

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA
DE LA LECHE CRUDA ENTREGADA AL CENTRO DE ACOPIO DE LA
ASOCIACIÓN ASOPROPEM, PARROQUIA SUCRE, CANTÓN PATATE”**

Documento Final del Proyecto de Investigación como requisito para obtener el grado de
Médica Veterinaria Zootecnista

AUTORA:

Evelyn Jacqueline Paredes Ojeda

TUTOR:

Ing. Gonzalo Aragadvay Yungán, Mg

CEVALLOS – ECUADOR

2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE CRUDA ENTREGADA AL CENTRO DE ACOPIO DE LA ASOCIACIÓN ASOPROPEM, PARROQUIA SUCRE, CANTÓN PATATE”

REVISADO POR:




Firmado electrónicamente por:
**RAMON GONZALO
ARAGADVAY YUNGAN**

Ing. Gonzalo Aragadvay Yungán Mg
TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

“Yo, EVELYN JACQUELINE PAREDES OJEDA, portadora de la cédula de identidad número: 180494976-4, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE CRUDA ENTREGADA AL CENTRO DE ACOPIO DE LA ASOCIACIÓN ASOPROPEM, PARROQUIA SUCRE, CANTÓN PATATE”** es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas”.



.....

Evelyn Jacqueline Paredes Ojeda

C.I. 180494976-4

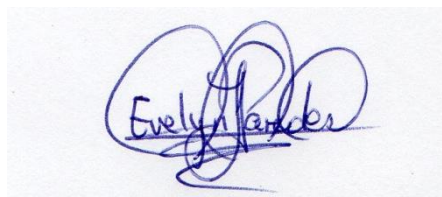
AUTORA

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE CRUDA ENTREGADA AL CENTRO DE ACOPIO DE LA ASOCIACIÓN ASOPROPEM, PARROQUIA SUCRE, CANTÓN PATATE**” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de Tercer Nivel de Médica Veterinaria Zootecnista, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no ponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o parte de ella.



.....
Evelyn Jacqueline Paredes Ojeda

C.I. 180494976-4

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE CRUDA ENTREGADA AL CENTRO DE ACOPIO DE LA ASOCIACIÓN ASOPROPEM, PARROQUIA SUCRE, CANTÓN PATATE”

APROBADO POR:

FECHA:



Firmado electrónicamente por:
**MARCO OSWALDO
PEREZ SALINAS**

.....

01-09-2022

Ing. Marco Pérez, PhD.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



Firmado electrónicamente por:
**DEYSI ALEXANDRA
GUEVARA FREIRE**

.....

04-08-2022

Ing. Deysi Guevara Freire

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



Firmado electrónicamente por:
**SANDRA
MARGARITA CRUZ
QUINTANA**

.....

04-08-2022

Dra. Sandra Cruz Quintana

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

DEDICATORIA

Este trabajo dedico principalmente a Dios por haberme dado la vida, el valor para superar las adversidades y no desmayar en los problemas, siempre cuidarme y guiarme llegando al momento más importante de mi formación profesional.

Mis amados padres pues sin ellos no lo habría logrado, que sin su apoyo incondicional no hubiera sido posible lograr una meta más en mi vida profesional, mami gracias por estar a mi lado en cada etapa vivida en la universidad, su apoyo moral me ayudó a que siga adelante con mis anhelos, a mi querida hermana por tenerme paciencia, ser mi fortaleza e inspiración para continuar, a mi abuelita Flor que siempre estuvo para aconsejarme, darme palabras de aliento y fuerza para nunca darme por vencida, y a mi frijolito que siempre será mi motor y motivo en mi vida.

Mis amados consentidos, Aslan y Nani que con su presencia en mis noches de desvelo se sentían más cálidas con su compañía y locuras, mis pequeños amores, mis compañeros de vida.

Y sin dejar atrás a todas las personas que me apoyaron y confiaron en mí, gracias por ser parte de mi vida y permitirme ser parte de su orgullo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la confianza y el apoyo que siempre me brindan mis queridos padres, a mi hermana por creer en mí y ser mi motivación para lograr mis sueños.

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias y todos sus docentes que durante mi carrera profesional me han guiado y compartido sus conocimientos siendo un granito de arena para mi formación.

Al Mvz. Jorge Moposita médico residente del Hospital Docente Veterinario- UTA por siempre darme una voz de aliento para continuar en todo el trayecto de mi carrera, por confiar en mí y compartir sus conocimientos, infinitas gracias por ser un amigo y maestro que siempre estuvo al pendiente de la pequeña.

A mi tutor Ing. Gonzalo Aragadvay que con su experiencia, conocimientos y paciencia supo orientarme hacia un resultado provechoso de esta investigación, Dios le pague por todo su apoyo.

A la gente del caserío de Poatug por su apertura y motivación para realizar mi estudio en su centro de acopio lechero ASOPROPEM, también al gerente y personal de la planta de lácteos Kazú, el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua-Dirección de Producción, técnicos del GAD Municipal de Quero y AGROCALIDAD por haberme abierto sus puertas contribuyendo en el transcurso de mi tesis, infinitas gracias por su valiosa guía y apoyo.

A mis mejores amigas de Universidad, Flor Ibarra y Pamela Cunalata gracias por esos momentos llenos de alegría, tristeza, desesperación y frustración que compartimos en cada asignatura o cuando trabajábamos juntas, siempre les llevaré en mi corazón, gracias por ser mi apoyo y no dejarme caer durante todos estos años.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO I	15
MARCO TEÓRICO.....	15
1.1. Antecedentes Investigativos	15
1.2. Bases teóricas	19
1.2.1. Leche cruda	19
1.2.2. Definiciones	19
1.2.3. Disposiciones generales	19
1.2.4. Principales requisitos fisicoquímicos	20
1.2.5. Requisitos microbiológicos	21
1.2.6. Inocuidad y calidad fisicoquímica.....	21
A. Principales propiedades fisicoquímicas de leche cruda	21
1. Temperatura	21
2. Grasa.....	21
3. Proteína.....	22
4. pH.....	22
5. Acidez.....	22
B. Análisis microbiológico de la leche cruda.....	23
1. Aerobios mesófilos.....	23
1.2.7. “...Fundamentación legal de buenas prácticas pecuarias en ganadería de leche para pequeños productores.....	23
1.3. Objetivos	27

1.3.1 Objetivo general	27
1.3.2 Objetivos específicos.....	28
1.4. Hipótesis.....	28
CAPÍTULO II	29
METODOLOGÍA	29
2.1 Materiales, equipos y reactivos	29
2.2 Métodos	30
CAPÍTULO III.....	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
3.1. Resultados.....	37
3.2. Discusión.....	59
3.3. Verificación de hipótesis.....	69
CAPÍTULO IV.....	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
4.1. Conclusiones.....	70
4.2. Recomendaciones	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales requisitos fisicoquímicos de la leche cruda.....	20
Tabla 2. Principales requisitos microbiológicos de la leche cruda tomada en hato.....	21
Tabla 3. Distribución de la muestra de productores de leche por estratos.....	32
Tabla 4. Identificación de la muestra.....	34
Tabla 5. Estadística descriptiva de las variables fisicoquímicas estudiadas de la leche cruda entregada al centro de acopio por parte de los pequeños productores.....	37
Tabla 6. Estadística descriptiva del parámetro microbiológico estudiado de la leche cruda entregada al centro de acopio por parte de los pequeños productores.....	38
Tabla 7. Coeficiente de correlación de Pearson de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la leche cruda entregada al centro de acopio.....	39
Tabla 8. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo a la Resolución Técnica Nro. 276, Guía de Buenas Prácticas Pecuarias en Ganadería de Leche para pequeños productores, emitida el 07 de diciembre de 2016. Inocuidad de los alimentos. Fecha de aprobación 05 de Mayo de 2020. Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento De la Calidad del Agro.....	53

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama de dispersión entre grasa y proteína	40
Gráfico 2. Porcentaje del número de animales en ordeño.....	41
Gráfico 3. Porcentaje del tipo de raza de ganado de los productores	42
Gráfico 4. Porcentaje de producción diaria por vaca	43
Gráfico 5. Tipo de ordeño, instalaciones y aseo de las manos en el ordeño por parte de los pequeños productores.....	43
Gráfico 6. Limpieza de las manos de los productores	44
Gráfico 7. Uso del ternero antes de ordeñar.....	44
Gráfico 8. Número de ordeños al día y el horario establecido por los productores de la asociación ASOPROPEM para realizar el ordeño diario	45
Gráfico 9. Limpieza de las ubres de las vacas de los productores encuestados.....	45
Gráfico 10. Tipo de agua usada para el aseo de las ubres.....	46
Gráfico 11. Tipo de toalla que los productores utilizan para secar las ubres de sus vacas	46
Gráfico 12. Despunte de los pezones realizado por parte de los productores de la asociación lechera.....	47
Gráfico 13. Secado de las ubres de las vacas de los productores.....	47
Gráfico 14. Sellado de los pezones de las vacas de los productores de la asociación ASOPROPEM.....	48
Gráfico 15. Conocimiento de los productores sobre mastitis, ordeño y mezcla de leche con presencia de ésta enfermedad.....	48
Gráfico 16. Aplicación de la prueba de CMT para diagnosticar mastitis	49
Gráfico 17. Tipo de recipientes, transporte de leche y lavado de bidones.....	49
Gráfico 18. Volumen del tanque de leche de los productores encuestados	50
Gráfico 19. Uso de trapos, plásticos u otro material en las tapas de los bidones de los productores.....	50
Gráfico 20. Nivel de temperatura a la que es entregada al centro de acopio la leche ordeñada por los productores.....	51
Gráfico 21. Lapso de tiempo entre el final del ordeño y la entrega diaria de la leche de cada productor al centro de acopio.....	51
Gráfico 22. Tipo de alimentación utilizada para las vacas en ordeño de los productores de la asociación ASOPROPEM.....	52
Gráfico 23. Suministro de sal mineral y los animales poseen agua a disponibilidad	52

Gráfico 24. Conocimiento y compensación adicional por cumplir parámetros de calidad de la leche53

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la parroquia Sucre, cantón Patate de la provincia de Tungurahua, cuya finalidad fue determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche cruda entregada al centro de acopio ASOPROPEM por parte de los pequeños productores del caserío de Poatug, estos parámetros fueron evaluados con la normativa técnica ecuatoriana INEN 9:2012. Se analizó a 34 productores que entregan la leche con una recolección de 68 muestras en la primera y segunda etapa obteniendo un total de 136 muestras. De los tanques receptados por cada productor se obtuvo una muestra para evaluar las características fisicoquímicas como fueron la temperatura, grasa, proteína acidez y pH, mientras que, para el análisis microbiológico se evaluó el conteo de aerobios mesófilos obteniendo una sola muestra total por cada productor. Para estudiar a los parámetros se aplicó un análisis descriptivo con el programa Infostat, dando como resultados en los parámetros fisicoquímicos que la leche cruda receptada no tuvo una temperatura idónea de 4°C - 8°C, mientras que la grasa, proteína, pH y acidez cumplen con lo establecido en la norma INEN 9:2012. En el caso del análisis microbiológico, se evidenció un promedio de 239 926,47 UFC/cm³ de aerobios mesófilos encontrándose dentro del rango permitido, ya que el máximo establecido es de 1,5 x10⁶ UFC/cm³. Además los datos se sometieron a un análisis de correlación y se observó significancia ($p < 0.05$) entre el contenido de grasa y proteína. En el caso de las encuestas y check list que fueron basadas de acuerdo a la documentación de AGROCALIDAD se evidenció con los resultados de estas que si existe el cumplimiento de las buenas prácticas de ordeño. De acuerdo a los parámetros enmarcados por la normativa técnica ecuatoriana, los resultados reportados en la presente investigación cumplen con los rangos establecidos a excepción de la temperatura de la materia prima que no es enfriada hasta la recepción en la planta, sin embargo existe una implementación oportuna de las buenas prácticas de ordeño que realizan los pequeños productores y los parámetros estudiados están acorde a la norma INEN vigente indicando que la leche cruda posee calidad y es apta para el consumo de la población.

Palabras clave: leche cruda, parámetros fisicoquímicos, aerobios mesófilos, pequeños productores

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Sucre parish, Patate canton of the province of Tungurahua, whose purpose was to determine the physicochemical and microbiological characteristics of the raw milk delivered to the ASOPROPEM collection center by the small producers of the Poatug hamlet, these parameters they were evaluated with the Ecuadorian technical regulations INEN 9:2012. 34 producers who deliver milk were analyzed with a collection of 68 samples in the first and second stages, obtaining a total of 136 samples. A sample was obtained from the tanks received by each producer to evaluate the physicochemical characteristics such as temperature, fat, protein, acidity and pH, while for the microbiological analysis the count of mesophilic aerobics was evaluated, obtaining a single total sample for each producer. To study the parameters, a descriptive analysis was applied with the Infostat program, giving as results in the physicochemical parameters that the raw milk received did not have an ideal temperature of 4°C - 8°C, while the fat, protein, pH and acidity comply with the provisions of the INEN 9:2012 standard. In the case of the microbiological analysis, an average of 239 926,47 CFU/cm³ of mesophilic aerobes was found, being within the permitted range, since the maximum established is 1,5 x10⁶ CFU/cm³. In addition, the data was subjected to a correlation analysis and significance (p<0.05) was observed between fat and protein content. In the case of the surveys and check lists that were based on the documentation of AGROCALIDAD, it was evidenced with the results of these that there is compliance with good milking practices. According to the parameters framed by the Ecuadorian technical regulations, the results reported in the present investigation comply with the established ranges, except for the temperature of the raw material that is not cooled until reception at the plant, however there is a timely implementation of good milking practices carried out by small producers and the parameters studied are in accordance with the current INEN standard, indicating that raw milk has quality and is suitable for consumption by the population.

Keywords: raw milk, physicochemical parameters, mesophilic aerobes, small producers

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

Para los seres humanos la leche y sus derivados constituyen un pilar fundamental para la salud, nutrición y alimentación para la población (FAO, 2021). En los últimos años se ha considerado analizar parámetros fisicoquímicos como materia grasa, proteína, acidez, densidad, sólidos totales y sólidos no grasos así como también parámetros microbiológicos en donde se realiza el conteo de bacterias totales y células somáticas, siendo todos estos parámetros indispensables para garantizar un alimento agradable, sin olores, con una composición química excelente, libre de agentes contaminantes e infecciosos (Brousett et al., 2015).

En estudios internacionales se realizaron análisis fisicoquímicos de leche cruda donde se obtuvieron resultados de: grasa de 3,6 g/100 ml, acidez de 0,1719 g ácido láctico/100 ml y pH de 6,64, estos valores se encontraron dentro de la normativa establecida del Código Alimentario Español identificando que existió calidad en la leche estudiada en España específicamente en la isla de Tenerife (Armas, 2017).

De la misma manera, (Castillo & Álvarez, 2015) realizaron un estudio en Colombia donde analizaron grasa, proteína y pH con promedios de 2,42%, 3,15% y 6,6 respectivamente, estos parámetros estaban dentro de lo establecido por el Decreto 616 del 2006 ICA gracias al buen manejo, sanidad y condición de los animales así como también por el 80% del cumplimiento de buenas prácticas de ordeño. Sin embargo, se realizó el análisis bacteriológico donde se obtuvo un valor de 1×10^6 UFC/ml siendo un promedio elevado de aerobios mesófilos considerándolo como grado B de leche, es decir que existió una contaminación microbiológica por la escasez de higiene al momento del ordeño y por falta de cumplimiento rutinario de ciertos protocolos establecidos en las buenas prácticas de ordeño.

(Jiménez et al., 2016) en su investigación realizada en el noroeste de Colombia determinaron las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de leche cruda bovina, los resultados revelaron una media de 3,43% para proteína y 4,17% de grasa asegurando una excelente calidad composicional ya que estos valores se encontraron dentro del rango normal de acuerdo con el Decreto Colombiano No. 616 de 2006, mientras que, para aerobios mesófilos fue un promedio de 305 276 UFC/ml resultando un valor elevado el cual aseguró una deficiente calidad bacteriológica debido a que las fincas evaluadas no manejaron programas de práctica de ordeño y aseguramiento de calidad.

También, (Fuentes et al., 2013) valoraron la calidad e inocuidad de la leche cruda en una empresa familiar ubicada en la Delegación Magdalena Contreras de la ciudad de México, donde analizaron el parámetro de bacterias mesófilas con un resultado de 135×10^6 UFC/ml siendo este un valor que excedió el límite permitido por la NOM-243-SSA1-2010 que fue de 100 UFC/g de microorganismos no patógenos, esta contaminación de bacterias se ocasionó por la falta de buenas prácticas de ordeño, mala higiene del personal encargado del ordeño, los tanques de almacenamiento tenían una pésima condición e higiene y un manejo inadecuado en la refrigeración.

(Moreno et al., 2007) en la región del Alto Chicamocha del departamento de Boyacá efectuaron un análisis de aerobios mesófilos con un promedio de 845 000 UFC/ml evidenciando un recuento alto de bacterias a lo establecido por la escasez de higiene al momento del ordeño por la difícil desinfección de lodo o estiércol que se encontraban tanto en la ubre como en los pezones, por ello señalaron en su trabajo que no existió higiene y sanidad en la leche, es decir que la leche producida no tenía calidad y no servía para el consumo o venta al público.

En el caso de Ecuador, la producción de leche bovina tiene un ámbito importante en el país ya que al ser utilizada como materia prima esta debe estar libre de materias extrañas a su naturaleza donde los controles de calidad deben ser continuos desde el ordeño hasta la llegada

a los centros de acopio, promoviendo la seguridad alimentaria con parámetros higiénicos, sanitarios y composicionales para evitar la presencia de enfermedades y riesgos para la salud del consumidor (Peralta & Simbiana, 2019).

Por ello se han implementando controles de calidad de la leche para tener un producto bueno gracias a los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, en este sentido una investigación realizada durante el periodo 2009-2018 en el Ecuador, se obtuvo parámetros de grasa, proteína y el conteo de bacterias totales con valores de 3,80%, 3,12% y 600×10^3 UFC/ ml respectivamente, estos valores se encontraban dentro del rango establecido de la normativa ecuatoriana teniendo de esta manera un efecto positivo para la calidad higiénica y sanitaria asegurando una leche apta para el consumo (Contero et al., 2021).

