



DISEÑO Y EVALUACION PARA LA ELABORACION DE UN CHAMPÚ SECO EN
POLVO

ILIANA MILENA WAGNER CESPEDES

SANTIAGO HURTADO RUIZ

ERWIN DAVID ÁLVAREZ FUENMAYOR

LILIANA MARGARITA MEZA BUELVAS

UNIVERSIDAD EAN

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA

PROYECTO DE GRADO

BOGOTÁ D.C.

2021

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	OBJETIVOS.....	6
	OBJETIVO GENERAL.....	6
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
3.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	7
4.	JUSTIFICACIÓN.....	8
5.	ANÁLISIS DE REQUERIMIENTO.....	9
6.	MARCO TEORICO.....	10
6.1	Cabello.....	10
6.2	Tipos de cabello.....	13
6.2.1	Folículos pilosos.....	13
6.2.2	Estructura de la fibra capilar.....	14
6.2.3	La composición química del cabello humano.....	15
6.3	Champú.....	15
6.3.1	Champú en seco.....	18
6.4	Evolución histórica de productos para la limpieza capilar.....	20
6.3.2	Composición de los productos.....	21
7.	ANÁLISIS DE RESTRICCIONES.....	30
7.1	Restricción ambiental.....	30
7.2	Restrcciones Económicas.....	30
7.3	Restricciones legales.....	31
7.4	Restricciones Seguridad y salud.....	33
7.5	Restricciones Socioculturales.....	33
8.	METODOLOGÍA.....	34
8.1	Miel de abeja.....	34
8.2	Aloe Vera.....	35
8.3	Té verde.....	37
8.4	Colágeno.....	39
9.	ANÁLISIS DE COSTOS.....	44
10.	DISEÑO CONCEPTUAL.....	46
11.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	49
12.	CONCLUSIONES.....	51
13.	RECOMENDACIONES.....	52
14.	REFERENCIAS.....	53

TABLA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 - ESTRUCTURA DEL CABELLO.....	11
ILUSTRACIÓN 2 - FOLÍCULO PILOSO.....	14
ILUSTRACIÓN 3 - ESTRUCTURA DE LA FIBRA CAPILAR.....	15
ILUSTRACIÓN 4 - CHAMPÚ EN SECO CASERO.....	19
ILUSTRACIÓN 5 - CHAMPÚ EN SECO COMERCIAL.....	19
ILUSTRACIÓN 6 - SCHWARZKOPF, PRIMER CHAMPÚ EN EUROPA	20
ILUSTRACIÓN 7 - HANS SCHWARZKOPF.....	20
ILUSTRACIÓN 8 - PH DEL AGUA.....	25
ILUSTRACIÓN 9 - MIEL DE ABEJA.....	34
ILUSTRACIÓN 10 - ESTRUCTURA DEL ALOE VERA.....	36
ILUSTRACIÓN 11 - TE VERDE EN POLVO.....	39
ILUSTRACIÓN 12 - COLÁGENO EN POLVO.....	41
ILUSTRACIÓN 13 - PRIMER MUESTRA DEL PRODUCTO FINAL.....	47
ILUSTRACIÓN 14 - SEGUNDA MUESTRA DEL PRODUCTO FINAL	47
ILUSTRACIÓN 15 - HORNO DE CONVECCIÓN.....	48

TABLA DE TABLAS

TABLA 1 - CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	26
TABLA 2 - ESTUDIO MACROECONÓMICO.....	31
TABLA 3 - NORMATIVIDAD.....	32
TABLA 4 - PROPIEDADES DE LA MIEL.....	35
TABLA 5 - CARACTERÍSTICAS DEL ALOE VERA.....	37
TABLA 6 - PROPIEDADES DEL TÉ VERDE.....	38
TABLA 7 - COMPONENTES DEL TÉ VERDE	39
TABLA 8 - PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL COLÁGENO.....	40
TABLA 9 - COSTOS PARA LA PRODUCCIÓN.....	44
TABLA 10 - UTILIDAD TOTAL.....	45
TABLA 11 - RESULTADOS MEDICIONES DE PH	49
TABLA 12 - RESULTADOS AGUA DESTILADA Y CHAMPÚ.....	50

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se centra en el desarrollo de un champú seco en polvo con el fin de dar respuesta a las demandas actuales de los consumidores, ofreciendo un producto innovador al mercado de la cosmética orgánica. Se identificaron los ingredientes necesarios para producir un champú capaz de aumentar el brillo y prolongar las lavadas del cabello. Además, se aplicaron técnicas de deshidratación y de homogenización para la pulverización de los componentes, obteniendo como resultado un champú amigable con el medio ambiente que garantiza un consumo y producción sostenible.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la sociedad cuenta con mayor conciencia frente a las problemáticas ambientales y los daños en la salud ocasionados por productos químicos, específicamente de uso diario. A causa de esto, los consumidores han aumentado su interés por los productos orgánicos. Es importante ofrecer a los consumidores una gama más amplia de estos productos. Esto conduciría a un impacto significativo en la salud humana y promovería una economía más sostenible.

Los fabricantes son responsables de la seguridad de sus productos y deben asegurarse de que se sometan a evaluaciones científicas de calidad desarrolladas por expertos antes de su venta. Los consumidores compran todo tipo de productos que pueden secarse, dañar o provocar un estado degradado del cabello. Estos productos comúnmente contienen ingredientes nocivos para los seres humanos y medio ambiente, entre los que se encuentran polímeros a base de petróleo, siliconas y sustancias químicas, como los sulfatos, que pueden ser agresivos para el cuero cabelludo y despojar al cabello de su naturaleza.

Los productos orgánicos para el cabello reducen el nivel de exposición diaria a químicos dañinos, se caracterizan por tener ingredientes orgánicos y biodegradables de origen sostenible, protegen la biodiversidad y algunos están empaquetados con contenido reciclado. También contienen infusiones de hierbas, tensioactivos suaves, mantequillas y aceites que aportan un cabello limpio, hidratado y sano.

En búsqueda de un impacto positivo al medio ambiente, el champú seco en polvo es una alternativa a los champús convencionales debido a que cumple con la misma funcionalidad y ayuda a reducir el consumo de agua. Asimismo, tiene un aspecto más práctico y ecológico. Este producto ofrece los mismos beneficios y cualidades del champú tradicional, con un aporte sostenible e innovador.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un producto seco en polvo para la limpieza capilar de uso versátil enfocado en la sostenibilidad y que cumpla con su promesa de valor.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Identificar la necesidad del público objetivo y los criterios ambientales a considerar en el proyecto.
- ❖ Determinar los componentes a utilizar y desarrollar un método para la elaboración óptima del producto.
- ❖ Realizar el análisis de costo-beneficio del producto modelo fabricado.
- ❖ Reconocer la importancia de la utilización del champú en seco en polvo como una alternativa sostenible.

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La fabricación de artículos de limpieza para los seres humanos ha causado diversos problemas ambientales, de los cuales se destacan la contaminación del agua, la contaminación del aire, el manejo inadecuado de residuos sólidos, la pérdida de bosques debido a la deforestación, entre otros, según lo indica el IDEAM.

La producción del champú convencional se desarrolla a partir de derivados del petróleo como lo son los aceites minerales y las sustancias sintéticas. Estos componentes, encontrados comúnmente en la producción de la mayoría de los productos químicos de limpieza y desinfectantes, pueden llegar a interactuar con las plantas de tratamiento de aguas residuales y forma nitrosamina, la cual es una sustancia cancerígena.

Los aspectos nocivos de mayor relevancia para el medio ambiente se presentan a causa del uso de tensioactivos y fosfatos en la fabricación de champú. Esto provoca daños al medio ambiente como la eutrofización, la cual se desarrolla debido a los fosfatos, fosfonatos o percarboxilatos que se utilizan como potenciadores.

¿Cómo reducir el impacto negativo ambiental ocasionado por la producción y el uso de los champús convencionales?

4. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la problemática ambiental es uno de los temas más preocupantes por el hombre, así, obligando a la industria a transformarse con una tendencia más ecológica y menos contaminante, innovando y creando nuevos productos desde los más comunes hasta los menos usados, entre ellos se encuentra el champú para el cabello, un producto de aseo que la mayoría de personas han utilizado alguna vez en su vida y que para otras es un producto de uso diario, un producto que a simple vista se ve inofensivo y hace parte de una rutina diaria, pero no es así, ya que la mayoría de estos productos contienen un 80% de agua, y también se realizan a base de productos naturales, pero en su mayoría son productos sintéticos, los cuales pueden llegar a ser grandes contaminantes al contacto con el agua. (Ishchenko, Llori, & Ramos., 2017).

A través de los años, se han ido creando derivados del champú para el cabello sin cambiar su función principal, así actualmente se pueden encontrar champú en barra, el cual es un sustituto del champú líquido, y siendo más ecológico ya que en su elaboración el agua no es un componente principal y los productos utilizados son naturales. También se encuentran champús en seco el cual ayuda a disminuir el uso de agua y baño completo del cabello, y aunque es un producto que evita el consumo del agua, no es en su totalidad un producto ecológico, afectando en gran parte la capa de ozono, por eso en este proyecto se busca encontrar un alternativa ecológica que reemplace el uso del champú en aerosol, creando un producto en polvo, natural y en una forma innovadora, se busca que este producto satisfaga la función principal del champú y que también no tenga gran significancia ambiental al contacto con el agua.

5. ANALISIS DE REQUERIMIENTO

En la búsqueda de alternativas para reducir el impacto negativo ambiental a causa de la producción de champú, se encuentran diferentes productos capaces de reemplazar a los productos convencionales; un ejemplo es el champú en barra, ya que tiene como objetivo disminuir el consumo de agua y cumplir con la finalidad del champú, nutrir y quitar la grasa acumulada en el cabello, a pesar de ser una nueva propuesta para el mercado de champús, aún no es de gran acogida por los clientes y su producción es reducida a comparación del champú líquido (Cueva, Zarpán, & Ganoza, 2019). También existen productos que tienen como objetivo reemplazar a los champús convencionales y, aunque no cumple en un 100% la finalidad de este, tienen un resultado exitoso al quitar la grasa acumulada en el cabello. Una de estas alternativas es el bicarbonato de sodio diluido en agua tibia o el vinagre. Estos son productos de fácil acceso en el mercado; no obstante, no son productos destinados para el cabello y pueden generar resequedad, caspa o friz cuando tienen un contacto directo en el cuero cabelludo.

De igual manera, el champú seco en polvo cumple con la función de limpiar y nutrir el cuero cabelludo y ayuda al ahorro agua. Este producto se caracteriza por ayudar a prolongar el tiempo entre lavadas, sin generar ningún tipo de afectación en el cuero cabelludo. Además, es un producto con gran potencial, debido a que se elabora con componentes amigables con el medio ambiente y de gran calidad para el consumidor final. Dado a eso, se plantea un producto innovador, inspirado en el champú seco en aerosol, con materias primas de calidad y con un valor agregado ambiental.

