



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

**ESTUDIO DE LA TRAZABILIDAD DE LA RUTA 8 DE
RECOLECCIÓN DE LECHE EN LA ASOCIACIÓN DE
PRODUCTORES LÁCTEOS ASIPA**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA DE ALIMENTOS**

MARÍA ISABEL SÁNCHEZ MOYA

DIRECTOR: ING. CARLOS GONZÁLEZ

Quito, Julio 2017

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2017
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1716636624
APELLIDO Y NOMBRES:	SÁNCHEZ MOYA MARÍA ISABEL
DIRECCIÓN:	LA LOMA GRANDE
EMAIL:	mariz_moya@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	2954257
TELÉFONO MOVIL:	0987841272

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ESTUDIO DE LA TRAZABILIDAD DE LA RUTA 8 DE RECOLECCIÓN DE LECHE EN LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES LÁCTEOS ASIPA
AUTORA:	SÁNCHEZ MOYA MARÍA ISABEL
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	21/07/2017
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	ING. CARLOS GONZÁLEZ
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERA DE ALIMENTOS
RESUMEN:	<p>El objetivo del presente trabajo fue realizar el estudio de trazabilidad microbiológica de la ruta 8, la cual está compuesta por ocho productores independientes que llevan su leche hasta el centro de acopio de la asociación de pequeños productores agropecuarios (ASIPA), estos son sancionados en el pago monetario debido a la alta carga microbiana que presenta su leche al momento de vender al proveedor. El estudio se realizó en los meses de noviembre y diciembre del 2016, donde se tomaron muestras de leche de cada uno de los productores al igual que de los tanques de enfriamiento y del agua del</p>

centro de acopio, a las muestras se les midió el pH y temperatura *in situ*, se analizó Aerobios Mesófilos, Coliformes totales y *E. coli*. Los resultados revelaron que en el mes de diciembre existió mayor recuento de aerobios mesófilos donde tres productores no cumplieron con los límites de la norma INEN 9:2012 por otro lado, la presencia de Coliformes totales fue notable en el mes de noviembre, sin embargo los productores 4 y 5 no registraron crecimiento en ninguno de los dos meses. Con relación a *E. coli* en noviembre el 50 % de los productores presentaron ausencia de esta, mientras en diciembre solo el proveedor 4 y 5 no registraron crecimiento. Respecto al pH, solo el productor 3 tuvo un pH óptimo de 6.6 mientras todos los demás productores se salen del rango. Con relación a la leche de los tanques de enfriamiento estas presentaron pH cercanos al neutro lo que le hace idóneo para el crecimiento de bacterias, la temperatura en el primer muestreo fue más elevada que en el segundo donde se obtuvo un promedio de 12 °C cercano al límite de 10 °C establecido por la Norma INEN 9:2012. En cuanto a carga microbiológica la leche de los tanques de enfriamiento registró recuentos muy elevados tanto de Aerobios Mesófilos, Coliformes y *E. coli*. Respecto al agua con la que se lavan los tanques se encontró presencia de Aerobios Mesófilos y Coliformes, lo que puede influir también en el aumento de carga microbiana ya que los tanques están contaminados al momento de recibir la leche. Se concluye que la mayoría de productores no cumple con las normativas de leche cruda debido a la alta carga microbiana presente, lo que significa que existen fallas en la rutina de ordeño, falta enfriamiento después del ordeño y durante el transporte.

PALABRAS CLAVES:

Industria láctea, bacterias aerobias mesófilas, coliformes, *E. Coli*, calidad de la leche.

ABSTRACT:

The objective of the present work was to carry out the microbiological traceability

study of route 8, which is composed by eight independent producers who take their milk to the collection center of the association of small agricultural producers (ASIPA), these are sanctioned in the payment Due to the high microbial load that their milk presents when selling to the supplier. The study was conducted in November and December of 2016, where milk samples were taken from each of the producers as well as from the cooling tanks and the water from the collection center, the samples were measured pH and temperature *in situ*, Aerobic mesophilic, Coliform and *E. coli* were analyzed. The results revealed that in the month of December there was a higher count of aerobic mesophilic where three producers did not meet the limits of the INEN 9: 2012 standard. On the other hand, the presence of total Coliforms was remarkable in the month of November, however, producers 4 and 5 did not show growth in any of the two months. About of *E. coli* in November 50 % of the producers presented absence of this one, whereas in December only the supplier 4 and 5 did not register growth. Regarding pH, only producer 3 had an optimum pH of 6.6 while all other producers were out of range. In relation to the milk of the cooling tanks these had pH close to the neutral which makes it suitable for the growth of bacteria, the temperature in the first sampling was higher than in the second where it obtained an average of 12 °C close to the limit of 10 °C established by the Norm INEN 9: 2012. In terms of microbiological load the milk of the tanks register very high counts of both Aerobic mesophilic, Coliform and *E. coli*. Regarding the water used to wash the tanks, there was the presence of aerobic mesophilic and Coliform, which can also influence the increase of microbial load since the tanks are contaminated when receiving the milk. It is concluded that

	most of, many of producers do not comply with the rules of raw milk due to the high microbial load present, which means that there are failures in the routine of milking, lacking cooling after milking and during transportation.
KEYWORDS	Milk industry, mesophilic aerobic microorganisms, coliforms, <i>E.coli</i> , milk quality.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f.  _____

SÁNCHEZ MOYA MARÍA ISABEL

1716636624

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **SÁNCHEZ MOYA MARÍA ISABEL**, CI 1716636624 autora del proyecto titulado: **Estudio de la trazabilidad de la ruta 8 de recolección de leche en la asociación de productores lácteos ASIPA** previo a la obtención del título de **Ingeniera de Alimentos** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 21 de julio del 2017

f 
SÁNCHEZ MOYA MARÍA ISABEL
1716636624

Quito, 2 de Septiembre de 2016

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **Macas Pizarro Sara Catalina** con cédula de identidad N.-171418057-5 en calidad de Presidenta de la Asociación de Productores Agropecuarios "ASIPA" autorizo a **Sánchez Moya María Isabel**, realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación "**Estudio de la trazabilidad de la ruta 8 de recolección de leche en la Asociación de productores lácteos ASIPA**", basada en la información proporcionada por la compañía.



f. _____

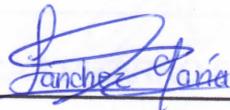
MACAS PIZARRO SARA CATALINA

171418057-5

CARTA DE DECLARACIÓN

Yo **SÁNCHEZ MOYA MARÍA ISABEL**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



SÁNCHEZ MOYA MARÍA ISABEL

1716636624

CARTA DE AVAL DE LA EMPRESA

Yo, **Macas Pizarro Sara Catalina** con cédula de identidad N.-171418057-5 en calidad de Presidenta de la Asociación de Productores Agropecuarios "ASIPA", certifico que la Srta. **Sánchez Moya María Isabel**, realizó su trabajo de titulación con el tema "**Estudio de la trazabilidad de la ruta 8 de recolección de leche en la asociación de productores lácteos ASIPA**", por requerimientos, y basada en la información proporcionada por la empresa. Los resultados del trabajo se entregaron el día **5 de abril del 2017**.

f:



MACAS PIZARRO SARA CATALINA

171418057-5

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Estudio de la trazabilidad de la ruta 8 de recolección de leche en la asociación de productores lácteos ASIPA**”, que, para aspirar al título de **Ingeniera de Alimentos** fue desarrollado por **Sánchez Moya María Isabel**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Ing. Carlos González

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1716316201

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres y hermanas, por ser el pilar más importante en mi vida y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres por su paciencia, sacrificio y apoyo a lo largo de mi vida.

A mis hermanas, por siempre estar a mi lado y brindarme su ayuda incondicional durante toda mi carrera.

A mi Director Carlos González por su paciencia y ayuda para la realización de este trabajo.

A la Ing. Elena Beltrán e Ing. Silvana Cuaspud por su inmensa ayuda durante el desarrollo de este trabajo.

Finalmente, a mis amigos y amigas que de una u otra forma siempre estuvieron conmigo, gracias porque siempre pude contar con ustedes.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA	9
2.1 RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS	9
2.2 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA E INOCULACIÓN	9
2.3 RECUENTO DE BACTERIAS	10
2.4 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	10
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
3.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE PRODUCTORES	11
3.1.1 AEROBIOS MESÓFILOS	12
3.1.2 COLIFORMES TOTALES	14
3.1.3 <i>E. coli</i>	15
3.2 ANÁLISIS DE pH y TEMPERATURA DE LOS PRODUCTORES	17
3.2.1 pH	17
3.2.2 TEMPERATURA	18
3.3 TANQUES DE ENFRIAMIENTO	19
3.3.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	19
3.3.2 ANÁLISIS DE pH	20
3.3.3 ANÁLISIS DE TEMPERATURA	21
3.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DEL CENTRO DE ACOPIO	22
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
4.1 CONCLUSIONES	24
4.2 RECOMENDACIONES	25
5. BIBLIOGRAFÍA	26
6. ANEXOS	31

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Recuento microbiológico por productor ruta 8	11
Tabla 2. Recuento microbiológico de los tanques de enfriamiento	20
Tabla 3. Valores de pH de los tanques de enfriamiento	21
Tabla 4. Valores de Temperatura (° C) de los tanques de enfriamiento	21
Tabla 5. Recuento microbiológico del agua de la manguera del centro de acopio	22

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Recuento de aerobios mesófilos para los meses de a) noviembre y b) diciembre	12
Figura 2. Recuento de coliformes totales para los meses de a) noviembre y b) diciembre	14
Figura 3. Recuento de <i>E. coli</i> por cada productor en los meses de a) noviembre y b) diciembre	16
Figura 4. Relación pH y tiempo por cada productor en los meses de a) noviembre y b) diciembre	17
Figura 5. Relación temperatura y tiempo por cada productor en los meses de a) noviembre y b) diciembre	18

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I Fotografías de la toma de muestra en el centro de acopio de ASIPA	31
ANEXO II Fotografías recepción de leche en centro de acopio	32
ANEXO III Fotografías análisis microbiológico de los tanques de enfriamiento	33

