

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial

TRABAJO DE TITULACIÓN

**“EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE FÓRMULAS DE CHAMPÚ
ELABORADO CON DISTINTOS NIVELES DE LECHE DE CABRA”.**

Autora:

María José Castelo Latorre

Tutor:

Dra. PhD. Davinia Sánchez Macías

Riobamba - Ecuador

Año 2020

REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título: “Evaluación y comparación de fórmulas de champú elaborado con distintos niveles de leche de cabra” presentado por María José Castelo y dirigida por la Dra. Davinia Sánchez Macías.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha convalidado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

Dr. Mario Salazar
Presidente del tribunal



Firma

Dra. PhD. Davinia Sánchez Macías
Directora del proyecto de investigación



Firma

Mgs. Diego Moposita Vásquez
Miembro del tribunal



Firma

PhD. Antonio Murillo Ríos
Miembro del tribunal



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a María José Castelo Latorre y a la Directora del Proyecto Dra. Davinia Sánchez Macías, incluyendo todas las tablas y figuras que se encuentran en este trabajo, excepto las que contienen su propia fuente, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



María José Castelo Latorre

C.I. 172206760-8

Autora del proyecto



Dra. Davinia Sánchez Macías

C.I. 1754211934

Directora del proyecto de investigación

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a Dios quién me ha dado la fuerza y la sabiduría para continuar y culminar mi etapa universitaria con éxito.

A mi madre María Rosabel Castelo Latorre, quién me ha apoyado incondicionalmente y me ha formado como la persona que soy en la actualidad, por los consejos brindados que me motivaron cada día a alcanzar mis anhelos y objetivos. Muchos de mis logros se los debo a ella.

A mi familia en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de mi carrera universitaria.

María José Castelo Latorre.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre por acompañarme y bríndame su apoyo durante toda mi vida universitaria y por ser un pilar fundamental en mi vida.

Agradezco a la Doctora Davinia Sánchez, por el tiempo dedicado y el apoyo brindado en este trabajo de investigación, gracias a sus conocimientos y consejos pude culminar de la mejor manera mi investigación, por facilitarme todos los medios para llevar a cabo esta investigación.

A mis amigos de la carrera de Ingeniería Agroindustrial por los momentos compartidos durante nuestra etapa universitaria y por todas las cosas que hemos aprendido juntos.

Agradezco a mis compañeros y docentes del grupo de investigación PROANIN, quienes me han ayudado a realizar este trabajo de investigación y se han convertido en grandes amigos.

María José Castelo Latorre

ÍNDICE GENERAL

REVISIÓN DEL TRIBUNAL	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Problema	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo General.....	5
1.4.2. Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Leche de cabra	6
2.2. Composición de la leche de cabra y su utilización en la industria cosmética....	7
2.3. Características del champú	10
2.3.1. Aditivos utilizados en las formulaciones de champú	11
2.3.2. Control de calidad del champú	13
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo de estudio.....	16
3.2. Población y muestra.....	16
3.3. Procedimiento	17
3.3.1. Recolección y pasteurización de la leche	17
3.3.2. Preparación de champú.....	17
3.3.3. Análisis sensorial	19
3.3.4. Análisis fisicoquímico	20
3.4. Análisis estadístico	23
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. RESULTADOS	24
4.1.1. Características fisicoquímicas de champú con leche de cabra	24

4.1.2. Análisis sensorial o prueba de acondicionamiento de champú con leche de cabra.	29
4.2. DISCUSIÓN	31
4.2.1. Análisis fisicoquímico de champú con leche de cabra	31
4.2.2. Análisis sensorial o prueba de acondicionamiento de champú con leche de cabra.	36
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
5.1. Conclusiones.....	38
5.2. Recomendaciones	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXOS	43
FOTOS.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de minerales en leche de cabra y vaca (cantidad en 100 g de leche).	8
Tabla 2. Composición de la leche de cabra, en porcentaje.	9
Tabla 3. Aditivos utilizados en las formulaciones de champú.	12
Tabla 4. Clasificación de muestras y tratamientos.	17
Tabla 5. Cantidad de ingredientes utilizados en la formulación de 2lt de champú, elaborado con 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra.....	18
Tabla 6. Valores medios de los parámetros fisicoquímicos del champú con 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra en su fórmula, durante 60 días de almacenamiento.....	24
Tabla 7. Valores medios del parámetro de viscosidad del champú con 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra en su fórmula, durante 60 días de almacenamiento.	26
Tabla 8. Valores medios del parámetro de color del champú con 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra en su fórmula, durante 60 días de almacenamiento.	27
Tabla 9. Resultados del parámetro de dispersión de la suciedad del champú con 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra en su fórmula, durante 60 días de almacenamiento.....	29
Tabla 10. Valores medios de los resultados de análisis sensorial o prueba de acondicionamiento del champú con 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra en su fórmula, durante 60 días de almacenamiento.....	30
Tabla 11: Fotografías de las técnicas utilizadas en la investigación.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escala utilizada para medir los incrementos de suavidad o aspereza de los mechones de cabello tratados con champú de 10, 20 o 30% de leche de cabra en comparación con la muestra control (C).....	20
Figura 2. Valores de diferencia del parámetro de acondicionamiento del champú con 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra en su fórmula, durante 60 días de almacenamiento.....	30

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cálculo porcentaje de sólidos	22
Ecuación 2: Fórmula tensión superficial	23

RESUMEN

El champú es una solución detergente que contiene aditivos para la limpieza y el mantenimiento del cuero cabelludo. La leche de cabra, *per se*, tiene características tecnológicas y nutritivas muy interesantes, y podría ser usada en formulaciones de champú y mejorar sus propiedades. Este estudio da respuesta a la necesidad de la microempresa Centro de Desarrollo e Innovación para el Sector Agropecuario (Finca la Jaira), y su objetivo fue evaluar y comparar fórmulas de champú elaborado con distintos niveles de leche de cabra. Se realizó cuatro fórmulas de champú a distintas concentraciones de leche de cabra (0, 10, 20 y 30%) con un tiempo de almacenamiento de 60 días. Las características se evaluaron con pruebas de acondicionamiento y fisicoquímicas como pH, viscosidad, formación de la espuma, dispersión de la suciedad, entre otras. Al comparar las formulaciones realizadas obtuvimos que la leche de cabra aporta buen rendimiento acondicionador. Los champús se encuentran dentro del rango de pH 5-7, la viscosidad es de naturaleza pseudoplástica, poseen buena limpieza, baja tensión superficial, buena estabilidad de la espuma, entre 20 y 30% de sólidos y un buen tiempo de humedecimiento. Se concluye que las mejores formulaciones fueron aquellas que utilizaron 10 y 20% de leche de cabra, debido a que mantiene sus características y no presentan floculación de proteínas y acidificación, además de que la estabilidad del producto es de un mes. A pesar de ello, se requiere más investigación para mejorar la calidad del champú y aumentar la vida útil del mismo.

Palabras claves: Champú, leche de cabra, características físico-químicas, acondicionamiento.

Abstract

Shampoo is a detergent solution contains additives for cleaning and maintaining the scalp. Goat milk, has very interesting technological and nutritional characteristics, and could be used in shampoo formulations and improve its properties. This study responds to the need of the microenterprise Development and Innovation Center for the Agricultural Sector (Finca la Jaira), and its objective was to evaluate and compare formulas of shampoo made with different levels of goat's milk. Four shampoo formulas were made at different concentrations of goat milk (0, 10, 20 and 30%) with a storage time of 60 days. The characteristics were evaluated with conditioning and physicochemical tests such as pH, viscosity, foam formation, dirt dispersion, among others. When comparing the formulations made, we obtained that goat milk provides good conditioning performance. Shampoos are within the range of pH 5-7, the viscosity is of a pseudoplastic nature, they have good cleaning, low surface tension, good foam stability, between 20 and 30% solids and a good wetting time. It is concluded that the best formulations were those that used 10 and 20% goat milk, because it maintains its characteristics and does not show protein flocculation and acidification, in addition to the stability of the product is one month. Despite this, more research is required to improve the quality of the shampoo and increase its shelf life.

Keywords: Shampoo, goat's milk, physical-chemical characteristics, conditioning.



Reviewed by : Caisaguano Janneth

Language Center teacher

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Desde los inicios de la humanidad, la leche de cabra aparece como un alimento, desde los textos bíblicos más antiguos o en los murales de los egipcios se habla de su consumo. La historia de la leche de cabra está unida a la historia del hombre, ya que este ha aprovechado su leche, carne, pelo, cuero, estiércol y trabajo, los que se han considerado como indicadores de la capacidad que tiene esta especie para poder adaptarse a diversos climas y sistemas (Cofré, 2001).

Hasta el año 2017 el 58,1% de la población caprina (487.639.132,42 cabezas de ganado) se encuentran en Asia, especialmente en la India, teniendo como objetivo principal la producción de doble propósito carne-leche. En cambio en América se registra sólo el 4,3% de la población caprina mundial (35.925.604,79 cabezas de ganado) donde se destina a una producción mayormente lechera (FAOSTAT, 2019). Por otra parte, en el Ecuador la población caprina también se ha incrementado, es así que en el año 2002 la población era de 154.697 cabezas de ganado y para el año 2014 se registraron 178.366 cabezas de ganado (INEC, 2019). La producción de leche de cabra es una industria dinámica y en crecimiento que se ha convertido en una fuente de trabajo y es fundamental para el bienestar de cientos de millones de personas en todo el mundo; además se ha convertido en una parte importante de la economía en muchos países (Silanokove et al., 2010).

La demanda de leche de cabra se ha incrementado especialmente en países asiáticos, debido al crecimiento poblacional que se ha registrado en los últimos años y por el especial interés hacia los productos elaborados a base de la leche de cabra, especialmente quesos y yogurt, ya que estos pueden ser consumidos por los grupos de personas que son intolerantes a los productos lácteos de origen bovino (Haelin, 2004). Se registra así que en el año 2002 en Asia existía un 51,9% de producción de leche de cabra (6.922.510 toneladas de leche de cabra) y en América el 5,1% (682.597 toneladas de leche de cabra). Pero para el 2017 Asia reporta un 56,6% (10.555.833 toneladas de leche de cabra) y en América se registra 5,21% (756.974 toneladas de leche) observando así el crecimiento en la producción de leche de cabra (FAOSTAT, 2019).

La producción de leche de cabra comercial o artesanalmente para la venta directa se realiza con éxito para bebidas pasteurizadas, UHT, leche evaporada, helados, leche en polvo, productos tradicionales de leche de cabra, incluso jabones, lociones y dulces, además de los quesos populares y yogurt. El problema para los consumidores puede ser el sabor característico a “cabra”, que puede existir, pero los productos como el helado, la leche de bebida y la leche en polvo a base de leche de cabra, debido a sus propiedades nutricionales y antialérgicas, pueden ser una alternativa beneficiosa para niños, jóvenes y enfermos (Padya & Ghodke, 2007). Por otra parte a la leche de cabra, a diferencia de la leche de vaca, se le ha relacionado con una mejor digestibilidad, derivada de glóbulos de grasa más pequeños y mejor distribuidos en la emulsión láctea, mayor contenido de ácidos grasos de cadena corta, hierro, zinc y magnesio, y menor contenido de lactosa, entre otras características. (Slačanac et al., 2004).

Rodríguez & Valencia (2006) mencionan “la leche de cabra es ampliamente utilizada como materia prima para la elaboración de cosméticos (jabones y cremas humectantes). La forma física en que se encuentran los glóbulos grasos, que están naturalmente homogenizados en el fluido lácteo, la convierte en un ingrediente ideal. En la piel los cosméticos que contienen leche de cabra como ingrediente actúan de forma diferente que productos que no la contienen, ya que ofrecen mayor hidratación y no causan alergias”.

