminuye cuando se exponen a niveles elevados de materia orgánica.

- Clorhexidina

La actividad antimicrobiana de la clorhexidina es de amplio espectro principalmente contra bacterias, con un efecto variable sobre virus y hongos. Algunas bacterias causantes de mastitis severas son capaces de sobrevivir a su acción, como *Pseudo-monasaeruginosa* y *Serratiamarcescens*. La clorhexidina se adsorbe en la superficie de las células bacterianas produciendo una rápida coagulación en su interior y causando su muerte.

- Cloro

Es un agente oxidante que reacciona rápidamente con las células bacterianas y con un amplio espectro de acción.

- Amonios cuaternarios

Su acción germicida se debe a la desnaturalización de las proteínas celulares, la inhibición de los sistemas enzimáticos y la alteración de la membrana celular, provocando la muerte de la célula bacteriana.

- Ácidos grasos

Actúan destruyendo la integridad de la membrana celular bacteriana e inhibiendo el crecimiento de los microorganismos. Los productos recomendados para el post-ordeño proporcionan una buena protección durante el frío del invierno.

2.5.2. SELECCIÓN DEL DESINFECTANTE.

Todos los productos utilizados como desinfectantes germicidas deben reunir las siguientes características o propiedades:

- Efectividad.

En general, los productos autorizados tienen una efectividad comprobada. No obstante, los fabricantes deben incluir recomendaciones particulares de uso en circunstancias especiales. Por ejemplo, debe evitarse el uso de clorhexidina en caso de mamitis causada por *Pseudomonas aeruginosa*.

- Seguridad de manejo.

Pueden darse reacciones adversas en la piel de los ordeñadores, problemas respiratorios u oculares como consecuencia de una respuesta alérgica a algún ingrediente de los desinfectantes.

- Reacciones en la piel del pezón.

Los pezones deben ser observados con regularidad para comprobar que su piel no presenta lesiones u otras anomalías y están en buenas condiciones. En caso contrario, puede requerirse algún ajuste en la concentración del emoliente o cambiar de producto.

- Residuos en leche.

En general, los productos autorizados para su venta no dejan residuos inaceptables en leche cuando son utilizados conforme a las indicaciones del fabricante. No obstante, en ciertas épocas del año la leche de algunas granjas podría tener altos niveles de iodo como consecuencia del suplemento de este elemento que podría ingerir a través del alimento o del agua.

2.5.3. PRE-SELLADO DE PEZONES

El pre-sellado es la práctica de aplicar una solución germicida a los pezones antes de iniciar el ordeño ya sea manual o mecánico. El pre-sellado de pezones en vacas lecheras, se realiza para evitar la contaminación del esfínter por bacterias de los géneros *Staphylococcus*, *Streptococcus*, Coliformes, etc., que son los agentes causantes de la mastitis clínica y subclínica (TQC , 2000).

2.5.3.1. Propósito del pre-sellado.

El pre-sellado se aplica a los pezones para matar a las bacterias que se adhieren a éstos entre ordeños. También ayuda a la eliminación de pequeñas cantidades de suciedad que podrían estar presentes (Cooperative Extension System , 2016).

2.5.3.2. Tiempo de dipping

El germicida debe estar en contacto con los pezones, al menos por 30 segundos. Esto asegura que la solución germicida tenga el adecuado tiempo de contacto. El pre-sellado requiere al menos esta cantidad de tiempo para matar las bacterias. La práctica no será completamente efectiva si la solución germicida es retirada demasiado pronto luego de la aplicación (Cooperative Extension System , 2016).

2.5.4. DIÓXIDO DE CLORO COMO DESINFECTANTE.

El dióxido de cloro (ClO_2) es un compuesto de Oxígeno y Cloro que se define como seguro y estable. Es incoloro, inodoro y medianamente acuoso. El dióxido de cloro puro es un gas a temperatura ambiente y se fabrica a partir de clorato o clorito sódico y ácido clorhídrico (u otros ácidos), formándose cloro y dióxido de cloro, que se separan por la diferencia de solubilidades en agua. Normalmente se fabrica “in situ”, en el lugar donde se va a consumir y se obtiene en disoluciones acuosas de concentración 0,6 al 2%, que se consumen inmediatamente (Ercros , 2014).

2.5.4.1. Propiedades del dióxido de cloro como desinfectante.

El dióxido de cloro es un gas de color verde amarillento, estable y sumamente soluble en agua hasta alcanzar concentraciones de 2%. Una de las propiedades más interesantes del dióxido de cloro es su eficacia biocida en un amplio rango de pH que va de 3 a 10 (mejor de 4 a 9). Además de sus propiedades desinfectantes, el dióxido de cloro mejora la calidad del

agua potable, es decir, neutraliza olores, remueve el color y oxida el hierro y el manganeso. El dióxido de cloro es sensible a la luz ultravioleta (Cowley, 2012).

2.5.4.2. Propiedades Físicas y Químicas

El dióxido de cloro puro es un gas, aunque normalmente ya se ha dicho que se presenta en forma de disolución acuosa diluida. Las propiedades se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 14. Propiedades físicas y químicas del dióxido de cloro.

Características	Dióxido de Cloro
Estado físico	Gas
Color	Amarillo–ocre
Olor	Sofocante y penetrante, recuerda al cloro
Densidad	2,35 Kg/m ³ en condiciones normales
Temperatura de fusión	-59 °C a 1013 mbar (ClO ₂ puro)
Temperatura de ebullición	11 °C a 1420 mbar (ClO ₂ puro)
Peso molecular	68,46 g/mol
Propiedades explosivas	La solución acuosa generada “in situ” no se considera explosiva, pero existe peligro potencial si se libera gas, que puede ser explosivo bajo la influencia de una llama o chispa. A altas concentraciones se descompone por explosión.

Fuente: (Ercros , 2014).

2.5.4.3. Evaluación de Riesgos para la Salud Humana

Según Ercros (2014), afirma que, los riesgos para la salud, dependen de la vía de contacto con los humanos:

- Inhalación: Puede causar irritación de vías respiratorias.
- Contacto con la piel: Puede causar irritación en la piel.
- Contacto con los ojos: Puede producir quemaduras en los ojos. Puede causar ulceración de la conjuntiva y la córnea.
- Ingestión: Puede producir quemaduras en boca, esófago, puede causar perforación intestinal.

2.5.4.4. Usos del dióxido de cloro

- Agua de consumo
Pocas veces se presta la debida atención al agua que consumen las vacas, siendo un factor de alta incidencia en la conversión alimento - Litro de leche, o carne producida (Ecodena, 2010).

- Desinfección de granjas y áreas comunes

El uso continuo de agua tratada con 25 ppm de Dióxido de Cloro (ClO_2 1/2000) elimina todo germen existente en suelos y paredes. Adicional al beneficio de tener un suelo y paredes desinfectadas, el gas ClO_2 al evaporarse elimina bacterias del aire y techos de las granjas. Un elemento que debe considerarse es en las salas de ordeño, el efecto oxidante sobre los equipos de los productos que se usan para su limpieza, en ese sentido el ClO_2 no oxida los metales ni afecta a ninguna otra parte de las ordeñadoras como pueden ser las membranas y pezoneras, por ejemplo. Las áreas de espera previas al ingreso de los animales al ordeño, por sus características, es habitual que se encuentren contaminadas con patógenos que pueden afectar a los animales. También pueden desinfectarse con Dióxido de Cloro, combatiendo los patógenos y sus afecciones en todas las fases del proceso y optimizando así sus resultados (Ecodena, 2010).

- Lavado de ubres

El lavado de ubres con agua con 25 a 50 ppm de ClO_2 , previo y posterior al ordeño (pre/post-dipping) es una gran medida que ayuda a controlar e incluso combatir problemas de mastitis. Fue un gran avance en los procesos, mediante la aplicación de protocolos o bestpractices, la obligatoriedad del sellado de pezones con soluciones iodadas, pero aun así esta medida es insuficiente y puede mejorarse con la aplicación paralela de ClO_2 (Ecodena, 2010).

- Esterilización de equipos

Esterilización de tanques, mangueras, tubos, ordeñadoras y máquinas en contacto con leche es un factor fundamental en la calidad de la leche que se envía a la industria, a punto tal que se puede tener la mejor genética y los mejores equipos, pero si éstos no son correctamente limpiados y desinfectados, incidirá directamente en la calidad de la leche y en su valor. El Dióxido de Cloro es una excelente alternativa que no deja residuos por ser un gas y su efectividad como bactericida, virucida y fungicida es altamente reconocido en la industria agroalimentaria. (Ecodena, 2010).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en el Cantón Cayambe, Parroquia Ayora, Comunidad de Paquiestancia. El desarrollo de pruebas preliminares y la fase experimental se efectuó en el Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS).

