



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DETERMINACIÓN UN MÉTODO EFICIENTE PARA LA EXTRACCIÓN DE
SAPONINAS PRODUCIDAS DURANTE EL LAVADO DE QUINUA (*Chenopodium
quinoa*) Y SU USO COMO TENSOACTIVO EN LA ELABORACIÓN DE CHAMPÚ

Autores

Natalie Mishell Trujillo Andino
Francisco Daniel Valencia Barba

Año
2017



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DETERMINACIÓN UN MÉTODO EFICIENTE PARA LA EXTRACCIÓN DE
SAPONINAS PRODUCIDAS DURANTE EL LAVADO DE QUINUA (*Chenopodium
quinoa*) Y SU USO COMO TENSOACTIVO EN LA ELABORACIÓN DE CHAMPÚ

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para
optar por el título de Ingenieros Agroindustrial y de Alimentos

Profesora Guía

Dra. Janeth Fabiola Proaño Bastidas

Autores

Natalie Mishell Trujillo Andino

Francisco Daniel Valencia Barba

Año

2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Janeth Fabiola Proaño Bastidas.
Doctora en Pedagogías Innovadoras
C.I. 1706515564

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación”.

Bolivar Edmundo Silva López
Magister en Gestión de la Producción
C.I. 1706480694

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Natalie Mishell Trujillo Andino.

C.I. 1713626297

Francisco Daniel Valencia Barba.

C.I. 1719952986

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Dra. Janeth Fabiola Proaño por todo su apoyo y ayuda en la realización de este trabajo.

Un agradecimiento especial a mi novio Daniel que es el amor de mi vida, gracias por sus consejos y motivación en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Dra. Janeth Fabiola Proaño por ser una excelente guía y darnos mucha motivación para culminar con éxitos el presente trabajo.

Agradezco totalmente a mi padre, mi hermana y mi mejor amigo por estar siempre, sin importar las circunstancias.

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado las fuerzas para llegar hasta este punto. A mi madre Ivonne por ser base fundamental en todo lo que soy, por su incondicional apoyo y por ser un gran ejemplo de mujer, pero principalmente por su eterno amor. A mi hermana Melissa, que es mi mejor amiga por su dulzura y su infinito cariño. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ustedes.

DEDICATORIA

A mi madre que es la fuente de inspiración y motivación en todo momento. A mi padre que con su sabiduría me hace siempre querer progresar y mi hermana que con su cariño de madre me protege. Además toda mi familia y amigos que fueron incondicionales en los momentos buenos y malos. Todo este increíble trayecto estudiantil se los debo a ellos.

RESUMEN

La quinua ha sido utilizada para la alimentación humana desde antes de la conquista española. El lavado de la quinua es el método tradicional y fundamental para que esta pueda ser apta para el consumo alimenticio, en este proceso se eliminan saponinas, las mismas que son consideradas como un residuo de desperdicio. En el Ecuador existe una demanda importante de cosméticos como el champú, sin embargo la elaboración de este tipo de productos se basa en la utilización de tensoactivos para mejorar la apariencia de dichos productos. El presente trabajo de titulación tiene como finalidad la optimización de un método para la extracción de las saponinas en el lavado de la quinua y evaluar su capacidad como tensoactivo en la elaboración de champú. Para el desarrollo de la metodología fueron realizados 5 tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5) y un patrón (T0) libre de saponinas. Se obtuvo ($1,68 \pm 0,18$ mg) de saponina de la quinua a 50°C y 5 minutos mediante el método de desaponificación por vía húmeda. La valoración de la capacidad tensoactiva de las saponinas arrojó los siguientes resultados: T4 ($0,59 \pm 0,26$ mg de saponinas) presentó un pH de 7,73. T5 ($1,68 \pm 0,18$ mg de saponinas) obtuvo 77 ± 1 mm de espuma en la primera medición y ($75,89 \pm 0,51$ mm) después de 5 minutos. T5 ($1,68 \pm 0,18$ mg de saponinas) presentó una viscosidad de $2551,33 \pm 1,22$ cP, a una velocidad de 50 rpm. El proyecto de elaboración de champú libre de tensoactivo químico resulta rentable con un VAN de \$ 127.041, un B/C de \$ 1, 80, un TIR de 47,89% y un TMAR de 26%.

ABSTRACT

Quinoa has been used for human food before the Spanish conquest. Rinsing the quinoa is the traditional and essential method to make it suitable for the food consumption; this process eliminates saponins, which are considered as a waste. In Ecuador there is an important demand for cosmetics such as shampoo, however the elaboration of this type of products is based on the use of surfactants to improve the appearance of them. The present titration work has the purpose of optimizing a method for the extraction of saponins in the rising of quinoa and to evaluate its capacity as a surfactant in shampoo. For methodology development 5 treatments had been used (T1, T2, T3, T4, T5) and a saponin-free pattern (T0) were performed. (1.68 ± 0.18 mg) of saponin was obtained at 50 °C and 5 minutes by the Rising method. The evaluation of the surfactant capacity of the saponins yielded the following results: T4 (0.59 v 0.26 mg of saponins) had a pH of 7.73. T5 (1.68 ± 0.18 mg of saponins) obtained 77 ± 1 mm of foam in the first measurement and (75.89 ± 0.51 mm) after 5 minutes. T5 (1.68 ± 0.18 mg of saponins) had a viscosity of 2551.33 ± 1.22 cP, at a rate of 50 rpm. The project of shampoo chemical surfactant free is profitable with a NAV of \$ 127041, a B/C of \$ 1.80, TIR of 47.89 % and a WACC of 26 %.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. General.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Capítulo I. La Quinoa.....	3
2.1.1. Historia.....	3
2.1.2. Contexto Mundial	4
2.1.4. Precios Internacionales.....	7
2.1.5. Contexto nacional	9
2.1.6. Distribución geográfica nacional	9
2.1.7. Producción nacional.....	10
2.1.8. Principales variedades de quinua que se producen en el Ecuador .	10
2.1.9. Principales productos a base de quinua	11
2.1.10. Exportaciones nacionales	11
2.1.11. Importancia de la semilla de Quinoa.....	12
2.1.12. Quinoa variedad INIAP TUNKAHUAN	12
2.2 Capítulo II. Saponinas.....	13
2.2.1 Definición	13
2.2.2. Estructura química	13
2.2.3. Saponinas de la Quinoa.....	14
2.2.4. Desaponificación de la quinua	17
2.3. Capítulo III. Tensoactivos o Surfactantes.....	18
2.3.1. Compuestos anfífilicos.....	18
2.3.2. Estructura química	19
2.3.3. Definición de Tensoactivo o Surfactante.....	19
2.3.4. Producción mundial de tensoactivos.....	20
2.3.5. Impacto Ambiental	21

2.3.6. Importaciones nacionales de tensoactivos	22
2.4. Capítulo IV. Champú.....	23
2.4.1. Definición	23
3. MATERIALES Y METODOLOGÍA	23
3.1. Tipo de investigación	23
3.2. Muestras de quinua para la investigación	24
3.3. Toma de muestras	24
3.4. Tratamiento de la muestra	25
3.5. Métodos y Técnicas	25
3.5.1. Desaponificación vía húmeda.....	25
3.5.2. Análisis de espectrofotometría.....	27
3.5.3. Elaboración de champú	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.2. Análisis de la capacidad tensoactiva de las saponinas en la elaboración de champú	37
4.2.1. Resultados de pH	37
4.2.2. Análisis de Espuma	40
4.2.3. Análisis de viscosidad.....	45
5. ANALISIS ECONÓMICO FINANCIERO	51
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
6.1. Conclusiones	60
6.2. Recomendaciones	60
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS	67

1. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un cultivo y alimento milenario de antiguas civilizaciones de los Andes. En la actualidad posee un alto potencial expansión a nivel mundial, debido a su gran versatilidad agronómica y sus bondades nutricionales, como el alto contenido de aminoácidos esenciales. Se destaca principalmente la isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina (Andes Bioversity International, FAO, PROINPA, INIAF y FIDA, 2013).

El potencial económico de la quinua deriva de diversos productos relacionados con la industria alimentaria, química, cosmética y farmacéutica (Andes Bioversity International et al, 2016). La quinua obtuvo su propia subpartida arancelaria (10.08.50) en el año 2012. El nivel de exportaciones fue de 131 millones de dólares, es decir 37 mil toneladas en el año 2012. Los tres países andinos, Bolivia, Perú y Ecuador participaron con el 84,2% del mercado de exportación mundial (Furche, Salcedo, Krivonos, Rabczuk, Jara, Fernández, y Correa, 2014).

Ecuador en el año 2013 contó con 2000 ha de cultivo de quínoa, por unidades productivas agroecológicas y orgánicas. Sus principales clientes fueron Estados Unidos y Europa (Peralta y Mazón, 2014).

El procesamiento de la quinua empieza con la etapa del manejo de poscosecha. El primer paso es el presecado para provocar la pérdida de humedad. El segundo paso es la trilla, para separar los granos de la panoja. Luego la prelimpieza, consiste en, eliminar impurezas. Como cuarto paso se realiza el secado del grano, que consiste en retirar la humedad restante del grano. Finalmente, se procede con la limpieza, selección y clasificación del grano de quinua para garantizar la eliminación de todas las impurezas. El grano es almacenado en sacos, al aire libre o en almacenes, y al granel, en amplios silos de diversa capacidad (Calla y Cortez, 2011).

El lavado, desamargado o desaponificación es el proceso más importante para hacer de la quinua un pseudocereal apto para el consumo humano (Calla y Cortez, 2011), este proceso consiste en conseguir la eliminación de saponinas del grano mediante el remojo y agitación en agua. Este método es muy satisfactorio, sin embargo es altamente contaminante para los afluentes en las que se deposita el agua utilizada (Nieto y Vimos, 1992).

Las saponinas son fitoquímicos que se encuentran en los guisantes, la soya, quinua y diversas plantas que presentan la característica de formar espuma. Son glucósidos esteroidales o triterpenoides con alto peso molecular que resultan de un azúcar con núcleo policíclico. Las saponinas se caracterizan por su poder tensoactivo (capacidad de formar en el agua espumas estables), su composición química está comprendida por un azúcar hidrófilo y la sapogenina hidrófoba (Gianna, 2013).

Los tensoactivos son moléculas con estructuras diseñadas para la absorción en las interfaces. La formación de agregados y la auto asociación dentro de soluciones de tipo acuosas. Estos agentes presentan dos tipos de naturaleza, siendo estas de tipo polar (hidrófila) y apolar (hidrófoba) (Gianna, 2013).

En el presente estudio se busca desarrollar un método óptimo para la extracción de saponinas del grano de la quinua, que permitirá elaborar un tipo de champú libre de tensoactivos sintéticos.

El champú es el producto compuesto por jabones o detergentes, para ser utilizado en el lavado del cabello y/o cuerpo. El champú ya sea jabonoso, sintético o compuesto debe cumplir con las siguientes características: homogeneidad, de olor agradable, no debe contener ingredientes en cantidades tóxicas para los humanos, formar espuma y libre de materias extrañas no declaradas (INEN 0851, 1982). Los tensoactivos cumplen un rol fundamental en la elaboración de champú debido a que le confieren a este

propiedades detergentes, emulsionantes, espumógenas y solubilizantes (Gianna, 2013).

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Evaluar un método eficiente para la extracción y cuantificación de las saponinas producidas en el lavado de la quinua y su uso como tensoactivo en la elaboración de champú.

1.2.2. Objetivos Específicos

Cuantificar las concentraciones de saponinas presentes en el agua de lavado de la quinua (*Chenopodium quinoa*) mediante métodos de extracción diferentes.

Valorar la capacidad tensoactiva de las saponinas extraídas en la elaboración de champú.

Realizar un análisis económico financiero para los métodos de extracción de saponinas y la elaboración de champú libre de tensoactivos químicos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Capítulo I. La Quinua

2.1.1. Historia

Se cree que la quinua (*Chenopodium quinua* Willd) fue domesticada a más de los 3.500 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar) en la cuenca del lago Titicaca. Luego distribuida al centro, centro norte de los valles andinos y al sur en la costa de Araucanía y Patagonia. En un periodo de más de 5.000 años

(Jellen, Maughan, Fuentes y Kokano, 2014). En la conquista española fue desplazada y considerada como simple comida india (Bazile y Baudron, 2014).

2.1.2. Contexto Mundial

El potencial de la quinua fue redescubierto en el siglo XX, pasando de ser cultivada en 6 países a 13 países, actualmente en otros 23 países se encuentran en fases experimentales y 20 países más la cultivaron por primera vez en el año 2014 (Bazile y Baudron, 2014). La extensión de su cultivo dividido entre los mayores, intermedios y menores productores, experimentadores y futuros experimentadores del año 2013 se puede observar en la *Figura 1*.

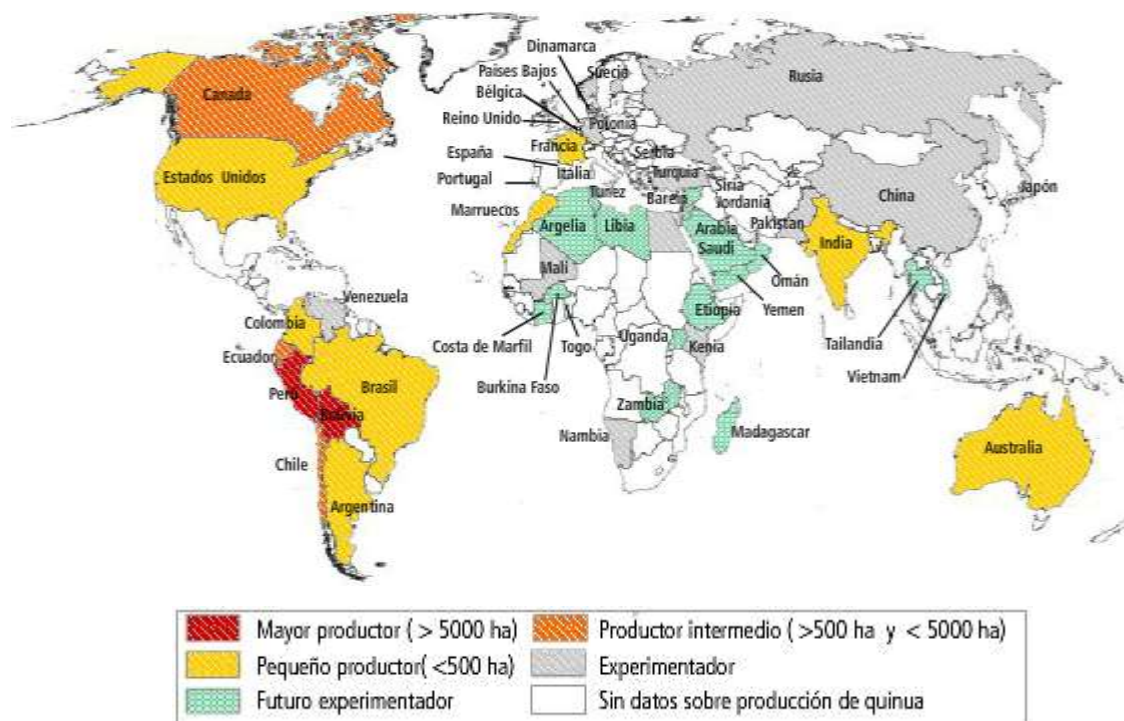


Figura 1. Extensión del cultivo de quinua en el mundo año 2013

Adaptado de (Bazile y Baudron, 2014)

2.1.3. Comercio mundial

La oferta y demanda de la quinua apuntan a un continuo crecimiento en el comercio internacional. En el año 2012 las exportaciones fueron alrededor de los 131 millones de US dólares. Bolivia, Ecuador y Perú países integrantes de la ALADI (Asociación Latinoamericana de Integración), representaron el 84,2% de las exportaciones (Furche, Salcedo, Krivonos, Rabczuk, Jara, Fernández, y Correa, 02014). Como se puede observar en el *Figura 2*.

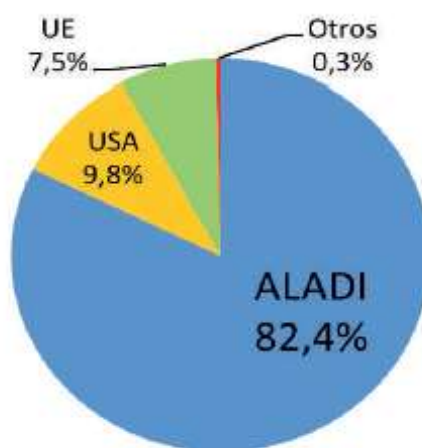


Figura 2. Principales exportadores mundiales de quinua año 2014

Tomado de (Furche et al., 2014)

Estos principales exportadores Bolivia, Ecuador y Perú han experimentado un crecimiento del 28,8% en dólares FOB (Libre a bordo) cláusula de comercio internacional) y 22,8% en volumen (TM), ambos anuales desde el año 1992 al año 2012 (*Figura 3*) (Furche et al., 2014).