En cuanto al champú, se lo considera como uno de los productos cosméticos más utilizados para la limpieza diaria del cabello y el cuero cabelludo, su uso se ha destinado tanto para hombres como mujeres de todas las edades, la función de un champú es dejar el cabello suave, brillante y manejable. Por otro lado, existen en el mercado champús que contienen ingredientes especiales (romero, aloe vera, medicamento anticasca, vitaminas, entre otros) para proporcionar al cabello y al cuero cabelludo mayor nutrición y un efecto anticasca, entre otros (Mitsui, 1997).

En la actualidad, los consumidores prefieren champús que sean totalmente orgánicos, es decir que estén libres de parabenos, los cuales son considerados por los consumidores como perjudiciales para la salud, debido a la mala fama que se da en algunos blogs (Benito, 2013; Sociedad, 2014). Por ello el objetivo de esta investigación es evaluar y comparar fórmulas de champú elaborado con distintos niveles de leche de cabra.

1.2. Problema

En respuesta a las necesidades de una microempresa, el Centro de Desarrollo e Innovación para el Sector Agropecuario (Finca la Jaira), de crear un champú a base de leche de cabra, se ha diseñado un proyecto de investigación conjunto, en el que se destaca la elaboración del champú a base de una fórmula y comprobar la eficiencia del mismo.

En actualidad con las redes sociales y con el internet se puede encontrar información y varios blogs que hablan acerca de los beneficios de la leche de cabra para el cuero cabelludo, destacando la hidratación y cuidado del cabello que proporcionara está al adicionarla a un champú; pero se ha observado que no existe literatura científica que compruebe realmente los beneficios de la leche de cabra para el cabello y su reacción al mezclarse con los componentes químicos del champú, por lo cual no se conoce si un champú elaborado a base de está sería eficiente y cumpliría con las características de un champú.

Por otro lado, en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, recientemente se ha empezado a impulsar, dar a conocer y comercializar los productos obtenidos del sector caprino, por lo que los habitantes aún desconocen los beneficios que la leche de cabra puede otorgar para su salud y los diferentes productos que se pueden obtener con la misma, además que no se ha encontrado en el mercado un champú a base de leche de cabra.

1.3. Justificación

El trabajo de investigación se realizó con el fin de comprobar la eficiencia de un champú a base de leche de cabra para el cuero cabelludo, para lo cual se realizó diferentes pruebas que permitan evaluar su calidad. Además, para dar respuesta a la necesidad de la microempresa Centro de Desarrollo e Innovación para el Sector Agropecuario (Finca la Jaira) de crear un champú a base de leche de cabra. Es un producto innovador ya que en los supermercados del cantón Riobamba no se ha encontrado un champú que presente como ingrediente adicional la leche de cabra, por lo que se considera un producto nuevo con posibilidades de abrir mercado en el cantón. Además, se ayudaría a impulsar en el cantón y en el país la producción del sector caprino aprovechando así todas las materias primas y recursos que este proporciona,

generando nuevas fuentes de empleo e ingresos económicos a los productores y ganaderos.

Por ello, es necesario analizar las características físicas, químicas y de eficiencia de un champú a base de leche de cabra para la eliminación de la suciedad del cabello y cuidado del mismo. Además, se precisa conocer si la formulación utilizada es la correcta y observar si incrementando la concentración de leche de cabra en la fórmula reacciona de forma favorable con los componentes químicos del champú. Por otro lado, se debe conocer cuál sería la duración y la estabilidad que tendría el producto a lo largo del tiempo.

Mediante la realización de las pruebas se podrá verificar científicamente la eficiencia del champú, aportando así datos que ayudarán a continuar con las investigaciones sobre la utilización de leche de cabra en la industria cosmética, debido a que no se ha encontrado mucha información sobre este tema.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar y comparar fórmulas de champú elaborado con distintos niveles de leche de cabra.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar mediante la realización de pruebas visuales y fisicoquímicas las características del champú a base de leche de cabra.
- Evaluar las propiedades de acondicionamiento y eficiencia del champú con distintos niveles de leche de cabra.
- Determinar la estabilidad de las propiedades de apariencia, físico-químicas y de acondicionamiento del champú durante ocho semanas.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Leche de cabra

Chilliard et al. (2003) mencionan: “por regla general puede decirse que la leche de cabra es un líquido de color blanco mate y ligeramente viscoso, cuya composición y características físico-químicas varían sensiblemente. Entre los factores que contribuyen a estas variaciones se tiene: la raza, alimentación, estación del año, condiciones ambientales, localidad, estado de lactación y salud de la ubre”. La leche de cabra es el producto que segrega la ubre de las hembras después del parto, cuyo color es blanco mate, líquida, de olor y sabor característicos. Es rica en nutrientes y un producto muy fácil de contaminarse si no se obtiene de forma adecuada; además la leche de cabra es más blanca que la de vaca, a causa de no contener carotenos (Park, 2007).

La leche de cabra difiere de la leche de vaca o humana en tener una mejor digestibilidad, alcalinidad, capacidad de amortiguación y ciertos valores terapéuticos en medicina y nutrición humana. La información sobre la composición y las características físicoquímicas de la leche de cabra es esencial para el desarrollo exitoso de las industrias lácteas de cabra, así como para la comercialización de los productos. Es así que la obtención de la mejor leche de cabra ocurre por temporadas, porque hacia el final de la lactancia, aumentan los contenidos de grasas, proteínas, sólidos y minerales, mientras que el contenido de lactosa disminuye (Park et al., 2007; Fernández, 2017).

A diferencia de la leche de vaca que presenta un pH de 6,65 a 6,71, la leche de cabra presenta un pH de 6,50 a 6,80 el cual se considera ligeramente más neutro. También la viscosidad de la leche de cabra es ligeramente mayor a la de la vaca (2,12 Cp vs 2,0 Cp, leche de cabra y vaca respectivamente). Presentan densidades similares teniendo la de cabra 1,029 a 1,039 y la de vaca una densidad de 1,023 a 1,0398. Por otro lado la leche de vaca tiene un valor más alto de saponificación y ligeramente mayor índice de refracción que la leche de cabra, que se refiere a las cadenas de carbono más largas y la saturación de los ácidos grasos (Park, 2007).

Los lípidos son los componentes más importantes de la leche en términos de costo, nutrición y características físicas y sensoriales que imparten a los productos lácteos. En otro estudio se menciona que la leche de vaca tiene menos ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados en comparación a la leche de cabra (Turkmen,

2017). Además, en el caso de la leche de cabra encontramos 36 ácidos grasos saturados de cadena ramificada (BCFA) que son los que otorgan el olor y sabor característico a los productos a base de leche de cabra. Estos ácidos grasos saturados que en la mayoría son monometilados no se encuentran presentes en la leche bovina por lo cual hacen única a la leche de cabra; ya que se ha enfatizado en la amplia gama de componentes monometil-ramificados presentes en la grasa de la leche caprina (Park et al., 2007).

2.2. Composición de la leche de cabra y su utilización en la industria cosmética.

La leche de cabra posee un contenido nutricional muy alto, en este se destaca la presencia de proteínas, carbohidratos, sales y otros componentes importantes que permiten que la mezcla se mantenga en equilibrio, además su alto contenido nutricional la hacen idónea para utilizarla en la industria cosmética.

La composición que presente la leche determina su calidad nutricional, el valor como materia prima, la utilización que se le puede dar para la elaboración de productos tanto alimenticios como no alimenticios y el valor que se le otorgará en el mercado para su consumo. En cuanto a su composición cualitativa es constante, pero si nos referimos a su composición de forma cuantitativa varía de forma significativa, dependiendo está de los factores como son la raza del animal, el momento de la lactancia, el número de partos que tenido el animal, la época del año y el clima que posee la región (Ortega et al., 2011).

La proteína de la leche de cabra está formada por una relación entre los aminoácidos considerados esenciales, totales y no esenciales. La principal proteína de la leche de cabra es la betacaseína la cual es similar a la de la leche de vaca, ya que está formada por poliformismos genéticos (Sánchez Macías et al., 2011). También se debe resaltar que el tamaño de las micelas de caseína de la leche de cabra son más pequeñas (50nm) en comparación de la leche de vaca que es de (75nm) (Capra, 2004; Fernández, 2017). Por otra parte en el contenido de minerales de la leche de cabra se puede comparar con el de la leche humana, siendo así que la leche de cabra tiene un contenido cerca de 134 mg de Ca y 121 mg de P por cada 100 g de leche, en comparación con la leche de vaca, la de cabra puede presentar hasta un 13% más de calcio pero no es muy buena fuente de otros minerales como lo son el hierro, cobalto y magnesio (Park, 2006; Bedoya et al., 2012).

Tabla 1. Contenido de minerales en leche de cabra y vaca (cantidad en 100 g de leche).

Componentes	Cabra	Vaca
Ca (mg)	134	122
P (mg)	121	119
Mg (mg)	16	12
K (mg)	181	152
Na (mg)	41	58
Cl (mg)	150	100
S (mg)	28	32
Fe (mg)	0,07	0,08
Cu (mg)	0,05	0,06
Mn (mg)	0,032	0,02
Zn (mg)	0,56	0,53
I (mg)	0,022	0,021

Fuente: Park (2006)

Rodríguez & Valencia (2006) mencionan que el contenido de minerales de la leche de cabra ayuda a mejorar visiblemente la piel, ya que el Ca puede ayudar a evitar la degradación del colágeno, densifica la piel y evita arrugas. También el contenido minerales de la leche de cabra al combinarlo en un cosmético permite que la piel esté más lisa, brillante, limpia y se le proporcional meyor hidratación. Por otro lado la caseina evita el envejecimiento de la piel.

Los lípidos en la leche de cabra se dividen en varios grupos como son los ácidos grasos, triglicéridos y fracciones de esterol. Estos lípidos están presentes en forma de glóbulos, que son característicamente abundantes, los cuales tienen tamaños inferiores a 3,5µm. El tamaño del glóbulo de la leche de cabra resulta ventajoso ya que permite una mejor digestibilidad y un metabolismo lipídico más eficiente. La leche de cabra presenta ácidos grasos de cadena media como lo es el ácido caprilico, el cual está compuesto por ocho carbonos y se encuentra en mayor cantidad que en la leche de vaca. El ácido caprilico es utilizado como antibacteriano, antimicótico y da el olor característico a los productos con leche de cabra (Park et al., 2007; Fernández, 2017).

En componente lipídico los triglicéridos representan casi el 95% de los lípidos totales, pero en la leche de cabra se encuentran también diacilgliceroles y los esterés de colesterol, también fosfolípidos y compuestos liposolubles como esteróles y colesterol. La leche de cabra se considera una fuente de energía, teniendo así que una unidad de

grasa tiene 2,5 veces más energía que los carbohidratos, los fosfolípidos se encuentran entre 30-40 mg/100 ml y en cuanto al colesterol 10 mg/100 ml (Richardson, 2004).

Tabla 2. Composición de la leche de cabra, en porcentaje.

Composición de la leche de cabra	
Sólidos totales	11,70 - 15,21
Proteína (Nx6,38)	2,90 - 4,60
Grasa	3,00 - 6,63
Lactosa	3,80 - 5,12
Cenizas	0,69 - 0,89
pH	6,41 - 6,70

Fuente: Park (2006).

Debido al tamaño de los glóbulos de grasa de la leche de cabra, Ferreira et al. (2003) mencionan: para “tratar quemaduras, la leche de cabra es buen regenerador de la piel, el ácido caprílico es el principal compuesto activo. Además, el pequeño tamaño de los glóbulos grasos permite su penetración en la piel media, ayudando así a la hidratación rápida de la piel”.

No se han encontrado investigaciones o datos científicos sobre champú elaborado a base de leche de cabra, ni acerca de los beneficios que la leche de cabra podría aportar tanto al cabello como al cuero cabelludo. Sin embargo se ha encontrado información y algunas investigaciones acerca de los beneficios que aporta la composición de la leche de cabra en la industria cosmética. En dichas investigaciones se describen los efectos de la leche de cabra sobre la piel aportando a la misma limpieza e hidratación, incluso se habla acerca de sus propiedades sobre quemaduras en la piel.