3.1.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.

Provincia : Pichincha
Cantón : Cayambe
Comunidad : Paquiestancia
Barrio : Central
Sitio : Finca Ganadera del Sr: Vinicio Conlago

3.1.1.1. CONDICIONES AMBIENTALES

Altitud : 2850 m.s.n.m.
HR. Promedio : 75 %
Precipitación : 74,8 mm/año
Temperatura promedio : 15 °C
Pluviosidad : 503 - 1000 mm.Año

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2015)

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. MATERIAS PRIMAS

- Leche cruda
- Agua tipo 1 H₂O

3.2.2. INSUMOS QUÍMICOS

- Azidiol
- Dióxido de cloro (16% de concentración)
- Pre-sellador yodado (12% de concentración)

3.2.3. MATERIALES

- 72 frascos estériles
- 2 gradillas para tubos de ensayo
- Equipos de protección (Mandil, Mascarilla, Guantes delátex)
- Jeringas
- 2 baldes de acero inoxidable de 10 lt
- Papel secador
- Jarras plásticas
- Cooler
- Cucharón de acero inoxidable

3.2.4. EQUIPOS

- BactoScan
- Calentador de agua
- Computadoras
- Refrigerador

3.3. MÉTODOS

3.3.1. COMPARACIÓN DE EFICIENCIA DEL DIÓXIDO DE CLORO FRENTE A OTRO DESINFECTANTE COMO EL PRE-SELLADOR COMERCIAL EN DESINFECCIÓN DE PEZONES.

Se realizó la aplicación de 3 disoluciones de dióxido de cloro: 400, 600 y 800 ppm (cálculo para concentraciones y preparación de las soluciones se explica en el Anexo 1) en el lavado de pezones de ubres de vacas en el procedimiento de prácticas de ordeño del cual se obtuvo la variable de respuesta contaje total de bacterias en leche cruda. Los resultados obtenidos se compararon frente a otro desinfectante como el pre-sellador comercial de pezones.

La comparación entre dióxido de cloro y pre-sellador de pezones, en cuanto a la presencia de microorganismos, se realizó elaborando un gráfico comparativo de las cantidades o porcentajes de microorganismos que arrojó los resultados del experimento. Posteriormente se interpretó los datos del contenido de microorganismos en cada una de las muestras tomadas para la investigación.

Se seleccionó un hato lechero de la Comunidad de Paquiestancia, con ordeño mecánico, con el cual se trabajó en las dos estaciones climáticas (verano e invierno) y con una rutina de ordeño definida.

Además, la experimentación se realizó con un único grupo de individuos, de 6 vacas para los cuatro tratamientos, las cuales están dentro de una edad productiva homogénea de 4 a 6 años de edad, la raza del hato en estudio que se utilizó en el estudio son una cruce de vacas criollas con Jersey. Por tal razón, fue importante testear los 4 tratamientos en los mismos individuos porque al ser grupos diferentes de vacas se puede tener reacciones distintas, ya que la fisiología de la ubre es distinta de cada animal y la producción de leche también varía dependiendo de muchos factores tanto del animal como de factores externos y lo que se busca tener es la menor variabilidad posible por tal razón fue necesario aplicar los tratamientos en los mismos animales y así evaluar la respuesta de los tratamientos y tener más claro el comportamiento de la desinfección de los pezones al aplicar estas concentraciones. Por otro lado, la aplicación de los tratamientos se realizó un día por semana para cada tratamiento y de la misma manera la repetición 2 y 3 se ejecutó a semana seguida por tal motivo se planteó un diseño de bloques completamente al azar por estación.

Tabla 15. Conformación de grupos para la aplicación de los tratamientos

Tratamientos	Día	Tipo de solución
T1	1	400 ppm de ClO ₂
T2	2	600 ppm de ClO ₂
T3	3	800 ppm de ClO ₂
T4	4	Pre-sellador

3.3.1.1. Procedimiento para la toma de muestras

El procedimiento para la toma de muestras de los cuatro tratamientos se inició previo a la extracción de la leche, momento conocido como pre-ordeño; una vez que la vaca está ubicada en la unidad ordeño y sujeta debidamente, se procede a lavar los pezones con las soluciones de dióxido de cloro y por otro lado se realizó un dipping con pre-sellador a los pezones de las ubres de las vacas se dejó actuar por 20 segundos, seguidamente se procede a secar y a retirar los residuos de las soluciones aplicadas con toallas desechables, posteriormente el operario conectó las pezoneras del equipo de ordeño a la ubre de la vaca para extraer la leche. Una vez finalizado el ordeño se tomó las muestras del bidón de leche mediante el siguiente procedimiento:

- Antes de tomar la muestra se debe lograr una buena homogenización o mezcla de la leche.
- Identificar el frasco con tapa roja.
- Colocar la etiqueta para identificar la muestra.
- Colocar la muestra de leche en el frasco 40 ml (previa agitación o mezcla el recipiente que se tome la muestra).
- Añadir 4 gotas de Azidiol.
- Cierre bien con la tapa.
- Para mezclar la leche con el Azidiol, voltee el frasco delicadamente por varias veces

Este procedimiento fue utilizado para la toma de las muestras de los cuatro tratamientos de la investigación. Las muestras de leche se transportaron utilizando una cadena de frío al Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana donde se analizó mediante el método ISO 16297, IDF 161 Cuantificación de bacterias por métodos alternativos fluoro-opto – electrónicos.

3.3.1.2. Contaje total de bacterias.

Hace referencia a los estándares de higiene que deben cuidarse durante el ordeño y manipulación de la leche en su cadena productiva, expresada en unidades de CBT/ml o UFC/ml, se realizó por el método de la ISO 16297, IDF 161/2013 Protocolo de evaluación de métodos alternativos para el conteo bacteriano/LCL-PE-03 que es una metodología de análisis rápida y confiable.

3.3.1.3. Diseño experimental

Para este estudio se estructuró un diseño de bloques completamente al azar, con el objetivo de evaluar la eficacia bactericida de dióxido de cloro en la leche cruda frente a otro desinfectante como el pre-sellador de pezones, para lo cual se midió la respuesta de cuatro soluciones, con varios números de unidades experimentales por grupo. Además, se determinó si existen diferencias significativas entre los cuatro tratamientos.

a) Factores en estudio

La presente investigación asumirá como factores de estudio lo siguiente:

- Tratamiento 1: Solución (400 ppm de ClO₂).
- Tratamiento 2: Solución (600 ppm de ClO₂).
- Tratamiento 3: Solución (800 ppm de ClO₂).
- Tratamiento 4: Pre-sellador comercial.

Tabla 16. Diseño experimental del ensayo

Tratamiento	Factor	Variable de respuestas
T1	Vacas tratadas con 400 ppm de ClO ₂	Contaje bacteriano total
T2	Vacas tratadas con 600 ppm de ClO ₂	Contaje bacteriano total
T3	Vacas tratadas con 800 ppm de ClO ₂	Contaje bacteriano total
T4	Vacas tratadas con pre-sellador	Contaje bacteriano total

a) Características del experimento

Numero de tratamientos: 4

Numero de repeticiones: 3

Total de unidades experimentales: 12

b) Análisis estadístico

- Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	11
Tratamientos	3
Bloques	3
Error experimental	5

- En caso de detectarse diferencias significativas entre tratamientos se utilizó la prueba Tuckey 5%, DMS y polinomios ortogonales.

c) Variables de estudio

- Contaje bacteriano total
- Presencia de dióxido de cloro (ClO_2) en leche cruda

3.3.2. IDENTIFICACIÓN DE LA PRESENCIA DE CLORO RESIDUAL EN LECHE CRUDA DESTINADA CENTROS DE ACOPIO.

Se realizó la aplicación de 3 disoluciones de dióxido de cloro y 1 de dipping con pre-sellador en los pezones de ubres de vacas en el procedimiento de prácticas de ordeño del cual se procedió a recolectar aproximadamente 500 ml de leche cruda en frascos estériles, los cuales fueron transportados en un cooler para mantener la cadena de frío a los laboratorios. Para identificar la presencia de cloro residual en la leche se realizó por el método de la norma NTE INEN 1500.

Tabla 17. Método de análisis para identificación de la presencia de cloro residual en la leche.