Actualmente en los centros de acopio del cantón Patate de la provincia de Tungurahua no existen estudios sobre la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda bovina, sin embargo en el 2013 se realizó la evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los centros de acopio de Ambato y Quero donde se obtuvieron valores promedio de grasa que fueron: grasa 3,52%, proteína 3,46% y acidez de 0,16%, mientras que el conteo de bacterias totales fue de 15 000 UFC a 569 400 UFC indicando que se encuentran dentro de los parámetros permitidos en la norma INEN 9:2008 concluyendo que la leche de estos centros de acopio presentó una calidad regular (Pérez & Defaz, 2013).

También, en la provincia de Cotopaxi se realizó un estudio en dos empresas procesadoras de lácteos donde se obtuvieron los siguientes promedios para las características fisicoquímicas: para la primera empresa se evaluó temperatura, grasa, pH y acidez con una media de 20,01°C, 3,4%, 6,70 y 0,15% respectivamente, de la misma manera para la segunda empresa existieron los siguientes valores como: temperatura de 21,60 °C, grasa de 3,7%, pH de 6,6 y acidez de 0,14%, estos promedios de ambas empresas se encontraron dentro del rango de la normativa técnica ecuatoriana a excepción de la temperatura que no era la adecuada por la falta de enfriamiento y mantenimiento de la temperatura al momento del transporte. Además, en el

análisis microbiológico hubo un recuento elevado de $6,20 \times 10^7$ a $9,42 \times 10^7$ UFC/cm³ debido a la falta de buenas prácticas de ordeño indicando que la leche evaluada no era adecuada para el consumo humano (Guevara et al., 2019).

Además, (Chacón, 2017) realizó una investigación en el cantón de Sigsig perteneciente a la provincia de Azuay donde obtuvo promedios para los siguientes parámetros: grasa de 4,00% y proteína de 3,40%, los mismos que se encontraron dentro de la normativa NTE INEN 9:2012 garantizando calidad. Similarmente, en la provincia de Azuay se evaluó grasa, proteína y pH donde se consiguieron resultados de 3,41%, 3,21% y 6,62 respectivamente, señalando que la leche evaluada tenía excelente calidad garantizando un producto apto para el consumidor (Angamarca, 2019).

Por otra parte, en el centro de acopio de Mocha de la provincia de Tungurahua se analizó la calidad bacteriológica de la leche cruda en donde se evidenció altos recuentos de microorganismos en la época de verano indicando una deficiente calidad sanitaria al obtener un valor promedio de $8,07 \times 10^6$ UFC/ml considerando que el límite máximo de acuerdo a las normativa ecuatoriana NTE INEN 9:2012 es de $1,5 \times 10^6$ UFC/ml reportando así que esa leche no era adecuada para la venta (Albuja, Escobar, & Andueza, 2021).

Asi mismo, (Cárdenas & Murillo, 2018) analizaron en Azuay el contaje de aerobios mesófilos donde se evidenció un valor de 3 882 599,97 UFC/ml concluyendo que este promedio excedió el limite permitido en la normativa ecuatoriana por la falta de buenas prácticas de ordeño, deficiente calidad de los tanques de almacenamiento, agua con mala calidad y escasa limpieza de las manos por parte de los ordeñadores, señalando que la leche es un riesgo para la salud del país.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Leche cruda

1.2.1.1. Requisitos de leche cruda según la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 9:2012

Esta norma se establece exclusivamente para la leche cruda de vaca aplicando a la leche que no ha sido sometida a tratamientos térmicos ni ha sufrido ninguna alteración en su composición (INEN, 2012).

1.2.2. Definiciones

1.2.2.1. Leche cruda bovina

Es el producto de la secreción normal de las glándulas mamarias a partir del proceso del ordeño completo e higiénico de vacas sanas, es decir que es una leche que no ha sido sometida a ningún tipo de calentamiento salvo el de enfriamiento para su conservación, sin adición alguna, libre de calostro y de sustancias extrañas a su naturaleza destinada al consumo humano en su forma natural o para la elaboración de subproductos (Flores, 2020).

1.2.2.2. Leche de calidad

Se entiende por leche de calidad a la proveniente del ordeño de vacas sanas, bien alimentadas, libre de olores, sedimentaciones, sustancias extrañas y que reúne las siguientes características:

- a) Cantidad y calidad apropiada de los componentes sólidos como grasa, proteína, lactosa y minerales.
- b) Con un mínimo de carga microbiana.
- c) Libre de bacterias causantes de enfermedades (brucelosis, tuberculosis, mastitis) y toxinas producidas por bacterias u hongos.
- d) Libre de residuos químicos e inhibidores.
- e) Con un mínimo de células somáticas.

(FAO, 2022).

1.2.3. Disposiciones generales

La leche cruda se considera que no es apta para el consumo humano cuando:

- a) Se extrae de animales enfermos, desnutridos y cansados.

- b) Contiene sustancias ajenas a la naturaleza del producto, calostro, sangre, gérmenes patógenos o un conteo microbiano superior al máximo permitido por la presente norma.
- c) La leche cruda después del ordeño debe ser enfriada, almacenada y transportada hasta los centros de acopio y/o plantas procesadoras en recipientes apropiados aprobados por la autoridad sanitaria competente.

(INEN, 2012).

1.2.4. Principales requisitos fisicoquímicos

Es una exigencia cumplir los requerimientos fisicoquímicos de la normativa vigente para la leche cruda como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1.

Principales requisitos fisicoquímicos de la leche cruda.

Requisitos	Unidad	Min.	Max.	Método de ensayo
Temperatura	°C	2°C	8°C	NTE INEN 9:12
Materia grasa	% (fracción de masa)*	3,0	-	NTE INEN 12
Proteína	% (fracción de masa)	2,9	-	NTE INEN 16
pH	-	6,6	6,8	Código Alimentario Argentino
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,17	NTE INEN 13

* “Fracción de masa de B, WB: Esta cantidad se expresa frecuentemente en por ciento, %. La notación “% (m/m)” no deberá usarse”.

Nota 1. Se podrán presentar variaciones en estas características, en función de la raza, estación climática o alimentación, pero estas no deben afectar significativamente las características sensoriales indicadas.

Fuente: Obtenido del Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 9:12 y Obtenido del Código Alimentario Argentino (INEN, 2012; Código Alimentario Argentino, 2006)

1.2.5. Requisitos microbiológicos

Tabla 2.

Principales requisitos microbiológicos de la leche cruda tomada en hato

Requisito	Límite máximo	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aeróbios mesófilos REP, UFC/cm ³	1,5 x10 ⁶	NTE INEN 1529:-5

Fuente: Obtenido del Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 9:12 (INEN, 2012).

1.2.6. Inocuidad y calidad fisicoquímica

A. Principales propiedades fisicoquímicas de leche cruda

1. Temperatura

La temperatura a la cual se obtiene la leche luego del ordeño es de 37°C por lo que altas temperaturas ayudan al crecimiento de las bacterias, por lo cual, la leche cruda debe ser conservada a bajas temperaturas permitiendo mantener el sabor y evitar la proliferación bacteriana siendo lo recomendable enfriar y conservar a 4°C (INEN, 2014).

2. Grasa

Es un indicador importante para la calidad de la leche por su contenido nutricional ya que está compuesta por un 98% de triglicéridos y del 2% de diglicéridos, colesterol, fosfolípidos y ácidos grasos libres (Kala et al., 2018). También, los ácidos grasos saturados como el ácido palmítico, mirístico y esteárico constituyen el 70 % en la leche, mientras que apenas el 4,4% representan el ácido butírico y caproico (Benjamín, 2011).

La grasa es el constituyente que tiene mayor variabilidad debido a varios factores como: raza, edad, alimentación y salud animal, sin embargo existe un promedio que varía entre 3,2 a 4,2% (Hernández & Armenteros, 2011). Además, los lípidos generan en la leche un sabor único indicando que cuando existe un cambio en la grasa no se generan cambios evidentes en su estructura fisicoquímica pero es importante tenerlo en cuenta por que llega a disgustar su sabor (Rodríguez, 2016).

3. Proteína

La composición de las proteínas contribuye directamente en el rendimiento y la aptitud tecnológica en la industria láctea, la leche de vaca posee un valor biológico alto referente a las proteínas por contener los 10 aminoácidos esenciales para la nutrición humana, contiene proteínas insolubles, el 80% representa la caseína siendo esta la proteína más abundante, también estas contienen fósforo mientras que, el lactosuero representa el 20% restante y aquí se encuentran las proteínas solubles que no contienen fósforo sino radicales del grupo sulfuro como es el caso de la α -lactoalbúmina y β -lactoglobulina (Pérez & Defaz, 2013; García, Montiel, & Borderas, 2014).

Todas estas proteínas contribuyen en la nutrición humana así como también en el área industrial es importante para la fabricación de quesos, además el uso del suero permite realizar fórmulas infantiles, suplementos para las personas que hacen deporte e incluso son fuente para fórmulas más específicas (Benjamín, 2011).

4. pH

La leche normalmente tiene un pH débilmente ácido entre 6,6 a 6,8 debido a la presencia de caseína, aniones fosfóricos y cítricos, además estos rangos son considerados que tienen una reacción iónica que se encuentran cercanos a la neutralidad, también en la leche fresca no existe ácido láctico pero si este se desarrolla se debe a varios factores como: el estado en el que se encuentra la ubre, el desarrollo de microorganismos que generan ácido láctico o la presencia de la lactosa que se va fermentando mientras transcurre el tiempo (Angamarca, 2019).

5. Acidez

El contenido de acidez natural es gracias al ácido cítrico, anhídrido carbónico, caseína, lactoalbúmina, fosfatos y cloruros que se encuentran en la leche de vaca. También, el ácido involucra dos clasificaciones: la primera es la acidez actual que indica a los grupos H^+ que se encuentran libres y la segunda es la acidez potencial que se debe a todos los componentes que liberan grupos H^+ al medio gracias a la titulación, además esta acidez es generada por el

desarrollo de bacterias ácido-lácticas que desarrollan lactosa y la transforman en ácido láctico (Rodríguez, 2016; Angamarca, 2019).

La acidez titulable es la suma total de cuatro reacciones como son las siguientes: acidez debido a la caseína, por sustancias minerales y ácidos orgánicos, reacciones secundarias por fosfatos y la última se debe a la presencia de ácido láctico y otros ácidos que provienen de la degradación microbiana de la lactosa, por tal motivo, si la acidez se encuentra en valores inferiores se deduce que la leche es de vacas con mastitis o en fase calostrual pero si el valor está incrementado es debido a la presencia de bacterias contaminantes por ordeños con deficiente higiene y que la leche no ha tenido refrigeración por más de 10 horas (Inga, 2017).

B. Análisis microbiológico de la leche cruda

1. Aerobios mesófilos

Los aerobios mesófilos son aquellos microorganismos que al tener oxígeno libre y una temperatura de 20°C y 45°C inician a desarrollarse sin embargo, al tener una zona óptima entre 30°C y 40°C también les facilita su multiplicación, estas bacterias reflejan la calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda bovina (INEN 1529-5, 2006).

1.2.7. “....Fundamentación legal de buenas prácticas pecuarias en ganadería de leche para pequeños productores.

CAPÍTULO III: Ubicación de la unidad de producción agropecuaria, infraestructura, instalaciones, equipos y utensilios.

➤ Artículo 2. El sitio de ordeño

El sitio del ordeño debe cumplir con las siguientes condiciones:

- a) Debe ubicarse en lugares que faciliten el manejo y bienestar de los animales.
- b) Disponer de agua segura de fácil acceso para las personas y los animales.
- c) Permitir una fácil limpieza para evitar la acumulación de estiércol, lodo y sustancias o desechos orgánicos que puedan contaminar el producto y el ambiente, para disminuir la presencia de moscas u otros insectos y roedores.

- d) Contar con un sistema de manejo adecuado para la eliminación de desechos líquidos y agua lluvia, evitando su encharcamiento.

CAPÍTULO IV: Ordeño Manual.

➤ Artículo 3. Ordeño manual

- a) Al momento del ordeño se deberá evitar la presencia de otros animales domésticos cerca del área de ordeño
- b) Se debe utilizar ropa limpia en el momento del ordeño. Se prohíbe el uso de prendas de vestir usadas en la aplicación de plaguicidas.
- c) Los implementos utilizados para el ordeño manual serán de uso exclusivo. Además, los recipientes (baldes, bidones) donde se recogerá la leche deben ser de material permitido para el uso con alimentos, no podrán estar recubiertos con pinturas, deben estar limpios y desinfectados previo su uso.
- d) Luego del ordeño manual, los bidones con la leche cruda deben ser inmediatamente transferidos a un tanque o fosa de enfriamiento de manera rápida y eficiente, que cubra las tres cuartas partes del bidón.
- e) En caso de no contar con equipamiento para enfriar y refrigerar leche, se debe contar como mínimo con una tosa debidamente acondicionada, limpia y protegida de contaminación y radiación solar, que cuente con suministro de agua fría corriente.
- f) Se prohíbe que en el ordeño manual se emplee al ternero como instrumento de estimulación a la madre a ser ordeñada.
- g) Se debe usar un mecanismo de identificación para reconocer animales específicos, o lotes /alojamientos de animales, que requieran tratamiento o hayan recibido tratamiento, por lo menos hasta que se haya concluido el tiempo de retiro.

➤ Artículo 4. Higiene del Ordeño

Para reducir al mínimo la contaminación de la leche durante el ordeño, es necesario aplicar prácticas de higiene eficaces con respecto a la piel del animal, el manipulador y el ambiente en general.

- a) El ordeño debe realizarse en condiciones higiénicas que incluirán:

1. Una adecuada higiene del personal que realiza el ordeño, condiciones descritas en la higiene del personal.
 2. Limpieza y secado de los pezones, para esto, se debe al final del ordeño sellar con una solución de yodo.
 3. El empleo de recipientes de ordeño (limpios y desinfectados).
 4. Evitar cualquier daño en el tejido del pezón.
- b) Los animales con síntomas clínicos de enfermedades deben ser los últimos en ordeñar y su leche no se utilizara para el consumo humano, ni animal.
- c) Los utensilios que entran en contacto con la leche deben almacenarse en forma separada y deben ser de uso específico para la leche.

➤ **Artículo 5. De la leche no destinada al consumo humano**

- a) Está totalmente prohibido la venta de los siguientes tipos de leche para consumo humano, ni para derivados lácteos para consumo humano:
- Leche de un animal que fue diagnosticado o confirmado por un médico veterinario que tenga una enfermedad clínica transmisible al hombre (zoonosis).
 - La leche de un animal que esta aparentemente enfermo/insalubre.
 - La leche de un animal en fase calostrual (mínimo 4 días y/o 8 ordeños después del parto).
 - La leche con alteraciones en sus características naturales (olor, color, etc.), impura o que no paso la prueba organoléptica.
 - La leche que contiene medicamentos, sustancias inhibidoras, residuos químicos o alguna otra sustancia que podría comprometer la inocuidad del producto o la salud del consumidor.
 - La leche que es recolectada por una persona que tenga una enfermedad transmisible de declaración obligatoria.
 - La leche que haya sido adulterada o contaminada, que contenga cualquier material extraño, a la que se haya adicionado agua o que contenga cualquier tipo de contaminante ya sea químico, físico o biológico.
 - La leche que esté deteriorada por refrigeración inadecuada.

- b) En el caso de que se haya identificado este tipo de leche, el productor deberá demostrar que se lo destina como: abono líquido a los potreros (aplica directamente al suelo) o como materia prima para la elaboración de abonos sólidos para cultivos (compost, lombricultura, entre otros).

CAPÍTULO V: Medidas higiénicas y bioseguridad de la unidad de producción agropecuaria.

➤ Artículo 6. Higiene del Personal:

- a) La persona encargada del ordeño debe hallarse en buen estado de salud.
- b) La persona de la que se sabe o se sospecha que sufre o es portadora de una enfermedad con probabilidades de transmitirse a la leche no debe entrar en zonas de manipulación de leche ya que existe la posibilidad de contaminarla.
- c) La persona encargada del ordeño deberá llevar ropa limpia y específica para el trabajo a realizar.
- d) Las manos del ordeñador deberán estar debidamente limpias y no tener heridas, se debe mantener las uñas cortas, no se debe utilizar anillos u objetos metálicos. Se debe lavar las manos antes y después del ordeño.
- e) Se debe realizar exámenes médicos y de laboratorio al personal encargado del ordeño por lo menos una vez al año y el certificado debe ser emitido por un Centro de Salud oficial o autorizado.

➤ Artículo 7. Limpieza y Desinfección de los implementos utilizados en el ordeño:

- a) Deben ser utilizados exclusivamente para este fin, deberán mantenerse limpios y desinfectados antes y después de realizar las labores.
- b) Los baldes y bidones deben permanecer boca abajo en un mueble o dispositivo para facilitar su completo escurrido, que evite el contacto directo con el suelo, deben ser colocados en un lugar limpio y seco.

CAPÍTULO VI: Bienestar y salud animal

➤ Artículo 9. Bienestar animal:

Es primordial que los procedimientos de manejo sean adecuados, no solamente para asegurar el bienestar animal sino también porque puede marcar la diferencia entre pérdidas y ganancias, tanto por la calidad y cantidad del producto como por la seguridad de los operarios.

- a) El manejo de animales debe cumplir con las llamadas "cinco libertades", establecidas por el Organismo Mundial de Sanidad Animal (OIE):
 1. Libre de hambre, sed y desnutrición.
 2. Libre de malestar físico y térmico.
 3. Libre de dolor, trauma o enfermedad.
 4. Libre de expresar su comportamiento natural.
 5. Libre de miedo y estrés.

➤ **Artículo 10. Salud Animal:**

- a) Se recomienda que el predio tenga la asesoría técnica de un profesional médico veterinario para el diagnóstico de enfermedades y el tratamiento de las mismas.
- b) Los productores deberán utilizar medicamentos aprobados por la Autoridad Nacional Competente, y debidamente registrados para su administración en los animales a tratar.
- c) El hato lechero no deben dar muestra visible de un deterioro de su estado general de salud y no deben mostrar ningún signo de enfermedades infecciosas transmisibles a los seres humanos mediante la leche y deben estar identificados.
- d) Los animales enfermos y/o tratados deben ser separados del resto del hato y registrados, deben estar identificados individualmente y controlados periódicamente por un médico veterinario.
- e) Todos los animales que se encuentren en tratamiento médico y cuyo producto genere tiempo de retiro, deben estar claramente identificados....”