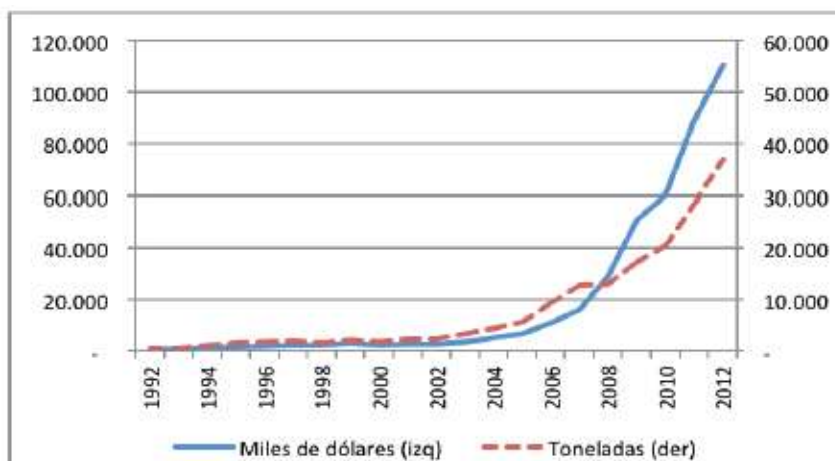


Figura 3. Exportaciones de Bolivia, Ecuador y Perú (ALADI) miles de dólares (izquierda) y toneladas (derecha) año 1992 al 2012

Tomado de (Furche et al., 2014)

Se estimó en el año 2012 un total de 80.255 toneladas de producción mundial de quinua según la FAO (2013), representada por 3 de los principales productores (*Figura 4*). Perú con 41.182 toneladas métricas/año obtuvo el primer lugar, Bolivia con 38.257 toneladas métricas/año obtuvo el último lugar y el tercer lugar fue para el Ecuador con 816 toneladas métricas/año (FAO y ALADI, 2014).

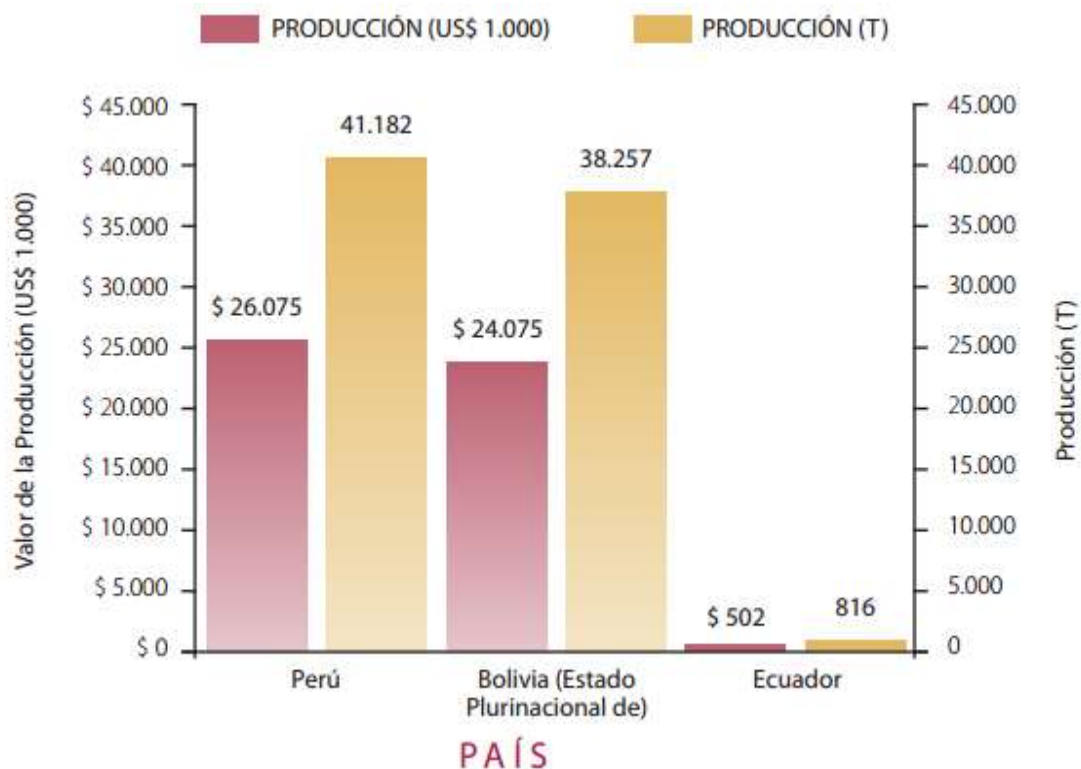


Figura 4. Producción mundial de quinua referente a los 3 mayores productores año 2012, en miles de dólares (US\$) y toneladas métricas (T)

Tomado de (FAO y ALADI, 2012)

La semilla de la quinua alcanzó gran popularidad como alimento en los últimos 30 años en Europa, América del Norte y Región Andina. Debido al aumento de dietas vegetarianas, intolerancia al gluten (enfermedad celíaca), creciente conciencia sociopolítica y orgullo cultural (Jellen, Maughan, Fuentes y Kokano, 2014).

2.1.4. Precios Internacionales

El precio de la quinua se mantuvo de 1992 al año 2007 en un promedio de 1,1 a 1,3 dólares (FOB) por kilogramo. Desde el 2008 el precio ha tomado un alza hasta llegar alrededor de los 3 dólares (FOB) por kilogramo desde el año 2009 (Figura 5) (Furche et al., 2014).

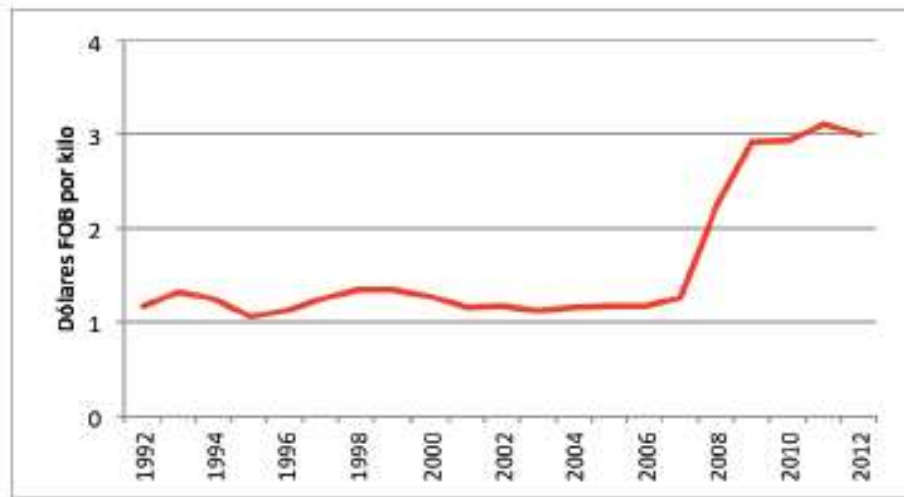


Figura 5. Evolución del precio internacional en dólares (FOB) de la quinua año 1992 al 2012

Tomado de (Furche et al., 2014)

Según el país el precio varía. En el año 2012 Australia tenía el valor unitario de 3,4 dólares (FOB) por kilogramo como el valor más alto y los países de la ALADI (Bolivia, Perú y Ecuador) con el menor precio de 2,2 dólares (FOB) por kilogramo. En cuanto a los principales mercados (Canadá, Estados Unidos y la Unión Europea) con un precio promedio de 3 dólares (FOB) por kilogramo (Furche et al., 2014), como se observa en la *Figura 6*.

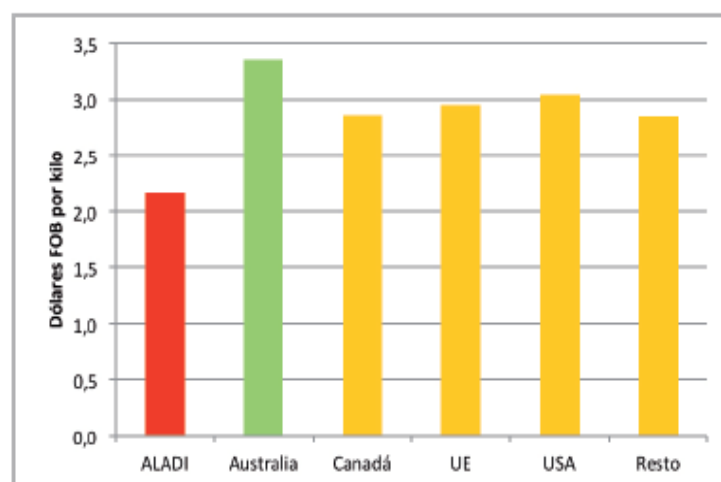


Figura 6. Precio de la quinua en los principales mercados año 2012

Tomado de (Furche et al., 2014)

2.1.5. Contexto nacional

A raíz de que la quinua ha sido subutilizada en Ecuador se han venido realizado estudios del cultivo y uso de la quinua (PROECUADOR, 2015). Como es el plan de mejora Competitiva (PMC), elaborado por el MAGAP, la UNA EP, el INIAP y el Ministerio de comercio Exterior. En la actualidad en el país existe un promedio de 61 organizaciones con 5 mil productores de pequeña escala de quinua, dedicados al cultivo y comercialización de quinua (MAGAP, 2017).

2.1.6. Distribución geográfica nacional

Las condiciones agroecológicas e importancia de este grano en sistemas de producción andino, hacen de la Sierra la región tradicional de cultivo de la quinua. En el año 2014 el 92% de la producción nacional se centralizó en las provincias de Carchi, Imbabura, Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha y el 8% restante entre otras provincias (*Figura 7*) (PROECUADOR, 2015).

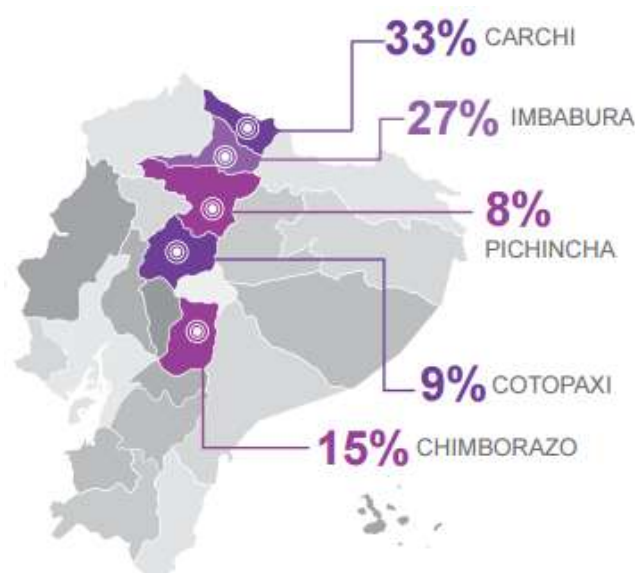


Figura 7. Distribución Geográfica de la producción de la Quinua año 2014
Tomado de (PROECUADOR, 2015)

2.1.7. Producción nacional

Ecuador anualmente siembra 2 mil hectáreas de quinua aproximadamente y cada hectárea de quinua un rendimiento alrededor de las 0,7 toneladas métricas, es decir una producción de 1.400 toneladas (MAGAP, 2017). En el año 2015 existieron 7.148 hectáreas de cultivo de quinua con una producción alrededor de los 12.707 toneladas métricas (PROECUADOR, 2015). La producción y rendimiento del cultivo de quinua en el Ecuador del año 2009 al año 2015 se puede observar en la *Figura 8*.

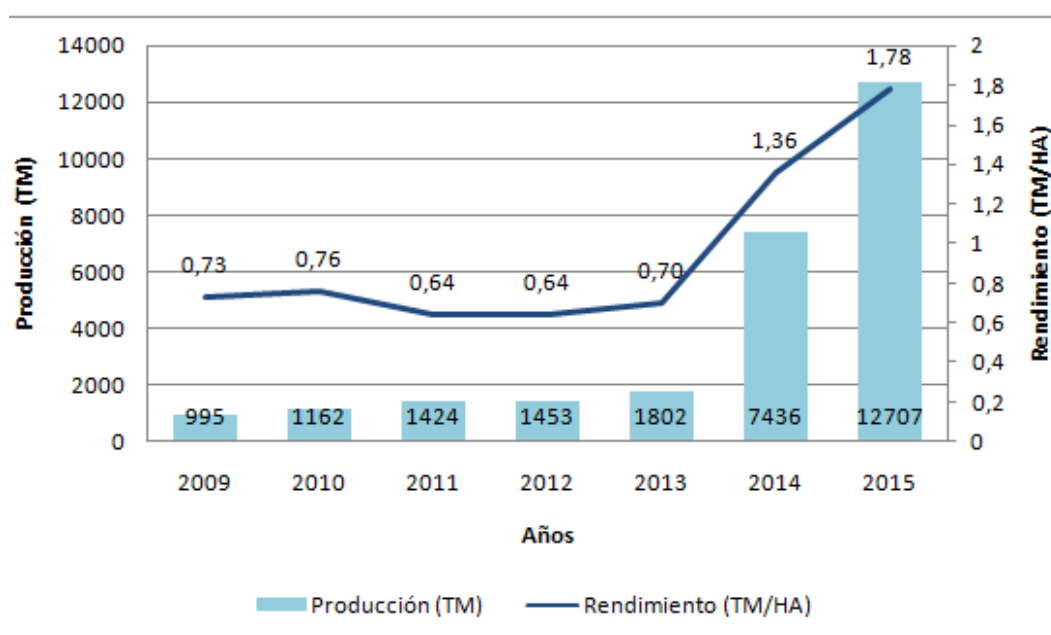


Figura 8. Producción y rendimiento de la quinua año 2009 al 2015

Adaptado de (PROECUADOR, 2015 y Monteros, 2016)

2.1.8. Principales variedades de quinua que se producen en el Ecuador

La variedad más producida es la INIAP Tunkahuán, que tiene bajo contenido en saponinas. Es la variedad con mayor demanda por la industria, debido a su grano homogéneo que facilita su procesamiento. También se produce la variedad Nativa de Chimborazo, con alto contenido de saponinas, en la provincia de Chimborazo y la variedad INIAP Pata de Venado o Taruka Chaki,

esta última se produce en áreas más altas y frías de la Sierra (PROECUADOR, 2015).

2.1.9. Principales productos a base de quinua

En Ecuador los principal producto de exportación son la quinua lavada y escarificada (PROECUADOR, 2015). Otros productos con mayor valor agregado como: barras energéticas, bebidas que incluyen quinua con sabor a frutas, cereales, granolas para el desayuno, chocolates con quinua, mezclas de harina de quinua, pop de quinua, hojuelas de quinua, quinotto, papillas a base de cereales con quinua, pastas, pinol, entre otros (PROECUADOR, 2015).

2.1.10. Exportaciones nacionales

Entre el periodo del año 2010 al 2014 las exportaciones de quinua lavada tuvo un crecimiento anual promedio de 53,78% en dólares (FOB), con más de mil toneladas desde el año 2014, como se observa en el *Figura 9* (PROECUADOR, 2015).

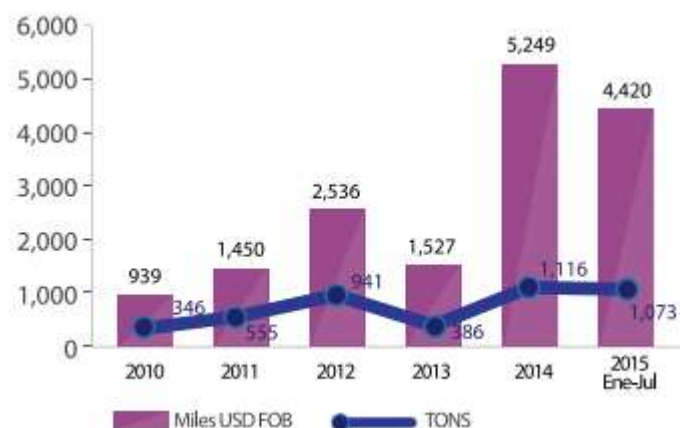


Figura 9. Exportaciones de quinua en el Ecuador año 2010 a (Enero-Julio) 2015. En miles de dólares y toneladas
Tomado de (PROECUADOR, 2015)

2.1.11. Importancia de la semilla de Quinua

Su semilla contiene una alta concentración de proteína (alrededor de 14%), la cual tienen un 92% de biodisponibilidad. Posee todos los aminoácidos esenciales en el núcleo del grano. Además es excelente fuente de fibra dietética, grasas poliinsaturadas, oligoelementos, vitaminas, minerales y no contiene gluten (Ahumada, Ortega, Chito y Benítez, 2016).

2.1.12. Quinua variedad INIAP TUNKAHUAN

En Ecuador la quinua fue rescatada en el año 1983, con la recolección de variedades nacionales para la formación del banco de germoplasma del INIAP. Luego de varios años de investigación y fitomejoramiento, la primera variedad “dulce” INIAP Tunkahuán fue liberada en el año de 1992. Ya en el año 2010 el 70% de los cultivos pertenecen a esta la variedad y las otras variedades se dejaron de cultivar (Peralta, 2010). Su contenido de saponinas se observa en la *Tabla 1*.

Tabla 1.

Composición Nutricional de la quinua variedad INIAP Tunkahuán

Contenido	Unidad	Grano sin desaponificar	Grano desaponificado
Proteína	%	15,73	16,14
Cenizas	%	2,57	3,27
Grasa	%	6,11	9,43
Fibra bruta	%	6,22	5,56
Carbohidrat os	%	69,37	65,59
Saponinas	%	0,06	-
Calcio	%	0,07	0,06
Fósforo	%	0,35	0,73
Magnesio	%	0,19	0,27

Sodio	%	0,01	0,02
Potasio	%	0,66	0,68
Hierro	ppm	95	53
Manganeso	ppm	22	32
Zinc	ppm	75	70
Cobre	ppm	8	8
Energía total	(Kcal/100 g)	474	480,84

Adaptado de (Peralta, 2010)

2.2 Capítulo II. Saponinas

2.2.1 Definición

Son fitoquímicos y su nombre proviene del latín sapo (“jabón”), debido a su capacidad de formar espuma estable en una solución acuosa. Las saponinas afectan las cualidades organolépticas por su sabor amargo (Troisi, Fiore, Pulvento, D’Andria, Vega-gález, Miranda, Martínez y Lavini, 2014).