Cuenta con una fórmula biodegradable y se obtiene por medio de procesos de fabricación respetuosos con el fin de cumplir los objetivos principales del champú y satisfacer las necesidades propuestas en el mercado. Asimismo, tiene una presentación eco amigable, en donde se encuentra información concisa y clara para brindar facilidad de uso al consumidor final. Es un producto comprometido con la contaminación de la calidad del aire y con la disminución del uso de agua para su producción, libre de fosfatos y productos a base de derivados del petróleo; promoviendo así a la producción y el consumo responsable y disminuyendo la huella de carbono del consumidor.

6. MARCO TEORICO

6.1 Cabello

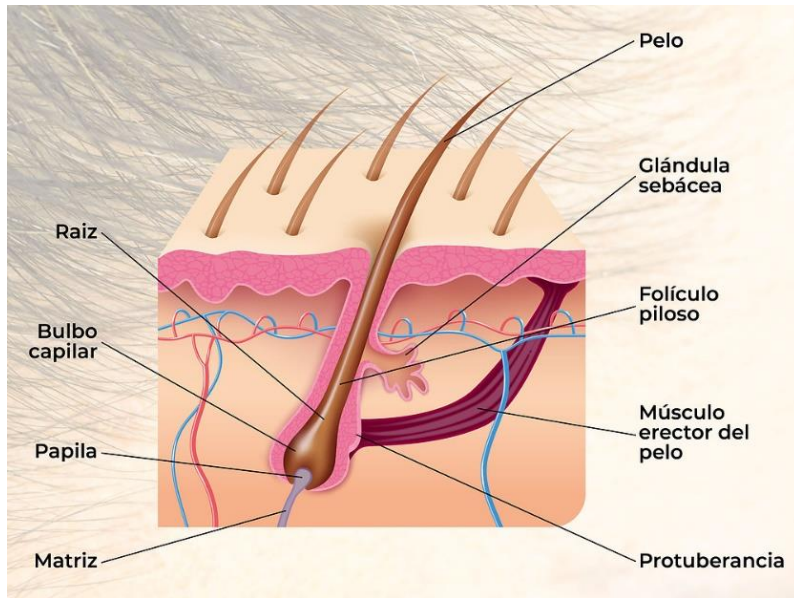
El cabello es una de las características más importantes de los seres humanos, ya que interviene en un amplio rango de funciones como termorregulación, protección física, dispersión de sudor y sebo, funciones sensoriales y táctiles, e interacciones sociales, protegiendo el cuerpo contra el calor, el frío, la luz solar, contaminación, lesiones e impactos. (Schneider, 2009)

La diversidad del cabello, su estilo, color, forma y patrón de crecimiento es una de nuestras características más definitorias. El estilo natural versus el temporal está influenciado por la forma en la que se cuida de este, como la pérdida genética, la caída repentina, el encanecimiento y la pérdida patológica en las diversas formas de alopecia debido a la genética, enfermedad o medicación.

El cabello brillante con una textura suave y puntas bien cortadas o puntiagudas se percibe generalmente como saludable. La textura y el brillo del cabello se relacionan con las propiedades de la superficie, mientras que la integridad de las puntas se relaciona con la corteza. Este rasgo característico deriva del ectodermo de la piel. Se implanta en el folículo pilosebáceo de la dermis y está constituido por tres partes: el bulbo, la raíz y el tallo. El bulbo es el extremo más profundo del cabello y también es la parte que lo hace crecer. Está conectado a las papilas dérmicas inervadas y vascularizadas, que permiten el aporte de los nutrientes necesarios para su crecimiento (Naizet S., 2016).

La raíz está firmemente fijada en el folículo piloso, la cual se encuentra ubicada entre el bulbo y la superficie de la epidermis donde el cabello toma la forma del tallo. La raíz y el tallo están formados por las mismas tres capas concéntricas: la médula, la corteza y la cutícula en el exterior. Además, este rasgo de los seres humanos se compone de proteínas, lípidos, agua, oligoelementos y pigmentos (Robbins, 2002)

Ilustración 1- Estructura del cabello



Referencia: Harmonyxstudio, 2020

Las proteínas capilares son en su mayor parte queratina; la queratina se caracteriza por tener mayor contenido en azufre que la de la piel. Existen dos tipos de queratina, la queratina dura y la queratina blanda. La queratina dura se encuentra presente en la corteza y en la cutícula; mientras que, la queratina blanda se observa en la médula del pelo. La ruptura de la queratina se debe a la acción de álcalis fuertes y reductores, en esto se basa el proceso de cambio de forma permanente.

La cutícula consta de tres partes: capa b, capa a y epicutícula. Específicamente, la epicutícula es una capa lipídica hidrófoba. La combinación de la capa hidrófoba externa con la corteza le confiere las propiedades físicas de brillo y volumen (cuerpo), esenciales para la apariencia de un cabello sano (Hordinsky, 2016).

La modificación cosmética exitosa requiere un proceso químico que cambia la estructura normal del tallo del cabello (Harrison, 2004). Para cambios de cabello permanentes, la reacción química de teñido, permanente o alisado debe ocurrir en la corteza. La decoloración, la permanente y el alisado cambian las propiedades físicas del cabello. La capa a se elimina mediante cualquier procedimiento químico y los enlaces disulfuro internos de la corteza se destruyen en el peinado de la permanente.

Los tratamientos químicos excesivos o repetidos, los malos hábitos de belleza y la exposición ambiental pueden provocar cambios en la textura del cabello y, en casos extremos, pueden provocar la rotura del cabello.

La caspa es una enfermedad común del cuero cabelludo, generalmente acompañada de picazón en el cuero cabelludo. Esta enfermedad está relacionada con un hongo específico llamado *Malassezia* en el cuero cabelludo. *Malassezia* metaboliza los triglicéridos en el sebo a través de la expresión de la lipasa, produciendo subproductos lipídicos insaturados. Los lípidos insaturados penetran en la capa superior de la epidermis y provocan inflamación. Se cree que la caspa es el resultado de una respuesta inflamatoria (Sakamoto, 2017).

La alteración cosmética exitosa requiere procesos químicos que alteren la estructura normal del tallo del cabello. Para un cambio permanente en el cabello, la reacción química de coloración, permanente o alisado debe ocurrir en la corteza. La decoloración, la permanente y el alisado alteran las propiedades físicas del cabello. El tratamiento químico excesivo o repetido, los malos hábitos de aseo y la exposición ambiental producen cambios en la textura del cabello y, si son extremos, pueden provocar la rotura del cabello (Harrison, 2004).

Los diferentes tipos de cabello tienen una afinidad variable por los diversos métodos de coloración y ondulación. El cabello dañado también tiene una afinidad distinta por los productos para el cabello (Brown, 1977)

La fórmula de los cosméticos modernos puede limpiar los restos del cabello, restaurar y mejorar las funciones del estrato córneo y la corteza. Además, puede restaurar y mejorar la función cuticular y cortical y reducir la fuerza de desenredado y peinado. Los potentes agentes acondicionadores que contienen policuaternio, polidimetilsiloxano y extracto de goma están diseñados para prevenir daños físicos y químicos autoinfligidos excesivos. El acondicionamiento intensificado puede reemplazar temporalmente la capa a, mejorar la capacidad hidratante de la capa de la piel y restaurar algunas de las propiedades físicas debilitadas del cabello.

Los productos cosméticos modernos están formulados para limpiar el cabello de detritus, restaurar y mejorar la función cuticular y cortical y reducir la fuerza de desenredado y peinado. Los acondicionadores intensivos que contienen polímeros de poli-quaternium, dimeticonas y extractos de goma están diseñados para evitar los excesos autoinfligidos de daño

químico y físico. El acondicionamiento intensivo puede reemplazar temporalmente la capa f, mejorar la retención de humedad en la corteza y restaurar algunas de las propiedades físicas disminuidas del cabello. La mejora del brillo del cabello es un beneficio clave de los productos modernos.

Con el fin de alcanzar una buena limpieza y el embellecimiento del cabello, se da el mezclado mezclando varios ingredientes en la proporción correcta en la preparación del champú. Los avances modernos en química y tecnología han hecho posible reemplazar las bases de jabón por formulaciones complejas que contienen agentes limpiadores, agentes acondicionadores junto con aditivos funcionales, conservantes, aditivos estéticos e incluso ingredientes médicamente activos.

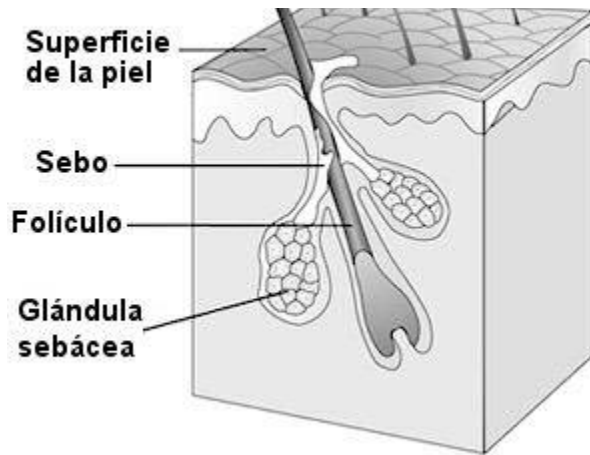
6.2 Tipos de cabello

El cabello humano se puede dividir en tres tipos: cabello terminal, grueso y cabello intermedio. Los primeros son macroscópicamente largos (> 2 cm), gruesos ($> 0,03$ mm), pigmentados y están presentes en cuero cabelludo, cejas, pestañas, barbas y áreas púbicas. Los gruesos, en cambio, no están pigmentados, son sedosos, no superan los 2 cm y se encuentran dispersos por todo el cuerpo como lo son las zonas sin pelo de la cara y el cuero cabelludo calvo. El cabello intermedio tiene una longitud y un tamaño intermedio del tallo y se encuentra en los brazos y piernas de los adultos. Las únicas partes del cuerpo humano que no tienen pelo son las membranas mucosas, las palmas de las manos, las plantas de los pies y los labios. (Toll, 2004)

6.2.1 Folículos pilosos

Los folículos pilosos se encuentran en la epidermis que se extienden hacia abajo a través de la dermis y se proyectan hacia la capa adiposa subcutánea, un tubo flexible totalmente queratinizado de células epiteliales. El folículo piloso regula el crecimiento del cabello a través de una interacción compleja entre hormonas, neuropéptidos y células inmunes. (Cotsarelis, 2009)

Ilustración 2 - Folículo piloso



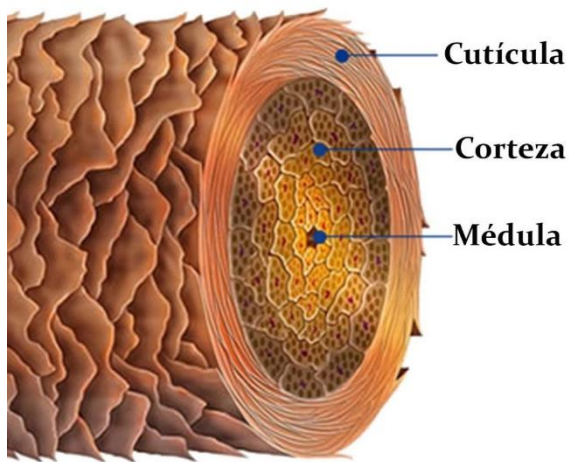
Referencia: Khidhir, 2008

6.2.2 Estructura de la fibra capilar

El cabello es un biomaterial filamentosos formado principalmente por proteínas, en particular, queratina (aproximadamente 80% p / p), que es una proteína α -helicoidal con alto contenido de cisteína (Wagner, 2007). Las fibras capilares tienen una estructura jerárquica similar a otros materiales de α -queratina, como lana, uñas, garras y cuernos presentes en mamíferos (Yang, 2017).

