

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA:

INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS NATURALES

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: INGENIERA EN
BIOTECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS NATURALES**

TEMA:

**DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA PROTEÍNA
LACTOFERRINA EN LECHE DE CABRA (*Capra hircus*) DE LA RAZA
SAANEM, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA
EFICACIA (HPLC).**

AUTORA:

RUTH MICHELLE LÓPEZ CHÁVEZ

DIRECTORA:

NANCY FABIOLA BONIFAZ GARCÍA

Quito, marzo del 2017

Cesión de derechos de autor

Yo, Ruth Michelle López Chávez, con documento de identificación N° 1724602915, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud que soy la autora del trabajo de titulación intitulado: “Determinación y cuantificación de la proteína Lactoferrina en leche de cabra (*Capra hircus*) de la raza Saanem, mediante cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC)”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera en Biotecnología de los Recursos Naturales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a la Ley de propiedad intelectual, en mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo, este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

(f) 

Ruth Michelle López Chávez

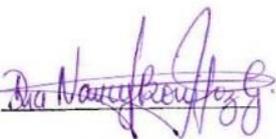
C.I. 1724602915

Quito, marzo del 2017

Declaratoria de coautoría de la docente tutora

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Trabajo Experimental, "Determinación y cuantificación de la proteína Lactoferrina en leche de cabra (*Capra hircus*) de la raza Saanem, mediante cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC)", realizado por Ruth Michelle López Chávez, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, marzo del 2017

(f) 

Nancy Fabiola Bonifaz García

C.I. 0602085110

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo de titulación Dios y a la virgencita del Carmen quienes han colmado mi vida de bendiciones, a mi amada hija Camila Abigail, tú amor y confianza son los detonantes de mis ganas de superarme y de buscar lo mejor para ti, gracias por enseñarme que la vida no es pasar las hojas del calendario, si no entender que cada hoja de ese calendario es única e irrepetible. Mi corazón ya se queda pequeño de lo grande que tú eres, te amo Cami.

A mis amados padres Ruth y Luis, por darme un hogar lleno de amor, por confiar en mí en cada momento, por enseñarme que con dedicación todo se puede cumplir y sobre todo por ser un ejemplo de lucha y humildad, les agradezco por nunca haberme juzgado, por haberse esforzado por darme todo lo que he necesitado. Siempre voy a estar dándole gracias a Dios por haberme dado a los mejores padres.

A mis amadas hermanas Carina y Lilian por su apoyo y amor, por todas las palabras de aliento, por estar conmigo incondicionalmente, gracias por los momentos compartidos que llenaron cada etapa de mi vida de felicidad. A mi sobrina y cuñado por siempre brindarme cariño. A mi amada abuelita Mami Lucita porque siempre estuve presente en cada una de sus oraciones.

Al padre de mi hija y a su familia por brindarme su apoyo.

Y por último quiero dedicar esta trabajo a mi ángel celestial mi abuelita Juana.

Agradecimiento

A Dios y cada uno de los miembros de mi hermosa familia, por apoyarme incondicionalmente.

A la Universidad Politécnica Salesiana y a todos los docentes de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales.

A mi tutora, Dra. Nancy Bonifaz García, por compartir sus conocimientos y guiarme en la elaboración de este trabajo de grado.

Al PhD. Paco Noriega por su apoyo y colaboración durante el proceso experimental del presente trabajo.

A mis queridos amigos Cristofer, Ricardo y Marco por su ayuda a lo largo de esta etapa universitaria.

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivos identificar y cuantificar la proteína lactoferrina presente tanto en leche de cabra (*Capra hircus*) como en leche de vaca (*Bos taurus*), para comparar las concentraciones de esta proteína en las dos especies, la cuantificación se realizó mediante el método de Cromatografía Líquida de Alta Eficacia (HPLC). Para el estudio se tomaron 30 muestras de leche de cabra y 10 de vaca, las mismas que fueron analizadas en el Laboratorio de Química Instrumental de la carrera de Biotecnología de los Recursos Naturales de la Universidad Politécnica Salesiana. Para realizar la cuantificación de lactoferrina se realizó una curva de calibración con la respectiva ecuación cuyo valor fue de $R= 0,999$ a diferentes soluciones estándar de lactoferrina, valor aceptable para proceder con los análisis para cada especie. El análisis estadístico determinó que existe diferencia significativa $p < 0,05$ ($2,2 \times 10^{-16}$) entre la concentración de lactoferrina presente en leche de cabra con la de vaca. Los resultados obtenidos en la investigación fueron: la leche de cabra contiene un 36% más de lactoferrina que la leche de vaca ya que la concentración promedio de lactoferrina en leche de cabra es de 182,2mg/L mientras que en leche de vaca de 116,3mg/L.

Palabras claves: Leche, proteína, antimicrobiano, antioxidante.

Abstract

This research had as objectives identify and quantify the lactoferrin protein present both in goat milk and in cow milk in order to compare the concentrations of this protein in both species. The quantification was performed with the High-performance liquid chromatography (HPLC) method. For the research, 30 samples of goat milk and 10 samples of cow milk were analyzed in the Instrumental Chemistry Laboratory of the Natural Resources Biotechnology career of Salesian Polytechnic University. To carry out the lactoferrin quantification, a calibration curve was created with its respective equation, the value of which was of $R=0,999$ to different standard solutions of lactoferrin, an acceptable value to proceed with the analysis of each species. Statistical analysis determined that there is a significant difference $p < 0,05$ ($2,2 \times 10^{-16}$) between the concentration of lactoferrin present in goat milk and cow. The obtained results in the investigation were: goat milk contains 36% more lactoferrin than cow milk due to the average concentration of lactoferrin in goat milk is 182,2 mg/L, while cow milk is 116,3 mg/L.

Key words: Milk, protein, antimicrobial, antioxidant.

Índice

Introducción	1
Capítulo I.....	4
1.1. Breve descripción de la raza Saanem	4
1.1.1. Origen.....	4
1.1.2. Características morfológicas	4
1.2. Leche de cabra.....	4
1.2.1. Características organolépticas de la leche de cabra	4
1.2.2. Composición de la leche de cabra.....	5
1.2.3. Proteína en leche de cabra.....	7
1.2.4. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (<i>Capra hircus</i>).....	7
1.3. Composición de la leche de caprina en comparación con a otras especies	8
1.3.1. Generalidades	8
1.3.2. Minerales.....	8
1.3.3. Lactosa y oligosacáridos	9
1.3.4. Vitaminas	9
1.3.5. Proteína	9
1.4. Lactoferrina (LF).....	10
1.4.1. Generalidades	10
1.4.2. Estructura	11
1.4.3. Funciones y actividades de lactoferrina	11
1.5. Cromatografía líquida de alta resolución	13
Capítulo 2. Materiales y métodos	14
2.1. Localización	14

2.2. Muestreo	14
2.3. Preparación de las muestras.....	15
2.4. Curva de Calibración.....	16
2.5. Análisis de las muestras mediante Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)	16
2.5.1. Análisis de cromatogramas	17
2.5.2. Análisis estadístico.....	17
Capítulo 3. Resultados y Discusión	19
3.1. Análisis de los cromatogramas.....	19
3.1.1. Identificación de la proteína Lactoferrina en leche de cabra mediante HPLC	19
3.1.2. Curva de calibración estándar para Lactoferrina	20
3.1.3. Cuantificación de Lactoferrina en leche de cabra.....	20
3.1.4. Cuantificación de Lactoferrina en leche de vaca	22
3.1.5. Análisis estadístico de los resultados	24
3.2. Correlación de la concentración LF y el estatus higiénico y sanitario de la leche de cabra.	26
Conclusiones	28
Recomendaciones.....	29
Referencias.....	30
Anexos	33

Índice de tablas

Tabla 1. Composición de la leche de cabra (<i>Capra hircus</i>).....	6
Tabla 2. Concentración de lactoferrina en cada una de las muestras de leche de cabra	21
Tabla 3. Concentración de lactoferrina en cada una de las muestras de leche de vaca	23

Índice de figuras

Figura 1. Cromatograma de la solución de lactoferrina pura a una concentración de 1000ppm, Peak 4 corresponde a la proteína LF.....	19
Figura 2. Recta obtenida de la relación área y concentración del estándar de LF.	20
Figura 3. Resultado obtenido de la prueba de t Student en RStudio, se acepta H_1	25
Figura 4. Resultado obtenido de la prueba de Mann-Wilconxon en RStudio, se acepta H_1	26

Índice de anexos

Anexo 1. Finca la Pampilla Cabras raza Saanem.....	33
Anexo 2. Muestreo	34
Anexo 3. Transporte de muestras.....	35
Anexo 4. Muestra de leche de cabra centrifugada	36
Anexo 5. Filtrado de la muestra.....	37
Anexo 6. Estándar Lactoferrina	38
Anexo 7. Fases móviles	39
Anexo 8. Cromatógrafo de marca Waters, Millford	40
Anexo 9. Codificación para pruebas estadísticas en RStudio.....	41
Anexo 10. Cromatograma estándar lactoferrina 500ppm	42
Anexo 11. Cromatograma estándar Lactoferrina 250ppm.....	43
Anexo 12. Cromatograma de la muestra de leche de cabra E70.....	44
Anexo 13. Cromatograma de la muestra de leche de cabra A54	45
Anexo 14. Cromatograma muestra de leche de vaca V001	46
Anexo 15. Cromatograma muestra de leche de vaca V003	47
Anexo 16. Resultados de pruebas estadísticas obtenidas en RStudio.....	48
Anexo 17. Informe de la calidad higiénica y sanitaria de la leche de cabra reportada por el laboratorio de Calidad de leche de la Universidad Politécnica Salesiana.	49

Introducción

Registros muy antiguos en el texto bíblico o en los murales egipcios hablan del consumo de leche de cabra, es decir que desde tiempos ancestrales, la leche de cabra es utilizada como alimento (Paez, 1997).

La leche de cabra es un alimento con propiedades nutricionales de mucho interés, hoy en día la calidad de productos lácteos que son de consumo humano depende de su composición nutricional para mantener la salud de los consumidores. Varias características intrínsecas de la leche de cabra hacen que esta se postule como un "alimento funcional", que puede ayudar a mejorar la salud de las personas que la consuman (Boza & Sanz, 1997).

Es por esta razón que en muchos países desarrollados se ha impulsado el consumo de leche de cabra como también de sus derivados, esto se debe a que este tipo de leche posee características nutritivas muy importantes a nivel del sistema inmunológico, una de estas características es la presencia de la proteína lactoferrina, la cual en estudios anteriores ha demostrado tener un papel muy importante en el sistema inmunitario siendo así una de las primeras barreras de defensa del cuerpo, es esta la razón por lo cual esta proteína además de estar presente en la leche se encuentra en varias mucosas del cuerpo (Lopez, 2011).

Se ha demostrado también que puede favorecer la respuesta inmune del organismo, promoviendo la proliferación de linfocitos, estimula la diferenciación celular, ayudando a la reparación de tejidos dañados, la leche de cabra sería un excelente

sustituto de la leche de vaca y esto se puede referenciar en los niveles de lactoferrina que existe en cada una de estas leches (Natura Foundation, 2016).

El mayor consumo de leche de cabra se da en el continente Asiático, con India en primer lugar. En segundo lugar, sigue el continente Africano, Europa es el que sigue en producción de leche. En este continente es Francia quien está a la vanguardia de la intensificación de esta producción, seguida por Grecia, España e Italia. También hay grandes diferencias en el hábito de consumo entre los continentes (FAO, 2016).

En el continente Americano, Uruguay es uno de los mayores productores de cabras, es una actividad muy rentable a pesar de que no se está utilizando ni un 10% de su potencial. En el país vecino de Colombia la caprinocultura ha tenido mucho auge. Esta actividad es una alternativa para atenuar los problemas de pobreza y desnutrición de algunas zonas de este país (El Universo, 2010)

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, en el 2011 da como resultado que existen 112,331 cabezas de ganado caprino en el Ecuador, en la región sierra son 93,551 y en la provincia de Loja 75,107, siendo Zapotillo el máximo productor de estos animales. De los 12,312 habitantes, el 40% se dedica a la crianza de estos animales (Agencia Andes, 2013).

Al reportar el nivel de lactoferrina mediante cromatografía líquida de alta eficacia, se podría resaltar la importancia que tiene esta proteína, y que una fuente principal de esta sería la leche de cabra, lo cual impulsaría el consumo de este tipo de leche en el país, beneficiando así a los pequeños productores que existen en Ecuador y de

esta manera ampliar un campo de trabajo y de investigación a nivel industrial (Chacon, 2005).

En el Ecuador existe muy poco conocimiento sobre los beneficios que tiene la leche de cabra, por lo cual, su consumo es muy bajo, es por esta razón surgió la necesidad de realizar esta investigación, para dar a conocer las propiedades de interés nutricional e industrial que tiene la leche de cabra centrándonos en la proteína lactoferrina y su función biológica en el cuerpo humano y el posible uso que esta puede tener a nivel de la industria alimenticia, farmacéutica o simplemente como un alimento funcional en la dieta diaria de una persona (Boza & Saenz, 1999).

Por lo expuesto los objetivos de esta investigación fueron; Determinar la presencia de lactoferrina en leche de cabra mediante cromatografía líquida de alta eficacia, también se cuantificó la lactoferrina en leche de cabra y de vaca para comparar los niveles de la proteína en estas dos especies.

Capítulo I

1.1. Breve descripción de la raza Saanem

1.1.1. Origen

La raza Saanem se caracteriza por su alto rendimiento en cuanto a producción de leche, es la cabra lechera más extendida por el mundo su origen radica en Suiza (Paez, 1997).

1.1.2. Características morfológicas

Es un animal de capa blanca, piel fina y mucosas rosadas, posee orejas erectas, y tienen barba. Por lo general no tienen cuernos. Su ubre tiene forma globosa, bien implantada y muy ancha en la parte superior, los machos pesan entre 80 y 120 kg. y las hembras entre 60 y 90kg (Alvarez, 2014).