(AGROCALIDAD, 2016).

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda entregada al centro de acopio de la asociación ASOPROPEM, parroquia Sucre, cantón Patate.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar la calidad fisicoquímica de la leche cruda entregada al centro de acopio ASOPROPEM.
- Evaluar la calidad microbiológica de la materia prima que se ofrece a la asociación ASOPROPEM.
- Identificar el estado actual de las prácticas de ordeño realizadas por los productores de la asociación ASOPROPEM a través de la aplicación de encuestas y su contrastación con valores referenciales según las normas INEN 9:2012.

1.4. Hipótesis

Ho: La leche cruda entregada al centro de acopio de la asociación ASOPROPEM no cumple con las normas de calidad según las normas INEN 9:2012.

Hi: La leche cruda entregada al centro de acopio de la asociación ASOPROPEM cumple con las normas de calidad según las normas INEN 9:2012.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales, equipos y reactivos

Materiales de Muestreo	Materiales de Laboratorio
<ul style="list-style-type: none">• Mandil• Botas• Guantes de manejo• Cofia• Mascarillas• Hielera cooler térmica• Frascos estériles desechables• Frascos estériles con conservantes• Termolactodensímetro Quevenne calibrado a 15° C.• Termómetro• Bolsas de hielo• Cucharón de acero inoxidable	<ul style="list-style-type: none">• Piseta• Pipeta• Matraz Erlenmeyer de 100 ml• Bureta automática• Guantes de latex
Equipos	Material de escritorio
<ul style="list-style-type: none">• Equipo analizador de leche EKOMILK• Equipo analizador de leche BACTOSCAN	<ul style="list-style-type: none">• Computadora• Impresora• Esferográficos• Marcador permanente de punta fina• Hojas de papel bond• Libreta de anotaciones• Cámara fotográfica
Muestras	Reactivos
<ul style="list-style-type: none">• Muestra total de leche receptada de los tanques de cada productor	<ul style="list-style-type: none">• Solución estandarizada de hidróxido de sodio• Fenolftaleína al 2%

-
- Agua destilada estéril
-

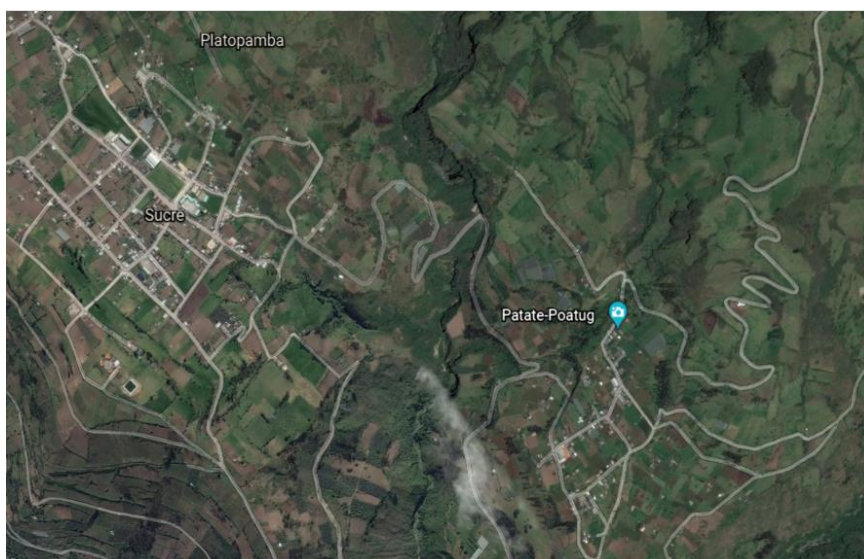
2.2 Métodos

2.2.1. Ubicación del experimento

La recolección de las muestras de la leche cruda se realizó de cada bidón entregado por los productores al centro de acopio de la asociación ASOPROPEM del cantón Patate, parroquia Sucre, sector de Poatug ubicado en la provincia de Tungurahua.

2.2.2. Características del lugar

El cantón Patate tiene una temperatura de 18°C - 20 °C y humedad relativa con viento del Sur a 10 km/h, humedad del 81 % (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2021). La asociación ASOPROPEM está ubicada a 1°16'32.7" S y 78°29'16.5" W con una altitud de 2740 m s.n.m. (Google Earth, 2022).



(Google Earth, 2022).

Los análisis correspondientes para los parámetros fisicoquímicos se realizaron en el laboratorio de la planta SOPRAB que se encuentra ubicada en la calle 22 de Enero e Itamaraty, diagonal al parque central de Atahualpa, parroquia Atahualpa, provincia de Tungurahua,

Ecuador (SOPRAB INDUSTRIAS LÁCTEAS, 2021). Y para el análisis microbiológico de la leche cruda se procedió a realizar en el laboratorio especializado de AGROCALIDAD que se encuentra ubicado en la calle Eloy Alfaro N30-350 y Av. Amazonas. Ed. MAG, piso 9, sector la granja, de la parroquia de Tumbaco, provincia de Pichincha, Ecuador (GAD Tumbaco, 2021).

En el sector de Poatug específicamente en cada una de las instalaciones de ordeño de los productores que entregan la leche cruda bovina al centro de acopio ASOPROPEM se ejecutó la encuesta y la lista de chequeo pertinente sobre las buenas prácticas de ordeño, el sector se encuentra a una altitud de 2740 m s.n.m. y sus coordenadas geográficas son: 1°16'32.7" S 78°29'16.5" W (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2021).

2.2.3. Factores en estudio

Leche cruda de los tanques de cada uno de los productores del centro de acopio ASOPROPEM.

2.2.4. Metodología

2.2.4.1 Selección de productores

La población considerada para el presente estudio fue de los 51 socios del centro de acopio ASOPROPEM de la parroquia Sucre del cantón Patate. Se utilizó un muestreo Estratificado, en el Estrato I estuvo formado por los socios fundadores y el Estrato II lo conformaron los proveedores que también pertenecen a la asociación pero por la demora de ciertos trámites debido a la pandemia la cual estamos pasando actualmente no se legalizan los documentos para pertenecer a la sociedad mencionada.

Para determinar a los productores que formaron parte de la muestra se aplicó un muestreo discrecional a cada estrato en donde el criterio de selección estaba basado en las siguientes características: los productores poseen animales con un nivel de producción media, realizan el mismo manejo para los animales en producción, cumplen el proceso de ordeño básico, manejo adecuado de la alimentación, sanidad y bienestar de sus animales.

2.2.4.2 Cálculo del tamaño de la muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra en cada uno de los estratos, se considerará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{d^2 (N - 1) + Z^2 pq}$$

Donde:

N= Población

Z= Nivel de confianza (95% = 1.96)

d= Margen de error (10%)

p= Probabilidad de éxito (0.5)

q= Probabilidad de fracaso (0.5)

Tabla 3.

Distribución de la muestra de productores de leche por estratos.

PRODUCTORES	TOTAL DE PRODUCTORES	MUESTRA
SOCIOS FUNDADORES	18	12
PROVEEDOR	33	22
Total	51	34

2.2.5 Manejo del experimento

Se determinó que para el muestreo estratificado se tomará en cuenta a los 18 socios fundadores en donde se eligieron 12 socios con un criterio discrecional para la recolección de las muestras de leche cruda y de las 33 personas proveedoras se consideró a 22 proveedores para la toma de muestras de la materia prima entregada al centro de acopio lechero ASOPROPEM obteniendo un total de 34 productores para la toma de muestras para el presente estudio.

Se requirió de 1 muestra de leche con volumen de 200 ml en frascos estériles por productor para el análisis fisicoquímico y determinar grasa, proteína, pH, acidez y temperatura, mientras que para el análisis microbiológico se obtuvo una muestra diaria de la leche con un volumen de 50 ml en frascos estériles con conservante azidol para determinar el contaje de aerobios mesófilos el cual previene el desarrollo bacteriano, para ello se homogenizó con movimientos suaves y repetitivos hasta que el conservante se haya disuelto completamente en la muestra, todas las muestras fueron recolectados en un día de cada semana, dispuestos en dos periodos de tiempo, el primer miércoles fue en el horario de la mañana de 07:00- 09:00 am y el segundo miércoles por la tarde de 17:00-18:30 pm.

Posteriormente, se obtuvo un total de 4 muestras de las dos semanas de recolección con un volumen total de 500 ml por productor, se realizó los análisis por triplicado para dar confiabilidad a los resultados los cuales fueron compararon con los parámetros de la norma INEN 9:2012 y del Código Alimentario Argentino exclusivamente para la variable pH (Tabla 1 y Tabla 2). Además en el lapso del tiempo muestreado se evaluó las buenas prácticas de ordeño mediante la aplicación de encuestas y la lista de chequeo (INEN 4, 2013).

2.2.6 Toma de muestras en el centro de acopio

El proceso de muestreo se llevó a cabo de acuerdo al horario establecido y a la normativa NTE INEN 4 para leche y productos lácteos - Muestreo (INEN 4, 2013). Además las muestras para los análisis fisicoquímico y microbiológico se recolectaron con técnicas asépticas en base

a la normativa NTE INEN-ISO 707 y las directrices para la toma de muestras (INEN, 2014). Luego de realizar la recolección de las muestras de leche cruda homogenizada por productor se procedió a rotular con un código como se mostrará en la tabla 4:

Tabla 4.

Identificación de la muestra

Número de muestra:	01-34 (M) / (T)
Siglas del productor:	SR (Segundo Rodríguez)
Fecha:	09-02-2022
Centro de Acopio:	ASOPROPEM

Donde:

M= Mañana

T= Tarde

Luego se almacenó las muestras obtenidas dentro de un cooler con bolsas de hielo para mantener de esta manera una temperatura de aproximadamente 2 a 8°C. De inmediato se procedió al envío de las muestras al laboratorio para su respectivo análisis, aquí el tiempo transcurrido entre la recolección y la entrega al laboratorio de la planta de lácteos Kazú fue de 2 horas para realizar el examen fisicoquímico y para el laboratorio de AGROCALIDAD fue de 4 horas para el análisis microbiológico.

2.2.7. Variables respuesta

2.2.7.1 Análisis fisicoquímico (AFQ) de la leche cruda

La temperatura se midió con un termolactodensímetro Quevenne calibrado a 15° C. obteniendo una muestra homogenizada de los tanques de cada uno de los productores que entregan la leche cruda al centro de acopio utilizando como unidad de medida los grados Celsius (AGROCALIDAD, 2021)

Para el análisis composicional se ocupó el equipo EKOMILK que es un analizador de leche completamente automático, rápido y económico (Yuquilema & Huilca, 2016), el fundamento de este equipo digital ultrasónico parte de la succión de aproximadamente 50 ml de leche homogenizada, luego esta pasa por una onda de ultrasonido, un microprocesador incorporado en el equipo, analiza y determina los resultados que se expresarán en valores de porcentaje tanto para grasa y proteína (Guamán, 2015), mientras que para pH se midió la concentración de protones o iones hidrógeno, es decir, de la acidez o basicidad de la leche cruda (Código Alimentario Argentino, 2006; Flores, 2020).

Además, para la acidez de la leche se implementó la técnica de volumetría o titulación en donde se analizó la leche con una temperatura aproximada de 20°C debidamente homogenizada, se ocupó 9 ml de leche, se colocó 3 a 4 gotas de la solución indicadora de fenolftaleína y luego con la bureta se procedió a agregar la solución 0,1 N de hidróxido de sodio lentamente y se agitó hasta conseguir un color rosado persistente que desaparece lentamente, además la unidad de medida para este parámetro fue el porcentaje en masa de ácido láctico (INEN 13, 2013).

2.2.7.2. Análisis microbiológico de la leche cruda

En el análisis microbiológico se realizó el conteo de aerobios mesófilos en donde se utilizó el método de citometría de flujo usando el equipo BACTOSCAN ya que esta es una prueba rápida, automática y fiable que no requiere de la preparación de medios de cultivo (FOSS, 2013), aquí se utilizó un colorante fluorescente (bromuro de etidio) que reduce y dispersa los constituyentes de la leche para evitar las interferencias de otras partículas (Marri et al., 2020), este se inyecta en la muestra y la colorea a través de una cámara de flujo y el sistema óptico detecta a las partículas teñidas por fluorescencia obteniendo así resultados que son expresados como 1000/ml y representan la cantidad de bacterias aerobias mesófilas presentes en las muestras (Cordero et al., 2019).

Todos los ensayos fueron sujetos a controles de calidad dentro del sistema de gestión de calidad de acuerdo a la Norma ISO17025, 2017 para los laboratorios, garantizando resultados

analíticos fiables de parámetros fisicoquímico y microbiológicos de la leche cruda de cada productor seleccionado.

2.2.8 Encuesta a los productores que entregan la leche cruda al centro de acopio ASOPROPEM

Se elaboró una encuesta con preguntas de selección múltiple basadas en las buenas prácticas de ordeño con el fin de realizar un diagnóstico de cumplimiento o no de estas buenas prácticas de ordeño de los 34 productores seleccionados que entregan la leche al centro de acopio ASOPROPEM. El modelo de encuesta se realizó en base a AGROCALIDAD y Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN-CODEX-57:2013 (AGROCALIDAD, 2012).

2.2.9 Lista de chequeo aplicada para el proceso de ordeño

La lista de chequeo se basó de acuerdo a la documentación de AGROCALIDAD sobre el proceso de ordeño para los 34 productores seleccionados para este estudio (AGROCALIDAD, 2012).

2.2.10 Procesamiento de la información

Para la presente investigación se utilizó el programa Microsoft Office Excel 2013 para la tabulación de datos facilitando la elaboración de gráficas y tablas, también se manejó un análisis descriptivo y de correlación con el programa Infostat 2021.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Para el presente trabajo se tomó en cuenta a 12 socios y 22 proveedores de leche del centro de acopio ASOPROPEM, se efectuó la toma de muestras durante 2 semanas con una diferencia de 14 días entre el primero y segundo muestreo obteniendo 4 muestras por cada uno, donde se recolectaron un total de 136 muestras de los 34 productores.

3.1.1 Características fisicoquímicas y microbiológicas

Tabla 5.

Estadística descriptiva de las variables fisicoquímicas estudiadas de la leche cruda entregada al centro de acopio por parte de los pequeños productores

RESUMEN	°C	%	%	pH	%
	TEMPERATURA	GRASA	PROTEÍNA		ACIDEZ
n	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00
Media	23,65	3,88	3,15	6,70	0,15
D.E	0,85	0,60	0,09	4,7E-03	1,1E-03
Var (n-1)	0,72	0,36	0,01	2,3E-05	1,3E-06
E.E	0,15	0,10	0,02	8,1E-04	1,9E-04
C.V	3,59	15,48	2,89	0,07	0,76
Min	22,00	3,10	2,97	6,69	0,15
Máx	25,50	6,03	3,35	6,70	0,15
Mediana	24,00	3,81	3,15	6,70	0,15

Nota: n=Número de muestras D.E= Desviación Estándar Var (n-1)= Varianza
E.E=Error Experimental C.V= Coeficiente de variación

En la tabla 5 se reportan los parámetros fisicoquímicos de la leche cruda bovina indicando valores estadísticos de media para temperatura, grasa, proteína, pH y acidez, con resultados de 23,65 °C, 3,88 %, 3,15%, 6,70 y 0,15% respectivamente, también se muestra el coeficiente de variación para los mismos parámetros (temperatura, grasa, proteína, pH y acidez) siendo los valores de 3,59°C, 15,48%, 2,89%, 0,07 y 0,76 respectivamente indicando que al ser bajos al 20% los datos se encuentran agrupados cerca de su media, de igual manera explica la confiabilidad de los resultados obtenidos. Además, se observan valores como desviación estándar, varianza, error experimental, rangos tanto mínimos como máximos y la mediana en dicha tabla.

Tabla 6.

Estadística descriptiva del parámetro microbiológico estudiado de la leche cruda entregada al centro de acopio por parte de los pequeños productores

	UFC/cm ³
RESUMEN	AEROBIOS MESÓFILOS
N	34,00
Media	239 926,47
D.E	201254,78
Var (n-1)	40503486853,83
E.E	34514,91
C.V	83,88
Min	10500,00
Máx	795000,00
Mediana	189500,00

Nota: n=Número de muestras
E.E=Error Experimental

D.E= Desviación Estándar
C.V= Coeficiente de variación

Var (n-1)= Varianza

Como se observa en la tabla 6, se muestran valores estadísticos de tendencia central como media y mediana para aerobios mesófilos, con resultados de 239 926,47 UFC/cm³ y 189 500, 00 UFC/cm³ respectivamente, también se muestra el coeficiente de variación siendo el valor de 83,88 UFC/cm³, este coeficiente es alto debido a que los resultados microbiológicos de cada uno de los pequeños productores tuvo una amplia variabilidad en los datos registrados ya que este parámetro involucra microorganismos vivos y su acción reproductiva es continua por efecto del tiempo y temperatura. Además, se observan valores como desviación estándar, varianza, error experimental, rangos tanto mínimos como máximos en dicha tabla.

3.1.2 Análisis de correlación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de los productores del centro de acopio lechero ASOPROPEM

Tabla 7.