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue realizar el estudio de trazabilidad microbiológica de la ruta 8, la cual está compuesta por ocho productores independientes que llevan su leche hasta el centro de acopio de la asociación de pequeños productores agropecuarios (ASIPA), estos son sancionados en el pago monetario debido a la alta carga microbiana que presenta su leche al momento de vender al proveedor. El estudio se realizó en los meses de noviembre y diciembre del 2016, donde se tomaron muestras de leche de cada uno de los productores al igual que de los tanques de enfriamiento y del agua del centro de acopio, a las muestras se les midió el pH y temperatura *in situ*, se analizó Aerobios Mesófilos, Coliformes totales y *E. coli*. Los resultados revelaron que en el mes de diciembre existió mayor recuento de aerobios mesófilos donde tres productores no cumplieron con los límites de la norma INEN 9:2012 por otro lado, la presencia de Coliformes totales fue notable en el mes de noviembre sin embargo los productores 4 y 5 no registraron crecimiento en ninguno de los dos meses. Con relación a *E. coli* en noviembre el 50 % de los productores presentaron ausencia de esta, mientras en diciembre solo los productores 4 y 5 no registraron crecimiento. Respecto al pH, solo el productor 3 tuvo un pH óptimo de 6.6 mientras todos los demás productores se salen del rango. Con relación a la leche de los tanques de enfriamiento estas presentaron pH cercanos al neutro lo que le hace idóneo para el crecimiento de bacterias, la temperatura en el primer muestreo fue más elevada que en el segundo donde se obtuvo un promedio de 12 °C cercano al límite de 10 °C establecido por la Norma INEN 9:2012. En cuanto a carga microbiológica la leche de los tanques de enfriamiento registró recuentos muy elevados tanto de A. Mesófilos, Coliformes y *E. coli*. Respecto al agua con la que se lavan los tanques se encontró presencia de Aerobios Mesófilos y Coliformes, lo que puede influir también en el aumento de carga microbiana ya que los tanques están contaminados al momento de recibir la leche. Se concluye que la mayoría de productores no cumple con las normativas de leche cruda debido a la alta carga microbiana presente, lo que significa que existen fallas en la rutina de ordeño, falta de enfriamiento después del ordeño y durante el transporte.

Palabras clave: industria láctea, bacterias aerobias mesófilas, coliformes, *E.coli*, calidad de la leche.

ABSTRACT

The objective of the present work was to carry out the microbiological traceability study of route 8, which is composed by eight independent producers who take their milk to the collection center of the association of small agricultural producers (ASIPA), these are sanctioned in the payment Due to the high microbial load that their milk presents when selling to the supplier. The study was conducted in November and December of 2016, where milk samples were taken from each of the producers as well as from the cooling tanks and the water from the collection center, the samples were measured pH and temperature *in situ*, Aerobic mesophilic, Coliform and *E. coli* were analyzed. The results revealed that in the month of December there was a higher count of aerobic mesophilic where three producers did not meet the limits of the INEN 9: 2012 standard. On the other hand, the presence of total Coliforms was remarkable in the month of November, however, producers 4 and 5 did not show growth in any of the two months. About of *E. coli* in November 50% of the producers presented absence of this one, whereas in December only the supplier 4 and 5 did not register growth. Regarding pH, only producer 3 had an optimum pH of 6.6 while all other producers were out of range. In relation to the milk of the cooling tanks these had pH close to the neutral which makes it suitable for the growth of bacteria, the temperature in the first sampling was higher than in the second where it obtained an average of 12 °C close to the limit of 10 °C established by the Norm INEN 9: 2012. In terms of microbiological load the milk of the tanks register very high counts of both Aerobic mesophilic, Coliform and *E. coli*. Regarding the water used to wash the tanks, there was the presence of aerobic mesophilic and Coliform, which can also influence the increase of microbial load since the tanks are contaminated when receiving the milk. It is concluded that most of, many of producers do not comply with the rules of raw milk due to the high microbial load present, which means that there are failures in the routine of milking, lacking cooling after milking and during transportation.

Key words: milk industry, Aerobic mesophilic bacteria, coliforms, *E.coli*, milk quality.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la NTE INEN 0009 (2012) “La leche es producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos lecheros sanos, mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada a un tratamiento posterior previo a su consumo”.

Mientras la leche cruda se encuentra definida como aquella “leche que no ha sido sometida a ningún tipo de calentamiento, es decir su temperatura no ha superado la de la leche inmediatamente después de ser extraída de la ubre (no más de 40 °C)” (NTE INEN 0009, 2012) .

La leche es un alimento con alto valor nutritivo ya que está compuesta por proteínas, vitaminas, azúcares, grasas y minerales como el calcio y fósforo, cuyas concentraciones varían principalmente de acuerdo al animal (Castro, 2011). Debido a su composición es considerada como un alimento completo, siendo un medio ideal para el crecimiento de diversos microorganismos. La contaminación en la leche puede ocurrir durante el manejo, ordeño, almacenamiento, transporte y elaboración de derivados, proceso donde la leche pasa por diferentes etapas de la cadena agroalimentaria (Agudelo & Bedoya, 2005).

Una leche recién ordeñada procedente de vacas sanas, tiene niveles microbiológicos totales entre 300 y 1.500 UFC/ml. A partir del ordeño puede incrementarse el recuento microbiano, sin embargo, las bacterias presentes no se multiplican durante las primeras horas, debido que la leche recién ordeñada posee un poder bacteriostático que impide su desarrollo (Mariscal, Ibáñez, & Gutiérrez, 2013).

En estudios realizados por Ronquillo, Lammoglia, Rentería, Cabrera & Cruz (2014) acerca de la presencia de microorganismos en la leche cruda de vaca durante el ordeño, se observó que incluso en la leche recién ordeñada, la presencia de bacterias era alta en la mayoría de las muestras analizadas con un conteo superior a 1×10^6 UFC/ml. En este estudio también se encontró la presencia de *Salmonella* y *Shigella* en la leche recién ordeñada, cuyos valores obtenidos se encontraban por encima de lo normal; catalogando así, como un indicador del incorrecto manejo higiénico previo y durante el ordeño. Además, se demostró que el tiempo durante el que permanece la leche en el lugar de ordeño afecta significativamente la calidad microbiológica de la leche.

De acuerdo con Murphy y Boor (2000), la leche cruda que se encuentra en el tanque de almacenamiento durante el ordeño puede presentar una contaminación microbiana, debido a la presencia de bacterias en la superficie externa de la ubre, del equipo de ordeño, utensilios y de organismos de mastitis que se encuentran dentro de la ubre.

Otros factores que también afectan la calidad microbiológica de la leche cruda son: la temperatura, el tiempo de almacenamiento (incluso en tanques refrigerados), el tipo de lavado del tanque de almacenamiento ya sea de manera manual o automática; todos estos factores determinan el tiempo de conservación de la leche (Ronquillo, Lammoglia, Rentería, Cabrera, & Cruz, 2014).

Martínez & Díaz (2016), en su estudio sobre evaluación de la leche cruda recibida en industrias lácteas, encontraron en la evaluación fisicoquímica, muestras con pH de 6.7 y una acidez promedio de 0.16 %. Además, encontraron leches con valores de acidez superiores a 0.17 % lo cual atribuyeron al almacenamiento en recipientes inapropiados sin refrigeración, factores que contribuyen al desarrollo microbiano.

Rosero & Mestres (2004), señalan que la capacidad de almacenamiento de una leche no sólo depende de la temperatura, sino que también depende del grado de contaminación microbiana que presenta. Cuanto mayor sea la contaminación microbiana de la leche, menor será su capacidad para ser almacenada. En la leche almacenada en condiciones de refrigeración, la microbiota psicotrófica es la principal responsable del deterioro.

Las principales bacterias patógenas que suelen presentarse en la leche cruda, se clasifican en dos grandes grupos, las bacterias Gram Positivas donde se encuentran: *Listeria monocytogenes*, que se considera como cero tolerancia según la FDA, también están los *Estafilococos*, que son anaerobios facultativos fermentadores y *Clostridium botulinum*, que son bacterias anaeróbicas con actividad enzimática variada y que producen acidificación, coagulación y proteólisis (IRAM, 2010).

Dentro de los microorganismos aerobios mesófilos, se encuentran todos aquellos que son capaces de desarrollarse en presencia de oxígeno a temperaturas entre los 20 °C y 45 °C con una óptima entre 30 °C y 40 °C. El recuento de microorganismos aerobios mesófilos estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos. Además, este tipo de microorganismo puede reflejar la calidad sanitaria de los alimentos, revelando las condiciones higiénicas de la materia prima y la forma en la que fueron manipulados en la elaboración (Passalacqua & Cabrera, 2014).

Según Suárez, Martínez, Bertoni, & Neder (2017) en su estudio se demostró que para la rutina de ordeño y para el preparado de las ubres pre ordeño se

debe tomar en cuenta el período de lluvias, ya que durante esta época se registró mayores recuentos de aerobios mesófilos en la leche analizada por lo que se debe reforzar las medidas de higiene en la rutina de ordeño durante esta época.

Un recuento elevado de microorganismos aerobios puede representar una incorrecta manipulación durante el proceso de elaboración del alimento o una alta contaminación microbiana de la materia prima; también puede representar la posibilidad de que existan patógenos y la alteración del producto, de la misma manera un recuento bajo no asegura la ausencia de flora patógena o sus toxinas (Passalacqua & Cabrera, 2014).

En las bacterias Gram Negativas, se encuentran las enterobacterias las cuales son huéspedes normales del intestino de los mamíferos, estas pueden estar presentes tanto en el agua como en la leche, su presencia determina que existe contaminación de origen fecal. A estas bacterias se las considera importantes desde el punto de vista higiénico, debido al poder patógeno que poseen varias especies, como *Salmonella* y otras que pueden producir alteraciones gastrointestinales, por ejemplo, *Escherichia coli* (*E. coli*), *Yersinia* y *Shigella*. Desde el punto de vista tecnológico son importantes ya que son bacterias heterofermentativas, es decir productoras de gases, sin embargo, también producen sustancias viscosas y de sabor desagradable, lo cual provoca la alteración de la leche o subproductos (Rodríguez & Echevarría, 2009).