Tratamiento	Factor	Variable de respuestas	Método
T1	Vacas tratadas con 400 ppm de ClO ₂	Presencia de cloro en leche cruda	
T2	Vacas tratadas con 600 ppm de ClO ₂	Presencia de cloro en leche cruda	NTE INEN 1500
T3	Vacas tratadas con 800 ppm de ClO ₂	Presencia de cloro en leche cruda	

3.3.2.1. Toma de muestras

- Antes de tomar la muestra se debe lograr una buena homogenización o mezcla de la leche.
- No llenar completamente los frascos porque la grasa se pegará a la tapa y será difícil su homogenización o mezcla.
- Es fundamental utilizar utensilios bien limpios para evitar contaminación.
- Toda muestra debe estar identificada.
- Las muestras de leche deben ser refrigeradas la temperatura de almacenamiento debe ser inferior a los 7°C.
- Debe mantenerse la cadena de frío desde la colecta hasta el laboratorio usando hielo reciclable en cantidades adecuadas para garantizar la refrigeración.
- No utilizar hielo natural pues podría ocurrir formación de agua lo que afectaría la identificación de la muestra.

3.3.2.2. Identificación de la presencia de cloro

Para la identificación de cloro en la leche se realizó mediante el siguiente procedimiento en referencia a la Norma INEN 1500:

PRUEBA I

Pipetear 5 cm³ de leche en un tubo de ensayo, agregar 1.5 cm³ de solución de yoduro de potasio, mezclar bien por agitación. Anotar el color de la leche.

PRUEBA II

Si no cambia el color de la leche, agregar 4 cm³ de ácido clorhídrico diluido, mezclar bien con una varilla de vidrio de extremo plano y observar el color de la cuajada.

PRUEBA III

Colocar luego el tubo en el baño de María calentado previamente a 85°C y dejar en reposo 10 minutos, (durante este tiempo la cuajada sube a la superficie), enfriar rápidamente colocando el tubo en agua fría. Anotar el color de la cuajada y el líquido.

PRUEBA IV

Agregar luego al líquido por debajo de la cuajada 0.5 a 1 cm³ de la solución de almidón. Observar el color inmediatamente. Determinar la concentración de cloro disponible según la tabla siguiente.

Tabla 18. Tabla de reacciones a las distintas pruebas.

Pruebas	Concentración de cloro disponible					
	1000 mg	500 mg	200 mg	100 mg	40 mg	20 mg
Prueba I	Pardo amarillo	Amarillo intenso	Amarillo pálido difuso	-	-	-
Prueba II	Pardo amarillo	Amarillo intenso	Amarillo claro	-	-	-
Prueba III	Pardo amarillo	Amarillo intenso	Amarillo	Amarillo	Amarillo pálido	Amarillento
Prueba IV	Azul violáceo	Azul violáceo	Azul violáceo	Rojo violáceo oscuro	Rojo violáceo	Rojo violáceo pálido

Fuente: (Norma INEN 1500)

Para una mejor comprensión del experimento a continuación se detalla la nomenclatura utilizada.

Tabla 19. Concentración de Dióxido de Cloro de los Tratamiento en ppm y ml.

TRATAMIENTOS		
TRATAMIENTO	ppm	ml
T1	400	7,5
T2	600	11,25
T3	800	15
T4	pre-sellador	

Tabla 20. Codificación de las muestras examinadas para CBT.

CODIFICACIÓN
T: Tratamiento
V: Vaca
R: Repetición
ClO ₂ : Dióxido de cloro
CBT: Contaje bacteriano total

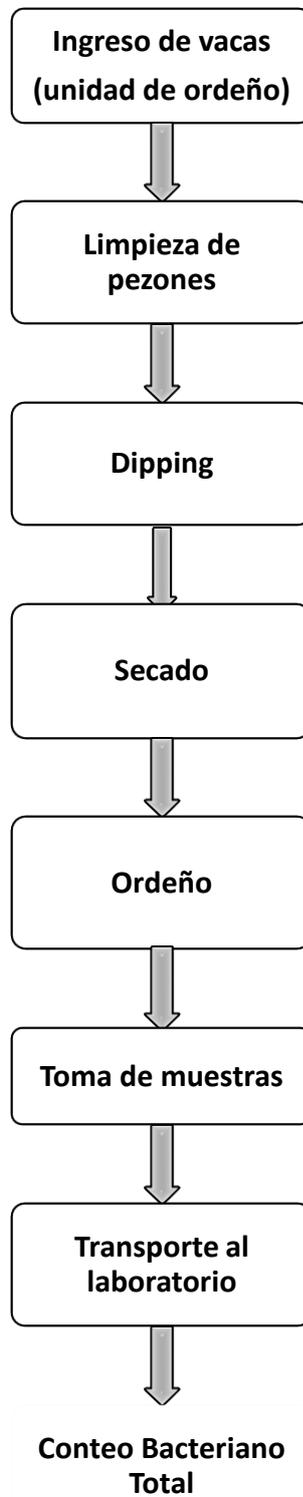
Tabla 21. Clasificación de CBT de la leche cruda según su calidad microbiológica.

RANGO DE CALIDAD	DENOMINACIÓN	CBT/ml
EXCELENTE	GRADO A	< 50.000
MUY BUENO	GRADO B	51.000 a 150.000
BUENO	GRADO C	151.000 a 300.000
REGULAR	GRADO D	301.000 a 600.000
MALA	GRADO E	> 600.000

Fuente: (Laboratorio de Calidad de Leche UPS)

3.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.4.1. Diagrama de bloques



3.5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

3.5.1. Ingreso de las vacas a la unidad de ordeño

Se hizo el ingreso de una vaca del grupo de seis vacas seleccionadas.

3.5.2. Sujeción de animal

Al animal se procedió hacer la sujeción de las extremidades traseras con el fin de no tener dificultades para realizar el lavado y el dipping en los pezones.

3.5.3. Limpieza de pezones

Se lavó los pezones con agua, tratando de no mojar la ubre, ya que en el proseo de ordeño se puede alterar las muestras.

3.5.4. Dipping

Se aplicó la solución desinfectante a los pezones previamente limpios, permitir un tiempo de contacto mínimo de 20-30 segundos, y secar completamente los pezones con toallas individuales antes de colocar las unidades de ordeño para evitar residuos del germicida en la leche.

3.5.5. Secado

El secado de pezones de la ubre de la vaca se realizó con una toalla de papel desechable la misma que no fue reutilizada en las demás vacas debido a que puede contaminar con enfermedades a las demás ubres de las vacas.

3.5.6. Ordeño

Se colocó las pezoneras estériles en la ubre del animal, esperar aproximadamente unos 7 minutos para que el ordeño extraiga la totalidad de leche de la ubre del animal.

3.5.7. Toma de muestras

La cantidad de leche necesaria para un análisis microbiológico basta 150 ml, se homogenizo bien la leche. La muestra debe ser colectada con utensilios adecuados como el agitador, frascos especiales y transferirla a un recipiente apropiado, limpio, seco y esterilizado debidamente rotulado para la identificación posterior.

3.5.8. Transporte de las muestras

Las muestras fueron transportadas al laboratorio en un cooler estéril para evitar una posible contaminación cruzada.

3.5.9. Contaje total de bacterias

Para esta investigación se utilizó el método ISO 16297, IDF 161/2013 Protocolo de evaluación de métodos alternativos para el conteo bacteriano/LCL-PE-03 que es una metodología de análisis rápida y confiable.

Para una mejor comprensión del experimento a continuación se detalla la nomenclatura utilizada.

CAPÍTULO VI

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la investigación “Evaluación de disoluciones de dióxido de cloro en prácticas de ordeño sobre la calidad microbiológica de leche cruda destinada a centros de acopio” establece los siguientes resultados:

4.1. COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA BACTERICIDA DEL DIÓXIDO DE CLORO FRENTE A OTRO DESINFECTANTE COMO EL PRE-SELLADOR YODADO EN DESINFECCIÓN DE PEZONES.

Se tomó un hato lechero (6 vacas), al cual se aplicó tres tratamientos con dióxido de cloro y un tratamiento con pre-sellador, por lo tanto, se procede a comparar la eficacia bactericida entre el dióxido de cloro y el pre-sellador yodado.

4.1.1. ANÁLISIS DE VARIABLES CUANTITATIVAS DEL EXPERIMENTO

4.1.1.1. ANÁLISIS DE CONTAJE TOTAL DE BACTERIAS

Este análisis se realizó con el fin de conocer la eficacia del dióxido de cloro (ClO_2) en los tratamientos conforme aumenta su concentración, debido a que inhibe la proliferación de microorganismos en el proceso de desinfección de pezones.

En la tabla 22 se detallan las sumatorias y medias obtenidas del Contaje Bacteriano Total (CBT) por mililitro de leche en los diferentes tratamientos:

Tabla 22. Sumatorias y medias obtenidas de (CBTx1000/ml).