Morfológicamente, un cabello humano se divide en diferentes unidades: corteza, cutícula y médula como se observa en la figura 2. El diámetro típico de una fibra capilar es de 50 a 100 μm y la fibra está cubierta por una capa, una cutícula lipídica hidrofóbica

Ilustración 3 - Estructura de la fibra capilar



Referencia: Yang Y. &, 2017

6.2.3 La composición química del cabello humano

Las fibras capilares tienen entre 65-95% de proteínas y hasta 32% en peso de agua. El resto de los componentes son pigmentos lipídicos y otros. Además, glicina, treonina, ácido aspártico y glutámico, lisina, la cisteína y la tirosina son los aminoácidos que componen la mayor parte del cabello (Rigon, 2013)

6.3 Champú

El champú capilar es una preparación cosmética, preparada de la formulación de uno a varios tensoactivos en adición de otras sustancias como coadyuvantes con propiedades que ayudan a limpiar el cuello cabelludo y el cabello de suciedad, contaminantes ambientales y/o productos de peinado aplicados previamente.

Este producto de limpieza capilar se usa generalmente aplicándolo sobre el cabello mojado, masajeando el producto en el cabello y luego enjuagándolo bien. Si bien algunos consumidores pueden seguir un lavado con champú con el uso de acondicionador para el cabello, todavía hay

consumidores que solo pueden usar champú como producto diario de lavado y acondicionamiento del cabello.

Los champús consisten típicamente en una emulsión acuosa de varios tensioactivos, al menos uno de los cuales tendrá fuertes propiedades detergentes, varios aditivos para mejorar el rendimiento de limpieza o mejorar los atributos sensoriales, uno o más conservantes y fragancia. Los tensioactivos aniónicos tienden a ser los limpiadores más efectivos, pero en concentraciones altas pueden irritar el cuero cabelludo.

Existen diferentes tipos de champú, entre ellos se destacan el champú para:

- Cabello normal, utilizado por personas que tienen cabello químicamente intacto y cuero cabelludo que produce sebo moderado. Los champús para el cabello normal utilizan lauril sulfato como detergente principal que proporciona una buena limpieza y un acondicionamiento mínimo.
- Cabello seco, destinado para personas que se han sometido a tratamientos químicos o procedimientos de peinado severos. Estos champús proporcionan una limpieza suave y un buen acondicionamiento.
- Cabello graso es para personas que producen abundante sebo. Contienen lauril sulfatos o sulfosuccinatos como detergentes y no acondicionadores.
- Uso diario, ideal para personas que desean lavarse el cabello a diario junto con el baño para que no se sientan sucias. Por lo general, contienen detergentes suaves y no incorporan acondicionadores.
- Limpieza profunda, sus consumidores comúnmente utilizan con frecuencia productos de peinado, como laca, gel y mousse para el cabello. Estos polímeros se acumulan en el tallo del cabello después de un uso continuo y hacen que el cabello se vea áspero y sin brillo.
- Para bebés, se caracteriza por usar un detergente suave que no irrita los ojos y logra una limpieza suave, debido a que los bebés producen sebo limitado. Contienen detergentes del grupo anfótero, como las betaínas, que adormecen los tejidos del ojo para evitar escozor e irritación.
- Uso medicinal, es usado por personas con problemas del cuero cabelludo como dermatitis seborreica, psoriasis, infecciones bacterianas o micóticas. Además de los

limpiadores habituales, contienen agentes activos como derivados del alquitrán, corticosteroides, ácido salicílico, azufre, sulfuro de selenio, complejo de polivinilpirrolidona-yodo, fenoles clorados o piritiona de zinc.

- Uso profesional, utilizados por peluqueros y cosmetólogos profesionales. Se utilizan antes de un procedimiento de corte o peinado o antes y después de un proceso químico como el blanqueo y el teñido o el proceso de coloración.

Existen una gran variedad de champús; cada uno se ajusta a las necesidades de cada tipo de cabello. Por lo tanto, se encuentran diferentes presentaciones en donde se destacan en polvo, líquido transparente, líquido, en loción, a base de hierbas, etc. (Stanborough, 2019)

Aunque se consideran productos seguros, los champús pueden causar dermatitis de contacto. Los alérgenos comunes en estos productos son: cocamidopropil betaína, metilcloroisotiazolinona, conservantes que liberan formaldehído, propilenglicol, vitamina E (tocoferol), parabenos y benzofenonas.

Las condiciones que se ven más afectadas por el uso de champús agresivos son: Dificultad para desenredar las hebras y el efecto friz. El desgaste, la principal causa del encrespamiento, se puede minimizar con una formulación adecuada de productos de limpieza. Por otro lado, si las fórmulas de los champús no presentan la composición adecuada, se agrava el desgaste de las fibras.

Debido a que el cuero cabelludo es considerado la parte más absorbente del cuerpo, los productos cosméticos aplicados van directamente a la sangre. Por consiguiente, es de suma importancia tener claro los efectos de los compuestos químicos e ingredientes para tener en cuenta en las formulaciones de los productos.

6.3.1 Champú en seco

El champú seco es un tipo de producto para el cabello que reduce el aceite, la grasa y la suciedad del cabello. A diferencia de los champús y acondicionadores húmedos, el champú seco se aplica al cabello mientras está seco. No es necesario lavar el champú seco del cabello y, por lo general, se aplica en la coronilla y en otras áreas donde la grasa y el brillo pueden acumularse visiblemente. Los dos tipos principales de champú seco son caseros y comerciales.

El champú seco utiliza alcoholes o ingredientes activos a base de almidón para absorber los aceites y el sudor de tu cabello. Quitar los aceites de tu cabello hace que parezca más limpio. La mayoría de los champús secos también incluyen una fragancia que hace que el cabello presente un mejor olor entre lavados (Kramer, 2019).

Este tipo de champú actúa eliminando el cabello de los productos químicos hidrófobos a través de la absorción. Los productos químicos hidrofóbicos en contraposición a los hidrofílicos, no se adhieren a las moléculas de agua y pueden ser absorbidos fácilmente por el champú seco. Estos químicos hidrofóbicos son los aceites y suciedades en el cabello que se adhieren a los químicos en el champú seco que luego se puede cepillar o secar del cabello.

El champú seco utiliza alcoholes o ingredientes activos a base de almidón, generalmente de maíz o arroz, para absorber los aceites y el sudor de tu cabello. Al eliminar los aceites del cabello, se presenta una apariencia de mayor limpieza. La mayoría de los champús secos también incluyen una fragancia, la cual ayuda a que el cabello huela fresco entre lavados.

Asimismo, no es un sustituto permanente del lavado del cabello con jabón o champú. Esto se debe a que el champú seco no elimina las células cutáneas desprendidas ni controla las bacterias.

Los ingredientes que absorben aceite que puede usar para hacer un champú seco casero incluyen almidón de maíz, talco para bebés, almidón de arroz, raíz de lirio y avena. Debido a que las marcas no anuncian con exactitud las impurezas; el almidón de maíz, el almidón de arroz, la raíz de lirio, la avena o alguna mezcla de estos ingredientes, es óptima para una buena formulación del producto.

Ilustración 4 - Champú en seco casero



Referencia: Llorente, 2017

Las marcas comerciales suelen contener algún tipo de almidón, fragancia y un propulsor para ayudar a aplicar el producto de manera uniforme sobre el cabello. Algunos productos contienen un agente anti aglomerante que ayuda a dispersar las partículas. Un champú seco comercial en aerosol contiene isobutano, propano, alcohol desnaturalizado, almidón de aluminio octenilsuccinato, butano, fragancia, miristato de isopropilo, y sílice.

Ilustración 5 - Champú en seco comercial



Referencia: Scharzkopf, 2020

6.4 Evolución histórica de productos para la limpieza capilar

En 1946 se dio a conocer el primer detergente para la limpieza capilar (que contiene una combinación de tensioactivo / reforzante) en los EE. UU. El tensioactivo es un ingrediente de limpieza básico de un producto detergente, mientras que el reforzante ayuda al tensioactivo a trabajar de manera más eficiente (Brebner, 2017)

Ilustración 6 - Schwarzkopf, primer champú en Europa



Referencia: Romero, 2018

Hans Schwarzkopf creó el primer detergente en polvo para el cabello llamado *Schaumpon*, fue uno de los primeros productos de marca que se lanzó al mercado de la belleza. *Schaumpon* fue el primer champú soluble en agua desarrollado por Hans Schwarzkopf. Era más fácil de usar y más barato que los aceites y los jabones gruesos que se habían usado hasta entonces.

Ilustración 7 - Hans Schwarzkopf



Referencia: Romero, 2018

Los champús acondicionadores, a veces llamados champús 2 en 1, se introdujeron en los mercados mundiales a finales de la década de 1980. Un champú acondicionador está diseñado para depositar los activos acondicionadores sobre el cabello y al mismo tiempo eliminar la suciedad. Para que esto suceda, se realizaron innovaciones tecnológicas en varias áreas: dispersión estable de los activos acondicionadores insolubles en agua; deposición eficaz de los activos acondicionadores sobre el cabello; y distribución uniforme de los activos acondicionadores sobre la superficie del cabello.

El champú seco moderno se inventó en la década de 1940, sin embargo, se utilizó hasta finales del siglo XX en la sociedad en general. Se fabricó como una forma de limpiar el cabello sin usar agua. Luego, hace poco más de una década, el champú seco se renombró y se convirtió de repente en una herramienta de peinado para crear estilos de cabello voluminosos en los desfiles de alta costura y agregar textura a las ondas sueltas.

Los últimos 30 años han visto un enfoque creciente en las emisiones de dióxido de carbono que se generan al calentar el agua para lavar el cabello. Los champús secos y los acondicionadores sin enjuague ayudan a los consumidores a reducir su huella de dióxido de carbono, al mismo tiempo que ofrecen los mismos hermosos resultados.

Las preocupaciones de los consumidores sobre el impacto de los productos cosméticos en el medio ambiente han aumentado drásticamente en los últimos años. Como resultado, los fabricantes han comenzado a prestar mucha más atención a la huella medioambiental que dejan sus productos, en términos de emisiones de gases de efecto invernadero, uso de agua, residuos y abastecimiento sostenible de materias primas.