2.2.2. Estructura química

Las saponinas forman parte de una gran familia de compuestos estructurados por un anillo terpenoide o esteroideal (Ahumada et al., 2016). Se forman de la unión de glucósidos (fase hidrosoluble “polar”) con una aglicona o también llamada sapogenina (fase liposoluble “apolar”) (Troisi et al., 2014), mediante un enlace glucosídico. Lo cual le confiere el carácter anfifílico (capacidad de formar espuma) (Ahumada et al, 2016). Su estructura general se puede observar en la *Figura 10*.

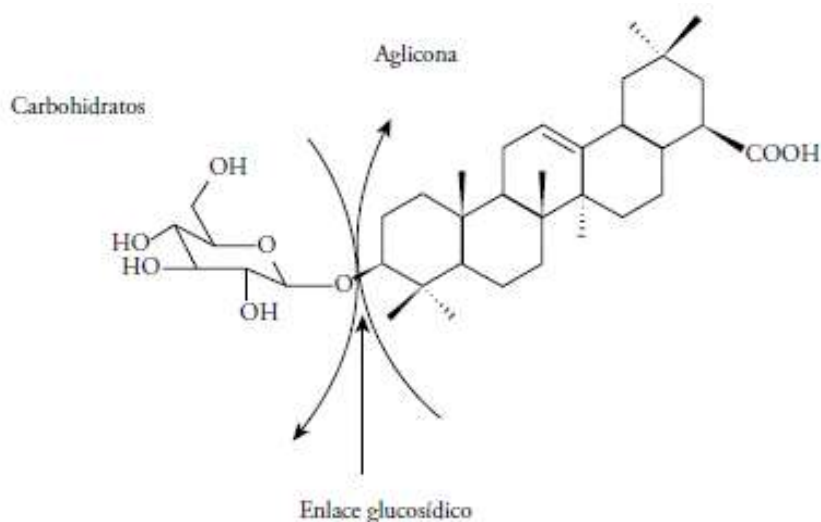
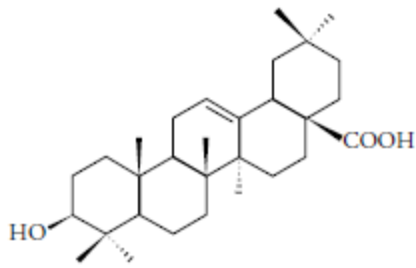


Figura 10. Estructura general de las saponinas.

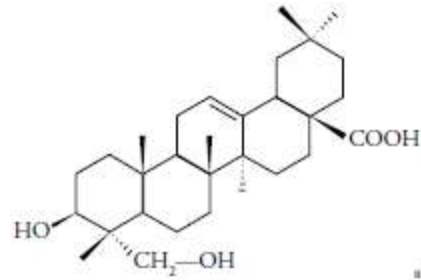
Tomado de (Ahumada et al., 2016)

2.2.3. Saponinas de la Quinoa

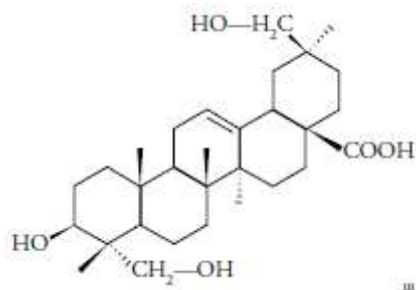
Las saponinas constituyen el principal factor antinutricional de la quinoa. Las semillas que contienen más del 0,11% son variedades amargas y las que tienen menos contenido son variedades dulces (Ahumada et al., 2016). Estos fitoquímicos se han encontrado en diversas partes de la quinoa (semillas y cáscara, flores y frutos) (Troisi et al, 2014). Se han identificado 8 agliconas (*Figura 12*) y en total 31 tipos de saponinas (*Tabla 2*) en la planta de la quinoa (Ahumada et al, 2016).



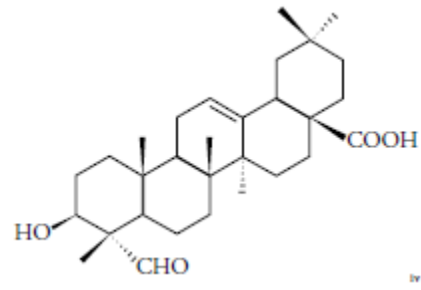
Ácido oleanólico



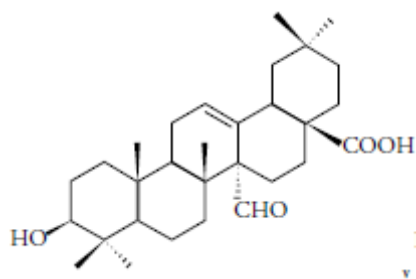
Hederagenina



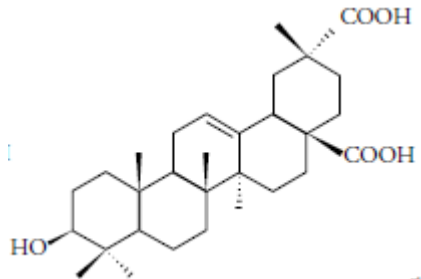
ácido 3β, 23,30-trihidroxi olean-12-eno-28-oico



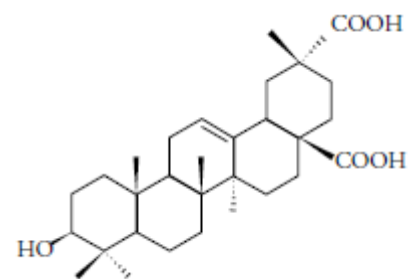
gipsogenina



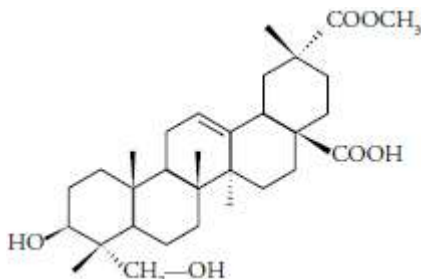
ácido 3β-hidroxi-27-oxolean-12-eno-28-oico



ácido espergulagénico



ácido serjanico



ácido fitolacagénico

Figura 11. Agliconas identificadas en la quinua.

Tomado de (Ahumada et al., 2016)

Tabla 2.Saponinas identificadas en la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd)

Compuesto	Aglicona	Carbohidratos
1	I	3-Glc-(1→2)-Ara, 28-Glc
2	I	3-GlcA
3	I	3-GlcA, 28-Glc
4	I	3-Glc-(1→2)-Glc-(1→3)-Ara, 28-Glc
5	I	3-Xyl-(1→3)-GlcA, 28-Glc
6	II	3-Xyl-(1→3)-GlcA, 28-Glc
7	II	3-Ara
8	II	3-Glc-(1→3)-Ara, 28-Glc
9	II	3-Glc-(1→4)-Glc-(1→4)-Glc, 28-Glc
10	II	3-GlcA, 28-Glc
11	II	3-Gal-(1→3)-Glc, 28-Glc
12	II	3-Glc-(1→3)-Gal, 28-Glc
13	III	3-Glc-(1→3)-Ara, 28-Glc
14	IV	3-Glc-(1→3)-Ara, 28-Glc
15	V	3-Glc-(1→3)-Ara, 28-Glc
16	VI	3-Glc-(1→2)-Glc-(1→3)-Ara, 28-Glc
17	VI	3-Ara-(1→3)-GlcA, 28-Glc
18	VII	3-Glc-(1→3)-Ara, 28-Glc
19	VII	3-Glc-(1→2)-Glc-(1→3)-Ara, 28-Glc
20	VII	3-Ara-(1→3)-GlcA, 28-Glc
21	VII	3-Glc-(1→3)-Ara, 28-Glc
22	VII	3-Ara, 28-Glc
23	VII	3-GlcA, 28-Glc
24	VIII	3-Glc-(1→3)-Gal, 28-Glc
25	VIII	3-Ara, 28-Glc
26	VIII	3-Ara-(1→3)-GlcA, 28-Glc
27	VIII	3-Glc-(1→4)-Glc-(1→4)-Glc, 28-Glc
28	VIII	3-Glc-(1→2)-Glc-(1→3)-Ara, 28-Glc
29	VIII	3-Glc-(1→3)-Ara, 28-Glc

30	VIII	3-Glc-(1→3)-Ara
31	VIII	3-Gal-(1→3)-Glc, 28-Glc

Adaptado de (Ahumada et al, 2016)

2.2.4. Desaponificación de la quinua

Las saponinas son eliminadas del grano de la quinua para que estos granos sean aptos para el consumo y son desechadas. Sin embargo pueden constituir un subproducto que puede ser aprovechado (Corzo, 2009).

2.2.4.1. Método de desaponificación vía seca por escarificación

La escarificación de los granos se realiza mediante abrasión (por fricción), este método extrae el 58% de saponinas junto con otras impurezas. La pérdida de peso en los granos con este método es del 12%. Este procedimiento tiene el problema que se elimina parte del embrión, donde se encuentran grasas y proteínas, se rompe el grano y altos costos, con baja productividad a gran escala debido a que es un método que dura mucho tiempo (Corzo, 2009).

2.2.4.2. Método de desaponificación vía seca por termomecánica

La desaponificación vía seca por termomecánica, se realiza sometiendo a calor seco, luego se separa la cáscara por fricción y tamizado. Este método extrae el 62% de saponinas y el grano pierde el 9% en peso, su aspecto es limpio y suave. Este procedimiento implica menor tiempo que el escarificado, pero implica mayor costo por ser necesario un horno (Corzo, 2009). Las temperaturas en las que se trabaja están entre los 80°C a 90°C en tiempos de 10 minutos (Meyhuay, 1999)

2.2.4.3. Método de desaponificación vía húmeda

En el método de desaponificación vía húmeda los granos de quinua se someten a remojo, agitación, enjuague y escurrimiento. Con este procedimiento se obtiene el 68% de saponinas. Obteniendo mejores resultados a los 55°C. La extracción de saponinas es mayor cuando se utiliza agua caliente. Este método reduce la cantidad de saponinas en niveles aceptables (Corzo, 2009). La cantidad de agua utilizada en el lavado de la quinua es de (1:10) en peso (Vega-Gález et al., 2010 y Gianni, 2013)

2.2.4.4. Método de desaponificación químico

En el método químico se somete el grano a solventes orgánicos, luego se lava y seca. Con este tratamiento se extrae el 64% de las saponinas, con pérdida en peso de las semillas insignificante. Este método resulta ser largo y muy costoso y por el uso de reactivos, lavado y secado (Corzo, 2009). Además los métodos químicos alteran el pH tanto ácido como básico rompen los enlaces *O*-glucósidos (Ahumada et al., 2016), desnaturalizando las saponinas y por ende estas pierden su propiedad anfifílica.

2.3. Capítulo III. Tensoactivos o Surfactantes

2.3.1. Compuestos anfifílicos

El término anfifilo proviene de dos palabras griegas “anfi” que significa doble y “filo” que simboliza la afinidad. Estas moléculas tienen un grupo polar (con afinidad al agua “hidrófila”) y un grupo apolar (sin o poca afinidad al agua “hidrófoba” o bien con afinidad a los lípidos “lipofílica”) (Salager, 2002).

2.3.2. Estructura química

Las sustancias anfífilas están formadas por una fase polar que contiene heteroátomos (O, S, P ó N) en grupos amino, amida, ácido, alcohol, sulfato, fosfato, etc., y el grupo apolar que son grupos glucósidos y en general son del tipo alquil o alquil benceno (Salager, 2002). Su estructura general se puede visualizar en la *Figura 12*.

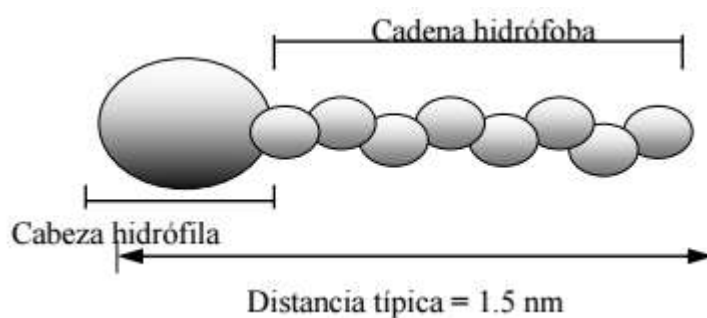


Figura 12. Estructura general de las sustancias anfífilas

Tomado de (Aramberri, Binks, Clint y Fletcher, 2006)

2.3.3. Definición de Tensoactivo o Surfactante

Son sustancias que debido a su capacidad anfífilica migra a la interface (surfactante) y rompe la tensión superficial (tensoactivo). Además estas sustancias tienen otras funciones dependiendo de su aplicación (gel, emulsiones, liposomas, detergentes, jabones, bactericidas, etc.) (Salager, 2002). La clasificación de los tensoactivos se encuentra en la *Tabla 3*.

Tabla 3.

Clasificación de los tensoactivos

Clasificación	Características	Participación en el mercado
Aniónicos	Compuestos por: -anión (anfifilo)	Representan el 55% de los tensoactivos producidos en

	-catión (metal alcalino o amonio cuaternario)	
No iónicos	Compuestos por: -grupo hidrofílico (alcohol, fenol, éter o amida) -grupo hidrófobo (radical alquilo, alquil benceno o ácido graso)	Representan el 40% de los tensoactivos producidos en el mundo
Catiónicos	Compuesto por: -catión orgánico (anfifilo) -anión (generalmente de grupo halogenuro) Son más caros y utilizados en casos especiales	Representan el 5% de los tensoactivos producidos en el mundo

Adaptado de (Salager, 2002)

2.3.4. Producción mundial de tensoactivos

El consumo y uso de tensoactivos depende del rango de aplicación. Siendo más demandados los tensoactivos no iónicos y aniónicos. Lo cual hace que los produzcan en mayor cantidad (Cantarero, 2010). Las exportaciones de tensoactivos a nivel mundial han superado los 22 millones de toneladas desde el año 2015 en la *Figura 13* se puede observar su crecimiento.



Figura 13. Total de exportaciones mundiales de tensoactivos en el mundo del año 2012 al año 2015.

Tomado de (Trade Map, 2017)

2.3.5. Impacto Ambiental

El uso de tensoactivos puede causar problemas tanto a nivel industriales como domésticos. Siendo eliminados estos productos por medio de alcantarillado, afectando la calidad del agua. En el ámbito industrial terminan en matrices ambientales después de su uso (Cantarero, 2010). Los principales impactos ambientales que causan los tensoactivos pueden observarse en la *Tabla 4*.

Tabla 4.

Principales afecciones de los tensoactivos al medio ambiente

Problemas ambientales causados por los tensoactivos

Aumento de pH en aguas residuales más de 12

Presencia de cloro y organoclorados en el agua (de carácter tóxico y carcinógeno)

El oxígeno del ambiente es utilizado para degradar los tensoactivos causando condiciones anóxicas en el ambiente.

Son compuestos tóxicos para microorganismos

Tienen compuestos tóxicos para microorganismos

Tienen efectos de coagulación y sedimentación

Los tensoactivos aniónicos precipitan y acumulan sales alcalino-térreas en diferentes matrices ambientales

Adaptado de (Cantarero, 2010)

2.3.6. Importaciones nacionales de tensoactivos

Las importaciones nacionales de tensoactivos han sido de más de 60 mil toneladas en el año 2012, más de 66 mil toneladas en el año 2013, alrededor de 62 mil en el año 2014, en el año 2015 de 70 mil toneladas y en el año 2016 más de 62 mil toneladas. Como se puede observar en la *Figura 14*.

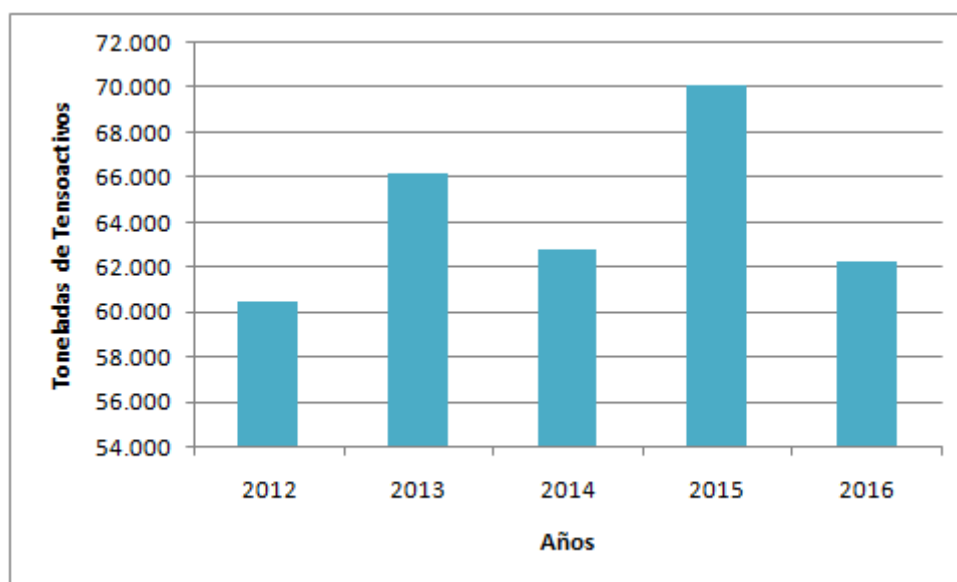


Figura 14. Importaciones nacionales totales de tensoactivos en toneladas del año 2012 al año 2016.

