

Estudio de la calidad físicoquímica y microbiológica del lactosuero de queso fresco proveniente de queseras artesanales de Cayambe - Ecuador

Study about the physicalchemical and microbiology quality in milk whey obtained from fresh cheese in small cheese industries located in Cayambe – Ecuador.

(Recibido 09/05/2018) – (Aceptado 18/12/2018)
<https://doi.org/10.32645/13906925.764>

Eloy Guillermo De La Cruz González

Egresado de la maestría en economía y administración agrícola (2017) e Ingeniero Agropecuario (2012) de la universidad Politécnica salesiana, Evaluador sensorial de quesos, yogurt, leche fluida y manjar, analista de laboratorio en equipos analíticos Milkoscan FT 6000, Fossomatic Minor, Bactoscan FC. Capacitador en buenas prácticas de producción de leche, pruebas básicas de laboratorio, curso en microbiología de bacterias de mastitis bovina, experiencia laboral en el laboratorio de calidad de leche, UPS.

Elena Liceth Aquino Ruiz

Ingeniera en alimentos de la universidad técnica de Ambato (2013), ha realizado cursos en; alimentos funcionales, gestión de riesgos y seguridad industrial, molinería, evaluación sensorial de queso, leche fluida, yogurt, manjar; experiencia laboral en PARMALACT, SALICA DEL ECUADOR exportadora de atún, analista de laboratorio de calidad de leche, UPS. eaquino@edu.ec

David Andrés Rocha

Ingeniero en alimentos de la Universidad Tecnológica Equinoccial de Quito (2017).

Nancy Fabiola Bonifaz

Magister en Producción Animal de la Escuela Superior del Ejército- ESPE (2014); Doctora en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Central del Ecuador (1996); Prestó sus servicios por 14 años como Administradora y Asistente Técnica para varias Haciendas de los cantones Cayambe y Pedro Moncayo, en 2005 forma parte del grupo de Docentes para la Carrera de Ing. Agropecuaria en la Universidad Politécnica Salesiana, en el 2009 forma parte del grupo de investigación del CILEC y en el 2011 adquiere el cargo de Jefe del Área Curricular de Investigación; ha brindado su apoyo como capacitador en Sanidad Animal y en Buenas Prácticas de Ordeño para las Instituciones del MAGAP y PRONERI. Actualmente docente de la carrera de Biotecnología de los recursos naturales, UPS.

Cómo citar este artículo:

De La Cruz, E., Aquino, E., & Bonifaz, N. (Julio - diciembre de 2018). Estudio de la calidad físicoquímica y microbiológica del lactosuero de queso fresco proveniente de queseras artesanales de Cayambe - Ecuador. *Sathiri: sembrador*, 13(2), 178-195. <https://doi.org/10.32645/13906925.764>

Universidad Politécnica Salesiana, Universidad tecnológica Equinoccial – Ecuador
ede@ups.edu.ec

Resumen

*Este estudio se basó en el análisis fisicoquímico y microbiológico del lactosuero de pequeñas y medianas industrias queseras del cantón Cayambe para determinar si el lactosuero proveniente de la cuajada de queso fresco cumple con las normas establecidas. El lactosuero contiene un valor nutricional por el contenido proteico que puede ser usado como materia prima para generar e innovar productos de interés alimenticio para el ser humano y animal. En Ecuador la mayor parte de este residuo lácteo se desecha sin darle un uso adecuado, pudiendo ser utilizado para elaborar productos funcionales por el contenido principalmente de proteína y lactosa. Se tomaron muestras a 20 industrias lácteas, y se levantó información mediante encuestas sobre los litros de leche procesada, manejo, cantidad y tratamiento; obteniendo que el 70% de los productores destina más de 10.000 l. de leche mensuales a la producción de queso fresco; el estado composicional del lactosuero presentó un contenido de grasa entre 0.27 a 1.05%, proteína de 0.30 a 0.86%, lactosa 4.41 a 4.97%, sólidos totales 6.20 a 6.74%; en cuanto al análisis microbiológico, para mesófilos aerobios y *Staphylococcus aureus* la mayoría de las empresas cumplen la norma NTE INEN 2594, mientras que *E. coli* y Coliformes totales la empresas no cumplen con la norma nacional.*

Palabras Claves: alimento, queso, lactosuero, microorganismo.

Abstract

*The milk whey has high nutritional value, protein particularly. This is used as raw material in order to others products of interest to people. In Ecuador most of this product is discarded without it being able to be reused. The milk whey can be used to elaborate various food products. The present research was based on physicochemical and microbiology analysis of milk whey in small and medium cheese industries in Cayambe. Samples were taken to 20 cheese industries. Furthermore, this study seeks to determine compliance with Ecuadorian regulations. On the other hand, a survey was used to collect information about liters of milk that are processed, handling, quantity and treatment. The results were; 70% of producers process more than 10,000 liters of milk per month, all it is destined for the production of fresh cheese. The compositional percentage of milk whey was: fat between 0.27 to 1.05%, protein 0.30 to 0.86%, lactose 4.41 to 4.97%, and total solids 6.20 to 6.74%. Finally, the microbiological results were mesophilic aerobic and staphylococcus aureus. Most of the cheese industries comply with the NTE INEN 2594 (2011), however, *E. coli* and total coliforms do not satisfy whit national standard.*

Keywords: Food, cheese, milk whey, microbiology

1. Introducción

Según el INEC (2011) del 100% de la producción lechera en el Ecuador el 75.9% aporta la sierra y de ésta, Pichincha aporta con el 20.44% de la producción nacional, siendo la provincia más lechera del país (SIPAE, 2007). Pichincha lechera por excelencia, con sus 8 cantones todos productores de leche, siendo el Cantón Mejía y su cabecera cantonal Machachi el sector de mayor producción de láctea, convirtiéndose en símbolo nacional de producción lechera (CIL, 2015), Seguida por Cayambe la tercera ciudad más poblada y la segunda en aportación económica, con su cabecera cantonal San Pedro de Cayambe, antiguamente conocida por sus excelentes graneros, ahora son comunas y cooperativas que se dedican a la producción de leche, acopiando alrededor de 35.000 litros por día (CIL, 2015).

En consecuencia Cayambe se han convertido, en cuna de producción artesanal de derivados lácteos, así como de importantes industrias que hoy tienen enorme proyección nacional (CIL, 2015). A la par se desarrollan diferentes eslabones de cadena láctea, que incluye a transportistas y comerciantes de leche de pequeñas, medianas y grandes industrias, así como los sistemas de medición de la calidad de la leche (laboratorios), sistemas de distribución de los productos lácteos, hasta llegar a tiendas y autoservicios en las diferentes urbes del país. Importantes aportes económicos a la provincia.

La fabricación de quesos tiene mayor auge hoy en día. El producto más común es la Cuajada fresca, sin maduración (queso fresco), solo con Sal. Es así que a lo largo del callejón interandino nacen más de 400 queseras a nivel nacional; convirtiéndose Machachi y Cayambe en sectores donde se concentran estas queseras (CIL, 2015).

Esta actividad económica, asentada en estos sectores de mayor producción lechera trae consigo un problema ambiental por el subproducto emanado de la cuajada, como es el lactosuero. Este subproducto líquido obtenido después de la precipitación de la caseína durante la elaboración del queso (Foegeding & Luck, 2002 citados en Schmidt, 2010). Contiene principalmente lactosa, proteínas como sustancias de importante valor nutritivo, minerales, vitaminas y grasa (Parra, 2009). La composición y tipo de lactosuero varía considerablemente dependiendo del tipo de leche, tipo de queso elaborado y el proceso tecnológico empleado (Parra, 2009; Guerrero et al., 2012).

El lactosuero de los quesos es una sustancia que generalmente se la desecha o simplemente sirve de alimento para algunos animales, pero este producto tiene mucho valor nutritivo especialmente proteínico que puede usarse como materia prima para generar productos de gran interés para el consumidor (Schmidt, 2010).

En la industria láctea del total de la leche usada para los subproductos, especialmente en el sector quesero se usa aproximadamente el 90% de ésta y se elimina en el lactosuero alrededor del 55% de todos los ingredientes de la leche entre estos son; lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales (Parra, 2009). Se estima que por cada kilogramo de queso elaborado se producen 9 litros de Lactosuero (Schmidt, 2010; Parra, 2009).