Los champús y diferentes tratamientos para el cabello ahora respaldan el enfoque global en la sostenibilidad. Ayudan a los consumidores a reducir su huella medioambiental, al mismo tiempo que mejoran la vida de las personas en todo el mundo.

6.4.1. Composición de los productos

Desde un punto de vista químico y de formulación, el champú se compone principalmente de bases de lavado, una mezcla de tensioactivos con propiedades limpiadoras que pueden eliminar la suciedad y el polvo del cuero cabelludo y cabello. La presencia de esta mezcla mejora el rendimiento del producto y reduce la resistencia. La presencia de esta mezcla

mejora el rendimiento de los productos, reduciendo el fuerte efecto de un solo tensioactivo. En particular, los detergentes se pueden clasificar como tensioactivos aniónicos, catiónicos, anfóteros y no iónicos según sus residuos químicos. También se pueden añadir espesantes poliméricos tales como goma xantano, hidroxietilcelulosa, hidropilmetilcelulosa, etc., con el fin de aumentar la viscosidad del champú. Sin embargo, la sobredosis de estos espesantes puede provocar una sensación negativa en el cabello. A veces, el pH también tiene un impacto en la viscosidad de los sistemas tensioactivos basados en aminoácidos. Por lo tanto, se debe considerar la optimización del rango de pH.

6.5 Conceptos básicos

6.5.1 Fenómenos de transporte

Estudia el movimiento de diferentes cantidades físicas en cualquier proceso químico o mecánico y describe los principios básicos y las leyes del transporte. También describe las relaciones y similitudes entre diferentes tipos de transporte que pueden ocurrir en cualquier sistema. Los fenómenos de transporte pueden dividirse en dos tipos: transporte molecular y transporte convectivo. Estos, a su vez, pueden estudiarse en tres niveles distintos: nivel macroscópico, nivel microscópico y nivel molecular. (Bird, R. B., Stewart, W. E., & Lightfoot, E. N., 1982).

- Transferencia de calor

Es el proceso físico de propagación del calor en distintos medios, se produce cuando hay un gradiente térmico en un sistema o cuando dos sistemas con diferentes temperaturas se ponen en contacto. El proceso continúa hasta alcanzar el equilibrio térmico, es decir, hasta que se igualan las temperaturas.

Existen tres mecanismos diferentes por los cuales ocurre la transferencia de calor:

- 1. Conducción:** El que el calor pasa a través de la sustancia misma del cuerpo
- 2. Convección:** El calor es transferido por el movimiento relativo de partes del cuerpo calentado
- 3. Radiación:** Mecanismo por el que el calor se transfiere directamente entre partes distantes del cuerpo por radiación electromagnética.

El estudio de transferencia de calor está involucrado en la industria química, específicamente, en los procesos de evaporación y secado, en donde el calor latente se encuentra involucrado. La transferencia de masa se relaciona con la transferencia de calor en las operaciones mencionadas.

La ecuación diferencial de transferencia de calor (ley de Fourier) es:

$$Q = U * A * \Delta T_M$$

Ec. 1. Transferencia de calor (Bird, R. B., Stewart, W. E., & Lightfoot, E. N., 1982).

Donde:

q es el flujo de calor

U es el coeficiente global de transferencia de calor

A es el área de transferencia de calor

ΔT_M es la diferencia de temperatura media

- **Cloruros**

Las aguas naturales contienen distintas cantidades de cloruros, dependiendo de las características de los terrenos adyacentes, sin embargo la cantidad debe ser menor que la encontrada en aguas residuales, estos contenidos no suelen sobrepasar los 50-60 mg/L, para realizar la determinación de los cloruros existen distintos métodos, sin embargo para calcular los mg/L presentes de cloruros se representa mediante la siguiente ecuación. (Ambientum, S.F)

$$ppm Cl^- = \left\{ \frac{[(A - B) * N * 35.45]}{V} \right\} * 1000$$

Donde:

A= mi valoración de la muestra

B= Valoración del blanco

V= Normalidad de $AgNO_3$

- **Transferencia de masa**

La transferencia de masa es la tendencia de uno o más componentes de una mezcla a transportarse desde una zona de alta concentración de los componentes a otra zona

donde la concentración es menor. Esto ocurre cuando se ponen en contacto dos sustancias con composiciones químicas diferentes.

Este fenómeno puede ocurrir en los sólidos, líquidos y gases. El mecanismo de la transferencia de masa depende de la dinámica del sistema en que se lleva a cabo, se puede presentar como transferencia molecular de masa y transferencia de masa por convección. (Bird, R. B., Stewart, W. E., & Lightfoot, E. N., 1982).

Para calcular el flujo de moléculas es necesario aplicar la ley de Fick, la cual se representa por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Flujo: } -D \frac{dC}{dx}$$

Ec 2. Flujo de moléculas (Bird, R. B., Stewart, W. E., & Lightfoot, E. N., 1982).

Donde:

Flujo es el número de moléculas por unidad de área y unidad de tiempo

D es el coeficiente de difusión

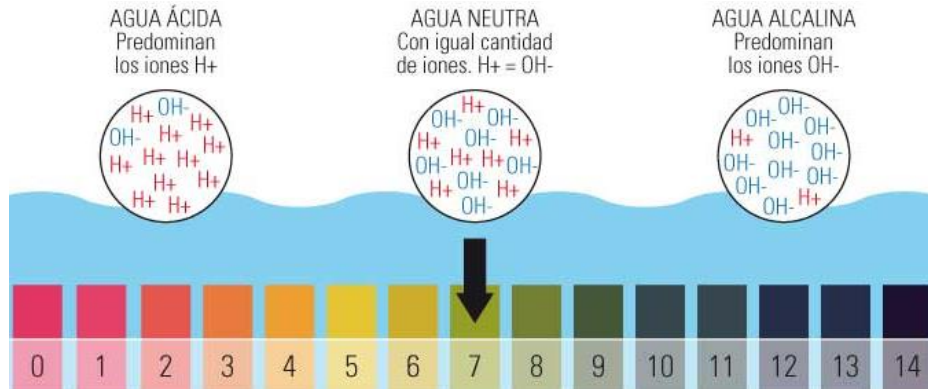
dc/dx es el gradiente de concentración

6.5.2 pH del agua

El pH es una de las pruebas más comunes para conocer parte de la calidad del agua.

Es una medida de la concentración de iones hidrógeno (H^+) en una solución acuosa, el cual indica acidez o alcalinidad. Las mediciones de pH se ejecutan en una escala de 0 a 14, con 7.0 considerado neutro. Las soluciones con un pH inferior a 7.0 se consideran ácidos. Las soluciones con un pH por encima de 7.0, hasta 14.0 se consideran bases o alcalinos, esto se puede observar a detalle en la ilustración 8. La escala de pH es logarítmica, por lo que cada cambio de la unidad del pH en realidad representa un cambio de diez veces en la acidez.

Ilustración 8 - pH del agua



Referencia: Outlet piscinas, 2018

6.5.3 Sólidos suspendidos

Los sólidos en suspensión se refieren a pequeñas partículas sólidas que permanecen en suspensión en agua. Se usa como un indicador de la calidad del agua, generalmente para aplicaciones de aguas residuales ya que tiene un efecto directo sobre el costo del tratamiento del agua. Cualquier partícula que sea menor de 2 micrones (μm), por otro lado, se considera un sólido total disuelto. La mayoría de los sólidos suspendidos se componen de materiales inorgánicos; sin embargo, las algas y bacterias también suelen considerarse. (Cariñanos, P., Prieto, J. C., Galán, C., & Domínguez, E., 2001)

6.5.4 Conductividad eléctrica

La conductividad se define como la capacidad de una sustancia de conducir la corriente eléctrica. La unidad de medición utilizada comúnmente es el Siemens/cm (S/cm). Es una variable dependiente de la cantidad de sales disueltas en un líquido y es inversamente proporcional a la resistividad de este.

En el caso de medidas en soluciones acuosas, el valor de la conductividad es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos, por lo tanto, cuanto mayor sea dicha concentración, mayor será la conductividad. Para calcular la relación entre la conductividad y los sólidos disueltos, se tiene en cuenta la siguiente regla:

$$1.4 \frac{\mu S}{cm} = 1 \text{ ppm (partes por millón de CaCO}_3\text{)}$$

La conductividad de una solución se determina por un movimiento molecular. La temperatura influye en dicho movimiento, por lo que es necesario tomarla en cuenta cuando se realizan mediciones de precisión. Generalmente, para realizar mediciones comparativas, la temperatura de referencia es de 20 °C ó 25 °C. (Viloria, H., & Natera, J. R. M., 2011).

En la siguiente tabla se puede observar un estimado de conductividad eléctrica con respecto a el tipo de agua:

Tabla 1 - Conductividad eléctrica

Tipo de agua	Conductividad eléctrica ($\frac{\mu S}{cm}$)
Agua pura	0,04 ($\frac{\mu S}{cm}$)
Agua destilada	0,5 a 5 ($\frac{\mu S}{cm}$)
Agua de lluvia	5 a 50 ($\frac{\mu S}{cm}$)
Agua potable	<2500 ($\frac{\mu S}{cm}$)
Aguas salobres	2500 a 20000 ($\frac{\mu S}{cm}$)
Aguas de mar	450000 a 550000 ($\frac{\mu S}{cm}$)
Salmueras	>100000 ($\frac{\mu S}{cm}$)

Referencia: Oz Perú, 2020

6.5.5 Absorción

La absorción es un proceso mediante el cual una sustancia incorporada en un estado se transfiere a otra sustancia de un estado diferente. Como proceso industrial, el uso más común de la absorción es para la separación y/o purificación de una mezcla de gases mediante la absorción de parte de la mezcla en un disolvente. En el proceso de absorción, una sustancia captura y transforma energía. Además, el absorbente distribuye el material que captura por todo el conjunto. (McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P., 1993).

El proceso de absorción se emplea para retirar contaminantes de una corriente que puede afectar la especificación el grado de pureza de algún producto. Además, para disminuir la presencia de ciertas sustancias que son contaminantes en proporciones muy pequeñas, tales como el monóxido de carbono o el dióxido de carbono por mencionar algunos que pueden afectar las propiedades globales de un producto.

6.5.6 Adsorción

La adsorción es la capacidad de todas las sustancias sólidas para atraer a sus superficies moléculas de gases o soluciones con las que están en contacto. Los sólidos que se utilizan para adsorber gases o sustancias disueltas se denominan adsorbentes; las moléculas adsorbidas generalmente se denominan colectivamente adsorbato. Un ejemplo de un adsorbente excelente es el carbón vegetal que se usa en las máscaras de gas para eliminar venenos o impurezas de una corriente de aire. (McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P.,1993).