En los productos lácteos, las enterobacterias encontradas con mayor frecuencia son las del grupo Coliforme. La determinación de su presencia representa la calidad higiénica de la leche, las enterobacterias más comunes en la leche cruda son: *E. coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Salmonella*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Serratia* y *Proteus* (IRAM, 2010).

La Organización Mundial de la Salud (2016), define a *E. coli* como un microorganismo presente en el intestino tanto del ser humano como de los animales de sangre caliente, esta bacteria se transmite al hombre especialmente por el consumo de alimentos contaminados. Existen cepas de *E. coli* inofensivas, así como también productoras de toxina Shiga, las cuales pueden provocar graves enfermedades.

Según Mariscal, Ibáñez, & Gutiérrez (2013), para evaluar la calidad de la leche, no solo se debe tomar en cuenta su concentración en componentes o sus características organolépticas, también se debe realizar un análisis microbiológico, el cual es usado con mayor frecuencia. Un alto recuento bacteriano está relacionado con pérdidas de producción lechera lo que afecta económicamente a los productores, además de los riesgos inherentes a la población de contraer enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs). Por ende, la salud y bienestar de los consumidores dependen en gran

medida del aporte nutricional de los alimentos y de la calidad higiénica a la que son sometidos a lo largo de toda la cadena productiva (FAO, Kooper, & Calderón, 2009).

Actualmente, la calidad en la industria láctea es considerada como una ventaja competitiva ya que busca satisfacer las necesidades y exigencias de los consumidores nacionales y de los mercados externos (Martínez & Díaz, 2016).

El Codex Alimentarius define a la trazabilidad como la capacidad para seguir el recorrido de un alimento a través de todas las etapas de producción, procesamiento y distribución, llevando así el control de la información del producto (CAC, 2006).

En las cadenas agropecuarias de producción se puede diferenciar dos tipos de trazabilidad: la trazabilidad primaria, es aquella en la que se realiza un registro histórico tanto de los animales como de sus enfermedades; la trazabilidad secundaria, esta principalmente orientada a la inocuidad de los productos de origen animal (se puede conocer el origen de las materias primas que forman parte del alimento, desde que entra a la cadena alimentaria hasta que llega al consumidor) (Tonsor & Schultz, 2010).

La seguridad y la inocuidad alimentaria están relacionadas, según la FAO: “La seguridad alimentaria existe cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades que permitan llevar una vida sana y activa”. La seguridad alimentaria se garantiza cuando existe una buena sanidad animal, porque mejora el suministro de alimentos inocuos derivados de animales para satisfacer las necesidades alimenticias (OIE, 2015).

De acuerdo con Yuquilema & Huilca (2016) para que un alimento sea inocuo se deben implementar medidas de control de calidad antes, durante y al final de la elaboración para verificar la calidad del producto terminado. Mediante el empleo de sistemas de calidad en la industria de alimentos, como la norma ISO 22000:2005 o ISO 22002:2009 y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) se tendrá un papel significativo en el fortalecimiento de la inocuidad alimentaria (Cartin, 2013).

Por tanto, para tener leche de calidad se debe comenzar implementando buenas prácticas de ordeño (FAO, 2011). Antes de iniciar el ordeño, se debe verificar que el sitio de ordeño este limpio, libre de materia fecal y agentes contaminantes. Es importante el lavado de manos y brazos del ordeñador, así como verificar que los utensilios de trabajo como baldes, pezoneras, estén limpios y sin residuos de agua. La persona responsable debe usar ropa exclusiva durante el ordeño (Agrocalidad, 2015).

Durante el ordeño, primero se debe realizar el lavado de los pezones con agua limpia, después se procede al secado de los pezones. El ordeño debe durar de cinco a siete minutos, para evitar que se produzca una retención natural de la leche y sea más probable que se provoque mastitis. Al terminar el ordeño se debe sellar los pezones con una solución desinfectante, a base de tintura de yodo comercial (Agrocalidad, 2015).

Después del ordeño, la leche debe ser filtrada para eliminar cualquier tipo de residuo presente. La leche se debe enfriar y almacenar inmediatamente en depósitos cerrados, ubicados a la sombra, si es posible sumergidos en agua fría. Los utensilios utilizados al igual que el lugar de ordeño deben ser lavados con agua tratada y detergente, eliminando excremento y agentes contaminantes (Agrocalidad, 2015).

Gárzon & Nieto (2011) señalan que al aplicar buenas prácticas de higiene a lo largo del proceso de ordeño y durante la limpieza y desinfección de utensilios e instalaciones, se reduce el riesgo de contaminación de la leche cruda por agentes físicos, químicos o microbiológicos; salvaguardando la salud de los consumidores, y creando una cultura de higiene en los productores para ofrecer un producto de calidad.

Se puede evidenciar que, la calidad microbiológica de la leche depende principalmente de las condiciones de higiene y sanidad que se manejan en las explotaciones lecheras, por tanto, mientras mayor atención y cuidado se proporcione a la obtención higiénica de la leche y a la sanidad de los animales productores, los recuentos de microorganismos serán inferiores (Celis & Juárez, 2009).

La Asociación de Pequeños Productores Agropecuarios "ASIPA", es una organización de ganaderos que trabaja desde hace ocho años en San Miguel de los Bancos, cuenta con 32 socios y 82 productores. Acopia diariamente alrededor de 5.000 litros de leche cruda (Zurita, 2017).

La leche proveniente de los ganaderos de ASIPA presenta una alta carga microbiana, la cual representa pérdidas económicas para los productores debido a que son sancionados por las empresas que compran el producto. El proyecto tiene la finalidad de identificar las causas de contaminación de la leche de la ruta 8, que corresponde al centro de acopio donde se recolecta la leche de ocho productores independientes, en donde se investigará la microbiología de la leche entregada por cada proveedor de la ruta 8 de la asociación de pequeños productores agropecuarios ASIPA de San Miguel de los Bancos, así como el crecimiento de microorganismos en los tanques de almacenamiento del centro de acopio.

El objetivo de esta investigación fue estudiar la trazabilidad de la ruta 8 durante la recolección de leche en la asociación de pequeños productores agropecuarios ASIPA. Para el cumplimiento de este se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Recolectar muestras de leche de los proveedores de la ruta 8.
- Medir el pH y la temperatura de las muestras *in situ*.
- Determinar la población de microorganismos (aerobios mesófilos coliformes totales, *E. coli*) en las muestras de leche.

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

2.1 RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS

El estudio se realizó en el centro de acopio de la Asociación de Pequeños Productores Agropecuarios (ASIPA) ubicado en el cantón San Miguel de los Bancos, se recopilaban muestras en dos meses diferentes (noviembre y diciembre del 2016). El muestreo se efectuó tomando 100 ml de leche cruda de cada uno de los 8 productores independientes que llegan hasta el centro de acopio, los cuales conforman la denominada ruta 8, al final de la recolección de leche de todos los productores de las ocho rutas, se tomó muestras de la leche de los 2 tanques de enfriamiento al igual que del agua del centro de acopio con la que se lavó los tanques previamente. Para obtener las muestras, se utilizó frascos estériles. Inmediatamente en cada muestra se determinó la temperatura en grados Celsius con ayuda de un termómetro digital marca Multi-Thermometer mientras el pH se determinó por medio de un potenciómetro digital marca Hanna. Concluido el procedimiento, se etiquetó los frascos con su respectivo código y se colocó en coolers con hielo hasta llegar al Laboratorio de Microbiología de la Universidad Tecnológica Equinoccial en Quito, para su análisis microbiológico.

2.2 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA E INOCULACIÓN

Para las diluciones de las muestras de leche cruda de vaca, primero se midió 10 ml de leche y se agregó en un frasco con 90 ml de agua peptonada estéril correspondiente a la dilución 10^{-1} , posteriormente se agitó manualmente por 25 veces. A partir de esta se realizó la dilución 10^{-2} con la ayuda de una micro pipeta se tomó una alícuota de 1 ml de la dilución 10^{-1} y se colocó en un tubo con 9 ml de agua peptonada estéril, posteriormente se utilizó un homogenizador tipo vortex por un tiempo de 5 segundos. De la misma manera se realizaron las diluciones sucesivas 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} . El proceso se repitió para cada una de las 11 muestras.

Para el proceso de inoculación, de cada dilución se tomó 1 ml y se inoculó en placas de Neofilm para recuento de *E. coli*, Coliformes y Aerobios Mesófilos. Los ensayos se realizaron por duplicado.

2.3 RECUENTO DE MICROORGANISMOS

Para el recuento de microorganismos Aerobios Mesófilos las placas se incubaron de acuerdo con el Manual de interpretación Neofilm, según el método AOAC 011001 el cual sugiere incubarlas a 35 °C por 44 - 48 horas.

Mientras para el recuento de *E. coli* y Coliformes las placas se incubaron de acuerdo con el Manual de interpretación Neofilm, según el método AOAC 070901 el cual sugiere incubarlas a 35 °C por 21 - 24 horas.

2.4 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La interpretación para las colonias de *E. coli* y Coliformes se realizó de acuerdo al Manual Neofilm, donde señala que para diferenciar las colonias de *E. coli* y Coliformes se debe prestar atención a sus colores:

- *E. coli*: colonias color purpura / índigo
- Coliformes: colonias color azul / azul – verdoso

La interpretación de Aerobios Mesófilos se realizó de acuerdo al Manual Neofilm donde indica que se deben contar todas las colonias de color rojo independientemente de su tamaño o intensidad.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE PRODUCTORES

En la Tabla 1 se observa los resultados obtenidos por los productores de la ruta 8, donde se aprecia que en el muestreo realizado en el mes de diciembre hubo mayor crecimiento microbiano comparado con el mes de noviembre.