La contaminación ambiental por lactosuero es un grave problema (Schmidt, 2010) que genera preocupación principalmente a los habitantes del sector ya que los ecosistemas son afectados en sus propiedades físicoquímicas; el principal elemento afectado es el suelo ya que disminuye el rendimiento de las cosechas, pero además se observa el fenómeno de lixiviación, este fenómeno se presenta porque el lactosuero contiene nitrógeno soluble en agua, el cual es arrastrado a través

Cómo citar este artículo:

De La Cruz, E., Aquino, E., & Bonifaz, N. (Julio - diciembre de 2018). Estudio de la calidad físicoquímica y microbiológica del lactosuero de queso fresco proveniente de queseras artesanales de Cayambe - Ecuador. *Sathiti: sembrador*, 13(2), 178-195. <https://doi.org/10.32645/13906925.764>

de diversas capas llegando hasta los mantos freáticos y convirtiéndose en un peligro para la salud de los animales y humanos (Valencia & Ramírez, 2009). Ya que el lactosuero es un subproducto de la leche se debe tener un cuidado excesivo debido a la rápida propagación de bacterias que ocurre a cambios ambientales o de temperatura. Por esta razón es necesario llevar a cabo un exhaustivo análisis microbiológico de cada una de las bacterias procedentes de una muestra de dicho producto ya que todas son muy importantes al momento de obtener un producto inocuo, debido a que su proliferación podría causar el deterioro de cualquier producto elaborado. Solo una microempresa que produzca 40.000 litros de lactosuero y este no tenga un tratamiento apropiado puede generar una contaminación diaria similar a una población de 1'250.000 (Valencia & Ramírez, 2009).

Los países productores de queso y consecuentemente de lactosuero más importantes de mundo son; Estados Unidos, Francia, Alemania e Italia. La producción mundial anual de suero lácteo es de aproximadamente 145 millones de toneladas (Valencia & Ramírez, 2009; Poveda, 2013). México produce aproximadamente 1 millón de toneladas anuales de lactosuero, y el 47% es drenado sin uso (Valencia & Ramírez, 2009). En Argentina pequeñas y medianas empresas queseras producen 50.000 litros de lactosuero por día (Pastrana, s.f.), y a nivel nacional 450.000 toneladas anuales de los cuales aprovechan el 62% y en México aprovecha aproximadamente el 10% (Valencia & Ramírez, 2009), realmente se ha convertido en un potencial contaminante.

En nuestro país, Guevara (2016), en su estudio microbiológico realizado en diferentes empresas del cantón Mejía determinó que el 48 % de las empresas desechan el suero al alcantarillado provocando daños ambientales, además se obtuvo conteos muy altos para *Escherichia coli* en todas las empresas estudiadas con un promedio de 8.4×10^5 UFC/ml lo que posiblemente se deba a la mala aplicación de normas de inocuidad en el procesamiento del queso ya que ésta bacteria es proveniente de heces de animales o humanas, también se registró presencia de levaduras (Guevara, 2016; Burbano, 2016; Guerrero, 2017) el cual es un indicador de deficiente limpieza y desinfección lo que presenta un grave problema de salud pública.

El propósito de esta investigación fue caracterizar la calidad físico-química y microbiológica del lactosuero obtenido en las pequeñas y medianas queseras artesanales de los cantón Cayambe, en base a la normativa ecuatoriana, con el fin de obtener una perspectiva del subproducto con pretensiones de industrializarlo en la elaboración de productos alternativos aprovechando su valor nutricional. Conociendo la calidad microbiológica se puede exhortar la reutilización para la elaboración de una amplia gama de productos alternativos a menor costo (Ramos & Márquez, 2004) y de calidad nutritiva (Torres et al., 2012), aumentando la rentabilidad por litro de leche y manteniendo saludable el medio ambiente evitando la contaminación que se está generando en los actuales momentos, ya que este producto es denominado como desperdicio contaminante (Torres, Villareal, & Gurrola, 2012; Tirado, 2015), este último se ha convertido en un problema a nivel mundial (Parra, 2009). Sin embargo, la elaboración de productos a base de lactosuero no deben pretender competir con los productos primarios (tipos quesos, yogurt...), más bien se debe innovarse productos de interés económico en otras áreas como farmacéutica... (Parra, 2009). En queseras de Cayambe ya se reutiliza el lactosuero principalmente en la elaboración de Ricota, pero hace falta ampliar la gama de industrialización e investigación del lactosuero.

Los objetivos específicos de esta investigación fueron; Determinar la calidad composicional (físicoquímica) del lactosuero (grasa, proteína, lactosa, sólidos totales, sólidos totales no grasos y pH) y microbiológica (Aerobios mesófilos, Coliformes totales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* y *Listeria*) y el destino que tiene ya que al haber desconocimiento de las bondades

nutricionales de este subproducto (Poveda, 2013), es subutilizado en las líneas de producción. Conociendo la calidad de éste se podrá plantear proyectos innovadores con la reutilización del lactosuero, pudiendo convertirse en potencial económico (Schmidt, 2010), para Cayambe.

El estudio se realizó con la Universidad Tecnológica Equinoccial y el Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana, está dentro de la línea de investigación de las facultades, donde se cuenta con toda la infraestructura para la ejecución de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

2. Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Cantón Cayambe ubicado al Noreste de la provincia de Pichincha, al pie del Nevado que lleva el mismo nombre, a 75 minutos de la ciudad de Quito (GADIP, 2017). Se realizó el levantamiento de información a 20 micro-empresas de producción de queso fresco artesanal en las parroquias de Juan Montalvo, Ayora, Olmedo; comunidades de Pesillo, Paquiestancia y Cariacu, y la ciudad de Cayambe, mediante encuestas se recolectó información sobre la ubicación, litros de leche que procesa, litros de lactosuero que se obtiene, cantidad de quesos que produce y el destino que se le da al lactosuero.

Las muestras se recolectó a 20 empresas de procesadores de queso fresco de dicho cantón bajo la norma NTE INEN-ISO 707 (2014), siguiendo las directrices para la toma de muestras de productos lácteos, de cada uno de ellos se tomó 3 submuestras de lactosuero proveniente de la mesa del desuerado, la primera submuestra se destinó para los análisis microbiológicos, a la segunda submuestra se le agregó una tableta de bronopol (conservante) y se utilizó para los análisis fisicoquímicos, la tercera submuestra se utilizó para medir el pH. Las muestras fueron transportadas al laboratorio en un cooler entre 4 a 6 °C y almacenadas en refrigeración de 2 a 6°C hasta su análisis correspondiente. Se tomó muestras a cada procesadora por duplicado en un intervalo de un mes, las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana.

La caracterización físico-química de las muestras fueron analizadas por espectrofotometría infrarroja de gama media, siguiendo un protocolo acreditado PEE-02 para la determinación de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos en el equipo MilkoScanFT 6000 y de acuerdo a los criterios de cumplimiento de la norma NTE INEN 2594 (2011) para suero de leche líquido.

El pH del lactosuero se determinó con un potenciómetro marca HANNA modelo pH 211 analizado con criterios de cumplimiento de acuerdo a la norma NTE INEN 2594 (2011) para suero de leche líquido.

Para la determinación bacteriana en placas se realizó antes un conteo total de bacterias (CTB) en el equipo BactoScanFC siguiendo el protocolo PEE-03 por duplicado mediante el principio de citometría de flujo, se realizó tomando 30 ml de muestra del envase destinado para microbiología, y de acuerdo a este resultado se determinó las diluciones para la posterior siembra en las placas Compact Dry correspondientes.

Para mejor visibilidad y fácil conteo de colonias en la siembra, se realizó diluciones seriadas para obtener una disolución menos concentrada a partir de una más concentrada procediendo a tomar con la micro pipeta 10 ml de muestra original para luego ser colocada en un frasco con 90 ml de agua peptona para obtener la disolución 10-1, del frasco con la primera dilución se tomó 1 ml de muestra

con la micro pipeta colocando en tubos con 9 ml de agua peptona, así sucesivamente hasta obtener la dilución requerida de acuerdo con el resultado obtenido del CTB.

Después de realizadas las diluciones se realizó la siembra en superficie de las respectivas placas Compact Dry específicas para cada microorganismo por duplicado, la siembra se realizó en la cámara de flujo, previamente desinfectada la superficie con alcohol al 70 % y esterilizada el área con rayos UV, se utilizó guantes, mascarilla y cofia para evitar al máximo una posible contaminación.