La adsorción puede ser física o de naturaleza química. La adsorción física se asemeja a la condensación de gases a líquidos y depende del estado físico o fuerza de atracción entre el adsorbente sólido y las moléculas de adsorbato. No hay especificidad química en la adsorción física, cualquier gas tiende a adsorberse en cualquier sólido si la temperatura es suficientemente baja o la presión del gas suficientemente alta. En la adsorción química, los gases se mantienen en una superficie sólida mediante fuerzas químicas que son específicas para cada superficie y cada gas. La adsorción química ocurre generalmente a temperaturas más altas que aquellas a las que ocurre la adsorción física; además, la adsorción química es normalmente un proceso más lento que la adsorción física y, como la mayoría de las reacciones químicas, implica con frecuencia una energía de activación. (Earle, R. L., 2013)

6.5.7 Mezcla

Los procesos de mezcla son operaciones generales en la ingeniería de procesos industriales. El principal objetivo de estos procesos es homogeneizar un sistema físico heterogéneo mediante operaciones de manipulación. Hay dos tipos de patrones producidos por un mezclador típico simultáneamente: mezcla radial y división de flujo. En el primer caso, las circulaciones rotacionales de un material procesado alrededor de su propio centro provocan su mezcla radial. El material procesado se mezcla para reducir o eliminar los gradientes radiales de temperatura, velocidad y composición del material. En el caso de la división de flujo, un material procesado se divide en el borde de ataque de cada elemento del mezclador y sigue los canales creados por la forma del elemento. (Portillo, P. M., Ierapetritou, M. G., & Muzzio, F. J., 2008)

La mezcla continua de polvos es una operación en la que las materias primas se agregan a una unidad de procesamiento y se mezclan antes de transportarlas a la salida. La función más importante de esta operación es el comportamiento de la mezcla de ingredientes, ya que es fundamental que los componentes reaccionen en ciertos puntos durante la operación. (Deveswaran, R., Bharath, S., Basavaraj, B. V., Abraham, S., Furtado, S., & Madhavan, V., 2009).

6.5.8 Secado

El secado o deshidratación es, por definición, la eliminación del agua por evaporación, de un alimento sólido o líquido, con el fin de obtener un producto sólido suficientemente bajo en contenido de agua.

A partir de la transferencia de calor hacia un sólido húmedo, un gradiente de temperatura se desarrolla dentro del sólido mientras la evaporación de la humedad ocurre en la superficie. La evaporación produce una migración de humedad desde adentro del sólido hacia la superficie, la cual ocurre a través de uno o más mecanismos. Normalmente, durante el secado se presenta difusión, flujo capilar y presión interna causada por el encogimiento.

Dependiendo del modo de transferencia de calor y masa, los procesos de secado industrial se pueden agrupar en dos categorías: secado por convección y secado por conducción (ebullición).

- ***Secado por convección:*** Se utiliza gas caliente y seco (generalmente aire) tanto para suministrar el calor necesario para la evaporación como para eliminar el vapor de agua de la superficie de los alimentos. Tanto los intercambios de calor como de masa entre el gas y la partícula son esencialmente transferencias convectivas, aunque la conducción y la radiación también pueden estar involucradas hasta cierto punto. Este modo generalizado de secado también se conoce como *secado al aire*. El secado al aire es un proceso inherentemente lento. Se dice que $2/3$ del tiempo de secado se utiliza para eliminar $1/3$ de la humedad.
- ***Secado por conducción (ebullición):*** el alimento húmedo se pone en contacto con una superficie caliente (o, en una aplicación particular, con vapor sobrecalentado). El agua de la comida se "evapora". En esencia, el secado por ebullición equivale a la evaporación hasta la sequedad. El secado al vacío, el secado en tambor y el secado en vapor sobrecalentado son casos de este modo de secado.

La liofilización (liofilización) es otro método de eliminación de agua basado en la sublimación del agua de un material congelado a alto vacío. En vista de los mecanismos peculiares involucrados, la liofilización se discutirá en un capítulo separado. (Mudahar, G. S., Toledo, R. T., Floros, J. D., & Jen, J. J., 1989)

7. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

En este apartado se realizará un estudio detallado sobre las restricciones que se deberán tener en cuenta para la elaboración del champú seco en polvo como la solución de ingeniería elegida frente al problema planteado.

7.1 Restricción ambiental

Como restricción ambiental se deberá tener en cuenta que el realizar un producto alternativo no implica disminuir la contaminación ambiental causada actualmente por el uso de champú, resaltando que el uso de este tiene diferentes factores ambientales tales como el plástico destinado a sus envases y el consumo de agua para su producción.

Hoy en día, las principales ciudades de Colombia estiman semanalmente 88.000 toneladas de residuos plásticos, las cuales solo un 70% son reutilizadas (Álvarez. R, e.t 2016). Por otro lado, la contaminación de aguas, según indica el IDEAM, es uno de los factores más preocupantes en Colombia, por eso durante la elaboración de este producto se debe tener en cuenta los factores ambientales alternos que se pueden presentar y buscar alternativas, las cuales no tengan un impacto ambiental negativo y aporte a la economía circular y productiva.

Por consiguiente, se debe buscar una presentación ecológica con el fin de reemplazar el empaque de plástico, por un empaque de papel el cual pueda llegar a hacer reutilizable o biodegradable, también el realizar estudios detallados a los componentes y su reacción entre ellos para garantizar que el producto no genere residuos sólidos y tampoco sea significativo al momento de tener contacto con el agua.

7.2 Restricciones Económicas

Para las restricciones económicas del producto se realiza un estudio microeconómico con el fin de encontrar un enfoque individual al mercado, y se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos como se puede observar en la tabla 1:

Tabla 2 - Estudio macroeconómico

ESTUDIO MICROECONOMICO	
Aspecto	Resultados
Producción del mercado	En Colombia se presenta una gran variedad de fabricantes y distribuidores de champús, se pueden presentar más de 50 marcas en sus diferentes presentaciones, orgánicos, sin sal, en seco, entre muchos otros.
Precios del mercado	El costo estimado de los champús en el mercado en una presentación de 500ml aproximadamente se estima entre los \$15.000 y \$24.000 pesos colombianos
Ingresos del mercado	Se estima que en Colombia se vende un aproximado de 600 billones de pesos colombianos anuales

Referencia: Colquichagua. F., Rivera. D., 2018

De acuerdo con el estudio anterior se deberá tener en cuenta los precios estimados para su distribución, referente a los precios actuales del mercado y el tamaño del producto.

7.3 Restricciones legales

En el ámbito legal no se encuentran restricciones debido a que la materia prima con la que se va a realizar el producto se encuentra de manera libre en el mercado y no es de riesgo biológico, sin embargo, como es un producto cosmético y de aseo deberá contar con un registro Invima (Instituto Nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos), este deberá cumplir con todos los requisitos establecidos en la norma sanitaria vigente, esto se puede observar en la tabla 2.

El código asignado fue el NSO (Notificación Sanitaria Obligatoria) es un código alfanumérico el cual se expedirá a través del Invima, este es requerido para fabricar, comercializar, importar o gastar productos cosméticos en Colombia.

Se pueden encontrar algunos requisitos legales como se ve en la tabla 3, para tener en cuenta al momento de realizar este producto cosmético.

Tabla 3 - Normatividad

Normativa	Generalidad
Leyes	
Ley 9 de 1979	Las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar u mejorar las condiciones necesarias en lo que se relaciona a la salud humana; Los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.
Decretos	
Decreto 612 de 2000	Por el cual se reglamenta parcialmente el régimen de registros sanitarios automáticos o inmediatos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 219 de 1998	Por el cual se reglamentan parcialmente los regímenes sanitarios de control de calidad, de vigilancia de los productos cosméticos, y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2333 de 1998	Por el cual se adiciona el Presupuesto General de la Nación para la vigencia fiscal de 1999 - Colombia.
Resoluciones	
Resolución 2161 de 2020	Disposiciones sobre la documentación requerida para el reconocimiento del código de identificación de la NSO de productos cosméticos
Resolución 1953 de 2017	Restricción y prohibición del uso de ingredientes utilizados en jabones cosméticos para el aseo e higiene corporal que tengan acción antibacterial o antimicrobiana
Resolución 2551 de 1994	Por el cual se establece el Comité Paritario de Seguridad y Salud en el Trabajo
Resolución 3773 de 2004	Por la cual se adopta la Guía de Capacidad para la Fabricación de Productos Cosméticos
Resolución 1333 de 2010	Criterios de homologación de la codificación en materia de cosméticos. Formatos para la Notificación Sanitaria Obligatoria (NSO) de productos cosméticos, su renovación, reconocimiento y cambios.

Elaboración propia basado en la normatividad colombiana vigente.

7.4 Restricciones Seguridad y salud

La elaboración del champú seco en polvo no amenaza la seguridad y la salud del trabajador, la comunidad o el medio ambiente, sin embargo se deberá tener las respectivas precauciones durante su elaboración como lo son, el uso de elementos de protección personal, como, cofia, guantes, tapabocas y bata, por otro lado se deberá tener en cuenta la disposición final de los residuos sólidos, como, la clasificación adecuada de los colores y el tratamiento de aguas óptimo, los implementos deberán ser estilizados con anterioridad, igual que los equipo a emplear durante la elaboración.

7.5 Restricciones Socioculturales

Aunque no se encuentra ninguna restricción sociocultural para la elaboración de este producto, se deberá tener en cuenta la cultura que se ha adaptado frente al uso del champú ya que durante muchos años el champú empezó a conocer desde una presentación tradicional y que para el caso del champú seco se la sociedad ha venido comprando el champú seco en la presentación de aerosol, por lo que se espera un impacto novedoso para su nueva presentación en polvo.

8. METODOLOGÍA

Se evaluarán las propiedades y características de los ingredientes presentes en la formulación del champú.

8.1 Miel de abeja

La miel de abeja es una sustancia natural producida por abejas a partir del néctar de flores. Las abejas recogen secreciones de partes vivas de plantas, excreciones de insectos que quedan en las mismas, etc., las combinan con sustancias propias, las deshidratan, almacenan, maduran y añejan.

Este producto se compone principalmente de distintos tipos de azúcares, ácidos orgánicos, enzimas y partículas sólidas. Las características organolépticas de este compuesto pueden variar de acuerdo con la planta de origen. El color puede ser blanco agua, extra blanco, extra claro ámbar, ámbar claro, ámbar y oscura, teniendo en cuenta que la miel se oscurece con el envejecimiento y exposición a altas temperaturas. El olor y sabor de la miel pueden verse afectados por envejecimiento y altas temperaturas. Su consistencia puede ser líquida, cremosa o sólida, y puede estar parcial o totalmente cristalizada, considerando que las mieles con mayor contenido de glucosa usualmente cristalizan más fácilmente.