Se adaptan muy bien a la cría intensiva. Se destaca por su alta producción lechera. Entre las razas lecheras, es la de mayor producción. Entre 900 a 2000 litros en aproximadamente 300 días de lactación (Chaneton, 2010).

1.2. Leche de cabra

1.2.1. Características organolépticas de la leche de cabra

La leche de origen caprino no posee carotenos, por lo tanto es más blanca que la leche de origen bovino y presenta un olor más fuerte. El contenido de ácidos grasos saturados de cadena corta como los ácidos cáprico C10, caproico C6 y caprilico C8, proporciona un sabor característico a la leche de cabra, al igual que la presencia de ácidos grasos de cadena ramificada como el 4-etiloctanoico y el 4-metiloctanoico ,

la presencia de cloro y otros minerales en comparación al contenido de la leche de vaca, le dan un sabor ligeramente salobre (Boza & Sanz, 1997).

La leche de cabra se utiliza en pacientes con problemas de acidez estomacal ya que esta leche tiende a ser alcalina con un pH 6,7 por su alto contenido de proteína. La densidad de este tipo de leche fluctúa entre 1,026 a 1,042, variación que en su mayor parte la explica el diferente contenido graso presente en la leche de cabra, y sobre la que también intervienen su contenido en sólidos no grasos (Boza & Sanz, 1997, pág. 4).

1.2.2. Composición de la leche de cabra

Las células de las glándulas mamarias de la cabra, utilizan diferentes precursores como ácidos grasos no saturados, acetato y glucosa, esta última como medio energético para la síntesis de los constituyentes de la leche (Boza & Sanz, 1997).

La glándula mamaria utiliza cerca de los 2/3 de la cantidad disponible de acetato, siendo oxidados el 44% de acetato y el 25% de la glucosa (Boza & Sanz, 1997, pág. 8). La raza de las cabras, alimentación, factores medioambientales, momento de la lactación, condicionamientos genéticos del animal son factores que influirán directamente en la composición de la leche (Boza & Sanz, 1997), como se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1.

Composición de la leche de cabra (*Capra hircus*)

Composición	
Grasa %	3,8
Sólidos no Grasos %	8,9
Lactosa %	4,1
Proteína %	3,4
Caseína %	2,4
Albúmina, globulina %	0,6
Nitrógeno no proteico %	0,4
Cenizas %	0,8
Calorías/100mL	70

Nota: Tomado de: (Boza & Sanz, 1997)

Según Paez, R. (2010) la composición de la leche, tanto en su contenido de grasa, proteína y vitamina A, así como también el olor y su sabor se basan exclusivamente en la alimentación y nutrición de los animales, además de además de las condiciones genéticas. El nivel proteico de esta leche, está relacionado directamente con el equilibrio proteico y energético nutricional y la no degradabilidad de la proteína ruminal, factor que modifica el contenido de la proteína en la leche de los rumiantes, (Boza & Sanz, 1997).

En cuanto al porcentaje en grasa de la leche y su composición, depende principalmente del fondo genético del animal y, de la naturaleza y composición de la dieta que este recibe, ya que esta determina cambios en la fermentación

ruminal, modificando la producción de los distintos ácidos grasos, y con ello el contenido en grasa de la leche (Boza & Sanz, 1997).

1.2.3. Proteína en leche de cabra

La proteína presente en la leche de cabra posee 5,2 gramos de nitrógeno por kilogramo, que se convierten en 33,2 g de proteína. Las caseínas son las proteínas mayoritarias de la leche de cabra, al igual que sucede en la de vaca, estas se caracterizan porque precipitan a pH 4,6; las proteínas que permanecen en solución a dicho pH son las del lactosuero, formadas por α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina, albúmina, inmunoglobulinas, péptidos, lactoferrina y otras proteínas presentes en concentraciones menores (Boza & Sanz, 1997).

1.2.4. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*)

La leche de cabra es antialérgica y sirve para resolver los problemas causados por las reacciones alérgicas de muchos niños con el consumo de leche de vaca ya que no contiene la alfa S-1 Caseína (Boza & Sanz, 1997).

Las proteínas presentes en la leche de cabra se encuentra lactoferrina una proteína que le confiere a la leche de cabra una propiedad inmunológica ya que esta proteína tiene propiedades antimicrobianas (Lora, 2011).

La lactoferrina tiene efecto antimicrobiano sobre una amplia gama de patógenos, incluidos hongos, bacterias y virus. La presencia estratégica de esta proteína en las mucosas de los mamíferos, hace que actúe como primera línea de defensa en el organismo (Drago & Rivera, 2010).

La lactoferrina es una glicoproteína multifuncional que fija el hierro que se encuentra en la leche y otras secreciones exocrinas (Nuñez, 2012). Juega un papel importante en el desarrollo de los mamíferos recién nacidos y también es un factor de resistencia innata que interviene en la prevención de la infección de las glándulas mamarias por microorganismos (Shimazaki & Kawaib, 2017).

La lactoferrina es una proteína multifuncional de la respuesta inmune innata, actúa como un agente permeabilizante de bacterias Gram negativas, debido a su interacción con el lipopolisacárido enterobacteriano (LPS) en la superficie bacteriana, la lactoferrina desestabiliza la membrana bacteriana y por lo tanto aumenta la permeabilidad bacteriana (Drago & de la Garza, 2012).

1.3. Composición de la leche de caprina en comparación con a otras especies

1.3.1. Generalidades

Existe una diferencia en la composición de la leche caprina, bovina y humana, la composición de la leche de cada especie puede variar por múltiples factores, entre ellos: tipo de alimentación, medioambiente, manejo, sistema productivo, etapa de lactancia e, inclusive, estado sanitario de los animales (Chacon, 2005).

1.3.2. Minerales

La leche de cabra posee una concentración de minerales mayor que en la leche humana; pudiendo llegar a contener en 100g de leche 134mg de calcio y 121g de fosforo, tiene un mayor contenido de Ca que la especie bovina, pero es baja en otros minerales como, cobalto y magnesio (Bedoya, Rosero, & Posada, 2006)

1.3.3. Lactosa y oligosacáridos

La lactosa y los oligosacáridos de la leche caprina, se encuentran en un rango de 250 a 300 mg/L, lo cual representa 4 a 5 veces más que los valores encontrados en la leche de vaca, tales como se muestran, pero menos que los presentes en la leche humana (Bedoya, Rosero, & Posada, 2006).

1.3.4. Vitaminas

Comparada con la leche humana, la leche de cabra contiene la misma cantidad de ácido fólico y un poco menos de vitaminas del complejo B, el contenido de vitamina E se considera bajo, la leche de vaca contiene más ácido fólico y vitamina B12 que la leche de cabra, pero contiene más vitamina A que la leche bovina (Chacon, 2005).

1.3.5. Proteína

La leche contiene cientos de tipos de proteínas, la mayoría de ellas en muy pequeñas cantidades. Estas pueden ser clasificadas de varias formas, de acuerdo con sus propiedades físicas o químicas, así como también con sus funciones biológicas. Los valores promedio de proteína en la leche de cabra es de 4,5%, superiores a los valores para ganado bovino 3,3%, pero inferiores a los del ganado ovino (5,8%) (Chacon, 2005).

1.4. Lactoferrina (LF)

1.4.1. Generalidades

La lactoferrina se aisló por primera vez en leche bovina en el año de 1939 y luego en leche humana en 1960, la estructura, biología y metabolismo de esta proteína han sido estudiadas en varias áreas de la biotecnología (Drago, 2007).

La LF es un glicoproteína presente en leche y suero lácteo que posee características de importancia nutricional, ya que esta ayuda a enlazar moléculas de hierro ayudando así al organismo en el transporte de oxígeno, a más de eso la LF desempeña un papel decisivo en protegernos de las infecciones bacterianas, víricas, por hongos y protozoos (Ramos, Rodríguez, Guzmán, Acedo, & Vázquez, 2011).

Según Sanz, L. (2012) presenta también otras capacidades inmunoreguladoras y antioxidantes, la capacidad antioxidante de esta proteína se debe a que es un antioxidante no enzimático, su mecanismo de acción se basa en la quelación del hierro de los fluidos corporales y las zonas infectadas (Navarro, 2012).

Esta proteína contrarresta el estrés oxidativo inducido por el hierro y protege las células contra el daño oxidativo irreparable y apoptosis, y además ayuda al equilibrio de la flora intestinal (Castro, 2016).

1.4.2. Estructura

La LF es una glicoproteína de 80 kilo Dalton, formada por una cadena polipeptídica simple de 700 aminoácidos plegada en una estructura terciaria bilobular (Chaneton, 2010).

Tanto el lóbulo N como el lóbulo C, tiene un alto grado de homología entre sí, lo que indica que se han formado por un evento de duplicación génica. Cada uno de los dominios de la lactoferrina es capaz de coordinar un átomo de Fe^{2+} entre residuos Aspargina, Tirosina e Histidina, esta unión es favorecida por la presencia de bicarbonato (Chaneton, 2010).

La LF une Cu^{2+} y Mn^{2+} en el mismo sitio que el hierro. La unión de estos metales alrededor de cada lóbulo de lactoferrina determina el cambio de un estado rígido de la molécula a uno relajado, lo que aparentemente tiene influencia en sus actividades biológicas (Chaneton, 2010).

1.4.3. Funciones y actividades de lactoferrina

- Actividad antimicrobiana

La LF cumple con la función de coordinar dos átomos de Fe^{2+} , esta proteína fue considerada también como un transportador de Fe^{2+} pudiendo ser ésta una de sus funciones fisiológicas más importantes (Drago, 2007).

La LF presenta homología con la familia de las transferrinas. En varios estudios se ha demostrado que posee una actividad antimicrobiana, se encuentran en gran cantidad de fluidos barrera de diversas especies (Alvarez, 2014).

Se conoce que la LF tiene capacidad de inhibir el crecimiento microbiano mediante el secuestro de Fe^{2++} esto se debe a que el hierro es fundamental para el desarrollo de muchos microorganismos, esta proteína puede tener un efecto bacteriostático y bactericida, de manera independiente al secuestro del Fe^{2++} (Chaneton, 2010).

La lactoferrina actúa alterando la permeabilidad de la membrana bacteriana, ya que es una proteína que contiene carga positiva, característica que le permite unirse a estructuras con carga negativa presente en la superficie bacteriana afectando su estructura (Lora, 2011).

- Actividad anti oxidante

La LF posee también actividad anti-oxidante que se relaciona con su facultad de captar iones Fe^{3+} , actuando como catalizadores de reacciones de óxido reducción en las que se generan radicales libres causantes de daño tisular (Drago, 2007).

- Actividad antiinflamatoria

El efecto antiinflamatorio de la LF se atribuye a su capacidad de inducir la secreción de mediadores antiinflamatorios como las interleucinas 4 y 10 y también inhibir la liberación de potentes mediadores pro inflamatorios como interleucina 1, 6 y 8, el

factor de necrosis tumoral, secretados por células activadas con un lipopolisacárido de bacterias Gram (-) (Drago, 2007).

La LF tiene un efecto protector contra la inflamación gástrica producida por *Helicobacter felis*, contra la inflamación intestinal y contra la inflamación alérgica en piel y pulmón (Drago, 2007).

1.5. Cromatografía líquida de alta resolución

La cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC), es un método que se utiliza para separar los componentes de una mezcla. Consiste en una fase estacionaria no polar y una fase móvil (Miranda & Martín, 2013).

La muestra se transporta en la fase móvil. La muestra líquida se inyecta en la fase móvil. Cada uno de los componentes de la solución emigran de acuerdo a sus interacciones no-covalentes de los compuestos con la columna. Estas interacciones químicas, determinan la separación de los contenidos en la muestra. La utilización de los diferentes detectores dependerá de la naturaleza de los compuestos a determinar (Morales, 2014).

Capítulo 2.

Materiales y métodos

2.1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en la empresa "La Pampilla" ubicada en el barrio Chaupiestancia perteneciente a la parroquia urbana de Yaruquí a 32 Km. de la ciudad de Quito. Su localización geográfica es de 0 grados 12 minutos 30 segundos latitud sur, 78 grados 20 minutos, 0 segundos longitud oeste; a 2,527 m.s.n.m, con una población de 14,175 habitantes en el sector nororiental del área metropolitana, y una temperatura de 14 grados centígrados. La humedad relativa es de 86.1%; y la precipitación media anual es de 0.4 a 29.4 Mm. (GAD Parroquial Yaruquí , 2016).

Esta investigación formó parte del proyecto "Caracterización de la calidad composicional de la leche de cabra (*Capra hircus*) en la provincia de Pichinchadel grupo de Investigación NUNKUI WAKAN.

2.2. Muestreo

Para determinar la presencia de la proteína lactoferrina, se tomaron como muestras de estudio, leche de las especies caprina y bovina. Para la recolección de las muestras de leche de cabra, se utilizó frascos estériles de 40 mL., según el protocolo LCL-INS-01 del instructivo de toma de muestras de leche del Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana, se escogieron 30 cabras aleatoriamente y de cada una se tomó una muestra de 40mL en cada frasco. El proceso del muestreo antes descrito se repitió para la toma de muestras de leche de vaca, se escogieron aleatoriamente 10 vacas.

Las muestras fueron transportadas cuidadosamente en gradillas en un cooler y sachet de hielo para evitar una posible contaminación o desnaturalización de las muestras al laboratorio de Biotecnología de los recursos naturales de la Universidad Politécnica Salesiana en la ciudad de Quito campus Girón.

Para correlacionar la concentración LF y el estatus higiénico y sanitario de la leche de cabra se tomó la información de los resultados de los análisis de conteo de células somáticas (CCS) y conteo bacteriano total (CBT) del proyecto antes mencionado (Anexo 15.).