Para la detección de aerobios mesófilos se tomó 1 ml de muestra con la micro pipeta de cada dilución y se dispersó en la placa Compact Dry TC con cultivo estándar, se incubó a 30 °C por 48 h y posteriormente se contó las colonias de color rojo, por cada dilución se realizó dos siembras; para la detección de E. Coli y coliformes, a estas bacterias se las incubó a 32 °C por 24 h y posteriormente se contaron las colonias de color rojo que corresponden a coliformes y las colonias de color azul que corresponden a E. Coli, por cada dilución se realizó dos siembras; para la detección de Staphylococcus aureus se incubó a 37 °C por 24 h y posteriormente se contaron las colonias de color azul verdosa o turquesa, por cada dilución se realizó dos siembras.

2.1 Cálculo de Unidades Formadoras de Colonias

Para el cálculo de las unidades formadoras de colonias (UFC) el método utilizado fue de recuento en placa, para medir poblaciones bacterianas, basado en la suposición de que cada bacteria crece o se reproduce una sola colonia, lo cual casi nunca sucede ya que las bacterias crecen en cadenas o grupos (Tortora, Funke, & Case, 2007).

Las unidades formadoras de colonias se calcularon mediante la Ecuación 1

$$\frac{UFC}{ml} = \frac{(NC \times \frac{1}{FD} \times \frac{1}{V})}{P \times Fh}$$

Donde:

UFC: Unidades formadoras de colonias.

ml: Mililitros de muestra.

NC: Numero de colonias en 1 caja.

FD: Factor de dilución que corresponden a la dilución donde se tomó la muestra con la que se inocula la caja.

V: Volumen inoculado en la caja.

P: peso de muestra húmeda.

FH: Factor de corrección de humedad.

2.2 Cálculo de la concentración total de microorganismos presentes

El número total de microorganismos presentes se calculó mediante la ecuación 2:

$$N = \frac{(\Sigma c)}{V \times (n1 + 0.1 \times n2) \times d}$$

Dónde:

N: número de unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro.

ΣC: Suma de todas las colonias contadas en todas las placas retenidas de 2 diluciones sucesivas.

V: Volumen del inóculo aplicado a cada placa en ml.

n1: Número de placas retenidas en la primera dilución, hace referencia al número de cajas con su repetición que se tomó en cuenta para el conteo.

n2: Número de placas retenidas en la segunda dilución.

d: Factor de dilución correspondiente a la primera dilución retenida (NTE INEN 1529-5, 2006).

2.3 Detección de Salmonella

Para la de detección de salmonella se utilizó el método de detección rápida Reveal 2.0 “análisis de salmonella”, donde el procedimiento para cada réplica fue el siguiente: se transfirió el contenido de una bolsa de aluminio con el medio “Revive unitario” a una bolsa homogenizadora, agregando 200 ml de agua estéril precalentada a 42 °C., luego fue sujeta la bolsa firmemente de la parte superior para ser agitada vigorosamente hasta disolver completamente, luego se colocó 25 g de muestra a la bolsa con el medio que contenía el medio Revive, sujeta de la parte superior y se mezcló hasta su completa disolución para ser incubada a 36 °C por 4 horas. Posteriormente se reconstituyó el medio de 2x RV en una bolsa homogenizadora mediante la adición de una bolsa de solución de enriquecimiento 2x RV concentrada, agregando 200 ml de agua estéril precalentada a 36 °C, se mezcló hasta disolver completamente. Luego se añadió 200 ml de la solución de enriquecimiento 2x RV selectiva precalentada a 42 °C a todo el cultivo de Revive en la bolsa de muestra, mezclado suavemente para luego ser incubada a 42 °C por 16-24 horas. Se retiró la muestra enriquecida de la incubadora, transfiriendo 8 gotas al recipiente graduado de muestra Reveal. El número de dispositivos de Reveal 2.0 fueron retirados para Salmonella necesarios del contenedor, el dispositivo de Reveal fue colocado con las flechas de muestra mirando hacia abajo en el recipiente graduado que contenía la muestra y se incubó a temperatura ambiente por 15 minutos. Los resultados fueron interpretados así, la línea en zona de control y prueba en 15 minutos. Positivo o Línea en zona de control durante 15 minutos.

2.4 Detección de Listeria

Para la de detección de Listeria se utilizó el método rápido Reveal 2.0 ANÁLISIS DE LISTERIA donde, el procedimiento para cada réplica fue el siguiente: se transfirió el contenido de un (1) sobre de medio LESS a una bolsa homogenizadora, agregando 225 ml de agua estéril, se sujetó la bolsa firmemente de la parte superior mezclado vigorosamente hasta que se disuelva completamente, adicionando 25 g de la muestra en la bolsa, fue mezclado por 30 segundos, para luego ser incubada a 30 °C por 27 – 30 horas, luego se agregó 2 ml de esta muestra enriquecida a un tubo de ensayo de vidrio para someterlo en un baño maría a 80 °C por 20 minutos y enfriándolo hasta alcanzar una temperatura ambiente. Se retira el número necesario de dispositivos de Reveal 2.0 para Listeria del contenedor, para luego transferir 8 gotas de muestra enriquecida neutralizada por calor al envase para muestras Reveal, el dispositivo es colocado en un recipiente para ser incubado a temperatura ambiente por 20 minutos. La interpretación de los resultados fue la siguiente; Línea en zona de control y prueba en 15 minutos. Positivo o Línea en zona de control durante 15 minutos.

Cómo citar este artículo:

De La Cruz, E., Aquino, E., & Bonifaz, N. (Julio - diciembre de 2018). Estudio de la calidad físicoquímica y microbiológica del lactosuero de queso fresco proveniente de queseras artesanales de Cayambe - Ecuador. *Sathiti: sembrador*, 13(2), 178-195. <https://doi.org/10.32645/13906925.764>

2.5 Análisis estadístico

Se utilizó análisis de varianza ANOVA simple, y se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 95 % para encontrar diferencias significativas entre las empresas muestreadas, mediante el programa estadístico InfoStat (2017). Se aplicó un diseño unifactorial completamente al azar, en donde, las variables fueron cada una de las empresas respectivamente.

3. Resultados y discusión

3.1 Levantamiento de información

Según las encuestas realizadas, se pudo apreciar que el 50 % de los productores procesan entre 10.000 a 50.000 litros de leche mensuales, el 5 % entre 50.000 a 100.000 litros y el 15 % más de 100.000 litros, lo que indica que el 70 % de ellos, procesan más de 10.000 litros de leche mensuales, todos estos destinados a la producción de queso fresco pasteurizado. Tomando el criterio de Araujo (2013), aproximadamente el 90% de la leche elaborada es lactosuero, los datos evidencian que el 50 % de los productores encuestados obtienen entre 9.000 a 45.000 litros de lactosuero mensuales, el 5 % entre 45.000 a 90.000 litros y el otro 5 % más de 90.000 litros, es decir el 70 % de los productores obtiene más de 9.000 a 90.000 litros éste subproducto lácteo mensual, resultado de la elaboración de queso fresco.

También se determinó, que el 55 % de los procesadores encuestados destinan el lactosuero para alimentación animal, tanto porcina como bovina, debido a que el lactosuero aporta con un valor nutricional importante en lo que se refiere a proteína (Hernández & Vélez, 2014), complementando el balance nutricional de los animales, el 20 % de los procesadores lo utiliza como materia prima para la elaboración de requesón, el 15 % lo utiliza el subproducto para la elaboración de yogur, leche pasteurizada u otros productos previo a un tratamiento, el 10 % vende a otras empresas, y es importante destacar que las 20 empresas procesadoras encuestadas ninguna desecha el lactosuero al caño o drena al suelo evitando así la contaminación ambiental, no sucediendo lo mismo en otras ciudades del país, en Mejía estudios individuales realizados por Guevara (2016) y Burbano (2016), reportaron que el 48 % y 50% de procesadoras respectivamente desechan el lactosuero al caño, al igual que Guerrero (2017), observó al 52 % de procesadoras dando el mismo destino anterior. Moya (1995), menciona que para darse una idea de cuánto puede contaminar este producto se considerará que 1000 litros de lactosuero tienen el mismo poder de polución que 400 personas.