Ilustración 9 - Miel de abeja



Referencia: HEB, 2017

La miel cuenta con características fisicoquímicas medibles y se agrupan de acuerdo con la madurez, limpieza en proceso y deterioro de esta. Con relación a las normas aplicables, la miel comercial debe contar con lo siguiente:

Tabla 4 - Propiedades de la miel

CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS CON LA MADUREZ		
Contenido aparente de azúcar reductor	Mínimo 63,83 % p/p, máximo sin límite	Obs: las variaciones pueden ser causadas por adulteraciones, tipo de alimentación de la colmena y cosecha prematura.
Humedad	Máximo 20% p/p	Obs: puede incrementar por falta de maduración del panal y mal almacenamiento. Miel con humedad muy alta tiende a fermentarse muy fácilmente.
CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS CON LA LIMPIEZA		
Cenizas (minerales)	Máximo 0,60 % p/p	Obs: se relaciona con problemas de higiene o adulteración con melaza.
Sólidos insolubles	Máximo 0,30% p/p	Obs: generalmente causado por mal filtrado o problemas de higiene
CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS CON EL DETERIORO		
Acidez	Máximo 40 miliequivalentes de ácido/kg	Obs: la acidez indica el grado de frescura de la miel, una miel más ácida indica mayor desarrollo de microorganismos
Índice de Diastasa	Mínimo en 8 en escala de Gothe	Obs: Miel con bajo contenido enzimático: mínimo 3 escala Gothe
Hidroximetil Frutal	Miel envasada de más de 6 meses: 80 mg/kg Miel envasada de menos de 6 meses: 40 mg/kg	Obs: indica nivel de frescura

Referencia: Marín & Loredo, s.f.

Finalmente, la miel de abejas se caracteriza por ser un producto natural con muchas propiedades para el cuidado del cabello. Gracias a sus propiedades antioxidantes, estimula el cuero cabelludo, mejorando la salud de los folículos pilosos y acelerando el crecimiento sano del cabello. De igual forma actúa como suavizante natural y aporta brillo al pelo seco y dañado (Biologie, 2019).

8.2 Aloe Vera

El Aloe Vera, ó también conocido Sábila, es una planta cuyo nombre científico es Aloe Barbandensis y cuya principal característica diferenciadora de los demás tipos de aloe es su alta

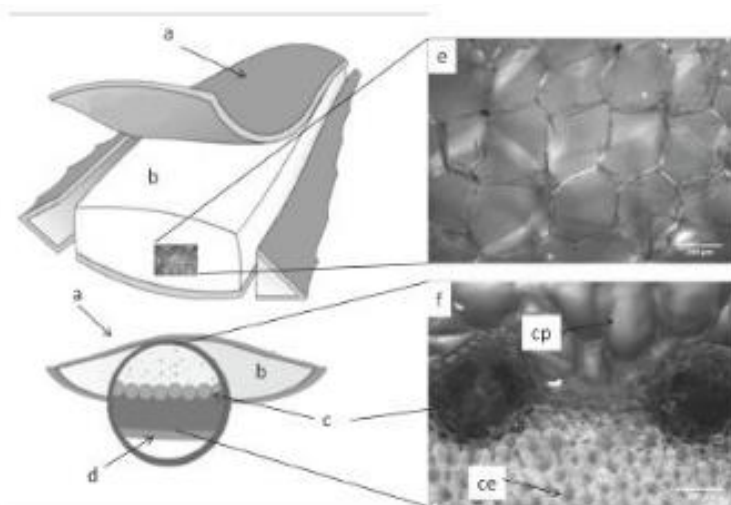
producción de gel, lo que ha dado pie para su amplio uso en la industria cosmética (Acofarma, 2020).

Esta planta se conoce desde la antigüedad por sus propiedades curativas y de cuidado para la piel y el cabello, siendo un antiséptico natural con propiedades digestivas, antialérgicas, entre otras. Además de esto contiene un alto contenido nutritivo debido a las vitaminas, minerales y azúcares que lo componen.

El gel de Aloe Vera contiene alrededor de 98,5% de agua y es rico en mucílagos. Dichos mucílagos se caracterizan por estar formados por ácidos galacturónicos, glucurónicos y unidos a azúcares como glucosa, galactosa y arabinosa. También están presentes otros polisacáridos con alto contenido en ácidos urónicos, fructosa y otros azúcares hidrolizables.

Taxonómicamente hablando, la planta de Aloe Vera se compone de raíz, tallo, hojas y flores. Las hojas crecen alrededor del tallo y florecen en forma de racimos densos. La corteza representa del 20 al 30% del peso de toda la planta, el gel o pulpa (parénquima) se encuentra en el centro de la hoja y representa del 65 a 80%. Entre la corteza y la pulpa, se encuentran los conductos de aloína por donde circula la savia de la planta, dicha aloína representa más del 28% en base húmeda del aloe y se usa en farmacéutica como laxante. A continuación, una ilustración gráfica de dicha disposición.

Ilustración 10 - Estructura del Aloe Vera



Referencia: Domínguez, Fernández, et. al., 2012

Estructura y microestructura de la hoja de Aloe vera: exocarpio (a), pulpa o tejido parenquimático (b), conductos de aloína (c) y cutícula (d). En la figura se muestran imágenes de microscopia de luz tomadas a una magnificación de 5x de las células del parénquima € y de un corte seccional de la hoja de Aloe Vera (f) donde se observan con gran detalle células internas de exocarpio (ce), células de parénquima (cp) y conductas de aloína (c).

A cerca de la composición química de la sábila, se sabe que está constituida por una compleja mezcla de compuestos presentada a continuación:

Tabla 5 - Características del Aloe Vera

Composición	Compuestos
Antraquinonas	Ácido aloético, antranol, ácido cinámico, babaloína, ácido crisofánico, emodina, aloe-emodin, éster de ácido cinámico, aloína, isobarbaloína, antraceno, resistanol.
Vitaminas	Ácido fólico, vitamina B1, colina, vitamina B2, vitamina C, vitamina B3, vitamina E, vitamina E, vitamina B6, betacaroteno
Minerales	Calcio, magnesio, potasio, zinc, sodio, cobre, hierro, manganeso, fósforo, cromo
Carbohidratos	Celulosa, galactosa, glucosa, xilosa, manosa, arabinosa, aldopentosa, glucomanosa, fructosa, acemanano, sustancias pépticas, L-ramnosa.
Enzimas	Amilasa, cicloxidasa, carboxipeptidasa, lipasa, bradikinas, catalasa, oxidasa, fosfatasa alcalina, ciclooxigenasa, superóxido dismutasa
Lípidos y compuestos orgánicos	Esteroides (campesterol, coresterol, β -sitoesterol), ácido salicílico, sorbato de potasio, triglicéridos, lignina, ácido úrico, saponinas, gibberelina,
Aminoácidos	Alanina, ácido aspártico, arginina, ácido glutámico, glicina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, tirosina, treonina, valina.

Referencia: Domínguez, Fernández, et. al., 2012

Finalmente, en cuanto a las propiedades del aloe vera en el cabello, esta funciona como hidratante, estimula la circulación, nutre el cabello, regula el pH del cuero cabelludo, limpia y equilibra la producción de cebo y detiene el envejecimiento capilar.

8.3 Té verde

El té es una infusión de las hojas y brotes de la planta de té. Se caracteriza por tener un sabor fresco, ligeramente amargo y astringente. El té verde es diferenciado de los demás tipos de té por

ser uno de los menos procesados. Este tipo de té no realiza fermentación, ya que se seca a temperaturas altas, destruyendo enzimas lo que evita que fermente.

En cuanto a su composición fisicoquímica, casi todas las sustancias polifenólicas del té son flavanoles, catequinas o derivados de la misma, en donde por lo general el más abundante es el galato de epi-galocatequina. Así mismo, los principales constituyentes del té son la humedad, los taninos, la materia nitrogenada, el aceite, la cera, la materia inorgánica y la fibra. En cifras analíticas, para el té verde se tiene lo siguiente:

Tabla 6 - Propiedades del Té verde

Componentes	Valor en %
Humedad	6,1 – 9,2
Cenizas totales	5,2 – 7,2
Cenizas solubles en agua	2,6 – 4,1
Cenizas insolubles en ácido	0,2 – 0,4
Alcalinidad de las cenizas solubles	1,2 – 1,6
Productos extraíbles	33 - 45
Cafeína	1,5 – 4,3
Fibra cruda	9 – 15

Referencia: Buitrago & Cancelado, 2015

En lo que tiene que ver con los componentes activos del té, se tiene que las enzimas cumplen un papel importante en la fermentación de polifenoxidasas, los aminoácidos y la cafeína son de suma importancia para el sabor del té, y los compuestos aromáticos claramente le dan las características de olor al té.

Es importante tener en cuenta la presencia de compuestos fenólicos en el té verde, como los flavonoles y flavonas, que ofrecen el color verdoso amarillo al té verde. De forma más específica, los siguientes son los compuestos contenidos en el té verde y su cantidad porcentual en el extracto seco

Ilustración 11 - Té verde en polvo



Referencia: Rolloid, 2020

Tabla 7 - Componentes del Té verde

Compuestos	Cantidad (% del extracto seco)
Epicatecol	1-3
Galato de epicatecol	3-6
Epigallocatecol	3-6
Catecol	1-2
Galocatecol	3-4
Leucoantocianos	2-3
Ácidos fenólicos y esterres	5
Fenoles totales	25-35

Referencia: Buitrago & Cancelado, 2015

Para cerrar, se tiene en cuenta que el té verde es un compuesto con altos beneficios en la industria cosmética, incluyendo las líneas capilares. Las características antioxidantes del té verde ayudan a desarrollar la actividad celular y de igual forma, estimulan los folículos capilares. Su contenido de vitamina E brinda propiedades acondicionadoras y humectantes, mientras que los demás componentes ayudan a la reparación de las fibras capilares (Garnier, 2017).

8.4 Colágeno

El colágeno es una proteína del tejido conjuntivo como la piel, los tendones y los huesos, y se encuentra en forma de fibras. De igual forma es la proteína más abundante en el organismo humano y se caracteriza por su alta resistencia. Su composición se basa principalmente en un

conjunto de cadenas poli pépticas de alrededor de 1000 aminoácidos cada una. Dichas cadenas se agrupan en estructuras helicoidales.

Existen principalmente 2 tipos de colágeno. El colágeno tipo 1 es aquel que se encuentra a nivel de la piel, los tendones, los huesos, etc., y se caracteriza por formar fibras gruesas, mientras el colágeno tipo 2 se encuentra principalmente en el cartílago hialino y se caracteriza por formar fibras más delgadas (Prockop & Guzmán, 1981).

El colágeno comercial, suele contar con las siguientes propiedades fisicoquímicas:

Tabla 8 - Propiedades fisicoquímicas del colágeno

Organoléptico	
Aspecto	Líquido fluido, traslúcido
Color	Amarillo Pálido
Olor	Característico
Fisicoquímico	
Solubilidad en agua	Muy soluble
Solubilidad en etanol 96%	Soluble
Solubilidad en Solución Ácida diluida	Muy soluble
Solubilidad en solución Alcalina diluida	Muy soluble
Densidad (g/ml)	1.0284 g/ml
Valor PH	5.0 - 7.0
Índice de Refracción	1.3800 – 1.4050
Porcentaje de Sólidos Totales	2.0% -9.0%
Recuento Microbiológico	
Mesófilos Aerobios	<100 ufc/g
Mohos y Levaduras	<10 ufc/g
Coliformes totales	<10 ufc/g

Referencia: Buitrago & Cancelado, 2015

El colágeno ha sido ampliamente utilizado en la industria cosmética. Generalmente se encuentra en el mercado como emoliente antiestático, formador de películas, acondicionador de pelo y humectante. De forma genérica se emplea para: Tratamiento de pieles en vejecidas y faltas de elasticidad, tratamientos anti-edad, problemas dermatológicos, tratamientos de estrías, senos

flácidos, tratamientos capilares, champú, rinse, preparaciones humectantes y protectores solares (Protokimica, 2014).