Por ejemplo, según Barata (2002), las principales funciones que busca la industria de la cosmética son la limpieza, corrección y protección, por lo que se destaca que la leche de cabra es un buen complemento para cumplir con dichas funciones. Debido a la composición y características que posee la leche de cabra, se la ha incorporado a ciertos cosméticos que permiten el cuidado de la piel y sus funciones se describen de la siguiente manera:

- Limpieza: permite una eliminación total de impurezas de origen externo y productos de degradación, respetando el equilibrio fisiológico de los tejidos. La leche de cabra es una buena opción, porque tiene un pH similar a la piel humana,

además que proporciona limpieza sin efectos secundarios agresivos o alergénicos.

- **Corrección:** la leche de cabra permite restablecer el equilibrio alterado de la piel y volver a obtener la belleza natural del rostro o de los tejidos de la piel, se destacan en esta categoría las cremas y geles. La leche de cabra se ha destacado como un excelente agente humectante para la piel.
- **Protección:** los agentes presentes en la atmósfera alteran las propiedades de la piel, lo que causa un mal cuidado y resequedad de la misma. La leche de cabra tiene ácido caprílico que ayudaría en este caso a combatir las enfermedades de la piel debido a sus propiedades antimicrobianas y antibacterianas, permitiendo así el cuidado total de la piel.

2.3. Características del champú

Ishii (1997) explica que “el champú es el cosmético más básico utilizado para la limpieza y mantenimiento del cabello y el cuero cabelludo, que generalmente contiene un agente antimicrobiano y otros ingredientes comúnmente utilizados. La función principal del champú es limpiar el cabello adecuadamente y reducir la caspa”. Los champús son probablemente los productos cosméticos más utilizados para limpiar el cabello y el cuero cabelludo en nuestra vida diaria, por lo que se los encuentra en todos los supermercados a nivel mundial. Un champú es básicamente una solución de un detergente que contiene aditivos adecuados para otros beneficios, como la mejora del acondicionamiento del cabello, la lubricación, la medicación, etc. (Khaloud, 2014).

Son varias las presentaciones en las que se encuentra el champú en el mercado, es así que pueden ser transparentes u opacos y están disponibles como líquidos, geles, lociones, pastas, cremas o incluso se está innovando con aerosoles de polvo seco. Sin embargo, todos los champús coinciden en una característica: están elaborados a base de una mezcla de surfactantes que pueden ser de origen sintético o natural, los cuales funcionan como agentes de limpieza y espuma. Por otro lado, las formulaciones de champú deben presentar ingredientes activos, los cuales determinarán el uso del mismo, es decir se le puede dar un uso medicinal, hidratante, sellador de puntas, entre otros (Breuer, 1981).

Hoy en día los champús medicinales están disponibles en el mercado debido a su popularidad entre los consumidores, pero se debe destacar que los más demandados son aquellos que están elaborados a base de hierbas. Esto es debido a la creencia que existe de que estos son elaborados de forma natural, son seguros y libres de cualquier efecto secundario. Los champús a los que se ha añadido tensoactivos sintéticos, principalmente para proporcionar acción espumosa y de limpieza en su uso regular, pueden producir resequedad en el cabello, pérdida del cabello, irritación del cuero cabelludo y los ojos. Las formulaciones a base de hierbas se consideran una alternativa muy efectiva, hay gran cantidad de plantas medicinales que se informa tiene efectos beneficiosos para el cuero cabelludo (Firthouse, 2009).

Los ingredientes activos adicionados a las formulaciones se encuentran generalmente en forma de polvo, forma cruda, extractos purificados o de forma derivada. Es extremadamente difícil preparar un champú a base de materia prima completamente natural ya que hay que lograr las características de espuma, limpieza con detergente y solidez, así como asegurarse de que este cumpla con las funciones de arrastrar la suciedad y evitar la irritación del cuero cabelludo. Un champú elaborado con materia prima e insumos completamente naturales será más suave para el cabello y más seguro a comparación de los sintéticos, además que competiría de forma favorable en el mercado (Pooja et al., 2011).

2.3.1. Aditivos utilizados en las formulaciones de champú

Son aquellos componentes que en la industria cosmética se encargan de dar color, aroma y conservar el producto, además que en algunos casos son los encargados de evitar la contaminación bacteriana y evitar las afecciones del cuero cabelludo Al-Achi et al. (2007).

Existen un sin número de aditivos que se añaden a la formulación del champú, lo que las empresas buscan con ellos es satisfacer las necesidades de los consumidores, ofreciendo características que ayudarán a mejorar el aspecto del cabello, además que con la utilización de aditivos se busca alargar la vida útil del producto.

En la industria del champú son varios los aditivos utilizados para mejorar el aspecto del producto y darle ciertas características que lo diferencien de otros elaborados por la

competencia. En la Tabla 3, se presentan los aditivos más utilizados en la industria del champú.

Tabla 3. Aditivos utilizados en las formulaciones de champú.

ADITIVO	FUNCIÓN	EJEMPLOS
Tensoactivos	Componente principal para la elaboración de champú, estos son los encargados de disminuir la tensión superficial de los líquidos, influyendo por medio de la tensión superficial en la superficie de contacto entre dos fases y en función de la dispersión en agua, generalmente son utilizados como emulsionantes, humectantes, detergentes o solubilizantes.	<ul style="list-style-type: none"> • Tensoactivos aniónicos: forman buena cantidad de espuma en el champú y permiten la limpieza superior del cabello. • Tensoactivos no aniónicos: proporcionan buenas propiedades de limpieza pero no generan la suficiente cantidad de espuma. • Tensoactivos catiónicos: son tóxicos. Se utilizan en concentraciones muy bajas en el champú. • Tensoactivos anfólicos: precios muy elevados. Tensoactivos secundarios y sirven como acondicionadores para el cabello.
Agentes Acondicionadores	Permiten que el cabello se mantenga hidratado. Aportándole suavidad y brillo al cabello. Ayuda al mejor manejo del mismo evitando que se quiebre durante el baño. Además reduce la electricidad estática del cabello	<ul style="list-style-type: none"> • Lauroyl monoethanolamide. • Sarcosinatos.

Modificadores de viscosidad	Permiten cambiar el flujo y la forma del producto. Ayudan a mantener la estabilidad del producto y al almacenamiento del mismo. Estos aditivos permiten obtener la textura característica del champú.	<ul style="list-style-type: none"> • Electrolitos. • NH₄CL. • NaCl. • Gomas naturales. • Derivados de celulosa. • Polímeros de carboxivinilos.
Opacificantes	Generalmente se los aplica a los champús que son transparentes o translúcidos. Estos permiten que no penetre la luz ni la radiación cercana al champú, mejorando el aspecto del producto.	<ul style="list-style-type: none"> • Alcanolamidas de ácidos grasos superiores. • Propilenglicol. • Sales de Mg, Ca y Zn.
Agentes clarificantes	Permiten reducir los sólidos suspendidos del champú. Además que mejoran el color y el aspecto del producto.	<ul style="list-style-type: none"> • Alcoholes solubilizantes como etanol e isopropanol y fosfatos. • Ésteres.
Perfume	Proporcionan un olor agradable al champú, son opcionales ya que se los utiliza para que el producto agrade al consumidor.	<ul style="list-style-type: none"> • Fragancias herbales, florales y frutales.
Conservantes	Aditivos que minimizan o detiene el deterioro de champú. Permiten alargar el tiempo de vida útil y conservar en el tiempo las características del producto.	<ul style="list-style-type: none"> • Metil y propilparabeno. • Formaldehído.
Agentes anticasca	Combaten la aparición de la caspa, manteniendo el funcionamiento del cuero cabelludo estable. Reducen la aparición del hongo, es decir actúan como antimicóticos.	<ul style="list-style-type: none"> • Sulfuro de selenio. • Piritiona de zinc. • Ácido salicílico.

Fuente: Al-Achi et al. (2007); Ashok y Rakesh (2010)

2.3.2. Control de calidad del champú

Para evaluar la calidad de la formulación preparada y del resultado final, se deben realizar pruebas de control de calidad en las que se incluyen las pruebas visuales o sensoriales y los controles fisicoquímicos. Las pruebas que se realizan garantizarán la efectividad que tendrá el champú para arrastrar la suciedad del cuero cabelludo, el tiempo de vida útil que tendrá el producto y si se puede o no comercializar en el mercado (Aghel et al., 2007).

a) Pruebas sensoriales

Son aquellas en las que se utilizan los órganos de los sentidos, las pruebas sensoriales resultan muy subjetivas debido al gusto que presenta cada consumidor. En el caso del champú se evalúa generalmente el color, claridad, olor, textura y la capacidad de producir espuma. Para la realización de estas pruebas se cuenta con personas voluntarias quienes dan su opinión acerca del champú basándose en escalas o indicadores como suavidad o aspereza, que generalmente son cualitativos. En esta prueba se incluye la prueba de acondicionamiento del cabello, la cual permiten comprobar la eficiencia de un producto para poder determinar si cumple o no con las características deseadas por los consumidores evaluando la suavidad y aspecto del mismo (Aghel et al., 2007).

b) Pruebas fisicoquímicas

Son aquellas pruebas que permiten determinar las interacciones entre los componentes del champú, estudiando así las reacciones entre sus propiedades físicas y todo lo que compone el producto. Estas pruebas permiten determinar la efectividad que tendrá el champú para el cuidado del cuero cabelludo y su limpieza. Las pruebas que se realizan comúnmente, según Deshmukh & Kaushal (2012), son las siguientes:

- pH: para conocer el grado de acidez o basicidad del champú, esto permitirá ver si es apto para aplicarlo en el cuero cabelludo.
- Viscosidad: detalla la manera de fluir de un material, la prueba de la viscosidad está relacionada con la cantidad de sólidos que se encuentran presentes en el champú.
- Dispersión de la suciedad: es el criterio más importante a evaluar ya que se trata de la acción de limpieza del champú. Aquí se determinará la calidad del mismo.
- Formación y estabilidad de la espuma: esta prueba está relacionada con la capacidad de limpieza del champú, además que es una característica muy importante para los consumidores la formación de espuma.
- Pruebas de humedecimiento: depende de las concentraciones y evalúan la eficacia del champú, estos son métodos complejos que dependen de varios factores y procesos como la difusión, la tensión superficial, la concentración y la naturaleza de la superficie que se humedece.

- Porcentaje de sólidos: da a conocer si el champú puede ser aplicado en el cabello, ya que sin la cantidad necesaria de sólidos el champú solo sería considerado como agua.
- Tensión superficial: es medida por la cantidad de surfactante presente en el champú, esta prueba permite determinar la fuerza de limpieza del champú.
- Estudios de estabilidad: se realizan por periodos de tiempo determinados que generalmente son de dos meses, permiten evaluar si el champú conserva sus características en el transcurso del tiempo, determinando así la vida útil del producto.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de estudio

El proyecto de investigación cumple con las condiciones metodológicas de una investigación cuantitativa, ya que se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae conclusiones.

Además, es experimental porque se manejaron variables no comprobadas en condiciones que el investigador puede controlar. Finalmente, también reúne las condiciones de una investigación comparativa, ya que con los datos obtenidos se realiza un análisis y la interpretación de los resultados comparando entre tratamientos, llegando a las conclusiones del proyecto.

4.2. Población y muestra

La leche para la realización del champú se obtuvo en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, del Centro de desarrollo e Innovación para el Sector Agropecuario (Finca la Jaira). Fue transportada en recipientes de vidrio a una temperatura de 4°C hasta el sitio donde se procedió a pasteurizarla. Se elaboraron dos litros de champú para cada tratamiento para realizar todos los análisis, los cuales dependían del nivel de leche de cabra colocado, en este caso los tratamientos fueron de 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra. El experimento se realizó por triplicado, para lo cual se trabajaron tres lotes de champú en diferentes días. Los implementos para la elaboración del champú fueron obtenidos de una tienda especializada en materias primas para cosméticos en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba.