Adaptado de (Trade Map, 2017)

2.4. Capítulo IV. Champú

2.4.1. Definición

El champú está constituido por uno o varios tensoactivos y coadyuvantes que permitan eliminar residuos de secreciones sebáceas, sudoríparas y suciedad. Para la elaboración de champú se debe controlar los siguientes parámetros: pH entre 3,5 a 7,5, viscosidad mayor a 2.500 cP y menos de 13.000 cP, capacidad espumante (cantidad de espuma), estabilidad de espuma (Samaniego, 2015).

3. MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo bibliográfico experimental. Se desarrolló el método más eficiente por vía húmeda para la extracción y cuantificación de saponinas presentes en el agua de lavado de la quinua y su uso como tensoactivo en la elaboración de champú. Los materiales y metodologías empleadas para la extracción y cuantificación de las saponinas de la quinua (*Chenopodium quinoa* variedad INIAP Tunkahuán); así como la elaboración y medición de parámetros técnicos de champú libre de tensoactivos sintéticos fueron a nivel de laboratorio de química ubicado en la UDLA (Universidad de las Américas).

Para el desarrollo del proyecto se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar presentado en la *Tabla 5*. Se analizó las diferencias significativas de los tratamientos según la prueba de Tukey.

Tabla 5.

Diseño experimental para la desaponificación de la quinua por vía húmeda

Factores	Tratamientos					
	1	2	3	4	5	6

Temperatura (°C)	20	35	35	50	50	70
Tiempo (min)	15	10	15	10	5	5

3.2. Muestras de quinua para la investigación

Para el cumplimiento de los objetivos de este proyecto se tomaron muestras de quinua (*Chenopodium quinoa* variedad INIAP Tunkahuán) provenientes de la hacienda “La Pradera” ubicada en la Parroquia 11 de Noviembre del Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi (Figura 15).



Figura 15. Muestra de quinua variedad INIAP Tunkahuán del Cantón Latacunga.

3.3. Toma de muestras

Se pesó 20 kg de quinua, las muestras fueron almacenadas en 3 frascos estériles, posteriormente fueron etiquetadas con algunos datos como: la hora de la toma de la muestra y peso (g).

3.4. Tratamiento de la muestra

Las muestras fueron transportadas hasta el laboratorio de química de la Universidad de las Américas. En el laboratorio las muestras fueron conservadas en un lugar fresco y seco a temperatura ambiente, para su correspondiente análisis.

3.5. Métodos y Técnicas

La extracción de saponinas de la quinua se realizó mediante el método húmedo de lavado de la quinua, además se sometió cada uno de los tratamientos a una agitación de 700 rpm. Se analizó 2 factores: temperatura y tiempo.

La cuantificación de saponinas extraídas a partir del agua de lavado de la quinua fue realizada por el método espectrofotométrico de determinación de saponinas totales en quinua, propuesto por Monje, Yarko y Raffaillac (2006).

La calidad de champú elaborado con tensoactivo natural fue medida a través del análisis de viscosidad, pH y el método de la espuma (cantidad y estabilidad) propuesto por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), viscosidad y pH.

3.5.1. Desaponificación vía húmeda

Los materiales, materias primas y sustancias necesarias para realizar la desaponificación de la quinua por vía húmeda se presentan en la *Tabla 6*.

Tabla 6.

Materiales, materias primas y sustancias empleadas para el método de desaponificación por vía húmeda

Materiales	Materias primas y/o sustancias
Vaso de precipitación 1000	<i>Chenopodium quinoa</i> variedad INIAP

ml	Tunkahuán
Vaso de precipitación 500 ml	Agua destilada
Varilla de agitación	
Agitador magnético	
Espátula	
Tamiz	
Plancha de calentamiento	
Balanza	
Centrífuga	
Tubos falcon 50 ml	

Para la correcta extracción de saponinas por vía húmeda se pesó 40 g de quinua (*Figura 16*). Se mezcló 400 ml de agua destilada con los 40 g de quinua previamente pesados . La mezcla de quinua y agua destilada fue sometida a una agitación de 700 rpm mediante un agitador magnético (*Figura 17*) de acuerdo con el diseño experimental (*Tabla 5*). Posteriormente se filtró la mezcla para ser centrifugada durante 40 minutos a 4500 rpm (*Figura 18*), finalmente se guardó en refrigeración (4 a 8 °C). Cada tratamiento tuvo tres repeticiones.



Figura 16. 40 gramos de quinua variedad INIAP Tunkahuán



Figura 17. Agitación de 700 rpm en el lavado de quinua a 70°C.



Figura 18. Diferentes tratamientos luego de ser centrifugados

3.5.2. Análisis de espectrofotometría

El espectrofotómetro es un instrumento empleado para medir la cantidad de luz que una sustancia es capaz de absorber, por medio de la intensidad de luz en el momento en el que un haz de luz pasa a través de una muestra. Se utilizó el método espectrofotométrico propuesto por Monje, Yarko y Raffailac (2006). Los materiales, materias primas y sustancias necesarias para el análisis de espectrofotometría se presentan en la *Tabla 7*.

Tabla 7.

Materiales, materias primas y sustancias empleadas para el análisis de espectrofotometría

Materiales	Materias primas y/o sustancias
Espectrofotómetro	Etanol 50 % V/V
Pipeta 25 ml	Ácido Sulfúrico 98%
Micropipeta	Anhídrido Acético 97%
Balón aforado de 5 ml	
Rotavapor	

3.5.2.1. Reactivo color

En espectrofotometría el reactivo color es empleado para proporcionar color a una muestra que carezca de este, es indispensable su utilización para que se pueda dar la lectura mediante el espectrofotómetro. Se elaboró un reactivo color con una solución (5:1) de ácido sulfúrico 98% y anhídrido acético 97%. La mezcla presentó una coloración amarilla. Se realizó una solución (1:3) de muestra y reactivo color.

3.5.2.2. Preparación de la muestra

Se pesó 2,5 ml del agua de lavado de quinua de cada uno de los 6 tratamientos obtenidos previamente por el método de desaponificación, los mismos que fueron disueltos en 25 ml de etanol 50 % V/V por 30 minutos para ser concentrados, posteriormente se filtró al vacío las mezclas por medio del rotavapor. Las soluciones logradas fueron aforadas a 25 ml con etanol 50 % V/V para ser purificadas. Posteriormente se realizó una solución con 1 ml de las muestras y 3 ml de reactivo color, permitiendo así que se pueda efectuar la lectura en el espectrofotómetro.

3.5.2.3. Curva de calibración

El estándar de saponina se utiliza para marcar un punto de referencia para determinar la concentración de las muestras a tratar. Para la elaboración del estándar de saponina se disolvió 2,5 g de polvo de saponina, el mismo que fue mezclado con etanol 80 % V/V para ser disuelto y evaporado en un rotavapor durante 30 minutos. Se tomó 2 ml del estándar previamente preparado y se le adicionó 7 ml de reactivo color, la mezcla se mantuvo en reposo durante 30 a 50 minutos hasta su lectura en el espectrofotómetro Thermo Scientific 10Sv, a una longitud de onda de 528 nm con una velocidad de lectura de 1 nm/s.

3.5.2.4. Lectura de las muestras

Para la lectura de las 6 soluciones (1:3) se tomó 1 ml de muestras 3 ml de reactivo color, se midió 3 ml de cada una de las soluciones, las mismas que fueron leídas por el espectrofotómetro a una longitud de onda de 528 nm con una velocidad de lectura de 1 nm/s.

3.5.3. Elaboración de champú

En el presente trabajo se desarrolló dos fórmulas para la elaboración de champú, en la primera formulación se empleó Texapón como tensoactivo, mientras que para la segunda se utilizó saponinas como sustituto de Texapón.

Para la elaboración de champú se usó una fórmula base, los materiales y reactivos están redactados en la *Tabla 8*.

Tabla 8. Materiales y reactivos empleados para la elaboración de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

Materiales	Reactivos
Vaso de precipitación 1000 ml	Lauril Sulfato de Sodio 40%
Vaso de precipitación 500ml	Betaina

Varilla de agitación	Cetiol
Espátula	Comperlan
Balanza	NaCl
	Ácido ascórbico 10%
	Agua destilada

3.5.3.1. Champú testigo

Para la elaboración del champú testigo se empleó la fórmula base de champú NAOKI. Se midió 100 ml de agua destilada en un vaso de precipitación, se procedió a mezclar 2,5 g de betaína, 3,5 g de cetiol, 4,5 g de comperlan y 0,1 g de ácido ascórbico 10%, después se agregó a la mezcla 20 g de lauril sulfato de sodio (texapón) 40% y se revolvió constantemente durante 20 minutos (hasta disolver el lauril Sulfato de Sodio). Posteriormente se agregó a la solución 1,5 g de aceite de maracuyá y 0,01 g de colorante vegetal amarillo huevo. Finalmente se guardó la mezcla en frascos estériles.

3.5.3.2. Champú con saponinas como tensoactivo

El champú elaborado con saponinas como tensoactivo natural fue realizado al modificar la fórmula base del testigo, en este no se usó Texapón en su formulación.

Se pesó cada uno de los reactivos: 100ml de agua de lavado de la quinua, betaína 4,2 ml, cetiol 5 ml, comperlan 6,6 ml, ácido ascórbico 0,1 ml. Posteriormente se procedió a revolver constantemente durante 3 minutos, hasta homogenizar la mezcla. Después se agregó a la solución 0,5 g de aceite de maracuyá y 0,01 g de colorante vegetal amarillo huevo. Finalmente se reservó la mezcla en frascos estériles.

3.5.3.3. Medición de pH

La medición del pH de champú testigo y champú elaborado con saponinas, fue realizada con ayuda del pH metro Fisher Scientific Ap71 como se observa en la *Tabla 9*.

Tabla 9.

Materiales y reactivos empleados para la medición de pH de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

Materiales	Materias primas y/o sustancias
pH metro	Muestras de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo
Vaso de precipitación de 50ml	Agua destilada

3.5.3.4. Prueba de Espuma

Los implementos y materiales utilizados para la prueba de espuma (*Figura 19*) se presentan en la *Tabla 10*.

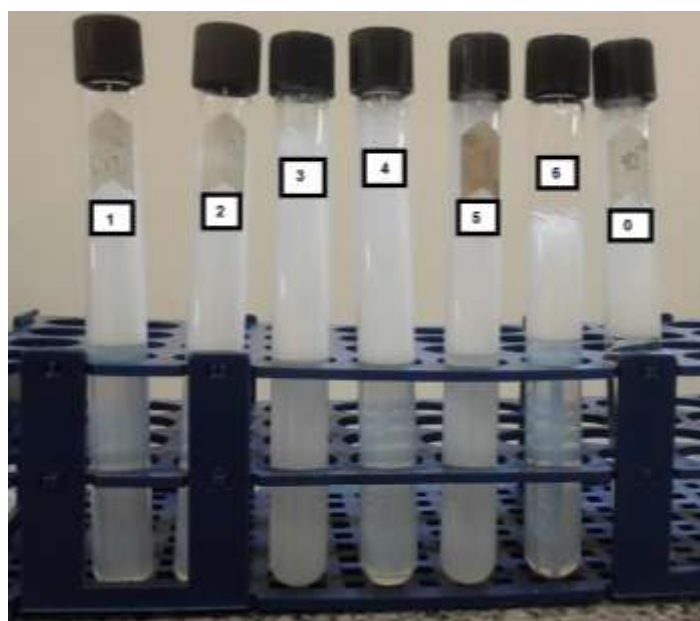


Figura 19. Prueba de espuma propuesta por INIAP.

Tabla 10.

Materiales y reactivos empleados para el método de espuma, aplicado para la medición de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

Materiales	Materias primas y/o sustancias
Tubos de ensayo con tapas (16 cm por 16 mm)	Muestras de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo
Probeta de 10 ml	Agua destilada
Cronómetro	
Regla sensible a 0,1 cm	
Balanza	
Vortex	

Se tomó 0,5 ml de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo, los mismos que fueron depositados en tubos de ensayo, se añadió 5 ml de agua destilada y se procedió a agitar durante 30 segundos en el vortex, se midió la altura de la espuma (t_0) con la regla sensible a 0,1 cm. Posteriormente se dejó reposar los tubos durante 5 minutos, después de transcurrido este tiempo se midió la altura de la espuma (t_1) con la regla sensible a 0,1 cm.

3.5.3.5. Prueba de Viscosidad

La medición de la viscosidad de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo, fue realizada con ayuda del viscosímetro Brookfield RVDVE (*Figura 20*). Los materiales implementados se pueden observar en la *Tabla 11*.



Figura 20. Medición de viscosidad en el viscosímetro Brookfield RVDVE

Tabla 11.

Materiales y reactivos empleados para la medición de viscosidad de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

Materiales	Materias primas y/o sustancias
Viscosímetro	Muestra de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.
Vaso de precipitación de 500 ml	

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo de titulación se obtuvo los siguientes resultados, los cuales determinaron el método más eficiente para la extracción de saponinas producidas durante el lavado de quinua y su capacidad tensoactiva en la elaboración de champú.

4.1 Análisis del rendimiento extractivo de saponinas

En la *Tabla 12* se presenta que la metodología fue homogénea con un coeficiente de variación (CV=2,59), para el % de rendimiento extractivo de saponinas.

Tabla 12.

Cuadro de análisis para el % de rendimiento extractivo de saponinas y tratamientos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Rendimiento extractivo	18	1,00	1,00	2,59

En la *Tabla 13* se muestran las diferencias significativas según Tukey con un grado de confianza del 95% para el análisis del % de rendimiento extractivo de saponinas y tratamientos.

Tabla 13.

Cuadro de análisis de la varianza para el % de rendimiento extractivo de saponinas y tratamientos.

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	6626,66	946,67	1330,70	<0,0001
Tratamientos	5	6626,65	1325,33	1862,97	<0,0001
Repeticiones	2	0,01	0,01	0,01	0,9899
Error	10	7,11	0,71		
Total	17	6633,77			

Los resultados del análisis de diferencias significativas de Tukey para el % de rendimiento de extracción de saponinas de los tratamientos realizados (*Tabla 14*). El T5 ($70,17 \pm 0,73$ %) con mayor cantidad en % de rendimiento extractivo de saponinas, mientras que el T6 ($9,32 \pm 0,05$) se encuentra por debajo de los límites aceptables según Ahumada, Ortega, Chito y Benítez (2016).

Tabla 14.

Cuadro de análisis de significancias de Tukey

Tratamientos	Promedio	Desviación Estándar			
T6	9,32	0,05	A		
T2	19,79	0,11		B	
T4	24,54	1,08			C
T3	35,74	1,18			D
T1	36,04	0,66			D
T5	70,17	0,73			E

El tratamiento T5 con $(70,17 \pm 0,73 \%)$ de rendimiento extractivo de saponinas, concuerda con Corzo (2009) que declara que el método de desaponificación por vía húmeda elimina el 68% de las saponinas presentes en el grano de quinua. Mientras T3 y T1 son tratamientos muy similares en cuanto al % de rendimiento extractivo de saponinas (*Figura 21*).