Tabla 1. Recuento microbiológico por productor ruta 8

Mes de muestreo	Productor	pH	Temperatura (°C)	Aerobios Mesófilos (UFC/ml)	Coliformes (UFC/ml)	<i>E. coli</i> (UFC/ml)
Noviembre	1	6.4	33.7	8.2 x 10 ⁵	2.8 x 10 ⁵	3.3 x 10 ¹
	2	5.9	34.2	1.1 x 10 ⁵	7.2 x 10 ³	<10
	3	6.2	32.4	1.8 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁴	<10
	4	6.1	34.2	2.4 x 10 ³	1.3 x 10 ²	1.7 x 10 ¹
	5	6.2	31.8	1.8 x 10 ⁴	7.8 x 10 ²	3.3 x 10 ¹
	6	6.2	32.2	1.1 x 10 ⁷	7.7 x 10 ⁶	<10
	7	6.3	29.3	1.4 x 10 ⁶	6.3 x 10 ⁵	5 x 10 ¹
	8	6.2	31.5	4.9 x 10 ⁵	3 x 10 ⁴	<10
Diciembre	1	--	--	--	--	--
	2	--	--	--	--	--
	3	6.6	31.3	6.3 x 10 ⁶	5.4 x 10 ⁶	1.3 x 10 ³
	4	7.0	33.9	3.0 x 10 ³	3.3 x 10 ¹	<10
	5	7.0	29.9	2.6 x 10 ⁴	3.4 x 10 ²	<10
	6	6.2	31.4	6.0 x 10 ⁶	1.9 x 10 ⁶	7.3 x 10 ³
	7	6.1	32.1	3.3 x 10 ⁵	4.2 x 10 ⁴	8.4 x 10 ²
	8	6.4	31.6	2.6 x 10 ⁶	3.9 x 10 ⁵	5.4 x 10 ²

3.1.1. AEROBIOS MESÓFILOS

En la Figura 1 se puede observar el recuento de aerobios mesófilos registrado en el mes de noviembre y diciembre.

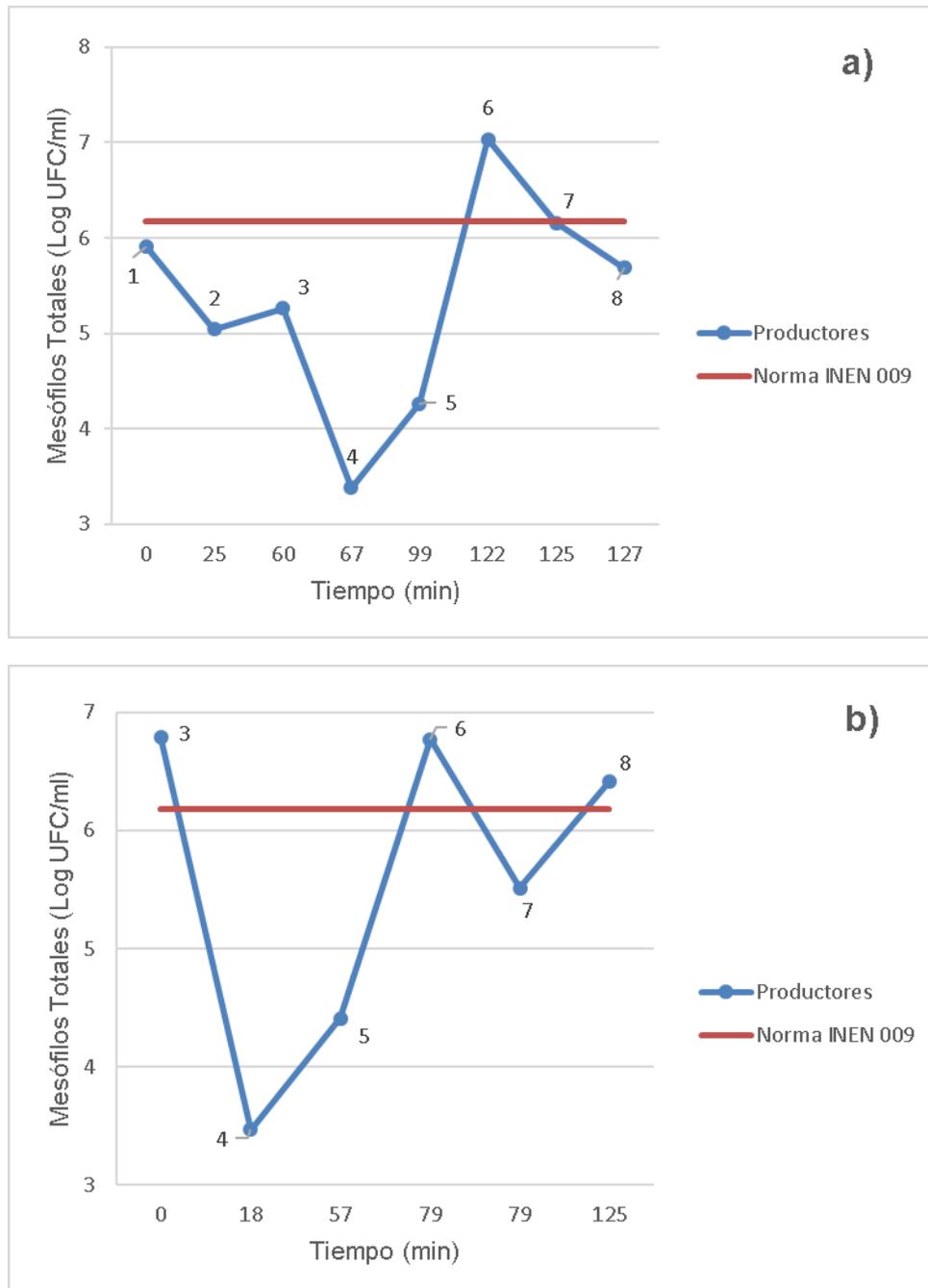


Figura 1. Recuento de aerobios mesófilos para los meses de a) noviembre y b) diciembre

En el mes de noviembre, la leche de siete productores tuvo recuentos de aerobios mesófilos inferiores a 6.18 Log UFC/ml (1.5×10^6 UFC/ml), donde el recuento más bajo fue de 2.4×10^3 UFC/ml correspondiente al productor 4, respecto al productor 6 este registró el valor más alto de 1.1×10^7 UFC/ml.

Por otra parte, en el mes de diciembre tres productores registraron recuentos elevados especialmente el productor 3 quien presentó 6.3×10^6 UFC/ml, seguido del productor 6 con 6.0×10^6 UFC/ml y el productor 8 con 2.6×10^6 UFC/ml, en diciembre el recuento más bajo fue del productor 4 con 3.0×10^3 UFC/ml.

Los resultados obtenidos indican que, en el mes de noviembre se obtuvo un recuento menor de aerobios mesófilos donde solo el productor 6 no cumplió con los límites establecidos por la norma, mientras en el muestreo realizado en el mes de diciembre se encontró recuentos más elevados, tres productores no cumplieron con la norma de leche cruda. La comparación de los recuentos se realizó tomando como referencia la norma INEN 9:2012 quien establece como límite de aceptación 6.18 Log UFC/ml (1.5×10^6 UFC/ml). Por otro lado, en el mes de diciembre a los productores 1 y 2 no se les realizó segundo muestreo debido a motivos logísticos

La alta presencia de aerobios totales puede evidenciar el nivel de contaminación de la leche e indicar que existen condiciones higiénicas deficientes, por un manejo inadecuado en la rutina de ordeño, mala higiene de las manos del ordeñador, uso de utensilios de ordeño sucios, malas formas de almacenamiento y transporte de la leche, etc (Calderón , Rodríguez , Arrieta, Martínez, & Vergara, 2012).

Otro factor al cual se le puede atribuir la alta presencia de aerobios mesófilos es la temperatura, acorde con Pinzon (2006) la temperatura a la cual se encuentra la leche después del ordeño contribuye al rápido crecimiento microbiano.

Un recuento elevado de microorganismos aerobios mesófilos puede representar la posibilidad de que existan patógenos y la alteración del producto, sin embargo, un recuento bajo no asegura la ausencia de flora patógena o sus toxinas (Passalacqua & Cabrera, 2014).

3.1.2. COLIFORMES TOTALES

Los coliformes totales son considerados como indicadores del grado de contaminación fecal, en la Figura 2 se muestra el recuento de coliformes totales en el mes de noviembre y diciembre.