Coefficiente de correlación de Pearson de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la leche cruda entregada al centro de acopio

Variable Independiente	Variable Dependiente	n	r Pearson	p- valor
°C TEMPERATURA	% GRASA	34	0,03	0,8694 <i>NS</i>
°C TEMPERATURA	% PROTEÍNA	34	-0,06	0,7572 <i>NS</i>
°C TEMPERATURA	pH	34	0,23	0,1820 <i>NS</i>
°C TEMPERATURA	% ACIDEZ	34	-0,13	0,4512 <i>NS</i>
°C TEMPERATURA	UFC/cm ³	34	0,12	0,5032 <i>NS</i>
AEROBIOS MESÓFILOS				
% GRASA	% PROTEÍNA	34	0,39	0,0224 <i>S</i>
% GRASA	pH	34	0,21	0,2313 <i>NS</i>

% GRASA	% ACIDEZ	34	-0,10	0,5667 NS
% GRASA	UFC/cm ³	34	-0,17	0,3472 NS
AEROBIOS MESÓFILOS				
% PROTEÍNA	pH	34	0,11	0,5338 NS
% PROTEÍNA	% ACIDEZ	34	-0,14	0,4304 NS
% PROTEÍNA	UFC/cm ³	34	-0,09	0,6242 NS
AEROBIOS MESÓFILOS				
pH	% ACIDEZ	34	-0,25	0,1588 NS
pH	UFC/cm ³	34	-0,06	0,7420 NS
AEROBIOS MESÓFILOS				
% ACIDEZ	UFC/cm ³	34	0,01	0,9700 NS
AEROBIOS MESÓFILOS				

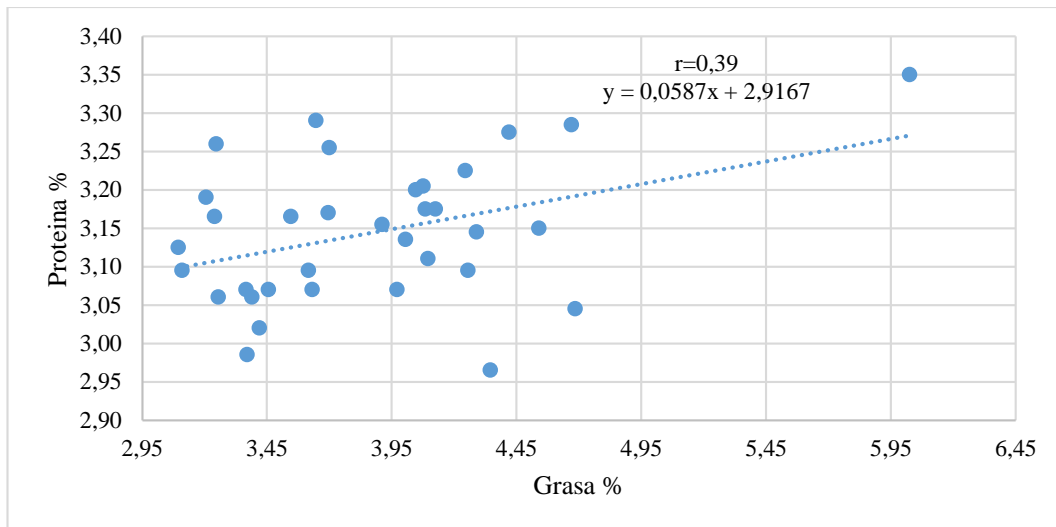
Nota: n=Número de muestras p-valor= Valor de significancia r Pearson= Coeficiente de correlación
S= Significativo NS=No significativo

La correlación de Pearson realizada reportó valores no significativos ($p>0,05$) para las variables estudiadas, sin embargo, la correlación y el nivel de significancia que se muestra entre grasa y proteína fue de $r= 0,39$ y $p= 0,0224$ lo que demuestra la presencia de significancia estadística.

3.1.2.1 Análisis de correlación y regresión entre grasa y proteína

Gráfico 1.

Diagrama de dispersión entre grasa y proteína



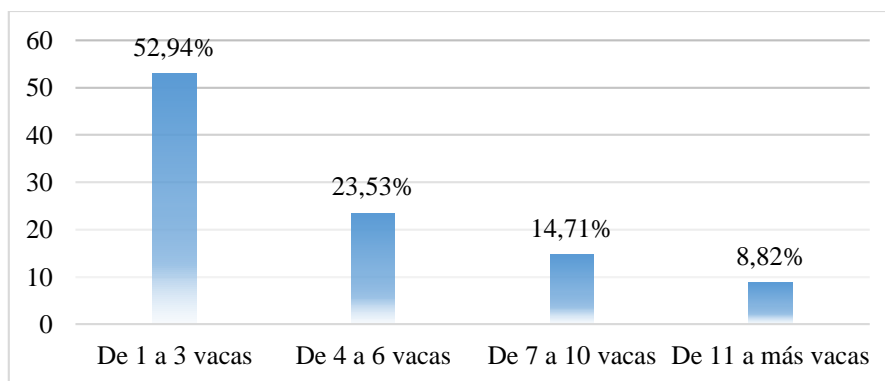
Como se observa en el gráfico 1, se demuestra la correlación entre grasa y proteína, r al ser un valor positivo indica que la línea de tendencia crece en dirección izquierda a derecha, aquí se representa la pendiente de la recta con la ecuación $y = 0,0587x + 2,9167$ con correlación $r = 0,39$ identificándose como una correlación baja.

Una vez realizadas las encuestas y el check list a los productores seleccionados en el caserío de Poatug sobre las buenas prácticas de ordeño e inocuidad de los alimentos basadas en el Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN-CODEX-57:2013 y AGROCALIDAD, se procedió a realizar la correspondiente tabulación y el respectivo procesamiento de la información para la posterior interpretación de los datos.

3.1.3 Resultados de las encuestas realizadas a los productores de la asociación ASOPROPEM sobre las buenas prácticas de ordeño basadas en el Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN-CODEX-57:2013 y AGROCALIDAD.

Gráfico 2.

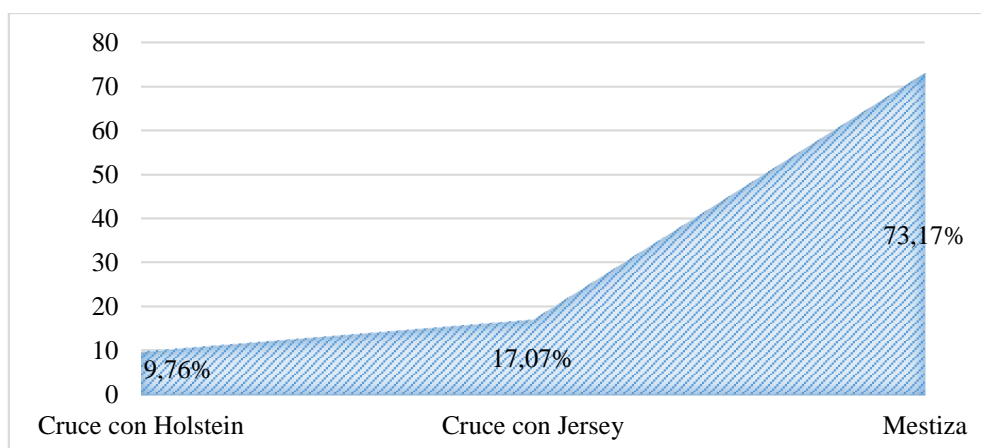
Porcentaje del número de animales en ordeño



Nota: El 52,94 % de la población evaluada posee entre 1 a 3 vacas, seguido del 23,53 % que tiene de 4 a 6 vacas mientras que, el 14,71 % tiene de 7 a 10 vacas y tan solo el 8,82 % poseen de 11 a más vacas en ordeño. Estos porcentajes obtenidos se deben a que los pequeños productores que se dedican a esta actividad lechera con 1 a 6 vacas lo desarrollan como una actividad complementaria a sus recursos económicos necesarios para su vida diaria, mientras que, los pocos productores que poseen más ganado consideran como su primera actividad económica para su diario vivir.

Gráfico 3.

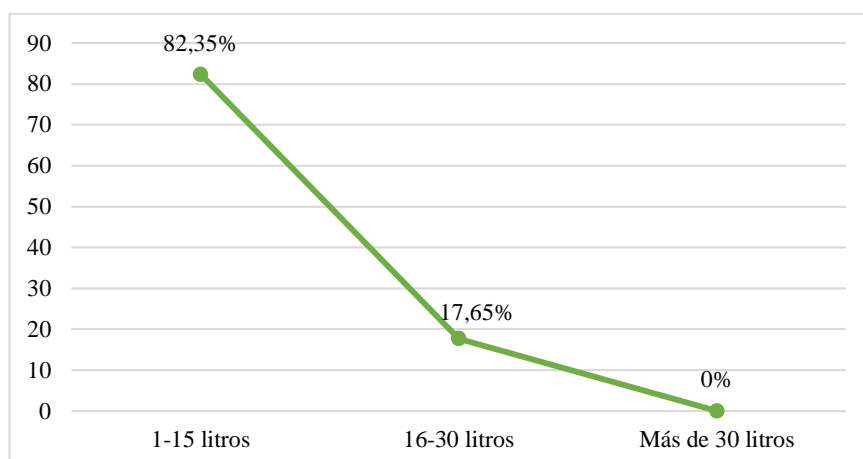
Porcentaje del tipo de raza de ganado de los productores



Nota: En el gráfico anterior se observa que el 73,17 % corresponde a la raza mestiza que poseen los productores debido a que los propietarios no tienen el tiempo suficiente ni la cantidad de dinero correspondiente para poseer un animal puro ya que, estos demandan un costo muy alto y no representan con el poco tiempo que invierten en la producción de leche, mientras que el 17,07 % representa cruces con la raza Jersey y el 9,76 % indica cruzamientos con la raza Holstein.

Gráfico 4.

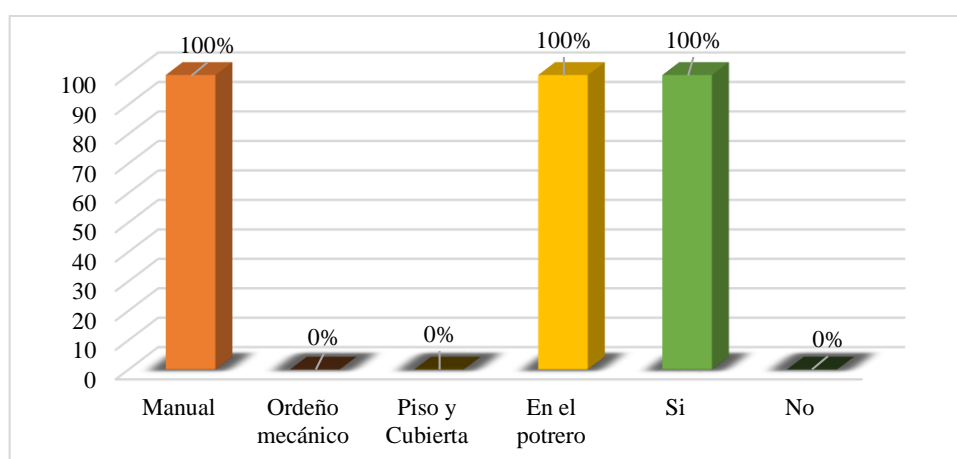
Porcentaje de producción diaria por vaca



Nota: El 82,35% de los productores encuestados manifiestan que poseen una producción de leche diaria por vaca de 1-15 litros debido a que la mayoría de bovinos son mestizos mientras que el 17,65 % representa 16 a 30 litros diarios por vaca con cruces Holstein y Jersey actualmente en el presente estudio.

Gráfico 5.

Tipo de ordeño, instalaciones y aseo de las manos en el ordeño por parte de los pequeños productores

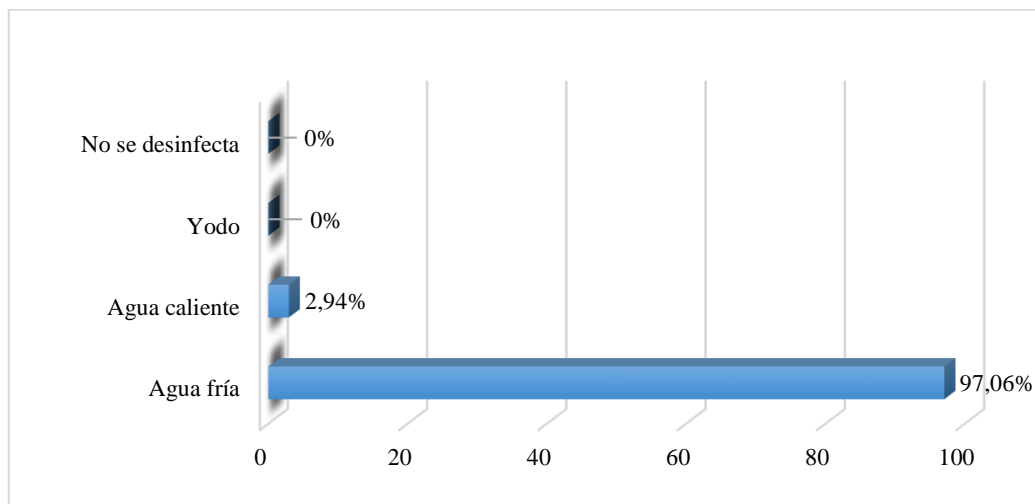


Nota: El 100% representa al ordeño manual que realizan los pequeños productores encuestados debido a que todos han aprendido este mecanismo ancestral del conocimiento de sus padres y abuelos. Del mismo modo, el ordeño diario lo efectúan en el potrero alejado de las heces de los

animales en campo. Así mismo, sucede con el aseo donde lavan sus manos y brazos antes del ordeño para evitar la contaminación de su leche.

Gráfico 6.

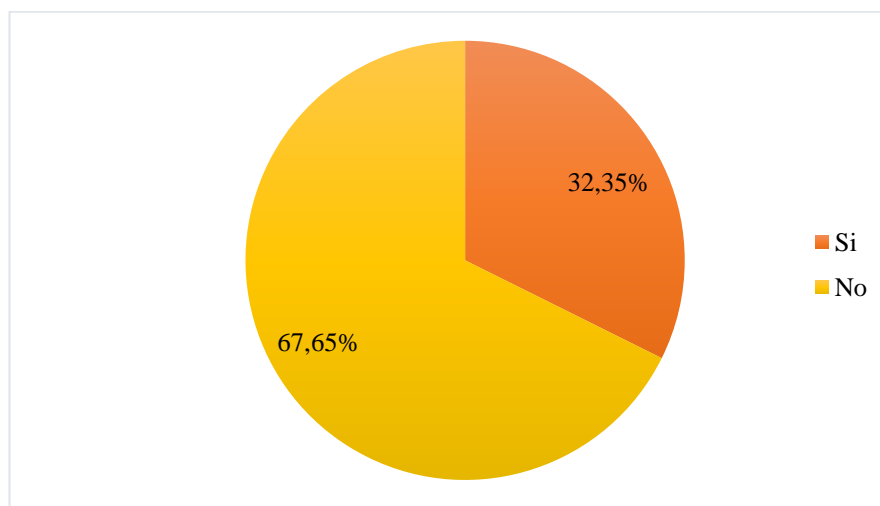
Limpieza de las manos de los productores



Nota: El 97,06% representa a los productores que lavan sus manos con agua fría y el 2,94% se lavan las manos con agua caliente diariamente antes de efectuar el ordeño con el fin de minimizar la contaminación de su leche al momento de ordeñar a sus vacas.

Gráfico 7.

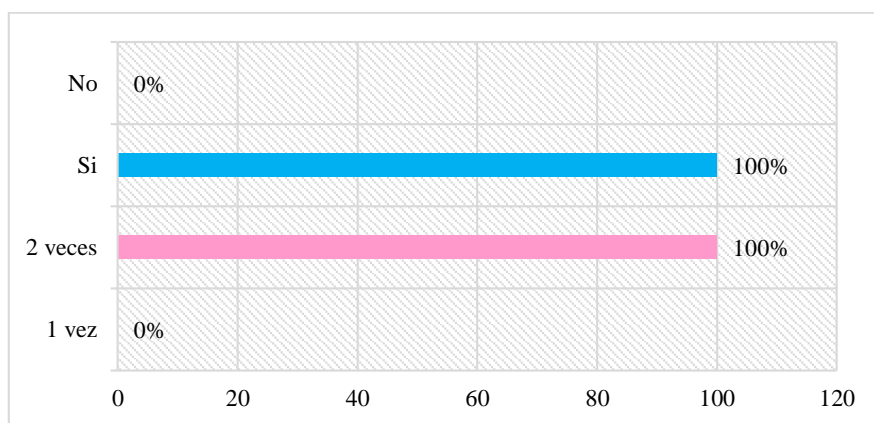
Uso del ternero antes de ordeñar



Nota: El 67,65% de los productores encuestados no utiliza al ternero antes de ordeñar, además la mayoría vende a los terneros machos y a las hembras las separan a los 15 días de su nacimiento para iniciar su crianza, pero el 32,35% si utiliza a los terneros para estimular a las vacas antes del ordeño por tradición y costumbre aprendida de sus padres.

Gráfico 8.

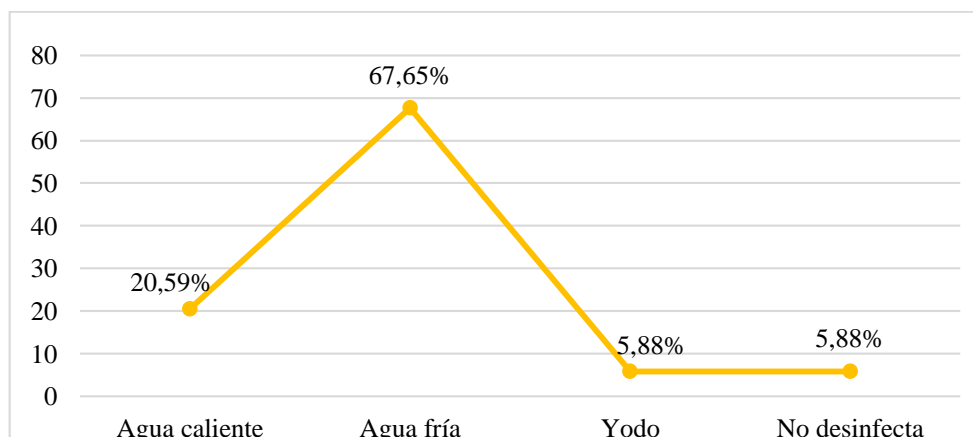
Número de ordeños al día y el horario establecido por los productores de la asociación ASOPROPEM para realizar el ordeño diario



Nota: Todos los pequeños productores de la asociación lechera ordeñan 2 veces al día y poseen un horario específico, es decir en la mañana entre las 5:30 a 7:00 am y tarde de 16:00-17:00pm representando el 100% de la población encuestada.

Gráfico 9.