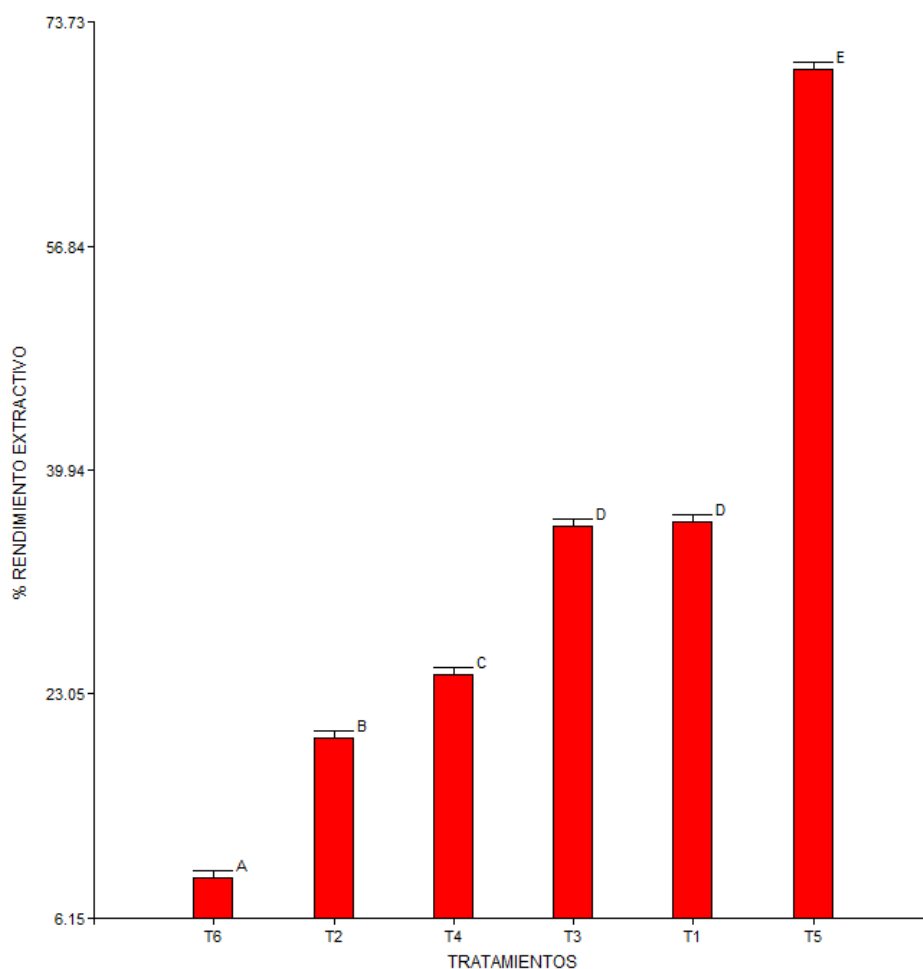


Figura 21. Cuadro de barras del % de rendimiento extractivo de saponinas y tratamientos

Varias investigaciones sobre la desaponificación por vía húmeda, admiten que este tipo de metodología es la más utilizada, pero a pesar de ello ha sido realizada de una manera muy artesanal e ineficiente (Ahumada et al., 2016). Meyhuay (1999) recomienda el uso de temperaturas ambiente 20°C y tiempo de 30 minutos, ya que los cristales de saponinas se disuelven y facilitan su eliminación por lo cual el tratamiento T1 obtuvo (36,04 ± 0,66 %) rendimiento extractivo de saponinas. En cuanto a la investigación realizada en extracción de saponinas de *Sapindus saponaria* L. describe cómo los parámetros más eficiente la temperatura de 35°C y tiempo de 24 horas (Tomás, Huamán, Aguirre y Barrera, 2010) y el tratamiento T2 con (19,79 ± 0,11 %) y T3 de (35,74 ± 1,18 %) de rendimiento extractivo de saponinas. Otras investigaciones

realizadas a temperaturas entre los 40°C a 70°C confirmaron que a mayor temperatura es mayor la eficiencia extractiva (Scarpati y Briceño, 1980). Scarpati (1979) recomienda realizar la extracción a temperaturas máximas de 50°C. Hernández, Euenia, Lugo, Lourdes y Socorro Villanueva (2005) realizaron una investigación en la extracción de saponinas en el *Agave lechuguilla* extrayendo el 50% con un lavado en solventes de Etanol/Agua (95/5) v/v una temperatura de 50°C. Por otra parte Veas, Cortes y Jara (2016) adjudican la temperatura de 50°C como la mejor para la extracción de saponinas tanto por vía húmeda como seca; el tratamiento T5 con un rendimiento del (70,71 ± 0,73 %) y T4 con (24,54 ± 1,08 %) de rendimiento extractivo de saponinas se ajusta a estas condiciones. Lozano, Ticano, Carrasco, Flores y Almanza (2012) definen a las saponinas como termolábiles y sufren hidrólisis a partir de los 70°C; como se observa en el tratamiento T6 con (9,32 ± 0,05 %) de rendimiento extractivo de saponinas. En cuanto al tiempo de extracción recomendado por Gianni (2013) se encuentra que el intervalo de 5 minutos a 15 minutos es el más adecuado ya que tiempos prologados no aumentan el rendimiento extractivo y eventualmente pueden reducirlo como se puede comprobar en la presente investigación.

4.2. Análisis de la capacidad tensoactiva de las saponinas en la elaboración de champú

4.2.1. Resultados de pH

La metodología para el análisis de pH fue homogénea, presentando un coeficiente de variación (CV=1,48) (*Tabla 15*).

Tabla 15. Cuadro de análisis de la varianza para el pH de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	21	0,83	0,72	1,48

En la *Tabla 16* se reflejan las diferencias significativas según Tukey con un grado de confianza del 95%, para el pH de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

Tabla 16.

Cuadro de análisis de la varianza para el pH de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

F.V	gl	SC	CM	F	p - valor
Modelo	8	0,8	0,10	7,41	0,0012
Tratamientos	6	0,8	0,13	9,83	0,0005
Repeticiones	2	4,1E - 03	2,1E - 03	0,15	0,8597
Error	12	0,16	0,01		
Total	20	0,96			

En la *Tabla 17* se observan los resultados del análisis de diferencias significativas de Tukey para el pH del champú testigo y cada uno de los tratamientos realizados indican que tanto T4 ($7,44 \pm 0,22$) como T0 ($7,44 \pm 0,22$) son los mejores tratamientos, mientras que T5, T3, T1, T2 y T6 no tienen valores aceptables.

Tabla 17.

Cuadro de análisis de significancias de Tukey.

Tratamientos	Promedio	Desviación Estándar		
T 0	7,44	0,22	A	
T4	7,73	0,00	A	B
T5	7,82	0,07		B
T3	7,88	0,12		B
T1	8,01	0,02		B
T2	8,01	0,12		B
T6	8,06	0,03		B

Los resultados de pH para el champú testigo y para cada uno de los tratamientos realizados muestran que el tratamiento T0 con pH de 7,44 y T4 con pH de 7,73 se encuentran dentro de los rangos permitidos según NTE INEN 851 (Figura 22).

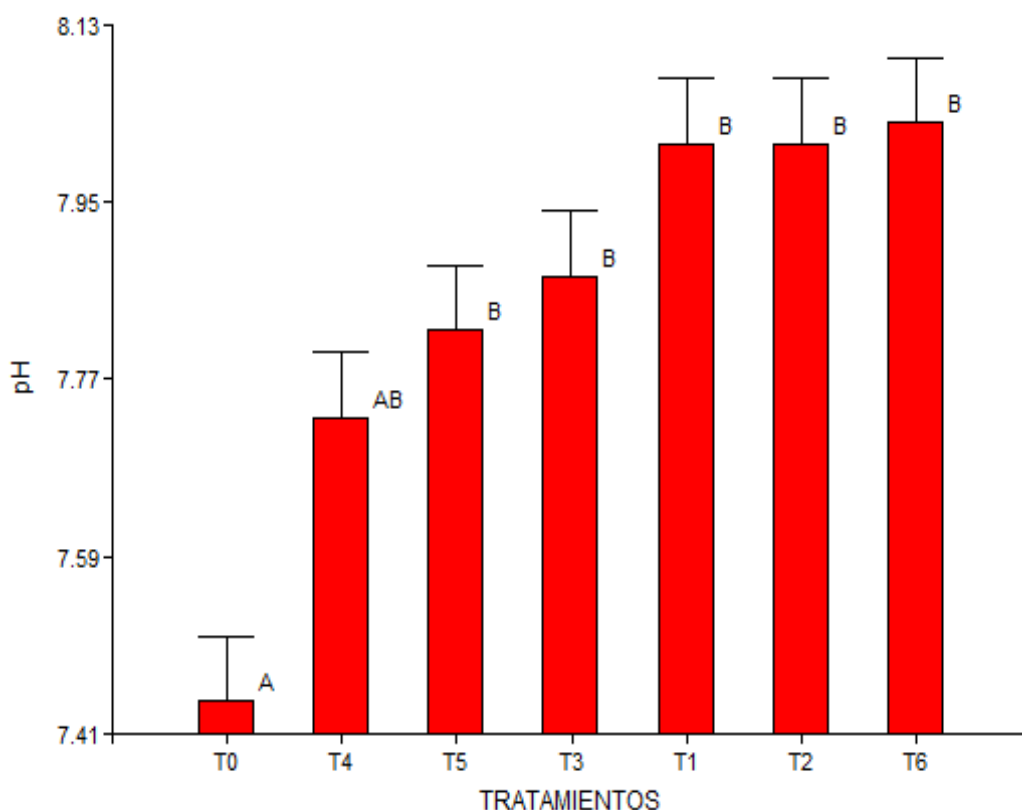


Figura 22. Cuadro de barras del análisis de pH de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo

Según la norma de requisitos para champú NTE INEN 851, el pH de este tipo de cosméticos debe oscilar entre 3,5 y 7,75. Tomando en cuenta estos valores el T0 (Patrón) y T4 se ajustan dentro de estos límites permitidos. El estudio realizado por Puig, Ribera, Hernanz, Belinchón, Santos, Linares, Querol, Colomé y Caballé (2010) considera que es de suma importancia que el pH de un producto capilar se mantenga dentro de 3,5 y 7,75. En dicha investigación se comprobó que los pH menores a 7,75 son ideales para tensar y contraer la cutícula del cuero cabelludo, lo que aporta al cabello suavidad y brillo. Por otro lado se observó que valores de pH mayores a 7,75, es decir alcalinos,

provocan que la cutícula se expanda y se suavice, ocasionando que el cabello pierda su fuerza y se haga poroso lo que puede dañar el cabello.

4.2.2. Análisis de Espuma

4.2.2.1. Cantidad de espuma t_0

La metodología para la espuma (mm) en t_0 fue homogénea con un coeficiente de variación (CV=1,13) (Tabla 18).

Tabla 18.

Cuadro de análisis para espuma t_0 de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Espuma (mm) t_0	21	1,00	1,00	1,13

En la *Tabla 19* se muestran las diferencias significativas según Tukey con un grado de confianza del 95%, para el análisis de espuma t_0 de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

Tabla 19.

Cuadro de análisis de la varianza para la cantidad de espuma t_0 de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

F.V	gl	SC	CM	F	p - valor
Modelo	8	4220,92	527.62	743,25	<0,0001
Tratamientos	6	4218,62	703,10	990,46	<0,0001
Repeticiones	2	2,30	1,15	1,62	0,2388
Error	12	8,52	0,71		
Total	20	4229,44			

Los resultados del análisis de diferencias significativas de Tukey para el análisis de espuma t_0 del champú testigo y cada uno de los tratamientos

realizados (*Tabla 20*). Mediante este análisis se determinó que tanto T6, T5, T2, T4, T3 y T0 obtuvieron los valores más altos y por ende son los mejores tratamientos, mientras que T1 es el peor tratamiento.

Tabla 20.

Cuadro de análisis de significancias de Tukey.

Tratamientos	Promedio	Desviación Estándar			
T1	41,11	0,19	A		
T6	71,33	1,15	B		
T5	77,00	1,00		C	
T2	80,89	0,84			D
T4	82,56	0,84			D E
T3	82,78	0,19			D E
T0	84,56	1,26			E

Los resultados de espuma t_0 (mm) para el champú testigo y para cada uno de los tratamientos realizados (*Figura 23*), muestran que T1 es aceptable por ser mayor a los 30 milímetros, mientras que T6, T5, T2, T4, T3 y T0 son muy buenos con mayor medida de los 60 milímetros según el estudio realizado por la revista Consumer (2004) en el estudio de champús de uso frecuente para cabello normal.

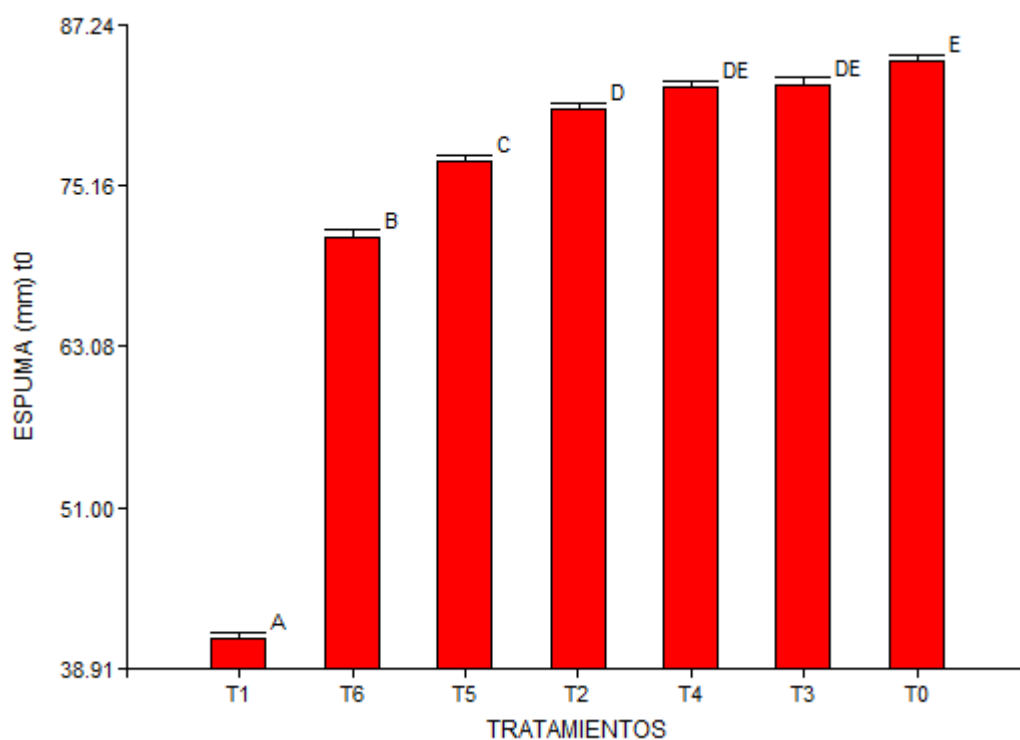


Figura 23. Cuadro de barras del análisis de espuma t_0 (mm) y tratamientos de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo

4.2.2.2. Estabilidad de espuma t_1

La metodología para la espuma (mm) en t_1 fue homogénea con un coeficiente de variación ($CV=1,47$) (Tabla 21).

Tabla 21.

Cuadro de análisis para espuma t_1 de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

Variable	N	R^2	$R^2 A_j$	CV
Espuma (mm) t_1	21	1,00	1,00	1,47

En la Tabla 22 se presentan las diferencias significativas según Tukey con un grado de confianza del 95%, para el análisis de espuma t_1 de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

Tabla 22.

Cuadro de análisis de la varianza para la estabilidad de espuma t_1 de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

F.V	gl	SC	CM	F	p - valor
Modelo	8	11136,62	1392,08	2204,77	<0,0001
Tratamientos	6	11132,42	1855,40	2938,59	<0,0001
Repeticiones	2	4,20	2,10	3,33	0,0709
Error	12	7,58	0,63		
Total	20	11144,20			

Los resultados del análisis de diferencias significativas de Tukey para el análisis de espuma t_1 (mm) del champú testigo y cada uno de los tratamientos realizados (*Tabla 23*). Se determinó que existe una variación en los resultados de los tratamientos después de transcurrido 5 minutos de la primera medición, siendo así que T0 ($84,67 \pm 0,67$ mm) presentó diferencias significativas entre el resto de los tratamientos, y obtuvo el valor de espuma t_1 (mm) más alto, mientras que el T1 ($18,78 \pm 0,77$ mm) se encuentra por debajo de los límites aceptables según Salager (2002).

Tabla 23.

Cuadro de análisis de significancias de Tukey.

Tratamientos	Promedio	Desviación Estándar	
T1	18,78	0,77	A
T6	28,89	0,51	B
T3	40,78	1,71	C
T4	61,44	0,84	D
T2	67,78	0,84	E
T5	75,89	0,51	F
T0	84,67	0,67	G

Los resultados de espuma t_1 (mm) para el champú testigo y para cada uno de los tratamientos realizados (*Figura 24*), se observó que existe una variación en los resultados de los tratamientos después de transcurridos 5 minutos de la primera medición, siendo así que T1, T2, T3, T4, T6 no son aceptables ya que disminución de altura de espuma es mayor al 10 % y T5 y T0 son muy buenos ya que su disminución es menor al 10% (Salager, 2002).