Tanto la elaboración como los análisis del champú se realizaron en los laboratorios del grupo de Investigación Producción Animal e Industrialización (Universidad Nacional de Chimborazo, UNACH, Riobamba, Ecuador). Los análisis físico-químicos como sensoriales se realizaron a 0, 30 y 60 días. Doscientos setenta personas, entre personal administrativo, docentes y estudiantes de la UNACH, participaron de forma aleatoria en los análisis sensoriales, y no recibieron ningún entrenamiento previo con el objetivo de obtener información de consumidores a nivel de calle. En el análisis sensorial se evaluó la suavidad del cabello después de ser lavado con el champú, para lo cual se prepararon

muestras de cabello de 5g y se utilizó una ficha que contenía una escala de referencia de 1 a -1, con la cual se calificó cada muestra. Los análisis fisicoquímicos realizados fueron 8 y se los hizo por triplicado en cada tratamiento y tiempo experimental.

Tabla 4. Clasificación de muestras y tratamientos.

Tratamiento Leche	Código	Tiempo (Días)
0%	C0	0
		30
		60
10%	C10	0
		30
		60
20%	C20	0
		30
		60
30%	C30	0
		30
		60

Fuente: Castelo. M.J, Sánchez. D (2019)

4.3. Procedimiento

4.3.1. Recolección y pasteurización de la leche

La leche se obtuvo del Centro de Desarrollo e Innovación para el Sector Agropecuario (Finca la Jaira), en el ordeño de la tarde, de cabras de raza Saanen de segundo parto y lactancia temprana. Una vez recolectada la leche se la almacenó en envases de vidrio y se transportó a 4°C, hasta el lugar donde se realizó la pasteurización a 83°C por un tiempo de 10 min. Una vez pasteurizada la leche se la envasó en botes esterilizados previamente y se la refrigeró a 4°C, para que una vez fría se procediera a la elaboración de champú.

4.3.2. Preparación de champú

Para los diferentes tratamientos de champú, se realizó una formulación base dependiendo los niveles de leche de cabra utilizados para elaborar el producto, según los ingredientes y cantidades resumidos en la Tabla 5.

Tabla 5. Cantidad de ingredientes utilizados en la formulación de 2lt de champú, elaborado con 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra.

Insumos	Tratamientos			
	0	10%	20%	30%
Texapon (g)	240	240	240	240
Comperland (g)	100	100	100	100
NaCl (g)	20	20	20	20
Glicerina (g)	20	20	20	20
Cetiol (g)	20	20	20	20
Benzoato de sodio (g)	10	10	10	10
Ácido Cítrico (g)	6	6	6	6
Agua destilada (ml)	2000	1800	1600	1400
Leche (ml)	0	200	400	600

Fuente: Castelo. M.J, Sánchez. D (2019)

Elaboración de champú:

- Se colocó en un recipiente los 240 g de texapon con los 100 g de comperland.
- Se revolvieron los dos ingredientes hasta obtener una mezcla de color amarillento y libre de grumos, después en un vaso de precipitación se disolvió 20 g de NaCl en 100 ml de agua destilada, esta dilución se añadió a la mezcla preparada anteriormente.
- Luego se incorporó la cantidad de agua destilada faltante para aforar los dos litros y esto se mezcló hasta observar una consistencia homogénea, libre de grumos y espesa.
- Una vez que se obtuvo una mezcla homogénea, se incorporó los 20 g de glicerina y 20 g de cetiol. Se revolvió la mezcla hasta que tomó la textura y viscosidad características del champú.
- Los 10 g de benzoato de sodio y los 6 g de ácido cítrico fueron disueltos en la cantidad de leche necesaria que se adicionó para cada uno de los tratamientos.
- Se mezcló y se dejó reposar por un día bajo condiciones ambientales, para que pueda bajar toda la espuma producida en la elaboración del champú.

- Transcurrido el tiempo de reposo se procedió a envasar cada uno de los tratamientos de champú en recipientes plásticos de 2000 ml, los cuales fueron esterilizados previamente con alcohol. Ya envasados se colocó una etiqueta en la que se describe el nivel de leche incorporado y el día en que se realizó.

El tiempo de elaboración de cada tratamiento fue de aproximadamente 1 hora. Obtenidos los cuatro tratamientos se procedió a realizar los respectivos análisis por triplicado. Se tomaron muestras del champú elaborado y almacenado en el mismo recipiente a los 0, 30 y 60 días, simulando el análisis de un champú y su vida útil desde que el producto ha sido utilizado por primera vez hasta los 60 días desde su apertura.

El tratamiento C0 fue nuestra muestra control, ya que al no tener en su formulación leche de cabra servirá para comparar los efectos que produce la leche en los otros tratamientos.

4.3.3. Análisis sensorial

La prueba sensorial realizada en el champú es conocida como prueba de acondicionamiento, descrita por Boonme et al. (2011), en la cual se debe evaluar la suavidad del cabello después de ser lavado con el champú.

Se obtuvieron mechones de cabello de nueve mujeres mestizas, de entre 25 y 35 años de edad, de cabello lacio, color café y sin tinturar, en un salón de belleza ubicado en la ciudad de Quito, cada mechón de cabello fue dividido en 16 muestras de 10 cm de largo y un peso de 5 g. Una vez obtenidas las muestras se procedió a lavar con los diferentes tratamientos de champú; cuatro mechones son utilizados como control y se los lavó con el tratamiento C0. Los restantes se distribuyeron con 4 mechones para cada tratamiento de champú que contenía leche de cabra. Para realizar el lavado de cada mechón se colocó en un vaso de precipitación 10 g de champú y 15 g de agua destilada, después se agitó el mechón en la mezcla por 2 min y se lo enjuago con 50 ml de agua destilada. Esto se repite para cada uno de los mechones y tratamientos de champú. Ya lavadas las muestras se dejó secar a temperatura ambiente por un día, este procedimiento se realizó en los días 0, 30 y 60 de cada lote.

La prueba de acondicionamiento del champú se evaluó mediante una prueba de tacto ciego, la cual se realizó a 270 personas voluntarias de entre 19 y 53 años de edad, las

cuales participaron de forma aleatoria en los análisis sensoriales. Para calificar la suavidad del cabello, antes de realizar la prueba se les explicó cómo debían calificar cada muestra utilizando una escala de 1 a -1, en donde 1) muy suave, 0,5) suave, 0) igual al control, -0,5) áspero -1) muy áspero.

Los participantes debían cerrar los ojos, tocaban las tres muestras lavadas con los tratamientos de champú de 10, 20 y 30% de leche de cabra y comparaban su suavidad con la muestra control.



Figura 1. Escala utilizada para medir los incrementos de suavidad o aspereza de los mechones de cabello tratados con champú de 10, 20 o 30% de leche de cabra en comparación con la muestra control (C).

Fuente: Castelo. M.J, Sánchez. D (2019)

4.3.4. Análisis fisicoquímico

a) pH

Se analizó el pH en muestras de 50 ml champú puro, por triplicado a los 0, 30 y 60 días, utilizando un potenciómetro digital (Milwaukee, modelo MI 150, Estados Unidos), por triplicado, de acuerdo al método propuesto por Abu-Jdayil & Mohameed (2004).

b) Evaluación del color

El espacio de color Lab* (CIELAB), es el sistema de color más usado para evaluar el color de un alimento. Los análisis de color de las muestras de champú se realizaron con un colorímetro portátil (CR-400, Konika Minolta) y se basó en el espacio de color CIE Lab* y CIE LCh*, donde L* indica la luminosidad, a* el índice rojo-verde, b* el índice amarillo-azul, C* indica croma o saturación y h* indica el ángulo de matiz. El análisis se lo realizó por triplicado en los días 0, 30 y 60 desde la apertura del champú.

c) Evaluación reológica (Viscosidad)

Para el análisis de viscosidad se basó en el protocolo propuesto por Sharma et al. (2011) utilizando el viscosímetro (SHP NDJ 8S Viscosimeter, China), con el rotor de tamaño 3# para medir los tratamientos en 0, 30 y 60 días. Sin embargo se utilizó el rotor tamaño 2# para el tratamiento C30 a partir del día 30. Se midieron tres velocidades de 12, 30 y 60 RPM para cada tratamiento y el análisis se lo realizó por triplicado.

d) Formación y estabilidad de la espuma

Kumar & Mali (2010) proponen el método de sacudida del cilindro el cual da sus resultados en ml, para ello se siguió los siguientes pasos:

- Se preparó a temperatura ambiente una dilución de 1% de champú en 50 ml de agua destilada.
- Se colocó la solución preparada en un cilindro graduado de 250 ml, cubrirlo con la mano y agitar 10 veces.
- El volumen de espuma formado se registró transcurrido el 1 min.
- Para evaluar la estabilidad de la espuma se esperó 20 min y se registró el volumen final.
- El análisis se lo realizó por triplicado en los días 0, 30 y 60.

e) Test dispersión de la suciedad

Kumar & Mali (2010) proponen el método de tinta china, una prueba cualitativa en la cual se observó la cantidad de tinta en la espuma y se calificó con los parámetros de nada, ligero, moderado y pesado, comprándolo con una escala de grises. Para esta prueba se realizaron los siguientes pasos:

- Se preparó una solución de 1% de champú (1 g en 100 ml de agua destilada).
- En cada muestra se colocó una gota de tinta china con la ayuda de un gotero, colocar la mano y agitar 10 veces.
- El análisis se lo realizó por triplicado en los días 0, 30 y 60.

f) Tiempo de humedecimiento

Krunali et al. (2013) proponen el test del terciopelo, el cual consiste en utilizar un cronómetro para evaluar el tiempo de humedecimiento del terciopelo, para ello se realizó los siguientes pasos:

- Se cortó el terciopelo con 1 plg de diámetro y un peso aproximado de 0,30 g, esto se realizó para cada tratamiento.
- En un cilindro graduado de 500 ml, se preparó una solución del 1% de champú.
- Se colocó el terciopelo en la solución preparada y con el cronómetro se contabilizó el tiempo que demora el terciopelo en hundirse.
- El análisis se lo realizó por triplicado en los días 0, 30 y 60.

g) Porcentaje de sólidos

Para el porcentaje de sólidos se llevó a cabo el procedimiento descrito por Fazlolahzadeh & Masoudi (2015) donde proponen el método del plato de evaporación, en el cual se mide la cantidad evaporada de la parte líquida del champú.

- Se calibró la balanza y pesó en un plato de evaporación 4 g de champú.
- Se colocó el plato con la muestra de champú en el calentador el cual ha sido colocado a una temperatura de 150°C.
- Se dejó que la muestra evapore toda la parte líquida, alrededor de 10 min.
- Se pesó nuevamente la muestra y se realizó el cálculo respectivo. El análisis se lo realizó por triplicado en los días 0, 30 y 60.

Ecuación 1: Cálculo porcentaje de sólidos

$$\% \text{ Sólidos} = \frac{\text{peso plato seco}}{\text{peso plato inicial}} \times 100$$

Fuente: Fazlolahzadeh & Masoudi (2015).

h) Tensión superficial

Para medir la tensión superficial se ha seguido el protocolo propuesto por Kumar & Mali (2010) donde se obtuvo resultados en dynes/cm:

- Se pesó un vaso de precipitación.
- En el vaso de precipitación se pesaron 10 gotas de agua destilada con un gotero
- Se preparó una solución de 10% de champú y con la ayuda de un gotero se pesó en el vaso de precipitación 10 gotas de la solución.
- El análisis se lo realizó por triplicado en los días 0, 30 y 60.

Ecuación 2: Fórmula tensión superficial

$$R^2 = \frac{(W3 - W1)n1}{(W2 - W1)n2} \times R^1$$

Fuente: Kumar & Mali (2010).