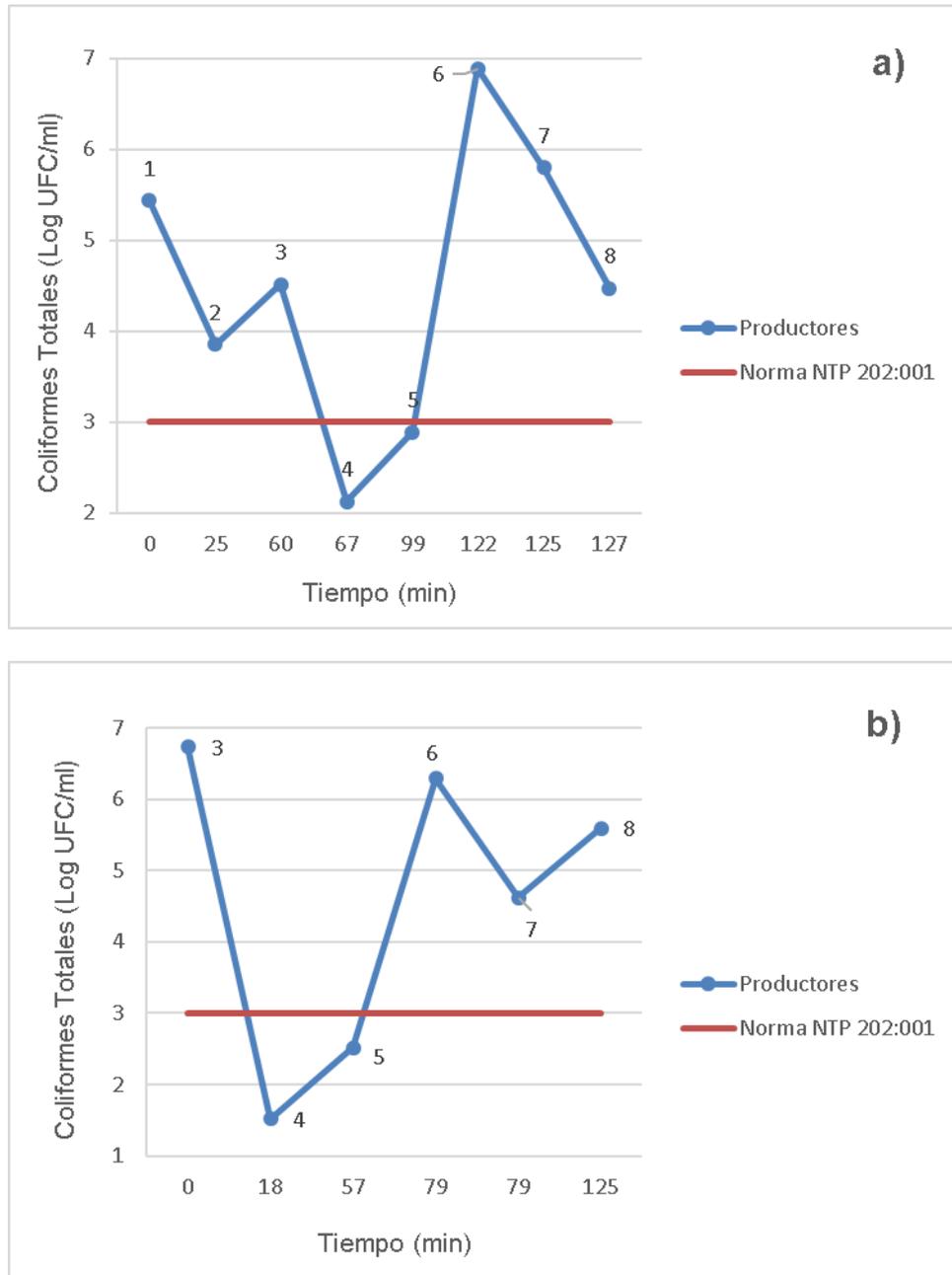


Figura 2. Recuento de coliformes totales para los meses de a) noviembre y b) diciembre

En el mes de noviembre, la leche de seis productores presentó valores elevados de coliformes totales, donde el productor 6 obtuvo el recuento más alto de 7.7×10^6 UFC/ml, mientras los productores 4 y 5 presentaron los recuentos más bajos de 1.3×10^2 UFC/ml y 7.8×10^2 UFC/ml, respectivamente.

En cuanto al muestreo realizado en diciembre, cuatro productores mostraron valores altos, el productor 3 registró el recuento microbiológico más alto de este mes con 5.4×10^6 UFC/ml, asimismo los productores 4 y 5 presentaron los recuentos más bajos de 3.3×10^1 UFC/ml y 3.4×10^2 UFC/ml, respectivamente.

Los recuentos obtenidos fueron comparados con la norma peruana NTP 202.001:2003 donde el límite máximo permisible es de 1000 UFC/ml (3 log UFC/ml). Al comparar los datos con dicha norma se observó que solo la leche de los productores 4 y 5 tanto en el mes de noviembre como diciembre, cumplieron con la norma ya que obtuvieron recuentos inferiores al límite.

La presencia de coliformes en la leche cruda se relaciona con el grado de limpieza tanto de las manos de los operarios como de la piel de los pezones del animal. De acuerdo con Vásquez, Rodríguez, Méndez, Osuna, & Vargas (2007) el tipo de limpieza de las ubres tiene relación con la presencia de coliformes en la leche, ya que cuando la piel se encuentra húmeda aporta más bacterias en comparación a la piel seca, debido a que los microorganismos pueden transportarse con el agua hasta la punta del pezón durante el ordeño, contaminando la leche.

La presencia de coliformes en productos lácteos no es aceptable por los estándares de consumo de alimentos inocuos, debido a que algunos de estos microorganismos son patógenos y pueden causar enfermedades graves para el ser humano (Tankoano, Kabore, Savadogo, & Soma, 2016).

3.1.3. *E. coli*

En la Figura 3 se puede observar la presencia de *E.coli* para cada productor en los meses de noviembre y diciembre. En el primer muestreo realizado en el mes de noviembre la leche de la mitad de los proveedores resultó contaminada por *E. coli*, mientras en el resto de productores no existió crecimiento. Por otro lado, en el mes de diciembre, cuatro productores registraron presencia de esta, mientras solo los productores 4 y 5 no presentaron recuentos.

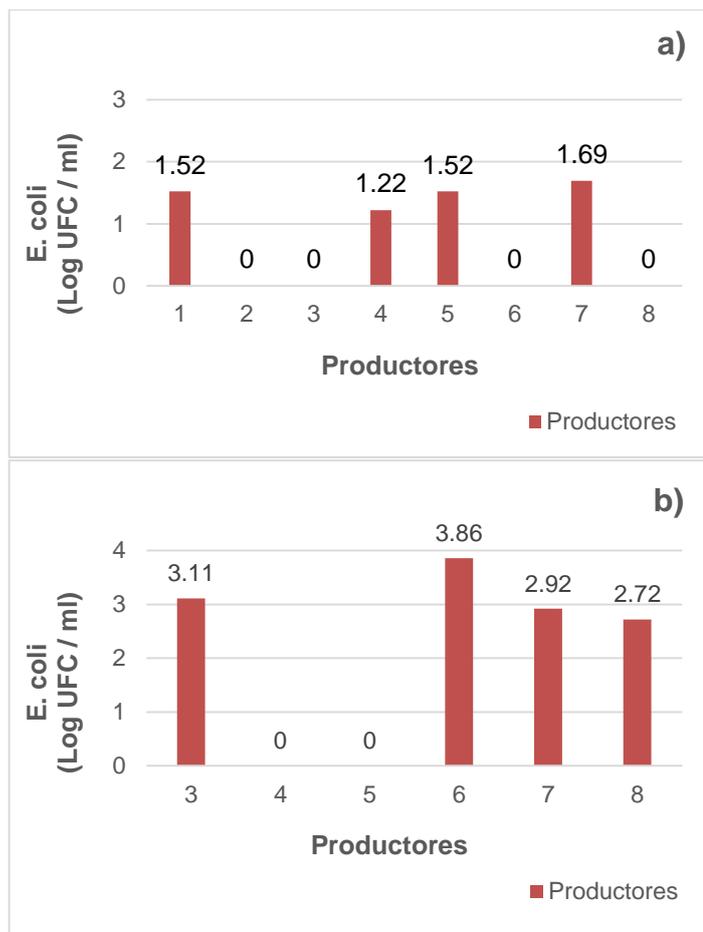


Figura 3. Recuento de *E. coli* por cada productor en los meses de a) noviembre y b) diciembre.

Al comparar los recuentos obtenidos del mes de noviembre con la Norma Oficial Mexicana (NOM-243-SSA1-2010) la leche proveniente de los proveedores 1, 4, 5 y 7 no cumplen con la norma, ya que superan el límite máximo permitido de *E. coli* que es de 1.11 Log UFC/ml (13 UFC/ml). En cuanto al muestreo realizado en diciembre la leche de los productores 3, 6, 7 y 8 al presentar recuentos elevados, no cumplen con la norma.

E. coli es una bacteria utilizada como indicador de contaminación fecal presente en los alimentos, es de preocupación en la industria alimentaria debido a que es uno de los principales causantes de enfermedades transmitidas por alimentos que provocan trastornos gastrointestinales en el hombre (OMS, 2016).

La leche puede contaminarse de manera directa o indirecta durante el ordeño, transporte y almacenamiento. La presencia de *E. coli* en la leche refleja la existencia de un manejo higiénico deficiente de la rutina de ordeño y exposición de la leche a materia fecal (Vásquez, Rodríguez, Méndez, Osuna, & Vargas, 2007).

3.2 ANÁLISIS DE pH y TEMPERATURA DE LOS PRODUCTORES

3.2.1 pH

En la Figura 4 se puede observar la relación de pH y tiempo para cada productor, en el mes de noviembre el pH promedio fue de 6.2, donde el pH más bajo registrado fue de 5.9 del productor 2 y el más alto de 6.4 del productor 1. En cambio, en el mes de diciembre el pH promedio fue de 6.6, en este mes los proveedores 4 y 5 registraron el pH más alto de 7.0 mientras el pH más bajo fue de 6.1 correspondiente al productor 7.

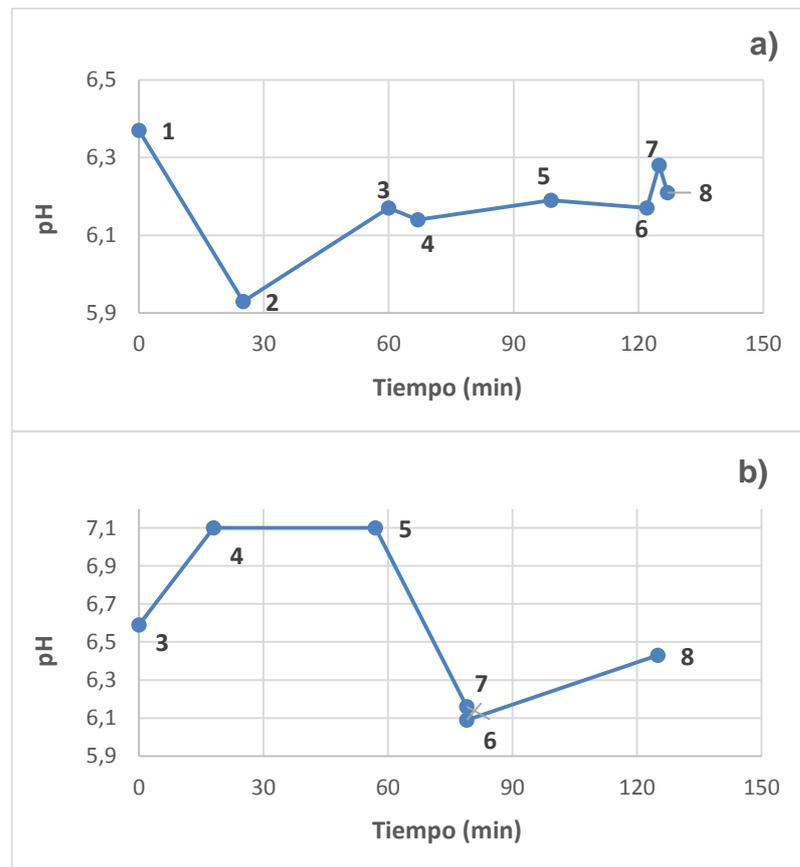


Figura 4. Relación pH y tiempo por cada productor en los meses de a) noviembre y b) diciembre.