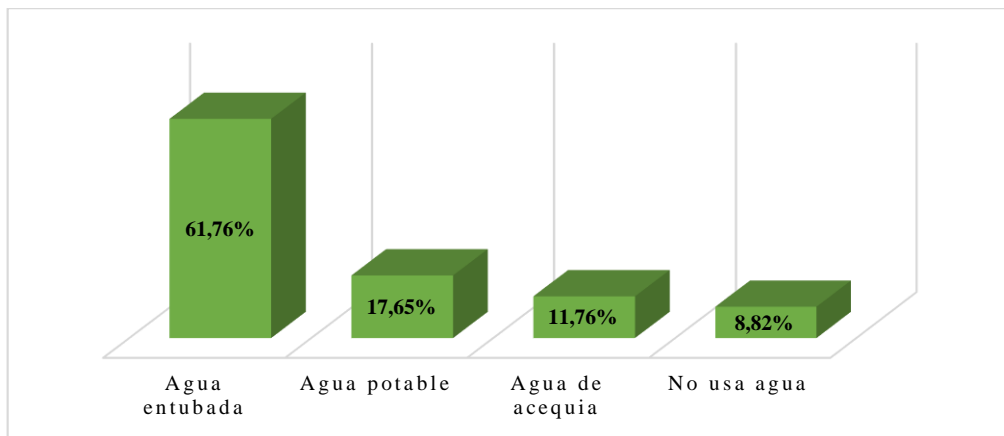
Limpieza de las ubres de las vacas de los productores encuestados



Nota: El 67,65% de los productores lava con agua fría las ubres de sus vacas, el 20,59% indica que usan agua caliente, mientras que el 5,88% representa a ciertos productores que emplean yodo para desinfectar las ubres, y el otro 5,88% indica que no emplean nada para limpiar las ubres.

Gráfico 10.

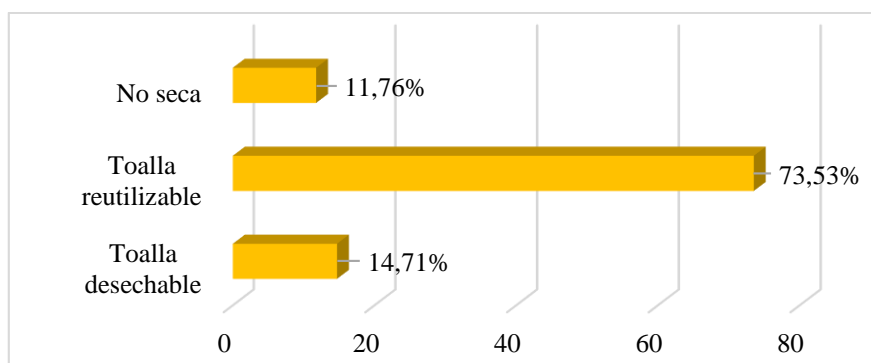
Tipo de agua usada para el aseo de las ubres



Nota: El 61,76% de productores usa agua entubada para el aseo de las ubres de sus vacas ya que en el sector del caserío Poatug esta agua es la más utilizada debido a que baja directamente de los páramos siendo esta natural, el 17,65% representa el agua potable mientras que el 11,76 y el 8,82% señala el uso de agua de acequia y que no usan agua para el aseo de la ubre de sus vacas respectivamente.

Gráfico 11.

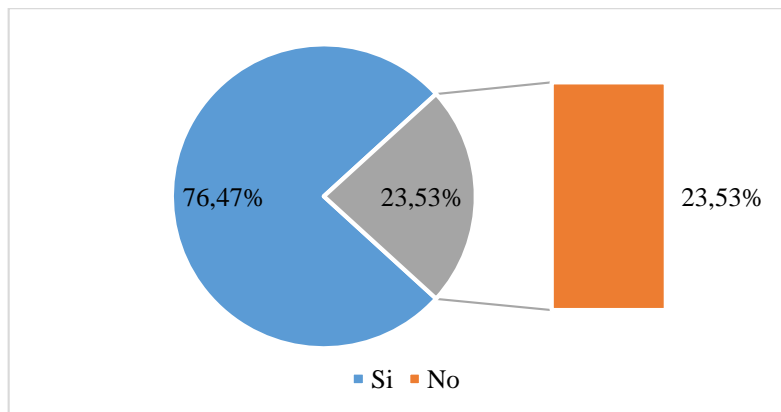
Tipo de toalla que los productores utilizan para secar las ubres de sus vacas



Nota: El 73,53% de los productores encuestados utiliza toallas reutilizables que comúnmente son trapos de telas para secar las ubres, el 14,71% representa el uso de toallas reutilizables y el 11,76% de productores no secan las ubres con nada debido a que no lavan las ubres de sus animales en ordeño.

Gráfico 12.

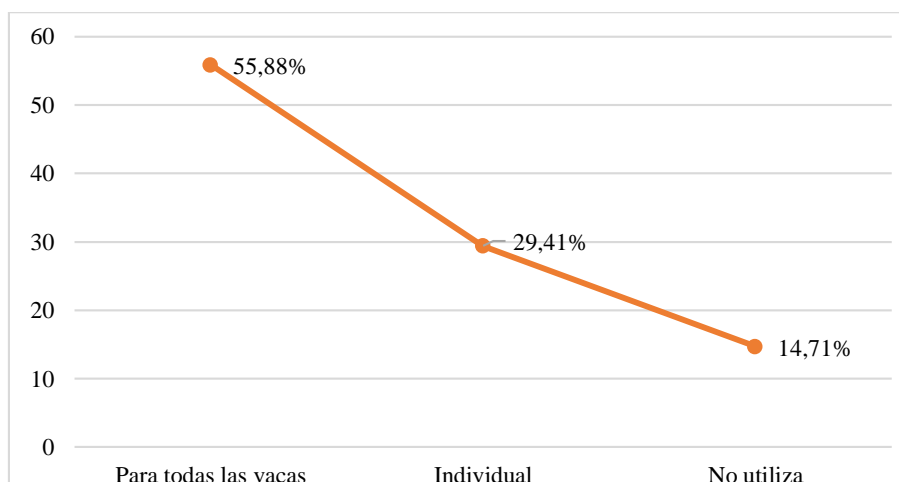
Despunte de los pezones realizado por parte de los productores de la asociación lechera.



Nota: De la población encuestada el 76,47% de productores realiza el despunte de los pezones de cada una de las vacas en producción mientras que, el 23,53% no realiza el despunte debido a que usan al ternero para estimular a la vaca antes de ordeñarlas.

Gráfico 13.

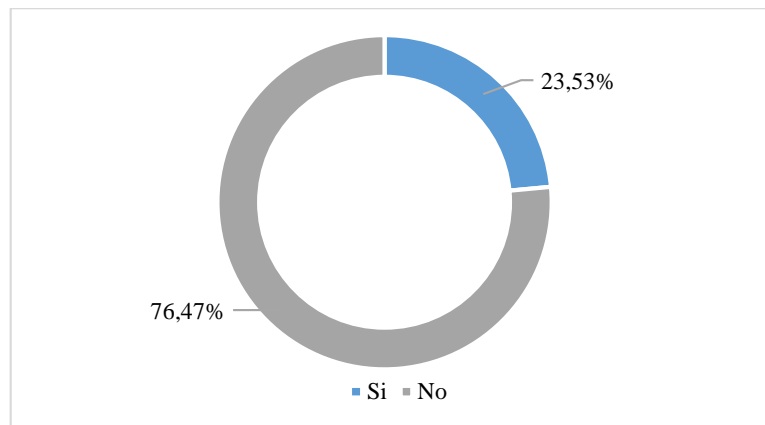
Secado de las ubres de las vacas de los productores



Nota: Para el secado de las ubres el 55,88% de productores encuestados utiliza una toalla para todas las vacas siendo estos trapos de tela, el 29,41% usan una toalla individual que son papeles absorbibles para los pezones de cada vaca mientras que el 14,71% no emplean nada para secar las ubres.

Gráfico 14.

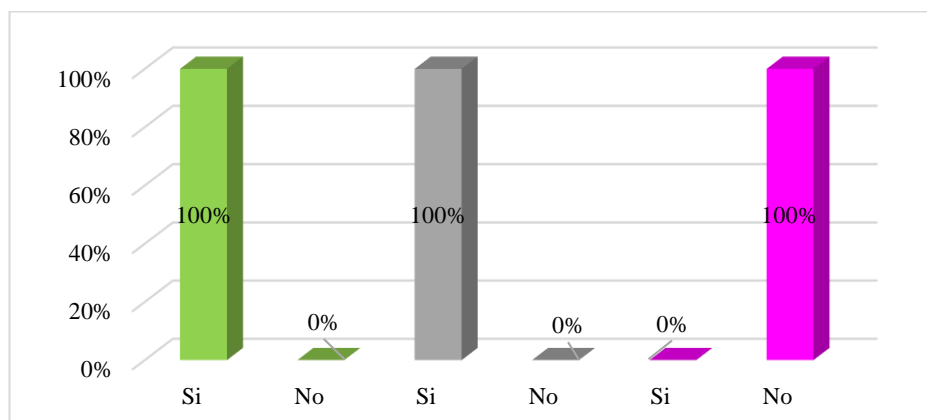
Sellado de los pezones de las vacas de los productores de la asociación ASOPROPEM



Nota: El 76,47% de productores encuestados no realizan el sellado de los pezones de sus vacas debido a que algunos usan terneros y otros optan por no sellar mientras que el 23,53% si realizan el sellado de las ubres con yodo.

Gráfico 15.

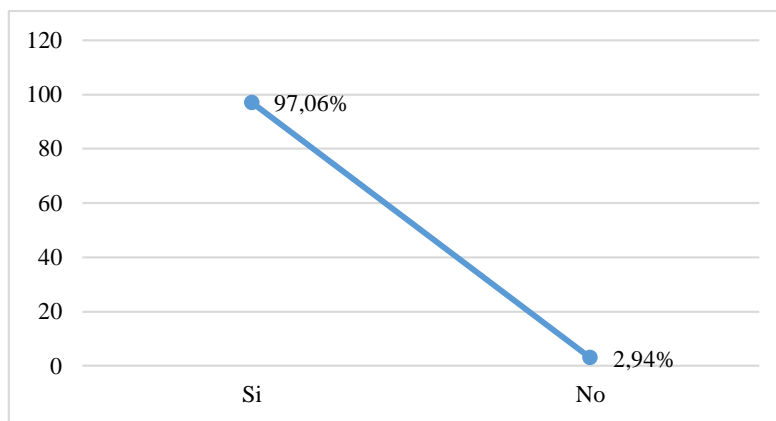
Conocimiento de los productores sobre mastitis, ordeño y mezcla de leche con presencia de ésta enfermedad



Nota: Todos los productores encuestados que reflejan el 100% conocen la enfermedad de mastitis, también ordeñan al último a los animales que identifican la presencia de mastitis o se encuentran enfermos cuando se da el caso. Igualmente, los pequeños productores no mezcla la leche de vacas sanas con leche de vacas con mastitis, cuando existe la presencia de una vaca con dicha enfermedad los propietarios optan por botar esa leche.

Gráfico 16.

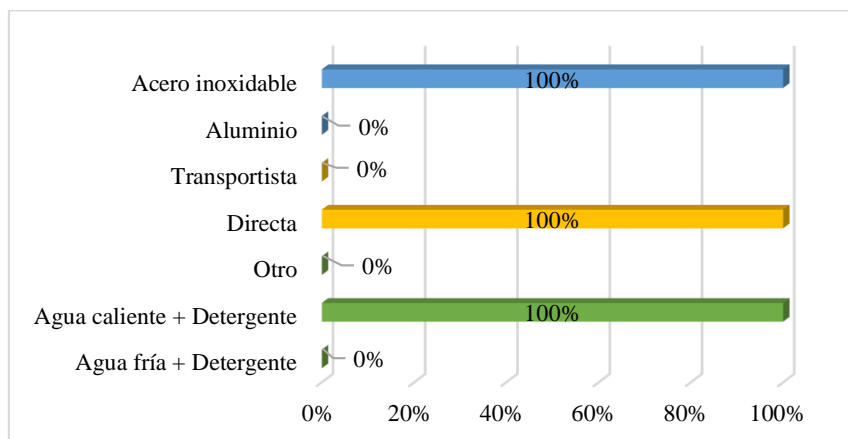
Aplicación de la prueba de CMT para diagnosticar mastitis



Nota: El 97,06% indica que los pequeños productores evaluados realizan la prueba de CMT (California mastitis test) para detectar mastitis en su ganado mientras que el 2,94% no realiza dicha prueba.

Gráfico 17.

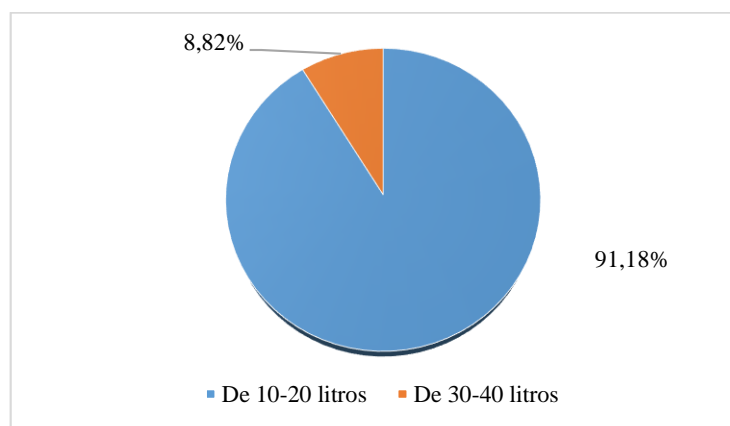
Tipo de recipientes, transporte de leche y lavado de bidones.



Nota: Los productores utilizan agua caliente con detergente para lavar los recipientes usados en el ordeño ya que esta actividad se realiza todos los días en el centro de acopio ASOPROPEM. De igual forma, diariamente se realiza el transporte de leche directo al tanque de enfriamiento. Y además, ocupan recipientes de acero inoxidable para transportar la leche, siendo estos bidones o tanques.

Gráfico 18.

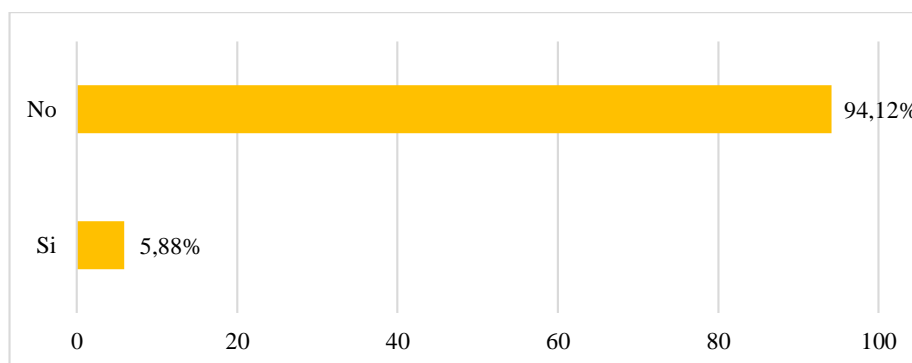
Volumen del tanque de leche de los productores encuestados



Nota: Del total de la población evaluada el 91,18% posee tanques de 10-20 litros debido a que la mayoría tiene entre 1 a 3 vacas, mientras que el 8,82% representa a los productores que utiliza tanques de 30-40 litros por que poseen entre 6 a 11 vacas.

Gráfico 19.

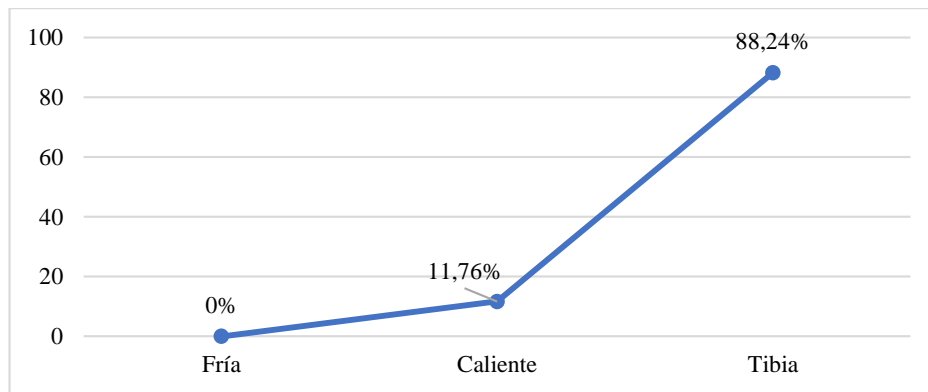
Uso de trapos, plásticos u otro material en las tapas de los bidones de los productores



Nota: El 94,12% de productores no coloca trapos, plásticos u otro material en las tapas de sus bidones de acero inoxidable mientras que, el 5,88% de productores si colocan para evitar que se riegue la leche al momento de su transporte al centro de acopio.

Gráfico 20.

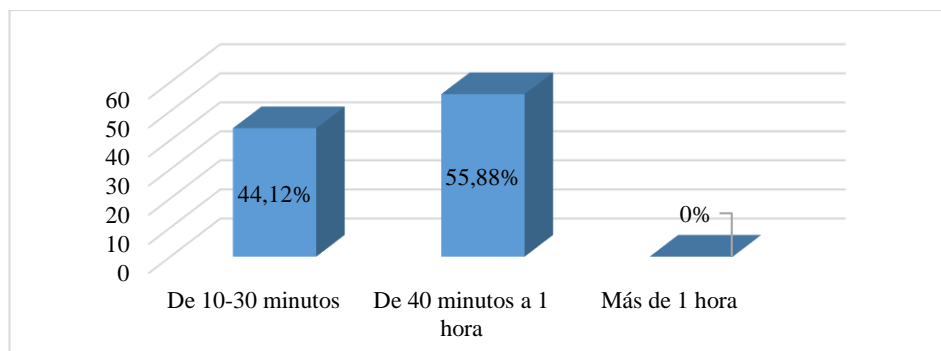
Nivel de temperatura a la que es entregada al centro de acopio la leche ordeñada por los productores



Nota: Del total de la muestra, el 88,24% indica que la temperatura a la que mantienen la leche hasta ser entregada al centro de acopio es tibia (11 a 15 °C) debido a que los animales se encuentran alejados del centro de acopio, a diferencia del 11,76% que corresponde a una leche caliente (16 a 35 °C) debido a que los potreros se encuentran cercanos al centro de acopio, además se debe tener en cuenta que los productores encuestados no enfrían su leche.

Gráfico 21.