Donde:

W1 es el peso del vaso vacío.

W2 es el peso del vaso con agua destilada.

W3 es el peso del vaso con solución de champú.

N1 es el número de gotas del agua destilada y n2 es el número de gotas de la solución de champú.

R1 es la tensión superficial del agua destilada a temperatura ambiente.

R2 es la tensión superficial de la solución de champú.

4.4. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.2 (SAS Institute, 2008). Se realizó un ANOVA de Medidas Repetidas para evaluar el efecto de la concentración de leche de cabra (4 niveles: 0, 10, 20 y 30%) y el tiempo de apertura del champú (3 niveles: 0, 30 y 60 días) sobre las características físico-químicas y sensoriales del producto. Además, se aplicó el Test de Tukey ($P < 0,05$) para analizar diferencias estadísticas entre pares de medias de las variables analizadas.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. RESULTADOS

5.1.1. Características fisicoquímicas de champú con leche de cabra

a) pH, formación y estabilidad de la espuma, humedecimiento, sólidos y tensión superficial.

En la tabla 6 se presentan los valores medios obtenidos de los análisis fisicoquímicos del champú elaborado con distintos porcentajes de leche de cabra, durante 60 días de almacenamiento.

Tabla 6. Valores medios de los parámetros fisicoquímicos del champú con 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra en su fórmula, durante 60 días de almacenamiento.

Parámetro	Tiempo (días)	Concentración de leche				EEM
		0	10	20	30	
pH	0	5,59 ^c	5,66 ^{bcy}	5,81 ^{by}	6,27 ^{ay}	0,08
	30	5,75 ^c	6,27 ^{bz}	6,40 ^{bz}	6,73 ^{az}	0,11
	60	5,55 ^c	6,24 ^{az}	6,23 ^{az}	5,96 ^{bx}	0,09
	EEM	0,04	0,10	0,09	0,12	
Formación de espuma 1min (ml)	0	103,33 ^{ab}	107,22 ^a	105,56 ^a	91,11 ^b	2,52
	30	93,33 ^a	101,67 ^a	100,00 ^a	83,33 ^b	2,42
	60	93,89 ^{ab}	100,00 ^a	101,67 ^a	86,11 ^b	2,13
	EEM	2,30	1,66	1,28	2,30	
Estabilidad de la espuma 20min (ml)	0	97,78 ^{abz}	102,22 ^{az}	95,56 ^{ab}	86,11 ^b	2,44
	30	83,33 ^{aby}	85,00 ^{aby}	90,55 ^a	76,11 ^b	2,10
	60	86,67 ^{abzy}	82,78 ^{aby}	93,33 ^a	77,78 ^b	2,27
	EEM	2,87	3,46	1,16	2,90	
Tiempo de Humedecimiento (sg)	0	13,20 ^{bx}	13,06 ^{bx}	14,00 ^{ax}	11,26 ^{cx}	0,30
	30	14,06 ^{dy}	16,53 ^{cy}	18,63 ^{by}	22,71 ^{ay}	0,96
	60	15,63 ^{dz}	21,40 ^{cz}	23,98 ^{bz}	26,13 ^{az}	1,20
	EEM	0,36	1,22	1,45	2,25	
Sólidos (%)	0	20,83 ^{dx}	22,44 ^{cx}	23,88 ^{bx}	27,11 ^{ay}	0,70
	30	22,64 ^{dy}	24,11 ^{cy}	26,10 ^{by}	29,13 ^{az}	0,74
	60	23,36 ^{dz}	25,60 ^{cz}	27,40 ^{bz}	29,56 ^{az}	0,69
	EEM	0,38	0,46	0,53	0,39	
Tensión superficial (dyn/cm)	0	51,53 ^{dz}	55,50 ^{cz}	57,43 ^{bz}	60,75 ^{az}	1,03
	30	36,14 ^{dy}	39,65 ^{cy}	42,83 ^{by}	48,19 ^{ay}	1,35
	60	33,27 ^{dx}	35,87 ^{cx}	39,46 ^{bx}	41,33 ^{ax}	0,97
	EEM	2,84	3,02	2,77	2,86	

a - d: Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, P <0,05).

z - x: Medias en la misma columna con diferente letra difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, P <0,05).

EEM: Error estándar medio

Fuente: Castelo. M.J, Sánchez. D (2019)

Al día 0, el pH del champú aumentó significativamente a medida que aumentó la concentración de leche de cabra en la fórmula (5,59 versus 6,27 en el champú C0 y C30 respectivamente). Este aumento del pH se mantuvo también al día 30 de almacenamiento. Sin embargo, después de 60 días de almacenamiento, el pH del champú C30 disminuye significativamente (5,96) respecto a los otros champús con leche, pero se mantiene superior al control. Respecto a la estabilidad del pH durante el tiempo experimental en cada uno de los tratamientos, se observó que este se mantiene estable en el control (5,59 y 5,55, día 0 y 60 respectivamente), mientras que aumentó ligeramente en los champús C10 y C20. En el caso del C30 aumentó el pH a los 30 días, pero disminuyó drásticamente a los 60 días.

Tanto al día 0, como a los 30 y 60 del periodo experimental, los champús C0, C10 y C20 tienen prácticamente la misma capacidad de formar espuma (entre 93,33 y 107,22 ml de volumen en tubo). Al añadir un 30% de leche de cabra a la formulación, esta capacidad se vio disminuida considerablemente respecto a los otros tratamientos. La capacidad de formar espuma en cada tratamiento se mantuvo estable a lo largo del tiempo, esto es debido a que la cantidad de leche de cabra no afecta en la eficiencia del texapón, el cual permite la formación de espuma.

El patrón de estabilidad de la espuma formada, medido a los 20 minutos, fue similar cuando se compararon los tratamientos y tiempos experimentales. Sin embargo, se observó que después de 30 días, la estabilidad de la espuma, respecto a su volumen de formación, disminuyó entre 5 y 15 ml en comparación con el primer día de estudio. La estabilidad se mantiene similar en los días 30 y 60. Se puede decir de manera global que disminuye la cantidad de mililitros de espuma formada tanto a medida que se incrementa la concentración de leche como al pasar el tiempo y que al esperar 20 min se pierde volumen de espuma.

Al día 0, los champús C0 y C10 tuvieron un tiempo de humedecimiento similar (aprox. 13 segundos), el cual aumentó ligeramente en C20, pero disminuyó en el champú C30. A los 30 y 60 días, se observó que a medida que se incrementó la concentración de leche de cabra en la formulación, aumentó el tiempo de humedecimiento del champú (hasta 26 segundos). Además, se observó que, en los cuatro tratamientos con diferentes concentraciones de leche de cabra, a medida que pasa el tiempo de almacenamiento incrementó el tiempo de humedecimiento.

Los valores de sólidos en los champús están dentro del rango establecido para ser considerado como de fácil limpieza (20-30%, según Bushra et al., 2018). Tanto a medida que aumenta la concentración de leche de cabra en la fórmula, así como aumenta el tiempo de almacenamiento, la concentración de sólidos también aumenta en los productos.

Respecto al parámetro de tensión superficial, que varía entre 33 y 60 dyn/cm en los champús, a medida que aumenta la concentración de leche de cabra en la fórmula, aumenta la tensión superficial, mientras que a medida que pasa el tiempo de almacenamiento, la tensión superficial disminuye.

b) Viscosidad del champú de leche de cabra

En la tabla 7 se presentan los valores medios obtenidos en el análisis de viscosidad del champú elaborado con distintos porcentajes de leche de cabra, durante 60 días de almacenamiento.

Tabla 7. Valores medios del parámetro de viscosidad del champú con 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra en su fórmula, durante 60 días de almacenamiento.

Parámetro	Tiempo (días)	Concentración de leche				EEM
		0	10	20	30	
Viscosidad						
12 RPM (mPa/s)	0	11633,00 ^{az}	1590,00 ^{bz}	810,00 ^{cy}	663,33 ^{dz}	1389,62
	30	10656,00 ^{ay}	1054,44 ^{by}	837,78 ^{czy}	235,56 ^{dy}	1300,75
	60	9450,00 ^{ax}	1043,33 ^{by}	862,22 ^{cz}	248,61 ^{dy}	1144,6
	EEM	316,96	90,46	9,70	70,27	
Viscosidad						
30 RPM (mPa/s)	0	11420,00 ^{az}	1580,44 ^{bz}	772,00 ^{cz}	611,56 ^{cz}	1367,7
	30	9880,00 ^{ay}	1017,33 ^{by}	583,11 ^{cy}	186,56 ^{dy}	1219,27
	60	8804,44 ^{ax}	910,22 ^{bx}	456,67 ^{cx}	190,00 ^{dy}	1080,88
	EEM	387,74	104,01	45,86	70,55	
Viscosidad						
60 RPM (mPa/s)	0	7673,33 ^{az}	1515,33 ^{bz}	732,22 ^{cz}	627,11 ^{dz}	882,80
	30	7470,00 ^{ay}	985,11 ^{by}	602,44 ^{cy}	198,28 ^{dy}	904,22
	60	7151,11 ^{ax}	905,11 ^{bx}	423,56 ^{cx}	160,50 ^{dx}	870,16
	EEM	79,89	95,82	44,79	74,82	

a - d: Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, P <0,05).

z - x: Medias en la misma columna con diferente letra difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, P <0,05).

EEM: Error estándar medio

Fuente: Castelo. M.J, Sánchez. D (2019)

Los resultados obtenidos de viscosidad, ya sean medidos con el rotor a 12, 30 o 60 rpm, tuvieron una misma tendencia: a medida que se incrementó la concentración de leche de cabra y transcurrió el tiempo de almacenamiento, la viscosidad disminuyó. Llama la atención la disminución drástica de la viscosidad en el champú C30 después de 30 o 60 días de almacenamiento, lo cual será discutido con mayor detalle en la sección de discusión.

c) Colorimetría del champú de leche de cabra, sistema CIE LAB*

En la tabla 8 se presentan los valores medios obtenidos en el análisis de colorimetría del champú elaborado con distintos porcentajes de leche de cabra, durante 60 días de almacenamiento.

Tabla 8. Valores medios del parámetro de color del champú con 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra en su fórmula, durante 60 días de almacenamiento.

Parámetro	Tiempo (días)	Concentración de leche				EEM
		0	10	20	30	
Color L*	0	31,45 ^{bz}	28,66 ^c	43,34 ^{az}	45,58 ^{az}	2,23
	30	27,92 ^{cy}	27,38 ^c	34,64 ^{by}	39,44 ^{ay}	1,52
	60	31,39 ^{cz}	26,32 ^d	34,92 ^{by}	36,62 ^{ax}	1,20
	EEM	0,62	0,60	1,44	1,34	
Color a*	0	-0,50 ^{ay}	-0,52 ^{ay}	-1,73 ^{by}	-2,29 ^{cy}	0,24
	30	-0,48 ^{ay}	-0,35 ^{az}	-1,02 ^{bz}	-1,13 ^{bz}	0,10
	60	-0,25 ^{az}	-0,26 ^{az}	-0,82 ^{bz}	-1,01 ^{cz}	0,10
	EEM	0,04	0,04	0,12	0,23	
Color b*	0	3,76 ^a	-4,94 ^b	-4,44 ^{bz}	-4,10 ^{bz}	1,09
	30	3,52 ^a	-5,41 ^b	-6,49 ^{cy}	-6,44 ^{cy}	1,27
	60	4,17 ^a	-5,22 ^b	-6,67 ^{cy}	-6,34 ^{cy}	1,35
	EEM	0,13	0,09	0,36	0,40	
Color C*	0	3,80 ^b	4,96 ^a	4,75 ^{ay}	4,73 ^{ay}	0,16
	30	3,54 ^c	5,41 ^b	6,58 ^{az}	6,57 ^{az}	0,38
	60	4,19 ^c	5,23 ^b	6,70 ^{az}	6,40 ^{az}	0,30
	EEM	0,13	0,09	0,32	0,31	
Color H	0	96,92 ^{dz}	265,18 ^a	251,96 ^{by}	240,68 ^{cy}	20,53
	30	98,90 ^{cz}	267,76 ^a	259,85 ^{bz}	259,15 ^{bz}	21,36
	60	93,21 ^{cy}	270,70 ^a	261,07 ^{bz}	262,33 ^{bz}	22,42
	EEM	0,89	1,00	1,69	3,66	

a - c: Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, P <0,05).

z - x: Medias en la misma columna con diferente letra difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, P <0,05).