Tratamientos/Repeticiones	R1	R2	R3	SUMA	MEDIA
T1	18,33	6,50	9,00	33,83	11,28
T2	15,17	7,33	12,50	35,00	11,67
T3	6,00	8,17	12,67	26,83	8,94
T4	7,67	10,67	12,33	30,67	10,22

Los valores obtenidos se compararon con los requisitos de la norma INEN 9, mismos que se encuentran dentro de los rangos descritos. Este análisis se realizó con el fin de conocer las variaciones del conteo total de bacterias de los cuatro tratamientos, el tratamiento con menor recuento de microorganismos fue el tratamiento T3 (8940 CBT/ml), esto se debe a que cuenta con una mayor concentración 800 ppm de dióxido de cloro, lo que demostró una eficacia progresiva en la inhibición de los microorganismos en comparación con los otros tratamientos en estudio.

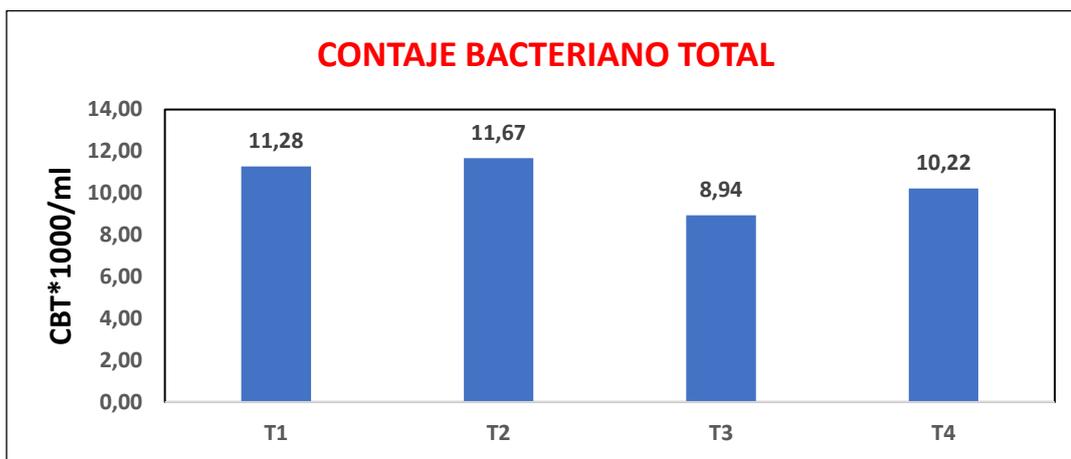


Gráfico 1. Contaje total de bacterias (CBT*1000/ml)

Como se observa el Gráfico 1, el tratamiento T1(400 ppm ClO₂) obtuvo la cantidad de 11280 CBT/ml; el tratamiento T2 (600ppm ClO₂) alcanzó la cantidad 11670 CBT/ml; el tratamiento T3 (800ppm ClO₂) sumó la cantidad de 8.940 CBT/ml, siendo el tratamiento con menor recuento de bacterias en el experimento; y el tratamiento T4 (pre-sellador yodado) adquirió una cantidad de 10.220 CBT/ml, por tal motivo se demuestra que al utilizar las disoluciones de dióxido de cloro en las prácticas de ordeño ayudó a eliminar una gran cantidad de microorganismos presentes en los pezones del hato lechero. Corroborando lo manifestado por Ruegg (2019), en lo que se refiere al utilizar una concentración menor a 500 ppm, la eficacia fue variable. Es por ello que sugieren la aplicación de concentraciones de dióxido de cloro de al menos 500 ppm para maximizar la reducción de los conteos bacterianos en la piel del pezón.

Según Cabezas (2019), al tener un alto conteo bacteriano total que supera los límites permitidos indica que se realiza un manejo inadecuado de las buenas prácticas de ordeño contagiando y proliferando de bacterias tanto a la materia prima como al hato lechero. Los

productos procesados de leche con alto número de bacterias no son de alta calidad, la cuajada de los quesos pierde sus características en menor tiempo, la crema va a tener un cuerpo débil y se produce sinéresis, esto significa que la vida útil del producto es menor; en la elaboración los quesos requieren un tiempo de producción más largo, la grasa y la proteína se pierde en el suero por lo que el rendimiento es menor (Hernández & Bedolla, 2008).

En el estudio realizado por Ruegg (2019), en desinfección de pezones por medio de concentraciones de dióxido de cloro se encuentra resultados similares donde la carga microbiana con dosis de 500 a 800 ppm de dióxido de cloro se tiene una carga bacteriana menor a 50000 CBT/ml lo que concuerda con los resultados obtenidos en este estudio. Por tal motivo es importante el uso de pre-selladores y bactericidas dentro de las buenas prácticas de ordeño para garantizar una materia prima de buena calidad microbiológica.

4.1.2. ANÁLISIS DE VARIANZA DE CONTAJE TOTAL DE BACTERIAS

Para determinar la eficacia bactericida del dióxido de cloro, se utilizó 4 tratamientos cada tratamiento estuvo conformado por un grupo de seis vacas y en el cual se utilizó tres repeticiones para cada tratamiento, los resultados del análisis de varianza se indican en la siguiente tabla:

Tabla 23. Análisis de varianza de CBT.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	FC	F0,05	F0,01
TOTAL	157,21	11				
BLOQUES	33,50	2	16,75	0,91 ns	5,14	10,92
TRATAMIENTOS	13,38	3	4,46	0,24 ns	4,76	9,78
ERROR	110,33	6	18,39			

C.V.= 4,7%

C.V.= COEFICIENTE DE VARIACIÓN

ns= NO SIGNIFICATIVO

****=** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

***=** SIGNIFICATIVO

Una vez realizado el análisis de varianza del Contaje Bacteriano Total en leche cruda, se observa que no existe significancia estadística en bloques y tratamientos, debido a que la estación del tiempo (verano e invierno) no influyen en el experimento, así mismo las

concentraciones de dióxido de cloro se comportan estadísticamente iguales en los tratamientos.

El manejo correcto del experimento se puede evidenciar con el coeficiente de variación obtenido que fue de **C.V.= 4,7%**.

Al no existir diferencias significativas, es necesario verificar el tratamiento más conveniente de la investigación, para ello se realiza una valoración económica de los 4 tratamientos en la tabla 24 se detallan los valores de cada tratamiento.

Tabla 24. Valoración económica de los tratamientos de la investigación.

Tratamientos	Insumos	Cantidad	Precio/l (dólares)	Costo tratamiento (dólares)	Costo Diario (dólares)	Costo Mensual (dólares)
Tratamiento 1 (400 ppm de dióxido de cloro)	H ₂ O	1 l	0,002	0,02	0,04	1,2
	ClO ₂	7,5ml	1,48	0,11	0,22	6,6
	Total		1,482	0,13	0,26	7,8
Tratamiento 2 (600 ppm de dióxido de cloro)	H ₂ O	1 l	0,002	0,02	0,04	1,2
	ClO ₂	11,25ml	1,48	0,17	0,34	10,2
	Total		1,482	0,19	0,38	11,4
Tratamiento 3 (800 ppm de dióxido de cloro)	H ₂ O	1 l	0,002	0,02	0,04	1,2
	ClO ₂	15 ml	1,48	0,22	0,44	13,2
	Total		1,482	0,24	0,48	14,4
Tratamiento 4 (pre-sellador yodado)	pre-sellador	0,25 l	5,75	0,72	1,44	43,2
	Total		5,75	0,72	1,44	43,2

La Tabla 24 indica el valor económico diario y mensual de cada tratamiento, como se observa el tratamiento T1 invierte mensualmente una cantidad de 7,8 dólares, el tratamiento T2 gasta mensualmente 11,4 dólares, el tratamiento T3 ocupa 14,4 dólares y el tratamiento T4 emplea una cantidad 43,2 dólares siendo este último el tratamiento más caro de la investigación. Sin embargo, con los análisis realizados, muestran que al aplicar cada uno de estos tratamientos en la desinfección de los pezones lo hacen de una manera efectiva dando así una leche de excelente calidad y con un grado A según la tabla 16.