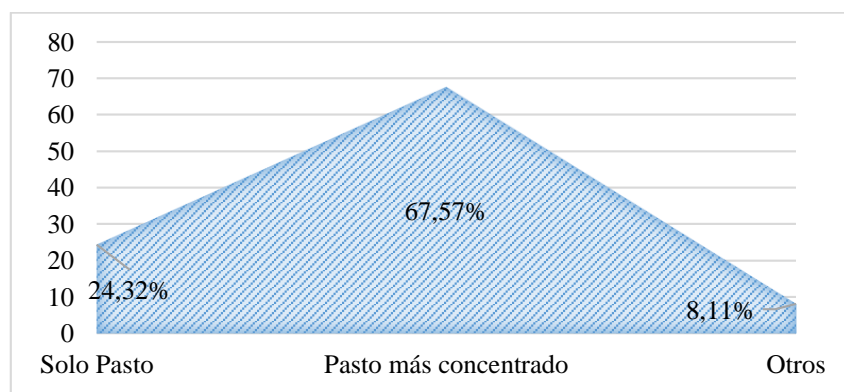
Lapso de tiempo entre el final del ordeño y la entrega diaria de la leche de cada productor al centro de acopio



Nota: El 55,88% de los productores evaluados respondieron que se demoran entre 40 minutos a 1 hora en entregar su leche directamente al centro de acopio ya que la mayoría se transporta caminando desde el lugar de ordeño, mientras que el 44,12% ocupa entre 10 a 30 minutos debido a que los potreros se encuentran cercanos pese a que caminan desde el lugar de ordeño.

Gráfico 22.

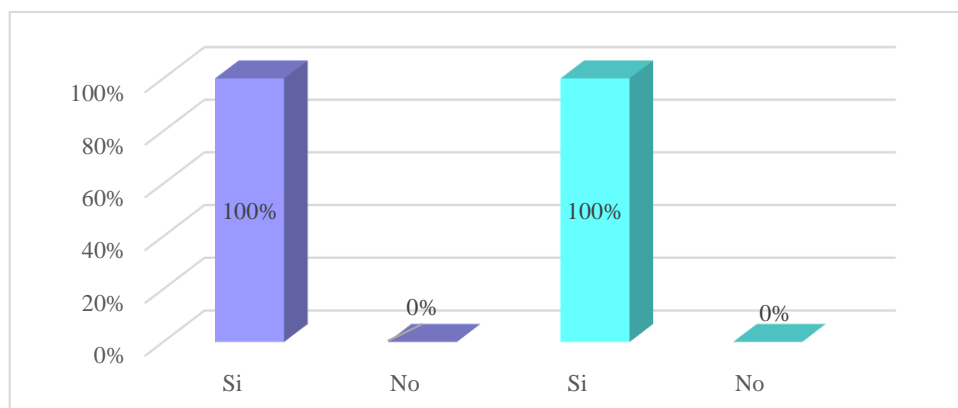
Tipo de alimentación utilizada para las vacas en ordeño de los productores de la asociación ASOPROPEM



Nota: El 67,57% de los productores encuestados en el presente estudio manifiestan que implementan pasto más concentrado como base de alimentación para sus vacas, el 24,3% utilizan solo el pasto de sus potreros y el 8,11% utilizan otro tipo de alimentación como es caña de maíz, silo y melaza como un aditivo adicional a su pasto y balanceado.

Gráfico 23.

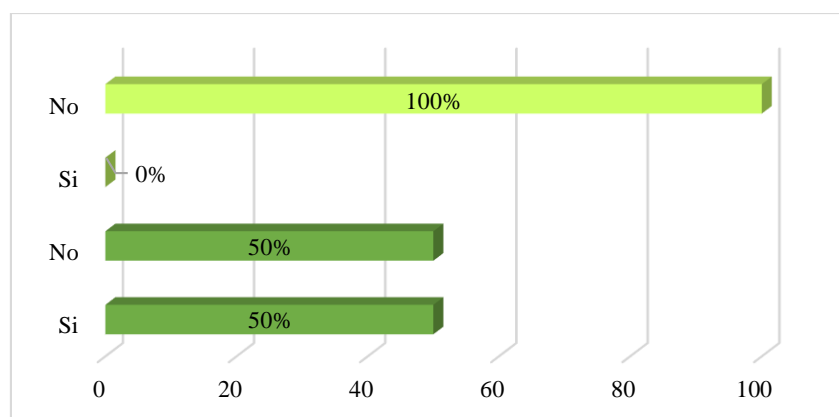
Suministro de sal mineral y los animales poseen agua a disponibilidad



Nota: Del total de los productores encuestados el 100% respondió que si utilizan sal mineral como suplemento en la alimentación de sus animales pasando uno o dos días a la semana, y disponen de agua limpia para el consumo de los semovientes, debido a que el agua que usan proviene de fuentes naturales ubicadas en los páramos.

Gráfico 24.

Conocimiento y compensación adicional por cumplir parámetros de calidad de la leche



Nota: El 50% de los productores encuestados tiene un conocimiento básico sobre la calidad de leche debido a que les dieron una charla sobre esto cuando formaron la asociación para el centro de acopio mientras que, el otro 50% desconoce sobre la calidad de leche debido a que no se han informado acerca de este tema. En cambio, el 100% de los productores mencionaron que no han recibido ningún tipo de valor extra por poseer parámetros de calidad, debido a que nunca evaluaron dichos parámetros y las empresas por la situación actual del país no pueden subir el precio de la leche.

Check List - AGROCALIDAD

Tabla 8.

Porcentajes de cumplimiento de acuerdo a la Resolución Técnica Nro. 276, Guía de Buenas Prácticas Pecuarias en Ganadería de Leche para pequeños productores, emitida el 07 de diciembre de 2016. Inocuidad de los alimentos. Fecha de aprobación 05 de Mayo de 2020.

Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento De la Calidad del Agro.

Nombre del artículo	Art.	Temas	Cumple	No Cumple	Cumple a Medias	TOTAL
El sitio de ordeño	Art. 2	a) ¿Se encuentra ubicado en lugares que faciliten el manejo y el bienestar de los animales?	100%	0%	0%	100%
		b) ¿Dispone de agua segura de fácil acceso para las personas y los animales?	100%	0%	0%	100%
El ordeño manual	Art. 3	a) ¿Durante el ordeño se evita la presencia de otros animales domésticos cerca de ésta área?	100%	0%	0%	100%
		b) ¿Se utiliza ropa limpia en el momento del ordeño. No se utiliza prendas de vestir que son utilizadas en la aplicación de plaguicidas?	100%	0%	0%	100%
		c) ¿Los implementos utilizados para el ordeño manual son de uso exclusivo. Además, los recipientes (baldes, bidones) donde se recoge la leche es de material permitido para el uso con alimentos, no recubiertos con pinturas, limpios y desinfectados previo su uso?	100%	0%	0%	100%

		d) ¿Luego del ordeño manual, los bidones con la leche cruda son inmediatamente transferidos a un tanque o fosa de enfriamiento de manera rápida y eficiente, que cubra las tres cuartas partes del bidón?	100%	0%	0%	100%
		f) ¿En el ordeño manual no se usa a un ternero como instrumento de estimulación a la madre al ser ordeñada?	61,76%	38,24%	0%	100%
		g) ¿Se utiliza algún mecanismo de identificación para reconocer animales específicos, o lotes /alojamientos de animales, que requieren tratamiento o hayan recibido tratamiento, por lo menos hasta que se haya concluido el tiempo de retiro?	100%	0%	0%	100%
Higiene del Ordeño	Art. 4	a) 2. ¿Se realiza limpieza y secado de los pezones y al final del ordeño se sella con una solución de yodo?	0%	17,65%	82,35%	100%
		a) 3. ¿Se utiliza recipientes para ordeño (limpios y desinfectados)?	100%	0%	0%	100%

		a) 4. ¿Se evita cualquier daño en el tejido del pezón?	100%	0%	0%	100%
		b) ¿Los animales con síntomas clínicos de enfermedades son los últimos en ordeñar y su leche no es utilizada para el consumo humano, ni animal?	100%	0%	0%	100%
		c) ¿Los utensilios que entran en contacto con la leche son almacenados en forma separada y son de uso específico para la leche?	100%	0%	0%	100%
De la leche no destinada al consumo humano.	Art. 5	a. ¿Leche de un animal que fue diagnosticado por un médico veterinario que tenga una enfermedad clínica transmisible al hombre?	100%	0%	0%	100%
		a. ¿La leche de un animal que está aparentemente enfermo?	100%	0%	0%	100%
		a. ¿La leche de un animal que está en fase calostrual (mínimo 4 días y/o 8 ordeños después del parto)?	100%	0%	0%	100%

		a. ¿Leche que tenga alteraciones en sus características naturales (color, olor, sabor), que tenga impurezas, que no haya pasado las pruebas organolépticas?	100%	0%	0%	100%
		a. ¿La leche que contenga medicamentos, sustancias inhibidoras residuos químicos o alguna otra sustancia que podría comprometer la inocuidad del producto salud del consumidor?	100%	0%	0%	100%
Higiene del Personal	Art. 6	a) ¿El personal de ordeño se encuentran en buen estado de salud?	100%	0%	0%	100%
		c) ¿Las personas encargadas del ordeño llevan ropas limpias y específicas para el trabajo a realizarse?	100%	0%	0%	100%
		d) ¿Las manos del ordeñador están debidamente limpias y no tienen heridas, mantienen las uñas cortas, no llevan anillos u objetos metálicos, además de lavarse las manos antes y después del ordeño?	100%	0%	0%	100%

		e) ¿Se realizan exámenes médicos y de laboratorio al personal por lo menos una vez al año y el certificado es emitido por un centro de salud oficial o autorizado?	0%	0%	100%	100%
Limpieza y Desinfección de los implementos utilizados en el ordeño	Art. 7	a) ¿Los implementos son utilizados exclusivamente para este fin, se mantienen limpios y desinfectados antes y después de realizar las labores?	100%	0%	0%	100%
		b) ¿Los baldes y bidones permanecen boca abajo en un mueble o dispositivo para facilitar su completo escurrido, que evite el contacto directo con el suelo y son colocados en un lugar limpio y seco?	100%	0%	0%	100%
Bienestar Animal	Art. 9	a) ¿El manejo cumple con las llamadas 5 libertades: libre de hambre, sed y desnutrición, libre de malestar físico y térmico, libre de dolor, trauma o enfermedad, libre de expresar su comportamiento natural, libre de miedo y estrés?	100%	0%	0%	100%

Salud Animal	Art. 10	a) ¿Cuenta con asesoramiento técnico de un profesional médico veterinario para el diagnóstico de enfermedades y el tratamiento de las mismas?	100%	0%	0%	100%
---------------------	------------	---	------	----	----	------

Nota: Art=Artículo

3.2. Discusión

Como se menciona en la tabla 5 se indican los promedios de los parámetros fisicoquímicos de los pequeños productores del caserío Poatug tanto de temperatura, grasa, proteína, pH y acidez con una media de 23,65 °C, 3,88%, 3,15%, 6,70, 0,15% respectivamente. Similares resultados fueron reportados por (Guevara et al., 2019) que demostraron los siguientes promedios de dos empresas evaluadas, la primera empresa tuvo una temperatura de 20,01°C, grasa de 3,4%, pH de 6,7 y acidez de 0,15%, además para la segunda empresa existieron los siguientes valores: temperatura de 21,60 °C, grasa de 3,7%, pH de 6,6 y acidez de 0,14%.

Los resultados obtenidos de los parámetros mencionados en ambos trabajos se encuentran dentro del rango de la normativa técnica ecuatoriana por la disponibilidad de alimento y por poseer ganado mestizo como en la presente investigación, mientras que el parámetro de la temperatura reveló que no se encontró dentro del rango que se estipula en dicha normativa que es de 2°C a 8°C por la falta de enfriamiento y mantenimiento de la temperatura en el transporte de la leche por parte de los productores.

En este mismo sentido, Guangasi & Teneda (2020), evidenciaron que en el cantón Patate, el promedio de grasa fue de 3,57% y de proteína 3,02%. De igual manera, en una investigación realizada por (Pérez & Defaz, 2013) en los centros de acopio de Ambato y Quero, se obtuvieron valores promedio de grasa 3,52%, proteína 3,46% y acidez de 0,16%. Finalmente (Heredia & Simbaina, 2019) en Cañar, reportaron valores de grasa, proteína y acidez con resultados de 4,03%, 3,13% y 0,14% respectivamente, indicando que los promedios obtenidos de los

parámetros mencionados en el presente trabajo comparándolos con otras investigaciones reportadas en la Sierra se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la Norma INEN 9:2012 vigentes en el país.

Por otro lado, el parámetro microbiológico de la leche cruda de la tabla 6 indica un valor promedio de 239 926,47 UFC/cm³ demostrando calidad microbiológica, considerando también que el pH y la acidez se encontraron normales contribuyendo de esta manera que la leche ordeñada provenía de ordeños higiénicos, animales sanos y la glándula mamaria se encontró en un buen estado, esto se logró constatar con la encuesta y check list realizadas a cada pequeño productor, algo similar se reportó por (Heredia & Simbaina, 2019) donde se encontró un resultado de 220 000,00 UFC/ cm³, a este dato se lo clasificó como un valor regular y de buena calidad bacteriana de acuerdo a la normativa INEN 9:2012.

Además, la investigación realizada por (Pérez & Defaz, 2013) donde los aerobios mesófilos fue de 569 400,00 UFC/ cm³, pese a tener un valor alto a diferencia del promedio encontrado en la presente investigación este se encontró dentro del rango establecido en el Ecuador. Según la normativa ecuatoriana NTE INEN 9:2012 donde el rango permitido es de $1,5 \times 10^6$ UFC/cm³, comparando este dato con los valores obtenidos en ambos estudios demuestran que la leche evaluada fue apta para el consumo y aportó calidad bacteriológica.

De igual manera, (Brousett et. al, 2015) obtuvieron valores aceptables de aerobios mesófilos demostrando que las cuencas peruanas como fueron Mañazo, Azángaro 1, Azángaro 2, Cabanillas, Acora e Ilave reportaron valores de $7,0 \times 10^5$, $6,0 \times 10^5$, $3,3 \times 10^5$, $7,3 \times 10^5$, $6,0 \times 10^5$ y $3,3 \times 10^5$ UFC/ml respectivamente, señalando que valores inferiores al rango establecido de $1,0 \times 10^6$ UFC/ml tuvieron buenas prácticas de ordeño mientras que, las cuencas de Vilque y Ayaviri presentaron promedios de $2,15 \times 10^7$ y $1,43 \times 10^7$ UFC/ml respectivamente, estas dos últimas cuencas no se encontraban dentro del rango establecido, reflejando de esta manera que no contemplaron calidad higiénica debido a factores ineficientes de calidad de agua, limpieza del personal, aseo de recipientes de ordeño y el enfriamiento inadecuado de la leche.

Las bacterias aerobias mesófilas son indicadoras de la condición higiénica, por lo tanto los altos recuentos repercuten en las condiciones deficientes de las buenas prácticas de ordeño, en tal sentido, la investigación realizada por (Albuja, Escobar, & Andueza, 2021) reportó que el valor promedio de estas bacterias fue elevado siendo este de 122 000 000,00 UFC/ cm³, evidenciando que este resultado fue demasiado elevado y la leche del centro de acopio de Mocha tuvo una mala calidad sanitaria considerando a esta leche como inadecuada para el consumo. Así mismo, en el trabajo realizado por (Jiménez et al., 2016) se reveló un promedio de 305 279 000,00 UFC/ cm³ debido a que existió una fermentación de ácido láctico, degradación de enzimas y proteólisis de caseína, esto sucedió por la mala higiene en el ordeño, deficiente aseo de las ubres, pezones y de los recipientes utilizados.

En este mismo sentido, la temperatura y el tiempo jugaron un papel importante para el crecimiento bacteriano por lo que, sí existe más calor el crecimiento es mucho más rápido, también cada 8 a 20 minutos una bacteria se transforma a dos y en 4 horas una bacteria se multiplicará a 1024 bacterias (Zamotrán, 2014). De igual manera, en la investigación realizada por (Mariscal, Ibáñez, & Gutiérrez, 2013) se menciona que la leche es sensible a las altas temperaturas, de esta manera, si la leche se mantiene a una temperatura ambiente y sin refrigeración por más de 4 horas se producen procesos de acidificación por el crecimiento de aerobios mesófilos.

Según (Mariscal, Ibáñez, & Gutiérrez, 2013) en el que citó a Arrieta (2011), cuando una vaca está sana y su leche es recién ordeñada, esta tiene una contaminación normal que oscila entre 300-1500 bacterias/ml pero estas bacterias no se proliferan durante las primeras horas posteriores al ordeño, debido a que la leche fresca tiene un poder bacteriostático que permite controlar el desarrollo de microorganismos durante este tiempo tomando en cuenta que este crecimiento depende de la temperatura. Por ejemplo, una leche limpia de aproximadamente 1000 bacterias/ml a 20°C inhibe el crecimiento durante 10 a 15 horas mientras que, si hay una leche contaminada a la misma temperatura, esta leche no dura más de 3 horas por el excesivo crecimiento de aerobios mesófilos, por tal motivo es importante el manejo adecuado desde el ordeño hasta la entrega de la leche.

También, en el estudio realizado por (Albuja, Escobar, & Andueza, 2021) señalan que los aerobios mesófilos para su crecimiento necesitaron una temperatura entre 25°C y 40°C corroborando de esta manera que la temperatura obtenida en el presente trabajo no permitió una replicación alta de estas bacterias debido también por el corto tiempo que implementan los productores entre el ordeño y la entrega de la leche al centro de acopio.

Por lo mencionado anteriormente, en esta investigación se registró una temperatura promedio de 23,65°C y con la ayuda de los resultados obtenidos de la encuesta sobre el lapso de tiempo que les conlleva diariamente a los productores para la entrega de la leche al centro de acopio fue de 30 a 60 minutos, confirmando de esta manera que la leche posee una calidad bacteriana favorable por la ejecución apropiada de las buenas prácticas de ordeño, sumado a éste los resultados del check list que permitieron verificar que la leche proviene de vacas sanas y una mínima parte de los ganaderos sella los pezones con yodo o con el ternero.

Sin embargo, para cumplir con la normativa ecuatoriana NTE INEN 9:2012 vigente en el Ecuador lo ideal es enfriar la leche a 4°C en un lapso máximo de 3 horas para controlar la proliferación de bacterias independientemente de las condiciones que se presente en cada uno de los ordeños, además, al controlar la temperatura de la leche permite cumplir el Artículo 3: El ordeño manual especialmente los literales (d) y (e) donde se menciona que: “Luego del ordeño manual, los bidones con la leche cruda son inmediatamente transferidos a un tanque o fosa de enfriamiento de manera rápida y eficiente, que cubra las tres cuartas partes del bidón” y “En caso de no contar con equipamiento para enfriar y refrigerar leche, cuenta como mínimo con una fosa debidamente acondicionada, limpia y protegida de contaminación y radiación solar, que cuente con suministro de agua fría corriente” (AGROCALIDAD, 2016).