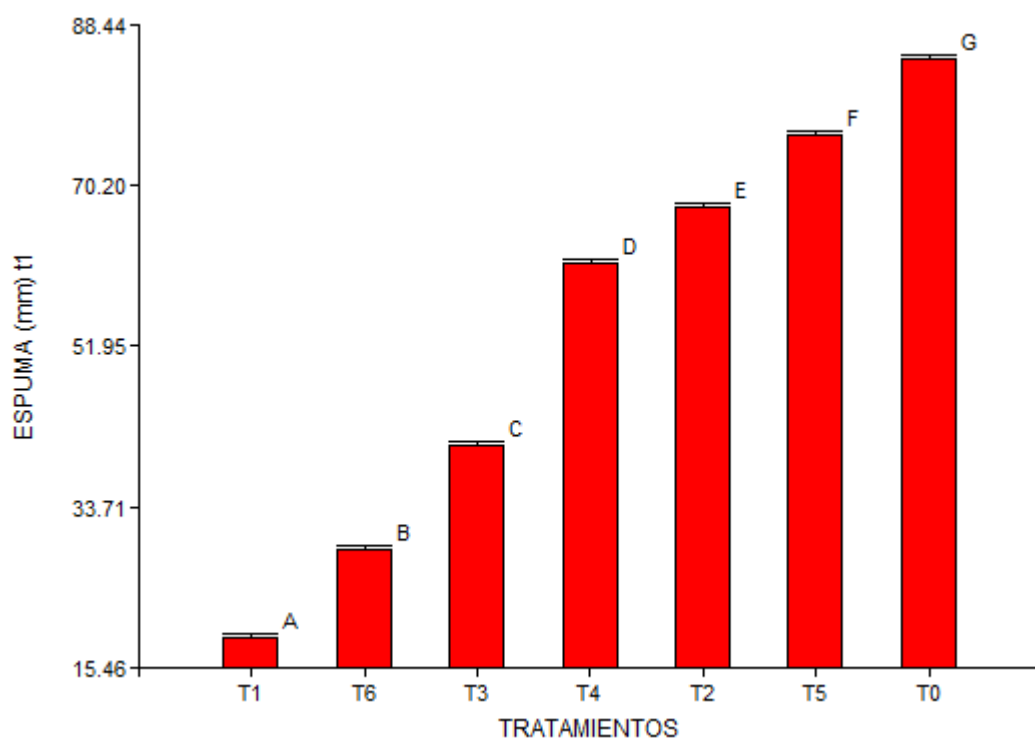


Figura 24. Cuadro de barras del análisis de espuma t_1 (mm) y tratamientos de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo

Las saponinas se caracterizan por formar espuma en soluciones acuosas en bajas concentraciones, alrededor de 0,1% (Gianni, 2013). Por lo cual todos los tratamientos forman espuma, pero según la revista Consumer (2004) en su estudio sobre champús de uso frecuente para cabello normal, clasifica la cantidad de espuma mayor a 60 milímetros como muy buena y un valor superior a 30 milímetros como aceptable. Los tratamientos T6 ($71,33 \pm 1,15$ mm), T5 (77 ± 1 mm), T4 ($82,56 \pm 0,84$ mm), T3 ($82,78 \pm 0,19$), T2 ($80,89 \pm 0,84$ mm), junto con el tratamiento (patrón) T0 ($84,56 \pm 1,26$ mm) son de muy

buena calidad, mientras que el T1 ($41,11 \pm 0,19$ mm) es aceptable. En cuanto a estabilidad de espuma, según el manual para análisis de calidad de tensoactivos y de soluciones de hipoclorito de sodio de Díaz (2015) la estabilidad debe ser tomada a los 5 minutos de la primera muestra, esta debe ser igual al 10% de pérdida de cantidad de la cantidad de espuma inicial. El tratamiento T5 con ($75,89 \pm 0,51$ mm) tiene una disminución de espuma menor al 10% similar al tratamiento (patrón) T0 con ($84,67 \pm 0,67$ mm). El tratamiento T5 por lo tanto tiene una muy buena calidad en cantidad (>60 mm) y estabilidad de espuma (disminución $<10\%$).

4.2.3. Análisis de viscosidad

4.2.3.1. Viscosidad a 50 rpm

La metodología para el análisis de viscosidad a 50 rpm, presenta un coeficiente de variación ($CV=0,95$) (*Tabla 24*).

Tabla 24.

Cuadro de análisis para la viscosidad a 50 rpm de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Viscosidad (cP) 50 rpm	21	1,00	1,00	0,95

En la *Tabla 25* se reflejan las diferencias significativas según Tukey con un grado de confianza del 95%, análisis de viscosidad a 50 rpm de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

Tabla 25.

Cuadro de análisis de la varianza para la viscosidad a 50 rpm de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

F.V	gl	SC	CM	F	p - valor
-----	----	----	----	---	-----------

Modelo	8	20346755,60	2543344,45	21080,72	<0,0001
Tratamientos	6	20346529,93	3391088,32	28107,31	<0,0001
Repeticiones	2	225,68	112,84	0,94	0,4193
Error	12	1447,78	120,65		
Total	20	20348203,38			

Los resultados del análisis de diferencias significativas de Tukey para el análisis de viscosidad a 50 rpm del champú testigo y cada uno de los tratamientos realizados muestran que el tratamiento T0 ($2813,00 \pm 1,18$ cP) como T5 ($2551,33 \pm 1,22$ cP) alcanzaron los valores de viscosidad a 50 rpm (cP) más altos, mientras que T6, T2, T4, T1 y T3 se encuentran por debajo de los límites aceptables según la revista Consumer (2004) (Tabla 26).

Tabla 26.

Cuadro de análisis de significancias de Tukey.

Tratamientos	Promedio	Desviación Estándar	
T6	197,56	0,91	A
T2	408,55	0,77	B
T4	555,22	1,79	C
T1	797,11	1,21	D
T3	805,67	1,41	D
T5	2551,33	1,22	E
T0	2813,00	1,18	F

Los resultados de viscosidad a 50 rpm (cP) para el champú testigo y para cada uno de los tratamientos realizados indican que el T5 y T0 se encuentran dentro de los rangos aceptados, mientras que T6, T2, T4, T1 y T3 no se encuentran dentro de los valores permitidos, según la revista Consumer (2004) la viscosidad de este tipo de cosméticos debe oscilar entre 2500 cP y 13000 cP (Figura 25).

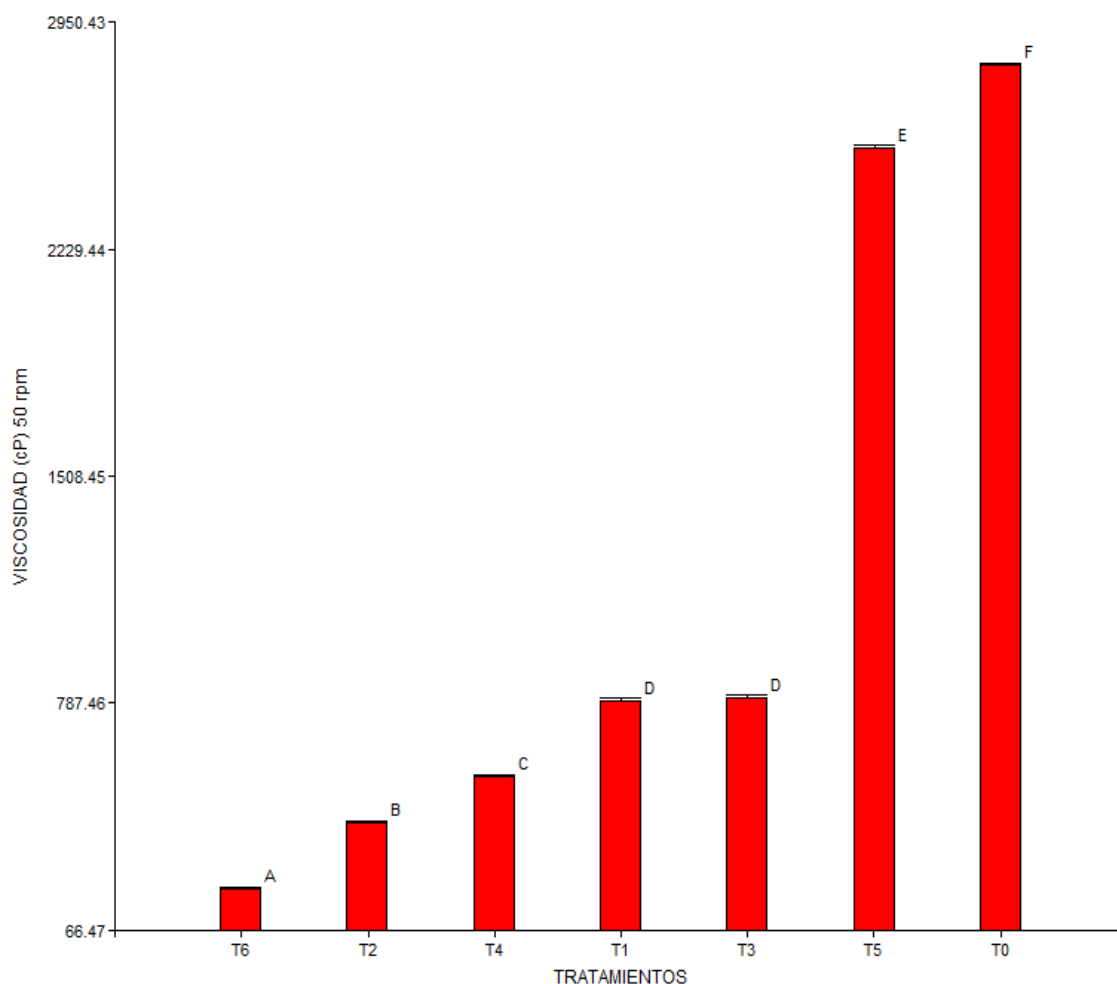


Figura 25. Cuadro de barras del análisis de viscosidad a 50 rpm (cP) y tratamientos de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo

4.3.2.2. Análisis de viscosidad a 100 rpm

La metodología para el análisis de viscosidad a 100 rpm fue homogénea, presentando un coeficiente de variación ($CV=0,64$) (Tabla 27).

Tabla 27.

Cuadro de análisis para la viscosidad a 100 rpm de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

Viscosidad (cP) 100 rpm	21	1,00	1,00	0,64
--------------------------------	----	------	------	------

En la *Tabla 28* se presentan las diferencias significativas según Tukey con un grado de confianza del 95%, para el análisis de viscosidad a 100 rpm de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo

Tabla 28.

Cuadro de análisis de la varianza para la viscosidad a 100 rpm de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo.

F.V	gl	SC	CM	F	p - valor
Modelo	8	19940853,91	2493606,74	58072,60	<0,0001
Tratamientos	6	19940766,15	3323461,02	77429,80	<0,0001
Repeticiones	2	87,77	43,88	1,02	0,3890
Error	12	515,07	42,92		
Total	20	19941368,98			

Los resultados del análisis de diferencias significativas de Tukey para el análisis de viscosidad a 100 rpm del champú testigo y cada uno de los tratamientos realizados muestran que T0 ($2701,44 \pm 1,51$ cP) alcanzó el valor de viscosidad a 100 rpm (cP) más alto, mientras que T6, T2, T4, T3, T1 y T5 se encuentran por debajo de los límites permitidos según la revista Consumer (2004)(*Tabla 29*).

Tabla 29.

Cuadro de análisis de significancias de Tukey.

Tratamientos	Promedio	Desviación Estándar	
T6	119,33	1,03	A
T2	301,44	2,71	B

T4	431,55	1,69	C		
T3	632,33	1,68		D	
T1	651,56	1,54			E
T5	2384,11	0,77			F
T0	2701,44	1,51			G

Los resultados de viscosidad a 100 rpm (cP) para el champú testigo y para cada uno de los tratamientos realizados mostraron que T5 y T0 se encuentran dentro de rangos aceptables, mientras que T6, T2, T4, T3 y T1 no se encuentran dentro de los valores permitidos. Según la revista Consumer (2004) la viscosidad de este tipo de cosméticos debe oscilar entre 2500 cP y 13000 cP (*Figura 26*).

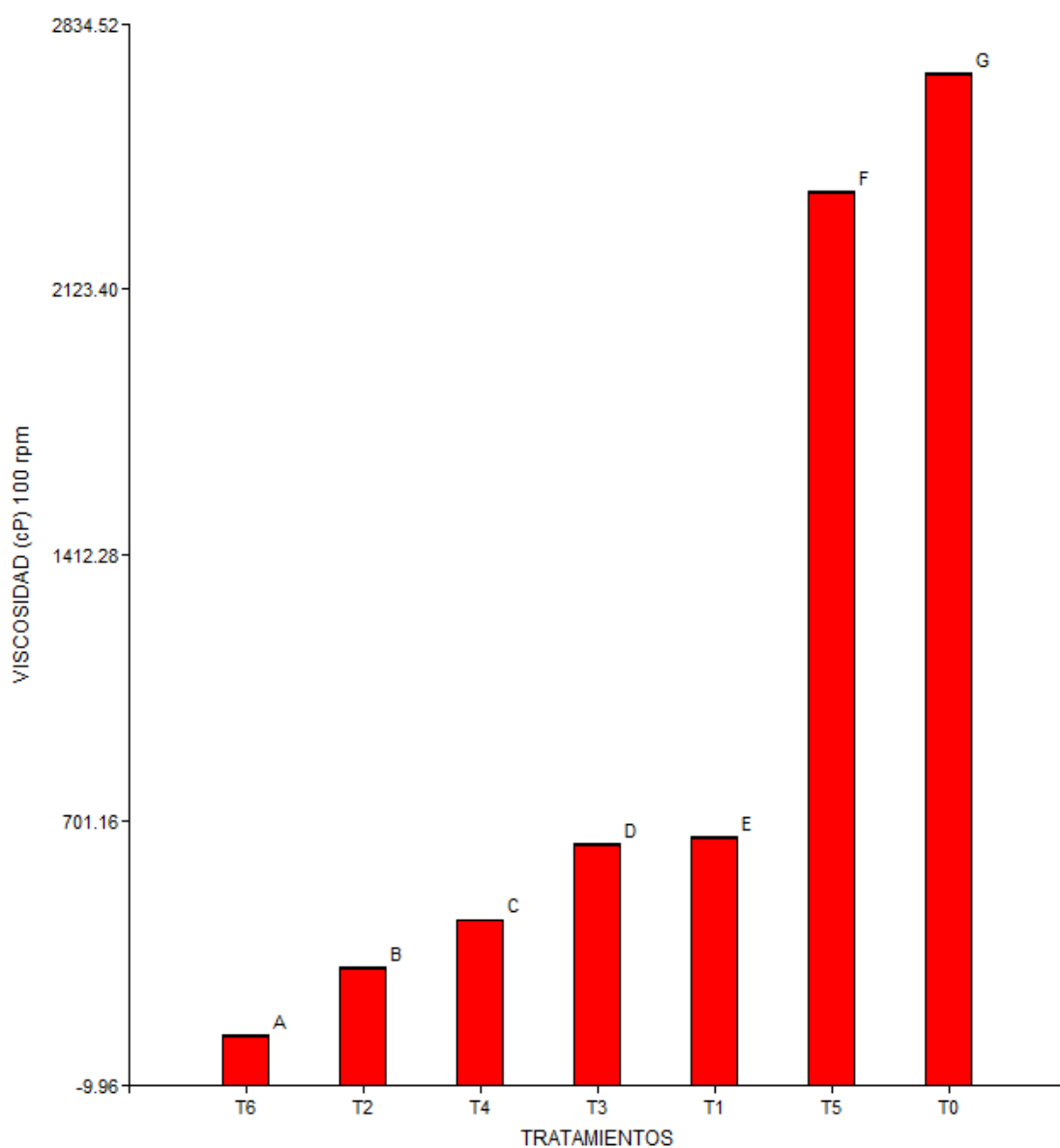


Figura 26. Cuadro de barras del análisis de viscosidad a 100 rpm (cP) y tratamientos de champú testigo y champú elaborado con saponinas como tensoactivo

Según la revista Consumer (2004) en su estudio sobre champús de uso frecuente para cabello normal, asegura que la viscosidad de este tipo de cosméticos debe oscilar entre 2500 cP y 13000 cP, sin especificar a qué velocidad (rpm) se reflejan los datos. Tomando en cuenta estos valores el T5 ($2551,33 \pm 1,22$ cP) y T0 ($2813,00 \pm 1,18$ cP) a una velocidad de 50 rpm se encuentran dentro de estos rangos permitidos. Por otro lado, en la medición

realizada a 100 rpm solo T0 (2701,44 ± 1,51 cP) se encuentra dentro de estos rangos. Conforme a la revista Consumer (2004) el T5 y T0 (patrón) presentan en su formulación el valor de viscosidad ideal para que el champú no se escurra de entre los dedos en el momento de realizar su aplicación sobre el cuero cabelludo, por otro lado al no exceder los rangos de aceptación se puede determinar que ambos tratamientos al ser extraídos de un envase presentarán una dosificación sencilla.

5. ANALISIS ECONÓMICO FINANCIERO

Para la elaboración de champú con saponinas de la quinua como sustituto de tensoactivos se realizó el siguiente análisis económico financiero. En la *Tabla 30* se encuentra el total de inversiones en: terrenos, adecuaciones, construcciones, maquinaria, equipos, instalaciones, montaje, muebles, equipo de oficina, vehículos, equipos de laboratorio e intangibles (constitución de la compañía, estudios de mercado y factibilidad), más imprevistos.

Tabla 30.

Resumen de las inversiones del proyecto

Resumen de Inversiones		
Ítem	Descripción	Costo Total
1	Terrenos y Adecuaciones	\$ 25.300,00
2	Construcciones	\$ 15.102,10
3	Maquinaria y Equipo	\$ 6.400,00
4	Instalación y Montaje	\$ 17.750,00
5	Muebles y Equipo de Oficina	\$ 960,00
6	Vehículos	\$ 82.300,00
7	Equipo de Laboratorio (análisis fisicoquímico)	\$ 2.374,46
8	Intangibles	\$ 2.550,00
	Total	\$ 152.736,56
10	Imprevistos (5%)	\$ 6.881,72
	Total Inversiones	\$ 159.618,28

El resumen de costos directos, indirectos y gastos administrativos, generales y de ventas anuales de proyecto se presenta en la *Tabla 31* para calcular el costo unitario de \$ 1,92 por frasco de champú de 250 ml.

Tabla 31.