EEM: Error estándar medio

Fuente: Castelo. M.J, Sánchez. D (2019)

En cuanto a la luminosidad (L^*), en los tres tiempos analizados, la inclusión de un 10% de leche en el champú produjo una disminución de la luminosidad (26-28). Sin embargo, al incluir un 20 y 30% de leche de cabra en el producto, la luminosidad se incrementó sustancialmente respecto al control y C10 (hasta los 45 puntos). Respecto al tiempo de almacenamiento, en los cuatro tratamientos de champú se obtuvo que la luminosidad tuvo tendencia a disminuir a medida que transcurre los 60 días de almacenamiento.

En cuanto al parámetro de color a^* , se observó que el champú tiende a tener un tono más verdoso a medida que se incrementó la concentración de leche de cabra, encontrándose diferencias con el champú control al incluir 20 y 30% de leche de cabra (-1,73 vs -2,29, respectivamente). Sin embargo, se observa una ligera disminución del tono verdoso en el champú C30 al día 60. Así mismo, y con respecto a la estabilidad durante el tiempo de almacenamiento, en todos los champús, a medida que aumentó el tiempo de estudio, disminuyó el índice de verde.

Respecto al parámetro de color b^* , se obtuvo un control de tonalidad amarillenta. Al incluir leche de cabra en la fórmula, el color viró a tener cierta tonalidad azulina (índice azul). Al día 0, los valores son similares con cualquiera de las concentraciones de leche de cabra utilizadas en este estudio, pero diferentes al control. Por otro lado, a los 30 y 60 días la tonalidad azul se incrementa a medida que se incrementa la concentración de leche de cabra. Respecto al tiempo de almacenamiento se observó en el caso del control la tonalidad amarilla aumenta al pasar los 60 días de almacenamiento, mientras que en los champús con leche de cabra la tonalidad azulada se incrementó.

En relación al parámetro de saturación C^* , tanto a medida que aumenta la concentración de leche de cabra en la fórmula, así como aumenta el tiempo de almacenamiento, la saturación de color de los productos también aumentó.

Al analizar los valores de ángulo Hue, en el champú control se situó en el segundo cuadrante ($93-96^\circ$), pero al incluir leche de cabra en la fórmula, los valores del ángulo se situaron drásticamente entre el tercer y cuarto cuadrante. Respecto a la estabilidad durante el tiempo de almacenamiento, el ángulo de matiz tiende a incrementarse en el transcurso del tiempo en los champús con leche de cabra, mientras que disminuye en el champú control.

d) Dispersión de la suciedad

En la tabla 9 se presentan los valores medios obtenidos en el análisis de dispersión de la suciedad del champú elaborado con distintos porcentajes de leche de cabra, durante 60 días de almacenamiento.

Tabla 9. Resultados del parámetro de dispersión de la suciedad del champú con 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra en su fórmula, durante 60 días de almacenamiento.

Parámetro	Tiempo (días)	Concentración de leche			
		0	10	20	30
Presencia de tinta	0	Nada	Nada	Nada	Nada
	30	Nada	Nada	Nada	Nada
	60	Ligero	Ligero	Ligero	Ligero

Fuente: Castelo. M.J, Sánchez. D (2019)

Al realizar la prueba visual, se obtuvo que tanto para los días 0 y 30, en los cuatro tipos de champú, tanto control como con diferentes concentraciones de leche de cabra, se obtiene una espuma completamente blanca, es decir que no presenta ningún resto de tinta china en la espuma, lo que indica una buena dispersión de la suciedad. Ya a los 60 días se observó un ligero resto de tinta china en la espuma en los cuatro tratamientos. Por tanto, se obtuvo como resultado que el champú arrastró de forma más eficiente la suciedad desde los 0 a 30 días, independientemente de la cantidad de leche añadida, mientras que pierde un poco esa eficiencia a los 60 días.

5.1.2. Análisis sensorial o prueba de acondicionamiento de champú con leche de cabra.

En la tabla 10 se presentan los valores medios obtenidos en el análisis sensorial respecto al acondicionamiento del champú control y elaborados con distintos porcentajes de leche de cabra, durante 60 días de almacenamiento.

Tabla 10. Valores medios de los resultados de análisis sensorial o prueba de acondicionamiento del champú con 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra en su fórmula, durante 60 días de almacenamiento.

Parámetro	Tiempo (días)	Concentración de leche				EEM
		0	10	20	30	
Suavidad -1/1	0	0,00	-0,02 ^y	-0,01 ^y	0,06	0,03
	30	0,00 ^b	0,31 ^{az}	0,29 ^{az}	0,08 ^b	0,03
	60	0,00 ^b	0,32 ^{az}	0,23 ^{az}	0,14 ^b	0,03
	EEM	0,00	0,04	0,04	0,04	

a - c: Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, P < 0,05).

z - x: Medias en la misma columna con diferente letra difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, P < 0,05).

EEM: Error estándar medio

Fuente: Castelo. M.J, Sánchez. D (2019)

Al momento de obtener los champús de los cuatro tratamientos, es decir, al día 0, en la prueba de acondicionamiento los jueces no entrenados reportaron que los 4 champús, independientemente de la cantidad de leche de cabra en su formulación, tenían el mismo nivel de suavidad. Tras 30 y 60 días de almacenamiento, los champús C10 y C20 resultaron en un pelo más suave que el control, mientras que la inclusión de 30% de leche de cabra en la fórmula no difirió del control. En los tratamientos C10 y C20, los 30 días de almacenamiento resultaron en un champú que deja un pelo más suave y acondicionado que al día 0, según lo percibido por los consumidores, lo cual se mantiene hasta los 60 días de almacenamiento. En cambio, tanto el champú control como con un 30% de leche de cabra en su fórmula no reportaron diferencias a lo largo del tiempo de estudio.

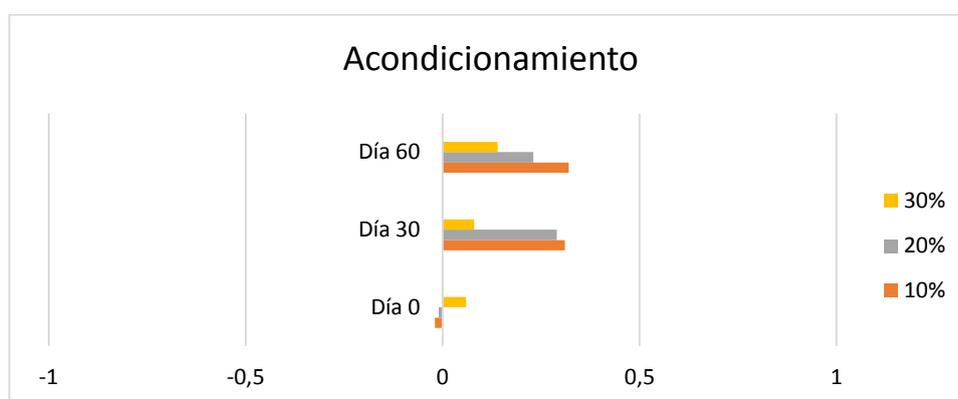


Figura 2. Valores de diferencia del parámetro de acondicionamiento del champú con 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra en su fórmula, durante 60 días de almacenamiento.

Fuente: Castelo. M.J, Sánchez. D (2019)

5.2. DISCUSIÓN

5.2.1. Análisis fisicoquímico de champú con leche de cabra

a) pH, formación y estabilidad de la espuma, humedecimiento, sólidos y tensión superficial.

El nivel de pH del champú es responsable de mejorar la calidad del cabello, minimizando la irritación ocular y estabilizando el equilibrio ecológico del cuero cabelludo. La acidez leve previene la hinchazón y promueve ajuste de las escamas, lo que induce brillo en el cabello y minimiza el daño al mismo (Bushra et al., 2018). El pH estable en un champú para evitar el daño del cuero cabelludo es de 5,0 – 7,0, el cual está cerca del pH de la piel, es decir el champú para el cabello debe tener un pH neutro o ligeramente ácido. Lo que permite dar el pH adecuado al champú es el ácido cítrico (Abu-Jdayil & Mohameed, 2004; Krunali et al., 2013).

En el caso de los champús con 10 y 20% de leche de cabra se obtiene un pH de 5,66-5,81 al día 0 y con el paso del tiempo se incrementó hasta 6,24-6,23. Respecto al C30 iniciamos con un pH de 6,27 y disminuye a 5,96. Bushra et al. (2018), analizando diferentes marcas de champú del mercado de Arabia Saudí, reportaron variaciones de pH de 4,99 a 6,55. Por otra parte Khaloud & Shah (2014) reportaron un pH de 7,2 en muestras de un champú herbal. En el estudio realizado por Seema et al., (2017) el pH de un champú polihierbal fue de 5,5 el cual fue considerado ligeramente ácido.

Se pudo observar que en el champú control el pH es menor a los otros tratamientos y se mantiene en tiempo igual, por lo que al incrementar leche de cabra a mayor concentración el pH sube. Tanto los tres niveles de leche de cabra (10%, 20% y 30%) se encuentran dentro del rango de pH óptimo de un champú que es entre 5,0 – 7,0 y al comparar con los autores se obtiene resultados similares. Sin embargo, en nuestro estudio se observó al día 60 en el champú C30 una caída drástica del pH del champú. A los 60 días, en este champú se observó la formación de 2 fases, lo que presume que una alta concentración de leche y caseínas, así como la acidificación del producto, puede provocar la desnaturalización de las proteínas lácteas y hacer que éstas floculen con el paso del tiempo.

Aunque la generación de espuma no tiene correlación con la capacidad de limpieza de los champús, es de suma importancia para el consumidor. Para considerar que el champú tiene una buena capacidad de formación de espuma este debe ser de 100 ml o más y debe mantenerse lo más estable posible durante el tiempo de evaluación (Sarath et al., 2013), 20 minutos en este caso. En el caso del champú con un 10 y 20% de leche de cabra se obtuvo 105-107,22 ml de espuma formada y tras 20 minutos se mantuvo en aproximadamente 100-101 ml. En el caso del C30 se formó menos espuma, lo que puede indicar que la presencia de los componentes de leche a esa proporción puede tener un impacto negativo en cuanto a la formación de espuma.

En el estudio realizado por Bushra et al. (2018) en el cual compara diferentes marcas de champú del mercado de Arabia Saudí se obtiene una formación de espuma de entre 107 ml a 78 ml y a los 20 min se pierden entre 6 ml. Khaloud & Shah (2014) en las pruebas realizadas a su champú herbal obtiene una formación de espuma de 115 ml a 92 ml. Seema et al. (2017) en un champú polihierbal obtiene una formación de espuma de entre 110 ml a 115 ml y la reporta como una buena formación de espuma. En el estudio realizado por Kumar & Mali (2010) a un champú herbal se obtiene entre 180 y 134 ml de formación de espuma y en su caso pasado 5 min pierden entre 3 ml de la misma. Por lo que se observa que al comparar con el control al momento de añadir leche de cabra en mayor concentración se disminuye la formación de espuma en comparación con el control, mientras que a una concentración de 10 y 20%, la capacidad de formar espuma aumenta.