El pH normal de leche fresca es de 6.6 a 6.8, en este estudio se evidencia que en el mes de noviembre ninguno de los productores obtuvo un pH ideal, respecto al mes de diciembre el único productor que presentó un pH normal

fue el productor 3 con un pH de 6.6, mientras todos los demás productores se salen del rango. Estas variaciones pueden deberse a varios factores como; alto contenido de proteínas, presencia de células somáticas, efecto de la temperatura del sector ya que en días más calurosos la leche tiende a acidificarse por la falta de enfriamiento, el período de lactancia también puede afectar observándose valores de pH muy altos (mayores a 7.4) (Álvarez, Herrera, Alonso, & Barreras, 2012).

Las variaciones de pH también pueden ser debidas a posibles adulteraciones para ocultar los defectos en la calidad sanitaria de la leche, por ejemplo, la adición de bicarbonato de sodio neutraliza la acidez en la leche mientras la adición de calostro provoca la disminución del pH debido al elevado contenido de proteínas (Calderón, Rodríguez, & Martínez, 2013) .

3.2.2 TEMPERATURA

En la Figura 5 se puede observar la relación entre la temperatura y el tiempo para cada productor.

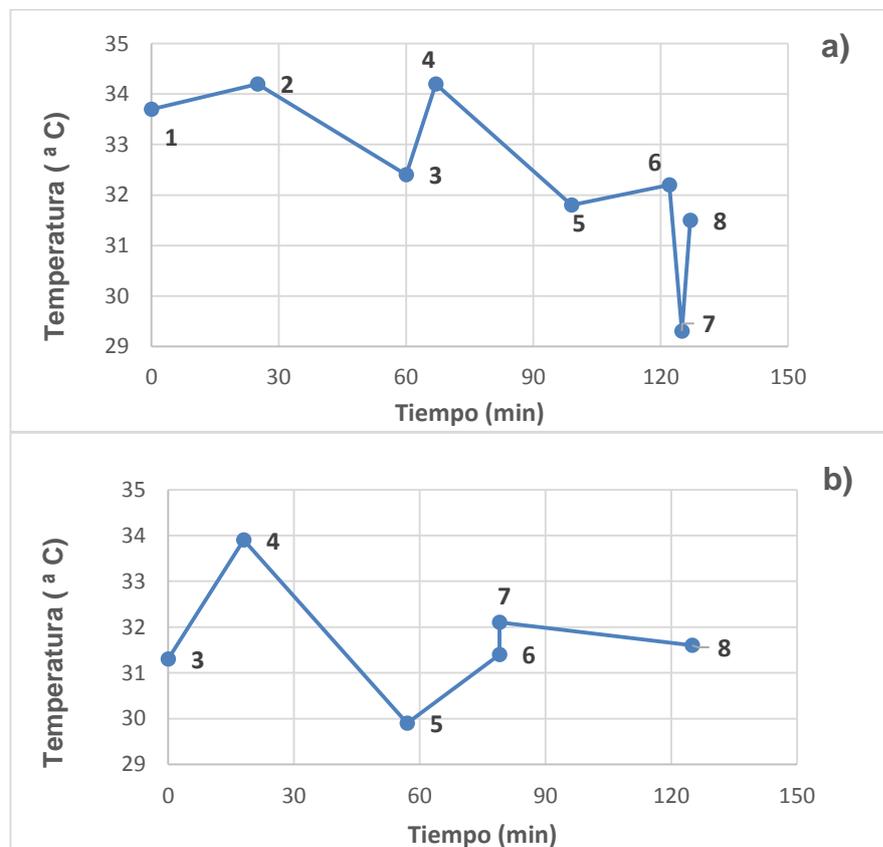


Figura 5. Relación temperatura y tiempo por cada productor en los meses de a) noviembre y b) diciembre.

La temperatura promedio de la leche cruda en el muestreo realizado en noviembre fue de 32.4 °C, donde los productores 2 y 4 registraron la temperatura más alta de 34.2 °C, mientras la más baja fue de 29.3 °C del productor 7.

En el mes de diciembre la temperatura promedio fue de 31.7 °C, en este mes la temperatura más alta fue 33.9 °C correspondiente al productor 4 y la temperatura más baja de 29.9 °C del productor 5. Por tanto, estas temperaturas pueden influir en la alta presencia de aerobios mesófilos ya que estos son capaces de desarrollarse en temperaturas entre 20 °C y 45 °C con un óptimo de 35 °C (Passalacqua & Cabrera, 2014).

De acuerdo con López & Zevallos (2015) la leche cruda después del ordeño debe ser inmediatamente enfriada a 4 °C con agitación constante, sin embargo, si no se cuenta con sistemas de refrigeración, la leche debe ser transportada en un tiempo menor a tres horas al centro de acopio, para minimizar la multiplicación de los microorganismos.

3.3 TANQUES DE ENFRIAMIENTO

3.3.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos del recuento microbiológico de la leche de los tanques de enfriamiento ubicados en el centro de acopio. Respecto a los datos de Aerobios Mesófilos se observa que en el mes de noviembre se obtuvo el recuento más elevados de 1.26×10^7 UFC/ml, mientras que en el mes de diciembre se obtuvo el recuento más bajo de 3.90×10^5 UFC/ml. Al comparar los recuentos obtenidos del mes de noviembre con la norma INEN 9:2012, la leche de este mes no cumple con la norma ya que el límite máximo permitido es de 1.5×10^6 UFC/ml, sin embargo, la leche del tanque 2 de diciembre si cumple con el límite establecido por la norma, ya que obtuvo un recuento de 3.90×10^5 UFC/ml.

Tabla 2. Recuento microbiológico de los tanques de enfriamiento

Mes de muestreo	Tanque	Aerobios Mesófilos (UFC/ml)	Coliformes (UFC/ml)	<i>E. coli</i> (UFC/ml)
Noviembre	1	1.26×10^7	4.17×10^6	2.08×10^3
	2	9.25×10^6	1.93×10^7	1.67×10^1
Diciembre	1	1.61×10^6	7.05×10^5	1.81×10^4
	2	3.90×10^5	1×10^5	1.75×10^2

Para Cano (2006), un recuento elevado de Aerobios Totales refleja las malas condiciones de manipulación e higiene con las que se obtuvo la materia prima. También significa que esta leche tiene excesiva contaminación y que existe la posibilidad de que haya patógenos, los cuales son responsables de enfermedades alimentarias, además que el elevado recuento va a ocasionar la inmediata alteración de la leche.

La presencia de coliformes totales es utilizada como indicador de inocuidad de los alimentos, en los tanques de enfriamiento se obtuvo una alta presencia de coliformes en las dos fechas de muestreo. Sin embargo, en el primer muestreo realizado en el mes de noviembre se encontró el recuento más alto de 1.93×10^7 UFC/ml, no obstante, todos los datos comparados con la norma peruana (NTP 202.001, 2003) están fuera del rango, ya que el límite máximo permisible para Coliformes es 1000 UFC/ml.

Por otro lado, *E. coli* en un alimento indica contaminación directa e indirecta de origen fecal. La presencia de esta en los tanques de enfriamiento fue notoria sobre todo en el tanque 1 donde en el muestreo realizado en el mes de diciembre se obtuvo 1.81×10^4 UFC/ml. No obstante, todas las muestras de leche analizadas no cumplen con el límite de tolerancia de 1.3×10^1 UFC/ml establecido por la Norma Oficial Mexicana 243-SSA.

La alta presencia de microorganismo en la leche puede atribuirse al control inapropiado de parámetros de procesamiento como la temperatura, pH y las malas condiciones de almacenamiento que permiten la rápida proliferación de bacterias. Rubio (2003), señala que la calidad microbiológica de la leche es importante para evitar alteraciones físicas como adición de peróxido de hidrógeno y formaldehído conservantes que inhiben el crecimiento bacteriano de la leche.

3.3.2 ANÁLISIS DE pH

La Tabla 3 muestra los valores de pH de la leche de los tanques de enfriamiento, donde en el mes de diciembre se tomó el pH más alto el cual

fue de 7.38, así mismo el más bajo fue en este mes con 6.98. Los valores de pH se encontraron cercanos al neutro, lo que le hace idóneo para la proliferación de bacterias (Céspedes, 2012). De acuerdo con Yuquilema & Huilca (2016) el pH de la leche debe ser de 6.6 a 6.8 donde valores superiores se presentan en leches mastíticas y valores inferiores determinan presencia de calostro o descomposición bacteriana.

Tabla 3. Valores de pH de los tanques de enfriamiento

Mes de muestreo	Tanque	pH
Noviembre	1	7.30
	2	7.00
Diciembre	1	6.98
	2	7.38

El estado de lactancia influye también en los cambios de pH encontrándose valores altos mayores a 7.4, por otra parte, valores de pH de 6,9 a 7,5 son comunes en leches mastíticas. Además, posibles adulteraciones con adición de sólidos (almidones, sacarosa y cloruros) pueden restablecen algunas propiedades fisicoquímicas de la leche provocando cambios en el pH de la leche (Negri, 2005).

3.3.3 ANÁLISIS DE TEMPERATURA

En la Tabla 4 se puede apreciar las temperaturas de la leche de los tanques de enfriamiento, en el mes de noviembre se obtuvo temperaturas de 17 °C y 20.3 °C estas fueron tomadas a las 11:50 de la mañana hora que llego la última ruta, mientras en el mes de diciembre las temperaturas fueron inferiores de 12 °C y 12.2 °C las cuales fueron tomadas 12:30 de la tarde.