3.2 Caracterización Físico-química del lactosuero

La calidad composicional encontrada en las veinte (20) queseras artesanales en Cayambe, se presenta en el cuadro 1, indicando que el 10% (2) de queseras cumple el parámetro de grasa $\leq 0.3\%$; el 5% (1) cumple $\geq 0.8\%$ de proteína, el 100% (20) cumple en lactosa $\leq 5\%$; el potencial de hidrogeno (Ph) el 85% (17) cumple, tomando en cuenta el parámetro de proteína por su importancia en la calidad química del lactosuero, las microempresas artesanales en Cayambe no presentan condiciones de cumplimiento como materia de reutilización. Los sólidos totales contienen en promedio 6,74 concurrentes en el lactosuero alcanzando aproximadamente el 50% de la leche procesada corroborando lo afirmado por Hernández & Vélez, (2014); Panesar (2007); Callejas et al., (2012) quienes reportan entre 63g/l. a 70g/l., en este estudio los sólidos concuerdan con otros autores, sin embargo, Hernández & Vélez (2014) señalan que los componentes del lactosuero dependerá de la calidad composicional de la leche original y el tipo de tecnología que usen en el proceso. Para

Chacón et al., (2017); Carrasco & Guerra (2010), la composición del lactosuero depende de la etapa de lactancia, especie, alimentación y raza del animal, así como de la estación del año y principalmente de las técnicas de procesamiento empleadas durante la elaboración del queso del cual proviene.

Tabla 1. Composición del lactosuero obtenido en las veinte (20) micro-empresas artesanales en Cayambe.

EM	Grasa (%)	Proteína Total (%)	Lactosa (%)	Sólidos Totales (%)	Sólidos No Grasos (%)	pH
E1	0.58±0.02**	0.61±0.01**	4.41±0.08*	6.46±0.06*	6.00±0.25	6.54±0.08*
E2	0.35±0.03**	0.51±0.07**	4.81±0.03*	6.61±0.08*	6.39±0.23	6.43±0.02*
E3	0.54±0.11**	0.58±0.06**	4.50±0.47*	6.47±0.62*	6.03±0.64	6.48±0.04*
E4	0.36±0.08**	0.44±0.28**	4.78±0.19*	6.43±0.18*	6.16±0.03	6.39±0.11**
E5	0.39±0.03**	0.63±0.02**	4.63±0*	6.56±0.01*	6.29±0.14	6.37±0.01**
E6	0.27±0.03*	0.54±0.01**	4.84±0.06*	6.56±0.06*	6.41±0.08	6.45±0.08*
E7	0.39±0.07**	0.46±0.03**	4.81±0.06*	6.51±0.11*	6.23±0.18	6.44±0.04*
E8	0.30±0*	0.30±0.01**	4.73±0.01*	6.20±0.02*	6.01±0.13	6.41±0.01*
E9	0.39±0.16**	0.68±0.02**	4.82±0.07*	6.79±0.08*	6.48±0.18	6.48±0.03*
E10	0.64±0.01**	0.51±0.04**	4.67±0.03*	6.67±0.05*	6.13±0.11	6.47±0.10*
E11	0.44±0.02**	0.75±0.01**	4.90±0.05*	6.93±0.13*	6.57±0.13	6.53±0.01*
E12	0.38±0.06**	0.58±0**	4.70±0.03*	6.67±0.19*	6.29±0.25	6.46±0.10*
E13	0.71±0.19**	0.59±0.01**	4.51±0.49*	6.71±0.52*	6.06±0.25	6.53±0.01*
E14	0.41±0.08**	0.66±0.01**	4.82±0*	6.91±0.10*	6.55±0.08	5.96±0.70**
E15	0.61±0.08**	0.72±0.02**	4.82±0.03*	6.99±0.06*	6.47±0.15	6.56±0.05*
E16	0.65±0.01**	0.68±0.01**	4.74±0.04*	6.91±0.03*	6.35±0.08	6.52±0.06*
E17	0.38±0.03**	0.76±0**	4.88±0.03*	6.95±0*	6.62±0.04	6.49±0*
E18	1.05±0.34**	0.86±0.05*	4.74±0.08*	7.61±0.30*	6.64±0.08	6.59±0.03*
E20	0.34±0.06**	0.66±0.07**	4.97±0.03*	6.84±0.01*	6.57±0.13	6.45±0*
Promedio	0.51±0.03**	0.60±0.01**	4.75±0.02*	6.74±0.02*	6.34±0.14	6.45±0.07*

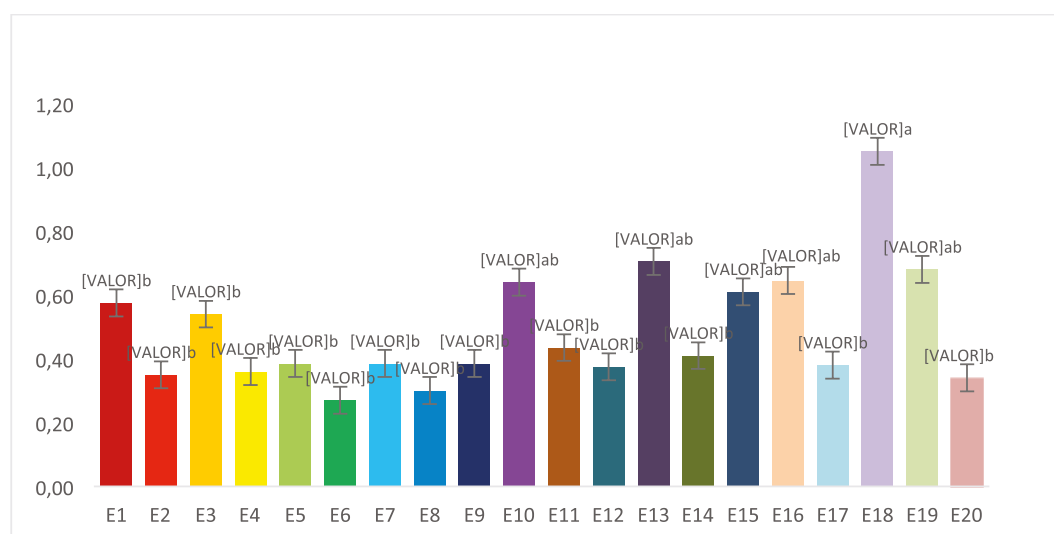


Figura 1. Porcentaje de grasa para cada una de las empresas.

Letras diferentes entre empresas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Valor promedio $\pm$ desviación estándar ($n=2$)

En la figura 1., se observa que la empresa E18 posee el porcentaje de grasa más alto (1.05 %) por lo que, presentó diferencias significativas con las empresas, que tienen porcentajes entre 0.27% y 0.54%, las empresas E10, E13, E15, E16 y E19 no presenta diferencias significativas con porcentajes entre 0.61% y 0.71%. Las únicas empresas que cumplieron con la norma NTE INEN 2594, (2011), para lactosuero líquido, fueron la E8 y E6 con porcentajes $\leq$ a 0.30%. Álava, Gómez & Maya (2014); Hernández & Vélez (2014), mencionan que el contenido de grasa en el lactosuero varía de acuerdo a la calidad composicional de la leche, como también al trabajo mecánico que se le aplique en el proceso de elaboración del queso (transporte, agitación, corte), antes y después de la coagulación, encontrando que altos valores de grasa disminuyen el rendimiento quesero. Los autores manifiestan que por un kilogramo de grasa encontrado en el lactosuero, se pierde 3 kilos de queso. Antezana, (2015), señala que altos valores de grasa puede deberse a la lipólisis producida en la elaboración del queso, produciendo mayor pérdida de grasa en el lactosuero.

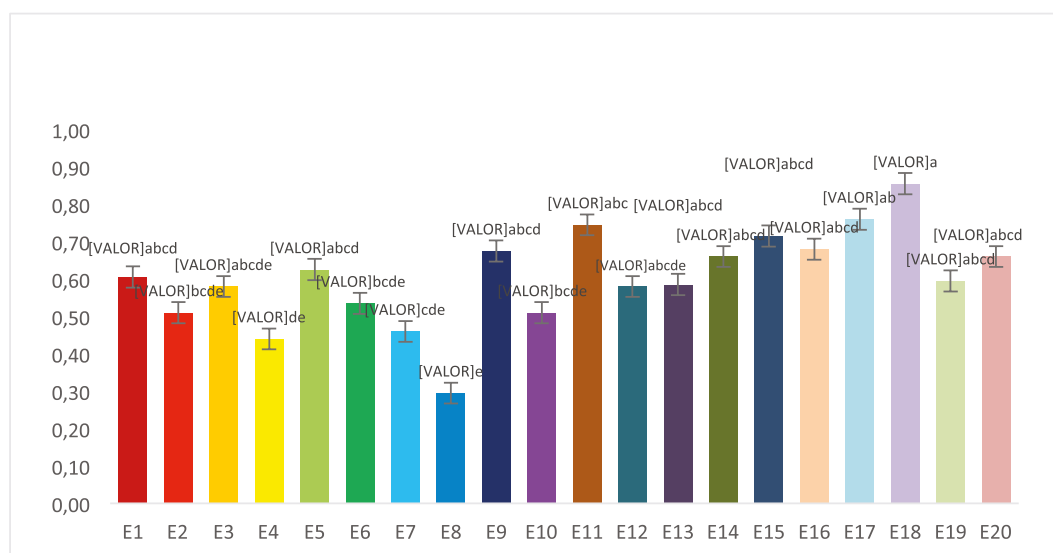


Figura 2. Porcentaje de Proteína Total para cada una de las empresas.