Para el caso de los pequeños productores encuestados sobre las buenas prácticas de ordeño y con lo mencionado en el Artículo 3 literal “d”, se confirma con los resultados obtenidos que si cumplen con lo estipulado ya que luego del ordeño los bidones o tanques de almacenamiento de leche son transportados inmediatamente al centro de acopio, donde se encuentra el tanque de enfriamiento para su debido proceso, por ello para cumplir con la normativa ecuatoriana NTE INEN 9:2012 se debería enfriar la leche de 2°C a 8°C.

Por otra parte, como se muestra en la tabla 7 sobre la correlación de Pearson, las variables que presentaron una correlación significativa positiva fueron la de grasa y proteína con un valor de 0,39 ($p < 0,05$) indicando una baja relación entre estas. Mientras que, para los demás parámetros fisicoquímicos y microbiológicos no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) y tampoco indicaron una correlación.

También, el resultado de la correlación encontrada en el presente trabajo entre grasa y proteína corrobora con el análisis estadístico de la investigación de (Ouchene-Khelifi et al., 2017) donde se reveló una correlación significativa ($p < 0,05$) de $r = 0,36$. Algo similar se reportó por (Heredia & Simbaina, 2019), observando un resultado de correlación positiva que fue de 0.46 ($p < 0,01$), demostrando de esta manera que nuestra correlación tiene una asociatividad significativa positiva al igual que ambos trabajos mencionados anteriormente. Estas dos variables dependen mucho del manejo nutricional ya que de esto depende la adecuada síntesis de estos componentes en la leche (Campabadal, 1999).

La alimentación es un factor que influye en la composición de leche, la administración adecuada de comida contribuye para un adecuado mantenimiento y producción en vacas lecheras por eso los componentes de la leche dependen del aporte nutricional que requiere el semoviente. Solo el 30% de energía y proteína son digeridas, luego se transforman en sustancias nutritivas de la leche, el resto se pierde en las heces, orina, gases y calor. También, los nutrientes que son producidos al final de la digestión son absorbidos por el epitelio intestinal contribuyendo en la composición y cantidad de leche que se puede producir en la glándula mamaria sin olvidar que al tener un rumen sano ayuda al contenido porcentual de los componentes de la leche por los microorganismos ruminales que contribuyen en los procesos digestivos (Benjamín, 2011).

Es así, que cuando la vaca ingiere hierba esta se va al rumen donde se genera la digestión gracias al proceso de fermentación ocasionada por los microorganismos ruminales que necesitan degradar a la célula vegetal para alimentarse y reproducirse, como resultado se

produce ácidos grasos volátiles (AGV) como son el acético, propiónico y butírico junto con metano y agua (Burgos, 1974; Bernal et al., 2007).

Por ello, el pH ruminal debe mantenerse de 6,2 a 7,0 para la actividad y multiplicación de los microorganismos para la digestión (Copa, 2010), por ejemplo al tener un rumen en buenas condiciones permite que la digestión de la fibra del alimento genere AGV ya que a partir del ácido acético se forma la grasa de la leche entonces si el contenido de grasa aumenta se debe a la adecuada función de absorción del ácido acético, butírico y ácidos grasos de cadena larga, mientras que la proteína se incrementa con un mayor aporte en la glándula mamaria de aminoácidos, ácido propiónico y glucosa (Zaragoza, Segur, & Sanz, 1998).

Con lo mencionado anteriormente, los resultados obtenidos en las encuestas y check list corroboran que los animales se encontraron aparentemente sanos durante el periodo de investigación y la alimentación implementada era estándar, donde al potrero natural se lo complementaba con balanceado y agua a disponibilidad permitiendo que los animales tengan un buen contenido de grasa y proteína en la leche, ya que la alimentación proporcionó los requerimientos necesarios para los animal en ordeño.

En el caso de las encuestas realizadas a los pequeños productores se obtuvieron resultados acerca de las buenas prácticas de ordeño valorando de esta manera su estado actual. Aquí se pudo constatar que todos los productores realizaban las siguientes actividades como: el ordeño es manual y lo realizan en el potrero, siempre asean sus manos y brazos antes de ordeñar, ordeñan dos veces al día, poseen horarios establecidos para el ordeño, conocen la enfermedad de mastitis y la leche contaminada la desechaban.

También los recipientes utilizados en el ordeño fueron lavados con agua caliente y detergente diariamente en el centro de acopio lechero, la entrega de la leche fue directa es decir, que el transporte de la leche siempre fue por parte de la persona que ordeña, los tanques de almacenamiento de la leche son de acero inoxidable, los productores suministran sal mineral a sus animales, las vacas tienen agua a disposición y finalmente los socios productores no han

recibido un pago adicional por calidad de la leche porque nunca se han realizado análisis de calidad.

En una investigación realizada por (Alcoser, 2007) establece una encuesta sobre las buenas prácticas de ordeño donde obtuvo los siguientes resultados: la mayoría de personas encargas del ordeño respondieron que siempre el animal debe estar saludable para ser ordeñado, saben sobre la enfermedad de mastitis, antes del ordeño desinfectan las ubres y asean sus manos, cuentan con una técnica adecuada de ordeño para evitar daños o alguna alteración en el pezón. De esta manera, se compara los resultados obtenidos de nuestro estudio con la indicada anteriormente sobre las buenas prácticas de ordeño, contribuyendo a que en la presente investigación se cumple con un adecuado manejo de ordeño en el ganado lechero.

Mientras que, existen varias contestaciones a las preguntas realizadas a los productores como son las siguientes: poseen entre 3 a 5 vacas los productores que utilizan la leche como un recurso económico complementario y de 8 a 15 vacas tienen muy pocos productores ya que ocupan en su totalidad el pago de la leche para su diario vivir, también la mayor parte del ganado lechero es tipo mestizo y muy pocas son de cruces con raza Holstein y Jersey, la producción diaria de leche por vaca oscila entre 5-10 litros para las mestizas, mientras que para las escasas vacas resultadas de los cruces tienen entre 16-20 litros. También, el aseo de las manos lo realizan con agua fría y pocas personas ocupan agua caliente, la mayoría de los productores evitan usar a los terneros pero muy pocos los utilizan ya que es una tradición generacional, realizan el lavado de la ubre y pezones con agua fría pero muy pocos usan agua caliente, productos a base de yodo o no lavan la ubre.

Así también, el agua implementada para el aseo de las ubres es entubada siendo esta la más utilizada debido a que esta agua es de los páramos, muy pocos usan agua potable y agua de acequia sin embargo estas aguas son limpias, para el secado de las ubres un porcentaje alto de los productores encuestados utiliza toallas reutilizables que por lo general son pedazos de telas para todas las vacas y muy pocos eligen no secar debido a que no realizan el lavado correspondiente de la ubre y pezones.

También, la mayoría realiza el despunte de los pezones es decir, exprimen los primeros chorros de leche para observar si existe alguna alteración y muy pocos no lo realizan debido a que usan a los terneros. La mayor parte de los productores no sellan los pezones y algunos ocupan yodo para realizar este proceso, también los dueños de los animales realizan pruebas de CMT cada 15 días para prevenir la presencia de mastitis, una buena cantidad de productores no coloca trapos en las tapas de sus bidones pero muy pocos si lo hacen debido a que evitan que la leche se riegue y la mitad de los productores desconocen sobre la calidad de leche.

Según Valdivia et al., (2020), los resultados obtenidos de la aplicación de las encuestas en su trabajo reflejaron factores que alteran la calidad higiénico-sanitaria de la leche ya que el agua que utilizaban tenía deficiente tratamiento, no realizaban el sellado de los pezones, inadecuada higiene y aseo de los equipos de ordeño, finalmente la presencia de mastitis se evaluó con la prueba TRAM (tiempo de reducción del azul de metileno) con un tiempo de 3,5 horas indicando que la leche no tenía buena calidad microbiológica. En comparación con el cumplimiento de ciertos factores en el presente estudio no hubo presencia de mastitis ni proliferación de bacterias gracias a las buenas prácticas de ordeño y esto se refleja en el conteo de aerobios mesófilos obtenido de 239 926,47 UFC /cm³ demostrando una buena calidad bacteriana.

La temperatura a la que se entrega la leche varía entre 11°C hasta 35 °C, esta temperatura depende de la distancia y el tiempo en el que se encuentran los potreros con los animales en ordeño demorándose en entregar la leche entre 15 a 60 minutos, la capacidad de los tanques de almacenamiento es de 20 litros y pocos de 40 litros. Finalmente, la alimentación de los animales en su mayoría es pasto y balanceado, algunos suministran solo pasto y muy pocos complementan el pasto y el concentrado con silo, melaza o maíz para mantener una buena condición corporal y en producción.

Finalmente, los resultados obtenidos en el check list son consecuencia de la aplicación de los requisitos por tema de los artículos establecidos en la normativa de AGROCALIDAD sobre las buenas prácticas de ordeño para pequeños productores que debe ser cumplida.

Estos resultados, lograron verificar que el cumplimiento existente de estas prácticas fueron de un 100% es decir, en su totalidad por parte de los señores productores como fue el caso de: el sitio de ordeño se encontraban alejados de otros animales, facilita el manejo y el bienestar de los semovientes, disponen todos agua, evitan llevar animales al lugar de ordeño, los implementos utilizados para el ordeño manual son de uso exclusivo, además los bidones son destinados únicamente para la leche, luego de ordeñar a una vaca esa leche es transferida al bidón, una vez finalizado el ordeño es trasladada y depositada en el tanque que se encuentra en el centro de acopio.

Además, los recipientes ya sean baldes o bidones donde se recoge la leche son del material permitido es decir, que los baldes no son recubiertos de pintura y se mantienen limpios y desinfectados antes y luego de su uso, estos utensilios son almacenados de forma separada y permanecen boca abajo en un mueble para que se escurra toda el agua luego de ser aseados. De igual forma, todos los productores asignan un nombre a cada uno de sus animales siendo este un mecanismo de identificación ayudando a cada dueño a reconocer a un animal enfermo o que necesite algún tratamiento, también cuentan con el asesoramiento técnico de un médico veterinario para diagnosticar y tratar a los animales.

Igualmente, cuando existen vacas que fueron diagnosticadas por un médico veterinario con una enfermedad clínica transmisible al hombre, que estén aparentemente enfermos, en fase calostrual, leche que tenga alguna alteración en sus características normales, que tenga medicamentos, residuos químicos o alguna otra sustancia que pueda comprometer la inocuidad del producto y la salud del consumidor, los productores prefieren no utilizar esa leche contaminada y la desechan.

En último lugar, durante el periodo de investigación las personas que ordeñaban diariamente aparentemente se encontraban en buen estado de salud, además, todos los productores llevaban ropa limpia diariamente, aseaban sus manos antes del ordeño encontrándose limpias, no tenían heridas, las uñas las tenían cortas y no poseían ningún objeto metálico evitando de esta manera lastimar el pezón de los animales. Cada pequeño productor cumplió con las 5 libertades establecidas en el país que son: libre de hambre, sed y desnutrición, libre de malestar físico y

térmico, libre de dolor, trauma o enfermedad, libre de expresar su comportamiento natural, libre de miedo y estrés.

Mientras que, en ciertos parámetros del check list existió la mitad del cumplimiento con resultados diferentes como es el caso de los siguientes requisitos: la mayoría de los productores no utilizaban al ternero para estimular a la madre al ser ordeñada y pocos si empleaban al ternero y de acuerdo al artículo 3 sobre el ordeño manual no se debe implementar a los mismos antes del ordeño. De igual forma sucede con el artículo 4 referente a la higiene del ordeño donde la mayoría de pequeños productores cumple a medias con el ítem “a” el cual menciona la correcta limpieza y secado de los pezones lo cual los productores lo cumplen sin embargo, no sellan los pezones luego del ordeño con yodo, además, un porcentaje bajo de productores no cumple con nada de lo mencionado anteriormente.

Finalmente, todos los productores cumplen a medias el artículo 6 sobre la higiene del personal en donde se estipula que se deben realizar exámenes médicos y de laboratorio por lo menos una vez al año y el certificado debe ser emitido por un centro de salud oficial o autorizado, por lo tanto este requerimiento no se cumple en su totalidad debido a que ellos solo visitan al médico cuando de verdad lo necesitan ya que prefieren cuidarse y curarse con plantas o preparados naturales que existen en su caserío, tomando en cuenta que es muy raro que se enfermen.

Por otro lado, (Silva, Alzate, & Reyes, 2014) en su investigación indicaron que al aplicar correctamente las buenas prácticas de ordeño tiene un valor muy importante en la calidad de leche cruda ya que al conocer los factores que modifica a esta calidad permite cumplir con estas prácticas logrando obtener parámetros fisicoquímicos y microbiológicos dentro del rango exigido en la legislación colombiana. Además, en el presente estudio se comparó los resultados obtenidos tanto fisicoquímicos y microbiológicos con los valores de cada parámetro estipulado en la normativa técnica ecuatoriana vigente logrando reconocer que los pequeños productores de la asociación ASOROPEM cumplen con los parámetros establecidos a excepción de la temperatura evaluada que no se encontró dentro del rango apropiado. También, esto se

complementó con las encuestas y check list realizados a los pequeños productores constatando la aplicación adecuada de las buenas prácticas de ordeño.

3.3. Verificación de hipótesis

A partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo investigativo se acepta la hipótesis alternativa (H_i) debido a que los valores obtenidos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se encontraron dentro del rango establecido por la Normativa Técnica Ecuatoriana cumpliendo los requisitos de leche cruda planteada por la normativa INEN 9:2012 a excepción de la temperatura que no cumple con lo establecido ya que los pequeños productores no enfrían la leche pero la entrega de la misma es inmediata luego del proceso de ordeño.

Además, estos resultados se los puede corroborar con los valores reportados de las encuestas y check list sobre las buenas prácticas de ordeño. También se aplicó la prueba de Ji cuadrado para estos, se reportaron un valor de 683,38 y 1108,38 respectivamente, los valores de la tabla a un nivel de significancia del 0,05 fueron de 16,9190 y 28,8693 correspondientemente. Como X^2 de la tabla es menor que el calculado se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa la cual puede asegurar que la leche cruda entregada al centro de acopio de la asociación ASOPROPEM cumple con las normas de calidad según las normas INEN 9:2012 del estado ecuatoriano.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Los indicadores de la calidad fisicoquímica tuvieron una media de temperatura, grasa, proteína, pH y acidez, con resultados de 23,65 °C, 3,88 %, 3,15%, 6,70 y 0,15% respectivamente, cuyos parámetros mencionados se encuentran dentro de los rangos establecidos en la Normativa Técnica Ecuatoriana a excepción de la temperatura debido a que no cumple con el valor estipulado en dicha normativa indicando la existencia de calidad.
- Además, el conteo de aerobios mesófilos tuvo una media de 239 926,47 UFC/cm³, señalando que la leche como objeto de estudio posee calidad microbiológica ya que el valor reportado fue bajo a la registrada en la normativa a pesar de presentar una temperatura de 23,65 °C y de no efectuar el enfriamiento correspondiente.
- Finalmente, el estado actual de las buenas prácticas de ordeño realizadas por los productores de la asociación ASOPROPEM reflejan un cumplimiento total y de un 50 % de ciertos requisitos necesarios antes, durante y luego del ordeño, contribuyendo de esta manera a que su leche tenga calidad. De igual manera, al cumplir con dichas prácticas y con los resultados obtenidos de los parámetros evaluados que se encontraron dentro de los valores referenciales según la norma INEN 9:2012 a excepción de la temperatura, se concluye que el producto entregado es apto para el consumo humano y posee calidad fisicoquímica y microbiológica.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar un adecuado enfriamiento de la leche cruda luego de ser ordeñada a una temperatura de 4°C para cumplir la Normativa Técnica Ecuatoriana vigente y así evitar el crecimiento de las bacterias, considerando que en la presente investigación la temperatura fue de 23,65 °C la cual no fue óptima para la multiplicación de aerobios mesófilos y esta escasa proliferación bacteriana se evidenció en la leche analizada, debido a que esta provenía de vacas sanas y la entrega de la leche

era diariamente, de forma directa y lo más pronto posible al centro de acopio ASOPROPEM.