2.3. Preparación de las muestras

La preparación de las muestras se realizó en los laboratorios de la carrera de Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales. Las muestras fueron analizadas mediante el siguiente protocolo: eliminación de la grasa de las muestras de leche, mediante centrifugación a 2750 revoluciones por 20min, el suero obtenido fue colocado en tubos Falcon, a esta muestra se le añadió la solución de HCl 1M con el propósito de regular el pH, hasta llegar a un pH de 4,6. Con este proceso se logró precipitar las proteínas que no fueron de interés para el estudio, ya que en la leche se encuentran proteínas que son parte del grupo de las caseínas, estas tienen como característica precipitar y se desnaturalizan a un pH de 4,6. Luego se realizó nuevamente otro centrifugado a 2750 revoluciones por 20min, se retiró el sobrenadante, quedando la muestra libre de caseína. Las muestras procesadas en esta primera etapa, fueron conservadas en refrigeración a -8°C , durante el periodo de tiempo de análisis de las mismas.

2.4. Curva de Calibración

Para realizar la curva de calibración, la cual es necesaria para la identificación y cuantificación de la proteína lactoferrina se utilizó el equipo de cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC). El estándar de lactoferrina de 10mg fue adquirido a la empresa Sigma Aldrich origen alemán. Con el estándar se procedió a preparar soluciones de lactoferrina disuelta en una solución de agua destilada, acetonitrilo calidad HPLC y ácido trifluoroacético a una concentración de (95:5:0,1), obteniendo diferentes diluciones: 1000 ppm, 500ppm, 250 ppm, 150 ppm y 100 ppm.

Previo a que las muestras fueran introducidas en el equipo tuvieron que ser filtradas una por una en viales ámbar de 2ml, para evitar obstrucción en el equipo, este proceso se realizó con filtros PVDF membrane, pore size 0.45 μ m de la marca Sigma Aldrich (Cheng, Wang, Bu, & Liu, 2008).

2.5. Análisis de las muestras mediante Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)

Para la determinación de proteína lactoferrina se utilizó un cromatógrafo de marca Waters, Millford, el análisis se realizó a una longitud de onda de 205nm. La columna cromatográfica fue una Poroshell 300SB-C 18, 2.1 \times 75 mm. La fase móvil A estuvo constituida por agua destilada, acetonitrilo calidad HPLC y ácido trifluoroacético (95:5:0,1) y la fase móvil B estuvo constituida por, agua destilada, acetonitrilo calidad HPLC y ácido trifluoroacético (5:95:0,1). La gradiente fue lineal y el caudal de 1ml/min. La temperatura de la columna fue aproximadamente de 45 grados centígrados (Drackova, Borkovcova, & Janstova, 2009).

2.5.1. Análisis de cromatogramas

Se analizaron los cromatogramas pertenecientes a cada una de las soluciones preparadas con el estándar lactoferrina, para poder realizar la curva de calibración, en este análisis utilizamos como herramienta informática, el programa Excel de Windows 2013, en el cual se creó una recta relacionando el área del pico de la lactoferrina (Figura 1.), con la respectiva concentración de cada uno de los estándares.

Se obtuvo la concentración de lactoferrina en 30 muestras cabra y 10 muestras de vaca, a partir de tener la ecuación de la recta, donde se despejó (x), y se reemplazó (y) con el área perteneciente al pico de lactoferrina de cada una de las muestras.

$$y = 11850x - 0.0073 \quad (1)$$

Donde

$y = \text{área}$

$x = \text{concentración} \quad (2)$

$$x = \frac{y - 0.0073}{11850}$$

(Drackova, Borkovcova, & Janstova, 2009)

2.5.2. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se realizaron 2 pruebas estadísticas, una de carácter paramétrico y otra no paramétrica, la primera fue la

prueba t de Student de muestras independientes o no pareadas, ya que poseemos diferentes números de muestras para cada una de las especies en estudio.

La segunda prueba fue la de la prueba Mann-Wilconxon, que usa sistemas de comparación de signos para evaluar muestras que no son paramétricas y se la realizó con el objetivo de verificar el resultado obtenido en la prueba de t Student.

El análisis de las pruebas mencionadas se realizó en RStudio utilizando la codificación para dichas pruebas (Anexo 9.)

Las hipótesis planteadas fueron:

H₁= Existe una diferencia significativa entre la concentración en mg/L de la proteína lactoferrina en leche de cabra (*Capra hircus*) y la concentración en mg/L de la proteína lactoferrina en leche de vaca (*Bos Taurus*).

H₀= No existe una diferencia significativa entre la concentración en mg/L de la proteína lactoferrina en leche de cabra (*Capra hircus*) y la concentración en mg/L de la proteína lactoferrina en leche de vaca (*Bos Taurus*).

Capítulo 3.

Resultados y Discusión

3.1. Análisis de los cromatogramas

3.1.1. Identificación de la proteína Lactoferrina en leche de cabra mediante HPLC

Al analizar cada uno de los cromatogramas de las soluciones preparadas con el estándar de lactoferrina, se obtuvo como resultado que el pico que representa a la proteína en estudio, es el pico que aparece en el minuto 10,90 (Figura 1.).

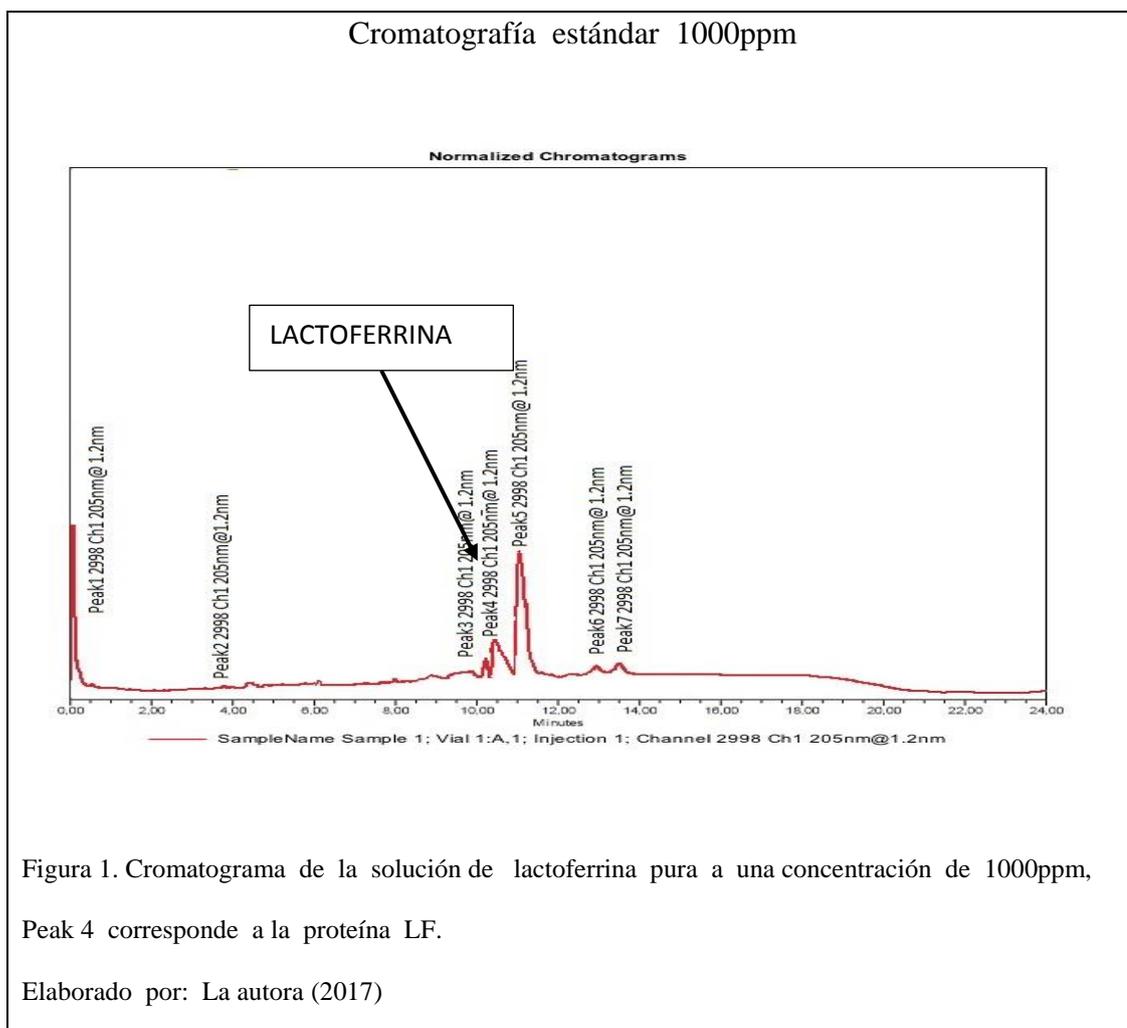
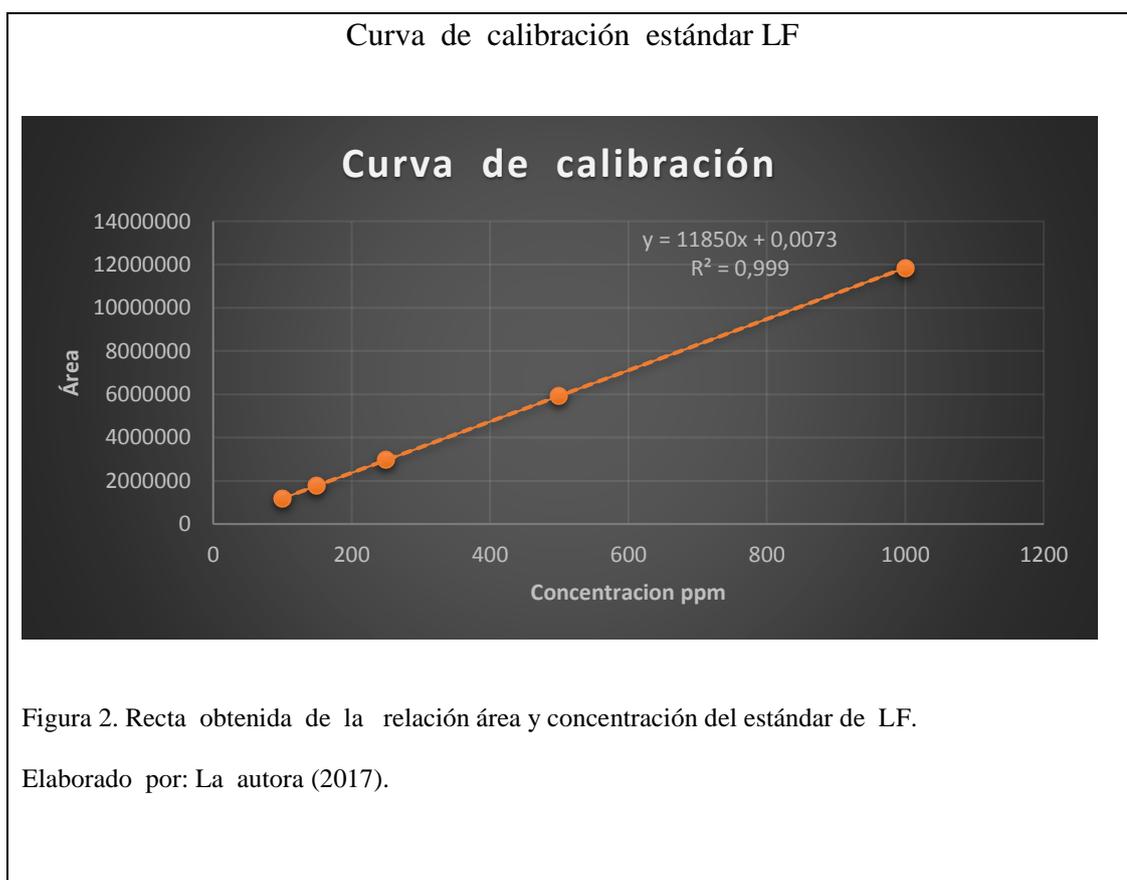


Figura 1. Cromatograma de la solución de lactoferrina pura a una concentración de 1000ppm, Peak 4 corresponde a la proteína LF.

Elaborado por: La autora (2017)

3.1.2. Curva de calibración estándar para Lactoferrina

En cada una de las concentraciones de LF se observa un tamaño de área diferente, al relacionar cada una de las concentraciones y su área, se obtuvo una recta con su respectiva ecuación en la cual $R = 0,999$, un rango muy aceptable debido a que la sensibilidad está cerca de 1, lo cual indica que las soluciones fueron preparadas de manera precisa (Figura 2.).



3.1.3. Cuantificación de Lactoferrina en leche de cabra

Después de realizar una regresión matemática entre la concentración que se obtiene de la recta y la concentración real que se obtendría en litro de leche, se obtuvo la concentración de lactoferrina en cada una de las muestras de la leche de cabra,

encontrando un valor máximo de 196 mg/L y un mínimo de 163mg/L, con un promedio final de 182,2mg/L como se observa en la (Tabla 2.)

Tabla 2.

Concentración de lactoferrina en cada una de las muestras de leche de cabra

Código	Área	Concentración mg/L
E70	2594201	163
A46	2673778	168
C71	2673778	168
B38	2737439	172
A54	2747527	172
A32	2774298	172
C70	2774298	172
D32	2774298	172
A35	2769269	174
D94	2769269	174
B39	2787429	176
A59	2787429	176
A33	2854592	180
A023	2947532	182
C88	2934215	182
B37	2912508	183
C48	2912508	183

A26	3012212	187
D21	3002512	187
A75	2992084	188
D65	3039830	191
D82	3039830	191
D10	3039830	191
E02	3125347	195
C48	3119407	196
C74	3125347	195
C66	3039830	191
Z047	3119407	196
C80	3125347	195
C81	3125347	195
PROMEDIO		182,2mg/L±10,06

Nota: Los valores están dados en miligramos por litro, equivalente a partes por millón ppm

Elaborado por: La autora (2017).

3.1.4. Cuantificación de Lactoferrina en leche de vaca

Después de realizar los cálculos necesarios, se obtuvo la concentración de LF en cada una de las muestras, arrojando así un valor mínimo de 109 mg/L y un valor máximo de 124 mg/L, con un promedio final de 116,3 mg/L como se observa en la (Tabla 3.).

Tabla 3.