Letras diferentes entre empresas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Valor promedio $\pm$ desviación estándar ($n=2$)

Letras diferentes entre empresas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Valor promedio $\pm$ desviación estándar ($n=2$)

En cuanto al contenido de proteína en el lactosuero, la empresa E18 con 0.86%, cumple con los valores establecidos en la norma NTE INEN 2594 (2011), para suero líquido, la cual establece que el valor mínimo de proteína debe ser de 0.8%, además presenta diferencias significativas con las empresas E6, E2, E10, E7, E4 y E8 las cuales poseen valores entre 0.54% y 0.30%, las demás empresas no presentan significancia estadística las cuales poseen valores que oscilan entre 0.76% y 0.58%. Antezana (2015), argumenta que el mal control de la temperatura en la pasteurización de la leche puede ocasionar la desnaturalización de proteínas séricas ocasionando que éstas se pierdan en el lactosuero y al contrario valores bajos de proteína en el suero puede deberse a la excesiva cantidad de cloruro de calcio y cuajo agregada a la cuajada, retiene la mayor cantidad de proteína.

Batista (2011), en su estudio menciona que los lactosueros también pueden contener baja cantidad de proteína, los provenientes de quesos elaborados por fermentación láctica de la leche, porque el coágulo formado retiene mayor cantidad de componentes en el queso.

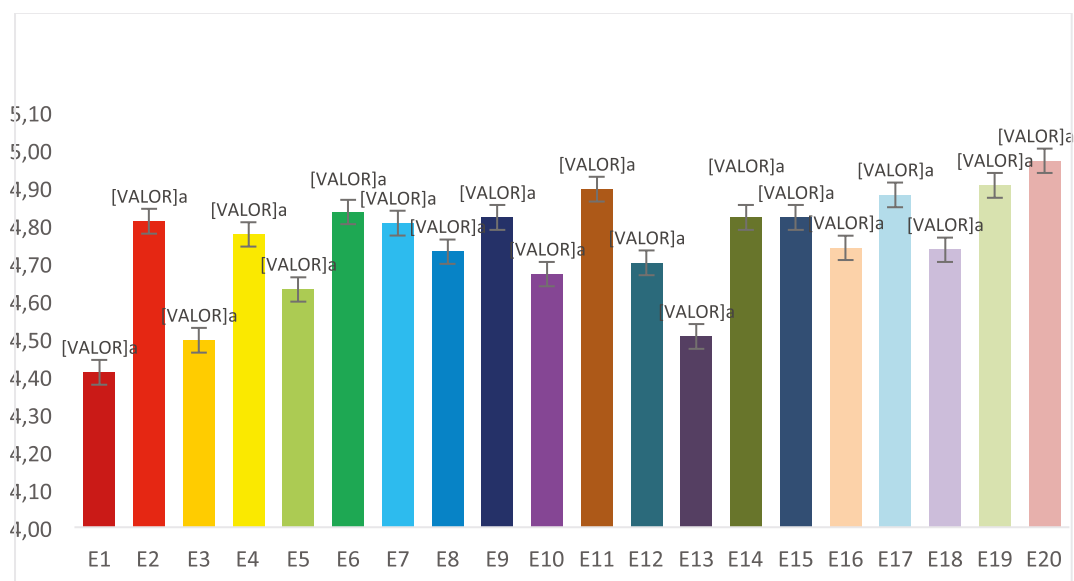


Figura 3. Porcentaje de Lactosa para cada una de las empresas.

Letras diferentes entre empresas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Valor promedio $\pm$ desviación estándar ($n=2$)

En lo referente a lactosa se observó que, entre las 20 empresas no existen diferencias significativas, además, todas poseen valores entre 4.97% y 4.41% los cuales cumplen con el contenido de lactosa que reporta la Norma NTE INEN 2594 (2011), para suero líquido que es de máximo 5%. Álava, Gómez & Maya (2014), mencionan que valores menores de lactosa se relacionan con la capacidad de transformarse en ácido láctico a medida que avanza el tiempo por lo que se debe realizar un tratamiento adecuado después de la recolección del lactosuero, como el enfriamiento adecuado y la remoción de restos de queso para evitar dicha transformación. El resultado obtenido en este estudio coincide con lo reportado por Paredes et al., (2014); Guerrero et al., (2010), con valores entre 4.84 % y 4.64 % respectivamente, los cuales coinciden en que éstos contenidos dependen de la composición inicial de la leche.

Los sólidos totales de la empresa E18 es de 7.61 % y posee diferencias significativas con las empresas E13, E12, E10, E2, E6, E5, E7, E3, E1, E4 y E8 que poseen valores entre 6.71 % y 6.20 %, con las empresas restantes no existen diferencias significativas, en general las empresas presentaron un valor promedio de 6.74%, y cumplen con los valores de referencia de la norma Colombiana (1986), donde se obtiene los requisitos para derivados lácteos con un valor mínimo de 5.5 % para sólidos totales en lactosuero. Saborio (2011); Molina (2009), mencionan que valores altos de sólidos totales en lactosuero se debe a altos valores de la leche procesada, así mismo puede deberse a la alimentación del ganado con forrajes de alta calidad como también a la aplicación de minerales antes de cada ordeño.

Los sólidos no grasos en lactosuero, no tuvieron diferencias significativas entre las 20 empresas con los valores que oscilan entre 6.64 % y 6.00 %. En promedio se encontró que el porcentaje

Cómo citar este artículo:

De La Cruz, E., Aquino, E., & Bonifaz, N. (Julio - diciembre de 2018). Estudio de la calidad físicoquímica y microbiológica del lactosuero de queso fresco proveniente de queseras artesanales de Cayambe - Ecuador. *Sathiti: sembrador*, 13(2), 178-195. <https://doi.org/10.32645/13906925.764>

para sólidos no grasos es de 6.34 % los cuales coinciden con valores encontrados por Guerrero et al., (2010), donde encontraron valores promedio de 6.14 % en suero dulce. La cantidad de sólidos no grasos va a depender siempre de los valores de lactosa, proteína y minerales que no lograron sintetizarse en la cuajada del queso, además, es muy importante si se desea aprovechar el lactosuero en la elaboración de bebidas lácteas, mezcla láctea o alimentos lácteos ya que la grasa en exceso en el lactosuero puede deteriorar la calidad de los productos elaborados (Burgos, 2015).

En cuanto al análisis de pH, no existen diferencias significativas entre las empresas analizadas, además se encontró que el 85 % de las muestras cumplen con la norma NTE INEN 2594 (2011), para suero líquido, donde se puede apreciar que el lactosuero analizado está entre valores de 6.8 y 6.4. El 15 % de las muestras restantes obtuvieron un valor más abajo de lo permitido por la norma, esto posiblemente se deba al pH inicial de la leche, como también la capacidad de la lactosa para transformarse en ácido láctico a medida que avanza el tiempo, lo que pudo originar una fermentación de la lactosa por microorganismos, aumentando la acidez y consecuentemente disminuyendo el pH (Álava, Gómez & Maya, 2014). Sin embargo, un pH > 6,0 es normal para este tipo de lactosuero (Callejas et al., 2012).

3.3 Análisis microbiológico del lactosuero

Tabla 1. Resultados Microbiológicos de *Aerobios mesófilos*, *E. coli*, *Coliformes totales* y *Staphylococcus aureus*.