Por último, en lo que al cabello se refiere específicamente, el colágeno se utiliza para mejorar el pelo tanto en aspecto como en tacto, debido a que mejora la flexibilidad y el brillo aumentando el límite su resistencia (Protokimica, 2014).

Ilustración 12 - Colágeno en polvo



Referencia: Pharmacius, 2018

Posterior a la presentación de los ingredientes, en seguida se da paso a la metodología a emplear para la producción del champú. A grandes rasgos, el proceso de producción para el champú seco en polvo se reduce a tres procesos principales: deshidratación, pulverización y mezcla. Lo anterior teniendo en cuenta que los dos primeros procesos se aplican para cada ingrediente por separado y en el tercero, se complementan los ingredientes para dar paso al producto final.

Para iniciar, la deshidratación consiste en la eliminación excesiva del contenido de agua en un producto determinado. Usualmente es un proceso utilizado en la conservación de alimentos, ya que el eliminar el porcentaje de agua presente en ellos disminuye la actividad microbiana y la actividad enzimática. En términos generales, el proceso industrial para deshidratación o desecado se lleva a cabo por gases calientes o por contacto o conducción (Frutoo, 2018).

En el secado por medio de gases calientes se pone en contacto el producto a deshidratar con un gas de servicio a una alta temperatura (aire en la mayoría de los casos), esto con la ayuda de diferentes aparatos como secaderos de bandejas, secaderos de túnel, secaderos de cinta sinfín,

secaderos rotatorios y/o secaderos de lecho fluidizado. Por otro lado, el secado por contacto o inducción tiene lugar por conducción a través de una pared generalmente metálica, esto con la ayuda de aparatos como secadores de rodillos, secado a vacío y secado a vacío de cinta sinfín (CEUPE, s.f.).

Sea cual sea el método y el aparato que decida usarse para la deshidratación, la metodología general utilizada es la siguiente, sin embargo, los equipos industriales recomendados son un horno de circulación de aire caliente con convección de aire forzado industrial, molino manual adaptable, mezclador industrial de 50 L, maquina de tamizado oscilante de polvo con pantalla vibratoria y una balanza industrial en acero inoxidable.

1. *Preparación de la muestra:* en este paso se higieniza el producto asegurando eliminar cualquier tipo de impureza, esto teniendo en cuenta que estaremos trabajando con productos 100% naturales.
2. *Deshidratación:* para esta parte del proceso se utiliza cualquiera de los métodos y aparatos mencionados anteriormente, para retirar la humedad del producto. Se utiliza una temperatura aproximada de 60°C durante varias horas, hasta obtener una humedad final entre 10% y 25%. En este paso, es importante tener cuidado con la temperatura a la que se expone el producto ya que, dependiendo de su naturaleza química y física, este puede llegar a quemarse o desnaturalizarse.
3. *Obtención del producto deshidratado:* Finalmente, se retira el producto del deshidratador y se le permite enfriar hasta temperatura ambiente. Este es el producto terminado.

Dando alcance al procedimiento principal, se continúa con el proceso de pulverización. En este proceso se busca la reducción de tamaño de partículas por medio de técnicas mecánicas, en donde por lo general el método más utilizado es con molinos pulverizadores. Para conseguir el tamaño de partícula deseado, existen diferentes tipos de trituración, basados en técnicas mecánicas impulsadas por compresión, impacto, frotación o corte. De igual forma, también es posible el uso de metodologías simples como el mortero (COSMOS, 2015).

Generalmente, los molinos pulverizadores están compuestos por una tolva de alimentación donde se colocan los productos enteros, en seguida está la cámara de pulverización la cual cuenta con cuchillos, martillos, rodillos, discos o bolas que trituran el producto, reduciendo su tamaño

de partícula. Finalmente, el producto triturado se transfiere a un dispositivo de descarga (COSMOS, 2015).

Para este caso particular, la metodología a emplear para el proceso de trituración es la siguiente:

1. *Preparación de la muestra:* se reúne todo el producto a triturar en un solo recipiente y se verifica que no se encuentre con posibles impurezas que puedan alterar el proceso.
2. *Trituración:* se coloca el producto dentro del aparato pulverizador (molino, mortero, procesador, etc.) y se acciona ya sea de forma manual o eléctrica, dependiendo del aparato a utilizar. Una vez obtenido el tamaño de partícula deseado, detener la trituración. En este punto se obtiene el producto terminado

Es importante aclarar que, como se mencionó anteriormente, los procesos de deshidratación y triturado se aplican para cada ingrediente del champú de forma separada, por lo que es de suma importancia llegar al mismo tamaño de partícula en cada ingrediente, esto con el objetivo de que, en el siguiente paso, la mezcla sea homogénea.

A continuación, se da paso al proceso de mezclado. Este proceso es una operación unitaria que permite la homogenización y máxima interposición entre varios componentes, y que se lleva a cabo por medios mecánicos. Es una de las operaciones unitarias más utilizadas en todo tipo de industrias por lo que existen demasiados tipos y equipos de mezcla (Castelló et al, s.f.).

Para este caso, la metodología del proceso de mezclado es el siguiente:

1. *Preparación de las muestras:* se reúnen las muestras pulverizadas en un mismo recipiente, asegurando que tengan tamaños de partícula muy similares entre sí y que estén libres de cualquier tipo de impureza.
2. *Mezclado:* incorporar todos los ingredientes entre sí de forma manual o con la ayuda de un aparato de mezcla. Esto teniendo cuidado de utilizar un recipiente hermético para prevenir la pérdida de producto ya que el polvo viaja muy fácil a través de las corrientes de aire. En este punto se obtiene el champú seco terminado

Finalmente, se almacena el producto en recipientes herméticos y estará listo para su comercialización y distribución.

9. ANALISIS DE COSTOS.

Tabla 9 - Costos para la producción

Aspecto	Costo	Costo total mensual
Materia prima		
Miel abeja (kilo)	\$ 30.000,00	\$ 450.000,00
Aloe vera (Kilo)	\$ 1.000,00	\$ 45.000,00
Té verde (kilo)	\$ 40.000,00	\$ 600.000,00
Colágeno (kilo)	\$ 30.000,00	\$ 450.000,00
Almidón (kilo)	\$ 6.000,00	\$ 270.000,00
Total, materia prima	\$ 107.000,00	\$ 1.815.000,00
Servicios públicos		
Luz (Kwh)	\$ 420,00	\$ 2.500.800,00
Agua (m3)	\$ 2.694,00	\$ 2.000.000,00
Gas (m3)	\$ 1.985,19	\$ 19.851,90
Total, servicios públicos	\$ 5.099,19	\$ 4.520.651,90
Equipos		
Horno de circulación de aire caliente, convección de secado forzado industrial	\$ 1.200.000,00	-
Molino manual adaptable	\$ 720.000,00	-
Mezclador industrial 50L	\$ 8.000.000,00	-
Maquinade tamizado oscilante de polvo, con pantalla vibratoria	\$ 15.000.000,00	-
Espátulas	\$ 100.000,00	-
Balanza Electrónica Inox. Hermética	\$ 800.000,00	-

Mantenimiento mensual equipos	\$ 5.000.000,00	
Total, equipos	\$ 30.820.000,00	-
Personal		
Personal de producción	\$ 908.526,00	\$ 1.817.052,00
Personal de ventas	\$ 908.526,00	\$ 908.526,00
Personal de empaque	\$ 908.526,00	\$ 1.817.052,00
Total, personal	\$ 1.817.052,00	\$ 4.542.630,00
Producción		
Empaques (x1500)	\$ 350,00	\$ 525.000,00
Papelería	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00
Total, producción	\$ 300.350,00	\$ 825.000,00
Impuestos y legalización		
Cámara y comercio	\$ 106.000,00	-
Registro Invima	\$ 5.156.198,00	-
Impuesto	\$ 400.000,00	-
Total	\$ 5.662.198,00	-
Total		
Total, inyección inicial	\$ 48.185.479,90	

Fuente: propia

Tabla 10 - Utilidad total

ROI	1.716
Utilidad (Anual)	398.078.430 COP

Fuente: propia

El balance del panorama de retorno es positivo, por lo que el negocio es rentable, sin embargo, se estima que el retorno total de la inversión será en aproximadamente 6 meses después de iniciar la operación, teniendo en cuenta ventas de 1500 unidades a un precio de \$ 35.000 COP, aun así, la empresa contará con utilidades netas de 398.078.430 COP al cierre del año fiscal, teniendo en cuenta los gastos iniciales de los equipos, junto con lo correspondiente a impuestos y legalización

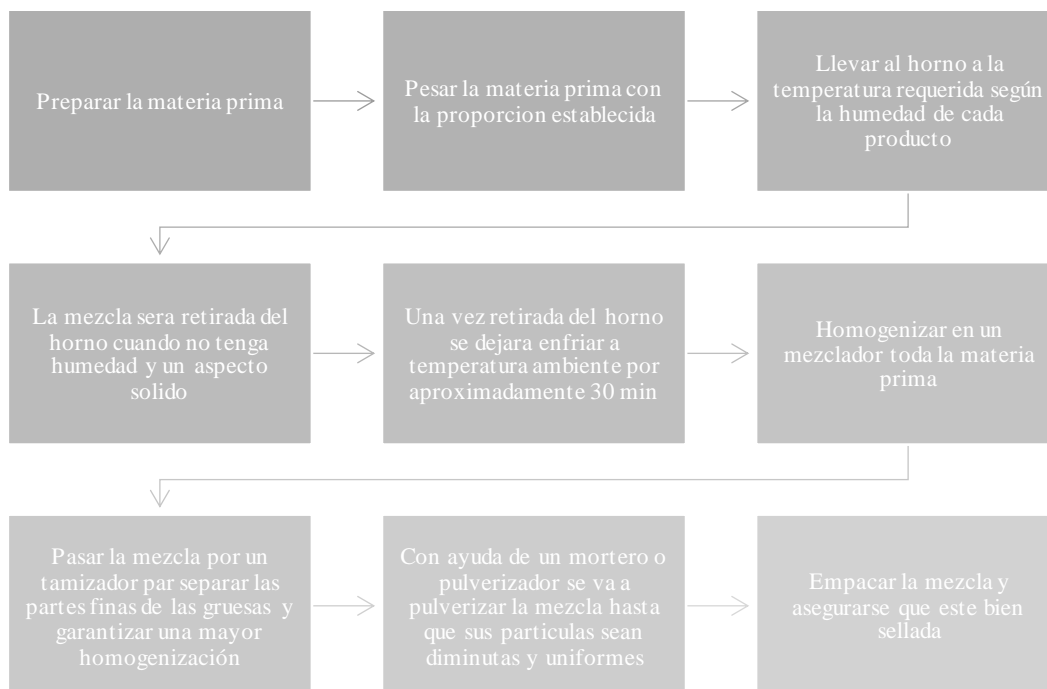
10. DISEÑO CONCEPTUAL.