Concentración de lactoferrina en cada una de las muestras de leche de vaca

Código	Área	Concentración mg/L
V001	1723499	109
V002	1755123	111
V003	1755123	111
V004	1786747	113
V005	1818371	115
V006	1849995	117
V007	1897431	120
V008	1897431	120
V009	1944866	123
V010	1960678	124
PROMEDIO		116,3mg/L ± 5,31

Nota: Los valores están dados en miligramos por litro, equivalente a partes por millón ppm

Elaborado por: La autora (2017).

Al obtener las concentraciones promedio de lactoferrina presente en la leche de las dos especies en estudio, se observa que la leche de cabra posee un 36% más de lactoferrina en su composición que la leche de vaca, la concentración de lactoferrina media en leche de cabra es de 182,2mg/L, mientras que en la leche de vaca es de 116,3mg/L, los promedios indicados son muy parecidos a los encontrados por (Drackova, Borkovcova, & Janstova, 2009) “Determination of Lactoferrin in Goat Milk by HPLC Method”. Por otra parte, existe una variación en la concentración de LF de cada muestra tanto de leche de cabra como de vaca, es importante

recalcar que esa variación puede deberse a varios factores como: etapa de lactancia, la época del año, edad, estado de salud, alimentación, tal cual lo menciona Chacon, A. (2005).

La concentración de LF en leche bovina es altamente variable y una de las características más influyentes, está el carácter heredable de la concentración de LF (Arnold, Russell, Champion, Brewer, & Gauthie, 1982) esto indica que la mejora genética selectiva es una forma de manejo esencial de los hatos para mejorar la calidad composicional y sanitaria de la leche caprina (Chaneton, 2010)

3.1.5. Análisis estadístico de los resultados

- Prueba t Student

La prueba t de Student de muestras independientes o no pareadas, comparó las medias de los grupos contrastados y con $p < 0,05$ (2.2×10^{-16}), aceptándose así la hipótesis alternativa (H_1), aseverando así que existe una diferencia muy significativa entre las concentraciones en leche caprina y vacuna, siendo la concentración en leche de ganado caprino mayor que la de ganado vacuno (Figura 3.)

Prueba de t Student para datos no pareados en RStudio

```
Two Sample t-test

data: cabras$concentracion and vacas$concentracion
t = 19.709, df = 38, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 59.16110 72.70556
sample estimates:
mean of x mean of y
 182.2333 116.3000
```

Figura 3. Resultado obtenido de la prueba de t Student en RStudio, se acepta $H_{1.f}$.
Fuente: RStudio, (2017).

- Prueba Mann-Wilconxon

En esta prueba se obtuvo $p < 0.05$ (2.653×10^{-06}), la diferencia entre medias es muy significativa, por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la hipótesis alternativa (H_1). Lo cual indica que existe una diferencia entre la concentración en leche de cabra y leche de vaca, se pudo comprobar los resultados obtenidos en la prueba paramétrica de T de student, aseverando nuevamente que existe diferencia entre los grupos y que la leche de cabra tiene mayor concentración de lactoferrina (Figura 4.).

Prueba Mann-Wilconxon para datos no pareados en RStudio

```
> wilcox.test(cabras$concentracion, vacas$concentracion, correct = FALSE)

      Wilcoxon rank sum test

data: cabras$concentracion and vacas$concentracion
W = 300, p-value = 2.653e-06
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

Warning message:
In wilcox.test.default(cabras$concentracion, vacas$concentracion, :
cannot compute exact p-value with ties
> summary(cabras$concentracion)
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  163.0  172.5  182.5  182.2  191.0  196.0
> sd (cabras$concentracion, na.rm = FALSE)
[1] 10.06079
```

Figura 4. Resultado obtenido de la prueba de Mann-Wilconxon en RStudio, se acepta H_1 .

Fuente: RStudio, (2017).

3.2. Correlación de la concentración LF y el estatus higiénico y sanitario de la leche de cabra.

Según el análisis de la calidad higiénica y sanitaria de la leche de cabra, se determinó que el promedio en conteo de CCS de las 30 cabras fue de 481, 42 CCS/mL. y 22,3 CBT/mL. En la norma (INEN, 2012) se menciona que el recuento de células somática/cm³ para leche de cabra el límite máximo es $7,0 \times 10^5$. Según Atherton, H. (2010) concentraciones de hasta un millón de células/mL es considerada como normal; Mientras que para Jiménez, R., Rodríguez, V., & Arce, C. (2012) una leche de cabra de buena calidad no debería sobrepasar de 1300×10^3 CS/mL. Los resultados del estudio se relacionan con los datos de la cromatografía que en muestras de leche de cabra con un conteo bajo de < 700 CCS la LF se encuentra entre los rangos de 163mg/L a 188mg/L, mientras que las muestras de leche con un conteo > 500 CCS la LF se incrementó en un rango de 191 mg/L a 196 mg/L. Estos datos coinciden con estudios realizados en relación al estatus sanitario, se ha reportado que la concentración de LF puede incrementarse hasta 30 veces cuando existe una

infección clínica (Harmon & Newbould, 1980). Ha sido demostrado que la concentración de LF se correlaciona directamente con el conteo de CCS (Hagiwara, Kawai, Anri, & Nagahata, 2003). La lactoferrina puede ser secretada por las células epiteliales de la glándula mamaria o encontrarse en los gránulos secundarios de neutrófilos, durante la infección se produce una llegada masiva de neutrófilos desde el torrente sanguíneo que podrían justificar el incremento de LF observado, la secreción por parte de la glándula mamaria jugaría un papel muy importante en este incremento (Chaneton, 2010).

Conclusiones

Según esta investigación la leche de cabra contiene más proteína lactoferrina que en leche de vaca en un 36%, lo que hace que la leche de cabra demuestra tener actividad antimicrobiana y una posible función en la inmunidad innata. Mientras mayor es el conteo de células de somáticas mayor es la concentración de lactoferrina.

La concentración de lactoferrina en leche de cabra está relacionada con varios factores como: alimentación, período de lactancia, la genética y con el estatus sanitario.

Recomendaciones

Tomar en cuenta en próximas investigaciones otras variables como edad, raza, época de lactancia, época del año y agente etiológico causante de la mastitis en esta especie, debido a que en esta investigación no se pudo realizar un extenso y concreto estudio de la influencia de la lactoferrina con respecto al estatus sanitario de la glándula mamaria de las cabras.

Referencias

- Agencia Andes. (19 de Abril de 2013). *Agencia Pública de Noticias de Ecuador y Suramérica*. Obtenido de Agencia Pública de Noticias de Ecuador y Suramérica: <http://www.andes.info.ec/es/regionales/produccion-caprina-mueve-economia-familias-sur-ecuador.html>
- Alvarez, E. (2014). Nuevo proceso de recuperacion de Lactoferrina: reparto en tres fases basado en liquido ionicos. Tesis Doctoral. Universidad de Cantabria . Cantabria.
- Arnold, R., Russell, J., Champion, W., Brewer, M., & Gauthie, J. (1982). Bactericidal Activity of Human Lactoferrin: Differentiation from the Stasis of Iron Deprivation. *Infection and Immunity*, 792-799.
- Atherton, H. (2010). Using Somatic Cells and Antibiotic Test for Determining the Quality of Goat Milk. *National Symposium on Dairy Goat Production and Marketing. Oklahoma*, 128-135.
- Bedoya, O., Rosero, R., & Posada, S. (12 de Enero de 2006). *Repository.lasallista.edu.co*. Obtenido de Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes : <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/124/1/7.%2093-110.pdf>
- Boza, J., & Saenz, M. (1999). *Aspectos nutricionales de leche de cabra*. Granada: Estacion Experimental del Zaidin.
- Boza, J., & Sanz, L. (11 de Enero de 1997). *Aspectos nutricionales de la leche de cabra*. Obtenido de Insacan: <http://www.insacan.org/racvao/anales/1997/articulos/10-1997-07.pdf>
- Castro, A. (01 de Abril de 2016). *Ministerio de Agricultura y Ganaderia de Costa Rica*. Obtenido de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/cabra_propiedades.html
- Chacon, A. (2005). Aspectos nutricionales de la leche de cabra y su variaciones en el proceso agroindustrial. *Agronomia Mesoamericana*, 239-252.
- Chaneton, L. (2010). Nuevos enfoques en el diagnóstico, prevención y tratamiento de la mastitis bovina a través del uso de moléculas con acción antimicrobiana. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. Biblioteca digital FCEN-UBA. Buenos Aires.
- Cheng, J., Wang, J., Bu, D., & Liu, G. (2008). Factors affecting the lactoferrin concentration in . *J.Dairy Sci*, 970-976.
- Drackova, M., Borkovcova, B., & Janstova, M. (2009). Determination of Lactoferrin in Goat Milk by HPLC Method. *Czech J. Food Sci.*, 102-104.

- Drago, M. (2007). LACTOFERRINA: PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y APLICACIONES. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 30-38.
- Drago, M., & de la Garza, M. (2012). Lactoferrin-lipopolysaccharide (LPS) binding as key to antibacterial and antiendotoxic effects. *Int Immunopharmacol*, 1-9.
- Drago, M., & Rivera, V. (2010). Lactoferrin increases both resistance to Salmonella typhimurium infection and the production of antibodies in mice. *Immunol Lett*, 35- 46.
- El Universo. (12 de Junio de 2010). Caprinocultura puede ser una actividad rentable en el país. *Caprinocultura puede ser una actividad rentable en el país*, pág. 8.
- FAO. (21 de Abril de 2016). *Organizacion de las Naciones Unidas para la alimentacion y agricultura* . Obtenido de <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/produccion-lechera/animales-lecheros/pequenos-rumiantes/es/#.Vx11LPnhDIV>
- GAD Parroquial Yaruquí . (18 de Noviembre de 2016). *GAD Parroquial Yaruquí* . Obtenido de <http://www.yaruqui.gob.ec/web/>
- Hagiwara, S., Kawai, K., Anri, A., & Nagahata, H. (2003). Lactoferrin concentrations in milk from normal and subclinical mastitic cows. *J Vet Med Sci.*, 319-323.
- Harmon, R., & Newbould, F. (1980). Neutrophil leukocyte as a source of lactoferrin in . *Journal of Animal Science*, 1603-1606.
- INEN. (2 de Mayo de 2012). LECHE CRUDA DE CABRA. REQUISITOS. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Jiménez, R., Rodríguez, V., & Arce, C. (2012). Relación del recuento de células somáticas con la calidad bromatológica de la leche de cabra Florida: Grasa y Proteína . *CEOC*, 231-235.
- Kieckens, E., Rybarczyk, J., Barth, S., Menge, C., Cox, E., & Vanrompay, D. (2016). Effect of lactoferrin on release and bioactivity of Shiga toxins from different Escherichia coli O157:H7 strains. *Veterinary microbiology*, 378-392.
- Lopez, R. (2011). Composición e inmunología de la leche humana. *Acta Pediatr Mex.*, 223-330.
- Lora, A. (2011). Identificación y cuantificación de dos proteínas con propiedades antimicrobianas presentes en suero lácteo. Tesis de maestría. Universidad autónoma de Querétaro. Queretaro , Mexico .
- Miranda, A., & Martín, O. (12 de 2013). *Universida Computense de Madrid*. Obtenido de Cromatografía líquida (HPLC): <http://www.ucm.es/data/cont/docs/650-2013-12-02-aaaagases%201%C3%ADquidos.pdf>

- Morales, L. (2014). DESARROLLO, ELABORACIÓN Y OPTIMIZACIÓN BROMATOLÓGICA DE UNA BEBIDA DE TÉ NEGRO FERMENTADA A BASE DE Manchurian fungus (Kombucha) Y EVALUACIÓN DE SU ACTIVIDAD COMO POTENCIAL ALIMENTO FUNCIONAL. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Natura Foundation. (1 de Abril de 2016). *Centro de conocimiento teorico y cursos practicos de PNI clinica y Terapia nutricional*. Obtenido de <http://www.naturafoundation.es/monografie/Lactoferrina.html>
- Navarro, F. (2012). *Estudio de las propiedades físico-químicas y biológicas de la lactoferrina de leche de oveja y efecto de los tratamientos térmicos sobre ella*. Zaragoza .
- Nuñez, M. (2012). *Evaluación del efecto antimicrobiano de la lactoferrina bovina y sus derivados, y su combinación con altas presiones, sobre patógenos y alterantes de la carne y productos cárnicos*. Madrid.
- Paez, R. (1997). LECHE DE CABRA, HISTORIA Y CARACTERÍSTICAS. Buenos Aires, Argentina.
- Parkash, S., & Jenness, R. (1968). The composition and characteristics of goat's milk:. *Dairy Science* , 60-087.
- Ramos, G., Rodríguez, D., Guzmán, A., Acedo, E., & Vázquez, L. (2011). Actividad antimicrobiana de lactoferrina bovina y lactoferrina porcina sobre Escherichia coli K88. *Revista científica FCV-LUZ*, 473-479.
- Rodriguez, D., Moreno, L., & Clamont, G. (2005). Actividad antimicrobiana de la lactoferrina: Mecanismos y aplicaciones clinicas potenciales . *Revista latinoamericana de microbiologia* , 102-111.
- Sanz, L. (2012). Caracterización de leche de cabra frente a la de vaca. Estudio de su valor nutritivo e inmunológico. Tesis Doctorado. Universidad de Granada . Granada , España .
- Shimazaki, K.-i., & Kawai, K. (2017). Advances in lactoferrin research concerning bovine mastitis. *Biochemistry and Cell Biology*, 69-75.

Anexos

Anexo 1. Finca la Pampilla Cabras raza Saanem



Elaborado por: La autora (2017).