Empresa	Requisito			
	<i>Aerobios mesófilos</i> UFC/g	<i>Escherichia coli</i> UFC/g	<i>Coliformes totales</i> UFC/g	<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g
E1	4,50E+02	Ausente	Ausente	Ausente
E2	6,38E+04	5	1,14E+02	24
E3	6,75E+06	1,90E+02	2,06E+02	Ausente
E4	7,32E+05	45	1,55E+03	12
E5	1,87E+05	2,07E+02	1,78E+02	7
E6	6,45E+02	Ausente	24	12
E7	6,53E+04	2	3,86E+02	10
E8	4,11E+04	6,30E+02	6,82E+02	6
E9	6,80E+04	Ausente	1,37E+03	54
E10	2,76E+05	1,47E+06	1,40E+04	10
E11	2,59E+05	11	9,90E+02	2
E12	2,15E+03	Ausente	53	2
E13	1,42E+03	Ausente	28	4
E14	3,06E+05	1,95E+02	2,87E+03	4
E15	6,90E+04	2,10E+03	9,20E+02	63
E16	4,36E+02	Ausente	2	15
E17	1,33E+05	Ausente	1,53E+03	9
E18	1,08E+05	30	3,50E+03	Ausente
E19	5,77E+06	3,30E+02	2,70E+04	10
E20	4,45E+04	78	1,29E+03	22
Promedio	7,44E+05	7,37E+04	2,84E+03	14

Se observó los conteos en placa de Aerobios mesófilos, en las empresas E1, E2, E6, E7, E8, E9, E12, E13, E15, E16 y E20 valores entre 4.36×10^2 UFC/ml y 6.90×10^4 UFC/ml, estos resultados cumplen con la norma NTE INEN 2594 (2011), para lactosuero líquido, donde exige conteos menores a 30.000 UFC/ml y máximos de 100.000 UFC/ml. Estos valores concuerdan con los encontrados en estudios similares realizados en el cantón Mejía en; Aloasí de 6.36×10^3 (Guaña, 2016); por Guevara (2016) de 9.2×10^4 en PPM8 y Burbano (2016) de 1.15×10^8 en LAV, contrariamente Guerrero (2017), en su estudio realizado en el mismo cantón, reportó de las 20 empresas estudiadas 16 de ellas no cumplieron con la norma establecida con conteos de 3.14×10^5 a 3.45×10^7 . Calderón et al., (2012), señalan que un conteo mínimo de Aerobios mesófilos se logra con el correcto enfriamiento de la leche utilizada para la elaboración de los quesos, es decir a 4°C en el menor tiempo posible después del ordeño, lo cual inhibe el crecimiento bacteriano, también el correcto lavado, desinfección y ejecución de las buenas prácticas de ordeño para obtener leche, producto terminado y finalmente el lactosuero de buena calidad. Las 9 empresas restantes no cumplen con los requisitos para este tipo de bacterias, por obtener valores que sobrepasan las 100.000 UFC/ml, permitidos en la Norma NTE INEN 2594 (2011). En Ecuador después de Machachi hay escasos trabajos realizados en microbiología del lactosuero que se produce, Tirado (2015) en su estudio en lactosuero de cabra reportaron recuentos de mesófilos aerobio antes de la propuesta de su tratamiento de 1140×10^1 a 850×10^3 UFC/ml afirmando que no cumplían con las normas de su país (Colombia). Recuentos altos de este tipo de bacterias indican materias primas contaminadas o tratamientos insatisfactorios de higienización (Campos, 2003), Dávila et al., (2006) confirma detallando que la leche cruda con altos conteos de aerobios mesófilos de 6.1761 a 6.4771 en base logarítmica luego de la pasteurización obtuvo 2.092 obteniendo una eficiente pasteurización, pero que al mantener la cuajada en ambiente propicio entre 32 a 38°C estas se multiplicarían. Monsalve (2005) en su estudio de elaboración de queso ricota en base a lactosuero, tuvo que pasteurizar a 65°C por 30 minutos y, sin embargo, tuvo un conteo aerobios mesófilos de $2,6 \times 10^3$ UFC/g, entonces, si se requiere el lactosuero como materia prima habrá que trabajar en la correcta pasteurización, manipulación y recolección (Ayala, 2017). Un alto recuento de ésta bacteria se puede relacionar con las malas condiciones de higiene durante la rutina de ordeño como; ubres sucias, pezones mal higienizados, mala limpieza y desinfección de los equipos y utensilios de ordeño, los Aerobios mesófilos en general no provocan enfermedades al ser humano, pero son indicadores de la calidad del procesamiento. (Jayarao et al., 2004).

En los análisis para *E. Coli* se encontró que diez empresas 50% (E1, E2, E6, E7, E9, E11, E12, E13, E16, E17) cumplen con la norma NTE INEN 2594 (2011), para lactosuero líquido, lo cual señala que para éste microorganismo el conteo debe ser máximo de 10 UFC/ml. Éste grupo de microorganismos se encuentran generalmente en el intestino del hombre y de los animales, transfiriéndose así por las heces y pudiendo contaminar el suelo, el heno, el polvo, etc. La importancia en la industria láctea se debe a que su presencia indica deficiencia en la higiene de los métodos de producción, transporte y venta, etc., y además ocasiona acidificaciones, lo que causa daños a la leche y sus derivados (García, 2000). Las diez empresas restantes (50%) obtuvieron conteos que no cumplen con dicha norma con valores entre 1.90×10^2 UFC/ml y 1.47×10^6 UFC/ml, esto indica la falta de prácticas de higiene a lo largo de la cadena de producción es decir desde la recolección de la materia prima hasta la obtención del producto terminado y consecuentemente el lactosuero. Sin embargo, estos resultados a pesar de no cumplir con la norma difieren por completo con los resultados encontrados por Guevara (2016), quien reporta conteos altos de *E. Coli* e incluso reporta como MNPC (muy numeroso para contar). Burbano (2016), de la misma forma reporta conteos altos de éste microorganismo de hasta 8.30×10^8 UFC/ml, mientras que Guerrero (2017), encontró en su estudio incumplimiento de la norma en 18 empresas de 20 analizadas en el cantón Mejía.

Los recuentos de Coliformes totales, la norma NTE INEN 2594 (2011), para lactosuero líquido no cuenta con valores de referencia, por lo que su análisis se basó en norma Mexicana PROY-NMX-F-721-COFOCALEC (2012), para leche y productos lácteos, donde el valor máximo permitido para esta bacteria en lactosuero pasteurizado es de 100 UFC/ml. Se observó que 15 de las 20 (75%) empresas están con valores mayores a 100 UFC/ml, los recuentos mantienen valores promedios de 2.84×10^3 UFC/ml. Salgado (2002), menciona que las bacterias Coliformes no representan una amenaza en la salud humana, pero es un indicador de presencia de otras bacterias que pueden ser patógenas. Recuentos altos de estas bacterias indican que el lactosuero, el queso o la leche podrían estar contaminados con heces fecales humanas o animales, lo cual puede constituir un riesgo eminente en la salud en los consumidores sobre todo en bebés, niños y personas con sistemas inmunológicos débiles. García (2000), señala que la presencia de Coliformes en la elaboración del queso provoca varios agujeros pequeños en la pasta provocando un hinchamiento precoz en menos de 48 horas, pudiendo así depreciar al producto terminado.

Para *Staphylococcus aureus*, se puede apreciar recuentos mínimos en el 100% de los procesadores analizados, por lo tanto cumplen con la norma NTE INEN 2594 (2011), para lactosuero líquido, donde exige que el valor máximo permitido para este tipo de bacteria es de 100 UFC/ml. Según Cristóbal & Murtua (2003), la presencia de *S. aureus* implica una posible contaminación a partir de la boca, piel o fosas nasales de los manipuladores del alimento que portan la infección, ésta contaminación también puede deberse a la deficiente limpieza del material, equipo de trabajo y materia prima. Cuando se encuentra un gran número de *Staphylococcus* en un alimento significa que la temperatura de conservación no ha sido adecuada y puede provocar síndromes de intoxicación alimentaria caracterizada por náuseas, vómitos, diarreas, malestar, debilidad y en casos más graves puede haber colapsos o signos de shock (Rivas et al., 2008). Los resultados coinciden con los resultados obtenidos por Burbano (2016), en su estudio afirma que todas las empresas cumplieron con la norma, al reportar como ausente ésta bacteria. Contrariamente Guevara (2016), reportó en su estudio recuentos de 9×10^4 UFC/ml y en otro estudio realizado por Guerrero (2017), halló en las 20 empresas analizadas, siete (7) de éstas obtuvieron recuentos $> 1.36 \times 10^4$ UFC/ml, estos resultados difieren con éste estudio, pero argumentan que *S. aureus* es generado por la leche contaminada por vacas enfermas con mastitis.