Para el diseño conceptual del champú en seco se realizarán los pasos descritos en el diagrama de flujo, se deberá tener en cuenta algunas recomendaciones para la preparación de la materia prima como el lavado del aloe vera y únicamente la utilización de su pulpa.

La proporción de la mezcla para un empaque de 100g se llevará de la siguiente manera:

- ❖ 40% aloe vera
- ❖ 10% té verde
- ❖ 10% colágeno
- ❖ 10% miel
- ❖ 30% almidón

Figura 7. Diagrama de flujo del proceso



Fuente: Propia

Ilustración 13 - Primer muestra del producto final



Fuente: Propia

Ilustración 14 - Segunda muestra del producto final



Fuente: Propia

Ilustración 15 - Horno de convección



Fuente: Propia

11. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Durante la realización del champú en seco se encontraron diferentes factores los cuales pueden afectar la producción de este, tales como el proceso de deshidratación ya que este proceso se lleva cabo en dos fases las cuales son, deshidratación natural que consiste en secar libremente con ayuda del sol, lo que hace que este proceso dependa del clima y otros factores ambientales como la humedad y siguiendo el proceso, la segunda fase que es la deshidratación con ayuda de un horno, en este proceso se tiene que llevar un control en la temperatura para evitar que el producto se quemara.

Como resultado final en la elaboración de este producto se tuvo una mezcla deshidratada y pulverizada la cual se pasa por un tamiz 120 con un diámetro de 0.125mm con el fin de garantizar que las partículas sean finas y se adhieran al cabello de manera efectiva sin dejar coloraciones y evitar irritaciones o caspa, se obtiene un producto en polvo, de color café claro, al cual se le agrega esencia floral y se seca a masa constante por al menos 3 horas haciendo que el champú no solo aporte brillo al cabello, si no aroma.

Por otro lado, es de gran importancia el estudio de la calidad del agua, el cual se realiza con el producto final después de entrar en contacto con el champú, primero mide el pH del agua, para este ensayo se utiliza agua destilada y como se puede observar en la tabla 10 no se notan cambios significativos, por lo que se puede concluir que el champú no altera el pH del agua.

Tabla 11 - Resultados mediciones de pH

pH agua destilada	pH agua destilada + champú
6,78 (23,4°C)	6,85 (23,6°C)

Fuente: Propia

Asimismo, la cantidad de cloruros en el agua, sólidos suspendidos y conductividad, y como resultado se obtuvo que no contiene cloruros que puedan afectar el agua, sin embargo, queda con un porcentaje mínimo de sólidos suspendido, la conductividad arroja valores mínimos concluyendo que no contiene ningún tipo de sal el agua como se observa en la tabla 11:

Tabla 12 - Resultados agua destilada y champú

	<i>Agua destilada</i>	<i>Agua destilada+champú</i>
<i>Cloruros</i>	0	0
<i>Solidos suspendidos</i>	0	5
<i>Conductividad</i>	1,63	1,70

Fuente: Propia

12. CONCLUSIONES.

- ❖ Se realiza el prototipado y diseño de la fórmula para un champú seco en polvo, utilizado en la limpieza capilar versátil, enfocado en la sostenibilidad y con componentes naturales, dándole un valor agregado al producto, dentro de la línea de la responsabilidad social empresarial.
- ❖ El análisis costo-beneficio del producto, teniendo en cuenta un total de 100 unidades vendidas como promedio mensual, genera un retorno de inversión rentable a un mediano plazo, el cual permite recuperar la inyección inicial de capital en alrededor de 11 meses y un aumento de al menos el 100% en las ganancias para el segundo año, manteniendo el mismo promedio de ventas.
- ❖ Se identifica que los componentes utilizados para la elaboración del producto, se encuentra alineado con la conciencia medioambiental, generando una reducción en los residuos generados durante su elaboración y en la disposición final.
- ❖ El producto cumple con las funciones de limpieza de un champú en seco, además de no provocar ningún tipo de irritación cutánea, ni sensibilidad en el cuero cabelludo.

13. RECOMENDACIONES.

Durante el desarrollo de este proyecto se emplearon 5 productos como materia prima, sin embargo, existen diferentes componentes que pueden ser grandes nutrientes para el cabello, como el aguacate, el coco, entre otros, por lo que se recomienda llevar una investigación con diferentes componentes y comparar la reacción frente al producto obtenido en este proyecto, se deberá tener en cuenta que el almidón es utilizado como desengrasante en el producto por lo tanto si reemplaza deberá ser por un desengrasante natural como lo es el limón, el vinagre de manzana, entre otros.

Es importante garantizar un producto ecológico y amigable con el medio ambiente, por lo que se recomienda llevar a cabo una investigación sobre los efectos secundarios que puede llegar a tener las nanopartículas sobre el agua, controlando la desintegración total o parcial del producto en polvo.

El producto se desarrolla para uso en cualquier tipo de cabello, ya sea, graso, seco, cabellos naturales, cabellos tinturados, sin embargo, se puede llevar a cabo un estudio detallado en donde se realice una comparación de los efectos causados en los diferentes tipos de cabellos, así garantizando un producto confiable y una mayor efectividad a la hora de su aplicación.

14. REFERENCIAS

- Álvarez, R, Chávez, Y., Guzmán, L., Montes, E., (2016). “análisis de la contaminación generada por las botellas de plástico en barranquilla y creación de botellas de papel como producto innovador”. Tomado de <http://www.unilibrebaq.edu.co/ojsinvestigacion/index.php/academialibre/article/view/594>.
- Ambientum. (s.f) “Determinación de cloruros”. Tomado de https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/determinacion_de_cloruro.asp
- Bird, R. B., Stewart, W. E., & Lightfoot, E. N. (1982). Fenómenos de transporte: un estudio sistemático de los fundamentos del transporte de materia, energía y cantidad de movimiento. Reverté.
- Brebner, A. (2017). Hair story. Obtenido de Hair story: <https://www.hairstory.com/blog/the-history-of-shampoo/>
- Brown, K. C. (1977). Hair and Hair Care. New York.
- Cariñanos, P., Prieto, J. C., Galán, C., & Domínguez, E. (2001). Solid suspended particles affecting the quality of air in urban environments. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 67(3), 0385-0391.
- Castelló, M., Barrera, C., Pérez, E. & Valls, N. (s.f.). Mezcla de sólidos. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/82133/Castell%C3%B3?sequence=1>
- CEUPE (s.f.). La deshidratación de los alimentos. [Artículo en blog]. Recuperado de: <https://www.ceupe.com/blog/la-deshidratacion-de-los-alimentos.html>
- Colquichagua, F., Rivera, D., (2018). “Estudio de Factibilidad para la Creación de una Empresa dedicada al Desarrollo, Producción, Promoción, Comercialización y Distribución de Productos para el Cuidado del Cabello con derivados de la Quinoa.”. tomado de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15214/2019diegorivera.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

- COSMOS (2015). Pulverización de sólidos, descubre las aplicaciones de los molinos pulverizadores. [Artículo en blog]. Recuperado de:
<https://www.cosmos.com.mx/blog/pulverizacion-de-solidos-descubre-las-aplicaciones-de-los-molinos-pulverizadores/>
- Cotsarelis, P. &. (2009). The biology of hair follicles.
- Cueva, M. S., Zarpán, D. E., & Ganoza, L. Q. (2019). Diseño del proceso productivo de champú en barra artesanal. Piura.
- Deveswaran, R., Bharath, S., Basavaraj, B. V., Abraham, S., Furtado, S., & Madhavan, V. (2009). Concepts and techniques of pharmaceutical powder mixing process
- Earle, R. L. (2013). Unit operations in food processing. Elsevier
- Fraj, M. (2020). InStyle. Obtenido de InStyle: https://www.instyle.es/belleza/champu-en-seco-los-10-mejores-y-mas-baratos-del-mercado_39453
- Frutoo (2018). El proceso de la deshidratación. [Artículo en blog]. Recuperado de:
<https://www.frutoo.com/es/actualidad/el-proceso-de-la-deshidratacion/n-1>
- Garcia, S. G., & Gutierrez, J. N. (2002). Contaminacion atmosferica. Barcelona: Reverté SAS.
- Harmonyxstudio. (2020). Harmonyxstudio. Obtenido de Harmonyxstudio:
<https://www.harmonyxstudio.com/post/cabello-su-estructura; 2020>
- Harrison, S. y. (2004). Hair colouring, permanent dyeing and hair structure. J Cosmetic Dermatol.
- Hordinsky. (2016). Cosmetic Dermatology: Products and Procedures. Wiley -Blackwell.
- Invima (Instituto Nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos). Tomado de
<https://www.invima.gov.co/>
- Ishchenko, V., Llori, J., & Ramos., C. (2017). Determinación del impacto ambiental de los componentes de champús sobre las algas *Chlorella* por el método de bioindicación.
- Khidhir. (2008). Regulation of hair growth.

- Kramer, O. (2019). How does dry shampoo works. Obtenido de How does dry shampoo works: <https://www.healthline.com/health/how-does-dry-shampoo-work>
- Llorente, S. (2017). Ella hoy. Obtenido de Ella hoy: <https://www.ella-hoy.es/belleza/articulo/champu-en-seco-casero-como-hacerlo-paso-a-paso/286671/>
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (1993). Unit operations of chemical engineering (Vol. 5, p. 154). New York: McGraw-hill
- Naizet S. (2016). El c Heveux Gras. Diplparaguasyo D 'Estudes SupEsrisa SpEscialisEses en CosmEstologie. Canade.
- Portillo, P. M., Ierapetritou, M. G., & Muzzio, F. J. (2008). Characterization of continuous convective powder mixing processes.
- Rigon. (2013). Development and sensory analysis of shampoo for curly hair.
- Robbins. (2002). Chemical and Physical Behavior of Human Hair. Springer.
- Romero, S. (2018). R.S.V.P. Obtenido de R.S.V.P: <https://www.rsvponline.mx/perfiles/el-primer-shampoo-nacio-en-europa-y-esta-es-su-curiosa-historia>
- Sakamoto, K. (2017). Cosmetic Science and Technology. Elsevier.
- Schneider. (2009). The hair follicle as a dynamic miniorgan.
- Toll, R. (2004). Penetration profile of microspheres in follicular targeting of terminal hair follicles.
- Vallejo, A. V. (2020). Contaminación en el agua: TLC Colombia-Estados Unidos. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12010/10166>
- Viloria, H., & Natera, J. R. M. (2011). Relación entre la conductividad eléctrica, pH del agua de remojo, germinación de semillas y crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mayz* L.) bajo dos condiciones experimentales.
- Wagner, R. C. (2007). Electron microscopic observations of human hair medulla. *Journal of Microscopy* 226.1.
- Yang, W. (2017). Structure and mechanical behavior of human hai