Anexo 2. Muestreo



Anexo 3. Transporte de muestras



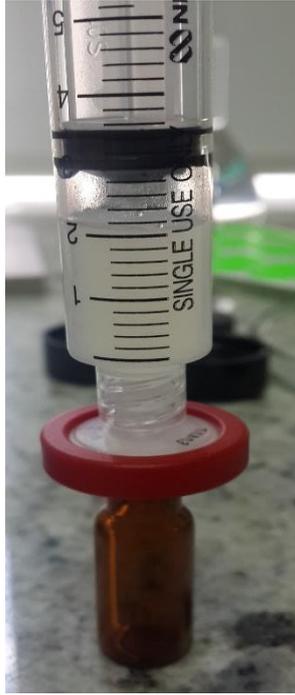
Elaborado por: La autora (2017)

Anexo 4. Muestra de leche de cabra centrifugada



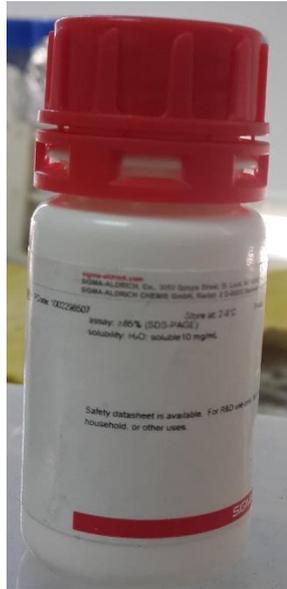
Elaborado por: La autora (2017)

Anexo 5. Filtrado de la muestra



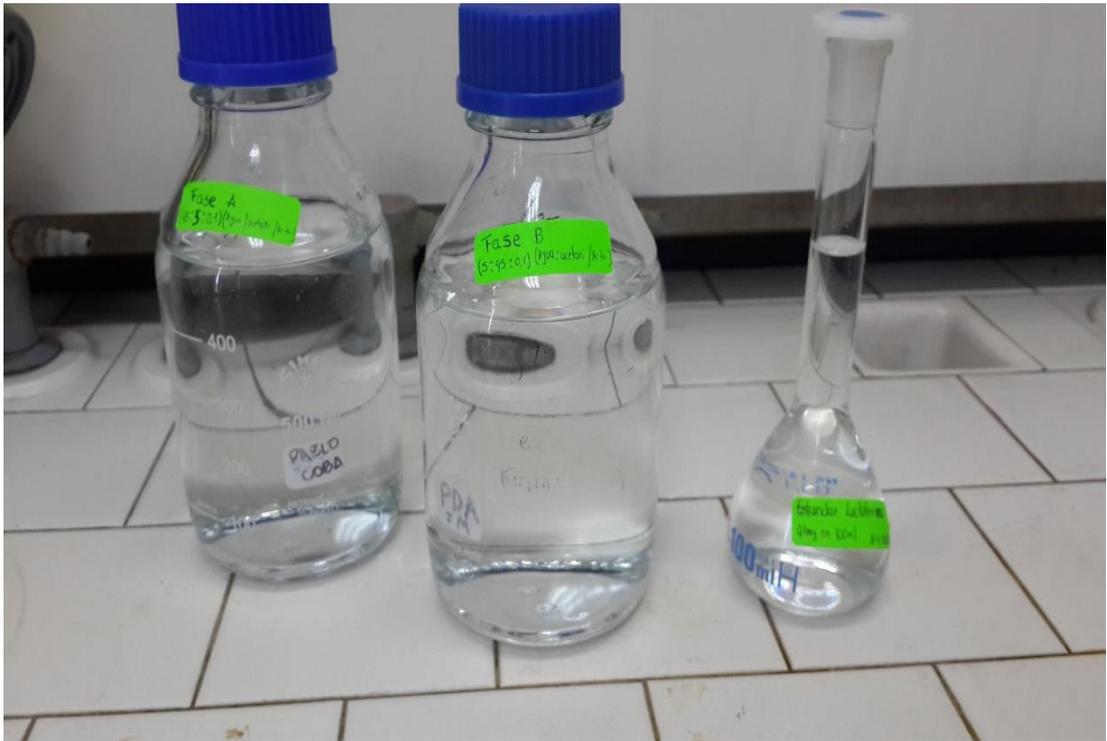
Elaborado por: La autora (2017)

Anexo 6. Estándar Lactoferrina



Elaborado por: La autora (2017)

Anexo 7. Fases móviles



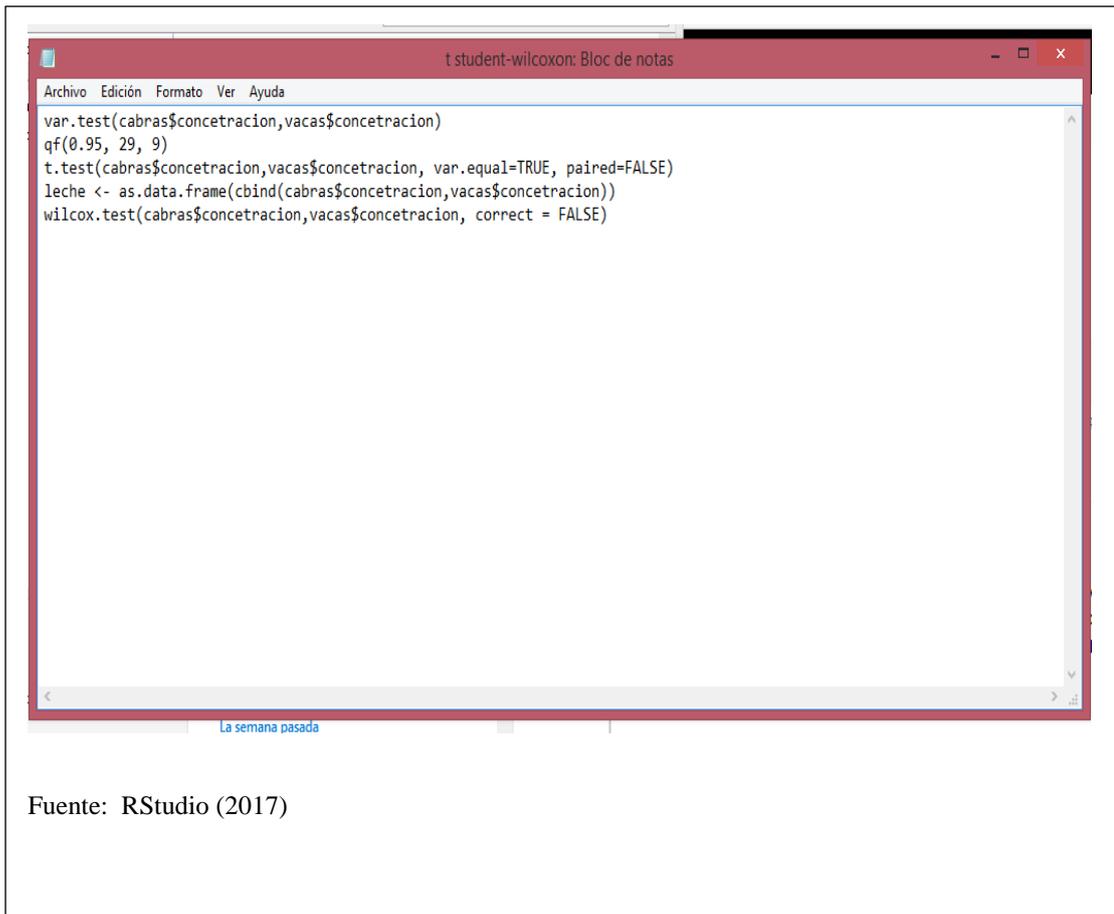
Elaborado por: La autora (2017)

Anexo 8. Cromatógrafo de marca Waters, Millford



Elaborado por: La autora (2017)

Anexo 9. Codificación para pruebas estadísticas en RStudio

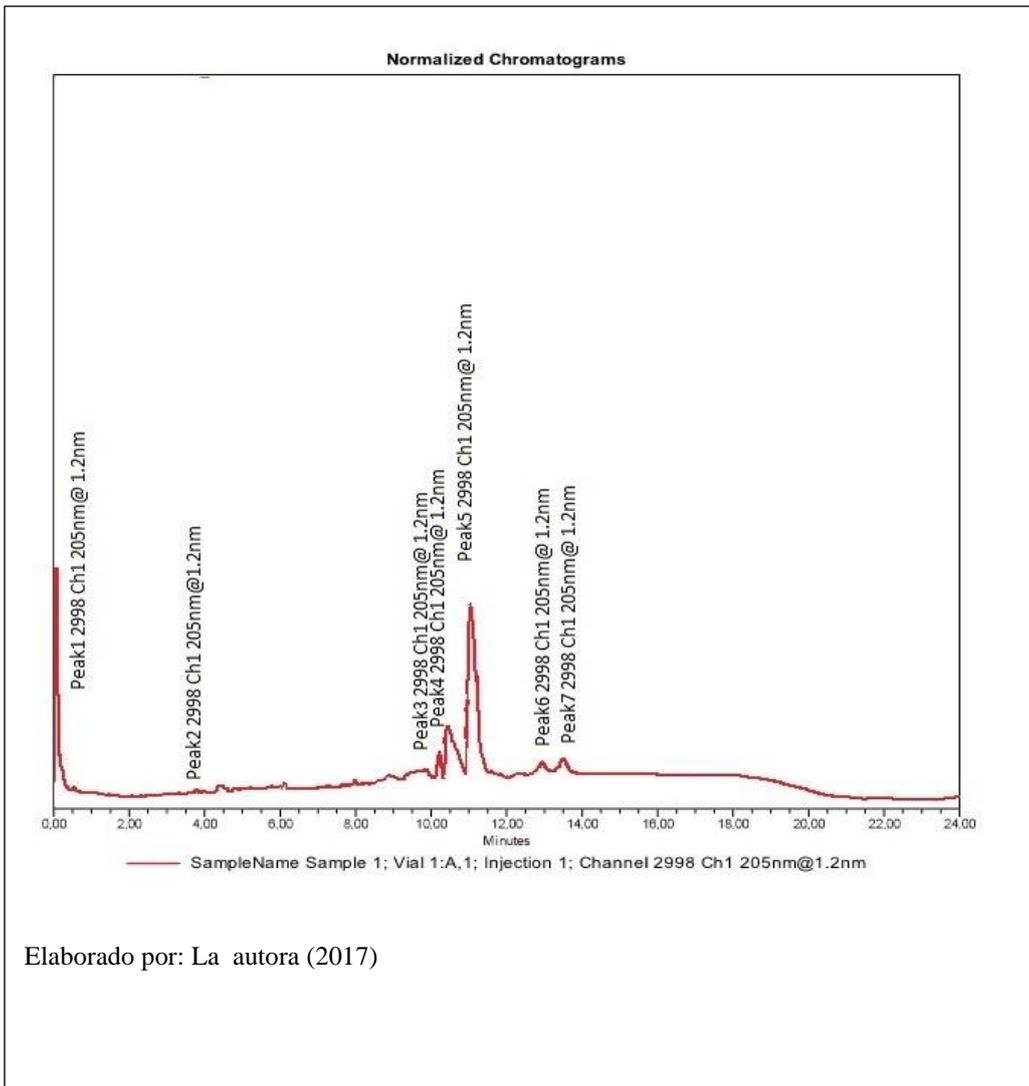
A screenshot of an RStudio window titled "t student-wilcoxon: Bloc de notas". The window contains a menu bar with "Archivo", "Edición", "Formato", "Ver", and "Ayuda". Below the menu bar is a text area containing the following R code:

```
var.test(cabras$concentracion,vacas$concentracion)
qf(0.95, 29, 9)
t.test(cabras$concentracion,vacas$concentracion, var.equal=TRUE, paired=FALSE)
leche <- as.data.frame(cbind(cabras$concentracion,vacas$concentracion))
wilcox.test(cabras$concentracion,vacas$concentracion, correct = FALSE)
```

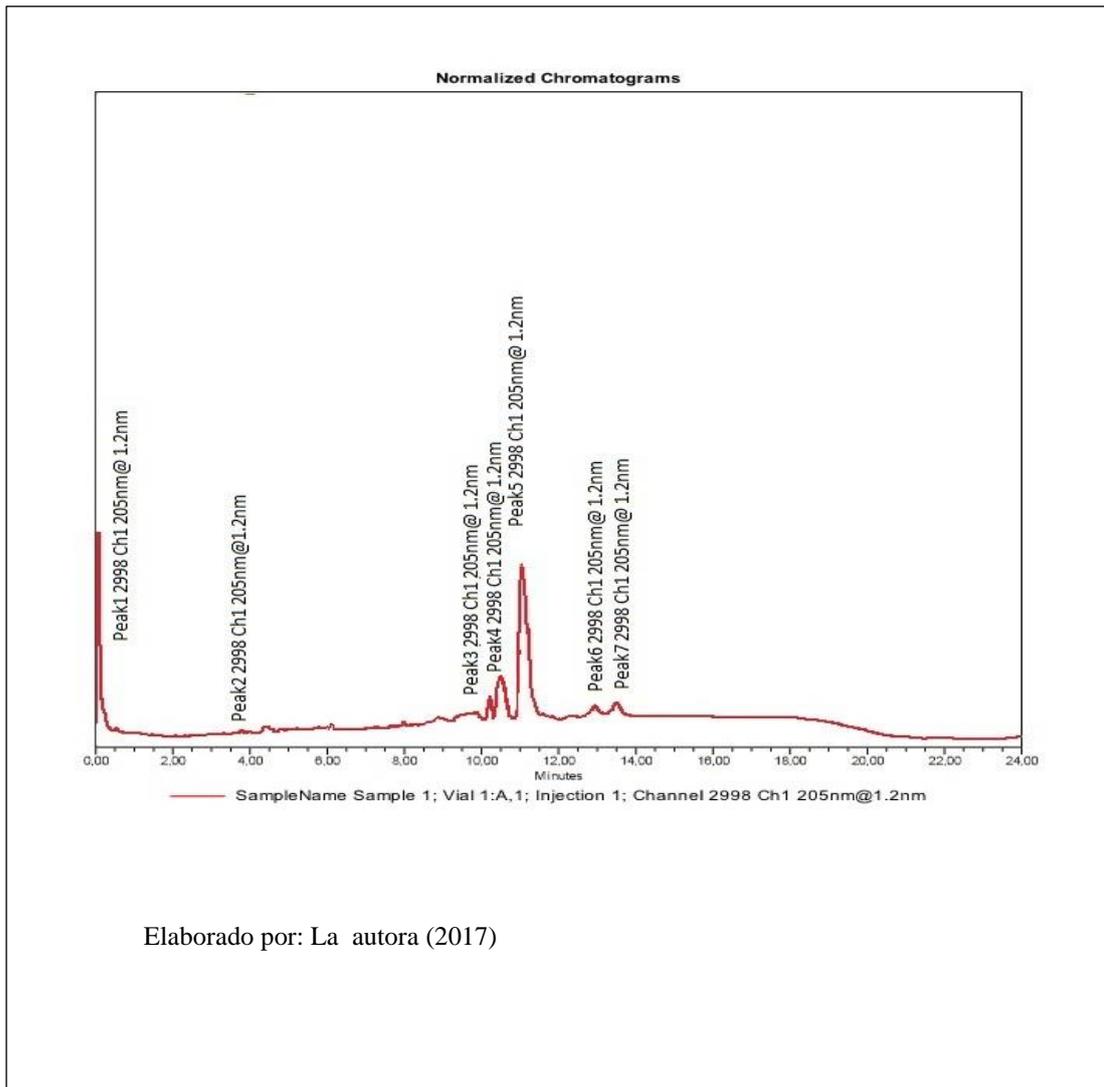
The window also features a status bar at the bottom with the text "La semana pasada".