La capacidad de humedecimiento depende de la cantidad de detergente aplicado en el champú. Los fenómenos de humectación son complejos y dependen de varios procesos y factores como la difusión, la tensión superficial, la concentración y la naturaleza de la superficie que se humedece (Manikar & Jolly, 2001).

Bushra et al. (2018) en su estudio realizado a diferentes marcas de champús concluye que Syoss contiene la máxima concentración de detergentes porque tenía menos tiempo de humectación (12.67 ± 5.03 segundos) en contraste con Sunsilk, que exhibió el tiempo de humectación máximo (23.00 ± 8.19 segundos), por lo tanto, la cantidad de detergente presente en su formulación es mínima. Khaloud & Shah (2014) reportan el tiempo de humectación de tres champús en el orden $141 < 157 < 187$ segundos para Dove, Herbal Essences y su champú formulado con extracto de reetha, amla, shikakai y sidra,

respectivamente, y concluyen que Dove contiene la concentración máxima de detergentes porque tuvo el menor tiempo de humectación, en contraste, el champú formulado que exhibió el máximo tiempo de humectación, por lo que contiene la concentración mínima de detergentes. Gholamreza et al. (2011), al evaluar un champú a base de semillas de fenogreco, obtienen un tiempo de humedecimiento entre 150 segundos por lo que su champú no contiene gran cantidad de detergente.

Al comparar con el control y los resultados obtenidos por otros autores, en este estudio se obtuvo que el tiempo de humedecimiento aumentó con la concentración de leche añadida y con el pasar de los días. Así, en nuestro caso, el champú C30 resultó el de menor presencia de detergente y el champú C10 el de mayor concentración de detergente. El mayor tiempo de humedecimiento fue mayor en el champú de C30 muy probablemente debido a que contiene más cantidad de leche de cabra y los glóbulos grasos de la misma, al ser pequeños, permiten su fácil ingreso y absorción en la piel propiciando mayor humectación (Ferreira et al., 2003).

Los buenos champús generalmente tienen un 20-30% de contenido sólido, mientras que permiten aplicarlo y enjuagarlo fácilmente del cabello. Sin suficientes sólidos, el champú será demasiado acuoso y se lavará rápidamente (Bushra et al., 2018). En el champú a base de leche de cabra tenemos en C10 al día 0; 22,44% y al día 60; 25,60%, en C20 tenemos 23,88% a 27,40% y en C30 tenemos de 27,11% a 29,56%.

La evaluación realizada por Bushra et al. (2018); a varios champús de diferentes marcas del mercado de Arabia Saudí se reportaron entre 17,8% a 25,1% en cuanto al contenido de sólidos, mientras que Khaloud & Shah (2014); reportaron que sus champús se encuentran dentro del rango de 22% a 25% y se espera que se laven fácilmente. Seema et al. (2017) descubrieron que el champú a base de hierbas formulado con extracto polihierbal tenía un contenido de sólidos del 26,42% y sugiere que se puede lavar fácilmente. Y por último tenemos el estudio realizado por Kumar & Mali (2010) a un champú herbal en donde su porcentaje de sólidos se encuentra entre 22-29%. Como resultado, fueron fáciles de lavar.

En nuestro estudio, al incluir e incrementar la concentración de leche de cabra y al pasar el tiempo, el porcentaje de sólidos se incrementó, siempre manteniéndose en los rangos propuestas para considerarlos como champús de fácil lavado.

La tensión superficial se puede medir por la cantidad de surfactante presente en champús para reducir la tensión superficial. Cuanto menor es la tensión superficial, mayor es la capacidad de limpieza del champú. Se considera que un champú es de buena calidad si disminuye la tensión superficial del agua pura de 72,28 dyn / cm a aproximadamente 40 dyn/cm (Ireland et al., 2007). En los champús a base de leche de cabra se obtuvo al día 0 valores entre 55 y 60 dyn / cm y al día 60 se obtuvieron valores entre 35 y 41 dyn / cm.

Khaloud & Shah (2014) indican que el champú formulado con extracto de reetha, amla, shikakai y sidra, redujo la tensión superficial a 38,72 dyn/cm, que es comparable a la marca Herbal Essences (38,36 dyn/cm). Sin embargo, entre todos los champús, la marca Dove (31,68 dyn / cm) tuvo la tensión superficial más baja, lo que indica que tiene la capacidad de limpieza más fuerte. Bushra et al. (2018) reportan que las tensiones superficiales de los champús probados variaron de 32.20 ± 0.69 a 34.73 ± 2.57 dyn / cm, que son resultados aceptables, con la tensión superficial más baja que indica que tiene la mayor capacidad de limpieza. Kumar & Mali (2010) mencionan que la reducción en la tensión superficial del agua de 72.8 dyn/ cm a 35.37 dyn / cm por lo que los champús herbales tienen una buena acción de detergente.

Al comparar con el control, la inclusión de leche de cabra en la fórmula resulta en un incremento de la tensión superficial a medida que aumenta la cantidad de leche de cabra. Pero al pasar el tiempo de almacenamiento ésta disminuye en los cuatro tratamientos. Con los resultados de los autores podemos ver que en el champú de leche de cabra inicia con una tensión superficial por encima de las 40 dyn / cm. Sin embargo al día 30 y 60 para todas las concentraciones se consigue disminuir la tensión superficial por lo que en este tiempo la eficiencia del detergente es más fuerte especialmente en el champú de C10, ya que presenta menor tensión superficial que los otros tres tratamientos.

b) Viscosidad del champú de leche de cabra

La viscosidad de un champú está relacionada, al menos en parte, con la cantidad de sólidos que están presentes. La viscosidad del producto juega un papel importante en la definición y el control de muchos atributos, como la estabilidad de la vida útil (Bushra et al., 2018). Varios autores (Bushra et al., 2018; Kumar & Mali, 2010; Rihan et al.,

2014) han observado que al aumentar la velocidad de análisis del rotor, el viscosímetro ofrece valores de viscosidad más bajos. Estos autores han reportado que la naturaleza de sus champús es pseudoplástica.

En el caso del champú con leche de cabra al comparar con el control, se observó que el control es mucho más viscoso que los tratamientos con leche de cabra y que al aumentar las RPM disminuye la viscosidad en los tratamientos y de igual manera al transcurrir el tiempo. En el caso de C30 se observó una disminución mayor debido a la separación de fases que presentó el champú. Al comparar con los otros autores, se observa la misma tendencia en los valores de viscosidad por lo que se considera al champú de naturaleza pseudoplástica, ya que la viscosidad varía dependiendo de la velocidad aplicada y de la concentración de leche de cabra. Además la viscosidad de un champú no es constante y si se le aplica la presión adecuada tiende a comportarse como un sólido.

c) Colorimetría del champú de leche de cabra, sistema CIE LAB*

Generalmente el color del champú es evaluado en el análisis de apariencia física, y lo realizan mediante un examen visual, para el cual utilizan personas voluntarias las cuales indican el color del champú. Es así que diferentes autores Bushra et al. (2018); Khaloud & Shah (2014); Kumar & Mali (2010); Seema et al. (2017) han realizado evaluaciones visuales obteniendo resultados diversos en cuanto al color del champú, siendo unos café, café claro, blancos, amarillos, entre otros. Así mismo, el color del champú va a depender de los colorantes o ingredientes incluidos en su formulación.

El colorímetro permite observar los colores que el ojo humano no puede ver, además que nos da resultados más precisos acerca del color real del champú, obteniendo que a medida que aumenta la concentración de leche en el champú aumenta la luminosidad. El champú toma un tono más verdoso y azulado, pero a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento la luminosidad del champú disminuye, baja la intensidad del tono verde y se incrementa la intensidad el tono azul. Estos cambios pueden deberse al color característico de la leche de cabra y al color obtenido en la base del champú. Además, se aprecia que estas tonalidades diferentes obtenidas al incluir la leche de cabra en la formulación, pueda deberse a algún tipo de reacción entre los compuestos de la base del champú y los de la leche de cabra.

d) Dispersión de la suciedad

La dispersión de la suciedad es un criterio importante para evaluar la acción limpiadora de los champús. Los champús que hacen que la tinta se concentre en la espuma se consideran de baja calidad porque la tinta o la suciedad que queda en la espuma es difícil de enjuagar y se vuelve a depositar en el cabello (Saad & Kadhim, 2011).

En los estudios realizados por Bushra et al. (2018); Khaloud & Shah (2014); Kumar & Mali (2010) observaron que las muestras de champú analizadas mostraron buenos resultados, ya que no había distribución de tinta en su espuma; sin embargo Seema et al. (2017) indicaron que en su champú polihierbal existe presencia de tinta en la espuma pero ésta es ligera, por lo que se considera un resultado de mediana calidad. En nuestro caso tenemos buenos resultados en el control y en los tratamientos de champú con leche de cabra hasta el día 30 ya que no existe presencia de tinta en la espuma formada por el champú. Pero en el día 60 en los 4 tratamientos, tanto control como champú con leche de cabra, se observó presencia ligera de tinta en la espuma por lo que el champú disminuyó su calidad de limpieza.

5.2.2. Análisis sensorial o prueba de acondicionamiento de champú con leche de cabra.

El rendimiento de acondicionamiento de los champús, es decir, su suavidad, es uno de los requisitos más cotizados por el consumidor, ya que se busca que el champú proporcione suavidad al cabello después del lavado. Evaluar el acondicionamiento permite dejar saber al consumidor la calidad del champú a utilizar (Boonme et al., 2011).

En los resultados obtenidos por Seema et al. (2017) en un champú polihierbal, se observó que los mechones lavados eran ligeramente más gruesos que los no lavados, y los resultados obtenidos por la evaluación de las personas arrojaron que el champú tiene un rendimiento acondicionador satisfactorio. Igwebike-Ossi et al. (2017), al evaluar un champú medicado a base de triclosán, obtuvieron mayor sedosidad y brillo al cabello. Esto se debe a la incorporación de una alcanolamina que tiene un efecto acondicionador sobre el cabello, así como a otros beneficios adicionales de aumentar la espumabilidad y aumentar la viscosidad del champú. Por otra parte en los estudios realizados por Khaloud & Shah (2014) a su champú herbal y compararlo con los comerciales obtienen

que la trenza que se lavó con la marca Dove proporcionó el mejor rendimiento de acondicionamiento y como se esperaba la trenza de control (sin lavar) obtuvo la puntuación mínima, además que su champú tiene un buen rendimiento de acondicionamiento.

En nuestro caso al comparar los tratamientos con el control se observó que mejora la suavidad al transcurrir el tiempo de almacenamiento es decir al pasar los 30 días. Además que el brillo del cabello se incrementó al lavarlo con los distintos tratamientos que contenían leche de cabra. Pero el mejor rendimiento de acondicionamiento del cabello se obtuvo en el tratamiento C10 al obtener resultados de suavidad ligeramente más altos a los otros tratamientos (0,32 de suavidad). Sin embargo el champú C30 al día 60 presenta un desfase de la parte sólida de la líquida, además que a partir del día 60 el champú C20 presenta un ligero mal olor, mientras que el C30 presenta un fuerte olor desagradable.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Las características físico-químicas del champú base mejoran ligeramente con la adición de entre un 10 y 20% de leche de cabra. Adicionar un 30% de leche de cabra produce una acidificación y disminución de la capacidad espumante, así como en la floculación de las proteínas de la leche durante el tiempo analizado, lo cual no es aceptable en el producto. Así mismo, la capacidad de dispersión de la suciedad se mantiene con buenos resultados en todos los champús, pero sólo durante el primer mes de almacenamiento.
- La viscosidad del champú, de naturaleza pseudoplástica en todos los casos, disminuye al aumentar la presencia de leche de cabra y con el paso del tiempo.
- En cuanto al color mientras aumenta la concentración de leche en el champú aumenta la luminosidad, además toma un tono más verdoso y azulado, pero con el tiempo estas características disminuyen.
- La presencia de leche de cabra en la formulación resulta en una mayor suavidad del cabello respecto al control, obteniendo los mejores resultados en el tratamiento C10, el cual otorga un mayor rendimiento acondicionador.
- Debido a que pasado los 30 días de almacenamiento se observó una deficiente dispersión de la suciedad, un desfase en el champú C30 y la presencia de un ligero olor a leche rancia en el champú C20 y un fuerte olor rancio en el champú C30, se concluye que el uso de un 10 y 20% de leche de cabra en la formulación del champú es viable y favorecedora. El tiempo de estabilidad del producto es de 30 días, ya que las mejores características visuales, físico- químicas se obtienen a este tiempo.