En los recuentos de *Salmonella* se encontró que 8 empresas (40%) (E1, E2, E8, E9, E10, E13, E18 y E20), fueron reportadas como ausente en las dos réplicas ensayadas cumpliendo con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 2594 (2011), para lactosuero líquido, la cual exige la ausencia de ésta bacteria. Las 6 empresas (E6, E7, E12, E15, E16 y E17) manifestaron la existencia de *Salmonella* en una de las dos réplicas y las 6 restantes revelaron presencia en las dos réplicas, incumpliendo doce (12) empresas con la norma antes mencionada. Estas bacterias habitan en el tracto intestinal de animales sanos en este caso ganado vacuno sin provocarles problemas de salud, igualmente puede vivir en el medio ambiente sobre todo en las heces gracias a su resistencia a la baja cantidad de agua y de igual manera puede permanecer viable en alimentos ricos en grasa y proteína debido a que el patógeno se encapsula en la micela de lípido protegiéndose de tratamientos térmicos e incluso de las secreciones gástricas. La contaminación del medio ambiente con *Salmonella* se debe a la transmisión de la bacteria a través de las heces contaminadas, en aguas residuales o pasto, si estas aguas o pasto se utilizan con fines pecuarios (Alimento vacuno), la bacteria se puede diseminar con gran facilidad y vivir por varios meses (Elika, 2013). Los resultados de éste estudio concuerdan con estudios similares realizados en el cantón Mejía por Guevara (2016), reportando conteos altos incluso varios con MNPC en *Salmonella*, Burbano (2016), encontró recuentos de hasta 7.55×10^6 UFC/ml y Guerrero (2017), de las 20 empresas analizadas, 15 (75%) reportaron presencia de *Salmonella*.

Para los microorganismos de género *Listeria* se encontró que 19 (95%) de las 20 empresas analizadas reportaron ausencia en las dos réplicas realizadas por lo que cumplen con la norma NTE INEN 2594 (2011), para suero líquido, la única muestra en la que se encontró presencia de *Listeria* en las dos réplicas fue la E11, a ésta muestra se realizó la comprobación de *Listeria monocytogenes* en LABOLAB, mediante el método PEEMi/LA/25 AOAC 2016, reportando como “No Detectado” el género mencionado, entonces, se concluye que la muestra tiene presencia de *Listeria* spp. Plaza (2013), menciona que su presencia en alimentos no es patógena, pero se la puede considerar como un indicador de las condiciones sanitarias de éstos ya que algunas especies de *Listeria*, como *L. innocua*, pueden enmascarar la presencia de *L. monocytogenes*, debido a la competencia nutritiva para su crecimiento. Los resultados de este estudio difieren de los resultados encontrados por Guevara (2016), donde, reportó MNPC (muy numeroso para contar) para esta bacteria aduciendo que posiblemente se deba a la contaminación de la leche por parte de animales enfermos como también a la mala higiene a lo largo de la cadena de producción primaria, Burbano (2016), obtuvo de igual forma recuentos altos de hasta 8.88×10^5 UFC/ml, y señala que la actividad del agua en el proceso de quesería va desde 0.96 – 0.98, lo que favorece el desarrollo de la bacteria, mientras que Guerrero (2017), reporta 17 (85%) empresas de las 20, presencia de *Listeria*, y señala que las posibles causas de contaminación se deba al uso de leche de vacas que pudieron estar infectadas de mastitis listeriósica asintomática, además, adhiere que por ser quesos artesanales los productores no realizan una correcta pasteurización de la leche, por lo que, esta bacteria no muere y aumenta el riesgo de su presencia.

Se debe citar con la normativa internacional APA incluyendo Tablas y figuras

4. Conclusiones

1. El 70% de la leche que compran las empresas lácteas en el cantón Cayambe es destinado a la producción de quesos, también indicaron que ninguna empresa desecha el lactosuero, al contrario, lo reutilizan de diferentes maneras en la misma industria o comercializan para la alimentación de animales como cerdos y terneras. Se encontró diferencia significativa en el análisis composicional del lactosuero en los parámetros; grasa, proteína y sólidos totales, posiblemente se debe a la alimentación del ganado y/o una mala pasteurización de la leche; los valores de lactosa, pH y sólidos no grasos no presentaron diferencias significativas y cumplieron con la Norma NTE INEN 2594 (2011) para este subproducto.
2. Para Aerobios mesófilos y *E. Coli* el 50 % de las empresas no cumplieron con la norma, posiblemente a la deficiente calidad de la materia prima en higiene y la deficiente manipulación de los operarios. Se observó recuentos no significativos para Coliformes totales y *Staphylococcus aureus*, y por lo tanto, cumplieron con la norma. Para *Salmonella* 12 empresas no cumplieron con la norma posiblemente por la contaminación de la leche en finca, contaminación cruzada, defectuosa asepsia o deficiente refrigeración en el acopio y transporte de la leche. No se encontró presencia *Listeria monocytogenes* en ninguna muestra de lactosuero analizada.

5. Recomendaciones

Se recomienda antes de iniciar un proyecto de reprocesamiento del lactosuero proveniente de pequeñas y medianas procesadoras realizar un análisis de la calidad integral, e implementar las buenas prácticas manufactureras en la recolección del lactosuero materia prima.

Cómo citar este artículo:

De La Cruz, E., Aquino, E., & Bonifaz, N. (Julio - diciembre de 2018). Estudio de la calidad físicoquímica y microbiológica del lactosuero de queso fresco proveniente de queseras artesanales de Cayambe - Ecuador. *Sathiti: sembrador*, 13(2), 178-195. <https://doi.org/10.32645/13906925.764>

6. Referencias bibliográficas

- Alava, C., Gómez de Illera, M. y Maya, J. (2014). *Caracterización fisicoquímica del suero dulce obtenido de la producción de queso casero en el municipio de Pasto*. Rev. Colomb. Investig. Agroindustriales, 1(1), 22-32. DOI: <http://dx.doi.org/10.23850/24220582.110>
- Albarado Carlos & Guerra Marisa. (2010). *Lactosuero como fuente de péptidos bioactivos*. Recuperado de <https://goo.gl/Y4yq5B>
- Antezana, C. 2015. *Efecto de la hidrólisis enzimática de la lactosa en el perfil de textura de queso fresco normal y bajo*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Industrias Alimentarias. Lima – Perú. Recuperado de <https://goo.gl/zjkDES>
- Araujo, Á., Monsalve L., y Quintero A. (2013). *Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental*. Recuperado de <https://goo.gl/TRQHvG>
- Ayala Manuel. (2017). *Diseño de un método de manejo de suero de leche adaptado a dos empresas queseras como alternativa para su posterior industrialización*. Tesis de grado. Facultad de ingeniería y ciencias agropecuarias. UDLA, Quito – Ecuador.
- Batista, K. (2011). *Evaluación y caracterización fisicoquímica y microbiológica del suero costeño elaborado en el municipio de Turbaco, Arjona y el Carmen de Bolívar*. Universidad de Cartagena. Facultad de ciencias e ingeniería. Cartagena. Recuperado de <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/367/1/tesis%20final%20karen.pdf>
- Burbano, M. (2016). *Estudio Microbiológico del suero de Queso Fresco Pasteurizado de los productores Lácteos del cantón Mejía - Parroquia Aloag*. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito - Ecuador.
- Burgos, V. (2015). *Estudio investigativo del suero de leche y propuesta gastronómica*. Tesis de Grado. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito - Ecuador.
- 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)*. U.D.C.A Act. & Div. Cient., 399-407. Recuperado de <https://goo.gl/PLtYN6>
- Callejas, J., Prieto, F., Reyes, V., Marmolejo, Y. & Méndez, M. (2012). *Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo*. Recuperado de <https://goo.gl/huag3b>
- Campos Díaz, J. (2003). *Estudio microbiológico de las comidas servidas en los comedores escolares de la isla de Tenerife*. Revista Española de Salud Pública. Recuperado de: <https://goo.gl/AkrZZL>
- Chacón, L., Chávez, A., Rentería, A., & Rodríguez, J. (2017). *Proteínas del lactosuero: usos, relación con la salud y bioactividades*. Recuperado de <https://goo.gl/P4N39k>
- CIL. (2015). *La Leche del Ecuador*. Recuperado de <https://goo.gl/X84ZA2>
- Cristóbal, Ruth & Maurtua Dora. (2003). *Evaluación bacteriológica de quesos frescos artesanales comercializados en Lima, Perú, y la supuesta acción bactericida de Lactobacillus spp.* Rev Panam Salud Publica; 14(3) 158-164, sept. 2003. Recuperado de <https://goo.gl/eS8ZPx>
- Dávila Jacqueline, Genara Reyes, & Otoniel, Corzo. (2006). *Evaluación Microbiológica de las Diferentes Etapas del Proceso de Elaboración de Queso Tipo Gouda en una Industria Venezolana*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 56(1), 51-59. Recuperado de <https://goo.gl/2kHVUc>
- Elika. (2013). *Salmonella*. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. Recuperado de <https://goo.gl/2wNvhF>