Fuente: RStudio (2017)

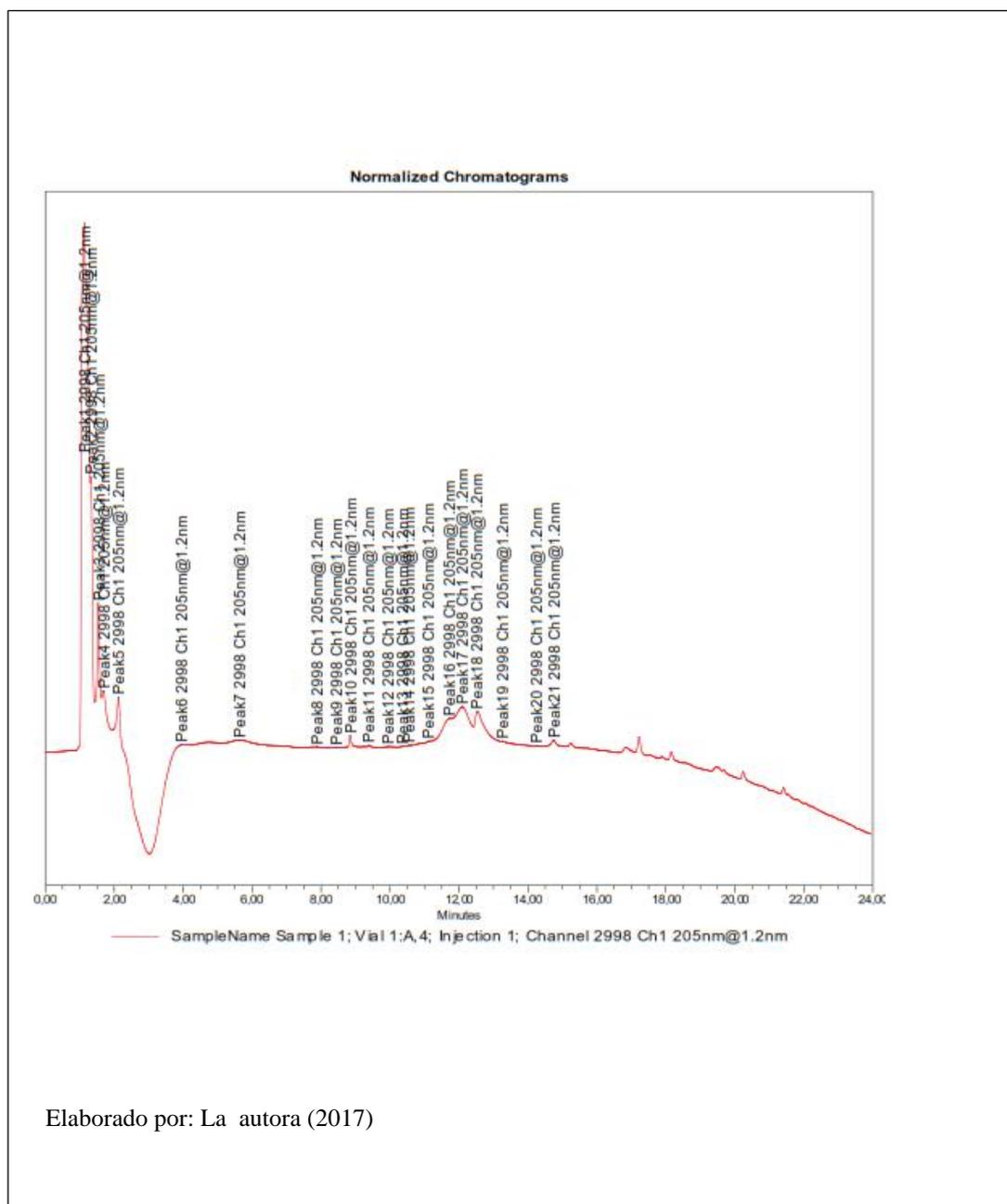
Anexo 10. Cromatograma estándar lactoferrina 500ppm



Anexo 11. Cromatograma estándar Lactoferrina 250ppm

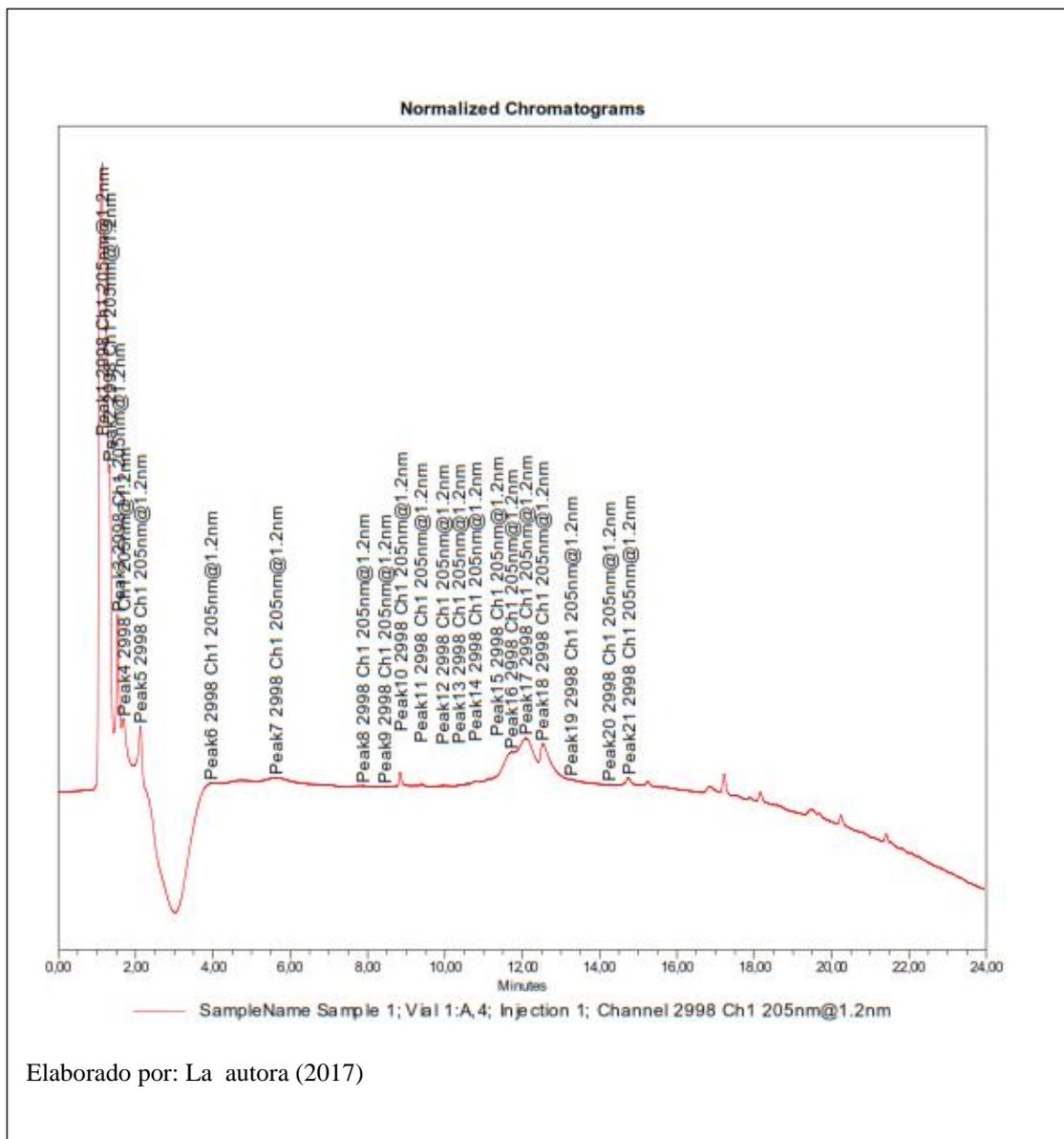


Anexo 12. Cromatograma de la muestra de leche de cabra E70

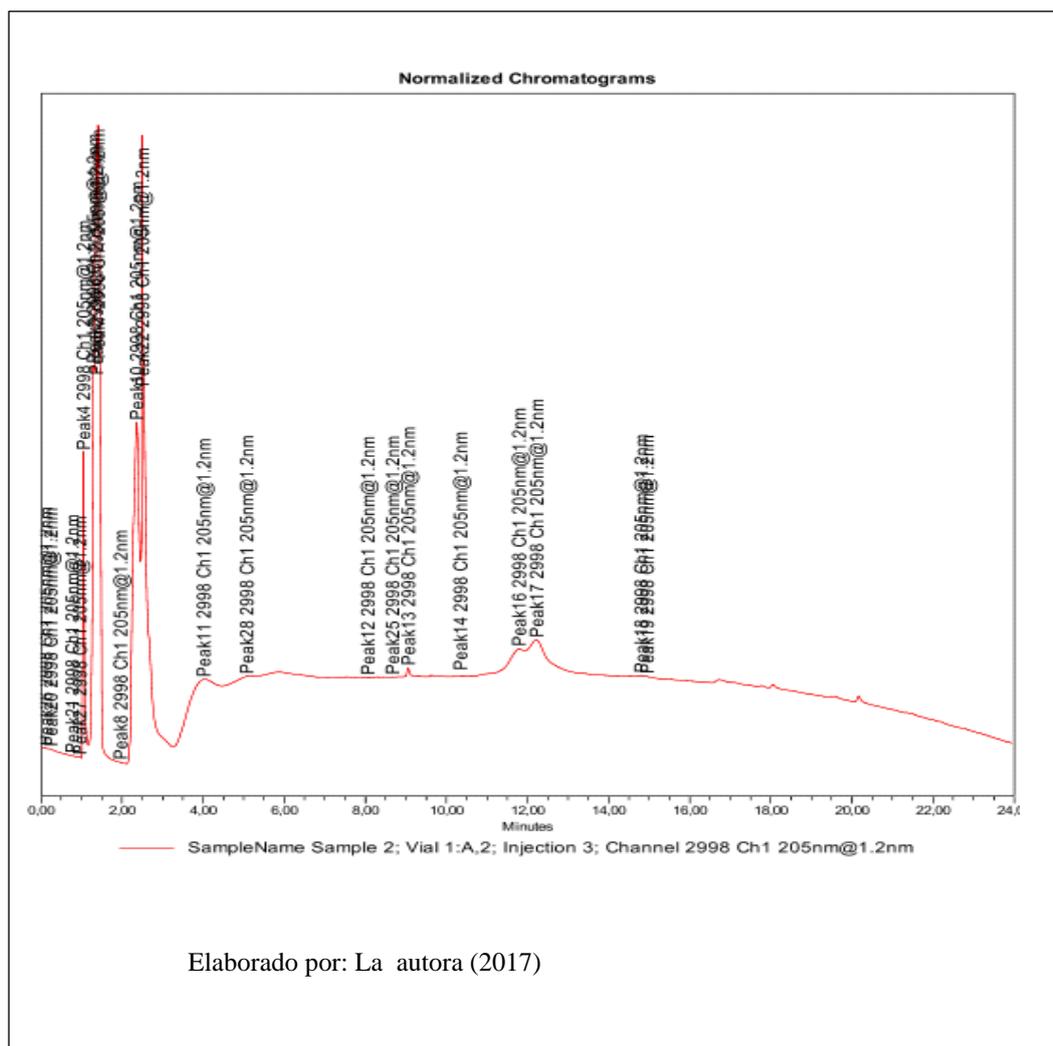


Elaborado por: La autora (2017)