Por otro lado, los tratamientos T1, T2, T3, utilizan una determinada concentración de dióxido de cloro lo que influye fuertemente en el proceso de desinfección de los pezones, es decir al

emplear concentraciones elevadas inhibe de mejor manera la presencia de microorganismos en la leche, lo que corrobora por lo expuesto por Ecodena (2010), “el lavado de ubres con agua con 250 a 500 ppm de ClO₂, previo y posterior al ordeño (pre/post-dipping) es una gran medida que ayuda a controlar e incluso combatir problemas de mastitis”. Además, cabe resaltar, que el tratamiento que elimino la mayor cantidad de microorganismos en la investigación fue el T3, sin embargo, hay que tomar en cuenta que al tener una mayor concentración de ClO₂ podría causar daños en el animal como por ejemplo irritaciones en glándulas mamarias, por lo que se recomienda utilizar el tratamiento T1 debido a que su concentración no es muy elevada y actúa de la misma manera en la desinfección de los pezones que los otros tratamientos.

Finalmente cabe destacar que, en la industria láctea se busca maximizar los rendimientos de producción de los derivados lácteos, una leche de mejores características fisicoquímicas y microbiológicas ayudará a que la explotación láctea tenga productos terminados de mejor calidad (Camara Nacional de Industriales de la Leche , 2011).

4.4. IDENTIFICAR LA PRESENCIA DE CLORO RESIDUAL EN LECHE CRUDA DESTINADA A CENTROS DE ACOPIO.

Para identificar la presencia de cloro residual en leche cruda se recolectó 2 muestras de 500 ml de leche cruda en un frasco esterilizado por cada tratamiento (T1, T2, T3) para ser analizadas con el Método NTE INEN 1500, la leche recolectada para el análisis se tomó al final del ordeño. Los resultados son los siguientes:

Tabla 25. Identificación de conservantes – presencia de dióxido de cloro en leche cruda.

TRATAMIENTO T1, T2, T3					
ITEM	PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO	
1	CLOROAMINAS	-	Negativo		
2	CONSERVANTES	CLORO	-	Negativo	NTE INEN 1500
3		HIPOCLORITO	-	Negativo	
4		DIÓXIDO DE CLORO	-	Negativo	

La tabla 25 muestra que la leche tratada con diferentes concentraciones en ppm de dióxido de cloro en el lavado de pezones no tiene ningún residuo de cloro en leche lo que no afecta

la calidad físico química de esta materia prima, es decir que los resultados obtenidos en los análisis realizados fueron negativos en la presencia de conservantes según la norma NTE INEN 1500, estos parámetros se compararon con la norma INEN 9, mismos que se encuentran dentro de los rangos descritos de la norma.

Al emplear los tratamientos T1, T2, T3, según los análisis se afirma que tanto las concentraciones de los tres tratamientos propuestos son seguros para la aplicación en la desinfección de los pezones debido a que no existe rastro de cloro residual. Esto se debe a que las concentraciones de dióxido de cloro en estudio no pasan a la leche, puesto que la desinfección se realiza a la piel del pezón por medio del lavado de la ubre al realizar las buenas prácticas de ordeño.

El cloro residual en leche es considerado un indicativo de adulteración de esta materia prima, de aquí la importancia que tiene el secado de pezones con papel toalla para retirar toda clase de residuos de elementos que se utilizó en el pre-sellado lo mismo que concuerda por lo expuesto por DAIREXNET (2019), si la solución germicida no es retirada antes de aplicar la maquina ordeñadora, se tendrán residuos inaceptables. Esto podría significar que se pierda la autorización para despachar la leche, toda actividad de procesar la leche debe realizarse correctamente, haciendo uso de los medios y técnicas adecuadas y permitidas por los Códigos Sanitarios y normas vigentes de los alimentos, pues el compromiso es el de ofrecer a la comunidad alimentos con el más alto índice de seguridad y calidad.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se evidenció que las concentraciones de dióxido de cloro utilizadas en la desinfección de los pezones de la ubre alcanzaron recuentos totales de bacterias menor a 50.000 CBT/ml, lo que es considerado como una leche cruda de excelente calidad según normativa INEN 9, esto indica que los cuatro tratamientos de la investigación tienen una eficiente capacidad bactericida, además se verifica que en la estacionalidad climática que tiene el Ecuador las concentraciones de dióxido de cloro son igual de eficaces en la inhibición de microorganismos.
- Al comparar la eficiencia de las soluciones de pre-sellador yodado (10.220 CBT/ml) con las disoluciones de dióxido de cloro (<10.630 CBT/ml), se verifica que los tratamientos con las disoluciones de dióxido de cloro son una buena alternativa para reemplazar el uso tradicional del pre-sellador, debido a su eficacia bactericida y conveniencia económica, cuyos resultados se encuentran bajo los parámetros descritos en la norma INEN 9 (Leche cruda. Requisitos) sobre la producción de leche de calidad destinada a centros de acopio.
- La aplicación de las buenas prácticas de ordeño y el uso de las soluciones del bactericida a base de dióxido de cloro, permite obtener una leche con calidad higiénica y sanitaria excelente (< 50.000 CBT/ml), por lo tanto, las empresas y centros de acopio que reciben esta materia prima, deberían realizar un pago con bonificaciones por calidad alcanzada según lo establece el artículo 2 del capítulo I del precio del productor de leche cruda en el Ministerio de Agricultura, Ganadería, y Pesca.
- Los análisis físico – químicos realizados a los tres tratamientos que contienen las disoluciones de dióxido de cloro indican que la leche no tiene ningún residuo de conservante lo que demuestra que el uso de las concentraciones es seguro en las rutinas de ordeño y así se cumple con la norma INEN 1.500 referente a la leche destinada a centros de acopio que debe ser libre de conservantes.
- Se acepta la hipótesis nula debido a que los cuatro tratamientos son estadísticamente iguales en la desinfección de los pezones de las ubres de las vacas.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar el uso permanente de las concentraciones de dióxido de cloro en el proceso de ordeño, para descartar posibles reacciones alérgicas o la presencia de irritaciones de la piel de los pezones de las vacas.
- Todas las sustancias cloradas, desinfectantes a base de cloro, o cualquier otra sustancia química, se debe manejar con mucho cuidado en la sala de ordeño porque la presencia de conservantes en la leche implica sospecha de adulteración y se puede sufrir una penalización o la devolución de esta materia prima.
- El Gobierno Nacional debe prestar mayor atención y brindar apoyo a los pequeños y medianos ganaderos, dando charlas, capacitaciones enfocadas a la aplicación de buenas prácticas de ordeño para que puedan producir leche de calidad y no se tengan devoluciones del producto por parte de los centros de acopio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Afimilk . (2018). *Calidad de la Leche*. Obtenido de Vacas Lecheras :
<https://www.afimilk.com/es/needs-solutions/cows/milk-quality>
2. Agrocalidad. (2015). *MANUAL DE APLICABILIDAD DE BUENAS PRACTICAS PECUARIAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE*. Obtenido de MAGAP:
<http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/manuales-aplicabilidad/manual-leche.pdf>
3. Agroindustrias. (2019). *Origen de la leche*. Obtenido de Lacteos:
<https://ingjulian.wordpress.com/lacteos/>
4. Cabezas , L. A. (2019). *INFLUENCIA DE LAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO SOBRE LA CALIDAD DE LECHE DE FINCAS GANADERAS DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA*. Obtenido de TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL:
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9778>
5. Cabrera , M., Villa, F., Murillo , G., & Suárez, L. (2015). *Cómo obtener leche de buena calidad*. Obtenido de Contexto Ganadero:
<https://www.contextoganadero.com/blog/como-obtener-leche-de-buena-calidad>
6. Callejo , A. (2010). *Desinfectantes de pezones*. Obtenido de Universidad Politecnica :
https://www.researchgate.net/publication/277857234_Desinfectantes_de_pezones
7. Camara Nacional de Industriales de la Leche . (2011). *El libro blanco de la leche y sus productos lacteos*. Mexico: M.A.E. Martínez.
8. Cerón , M., & Agudelo , E. (2006). *Relación entre el recuento de células somáticas individual o en tanque de leche y la prueba CMT en dos fincas lecheras del departamento de Antioquia* . Obtenido de Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias : <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n4/v20n4a06.pdf>
9. Contero , R. (2008). *La calidad de la leche: Un desafío en el Ecuador*. Obtenido de Facultad de Ciencias Agropecuarias: <file:///C:/Users/PC/Downloads/521-Texto%20del%20artículo-1521-1-10-20160121.pdf>