- Para dar cumplimiento a la Resolución 0276 sobre la guía de buenas prácticas pecuarias en ganadería de leche para pequeños productores de AGROCALIDAD, se recomienda cumplir todos los requerimientos estipulados para poder solicitar a la institución competente la Certificación de Buenas Prácticas Agropecuarias y de esta manera, los señores productores del caserío de Poatug puedan entrar en el proceso de inocuidad de los alimentos permitiendo conseguir un precio fijo y justo para su leche que tiene calidad.
- Para tener mejores ingresos de la leche entregada al centro de acopio, se recomienda realizar programas de mejoramiento genético para el ganado lechero de los productores con el técnico a cargo, con el fin de obtener una mayor producción lechera y de esta manera recibir un buen pago, tomando en cuenta que en el presente trabajo el promedio de los litros que fue de 4 a 17 litros/vaca/día permitió obtener calidad de leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROCALIDAD. (2012). *Buenas prácticas pecuarias de producción de leche*. Ecuador: AGROCALIDAD. Obtenido de <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/pecu3.pdf>
- AGROCALIDAD. (2016). *Resolución 0276: Guía de Buenas Practicas Pecuarias en Ganadería de Leche para Pequeños Productores*. Quito: Agencia De Regulación y Control Fito y Zoonosanitario. Obtenido de <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/pecu8.pdf>
- AGROCALIDAD. (12 de 10 de 2021). *Dirección de Diagnóstico de Inocuidad de los Alimentos y Control de Insumos Agropecuarios*. Obtenido de https://www.agrocalidad.gob.ec/?page_id=39349
- Albuja, A., Escobar, S., & Andueza, F. (2021). Calidad bacteriológica de la leche cruda bovina almacenada en el centro de acopio Mocha. Tungurahua. Ecuador. *SIEMBRA*, 8(2), e3176. doi:10.29166/siembra.v8i2.3176
- Alcoser, I. (2007). *El proceso de ordeño manual de la leche de vaca y su incidencia en la contaminación microbiana*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3405/3/PAL113.pdf>
- Angamarca, A. (2019). *Patrón de comportamiento de las características físico-químicas de la leche*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Armas, S. (2017). *Determinación de parámetros fisicoquímicos en leche*. Isla de Tenerife: Universidad de la Laguna.
- Benjamín, F. (2011). *El libro blanco de la leche y los productos lácteos*. México: CANILEC. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro_blanco_de_la_leche.pdf](https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro_blanco_de_la_leche.pdf)
- Bernal, L., Rojas, M., Vázquez, C., Espinoza, A., Estrada, J., & Castelán, O. (2007). Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Vet. Méx*, 38 (4): 396- 407. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42338402>

- Brousett, M., Torres, A., Chambi, A., Mamani, B., & Gutiérrez, H. (2015). Calidad físico-química, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno –Perú. *Scientia Agropecuaria*, 6 (3): 165 – 176. doi:10.17268/sci.agropecu.2015.03.03
- Burgos, J. (1974). *Biología de la lactación*. España: ACRIBIA.
- Campabadal, C. (1999). *Factores que afectan el contenido de sólidos de la leche*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica-UCR.
- Cárdenas, C., & Murillo, M. (2018). *Calidad bacteriológica de la leche cruda en ganaderías de la provincia del Azuay*. Cuenca: Universidad de Cuenca. Obtenido de chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglcfindmkaj/http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31455/1/Trabajo%20de%20titulaci%c3%b3n.pdf
- Castillo, J., & Álvarez, J. (2015). *Evaluación composicional y microbiológica de la leche en la finca El Tesoro Vereda Santa Lucia municipio de Cabrera Cundinamarca*. Fusagusugá: Universidad de Cundinamarca.
- Chacón, F. (2017). *Evaluación de los análisis físico-químicos de la leche bovina*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Código Alimentario Argentino. (21 de Diciembre de 2006). *Alimentos Lácteos*. Obtenido de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/CAA/Capitulo_08.htm
- Contero, R., Requelme, N., Cachipuendo, C., & Acurio, D. (2021). Quality of raw milk and payment system for quality in Ecuador. *La Granja: Revista de la vida*, 33 (1): 31-43. doi:10.17163/lgr.n33.2021.03
- Copa, A. (2010). *Nutrición y alimentación del ganado lechero: Mejoramiento de la ganadería lechera*. Bolivia: Soluciones Prácticas-Fundación Sartawi Sayariy.
- Cordero, R., Aquino, E., Simbaña, P., Gallardo, C., & Bueno, R. (2019). A Study in Ecuador Of The Calibration Curve for Total Bacterial Count by Flow Cytometry of Raw Bovine Milk. *LA GRANJA: Revista de Ciencias de la Vida*, 97-104. doi:10.17163/lgr.n29.2019.08
- FAO. (14 de Octubre de 2021). *Portal lácteo*. Obtenido de <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/es/>

- FAO. (02 de Febero de 2022). *Portal lácteo: Calidad y evaluación*. Obtenido de <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/calidad-y-evaluacion/es/>
- Flores, J. (2020). *Instructivo INT/CL/010 para "Toma de meustras de leche cruda y suero de leche"*. Ecuador: AGROCALIDAD .
- FOSS. (2013). *Fossomatic™ FC Manual de usuario*. Estados Unidos: FOSS Analytical A/S.
- Fuentes, G., Ruiz, R., Sánchez, J., Ávila, D., & Escutia, J. (2013). Análisis microbiológicos de leche de origen orgánico: Atributos deseables para su transformación. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 10: 419-432.
- GAD Tumbaco. (29 de Diciembre de 2021). *Tumbaco Parroquia de paz y alegría*. Obtenido de <https://tumbaco.gob.ec/>
- García, C., Montiel, R., & Borderas, T. (2014). Grasa y proteína de la leche de vaca: Componentes, síntesis y modificación. *Arch. Zootec*, 63: 85-105.
- Google Earth. (01 de Febrero de 2022). *Google Earth*. Obtenido de https://earth.google.com/web/search/Patate-Poatug,+Platopamba/@-1.27454461,-78.48686556,2665.69909573a,2992.91543223d,35y,41.20628841h,0t,0r/data=CigiJgokCXxL0sZmffK_ETt2sU_WFvS_GaLmuvLImlPAIcTGjGSspFPA
- Guamán, N. (2015). Comparación de los métodos convencionales y equipo digital ultrasónico (EKOMILK), en el análisis físico-químico de leche cruda, aplicando el Método Estadístico de Bland - Altman”. *Repertorio digital de la Universidad Central del Ecuador*, 20-30. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6772>
- Guangasi, G., & Teneda, W. (2020). Estudio descriptivo del sector lácteo en la provincia de Tungurahua. *Digital Publisher CEIT*, 5(6): 90-104. doi:10.33386/593dp.2020.6.359
- Guevara, D., Montero, M., Rodríguez, A., Valle, L., & Avilés, D. (2019). Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. *Rev. investig. vet. Perú*, 30(1): 247-255. doi:10.15381/rivep.v30i1.15679
- Heredia, D., & Simbaina, S. (2019). Evaluation of the Quality of Quality of Bovine Milk of the Livestock Farms of Suscal, Cañar, Ecuador. *J Veter Sci Med*, 7(2):5. doi:10.13188/2325-4645.1000048

- Hernández, R., & Armenteros, M. (2011). *Leche: Cadena Productiva*. Cuba: Asociación Cubana de Producción Animal.
- INEN 13. (2013). *Leche. Determinación de la acidez titulable*. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/13.pdf>
- INEN 1529-5. (2006). *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. REP. Primera Revisión*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-5.pdf>
- INEN. (2012). *Leche cruda: Requisitos*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/9-5.pdf>
- INEN. (2014). *Leche y productos lácteos. Directrices para la toma de muestras (ISO 707:2008, IDT)*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-iso-707compl.pdf>
- INEN 4. (2013). *Leche y productos lácteos. Muestreo*. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización. Obtenido de www.inen.gov.ec
- Inga, L. (2017). *Control de calidad en la densidad de la leche*. Machala: Universidad Técnica de Machala.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (05 de Octubre de 2021). *INAMHI*. Obtenido de <https://www.gob.ec/inamhi>
- Jiménez, G., Villegas, J., Calderón, A., Rodríguez, V., Maza, L., & Vergara, O. (2016). Raw milk quality in Northwestern Colombia. *Rev Colom Cienc Pecua*, 29:210-217. doi:10.17533/udea.rccp.v29n3a06
- Kala, R., Samková, E., Pecová, L., Hanuš, O., Sekmokas, K., & Riaukienė, D. (2018). An overview of determination of milk fat: Development, quality control measures, and application. *Acta universitatis agriculture et silviculturae mendelianae brunensis*, 66 (4): 1055- 1064. doi:10.11118/actaun201866041055
- Mariscal, P., Ibáñez, R., & Gutiérrez, M. (2013). Características microbiológicas de leche cruda de vacas en mercados de abasto de Trinidad, Bolivia. *Agrociencias Amazonía*, 1(2): 18-

24. Obtenido de https://kipdf.com/caracteristicas-microbiologicas-de-leche-cruda-de-vaca-en-mercados-de-abasto-de-_5ac2bf221723dde57f1bee5f.html
- Marri, N., Losito, F., Le Boffe, L., Giangolini, G., Amatiste, S., Murgia, L., . . . Antonini, G. (2020). Rapid Microbiological Assessment in Raw Milk: Validation of Assessment of Microbiological Quality in Raw Milk Rapid Alternative Method for the. *Food*, 9, 1186. doi:10.3390/foods9091186
- Moreno, F., Rodríguez, G., Méndez, V., Osuna, L., & Vargas, M. (2007). Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria*, 14: 61-83.
- Ouchene-Khelifi, N., Lafri, N., Ferrouk, M., & Ouchene, N. (2017). Physicochemical analysis of raw milk of Prim'holstein cows in the region of Mitidja in Algeria. *Livestock Research for Rural Development*, 29:6. Obtenido de <http://www.lrrd.org/lrrd29/6/nakh29113.html>
- Peralta, D., & Simbiana, J. (2019). Evaluación de la Calidad de la Leche Bovina de las Fincas Ganaderas de Suscal, Cañar, Ecuador. *J Veter Sci Med*, 7 (2):5. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/337925397_Evaluation_of_the_Quality_of_Bovine_Milk_of_the_Livestock_Farms_of_Suscal_Canar_Ecuador
- Pérez, D., & Defaz, E. (2013). *Determinación de la calidad físico - química y microbiológica de la leche cruda de los centros de acopio de las 10 asociaciones del CONLAC-T*. Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4251>
- Rodríguez, A. (2016). *Determinación de la inocuidad y calidad fisicoquímica de la leche cruda en plantas procesadoras del cantón Salcedo*. Cevallos-Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Silva, R., Alzate, J., & Reyes, C. (2014). Evaluación de las prácticas de ordeño, la calidad higiénica y nutricional de la leche, en el municipio de Granada, Antioquia-Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 17 (2): 467 - 475. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v17n2/v17n2a18.pdf>

- SOPRAB INDUSTRIAS LÁCTEAS. (20 de Noviembre de 2021). *Mundo Kazú*. Obtenido de <https://soprab.com/>
- Valdivia, A., Rubio, Y., Pérez, Y., Sarmenteros, I., Vega, J., & Mendoza, A. (2020). Factores que influyen en la calidad higiénico-sanitaria de la leche en dos lecherías. *Pastos y Forrajes*, 43 (3):267-274.
- Yuquilema, S., & Huilca, J. (2016). Diagnóstico causal de la recepción de leche de baja calidad en el centro de acopio "NUTRILECHE" Guamate. Propuesta de un plan de mejora. *Repositorio Digital Universidad Nacional de Chimborazo*, 14-26. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3003/1/UNACH-ING-AGRO-2016-0008.pdf>
- Zamotrán, D. (2014). *Manual de procesamiento lácteo*. Nicaragua: Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). Obtenido de https://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/14_agriculture01.pdf
- Zaragoza, C., Segur, A., & Sanz, E. (1998). *Relaciones entre la producción y el contenido de proteína con los factores de la producción de leche*. España: ELSIEVER.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis fisicoquímico y microbiológico.

Foto 1. Recolección, medición y anotación del resultado de la temperatura de la leche de los productores ingresada al centro de acopio.



Foto 2. Homogenización de la leche almacenada en cada uno de los tanques de los productores



Foto 3. Recolección de muestras de los tanques de cada uno de los productores del centro de acopio para realizar el análisis fisicoquímico.



Foto 4. Recolección de muestras de los tanques de cada uno de los productores del centro de acopio para realizar el análisis microbiológico



Foto 5. Muestras identificadas por productor



Foto 6. Almacenamiento de las muestras.



Foto 7. Laboratorio Kazú- Análisis fisicoquímico de las muestras obtenidas.



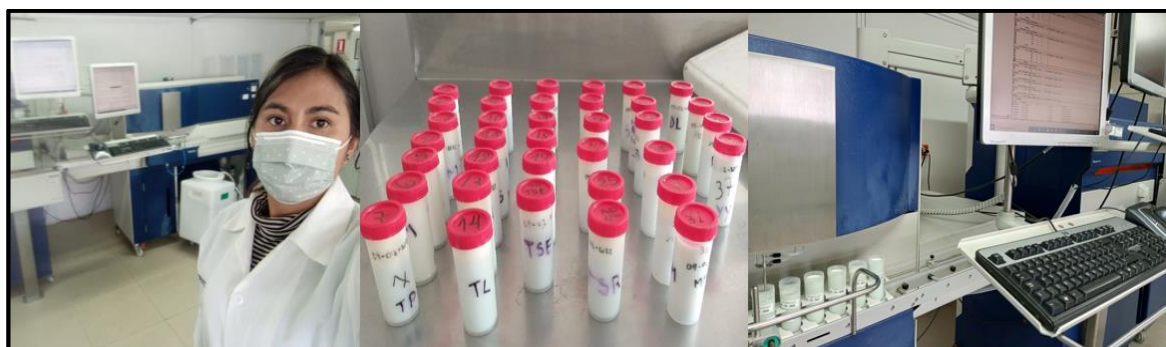
Foto 8. Determinación de acidez.



Foto 9. Equipo FOSOMATIC



Foto 10. Análisis microbiológico en el laboratorio de AGROCALIDAD-Tumbaco



Anexo 2. Encuestas y check list realizadas a los productores del caserío de Poatug.

Foto 11. Laura Llerena (LL)



Foto 16. Marianela Clavijo (CM)



Foto 12. Flora Toscano (TF)



Foto 17. Ponceano Toscano (TP)



Foto 13. Maricela Toscano (TM)



Foto 18. Carmelo Rodríguez (RC)



Foto 14. Juana Clavijo (CJ)



Foto 19. Paola Clavijo (CP)



Foto 15. Laura Sigcho (SL)



Foto 20. Mirian Yagloa (YM)



Foto 21. Segundo Rodríguez (RS)



Foto 26. Walter Rodríguez (RW)



Foto 22. Hector Saquina (SH)



Foto 27. Ítalo Rodríguez (RI)



Foto 23. Luz Yanchaguano (YLZ)



Foto 28. Carmen Díaz (DC)



Foto 24. Lilian Tapia (TL)



Foto 29. Susana Ortíz (OS)

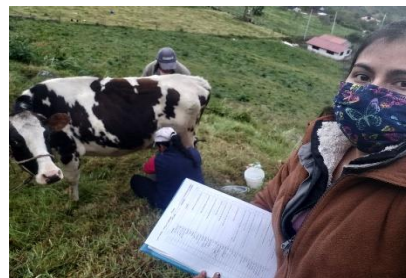


Foto 25. Hector Díaz (DH)



Foto 30. Elicio Toscano (TSE)



Foto 31. Lourdes Toscano (TSL)



Foto 36. Romel Toscano (TSR)



Foto 32. Julio Yanchaguano (YL)



Foto 37. Liseña Sigcho (SLÑ)



Foto 33. David Romero (RD)



Foto 38. Jeferson Aimara (AJ)



Foto 34. Ángel Rodríguez (RA)



Foto 39. Bertha Iglesias (IB)



Foto 35. Franklin Toscano (TSF)



Foto 40. Gustavo Caiza (CG)



Foto 41. Bertha Díaz (DB)



Foto 43. Luis Díaz (DL)



Foto 42. Mesias Mosquera (MM)



Foto 44. Jessica Díaz (DJ)



Anexo 3. Buenas prácticas de ordeño

Foto 45. Colocación de balanceado y sal mineral.



Foto 46. Sujeción con manea a los animales antes del ordeño.



Foto 47. Aseo de manos antes del ordeño.



Foto 48. Lavado y secado de la ubre y pezones



Foto 49. Despunte.



Foto 50. Ordeño manual.



Foto 51. Filtrado de la leche.



Foto 52. Almacenado y cerrado del tanque de acero inoxidable.



Foto 53. Aseo de utensilios, tela y balde al pie de ordeño.



Foto 54. Transporte de la leche.



Foto 55. Almacenamiento de sal mineral y balanceado.



Foto 56. Disponibilidad de agua para los animales.



Anexo 4. Promedio de datos obtenidos

PRODUCTORES	SIGLAS	°C TEMPERATURA	% GRASA	% PROTEÍNA	pH	% ACIDEZ	UFC/cm ³ AEROBIOS MESOFILOS
LLERENA LAURA	LL	25,50	4,67	3,29	6,700	0,147	39.000,00
TOSCANO FLORA	TF	24,50	3,65	3,29	6,690	0,149	50.000,00
TOSCANO MARICELA	TM	24,00	3,39	3,06	6,700	0,148	324.500,00
CLAVIJO JUANA	CJ	23,50	6,03	3,35	6,700	0,148	232.000,00
SIGCHO LAURA	SL	24,50	3,91	3,16	6,700	0,149	160.500,00
CLAVIJO MARIANELA	CM	22,50	4,42	3,28	6,700	0,147	67.000,00
TOSCANO PONCEANO	TP	22,00	4,25	3,23	6,700	0,147	131.500,00
RODRIGUEZ CARMELO	RC	24,00	3,10	3,13	6,700	0,148	357.000,00
CLAVIJO PAOLA	CP	23,00	3,11	3,10	6,700	0,146	89.500,00
YAGLOA MIRIAM	YM	24,00	3,70	3,26	6,700	0,148	795.000,00
RODRIGUEZ SEGUNDO	RS	23,50	4,08	3,21	6,700	0,148	129.000,00
SAQUINGA HECTOR	SH	24,00	3,24	3,17	6,700	0,149	85.000,00
YANCHAGUANO LUZ	YLZ	22,00	4,29	3,15	6,700	0,149	67.500,00
LILIAN TAPIA	TL	24,50	4,05	3,20	6,700	0,149	460.000,00
HECTOR DÍAZ	DH	24,50	4,69	3,05	6,700	0,147	326.000,00
RODRIGUEZ WALTER	RW	22,50	3,55	3,17	6,690	0,149	103.000,00
RODRIGUEZ ITALO	RI	24,00	3,37	3,07	6,700	0,149	512.000,00
DÍAZ CARMEN	DC	24,00	3,37	2,99	6,690	0,149	57.500,00
ORTIZ SUSANA	OS	25,00	3,97	3,07	6,700	0,146	207.000,00
TOSCANO ELICIO	TSE	23,00	4,10	3,11	6,690	0,148	642.000,00
TOSCANO LOURDES	TSE	24,50	4,26	3,10	6,690	0,149	211.500,00
YANCHAGUANO JULIO	YL	24,00	3,26	3,06	6,700	0,148	172.000,00
ROMERO DAVID	RD	24,00	4,54	3,15	6,700	0,146	220.000,00
RODRIGUEZ ÁNGEL	RA	23,50	3,21	3,19	6,700	0,148	45.500,00
TOSCANO FRANKLIN	TSF	22,50	4,13	3,18	6,690	0,151	72.500,00
TOSCANO ROMEL	TSR	23,50	3,42	3,02	6,690	0,149	553.500,00
SIGCHO LISEÑA	SLÑ	23,00	4,01	3,14	6,700	0,150	207.500,00
JEFERSON AIMARA	AJ	23,00	3,62	3,10	6,690	0,148	282.500,00
IGLESIAS BERTHA	IB	24,00	3,25	3,26	6,690	0,147	521.500,00
CAIZA GUSTAVO	CG	23,50	3,46	3,07	6,700	0,149	577.000,00