Cómo citar este artículo:

De La Cruz, E., Aquino, E., & Bonifaz, N. (Julio - diciembre de 2018). Estudio de la calidad fisicoquímica y microbiológica del lactosuero de queso fresco proveniente de queseras artesanales de Cayambe - Ecuador. *Sathiti: sembrador*, 13(2), 178-195. <https://doi.org/10.32645/13906925.764>

- GADIP, Cayambe. (2017). *Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional del Municipio de Cayambe*. Recuperado de <https://goo.gl/VHez4D>
- García, D. (2000). *Presencia de bacterias coliformes en quesos frescos de leche de vaca en diferentes fases de producción elaborados artesanalmente en el municipio de San José Pinula*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Recuperado de <https://goo.gl/tMHAJP>
- Guaña María. (2016). *Estudio microbiológico del suero de queso fresco pasteurizado de los productores lácteos del cantón Mejía de la parroquia Aloasí*. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito - Ecuador.
- Guerrero Rodríguez, W., Gómez Aldapa, C., Castro Rosa, J., González Ramírez, C., & Santos López, E. (2010). Caracterización físicoquímica del lactosuero en el valle de Tulancingo. Universidad de Guanajuato. Facultad de Ciencias Ecológicas. XII Congreso nacional de ciencia y tecnología de alimentos. Recuperado de <https://goo.gl/LJGTGW>
- Guerrero, M. (2017). *Estudio Microbiológico de Lactosuero de las Industrias queseras del Cantón Mejía de la Provincia de Pichincha*. Tesis de Grado. Universidad Politécnica Salesiana, Quito. Ecuador.
- Guerrero, W., Castilla P., Cárdenas K., Gómez C., & Castro J. (2012). Degradación anaerobia de dos tipos de lactosuero en reactores UASB. Recuperado de <https://goo.gl/p3rwyS>
- Guevara, P. (2016). *Estudio microbiológico del suero de queso fresco pasteurizado de los productores lácteos del cantón Mejía de las parroquias Güitig y Puichig*. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito - Ecuador.
- Hernández, M. & Vélez, J.F. (2014). Suero de leche y su aplicación en la elaboración de alimentos funcionales. Recuperado de <https://goo.gl/bEHFWs>
- INEC. (2011). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continúa. Recuperado de <https://goo.gl/khRFXT>
- InfoStat. (2017). Software estadístico. Recuperado de <https://goo.gl/AFvTzr>
- Jayarao, B., Pillai, S., Sawant, A., Wolfgang, D., & Hegde, N. (2004). Guidelines for monitoring bulk tank milk somatic cell and bacterial counts. *J. Dairy Sci*, 3561-3573. Recuperado de <https://goo.gl/YDG9GY>
- Molina Fabián. (2009). Determinación de la calidad de la leche cruda (acidez, densidad, grasa, reductasa, sólidos totales), aplicando un programa de capacitación en 4 comunidades de la parroquia Pintag, cantón Quito. Tesis de grado. Escuela superior politécnica de Chimborazo.
- Monsalve Jorge, González Danelis. (2005). “Elaboración de un queso tipo ricotta a partir de suero lácteo y leche fluida”. *Revista Científica*, núm. diciembre, pp. 543-550. Recuperado de <https://goo.gl/aRDxLB>
- Moya, Á. (1995). Aprovechamiento de lactosueros por fermentación. Producción de Ácido L-Láctico. Tesis Doctorales. (Vol. II). (COMPOBELL, Ed.) Murcia: Universidad de Castilla. Recuperado de <https://goo.gl/4Z89yu>
- NTE INEN 2594. (2011). Suero de leche líquido. Requisitos. Recuperado de <https://goo.gl/z7f7sS>
- NTE INEN-ISO 707. (2014). Leche y productos lácteos. Directrices para la toma de muestras (ISO 707:2008, IDT). Recuperado de <https://goo.gl/2GyJa6>
- Panesar, P., Kennedy, J., Gandhi, D., & Bunko, K. (2007). Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Food Chemistry*, 105: pp. 1-14.
- Paredes Montoya, P., Chávez Martínez, A., Rodríguez Figueroa, J., Aguilar Palma, N., Rentería Monterrubio, A. & Rodríguez Hernández, G. (2014). Características físicoquímicas y microbiológicas de suero de leche de queso Chihuahua. *Investigación y Ciencia*. 22(62),

Cómo citar este artículo:

De La Cruz, E., Aquino, E., & Bonifaz, N. (Julio - diciembre de 2018). Estudio de la calidad físicoquímica y microbiológica del lactosuero de queso fresco proveniente de queseras artesanales de Cayambe - Ecuador. *Sathiti: sembrador*, 13(2),178-195.<https://doi.org/10.32645/13906925.764>

- pp.11-16. Recuperado de <https://goo.gl/o3rhiq>
- Parra, Ricardo. (2009). Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. Recuperado de <https://goo.gl/7J79cD>
- Pastrana, Lorenzo. (s.f). Suero de leche: ¿residuo o recuso? Recuperado de <https://goo.gl/nMBqGz>
- Plaza, L. (2013). Análisis Microbiológico en Quesos Frescos que se Expenden en Supermercados de la Ciudad de Guayaquil, Determinando la Presencia o Ausencia de *Listeria* y *Salmonella*. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Guayaquil. Ecuador. Recuperado de <https://goo.gl/7iJdS8>
- Poveda, E. (2013). Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. Recuperado de <https://goo.gl/RF88Ta>
- PROY-NMX-F-721-COFOCALEC. (2012). Proyecto de norma mexicana sistema producto leche - alimentos – lácteos – suero de leche (líquido o en polvo) – especificaciones y métodos de prueba. Recuperado de <https://goo.gl/i1GHCE>
- Ramos, E., & Márquez L. (2004). Proteínas concentradas de lactosuero. Recuperado de <https://goo.gl/2dVcja>
- Rivas, K., Roque, S., & Tovar, D. (2008). Determinación de la calidad microbiológica del requesón que se comercializa en los principales supermercados de la zona metropolitana de San Salvador. Universidad de El Salvador. Facultad de química y farmacia. San Salvador. El Salvador. Recuperado de <https://goo.gl/4o48xU>
- Saborío, A. (2011). Factores que influyen el porcentaje de sólidos totales de la leche. Centro de Investigaciones en Nutrición Animal. Universidad de Costa Rica. ECAG (N°56).
- Salgado, V. (2002). Análisis de mesófilos aerobios, mohos y levaduras, coliformes totales y *Salmonella* spp., en cuatro ingredientes utilizados en la planta de lácteos de Zamorano, Honduras. ZAMORANO. Carrera de Agroindustrias. Recuperado de <https://goo.gl/gy4WMY>
- Schmidt, Érica. (2010). Aprovechamiento del Lactosuero: Aspectos vinculados a su calidad como materia prima e Impacto ambiental. Recuperado de <https://goo.gl/NiQAow>
- SIPAE (2007). Libre comercio y lácteos: la producción de leche en el Ecuador entre el mercado nacional y la globalización. / Frank Brassel, Francisco Hidalgo. Quito.
- Tirado, Diego. (2015). Elaboración de una bebida láctea a base de lactosuero fermentado usando *Streptococcus salivarius* ssp., *Thermophilus* y *Lactobacillus casei* ssp., casei. Recuperado de <https://goo.gl/dWbCdY>
- Torres, J., Villareal, I., & Gurrola, J. (2012). Formulación de una bebida saborizada a base de lactosuero. Recuperado de <https://goo.gl/ePHSFF>
- Tortora, G., Funke, B., & Case, C. (2007). Introducción a la Microbiología. Buenos Aires - Argentina: Medica Panamericana S.A.
- Valencia, E. & Ramírez, M. (2009). La industria de la leche y la contaminación del agua. Recuperado de <https://goo.gl/hLNasm>