10. Contexto Ganadero. (2018). *El ordeño móvil puede contribuir en aumentar producción de leche*. Obtenido de Ganadería sostenible:
<https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/el-ordeno-movil-puede-contribuir-en-aumentar-produccion-de-leche>
11. Cooperative Extension System . (2016). *Questions and Answers About Pre-Dipping*. Obtenido de Questions and Answers About Pre-Dipping:
<http://articles.extension.org/pages/31746/preguntas-y-respuestas-sobre-el-uso-del-pre-sellado>
12. Cowley, G. (2012). *Disinfection with Chlorine Dioxide*. Obtenido de Publicación de la Sterling Pulp Chemicals:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/desinfeccion/capitulo7.pdf>
13. Cuhigen. (Agosto de 2019). *Preordeño*. Obtenido de Higiene de ubres :
<https://www.cuhigen.com/productos/higiene-de-ubres/9/preordeno/21/>
14. DAIREXNET. (2019). *Preguntas y respuestas sobre el uso del pre-sellado*. Obtenido de Questions and Answers About Pre-Dipping: <https://dairy-cattle.extension.org/preguntas-y-respuestas-sobre-el-uso-del-pre-sellado/>
15. Duarte, E., & Pena, G. (2019). *Manejo Seguro del Ganado Lechero*. Obtenido de DAIREXNET: <https://dairy-cattle.extension.org/manejo-seguro-del-ganado-lechero/>
16. Ecodena. (2010). *NOTA INFORMATIVA SOBRE EL DIÓXIDO DE CLORO Y SU USO EN LA INDUSTRIA LACTEA*. Obtenido de DIÓXIDO DE CLORO Y SU USO EN LA INDUSTRIA LACTEA:
http://www.ecodena.com/descargas/Nota_informativa_sobre_Dioxido_de_Cloro_y_su_uso_en_la_Industria_Lactea.pdf
17. El Productor . (2011). *Productores de lácteos de Cayambe en la Feria Nacional del Queso*. Obtenido de Ecuador: Productores de lácteos de Cayambe en la Feria Nacional del Queso: <https://elproductor.com/noticias/ecuador-productores-de-lacteos-de-cayambe-en-la-feria-nacional-del-queso/>
18. Ercros . (2014). *Dioxido de Cloro* . Obtenido de Dioxido de Cloro :
<file:///C:/Users/PC/Downloads/Di%C3%B3xido%20de%20cloro%20GPS.pdf>

19. ESPAC . (2016). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria* . Obtenido de Ecuador en cifras: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
20. FAO. (2011). *Buenas Prácticas de Ordeño* . Obtenido de Serie “Buenas prácticas en el manejo de la leche”: <http://www.fao.org/3/a-bo952s.pdf>
21. FAO. (2018). *Calidad y evaluación*. Obtenido de Portal Lácteo : <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/calidad-y-evaluacion/es/>
22. GADPP. (2015). *Informacion General*. Obtenido de Datos de la provincia : <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6052/1/T2544-MAE-Torres-Estudio.pdf>
23. García , E., Fuentes , A., & Fernández, I. (2014). *Determinación de la calidad higiénica de la leche mediante la medición indirecta del tiempo de reducción del azul de metileno o prueba de la reductasa microbiana*. Obtenido de Departamento de Tecnología de alimentos : <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38380/Eva%20Garc%C3%ADa.%20Calidad%20leche-2014.pdf>
24. Giraldo , J., Durango , J., Molina , D., Abreu , A., & Moncada , M. (2014). *Efecto protector de un sellador de barrera artificial en el pos-sellado de pezones de 50m vacas en ordeño mecánico en el Norte de Antioquia* . Obtenido de Journal of Agriculture and Animal Sciences: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1190/1/616-1604-1-PB.pdf>
25. Gonazales , K. (2018). *Ordeño Mecánico*. Obtenido de Ganaderia : https://zoovetesmipasion.com/ganaderia/ordeno-mecanico/#ordeno_mecanico_en_la_ganaderia_de_leche
26. Gonzales, D. (2013). *EVALUACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LECHE CRUDA DEL CENTRO DE ACOPIO CILEDCO (SINCELEJO) CON BASE EN EL DECRETO 616 DE 2006*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE CARTAGENA FACULTAD DE INGENIERIAS PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS CARTAGENA DE INDIAS:

- <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/374/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20LACTEOS.pdf>
27. González, G., Molina , B., & Coca, R. (2010). *CALIDAD DE LA LECHE CRUDA*. Obtenido de Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz: https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDEL ALECHECRUDA.pdf
 28. Heer , G. (2017). *MICROBIOLOGIA DE LA LECHE*. Obtenido de Tecnología de la leche.: <http://www.fcv.unl.edu.ar/archivos/grado/catedras/tecnologialeche/informacion/microbiologia.pdf>
 29. Hernández, J., & Bedolla, J. (2008). *Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche*. Obtenido de Revista Electronica de Veterinaria : https://www.researchgate.net/publication/26538737_Importancia_del_conteo_de_celulas_somaticas_en_la_calidad_de_la_leche
 30. Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 9. (2012). *Leche Cruda. Requisitos*. Obtenido de Norma Técnica Ecuatoriana: file:///G:/TRABAJO_DE_GRADO_I/Documento_BL%20NTE%20INEN%209%20Leche%20cruda%20Requisitos.pdf
 31. Izak, E. (2019). *Rutinas pre-ordeno, un pezón libre de bacterias*. Obtenido de Infortambo Lecheria : <https://www.infortambo.cl/es/contenidos/rutinas-pre-ordeno-un-pezon-libre-de-bacterias>
 32. Jaime, A. (2011). *Microbiología de la leche y sus productos*. Obtenido de Educacion : https://es.slideshare.net/ALEJANDRAJAIME/microbiologia-de-la-leche-y-sus-productos-i?from_action=save
 33. Jara , A., & Molina , R. (2018). *Evaluación de tres selladores de pezones para la prevención de casos nuevos de mastitis en ganado lechero (Bos taurus) en San Carlos, Costa Rica*. Obtenido de AGROINNOVACIÓN EN EL TRÓPICO HÚMEDO : <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/agroinn/article/view/3931>
 34. La Hora . (2004). *Producción de leche, otro fuerte de Cayambe*. Obtenido de Producción de leche, otro fuerte de Cayambe:

- <https://lahora.com.ec/noticia/1000274702/produccion-de-leche-otro-fuente-de-cayambe>
35. LATAM. (2016). *Las principales fuentes de contaminación de la leche cruda* . Obtenido de Food News: <http://www.foodnewslatam.com/paises/86-nicaagua/5361-las-principales-fuentes-de-contaminacion-de-la-leche-cruda.html>
 36. LENNTECH. (2015). *Desinfectantes Dióxido de cloro*. Obtenido de Dióxido de Cloro: <https://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/quimica/desinfectantes-dioxido-de-cloro.htm>
 37. MAGAP. (2012). *Acuerdo Ministerial 077*. Obtenido de AGROCALIDAD: http://www.agrocalidad.gob.ec/documentos/dcz/2008_077-acuerdo-077.pdf
 38. Mahmmud, Y. (2019). *Las ubres de bovinos colonizadas con bacterias de mastitis tienen más riesgo de infección intramamaria*. Obtenido de CRESA & the city : <http://www.cresa.cat/blogs/sociedad/es/mamelles-bovins-bacteris-mastitis-infeccion-intramamaria/>
 39. MAPAMA. (2014). *Manual de producción de leche cruda de vaca*. Obtenido de Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino: <https://lechepascual.es/blog/buenas-practicas-de-ordeno/>
 40. Nieto, C. (2004). *DETERMINACIÓN DE DIOXIDO DE CLORO COMO PRESERVANTE DE LECHE CRUDA Y EFECTOS SOBRE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS*. Obtenido de TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE DOCTORA EN QUÍMICA Y FARMACIA: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3181/1/TESIS%201%20REV.pdf>
 41. Ortiz, E. (2008). *ORDEÑO MANUAL*. Obtenido de ORDEÑO MANUAL EN GANADO LECHERO: <http://ordenomanebovinos.blogspot.com/2008/11/orde-manual.html>
 42. Pascual, M., & Calderon, V. (2013). *MICROBIOLOGIA ALIMENTARIA: METODOLOGIA ANALITICA PARA ALIMENTOS Y BEBIDAS (2ª ED.)*. DIAZ DE SANTOS.