Tabla 4. Valores de Temperatura (°C) de los tanques de enfriamiento

Mes de muestreo	Tanque	Temperatura (°C)
Noviembre	1	17.0
	2	20.3
Diciembre	1	12.2
	2	12.0

Respecto a la temperatura, en el centro de acopio de ASIPA la leche pasa a ser enfriada de acuerdo al orden en que lleguen los proveedores donde el primer proveedor llega al centro de acopio alrededor de 8 a 9 de la mañana.

Como se observa en la Tabla 4 en el mes de diciembre se registró inferiores temperaturas debido a que no existió acumulación de proveedores en el centro de acopio por lo que se hizo más eficiente el enfriamiento de la leche, mientras en la primera fecha de muestreo llegaron dos rutas al mismo tiempo. De acuerdo con la Norma INEN 9 (2012) “en los centros de acopio la leche cruda debe ser filtrada y enfriada, a una temperatura inferior a 10 °C con agitación constante”.

Para Díaz (2007) la temperatura ideal de almacenamiento debe ser 4 °C la cual debe alcanzarse dentro de 3 horas después del ordeño. Además, cuando se mezcla la leche de varios ordeños en los tanques de enfriamiento la temperatura no debe superar los 15 °C, para impedir o minimizar el crecimiento microbiano.

3.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DEL CENTRO DE ACOPIO

En la Tabla 5 se observa los datos obtenidos del análisis microbiológico del agua proveniente de la manguera del centro de acopio, con la cual se lavan los tanques de enfriamiento.

Tabla 5. Recuento microbiológico del agua de la manguera del centro de acopio.

Mes de muestreo	pH	Aerobios Mesófilos (UFC/ml)	Coliformes Totales (UFC/ml)	<i>E. coli</i> (UFC/ml)
Noviembre	7.0	2.23 x 10 ²	2 x 10 ¹	<10
Diciembre	7.3	1.04 x 10 ⁴	4.36 x 10 ²	<10

En el mes de noviembre el recuento de aerobios mesófilos fue menor con 2.23 x 10² UFC/ml comparado con diciembre donde se obtuvo 1.04 x 10⁴ UFC/ml. La presencia de estas bacterias sirven para determinar el grado de exposición del agua a contaminación por materia orgánica (Isaac, Lezama, & Ku-Pech, 2015) Respecto a *E.coli* no se registró crecimiento.

Acerca de Coliforme Totales, el recuento más alto se obtuvo en el mes de diciembre donde se registró 4.36×10^2 UFC/ml, por lo cual se puede decir que el agua del centro de acopio está altamente contaminada. De acuerdo con la Norma Mexicana (NOM-201-SSA1-2015) para agua potable el límite permisible para coliformes totales es de 0 UFC/ml el cual comparando con los recuentos de noviembre y diciembre, se observa que las muestras de agua no cumplen con la norma.

Para Pardo & Almanza (2003) los lugares de ordeño deben disponer de agua potable para la limpieza tanto de los animales y operarios como para el lavado de los utensilios, equipos y áreas de trabajo.

De acuerdo a Carrillo, González, Schöbitz, Molina, & Brito (2004) la limpieza y desinfección inadecuada de los equipos para el almacenamiento de leche cruda sin duda puede afectar la calidad higiénica de la leche, asimismo en su estudio citan a Marshall (1985) quien menciona que los equipos y tanques de almacenamiento de leche son una fuente de contaminación microbiológica ya que puede contribuir a la leche una cantidad inicial de bacterias de 1×10^4 UFC/ml, si el proceso de limpieza se realiza bajo buenas condiciones higiénicas. No obstante, Ponce de León (1993) indica que una deficiente limpieza puede aumentar el número de bacterias a 5×10^5 UFC/ml o más.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- En el mes de noviembre se encontró menor presencia de Aerobios Mesófilos donde solo un productor no cumple con los límites establecidos en la norma INEN 9:2012, mientras en el mes de diciembre 3 no cumplieron con la norma.
- La presencia de Coliformes Totales fue mayor en el mes de noviembre, sin embargo los productores 4 y 5 fueron los únicos que cumplieron los límites máximos permisibles de la norma NTP 202.001:2003.
- En los análisis realizados en el mes de diciembre existió una mayor contaminación microbiana especialmente en los recuentos de *E.coli*.
- El pH de la leche de todos los productores en el mes de noviembre no se encontró dentro del límite óptimo, solamente el productor 3 en el mes de diciembre presentó un pH ideal de 6.6.
- La leche de los tanques de enfriamiento presenta una alta carga microbiana tanto de Aerobios Mesófilos, Coliformes Totales y *E.coli*, debido a que se encontró que el pH al ser neutro y la temperatura al ser alta, influyen directamente en la rápida proliferación de microorganismos en la leche.
- El agua del centro de acopio presenta una alta contaminación de Coliformes Totales debido a que el agua en el centro de acopio no es potable y además no se utilizan métodos de desinfección.

4.2 RECOMENDACIONES

- Implementar buenas prácticas de ordeño y buenas prácticas agrícolas por medio de capacitación constante a los productores.
- Implementar sistema de agua caliente para el lavado de tanques o utilizar agua potable o tratada, para evitar contaminación; además después de cada lavado es recomendable desinfectar con agua clorada para eliminar cualquier carga microbiana que haya quedado.

5. BIBLIOGRAFÍA

5. BIBLIOGRAFÍA

- Agrocalidad. (2015). *Buenas Prácticas del Ordeno Higiénico*. Recuperado el 04 de Diciembre de 2016, de <http://www.agrocalidad.gob.ec/buenas-practicas-del-ordeno-higienico/>
- Agudelo, A., & Bedoya, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 38-42. Recuperado el 03 de Diciembre de 2016, de <http://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf>
- Álvarez, G., Herrera, J., Alonso, G., & Barreras, A. (2012). Calidad de la leche cruda en unidades de producción familiar del sur de Ciudad de México. *Scielo*, 44(3), 237-242. Recuperado el 17 de Febrero de 2017, de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2012000300005&script=sci_arttext&tlng=pt
- CAC. (2006). Principios para la rastreabilidad/rastreo de productos como herramienta en el contexto de la inspección y certificación de alimentos. En: Sistemas de inspección y certificación de importaciones y exportaciones de alimentos. *Comisión del Codex Alimentarius*. Recuperado el 04 de Diciembre de 2016, de Comisión del Codex Alimentarius.: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172013000300008&script=sci_arttext
- Calderón , A., García, F., & Martínez, G. (2006). Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 11. Recuperado el 14 de Febrero de 2017, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682006000100006
- Calderón , A., Rodríguez , V., Arrieta, G., Martínez, N., & Vergara, O. (2012). Calidad fisicoquímica y microbiológica de leches crudas en empresas ganaderas del sistema doble propósito en montería (Córdoba). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15. Recuperado el 14 de Febrero de 2017
- Calderón, A., Rodríguez, V., & Martínez, N. (2013). Determinación de adulterantes en leches crudas acopiadas en procesadoras de quesos en Montería (Córdoba). *Scielo*. Recuperado el 22 de Mayo de 2017, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-37092013000200007&script=sci_arttext&tlng=es

- Cano, S. (2006). *Métodos de análisis microbiológico*. Recuperado el 17 de Febrero de 2017, de <http://www.analizacalidad.com/docftp/fi148anmic.pdf>
- Carrillo, B., González, M., Molina, L., Schöbitz, R., Brito, C., & González, M. (2004). *Niveles de contaminación microbiológica en equipos de recepción y almacenamiento de leche, en centros de acopio de la provincia de Valdivia* (Vol. 32). Recuperado el 005 de abril de 2017, de http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S0304-88022004000200005&script=sci_arttext&tlng=es
- Cartin , A. (2013). Trazabilidad, salud pública veterinaria y seguridad alimentaria: un enfoque integral. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 24, 316-323. Recuperado el 26 de Diciembre de 2016, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172013000300008&script=sci_arttext
- Castro, K. (2011). *Tecnología de Alimentos*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Celis, M., & Juárez, D. (2009). *Microbiología de la Leche*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2016, de http://www.edutecne.utn.edu.ar/sem_fi_qui_micrb_09/microbiologia_leche.pdf
- Céspedes, G. (2012). *Predicción del comportamiento de Escherichia coli en leche cruda al elevar la temperatura hasta la pasteurización aplicando microbiología predictiva*. Universidad Tecnológica Equinoccial. Recuperado el 17 de Febrero de 2017, de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5013/1/51570_1.pdf
- Díaz, F. (2007). Estandarización de parámetros fisicoquímicos de la leche cruda recolectada en el centro de acopio lechero ASOPOLECHE. Recuperado el 22 de Mayo de 2017, de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16067/43931037.pdf?sequence=2http%3A%2F%2Frepository.lasalle.edu.co%2Fbitstream%2Fhandle%2F10185%2F16067%2F43931037.pdf%3Fsequence>
- FAO. (2008). *Prevencion de la E.coli en los alimentos*. Obtenido de http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/Preventing_Ecoli_es.pdf
- FAO. (2011). *Buenas Prácticas de Ordeño. Manual I*. Recuperado el 04 de Diciembre de 2016, de http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/1/13346882217260/fao_manual1_lacteos_rip.pdf