Anexo 13. Cromatograma de la muestra de leche de cabra A54

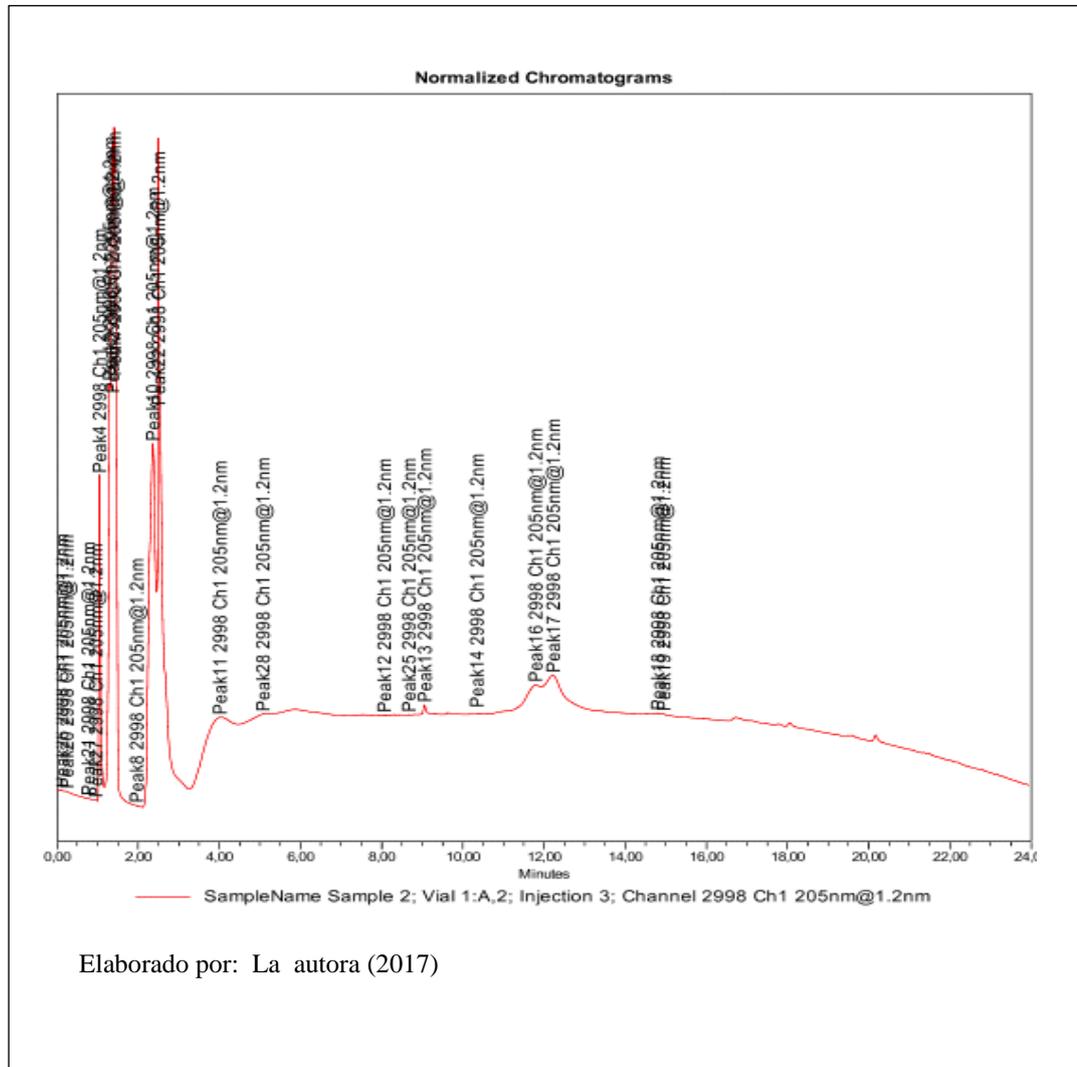


Anexo 14. Cromatograma muestra de leche de vaca V001



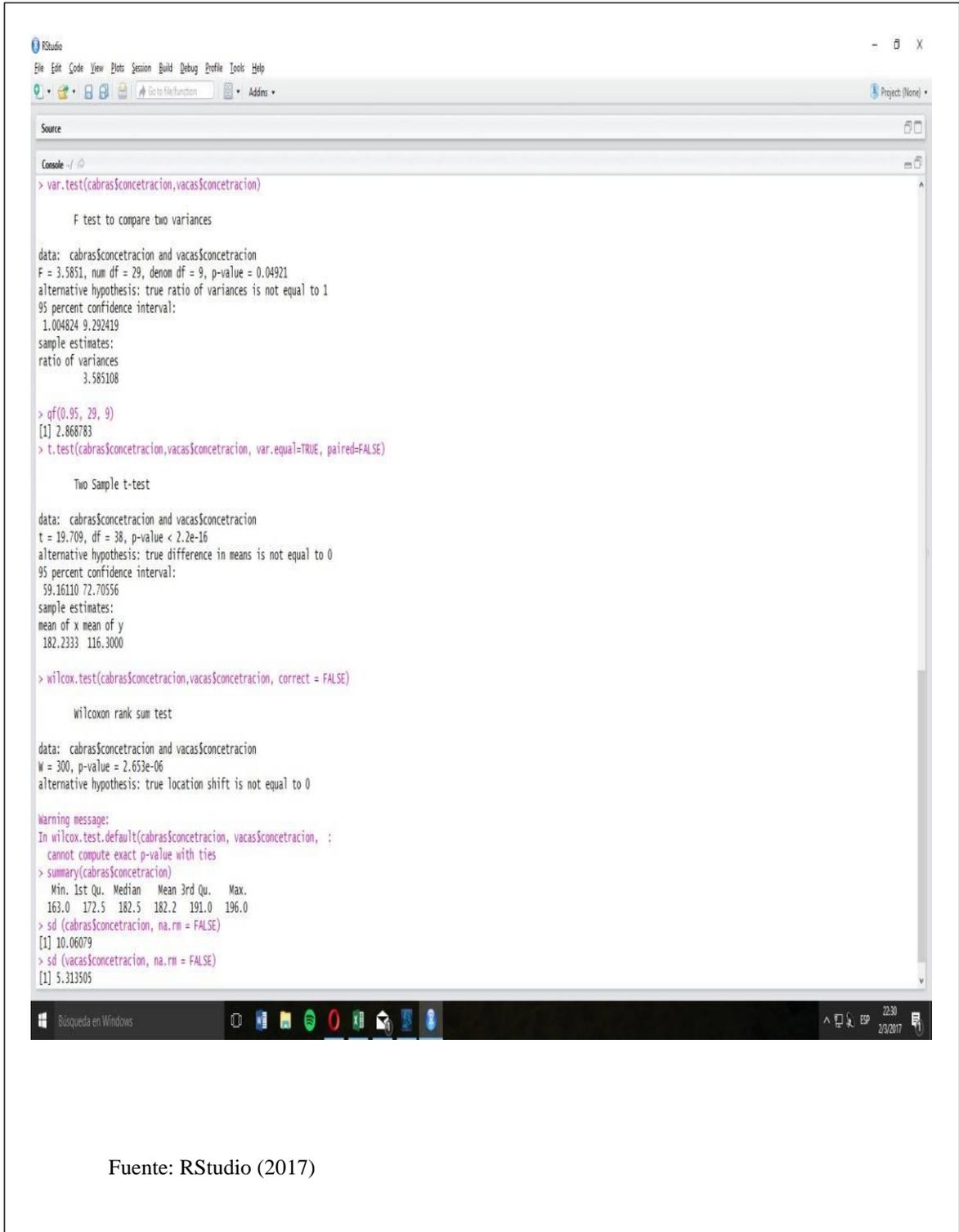
Elaborado por: La autora (2017)

Anexo 15. Cromatograma muestra de leche de vaca V003



Elaborado por: La autora (2017)

Anexo 16. Resultados de pruebas estadísticas obtenidas en RStudio



```
RStudio
File Edit Code View Plots Session Build Debug Profile Tools Help
Go to File Function Addins Project: (None)

Source
Console

> var.test(cabras$concestracion, vacas$concestracion)

F test to compare two variances

data: cabras$concestracion and vacas$concestracion
F = 3.5851, num df = 29, denom df = 9, p-value = 0.04921
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1
95 percent confidence interval:
 1.004824 9.292419
sample estimates:
ratio of variances
 3.585108

> qt(0.95, 29, 9)
[1] 2.866783
> t.test(cabras$concestracion, vacas$concestracion, var.equal=TRUE, paired=FALSE)

Two Sample t-test

data: cabras$concestracion and vacas$concestracion
t = 19.709, df = 38, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 59.16110 72.70556
sample estimates:
mean of x mean of y
 182.2333 116.3000

> wilcox.test(cabras$concestracion, vacas$concestracion, correct = FALSE)

Wilcoxon rank sum test

data: cabras$concestracion and vacas$concestracion
W = 300, p-value = 2.653e-06
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

Warning message:
In wilcox.test.default(cabras$concestracion, vacas$concestracion, :
cannot compute exact p-value with ties
> summary(cabras$concestracion)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 163.0  172.5  182.5  182.2  191.0  196.0
> sd (cabras$concestracion, na.rm = FALSE)
[1] 10.06079
> sd (vacas$concestracion, na.rm = FALSE)
[1] 5.313505
```

Fuente: RStudio (2017)

Anexo 17. Informe de la calidad higiénica y sanitaria de la leche de cabra reportada por el laboratorio de Calidad de leche de la Universidad Politécnica Salesiana.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
ECUADOR



SALESIANOS DON BOSCO

Página 1 de 4

LABORATORIO DE CALIDAD DE LECHE

Cliente: PROYECTO LECHE DE CABRAS
Contacto: Dra. Nancy Bonifaz
Dirección: Cayambe
Teléfono: 0982776914
Correo electrónico: nbonifaz@ups.edu.ec

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras:
 COMP 122
 CCS 123
 CRT 119
 UREA 122
 MUN 122

Muestras con observaciones: 123

Lote: 16925

Fecha de colecta: 04/08/2016
Fecha de recepción: 04/08/2016
Fecha de análisis: 04-11/08/2016
Fecha de emisión de resultados: 15/08/2016

Descripción: Leche cruda

Muestra	Código examinado	Grasa (%)	Prot Total (%)	Lactosa (%)	EST (%)	ESM (%)	ÚREA (mg/dl)	MUN (mg/dl)	CCS (x1000/ml)	Observaciones	CBT (x1000/ml)
215923	1 E70	5,33	2,97	4,42	13,51	8,06	94,25	43,98	108	G-(b) con azidol	4
215924	2 D05	5,32	3,24	4,58	13,94	8,51	92,49	43,16	65	G-(b) con azidol	2
215925	3 E71	5,17	3,22	4,33	13,53	8,31	83,07	38,77	363	G-(b) con azidol	4
215926	4 E88*	5,55	3,04	4,63	14,03	8,35	84,54	39,45	188	G-(b) con azidol	3
215927	5 D17	4,62	3,17	4,37	12,94	8,24	78,68	36,72	355	G-(b) con azidol	2
215928	6 D07	5,62	4,06	4,58	15,15	9,41	70,44	32,87	1.453	G-(b) con azidol	59
215929	7 C48	5,05	3,02	4,58	13,37	8,24	75,25	35,11	1.082	G-(b) con azidol	11
215930	8 D6	5,16	3,1	4,62	13,64	8,36	88,78	41,43	494	G-(b) con azidol	51
215931	9 E65	5,37	3,36	4,32	13,81	8,35	84,36	39,37	485	G-(b) con azidol	5
215932	10 C43	5,87	3,28	4,25	14,12	8,19	95,56	44,61	307	G-(b) con azidol	3
215933	11 C42	5,29	2,91	4,51	13,4	8,04	76,76	35,82	80	G-(b) con azidol	4
215934	12 D36	5,71	2,96	4,41	13,96	8,2	77,68	36,25	257	G-(b) con azidol	14
215935	13 A085	3,25	3,37	4,42	11,81	8,52	75,35	35,16	4659	G-(b) con azidol	11
215936	14 D45	3,55	2,96	4,47	11,66	8,08	78,41	36,59	678	G-(b) con azidol	7
215937	15 F17	5,06	3,12	4,29	13,26	8,13	78,54	36,65	112	G-(b) con azidol	5
215938	16 A51	5,17	2,89	4,29	13,04	7,91	83,59	39,01	190	G-(b) con azidol	-
215939	17 D14	4,06	3,04	4,48	12,24	8,14	84,93	39,64	152	G-(b) con azidol	5
215940	18 A091	3,99	3,09	4,26	12,14	8,05	86,79	40,5	32	G-(b) con azidol	7
215941	19 D46	3,76	3,07	4,59	12,19	8,25	80,95	37,78	95	G-(b) con azidol	4
215942	20 E84	4,14	3,03	4,51	12,45	8,23	71,28	33,27	509	G-(b) con azidol	4
215943	21 E59	4,44	3,25	4,51	12,99	8,43	84,02	39,21	405	G-(b) con azidol	5
215944	22 A76	4,82	3,03	4,03	12,63	7,72	78,25	36,52	1.179	G-(b) con azidol	89
215945	23 A44	5,46	3,13	4,13	13,56	8,01	74,6	34,81	1.466	G-(b) con azidol	13
215946	24 A33	4,62	3,31	4,42	13,15	8,44	78,67	36,71	916	G-(b) con azidol	15
215947	25 C92	4,64	2,89	4,42	12,74	8,13	82,1	38,31	80	G-(b) con azidol	3
215948	26 A75	3,45	3,13	4,08	11,39	7,9	87,34	40,76	1197	G-(b) con azidol	6
215949	27 Z085	4,44	3,17	4,27	12,63	8,15	85,51	39,9	688	G-(b) con azidol	45
215950	28 C83	4,54	2,86	4,26	12,42	7,8	82,38	38,44	654	G-(b) con azidol	9
215951	29 C94	3,33	3,17	4,29	11,47	8,15	91,89	42,88	594	G-(b) con azidol	19
215952	30 E02	5,48	3,26	4,33	13,87	8,26	87,89	41,02	2711	G-(b) con azidol	21
215953	31 Z90	3,57	3,37	4,19	11,87	8,27	72,83	33,99	896	G-(b) con azidol	135
215954	32 D21	3,96	3,18	4,65	12,51	8,54	80,24	37,45	322	G-(b) con azidol	4
215955	33 Rosi E78	4,61	3,19	4,51	13,08	8,39	81,31	37,95	261	G-(b) con azidol	4
215956	34 D15	5,55	3,04	4,52	13,77	8,2	88,06	41,1	52	G-(b) con azidol	31
215957	35 D92	3,27	2,92	4,41	11,31	8,03	77,57	36,2	417	G-(b) con azidol	7
215958	36 A46	4,69	3	4,33	12,68	7,94	87,17	40,68	1.513	G-(b) con azidol	21
215959	37 F32	4,78	2,97	4,72	13,14	8,37	94,18	43,95	119	G-(b) con azidol	4
215960	38 D24	4,11	3,23	4,68	12,79	8,64	70,97	33,12	88	G-(b) con azidol	4
215961	39 D93	6,29	2,85	4,19	14,07	7,77	96,31	44,95	36	G-(b) con azidol	2