43. Pérez, E., Vázquez, E., & Alcántara, L. (2014). *Evaluación de la calidad microbiológica de la leche. Revisión Sistemática de 2003 a 2013*. Obtenido de Revisión Sistemática de 2003 a 2013:
https://www.researchgate.net/publication/266853669_Evaluacion_de_la_calidad_microbiologica_de_la_leche_Revision_Sistemica_de_2003_a_2013
44. Ruegg, P. (04 de Septiembre de 2019). *Rutinas pre-ordeño, un pezón libre de bacterias*. Obtenido de Infortambo lecherías :
<https://www.infortambo.cl/es/contenidos/rutinas-pre-ordeno-un-pezon-libre-de-bacterias>
45. Saborío , A. (2011). *Factores que influyen el porcentaje de sólidos totales de la leche*. Obtenido de Centro de Investigaciones en Nutrición Animal:
http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Publicaciones/articulo_ecag_solidos_revista_56.pdf
46. Sanabria, J., & Quinteros , G. (2010). *BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO (BPO)*. Obtenido de BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO :
<http://agroelectiva.blogspot.com/2010/11/buenas-practicas-de-ordeno.html>
47. Sánchez , M. (2016). *El ordeño y su rutina. Aspectos fisiológicos y tecnológicos del ordeño mecánico* . Obtenido de Producción Animal e Higiene Veterinaria:
http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/16_20_02_tema_9chico2.pdf
48. Torres, X. (2018). *Estudio de la producción de la industria láctea del cantón Cayambe en*. Obtenido de Maestría en Administración de Empresas:
<http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6052/1/T2544-MAE-Torres-Estudio.pdf>
49. Tortora , G. (2007). *Introducción a la microbiología*. Buenos Aires, Argentina : Panamericana .
50. TQC . (2000). *FICHA TÉCNICA DE PRESELLADOR* . Obtenido de FICHA TÉCNICA DE PRESELLADOR : <https://www.tqc.com.pe/imagenes/descargas/73-tqc.pdf>
51. Valdivia , L. A. (2011). *LA LECHE Y SUS DERIVADOS*. Obtenido de LA LECHE Y SUS DERIVADOS: <http://ingenieriaagroindustrial-unt.blogspot.com/2011/10/la-leche-y-sus-derivados.html>

52. Valladares , S. (2016). *Determinación del impacto de la política de precios por calidad del litro de leche en los centros de acopio del norte del cantón Cayambe.* Obtenido de Trabajo de Tiulación Previa a la Obtención del Título de Magister en Gestión de Calidad y Productividad :
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12730/1/T-ESPE-053803.pdf>
53. Zavala, J. M. (Julio de 2005). *ASPECTOS NUTRICIONALES Y TECNOLÓGICOS DE LA LECHE* . Obtenido de Dirección General de Promoción Agraria :
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/7AE7E7AB111562710525797D00789424/\\$FILE/Aspectosnutricionalesytecnol%C3%B3gicosdelaleche.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/7AE7E7AB111562710525797D00789424/$FILE/Aspectosnutricionalesytecnol%C3%B3gicosdelaleche.pdf)

ANEXOS

Anexo 1. Cálculo de dosificación de Dióxido de Cloro

Los cálculos para la aplicación de las concentraciones del bactericida en los tratamientos de estudio se basaron en la concentración de cloro disponible en la solución de dióxido de cloro que fue adquirida por la investigación y la que se utilizó para el presente trabajo comercialmente se llama HTP-DC.

A continuación, se detallan los cálculos para la dosificación de las muestras:

- Concentración de cloro disponible en la solución HTP-DC: 16% (16g/100cm³)
- Concentraciones de ensayo: 400 – 600 -800 mg/l o ppm.
- Se partió de concentraciones conocidas proporcionadas por el proveedor del dióxido de cloro en ficha técnica del producto.

Tabla 26. Dosificación en cc/lit y concentraciones en ppm

CONCENTRACIÓN DEL PRODUCTO		CONCENTRACIONES DE ESTUDIO	
Dosis (cc/l)	ClO ₂ (ppm)	Dosis (cc/l)	ClO ₂ (ppm)
1,8	10	7,5	400
3,7	20	11,25	600
5,6	30	15	800

Tratamiento 1 (400 ppm de ClO₂)

1,8 cc/l → 10 ppm

x=7,5cc/l → 400 ppm

Tratamiento 2 (600 ppm ClO₂)

1,8 cc/l → 10 ppm

x=11,25 cc/l → 600 ppm

Tratamiento 3 (800 ppm ClO₂)

1,8 cc/l → 10 ppm

x=15 cc/l → 800 ppm

Anexo 2. Ficha técnica de Dióxido de Cloro (ClO₂)



FICHA TÉCNICA



NOMBRE DEL PRODUCTO:	HTP DC ROSAS						
FABRICANTE:	HTP						
DESCRIPCIÓN:	HTP-DC, es un biocida a base de dióxido de cloro ClO ₂ , 3 veces más efectivo y 12 veces más estable que el Hipoclorito de Calcio o Sodio. HTP-DC es utilizado en la desinfección de establecimientos, locales industriales y agropecuarios, herramientas, áreas de propagación vegetal, etc. Utilizado para desinfección de soluciones pre-hidratantes para flor cortada.						
COMPOSICIÓN:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMPONENTES</th> <th>CONCENTRACIÓN (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dióxido de Cloro</td> <td>16 %</td> </tr> <tr> <td>Inertes</td> <td>84%</td> </tr> </tbody> </table>	COMPONENTES	CONCENTRACIÓN (%)	Dióxido de Cloro	16 %	Inertes	84%
COMPONENTES	CONCENTRACIÓN (%)						
Dióxido de Cloro	16 %						
Inertes	84%						
DOSIS Y APLICACIÓN:	Dosis recomienda de 0.2 a 0.4 cc por litro de agua.						
MODO DE ACCIÓN:	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizado para desinfección de soluciones pre-hidratantes para flor cortada • HTP-DC es utilizado en la desinfección de establecimientos, locales industriales y agropecuarios, herramientas, áreas de propagación vegetal, etc. • Actúa por oxidación de la membrana y pared celular de microorganismos. • Evita la contaminación y proliferación bacteriana por su mecanismo automático de liberación. • Controla malos olores por la eliminación de bacterias anaerobias causantes de pudriciones. • Neutraliza la emisión de sustancias emitidas por el tallo de la flor cortada. 						
RECOMENDACIONES:	<ul style="list-style-type: none"> • La durabilidad de la solución pre hidratante para flor cortada es de tres días a temperatura ambiente y cuatro días en cuarto frío • Después del corte, colocar las flores en soluciones con HTP - DC, con la mayor brevedad posible. • No agregar soluciones residuales a preparaciones frescas. • Los restos de la solución pueden ser arrojados a los drenajes públicos. • Usar la solución de HTP-DC a 65 ppm para eliminar microorganismos en vegetales de consumo humano mediante inmersión y posterior enjuague en solución de 10 ppm de HTP-DC. 						
PRECAUCIONES:	<ul style="list-style-type: none"> • Guarde el producto fuera del alcance de los niños, animales domésticos y evite la contaminación con los alimentos y agua para beber. • Cuando use el producto, evite comer o beber. • Transportar en condiciones de sombra. • Almacenar el envase sellado, en un lugar fresco y sin exposición directa al sol, hasta por 18 meses. 						
COMPATIBILIDAD:	Realizar pruebas de compatibilidad previa a la mezcla del producto.						
PRESENTACION:	<ul style="list-style-type: none"> • Galón • Caneca de 10 litros. 						
REGISTRO MAG –SESA:	02173643						

Av. Natalia Jarrín y Venezuela (Cayambe) • Telefax (593) 02 2360 704 / 02 2110 259



FICHA TÉCNICA



INSTRUCCIONES DE USO

- Evita la contaminación y proliferación de bacterias.
- La vida útil de la solución es de tres días en la sala de postcosecha y dos días en invernadero.
- El agua de preferencia debe ser potable.

DOSIFICACIÓN EN cc/l Y CONCENTRACIONES EN PPM

DOSIS (cc/l)	CONCENTRACIÓN (ppm)
1,8	10
3,7	20
5,6	30

PRECAUCIONES

- Almacenar en un lugar seco y sombreado.
- Mantenga fuera del alcance de los niños.
- Los restos de la solución pueden ser arrojados a los drenajes públicos.

Anexo 3. Ficha técnica del pre-sellador.



FICHA TÉCNICA DE SELLA TEAT

USO VETERINARIO

1. GENERALIDADES:

a) Nombre comercial	:	SELLA TEAT
b) Clase de uso	:	Sellador de pezones
c) Formulación	:	Solución para inmersión de pezones
d) Composición	:	Yodo Povidona (PVP-I) 1,00 g Protectores y humectantes 9,00 g Excipientes c.s.p. 100,00 ml

2. PROPIEDADES FISICO – QUIMICAS:

a) Aspecto	:	Líquido viscoso homogéneo
b) Color	:	Marrón
c) Olor	:	Característico
d) Densidad	:	0,99 – 1,05 g/ml
e) pH	:	4,5 – 5,5
f) Estabilidad en almacén:	:	Estable durante 3 años a partir de la fecha de elaboración bajo condiciones normales de almacenamiento.