- FAO, Kooper, G., & Calderón, G. (2009). *Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico*. Recuperado el 03 de Diciembre de 2016, de <http://www.fao.org/3/a-i0480s.pdf>
- Gárzon , M., & Nieto, A. (2011). *Las buenas prácticas ganaderas en la producción de leche*. Bogotá, Colombia.
- IRAM. (2010). *Requisitos microbiológicos de leche cruda*. Recuperado el 04 de Diciembre de 2016, de <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjP44b35MbNAhUDbiYKHQYmBbwQFgghMAE&url=http%3A%2F%2Fmicroalimentospatogenos.wikispaces.com%2Ffile%2Fview%2FPROYECTO.doc25.doc&usg=AFQjCNFYEdHnnt7enYx7dpa5M5JjbPOQxw&bvm=bv.125596>
- Isaac, A., Lezama, C., & Ku-Pech, P. (2015). *Calidad Sanitaria de los Suministros de Agua para consumo Humano en Campeche*. Recuperado el 18 de Febrero de 2017, de <http://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/5803/6465>
- López, L., & Zevallos , A. (2015). *Evaluación del proceso post-recolección de leche de vaca en la Hacienda Cerro Grande*. Recuperado el 26 de Abril de 2017, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/91619/D-CD88213.pdf>
- Mariscal, P., Ibáñez, R., & Gutiérrez, M. (2013). Características Microbiológicas de Leche Cruda de Vaca en Mercados de Abasto de Trinidad Bolivia. *Revistas bolivianas*. Obtenido de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2307-96062013000200002&script=sci_arttext
- Marshall, J. (1985). Hygiene on the dairy farm. *ournal of the Society of Dairy Technology*, 38(1), 3-6. Recuperado el 05 de Abril de 2017
- Martínez, M., & Díaz, F. (2016). Evaluación de la calidad de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Manizales. *Producción + Limpia*, 11(1), 75-84. Recuperado el 26 de Diciembre de 2016, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552016000100008&lng=en&tlng=es.
- Negri, L. (2005). Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad. 2. Recuperado el 22 de Mayo de 2017, de <http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/pH-y-acidez-en-leche2.pdf>
- NOM-201-SSA1-2015. (2015). *Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que se debe*

someterse el agua para su potabilización. México. Recuperado el 05 de Abril de 2017, de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5420977&fecha=22/12/2015

NTE INEN 0009. (2012). *LECHE CRUDA. REQUISITOS*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2016, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0009.2008.pdf>

NTP 202.001. (2003). *Leche y Productos Lácteos. Leche Cruda. Requisitos*. Recuperado el 15 de Febrero de 2017, de <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2015/03/723.pdf>

OIE. (2015). *Organización Mundial de la Sanidad Animal*. Recuperado el 26 de Diciembre de 2016, de <http://www.oie.int/doc/ged/D11405.PDF>

OMS. (2016). *E. coli*. Recuperado el 27 de Diciembre de 2016, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs125/es/>

Pardo, M., & Almanza, F. (2003). *Guía de procesos para la elaboración de productos lácteos*. Bogota . Recuperado el 05 de Mayo de 2017, de https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=9J6vfzzOUpYC&oi=fnd&pg=PA1&dq=agua+para+lavado+de+utensillos+en+plantas+de+lacteos&ots=V7yGzMdBtV&sig=KaNJsnoXIX_wmRYaS5qgkW_lksg&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Passalacqua, N., & Cabrera, J. (2014). *Microorganismos Indicadores* (Vol. 3). Córdoba, Argentina. Recuperado el 26 de Diciembre de 2016, de http://www.anmat.gov.ar/renaloea/docs/Analisis_microbiologico_de_los_alimentos_Vol_III.pdf

Pinzon, A. (2006). *Determinación del índice de bacterias mesofilas aerobias presentes en la leche cruda versus leche pasteurizada que se comercializa en la zona urbana de la ciudad de Popayan*. (UNAD, Ed.) Popayan. Recuperado el 14 de Febrero de 2017, de http://images.engormix.com/s_articles/pinzon_leche_bacterias.pdf

Ponce de León, J. (1993). La máquina de ordeño y el tanque refrigerante, factores fundamentales para obtener leche de calidad para la industria. *Industrias Lácteas Españolas*, 169, 33-42. Recuperado el 05 de Abril de 2017

Rodriguez, R., & Echevarria, M. (2009). *Microbiología de la leche*. Recuperado el 27 de Diciembre de 2016, de *Procesos fundamentales Físicoquímicos y Microbiológicos*: http://www.edutecne.utn.edu.ar/sem_fi_qui_microb_09/microbiologia_leche.pdf

- Ronquillo, R., Lammoglia, M., Rentería, D., Cabrera, A., & Cruz, E. (2014). Presence of microorganisms in raw cow milk during milking in tropical climate. *Researchgate*. Recuperado el 26 de Diciembre de 2016, de https://www.researchgate.net/profile/Rebeca_Rojas-Ronquillo/publication/263846450_Presence_of_microorganisms_in_raw_cow_milk_during_milking_in_tropical_climate/links/00b7d53c02d0d2f0a5000000.pdf
- Rosero, S., & Mestres, J. (2004). *Productos Lácteos. Tecnología*. EDICIONES UPC. Recuperado el 04 de Diciembre de 2016, de https://books.google.com.ec/books?id=HUugK6Ep_JkC&pg=PA41&dq=LECHE+CRUDa&hl=es-#v=onepage&q=LECHE%20CRUDa&f=false
- Rubio, V. (2003). *Determinación de la presencia de adulterantes en leche cruda*. Quito, Ecuador. Recuperado el 28 de Abril de 2017
- Suárez, V., Martínez, G., Bertoni, E., & Neder, V. (2017). Efecto de la rutina de preparación de las ubres preordeño de caprinos sobre la contaminación bacteriana de la leche. *REDVET*, 18 N° 01. doi:ISSN 1695-7504
- Tankoano, A., Kabore, D., Savadogo, A., & Soma, A. (2016). Evaluation of microbiological quality of raw milk, sour milk and artisanal yoghurt from Ouagadougou, Burkina Faso. *African Journal of Microbiology*, 10(16), 235-541. doi:10.5897/AJMR2015.7949
- Tonsor, G., & Schultz, L. (2010). Cow-calf producer perceptions regarding individual animal traceability. *J Agric Appl Econom*, 42: 659-677. Recuperado el 26 de Diciembre de 2016, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172013000300008&script=sci_arttext
- Vásquez, F., Rodríguez, G., Méndez, V., Osuna, V., & 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 Medicina Veterinaria*, 0(14), 61-83. Recuperado el 17 de Mayo de 2017, de <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/mv/article/view/1802/1670>
- Yuquilema, S., & Huilca, J. (2016). *Diagnóstico causal de la recepción de leche de baja calidad en el centro de acopio "NUTRILECHE" Guamote. Propuesta de un plan de mejora*. Riobamba, Ecuador.
- Zurita, W. (2017). *Pichincha al día*. Recuperado el 03 de Diciembre de 2016, de <http://www.pichinchaldia.gob.ec/actualidad/item/2536-entrega-de-bidones-a-pequenos-productores-agropecuarios.html>

6. ANEXOS

ANEXO I

FOTOGRAFÍAS DE LA TOMA DE MUESTRA EN EL CENTRO DE ACOPIO DE ASIPA



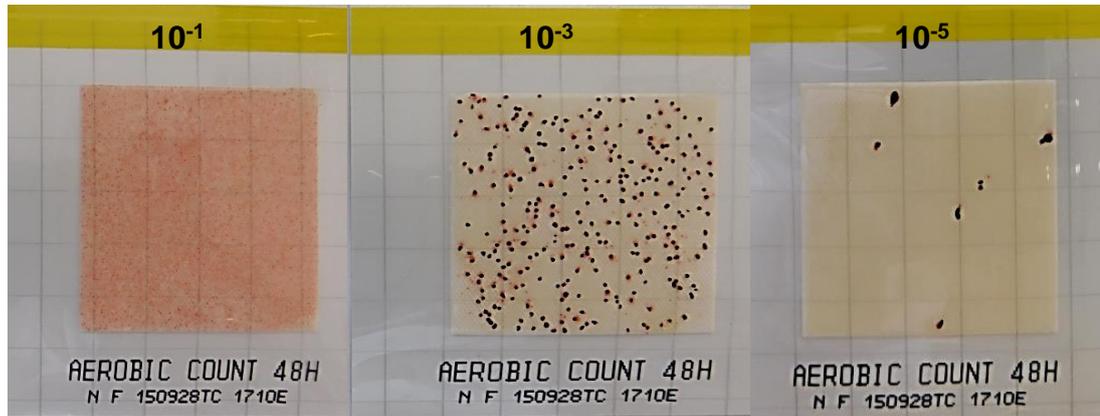
ANEXO II

FOTOGRAFÍAS RECEPCIÓN DE LECHE EN CENTRO DE ACOPIO

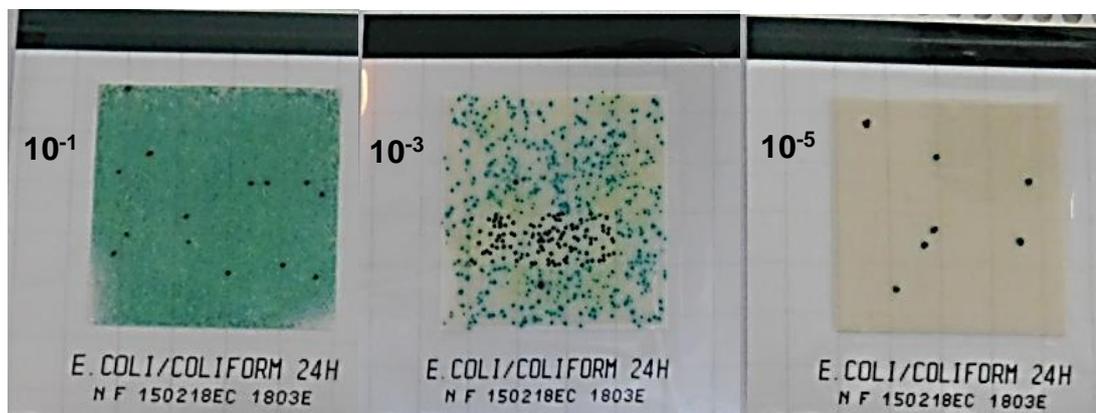


ANEXO III

FOTOGRAFÍAS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LOS TANQUES DE ENFRIAMIENTO



Recuento Aerobios Totales de leche del tanque de enfriamiento



Recuento *E.coli* y Coliformes Totales de leche del tanque de enfriamiento