5.2. Recomendaciones

- Realizar pruebas microbiológicas y de irritación en piel y ojos del champú a base de leche de cabra. Realizar un estudio de factibilidad para evaluar la aceptación que tendría este producto en el mercado de la ciudad de Riobamba.
- Elaborar champú con leche de cabra añadiendo conservantes y preservantes permitidos en la industria cosmética para realizar pruebas que permitan evaluar sus características y la estabilidad del producto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu-Jdayil, B., & Mohameed, H. (2004). Rheology of Dead Sea shampoo containing the antidandruff climbazole. *Int. J. Cosmet. Sci*, 26(6), 281-289.
- Aghel, N., Moghimipour, B., & Dana, R. (2007). Formulation of a herbal shampoo using total saponins of *Acanthophyllum squarrosum*. *Iran. J. Pharm*, 6(3), 167-172.
- Al-Achi, A., Baghat, T., Chukwubeze, O., & Dembla, I. (2007). Rheological Profile, Specific Gravity, Surface Tension, and pH of Fifteen Over-the-counter preparations. *Int. J. Pharm. Comp*, 11(3), 252-258.
- Ashok, K., & Rakesh, R. (2010). Evaluation of prepared shampoo formulations and to compare formulated shampoo with marketed shampoos. *Int J Pharm Sci Rev*, 3(1), 120-126.
- Barata, E. (2002). A cosmetologia: princípios básicos. *Tecnopress, São Paulo*, 176.
- Bedoya, O., Rosero, R., & Posada, S. (2012). Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes. *Universidad de Antioquia*, 93-110.
- Benito. (2013). *Organics Magazine*. Recuperado el 11 de Diciembre de 2019, de <https://organics-magazine.com/prohibir-los-parabenos/>
- Bidot, A., Sosa, D., & Artiles, E. (2014). Importancia de la leche de cabra en la alimentación humana. *Ciencia y Tecnología Ganadera*, 8(3), 175-178.
- Boonme, P., Pakpayat, N., Yotmanee, K., Kunlawijitrungee, S., & Maneenuan, D. (2011). Evaluation of shampoos containing silicone quaternary microemulsion. *J App Pharm Sci*, 1, 59-63.
- Breuer, M. (1981). Classification of shampoos. *Soc. Cosmet. Chem*, 32, 437-456.
- Bushra, T., Eram, K., Rana, A., & Lama, A. (2018). Pharmaceutical evaluation of different shampoo brands in local Saudi market. *Saudi. Pharm. J*, 26, 98-106.
- Capra. (2004). *Iespana*. Recuperado el 25 de octubre de 2019, de <http://www.iespana.es/CAPRA/HOMBRE/HOMBRE.HTM>.
- Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., & Lamberet, G. (2003). A Review of Nutritional and Physiological Factors Affecting Goat Milk Lipid Synthesis and Lipolysis. *J. Dairy. Sci*, 86, 1751-1770.
- Cofré, B. (2001). Producción de cabras lecheras. 66, 132-134.

- Deshmukh, S., & Kaushal, B. (2012). Formulations and evaluation of herbal shampoo and comparative studies with herbal marketed shampoo. *Int. J. Pharm. Bio. Sci*, 3(3), 638-645.
- FAOSTAT. (2019). *FAO*. Recuperado el 11 de 12 de 2019, de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QL/visualize>
- FAOSTAT. (2019). *FAO*. Recuperado el 11 de 12 de 2019, de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QA/visualize>
- Fazlolahzadeh, O., & Masoudi, A. (2015). Cosmetic evaluation of some Iranian commercial normal hair shampoo and comparison with new developed formulation. *Int. J. Pharmacogn*, 2(5), 259-265.
- Fernández, A. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. *Rev. prod. anim*, 29(2), 32-41.
- Ferreira, E., Lucas, R., Rossi, L., & Andrade, D. (2003). Curativo do paciente queimado: uma revisão de literatura. *Rev. Esc. Enferm*, 37, 44-51.
- Firthouse, P. (2009). Effects of *Ocimum sanctum* and *Azadiracta indica* on the formulation of antidandruff herbal shampoo powder. *DerPharm Lett*, 1(2), 68-76.
- Gholamreza, D., Fariba, S., Payam, K., Ehsam, M., & Javad, J. (2011). Formulation of herbal conditioner shampoo by using extract of fenugreek seeds and evaluation of its physicochemical parameters. *Afr. J. Pharm. Pharmaco*, 5(22), 2420-2427.
- Haelin, W. (2004). Goat Milk in Human Nutrition. *Small. Ruminant. Res*, 51, 155-163.
- Igwebike-Ossi, C., Iroha, I., & Oke, B. (2017). Formulation and Antimicrobial Activity of Triclosan- Based Medicated Shampoo. *J. chem. phram. res*, 9(7), 100-104.
- INEC. (2019). *Instituto Nacional de Estadística y censos*. Recuperado el 23 de 12 de 2019, de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-produccion-agropecuaria-continua/>
- Ireland, S., Carlino, K., & Otros. (2007). Shampoo after craniotomy: a pilot study. *Can. J. Neurosci. Nurs*, 29(1), 14-19.
- Ishii, M. (1997). Objective and instrumental methods for evaluation of hair care product efficacy and substantiation of claims. In: Hair and hair care. *New York: Marcel Dekker*, 261-302.
- Khaloud. (2014). Formulation, evaluation and comparison of the herbal shampoo with the commercial shampoos. *Beni-Suef University. J. Basic. Applied. Sci*, 3, 301-305.

- Khaloud, A., & Shah, A. (2014). Formulation, evaluation and comparison of the herbal shampoo with the commercial shampoos. *Beni-Suef University. J. Basic. Applied. Sci*, 3, 301-305.
- Krunali, T., Dhara, P., & otros. (2013). Evaluation of standards of some selected shampoo preparation. *World J. Pharm. Pharm. Sci*, 2, 3622-3630.
- Kumar, A., & Mali, R. (2010). Evaluation of prepared shampoo formulations and to compare formulated shampoo with marketed shampoos. *Evaluation*, 3(1).
- Manikar, A., & Jolly, C. (2001). Formulation of natural shampoos. *Int J Cosmet Sci*, 23(1), 59-62.
- Mitsui, T. (1997). *New Cosmetic Science. Elsevier.*
- Ortega, G., Raz, I., Magaña, H., Ortiz, J., Sierra, S., & Centurión, F. (2011). Interacción genotipo x ambiente en cabras lecheras. *Bioagrociencias*, 4(2), 32-40.
- Padya, A., & Ghodke, K. (2007). Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. *Small. Ruminant.Res*, 68, 193-206.
- Park, Y. (2006). Goat Milk Chemistry and Nutrition. En Y. Park, & F. Haenlein, *Handbook of Milk of Non-bovine Mammals* (págs. 34-58). Oxford UK: Blackwell Publishing Professional.
- Park, Y. (2007). Rheological Characteristic of Goat and Sheep Milk. *Small. Ruminant. Res*, 68, 73-87.
- Park, Y., Juárez, M., Ramos, M., & Haenlein, G. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small. Ruminant. Res*, 68, 88-113.
- Pooja, A., Arun, N., & Maninder, K. (2011). Shampoos based on synthetic ingredients vis-à-vis shampoos based on herbal ingredients: a Review. *Int J Pharm Sci Rev*, 7(1), 41-46.
- Richardson, C. (2004). Let's Learn About Dairy Goats and Goat's Milk. *Dairy Goat Association Bulletin*, 424, 1-4.
- Rihan, U., Shailesh, G., & Avinash, K. (2014). Controlling Acute Inflammation with Dexamethasone in a Sustained Release Hydrogel Formulation. *Asian. J. Pharm. Pharmaco. Education. Res*, 3(3), 2878-7496.
- Rodríguez, C., & Valencia, C. (2006). La leche de caprina, otras propiedades y atributos. *Departamento de Agricultura.*, 2, 1-2.
- Saad, A., & Kadhim, R. (2011). Formulation and evaluation of herbal shampoo from *Ziziphus spina Christi* leaves extract. *Int. J. Res. Ayurveda Pharm*, 2, 1802-1806.

- Sánchez Macías, D., Morales de la Nuñez, A., Moreno Indias, I., Hernández Castellano, L., Mendoza Grimón, V., Castro, N., & Argüello, A. (2011). Lipolysis and proteolysis profiles of fresh artisanal goat cheese made with raw milk with 3 different fat contents. *J. Dairy. Sci.*
- Sarath, C., Vipin, K., Ann, R., Lindumol, K., & Arun, S. (2013). Development and evaluation of antidandruff shampoo based on natural sources. *J Pharm Phytother, 1(4)*, 10-14.
- Seema, Y., Arti, S., Pratiksha, B., Jadhay, S., & Gaikward, D. (2017). Formulation and evaluation of polyherbal shampoo and compare with marketed shampoos. *World J. Pharm. Pharm. Sci, 6(12)*, 1388-1397.
- Sharma, R., Shah, K., & otros. (2011). Evaluation of prepared herbal shampoo formulations and to compare formulated shampoo with marketed shampoos. *Int. J. Pharm. Pharm. Sci, 3(4)*, 402-405.
- Silanokove, N., Leiter, G., Merin, U., & Prosser, C. (2010). Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. *Small Rumin Res, 89(2-3)*, 110-124.
- Slačanac, V., Hardi, J., Pavlović, H., Vuković, H., & Čutić, V. (2004). Inhibitory effect of goat and cow milk fermented by ABT-2 culture (*Latobacillus acidophilus* LA-5 *Bifidobacterium lactis* BB-12 and *Streptococcus thermophilus*) on the growth of some uropathogenic *E. coli* strains. *Ital. J. Food Sci., 16*, 209-219.
- Sociedad, A. (2014). *Diario ABC, S.L.* Recuperado el 11 de Diciembre de 2019, de <https://www.abc.es/sociedad/20141208/abci-parabenos-cosmetica-201412052021.html>
- Turkmen, N. (2017). The Nutritional Value and Health Benefits of Goat Milk Components. En R. Watson , J. Collier, & V. Preedy, *Nutrient in Dairy and Their Implications on Health and Disease* (págs. 441-449). Londres, Reino Unido: Academic Press.

ANEXOS

FOTOS

Tabla 11: Fotografías de las técnicas utilizadas en la investigación.

<p>A.</p> 	<p>A.</p> 
<p>B.</p> 	<p>C.</p> 
<p>D.</p> 	<p>E.</p> 
<p>A. Elaboración de champú con distintas concentraciones de leche de cabra. B. Determinación del pH del champú de 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra. C. Determinación de la dispersión de la suciedad del champú de 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra. D. Determinación del tiempo de humedecimiento del champú de 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra E. Determinación de la viscosidad de champú de 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra.</p>	

<p>F.</p> 	<p>G.</p> 
<p>H.</p> 	<p>I.</p> 
<p>J.</p> 	
<p>F. Determinación del porcentaje de sólidos de champú de 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra.</p> <p>G. Determinación de la tensión superficial de champú de 0, 10, 20 y 30% de leche de cabra.</p> <p>H. Determinación del color del champú de 0, 10, 20 y 30 % de leche de cabra.</p> <p>I. Preparación de las muestras de cabello de 10 cm de largo y 5g de peso.</p> <p>J. Prueba de acondicionamiento del champú por parte del personal y estudiantes de la UNACH.</p>	