3. DESCRIPCIÓN

Sellador de pezones

4. INDICACIONES:

SELLA TEAT esta indicado para el sellado de pezones en vacas lecheras, evitando la contaminación del esfínter por bacterias de los géneros *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Coliformes*, etc., que son los agentes causantes de la mastitis clínica y subclínica. SELLA TEAT también se usa en el tratamiento



y en el último ordeño antes del período de seca, así mismo en la desinfección de las manos del operador antes y después del ordeño.

- 5. ADMINISTRACION:** Uso externo por inmersión de los pezones o desinfección de las manos.
- 6. FORMA DE USO:** SELLA TEAT es un producto que viene listo para ser usado sin diluir, en la desinfección de pezones por inmersión o sellado y de las manos del operador por enjuague.
Sumergir los pezones inmediatamente después de ordeñar o de retirar la pezonera de la máquina de ordeño y antes de que se acumule en la superficie de la piel residuos de materia orgánica (tierra, guano, sangre, pelos y secreciones). Proceder de la misma forma en todos los casos indicados.
- 7. MODO DE ACCION:** SELLATEAT es una solución desinfectante usada como sellador de pezones, constituido por un complejo formado básicamente por yodo y polivinil pirrolidona (PVP) que asocia el yodo, elemento de amplia capacidad germicida con PVP un polímero que le confiere estabilidad, formando un complejo superior a las soluciones clásicas como las tinturas de yodo y solución de lugol. Además contiene humectantes y protectores de la piel en su composición. Actúa por contacto contra los microorganismos y forma una película que

8. RECOMENDACIONES:

- a) Realizar la limpieza previa del pezón antes de aplicar el producto.
- b) No enjuagar la superficie después que el producto ha sido aplicado en los pezones.
- c) Una vez vaciado el producto en su envase aplicador, no regresar los residuos de éste a su envase original, ya que estos pueden contaminar el producto restándole su capacidad germicida.
- d) Manténgase fuera del alcance de los niños.

9. CONTRAINDICACIONES: Ninguna

10. PERÍODO DE RETIRO:

No posee. SELLATEAT es un producto de uso externo y no genera residuos en los animales.

11. VENTAJAS:

- a) El PVP permite rescatar las propiedades germicidas del yodo, dándole una liberación lenta y sostenida al yodo activo.
- b) Deja coloreado el pezón, lo cual permite un mejor control de las vacas tratadas.
- c) No produce irritación de la piel del pezón.
- d) No necesita diluir.

12. ALMACENAMIENTO:

- a) Mantener el envase herméticamente cerrado.
- b) No exponer a la luz solar directa.

13. PRESENTACIÓN:

Envases de 1 L y 20 L.

Anexo 4. Norma NTE INEN 1500:2011



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1500:2011

Primera revisión

LECHE. MÉTODOS DE ENSAYO CUALITATIVOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD.

Primera Edición

MILK. METHODS OF QUALITATIVE TEST FOR QUALITY DETERMINATION.

First Edition

DESCRIPTORES: Alimentos, productos lácteos, leche, métodos de ensayo cualitativos para la determinación de la calidad.
AL 03.01-333
CDU: 637.133.4
CIIU: 3112
ICS: 67.100.10

4.4 Identificación de cloro, hipocloritos, cloraminas y dióxido de cloro

4.4.1 Método del yoduro de potasio

4.4.1.1 Fundamento. El método se fundamenta en la formación de yodo libre a partir del yoduro de potasio, por la acción del cloro libre o hipocloritos.

4.4.1.2 Equipo

- a) Tubo de ensayo con capacidad de 20 cm³
- b) Pipetas graduadas de 1 y 5 cm³
- c) Baño de agua con temperatura controlada

4.4.1.3 Reactivos

- a) Solución de yoduro de potasio al 7,5 %, recién preparada
- b) Ácido acético
- c) Solución de almidón al 1 %

4.4.1.4 Procedimiento. Pipetear en un tubo de ensayo 5 cm³ de leche y agregar 0,5 cm³ de la solución de yoduro de potasio al 7,5 %, agitar. Observar la coloración del medio.

4.4.1.5 Expresión de resultados

- a) Si se observa una coloración amarilla, indica la presencia de cloro libre. Para confirmar se añade 1 cm³ de la solución de almidón al 1 %, deberá desarrollarse una coloración azul violeta. Si no se presenta cambio en la coloración, adicionar 4 cm³ de ácido acético, colocar en baño de María a 80 °C por 10 minutos (no sobrepasar los 80 °C), enfriar en agua corriente y observar la coloración de la cuajada. En presencia de hipoclorito ésta deberá ser amarilla. Para confirmar adicionar 1 cm³ de la solución de almidón al 1 %, deberá desarrollarse una coloración azul violeta. Reportar el resultado como positivo.
- b) Hacer una prueba en blanco con ácido clorhídrico.

4.5 Método alternativo para la identificación cloro, hipocloritos, cloraminas y dióxido de cloro.

4.5.1 Equipo

4.5.1.1 Material de vidrio

4.5.1.2 Baño de agua con temperatura controlada

4.5.2 Reactivos

4.5.2.1 Solución de yoduro de potasio. Disolver 7,5 g de yoduro de potasio en 100 cm³ de agua destilada. Preparar cuando se vaya a usar.

4.5.2.2 Ácido clorhídrico diluido. A 100 cm³ de ácido clorhídrico (36,5 a 38,5 %), agregar 200 cm³ de agua destilada.

4.5.2.3 Solución de almidón. Hervir un gramo de almidón soluble en 100 cm³ de agua destilada. Enfriar antes de usar.

4.5.3 Procedimiento.

4.5.3.1 Prueba I. Pipetear 5 cm³ de leche en un tubo de ensayo, agregar 1,5 cm³ de solución de yoduro de potasio, mezclar bien por agitación. Anotar el color de la leche.

4.5.3.2 Prueba II. Si no cambia el color de la leche, agregar 4 cm³ de ácido clorhídrico diluido, mezclar bien con una varilla de vidrio de extremo plano y observar el color de la cuajada.

4.5.3.3 Prueba III. Colocar luego el tubo en el baño de María calentado previamente a 85 °C y dejar en reposo 10 minutos, (durante este tiempo la cuajada sube a la superficie), enfriar rápidamente colocando el tubo en agua fría. Anotar el color de la cuajada y el líquido.

4.5.3.4 Prueba IV. Agregar luego al líquido por debajo de la cuajada 0,5 a 1 cm³ de la solución de almidón. Observar el color inmediatamente. Determinar la concentración de cloro disponible según la tabla siguiente.

TABLA DE REACCIONES DE LAS DISTINTAS PRUEBAS

Prueba	Concentración de cloro disponible					
	1000 mg	500 mg	200 mg	100 mg	40 mg	20 mg
Prueba I	Fardo amarillo	Amarillo intenso	Amarillo pálido difuso	-	-	-
Prueba II	Fardo amarillo	Amarillo intenso	Amarillo claro	-	-	-
Prueba III	Fardo amarillo	Amarillo intenso	Amarillo	Amarillo	Amarillo pálido	Amarillento
Prueba IV	Azul violáceo	Azul violáceo	Azul violáceo	Rojo violáceo oscuro	Rojo violáceo	Rojo violáceo pálido

5. ADULTERANTES

5.1 Definición. Se considera que la leche ha sido adulterada cuando se ha añadido espesantes como productos feculentos (harina o almidones, claro de maíz, etc.), soluciones azucaradas o soluciones salinas, etc., con el propósito de mantener la densidad en los rangos señalados, cuando se agua y así evitar su rápida detección.

5.2 Detección de almidón

5.2.1 Fundamento. El almidón con el yodo libre forma un compuesto de absorción de coloración azulada.

5.2.2 Equipo

5.2.2.1 Tubos de ensayo de 20 cm³

5.2.2.2 Pipetas graduadas de 1 y 10 cm³

5.2.2.3 Baño de agua con temperatura controlada

5.2.3 Reactivos. Solución lugol o tintura de yodo

5.2.4 Procedimiento. Pipetear en un tubo de ensayo 10 cm³ de leche, calentar hasta ebullición en el baño de María hirviendo y mantener el calentamiento por 5 min. Enfríar en agua corriente y adicionar 5 gotas de la solución de lugol o tintura de yodo.

5.2.5 Expresión de los resultados. Si se observa una coloración azul, indica la presencia de almidón o harina. Reportar el resultado como positivo.

5.3 Identificación de harina y almidones (método alternativo)

5.3.1 Equipo

5.3.1.1 Fuente de calor

5.3.1.2 Recipiente con agua-hielo