Resumen de costos y gastos anuales

Ítem	Descripción	Costo Total	Costo Unitario
Costos		\$ 52 742,83	\$ 0,62
Directos			
1	Materiales Directos	\$ 25 742,83	\$ 0,30
2	Mano de Obra Directa	\$ 27 000,00	\$ 0,32
Costos		\$ 56 683,75	\$ 0,67
Indirectos			
1	Materiales Indirectos	\$ 5 360,00	\$ 0,06
2	Mano de Obra Indirecta	\$ 13 500,00	\$ 0,16
3	Servicios Básicos	\$ 14 657,04	\$ 0,17
4	Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	\$ 256,00	\$ 0,00
5	Seguros	\$ 17 699,92	\$ 0,21
6	Imprevistos	\$ 5 210,79	\$ 0,06
Gastos de Administración y Generales		\$ 92 684,64	\$ 0,50
1	Personal	\$ 23 700,00	\$ 0,28
2	Materiales y Utilices de	\$ 1 440,00	\$ 0,02

	Oficina		
3	Depreciaciones y Amortizaciones	\$ 17 544,64	\$ 0,21
	CAPACITACION	\$ 50 000,00	\$ 0,59
	Gastos de Ventas	\$ 10 912,62	\$ 0,13
1	Personal de ventas	\$ 3 840,00	\$ 0,05
2	Propaganda y Promoción	\$ 5 952,10	\$ 0,07
3	Otros Gastos (costos otros requerimientos)	\$ 1 120,52	\$ 0,01
	Gastos Financieros	\$ 129 530,30	\$ -
	Total Costos y Gastos Anuales	\$ 342 554,15	\$ 1,92

Las depreciaciones de infraestructura, maquinaria, equipo, mobiliario, vehículos y equipos de laboratorio en la *Tabla 32* se realiza para los 5 años de duración que se ha proyectado la elaboración de champú libre de tensoactivos químicos, con un total de \$ 17.544,64.

Tabla 32.

Depreciaciones en 5 años de duración del proyecto

Ítem	Activo	Valor Residual	Vida Útil	Depreciación Anual
1	Infraestructura	\$ 11 326,58	20	\$ 188,78
2	Maquinaria y equipo	\$3 200,00	7	\$ 457,14
3	Mobiliario y equipo de oficina	\$ -	3	\$ 320,00
4	Vehículos	\$ -	5	\$ 16 460,00
5	Equipo de laboratorio	\$ 1 187,23	10	\$ 118,72

Total Depreciaciones	\$ 17 544,64
----------------------	--------------

Las amortizaciones de los intangibles de la constitución de la compañía, estudio de mercado y factibilidad se pueden visualizar en la *Tabla 33* con un total de amortización de \$ 590.

Tabla 33.

Amortizaciones totales de los intangibles

Ítem	Activo	Valor Inversión	Tasa de Amortización	Amortización Anual
1	Constitución de la compañía	\$ 450,00	20%	\$ 90,00
2	Estudios de mercado	\$ 1 000,00	20%	\$ 200,00
3	Estudios de factibilidad	\$ 1 500,00	20%	\$ 300,00
Total Amortizaciones				\$ 590,00

Los gastos financieros (*Tabla 34*) del total invertido de \$ 159.618,28, se uso un capital propio del 30% (\$ 47.885,48) y un préstamo a la corporación financiera nacional (CFN) del 70 % (\$ 111.732,80) con 1 año de gracia y 4 años de plazo de pago. Resulto con un valor presente (VP) de \$ 129.530,30.

Tabla 34.

Tabla de gastos financieros a 1 año de gracia y 4 años de plazo de pago

Años	1	2	3	4	5
	2017	2018	2019	2020	2021
Intereses	\$ 10 055,95	\$ 10 055,95	\$ 7541,96	\$ 5 027,98	\$ 2 513,99
		\$ 27 933,20	\$ 27933,20	\$ 27933,20	\$ 27 933,20
Amortizació	\$ -	933,20	27933,2		

n anual			0		
	\$ -	\$ 27	\$ 55	\$ 83799,60	\$ 111 732,80
Amortizació n acumulada		933,20	866,40		
Total	\$ 10 055,95	\$ 37 989,15	\$ 35 475,16	\$ 32961,18	\$ 30 447,19
Valor Presente		\$ 129530,30			

La cantidad anual producida es de 85.030 frascos de champú de 250 ml a \$ 1,29 costo unitario y \$ 4,00 de precio de venta al público. Resulta con un estado de pérdidas y ganancias (*Tabla 35*) con una utilidad neta después de impuestos de \$ 87.780,15, un rendimiento sobre la inversión (ROI) de 0,57 y un rendimiento sobre el capital (ROE) de 1,83.

Tabla 35.

Estado de pérdidas y ganancias

Estado de Pérdidas y Ganancias		
Ingresos		\$ 340 120,00
Ventas	\$ 340 120,00	
Otros Ingresos	\$ -	
Costos de Producción		\$ 109 426,59
Utilidad Bruta		\$ 230 693,41
Gastos de Operación		\$ 103 597,26
Gastos de Ventas	\$ 10 912,62	
Gastos de Administración y Generales	\$ 92 684,64	
Utilidad de Operación		\$ 127 096,15
Gastos Financieros		\$ 10 055,95
Utilidad Antes de Impuestos		\$ 117 040,20
Impuesto Sobre la Renta	25%	\$ 29 260,05
Utilidad Neta		\$ 87 780,15

Rendimiento Sobre la Inversión (ROI)	0,57
Rendimiento Sobre el Capital (ROE)	1,83

El punto de equilibrio (*Figura 27*) del proyecto es de 74.528 frascos de champú y en dólares \$ 298.112,45.

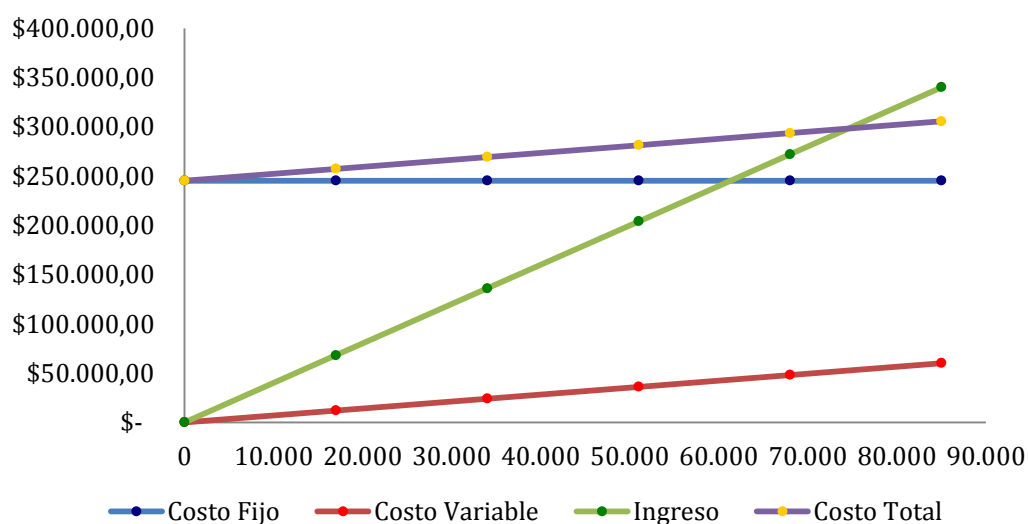


Figura 27. Punto de equilibrio

En el análisis de factibilidad (*Tabla 36*), se realizó con una deuda del 70 %, un capital del 30 %, una tasa de interés del 9 %, impuesto a la renta del 25%, una beta de la industria apalancada de 0,69, tasa libre de riesgo de 5,24 %, premio por riesgo de 3,78 %, riesgo país de 15 % y un tasa de descuento de 11,58%. Atribuye al proyecto como rentable con un valor actual neto de \$ 127.041, un beneficio costo del 1,80, una tasa interna de retorno del 47,89 % y una tasa mínima atractiva de retorno de 26 %.

Tabla 36.

Análisis de factibilidad del proyecto

CONCEPTO	Año				
	1	2	3	4	5
	\$	\$	\$	\$	\$
UTILIDAD EN OPERACIÓN	117.040	117.040	117.040	117.040	117.040
DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES	-	-	-	-	-
IMPUESTO A LA RENTA	29.260	29.260	29.260	29.260	29.260
INVERSIONES DE REPOSICION Y MANTENIMIENTO	-	-	-	-	-
VARIACIONES DEL CAPITAL DE TRABAJO VALOR RESIDUAL DE LOS ACTIVOS FIJOS VALOR RESIDUAL DEL CAPITAL DE TRABAJO					15.714

FLUJO DE					103.493,95
CAJA	87.78	87.780,	87.780,	87.780,	
OPERATIVO	0,15	15	15	15	
NOMINAL					
TASA	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
PERTINENTE					
DE					
DESCUENTO					
(EN %)					
FACTOR DE					0,853242
VALOR	0,853	0,85324	0,85324	0,85324	
ACTUAL A LA	242	2	2	2	
TASA Kp					
VALOR					46.803
ACTUAL DE	74.89	63.906	54.527	46.525	
LOS FLUJOS	8				
DE CAJA					
FLUJOS DE					286.659
CAJA	74.89	138.804	193.331	239.856	
ACUMULADOS	8				
SUMA DE LOS	\$286.	PROYE			
FLUJOS DE	659	CTO			
CAJA					
ACTUALIZADO					
S					
INVERSION	\$159.	RENTA			
DEL	618	BLE			
PROYECTO					
VALOR	\$127.	SI			
ACTUAL NETO	041				
(VAN)					
RELACION		SI			

BENEFICIO /	1,80	
COSTO (B/C)		
TASA INTERNA	47,89	SI
DE RETORNO	%	
(TIR) (%)		
TMAR	26%	SI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El tratamiento T5 con una cantidad de $(1,68 \pm 0,18 \text{ mg})$ de saponinas de la quinua sometida a condiciones de $50 \text{ }^\circ \text{C}$ durante 5 minutos obtuvo un rendimiento extractivo de saponinas del $70,71 \pm 0,73 \%$.

El tratamiento T4 con una cantidad de $(0,59 \pm 0,26 \text{ mg})$ de saponinas de la quinua y pH 7,73 cumple con la norma de requisitos para champú NTE INEN 851.

La cantidad de espuma (mm) para el tratamiento T5 con una cantidad de $(1,68 \pm 0,18 \text{ mg})$ de saponinas de la quinua para t_0 fue de $(77 \pm 1 \text{ mm})$, mientras que para t_1 fue de $(75,189 \pm 0,51 \text{ mm})$, lo cual califica como una espuma de buena calidad y estabilidad.

El tratamiento T5 con una cantidad de $(1,68 \pm 0,18 \text{ mg})$ de saponinas de la quinua presentó una viscosidad de $(2551,33 \pm 1,22 \text{ cP})$, a una velocidad de 50 rpm, se encuentra dentro de los rangos permitidos para la aceptación.

Según el análisis de factibilidad el proyecto de elaboración de champú con saponinas como sustituto de tensoactivo químico, es rentable con un valor actual neto (VAN) de \$ 127.041, un beneficio/costo (B/C) de \$ 1,80, una tasa interna de retorno (TIR) de 47,89% y tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) de 26%.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar investigaciones de acondicionamiento del grano previo al lavado de la quinua.

Se recomienda realizar el reactivo color dentro de un baño de agua con hielo, para evitar quemaduras debido a que se produce una fuerte reacción exotérmica.

Se recomienda hacer estudios sobre la implementación de un conservante cosmético de pH ácido para prolongar la vida útil del champú elaborado con saponinas del agua de lavado de la quina como tensoactivo.

REFERENCIAS

- Ahumada, A., Ortega, A., Chito, D y Benítez, R. (2016). Saponinas de la quinua (*Chenopodium quinoa*): un subproducto con alto potencial biológico. Popayán, Colombia: Revista Colombiana de Ciencias Químicas y Farmacéuticas.
- Arzapalo, D., Huamán, K., Quispe, M. y Espinoza, C. (2015). Extracción y caracterización del almidón de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) negra collana, pasakalla roja y blanca junín. Lima, Perú: Revista de la Sociedad Química Perú
- Bazile, D y Baudron, F. (2014). Dinámica de expansión mundial del cultivo de la quinua respecto a su alta biodiversidad. Capitulo Numero 1.4. IN: BAZILE D. et al. (Campus International de Baillarguet). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia).
- Bioversity International, FAO, PROINPA, INIAF y FIDA. (2013). Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. Bioversity International, Roma, Italia; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia; Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia; Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, La Paz, Bolivia; Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Roma, Italia. ISBN: 978-92-9043-927-1
- Calla, J., & Cortez, G. (2011). Pos cosecha y transformación de quinua orgánica. Puno, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
- Cantarero, A. (2010). Determinación de tensioactivos aniónicos en matrices ambientales. Comportamiento del jabón en una parcela agrícola. Granada, España: Universidad de Granada
- Consumer. (2004). Champús de uso frecuente para cabello normal. Recuperado el 5 de junio de 2017 de: <http://revista.consumer.es/web/es/20040201/pdf/analisis-2.pdf>

- Corzo, D. (2009). Análisis y selección de diferentes métodos para eliminar las saponinas en dos variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. Bogotá, Colombia: Jardín Botánico de Bogotá
- Díaz, J. (2015). Manual de análisis de calidad de tensoactivos y de soluciones de hipoclorito de sodio. Bogotá, Colombia: Ecoquim y Universidad Distrital Francisco José de caldas
- Aramberri, I., Binks, B., Clint, J. y Fletcher, P. (2006). Elaboración y caracterización de emulsiones por polímeros y agentes tensoactivos. Madrid, España: Revista Iberoamericana de Polímeros
- FAO y ALADI. (2014). Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua. Santiago de Chile, Chile: FAO
- Furche, C., Salcedo, S., Krivonos, E., Rabczuk, P., Jara, B., Fernández, D y Correa, F. (2014). Comercio internacional de quinua. Capítulo Numero 4.1. IN: BAZILE D. et al. (FAO y ALADI). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia).
- Gianna, V. (2013). Extracción, cuantificación y purificación de saponinas de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd Provenientes del noroeste argentino. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba
- Hernández, R., Euenia, C., Lugo, C., Lourdes, J y Socorro Villanueva. (2005). Extracción y cuantificación indirecta de las saponinas de *Agave lechuguilla* Torrey. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara
- Jellen, E., Maughan, J., Fuentes, F y Kokano, B. (2014). Botánica, filogenia y evolución. Capítulo Numero 1.1. IN: BAZILE D. et al. (Universidad Brigham Young, Departamento de Ciencias Botánicas y de Vida Silvestre, Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Arturo Prat y Departamento de Anatomía y Citología Vegetal de la Universidad de Silesia). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia).
- Lozano, M., Ticona, E., Carrasco, C., Flores, Y. y Almanza, G. (2012). Cuantificación de saponinas en residuos de quinua real *Chenopodium quinoa* Willd. La Paz, Bolivia: Revista Boliviana de Química

- Meyhuay, M. (1999). Quinoa: Operaciones de Poscosecha. Roma, Italia: FAO
- Monje, C., Yarko, A y Raffaillac, J. (2009). Determinación de saponinas totales en quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) método espectofotométrico. La Paz, Bolivia: ABPV
- Morales, M., Narváez, L y Parra, A. (2016). Evaluación del lavado del grano de quinoa para obtención de azúcares fermentables. Nariño, Colombia: Universidad Mariana
- Nieto, C. y Vimos, C. (1992). La quinoa cosecha y poscosecha. Algunas experiencias en el Ecuador. Quito, Ecuador: INIAP
- Pajuela, R. (2016). Posibilidades de la SAPONINA DE QUINUA en la industria cosmética. Lima, Perú: EUROECOTRADE
- Pasquali, R., Bregni, C y Serrao, R. (2005). Geometría de Micelas y otros Agregados de Sustancias Anfifílicas. Buenos Aires, Argentina: Acta Farm. Bonaerense. ISSN: 0326-2383
- Peralta, E. (2010). INIAP Tunkahuán variedad mejorada de quinoa de bajo contenido de saponina: INAIP. Quito, Ecuador
- Peralta, E. (2014). La quinua en Ecuador. Capítulo Numero 5.3. IN: BAZILE D. et al. (Estación Experimental Santa Catalina). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia).
- Planella, M., López, M y Bruno, M. (2014). La domesticación y distribución prehistórica. Capítulo Numero 1.3. IN: BAZILE D. et al. (Sociedad Chilena de Arqueología, Departamento Científico de Arqueología. Museo de Ciencias Naturales de La Plata y Dickinson Collage en Carlisle). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia).
- Puig, L., Ribera, M., Hernanz, J., Belinchón, I., Santos, J., Linares, M., Querol, I., Colomé, E. y Caballé, G., (2010). Tratamiento de la psoriasis del cuero cabelludo. Revisión de la evidencia y Consenso Delphi del Grupo de Psoriasis de la Academia Española de Dermatología y Venereología. Madrid, España: Actas Dermo-Sifilográficas

- Quiroga, C., Escalera, R., Aroni, G., Bonifacio, A., González, J., Villca, A., Saravia, R y Ruiz, A. (2014). Procesos tradicionales e innovaciones tecnológicas en la cosecha, beneficiado e industrialización de la quinua. Capítulo Numero 3.1. IN: BAZILE D. et al. (Universidad Privada Boliviana, Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos, Fundación Miguel Lillo y Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia).
- Salager, J. (2002). Surfactantes. Tipos y usos. Mérida, Venezuela: Universidad de los Andes
- Salager, J. (2002). Surfactantes. Mérida, Venezuela: Universidad de los Andes.
- Monteros, A. (2016). Rendimientos de quinua en el Ecuador 2016 (octubre 2015-2016). Quito, Ecuador: SINAGAP
- Samaniego, J. (2015). Diseño y formulación de un champú a base de extracto de alcohol de urtica urens L. para su aplicación contra la caída de cabello. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Scarpatti, Z. (1979). Aislamiento y caracterización de almidón de quinoa (*Chenopodium quinoa*) y canihua (*Chenopodium pallidicaule*). Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria
- Scarpatti, Z y Briceño, O. (1980). Evaluación de la composición química (composición nutricional) de algunas entradas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) del banco de germoplasma de la Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno, Perú: Universidad Nacional Técnica del Altiplano
- Tapia, M. (2000). Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Segunda Edición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago de Chile, Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- Tómas, G., Huamán, J., Aguirre, M y Barrera, M. (2010). Extracción y clasificación de las saponinas del *Sapindus saponaria* L., "Boliche". Lima, Perú: Revista Peruana de Química.