LABORATORIO DE CALIDAD DE LECHE

Cayambe, Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre. • Teléfonos: 593 (2) 3962 946 / 3962 800 ext.: 2501
 Correo electrónico: psimbana@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

FPG04-03 REVISIÓN 01 Total páginas: 4

Fuente: Laboratorio de Lácteos de la Universidad Politécnica Salesiana (2017)

Muestra	Código examinado	Grasa (%)	Prot Total (%)	Lactosa (%)	EST (%)	ESM (%)	ÚREA (mg/dl)	MUN (mg/dl)	CCS (x1000/ml)	Observaciones	CBT (x1000/ml)
215962	40 C71	5,06	3,14	4,46	13,42	8,32	79,91	37,29	82	G-(b) con azidol	4
215963	41 A35	4,73	3,23	4,53	13,29	8,53	67,22	31,37	265	G-(b) con azidol	15
215964	42 E31	4,75	3,11	4,44	13,12	8,24	87,88	41,01	226	G-(b) con azidol	30
215965	43 A001	5,56	2,87	4,63	13,89	8,27	83,2	38,83	1.080	G-(b) con azidol	44
215966	44 F24	5,05	3,15	4,52	13,45	8,26	85,26	39,79	335	G-(b) con azidol	12
215967	45 F16	5,54	3,35	4,86	14,55	8,89	85,28	39,8	91	G-(b) con azidol	3
215968	46 F10	5,28	3,6	4,1	13,66	8,4	91,29	42,6	4.244	G-(b) con azidol	355
215969	47 A73	6,1	3,32	4,66	14,86	8,57	96,1	44,84	478	G-(b) con azidol	7
215970	48 F36	5,9	3,68	4,7	15,1	9,03	89,72	41,87	391	G-(b) con azidol	14
215971	49 D21	3,96	3,33	4,66	12,67	8,63	85,64	39,96	601	G-(b) con azidol	4
215972	50 E36	4,24	3,08	4,53	12,59	8,3	87,9	41,02	381	G-(b) con azidol	13
215973	51 A59	3,78	2,91	4,58	11,94	8,12	94,55	44,12	818	G-(b) con azidol	4
215974	52 D95	5,4	3,17	4,26	13,61	8,17	89,96	41,98	249	G-(b) con azidol	4
215975	53 D20	4,85	3,26	4,33	13,17	8,28	85,13	39,73	2.479	G-(b) con azidol	464
215976	54 C56	4,64	2,68	4,35	12,34	7,73	90,33	42,15	625	G-(b) con azidol	9
215977	55 A47	5,9	2,61	4,09	13,37	7,52	82,49	38,49	691	G-(b) con azidol	28
215978	56 D53	5,53	3,05	4,55	13,92	8,34	83,75	39,08	283	G-(b) con azidol	53
215979	57 B39	5,31	2,85	4,09	13	7,7	85,6	39,95	2.007	G-(b) con azidol	131
215980	58 E72	4,37	3,23	4,47	12,84	8,28	85,33	39,82	1.497	G-(b) con azidol	7
215981	59 A41	5,33	3,05	4,52	13,59	8,17	87,14	40,67	218	G-(b) con azidol	3
215982	60 Z014	5,07	3,04	4,18	13,23	7,98	84,02	39,21	63	G-(b) con azidol	9
215983	61 D88	5,39	4,71	4,65	15,45	9,72	95,12	44,39	5600	G-(b) con azidol	19.048
215984	62 B02	5,08	3,1	4,57	13,6	8,19	100,44	46,87	122	G-(b) con azidol	2
215985	63 A58	5,27	2,88	4,26	13,13	7,85	91,67	42,78	664	G-(b) con azidol	3
215986	64 C96	3,84	3,46	4,18	12,13	8,27	80,33	37,49	677	G-(b) con azidol	11
215987	65 Z43	3,57	3,18	4,11	11,56	7,93	74,86	34,93	1219	G-(b) con azidol	3
215988	66 E18	6,83	4,95	3,95	16,39	9,4	110,72	51,67	4752	G-(b) con azidol	40700
215989	67 C23	3,73	4,94	2,67	12,01	8,24	81,81	38,18	1896	G-(b) con azidol	39.230
215990	68 D10	3,39	3,11	3,79	10,95	7,54	80,31	37,48	701	G-(b) con azidol	8
215991	69 C73	3,65	3,71	3,91	11,92	8,16	82,96	38,72	1212	G-(b) con azidol	30
215992	70 D64	3,4	3,19	3,85	11,14	7,74	80,92	37,76	1065	G-(b) con azidol	10
215993	71 D65	3,97	3,1	4,19	11,95	7,97	76,3	35,61	1264	G-(b) con azidol	7
215994	72 C82	4,13	3,26	4,04	12,06	7,91	78,23	36,51	1491	G-(b) con azidol	237
215995	73 A66	3,37	3,41	4,05	11,47	8,1	70,38	32,84	4530	G-(b) con azidol	3.243
215996	74 E90	3,38	3,24	3,95	11,3	7,84	80,44	37,54	329	G-(b) con azidol	19
215997	75 A54	4,67	3,54	4,15	13,04	8,29	93,73	43,74	1708	G-(b) con azidol	80
215998	76 D77	3,46	3,1	4,04	11,33	7,83	76,29	35,6	553	G-(b) con azidol	1
215999	77 B30	4,49	3,79	4,33	13,29	8,68	86,62	40,42	4123	G-(b) con azidol	5.915
216000	78 D97	4,66	3,2	4,11	12,67	7,96	82,98	38,72	855	G-(b) con azidol	11
216001	79 A003	4,64	2,91	3,83	12,05	7,43	76,23	35,57	1373	G-(b) con azidol	593
216002	80 C36	3,8	3,92	3,86	12,32	8,41	85,76	40,02	2235	G-(b) con azidol	684
216003	81 C72	4,91	3,49	3,92	13,02	8,12	85,37	39,84	1126	G-(b) con azidol	229
216004	82-A005	3,8	3,39	4,08	11,91	8,09	76,53	35,71	2020	G-(b) con azidol	183
216005	83 Z053	4,3	3,98	4,05	13,06	8,64	76,89	35,88	1276	G-(b) con azidol	385

Fuente: Laboratorio de Lácteos de la Universidad Politécnica Salesiana (2017)

Muestra	Código examinado	Grasa (%)	Prot Total (%)	Lactosa (%)	EST (%)	ESM (%)	ÚREA (mg/dl)	MUN (mg/dl)	CCS (x1000/ml)	Observaciones	CBT (x1000/ml)
216006	84 E66	5,61	4,14	4,39	14,9	9,04	105,25	49,12	789	G-(b) A	19
216007	85 RACH	3,23	3,37	3,89	11,1	7,85	82,18	38,35	4845	G-(b) con azidiol	19.537
216008	86 A65	6,54	7,83	3,02	18,02	11,11	117,71	54,93	1.206	G-(b) con azidiol	85.012
216009	87 A43	4,07	4,2	3,31	12,27	8,11	83,25	38,85	3822	G-(b) con azidiol	23.370
216010	88 C85	4,31	4,28	3,62	12,92	8,59	73,73	34,41	4050	G-(b) con azidiol	6.107
216011	89 E19	4,15	3,8	4,3	12,92	8,7	85,01	39,67	480	G-(b) con azidiol	6
216012	90 E10	1,61	3,14	1,36	6,94	5,74	48,07	22,43	531	G-(b) con azidiol	-
216013	91 D94	5,14	3,02	3,81	12,72	7,55	80,83	37,72	728	G-(b) con azidiol	15
216014	92 C57	4,37	4,8	4,85	14,66	9,99	81,36	37,97	2264	G-(b) con azidiol	10.551
216015	93 D34	6,87	6,57	3,53	17,79	10,48	94,04	43,89	3536	G-(b) con azidiol	6.853
216016	94 D80	4,84	3,92	4,44	13,98	9,03	75,63	35,29	265	G-(b) con azidiol	51
216017	95 D98	5,01	4,31	4,01	14,01	8,87	84,27	39,33	2274	G-(b) con azidiol	8.410
216018	96 Z012	4,8	4,39	4,04	13,95	8,9	104,52	48,78	2850	G-(b) con azidiol	5.248
216019	97 D29	3,11	3,64	3,94	11,33	8,15	83,63	39,03	824	G-(b) con azidiol	204
216020	98 C63	4,87	4,49	3,33	13,3	8,44	64,73	30,21	3098	G-(b) con azidiol	22.620
216021	99 D81	3,95	3,41	3,92	12,05	8,04	80,06	37,36	829	G-(b) con azidiol	33
216022	100 Z047	4,6	3,99	4,05	13,31	8,64	78,8	36,77	2261	G-(b) con azidiol	752
216023	101 C88	4,21	3,53	3,7	12,16	7,85	85,84	40,06	992	G-(b) con azidiol	42
216024	102 A67	4,3	3,46	3,9	12,35	8,04	82,51	38,5	3476	G-(b) con azidiol	1.118
216025	103 C81	3,74	3,14	3,72	11,26	7,6	81,29	37,93	2777	G-(b) con azidiol	104
216026	104 C80	5,37	3,46	4,01	13,49	8,1	95,13	44,39	1.368	G-(b) con azidiol	19
216027	105 Z071	7,28	9,01	3,33	20,39	12,46	112,57	52,53	4247	G-(b) con azidiol	50.363
216028	106 D60	3,61	11,64	0,5	17,11	12,65	49,89	23,28	533	G-(b) con azidiol	90.005
216029	107 B22	4,52	3,49	3,88	12,56	7,98	81,97	38,25	263	G-(b) con azidiol	5
216030	108 E47	5,74	4,73	4,3	15,36	9,45	99,55	46,45	4622	G-(b) con azidiol	47.441
216031	109 A023	5,6	3,55	4,26	14,12	8,46	91,32	42,61	323	G-(b) con azidiol	9
216032	110 C70	6,48	3,31	4,73	15,35	8,76	91,06	42,5	783	G-(b) con azidiol	20
216033	111 C66	1,94	3,4	4,44	10,4	8,4	74,79	34,9	1110	G-(b) con azidiol	154
216034	112 C90	5,22	4,08	4,35	14,26	9	89,93	41,97	4696	G-(b) con azidiol	6.910
216035	113 C67	2,77	4	4,74	12,1	9,16	76,11	35,52	1762	G-(b) con azidiol	151
216036	114 B38	5,11	3,06	3,91	12,85	7,68	83,33	38,89	1837	G-(b) con azidiol	33
216037	115 C74	6,28	3,78	4,31	15,11	8,69	91,09	42,51	2858	G-(b) con azidiol	-
216038	116 D69	5,77	8,11	2,91	17,59	11,24	96,17	44,88	5070	G-(b) con azidiol	59.827
216039	117 D82	6,57	3,94	4,52	15,79	9,08	94,39	44,05	1370	G-(b) con azidiol	27
216040	118 D61	6,54	3,59	4,13	15,2	8,46	85,52	39,91	253	G-(b) con azidiol	-
216041	119 F26	5,7	3,5	4,23	14,22	8,45	86,49	40,36	3701	G-(b) con azidiol	49
216042	120 F8	5,08	3,25	4,29	13,43	8,3	79,1	36,91	4.220	G-(b) con azidiol	5.048
216043	121	5,3	3,09	4,32	13,47	8,1	85,98	40,13	776	G-(b) con azidiol	27
216044	122	6,72	3,52	4,01	15,17	8,29	95,58	44,6	221	G-(b) con azidiol	5
216045	123	-	-	-	-	-	-	-	1.118	G-(b) con azidiol	6817

Fuente: Laboratorio de Lácteos de la Universidad Politécnica Salesiana (2017)

Muestra	Código examinado	Grasa (%)	Prot Total (%)	Lactosa (%)	EST (%)	ESM (%)	ÚREA (mg/dl)	MUN (mg/dl)	CCS (x1000/ml)	Observaciones	CBT (x1000/ml)
Criterios de cumplimiento		3,0*	2,9*	-	11,2*	8,2*	-	-	700**	-	300***

Origen de los criterios de cumplimiento:

* VMP = Valor mínimo permitido. (Fuente de Datos INEN Leche cruda N°0009:2012)

** VMP = Valor máximo permitido. (Fuente de Datos INEN Leche cruda N°0009:2012)

*** VMP = Valor máximo (Acuerdo Ministerial MAGAP, 04 Septiembre 2013)

Método Referencia e Internos utilizados : ISO13365-2/IDF149-2/2006 Enumeración de células somáticas en leche/LCL-PEE-001 para CCS

ISO 9522-IDF 141/2013 Guía para la aplicación de espectrofotometría media Infrarroja para leche/LCL-PEE-002 para Comp.

ISO 16297-IDF 161/2013 Protocolo de evaluación de métodos alternativos para el conteo bacteriano/LCL-PEE-003 para CBT

CBT, técnica por Citometría de Imagen y Flujo; Composición por Espectrofotometría IR.

Simbología: (CCS) Conteo Células Somáticas, (CBT) Conteo bacteriano Total, (Comp) Composición leche, (a) Azúclol, (b) Bronopol, (A) Sin Conservante, (B) Poco Conservante (C) Exceso conservante (G) Sin etiqueta (E) Presencia de suciedades (T) Transvasada (O) Volumen bajo (Q) Muy lleno

Nota 1: Este informe corresponde a la muestra que se ingresa

Nota 2: Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin previa autorización escrita por parte del LCL.

Nota 3: Muestra tomada por : Cliente Ver anexo
LCL

Nota 4: El valor de proteína verdadera es (0,12-0,25)% menor de la proteína total, con un promedio de 0,17% del valor de proteína total.

Nota 5: La temperatura aproximada de ingreso de la muestra/as es


C. de Alim. Paola Stambaña
Jefe de Laboratorio


Ing. Elsa Echeverría
Responsable Técnico



Fuente: Laboratorio de Lácteos de la Universidad Politécnica Salesiana (2017)