- Troisi, J., Fiore, R., Pulvento, C., D'Andria, R., Vega-gález, A., Miranda, M., Martínez, E. y Lavini, A. (2014). Saponinas. Capítulo Número 3.3. IN: BAZILE D. et al. (Laboratorio Chimico Merceologico, CNR, Universidad de La Serena y Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia).
- Veas, E., Cortes, H y Jara, P. (2016). Procesamiento y manejo de postcosecha del grano de quínoa. Santiago de Chile, Chile: INIA
- Vega-Gález, A., San Martín, R., Sanders, M., Miranda, M., Lara y Lara, E. (2010). Characteristics and mathematical modeling of convective drying of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Influence of temperature on the kinetic parameters. Santiago de Chile, Chile: Journal of Food Processing and Preservation.

ANEXOS

Anexo N°1 Tabla de datos para infostat

Tratamientos	Repetición	pH	Viscosidad (cP) 50 rpm	Viscosidad (cP) 100 rpm	Altura de Espuma (mm) t0	Altura de Espuma (mm) t 5 min	Saponinas totales (mg/100 ml)
T0	1	7,7	2814	2702	86	84,66666667	0
T1	1	8	797,33	634,67	41,33333333	18,33333333	36,44
T2	1	7,9	410	299	80	67	19,78
T3	1	7,66666667	803,33	632,33	82,66666667	42,66666667	36,44
T4	1	7,73333333	522	430	82,66666667	61,33333333	23,95
T5	1	7,8	2551,33	2385,67	77	75,33333333	69,76
T6	1	8,06666667	198	120	72,66666667	29	9,37
T0	2	7,3	2813	2701	84	84	0
T1	2	8	796,33	651,33	41	18,33333333	35,28
T2	2	8	408,33	302	81,66666667	67,66666667	19,9
T3	2	7,86666667	807,67	633,67	82,66666667	39,33333333	34,38
T4	2	7,73333333	571,33	433,33	83,33333333	60,66666667	25,78
T5	2	7,9	2551,67	2383,33	78	76	71,02
T6	2	8	196,67	118,33	70,66666667	28,33333333	9,28
T0	3	7,33333333	2812	2701,33	83,66666667	85,33333333	0
T1	3	8,03333333	797,67	668,67	41	19,66666667	36,39
T2	3	8,13333333	407,33	303,33	81	68,66666667	19,68
T3	3	8	806	631	83	40,33333333	36,4
T4	3	7,73333333	572,33	431,33	81,66666667	62,33333333	23,89
T5	3	7,66666667	2551	2383,33	76	76,33333333	69,74
T6	3	8,03333333	198	119,67	70,66666667	29,33333333	9,32

Anexo N°2 Inversión en maquinaria y equipos

Maquinaria y Equipo					
Ítem	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	
1	Marmita	1	\$ 1 350,00	\$ 1 350,00	
2	Tamiz Industrial	1	\$ 45,00	\$ 45,00	
3	Balanza Industrial	1	\$250,00	\$ 250,00	
4	Dispensadora	1	\$ 1 890,00	\$ 1 890,00	
5	Mezcladora	1	\$ 2 200,00	\$ 2 200,00	
6	Espátula	10	\$ 3,00	\$ 30,00	
7	Cubetas Plásticas	10	\$ 7,50	\$ 75,00	
8	Mesa de Acero	1	\$180,0 0	\$ 180,00	
9	Filtro separador	1	\$ 150,00	\$ 150,00	
10	Estantería	1	\$ 230,00	\$ 230,00	
Total Maquinaria y Equipo				\$ 640,00	

Anexo N°3 Inversión en instalaciones y montajes

Instalación y Montaje					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	OBRA MECANICA				\$ 10 000,00
1,1	Montaje de Equipos	glb	1	\$ 10 000,00	\$ 10 000,00
1,2	Instalación de tuberías				\$ -
1,3	Instalación de aislamiento térmico				\$ -
1,4	Pintura y recubrimiento				\$ -
1,5	Pruebas				\$ -
2	OBRA ELECTRICA				\$ 5 000,00
2,1	Tendido de cable		1	\$5 000,00	\$ 5 000,00
2,2	Conexiones				\$ -

2,3	Instalación de equipo eléctrico trifásico					\$ -
2,4	Instalación de sistema a tierra					\$ -
2,5	Instalación de lámparas y alumbrado					\$ -
2,6	Pruebas					\$ -
3	INSTRUMENTACION					\$ -
3,1	Instalación de instrumentos					\$ -
3,2	Instalación de sistemas de seguridad					\$ -
3,3	Pruebas					\$ -
3,4	Pre-Comisionado					\$-
4	COMISIONADO Y ARRANQUE	%	5			\$ 250,00
5	TASAS E IMPUESTOS					\$ -
5,1	Gastos Legales					\$ -
5,2	Seguro todo riesgo					\$ -
6	INDIRECTOS					\$2 500,00
6,1	Dirección Técnica		1	\$ 2 500,00		\$2 500,00
6,2	Gastos Administrativos					\$-
Total Instalación y Montaje						\$ 17 750,00

Anexo N°4 Inversión en terreno

Terrenos y Adecuaciones					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Terreno	m2	200	\$ 100,00	\$ 20.000,00
2	Galpón	m3	100	\$ 53,00	\$ 5.300,00
Total Terrenos y Adecuaciones					\$ 25.300,00

Anexo N°5 Inversiones en construcciones

Construcciones					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	PLANIFICACIÓN				\$ 750,00
1,1	Proyecto Arquitectónico	glb	1	\$ 750,00	\$ 750,00
3	CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN				\$ 14 210,00
3,1	Bloque Administrativo	m2	3	\$ 120,00	\$ 360,00
3,2	Bloque de Procesamiento y laboratorio	m2	70	\$175,00	\$12 250,00
3,3	Bloque de bodega (cuarto frio)	m2	5	\$200,00	\$ 1 000,00
3,4	Exteriores y estacionamientos descubiertos	m2	5	\$120,00	\$ 600,00

4	IMPREVISTOS	2%	1		\$ 142,10
Total Construcciones					\$ 15 102,10

Anexo N°6 Inversiones en equipos de oficina

Muebles y Equipo de Oficina				
Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Escritorio	1	\$ 100,00	\$ 100,00
2	Computador	1	\$ 450,00	\$ 450,00
3	Mueble	1	\$ 150,00	\$ 150,00
4	Repisa	2	\$ 130,00	\$ 260,00
Total Muebles y Equipo de Oficina				\$960,00

Anexo N°7 Inversiones en vehículos

Vehículos					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Camión	glb	1	\$ 22 300,00	\$ 22 300,00
2	Camión cisterna	glb	1	\$ 60 000,00	\$ 60 000,00
Total Vehículos					\$ 82 300,00

Anexo N°8 Inversiones en equipo de laboratorio

Equipo de Laboratorio (análisis fisicoquímico)					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Viscosímetro PCE- RVI 6	u	1	\$ 1 791,79	\$ 1 791,79
2	pH metro HI 9124	u	1	\$ 482,67	\$,482,67
3	Materiales de vidrio(pipetas, tubos)	u	1	\$ 100,00	\$ 100,00
Total Equipo de Laboratorio (análisis fisicoquímico)					\$ 2 374,46

Anexo N°9 Intangibles

Intangibles					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Constitución de la compañía	glb	1	\$450,00	\$450,00
2	Estudios de mercado	glb	1	\$1 000,00	\$1 000,00
3	Estudios de factibilidad	glb	1	\$ 1 100,00	\$ 1 100,00
Total Intangibles					\$ 2 550,00

Anexo N°10 Costos de materiales directos

Materiales Directos					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad anual	Precio Unitario	Costo Anual
1	Betaína	MI	892.815	\$ 0,002	\$ 1 785,63
2	Cetiol	MI	1.062.875	\$ 0,002	\$ 2 125,75
3	Comperlan	MI	1.402.995	\$ 0,002	\$ 2 805,99
4	Acido Ascórbico	Mg	21257,5	\$ 0,100	\$ 2 125,75
5	Colorante Vegetal	Mg	106.288	\$ 0,010	\$ 1 062,88
6	Esencia	MI	2.126	\$ 0,250	\$ 531,44
7	Empaque	U	85.030	\$ 0,180	\$ 15 305,40
8	Agua de Lavado de la Quinoa	MI	21.257.500	\$ -	\$ -
Total Materiales Directos					\$ 25 742,83

Anexo N°11 Costos de mano de obra directa

Mano de Obra Directa				
Ítem	Categoría	Cantidad	Sueldo Mensual	Costo Anual
1	Jefe de producción	1	\$ 750,00	\$ 9 000,00
2	Encargado de producción	1	\$ 375,00	\$ 4 500,00
3	Encargado de envasado	1	\$ 375,00	\$ 4 500,00
4	Encargado de bodega	1	\$ 375,00	\$ 4 500,00
5	Encargado de laboratorio	1	\$ 375,00	\$ 4 500,00
Total Mano de Obra Directa				\$ 27 000,00

Anexo N°12 Costos de mano de obra indirecta

Mano de Obra Indirecta				
Ítem	Categoría	Cantidad	Sueldo Mensual	Costo Anual
1	Chofer	2	\$ 375,00	\$ 9.000,00
2	Contador	1	\$ 375,00	\$ 4.500,00
Total Mano de Obra Indirecta				\$ 13.500,00

Anexo N°13 Costos de materiales indirectos

Materiales Indirectos					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad anual	Precio Unitario	Costo Anual
1	Laboratorio	mes	12	\$ 30,00	\$ 360,00

2	Gavetas	u	1.000	\$ 5,00	\$5 000,00
Total Materiales Indirectos					\$ 5 360,00

Anexo N°14 Costo de servicios básicos

Servicios Básicos					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad anual	Precio Unitario	Costo Anual
1	Energía	KW-h	10 500	\$ 0,09	\$ 945,00
2	Agua Potable	m3	800	\$ 0,75	\$ 600,00
4	Telefonía Fija (incluye internet)	mes	12	\$ 30,00	\$ 360,00
6	Vigilancia Privada	mes	12	\$ 1 062,67	\$ 12 752,04
Total Servicios Básicos					\$ 14 657,04

Anexo N°15 Costo de mantenimiento a maquinaria y equipos

Mantenimiento de Maquinaria y Equipo				
Ítem	Equipo	Valor Inversión	%	Costo Anual
1	Mantenimiento	\$ 6 400,00	4%	\$ 256,00
Total Mantenimiento de Maquinaria y Equipo				\$ 256,00

Anexo N°16 Costo de seguros

Seguros				
Ítem	Activo	Valor Asegurado	Prima	Costo Anual
1	Seguros al Personal	\$ 68 040,00	5%	\$3 402,00
2	Incendio	\$ 124 886,56	5%	\$ 6 244,33
3	Robo y Asalto	\$ 124 886,56	3%	\$3 746,60
4	Rotura de Maquinaria	\$ 6 400,00	3%	\$ 192,00
5	Vehículos			
5,1	Livianos			\$ -
5,2	Pesados	\$ 82 300,00	5%	\$ 4 115,00
Total Seguros				\$ 17 699,92

Anexo N°17 Costos de producción para imprevistos

Imprevistos		
Ítem	Descripción	Costo Anual
1	Materiales Directos	\$ 25 742,83
2	Mano de Obra Directa	\$ 27 000,00
3	Materiales Indirectos	\$ 5 360,00
4	Mano de Obra Indirecta	\$ 13 500,00
5	Servicios Básicos	\$ 14 657,04

6	Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	\$ 256,00
7	Seguros	\$ 17 699,92
	Total Costos Directo e Indirectos	\$ 104 215,80
	% Imprevistos	5%
Total Imprevistos		\$5 210,79

Anexo N°18 Gastos de Administración y Generales (Personal Administrativo)

Personal				
Ítem	Categoría	Cantidad	Sueldo Mensual	Costo Anual
1	Gerente de Planta	1	\$ 850,00	\$ 10 200,00
2	Gerente de Ventas	1	\$ 750,00	\$ 9 000,00
4	Auxiliar contable	1	\$ 375,00	\$ 4 500,00
Total Personal				\$ 23 700,00

Anexo N°19 Gastos en materiales de oficina

Materiales y Útiles de Oficina					
Ítem	Categoría	Unidad	Cantidad anual	Precio Unitario	Costo Anual
1	Aseo y Limpieza	mes	12	\$ 80,00	\$ 960,00
2	Oficina y Computación	mes	12	\$ 40,00	\$ 480,00
Total Materiales y Útiles de Oficina					\$1 440,00

Anexo N°20 Costo de personal de ventas

Personal de ventas				
Ítem	Categoría	Cantidad	Sueldo Mensual	Costo Anual
1	Vendedores medio tiempo	1	\$ 320,00	\$ 3 840,00
Total Personal de ventas				\$ 3 840,00

Anexo N°21 Gastos de ventas en propaganda y promoción

Propaganda y Promoción				
Ítem	Descripción	Ventas anuales	%	Costo Anual
1	Propaganda	\$595 210,00	1%	\$ 5 952,10
Total Propaganda y Promoción				\$ 5 952,10

Anexo N°22 Otros gastos

Otros Gastos (costos otros requerimientos)					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad anual	Precio Unitario	Costo Anual

1	Uniformes	U	12	\$ 35,00	\$ 420,00
2	Redecillas	U	432	\$0,01	\$ 4,32
3	Guantes	U	432	\$ 0,10	\$ 43,20
4	Botas	par	12	\$ 24,00	\$ 288,00
5	mascarillas	U	3 650	\$ 0,10	\$365,00
Total Otros Gastos (costos otros requerimientos)					\$1 120,52

Anexo N°23 Capital de trabajo

Capital de Trabajo			
Rubro	Costo Total	Necesidad (meses)	Capital de trabajo
Materiales Directos	\$ 25 742,83	3	\$ 6 435,71
Mano de Obra Directa	\$ 27 000,00	1	\$ 2 250,00
Materiales Indirectos	\$ 5 360,00	2	\$ 893,33
Mano de Obra Indirecta	\$13 500,00	1	\$ 1 125,00
Suministros	\$14 657,04	1	\$ 1 221,42
Seguros	\$17 699,92	1	\$ 1 474,99
Mantenimiento	\$256,00	1	\$ 21,33
Imprevistos	\$5 210,79	1	\$ 434,23
Gastos Administrativos y Generales	\$92 684,64	1	\$7 723,72
Gastos de Ventas	\$ 10 912,62	1	\$ 909,39
Gastos Financieros	\$ 129 530,30	1	
Total	\$ 342 554,15		\$ 22 489,13

Anexo N°24 Punto de equilibrio

Punto de Equilibrio		
Rubro	Costo Fijo	Costo Variable
Materiales Directos		\$25.742,83
Mano de Obra Directa	\$27.000,00	
Materiales Indirectos		\$5.360,00
Mano de Obra Indirecta	\$13.500,00	
Suministros	\$2.931,41	\$ 11.725,63
Seguros	\$ 17.699,92	
Mantenimiento	\$ 51,20	\$ 204,80
Depreciación	\$17.544,64	
Imprevistos		\$ 5.210,79
Gastos Administrativos y Generales		\$ 25.140,00
Gastos de Ventas	\$ 11.952,86	\$ 11.952,86
Gastos Financieros	\$ 129.530,30	
Exoneraciones		
Total	\$ 245.350,34	\$ 60.196,91
Producción Real (unidades)	85.030,00	

Costo Fijo	\$ 245.350,34
Costo Variable Unitario	\$ 0,71
Precio Unitario	\$ 4,00
Punto de Equilibrio unidades	74.528
Punto de Equilibrio dólares	\$ 298.112,45

Anexo N°25 Punto de equilibrio con gráfico

Años	0	1	2	3	4	5
Producción	0	17.006	34.012	51.018	68.024	85.030
Costo Fijo	\$ 245.350,34	\$ 245.350,34	\$ 245.350,34	\$ 245.350,34	\$ 245.350,34	\$ 245.350,34
Costo Variable	\$ -	\$ 12.039,38	\$ 24.078,77	\$ 36.118,15	\$ 48.157,53	\$ 60.196,91
Costo Total	\$ 245.350,34	\$ 257.389,72	\$ 269.429,10	\$ 281.468,48	\$ 293.507,87	\$ 305.547,25
Ingreso	\$ -	\$ 68.024,00	\$ 136.048,00	\$ 204.072,00	\$ 272.096,00	\$ 340.120,00

Anexo N°26 Flujo libre de fondos

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Utilidad antes de intereses e impuestos (EBIT)	\$ 127 096,15	\$ 127 096,15	\$ 127 096,15	\$ 127 096,15	\$ 127 096,15
- Impuesto sobre la renta (ISR)	\$ 29 260,05	\$ 29 260,05	\$ 29 260,05	\$ 29 260,05	\$ 29 260,05
+ Depreciación	\$ 18 134,64	\$ 18 134,64	\$ 18 134,64	\$ 18 134,64	\$ 18 134,64
- Variación del capital de trabajo	\$ 22 489,13				\$ (22 489,13)
- Inversión	\$ 159 618,28				
Flujo Libre de Fondos	\$ (66 136,67)	\$ 115 970,74	\$ 115 970,74	\$ 115 970,74	\$ 138 459,87

