

Desarrollo de champús sin sal para cabellos tratados y dañados

Development of Salt-free Shampoos for Treated and Damaged Hair

Marietta Navarro Gómez¹ <https://orcid.org/0000-0002-1806-4016>

Mirna Fernández Cervera^{2*} <https://orcid.org/0000-0001-6537-3367>

¹Empresa Mixta Suchel Camacho S.A. La Habana, Cuba.

²Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana. Cuba.

*Autor para la correspondencia: mirnafc@ifal.uh.cu; mirnafc@gmail.com

RESUMEN

Introducción: Los tratamientos capilares utilizados para restaurar los cabellos dañados por efectos químicos o medioambientales requieren el empleo de champús para el mantenimiento y evitar o retardar la pérdida del tratamiento incorporado. Los champús sin sal y sin sulfatos o con sulfatos más suaves son la tendencia del mercado actual.

Objetivo: Desarrollar un champú sin sal y sulfatos y otro sin sal y con sulfatos para cabellos tratados y dañados.

Métodos: Se evaluó la influencia de diferentes agentes surfactantes y viscosantes en las propiedades físicas (apariencia, viscosidad, densidad), químicas (pH, ingrediente activo aniónico) y sensoriales de ambos champús. Se evaluó la estabilidad y la calidad microbiológica de las formulaciones, en cada caso.

Resultados: Las características físicas y químicas de las formulaciones seleccionadas fueron adecuadas bajo las condiciones ensayadas y con excelentes resultados en las pruebas de uso y sensoriales con los diferentes cabellos. La formulación A (sin sal y sin sulfatos) y la B (sin sal y con sulfatos) mostraron adecuada estabilidad, sin cambios en la apariencia, el pH, ingrediente activo, densidad y viscosidad; así como en el control microbiológico.

Conclusiones: Se logró el desarrollo de champús para cabellos secos, tratados y dañados, sin sal y sin sulfatos, y sin sal y con sulfatos, estables, con adecuadas características físicas y químicas; lo que hará posible su

escalado industrial y, potencialmente, resolver el déficit nacional del producto.

Palabras clave: champú; control de calidad; estabilidad; sal; sulfatos.

ABSTRACT

Introduction: Hair treatments used to restore hair damaged by chemical or environmental effects require the use of shampoos for maintenance and to prevent or delay the loss of the incorporated treatment. Salt-free and sulfate-free shampoos or shampoos with milder sulfates are the current market trend.

Objective: To develop a salt- and sulfate-free shampoo and a salt- and sulfate-free shampoo for treated and damaged hair.

Methods: The influence of different surfactants and viscosifying agents on the physical (appearance, viscosity, density), chemical (pH, anionic active ingredient) and sensory properties of both shampoos was evaluated. The stability and microbiological quality of the formulations were evaluated in each case.

Results: The physical and chemical characteristics of the selected formulations were adequate under the conditions tested and with excellent results in the use and sensory tests with the different hairs. Formulation A (without salt and without sulfates) and B (without salt and with sulfates) showed adequate stability, with no changes in appearance, pH, active ingredient, density and viscosity; as well as in microbiological control.

Conclusions: The development of shampoos for dry, treated and damaged hair, without salt and without sulfates, and without salt and with sulfates, stable, with adequate physical and chemical characteristics was achieved; which will make possible their industrial scaling and, potentially, solve the national deficit of the product.

Keywords: shampoo; quality control; stability; salt; sulfates.

Recibido: 15/08/2022

Aprobado: 01/07/2023

Introducción

El cabello humano representa un importante componente de la imagen corporal, presenta valor indiscutible como ornamento personal y ejerce

funciones relacionadas con la estética ya que es símbolo de belleza, vitalidad y salud. Protege al cuero cabelludo del sol y del frío, amortigua los golpes y las rozaduras y dificulta las picaduras de insectos. Este anexo de la piel está sometido al estrés diario, por lo que requiere de protección y tratamientos para mostrarse saludable. Los traumas químicos y mecánicos capaces de alterar la estructura física del cabello tales como alisamiento, relajamiento, tintura, decoloración, cepillado y otros tienen como resultado daños a la fibra capilar. No obstante, estos tratamientos son frecuentemente utilizados en estética, lo que trae como consecuencia la formación de fibras ásperas, opacas, reseca y frágiles.^(1,2)

La limpieza del cabello es considerada como parte fundamental de la higiene personal, además de incidir en la belleza. La industria cosmética se ha preocupado por desarrollar fórmulas tendientes al mejoramiento y mantenimiento del cabello y uno de sus principales desafíos es formular cosméticos capilares funcionales, capaces de prevenir, corregir, decorar y conservar el cabello y el cuero cabelludo.^(1,3)

El champú es el producto líder de la cosmética capilar ya que marca el primer paso en el proceso de higienización y tratamiento del cabello y el cuero cabelludo.^(4,5) Es un producto que contiene agentes surfactantes con poderes detergente, emulsionante, espumante, sobreengrasante y acondicionador con lo cual se asegura la remoción de la suciedad.^(6,7) Con el avance de la cosmética se precisa el diseño de champús cada vez más específicos, atendiendo al tipo de cabello, etnia, clima, etc. Los champús sin sal y sin sulfatos son la tendencia del mercado actual, lo cual se fundamenta en que ayudan a mantener el alisado químico por más tiempo, conservan el color de los tintes aplicados, reducen la irritación en el cuero cabelludo y permiten conservar, en gran medida, los aceites naturales del cabello por el uso de surfactantes más suaves. Ofrecen otros beneficios secundarios como son el control de la caída del cabello y el control de la caspa. Esto los hace ideal para cabellos maltratados.

El champú sin sulfatos y el viscosamiento sin sal, con polímeros y otras materias primas, es muy demandado en Cuba y a nivel mundial debido a su demostrada baja agresividad. Otra variante empleada con frecuencia para el cuidado del cabello es el champú sin sal, con disminución de los sulfatos fuertes y la conjugación de estos con otros más suaves.^(1,2,4,8)

La Empresa Suchel Camacho S.A. fue creada en 1990 en La Habana para la fabricación, comercialización y distribución de productos cosméticos. Esta entidad ha desarrollado y comercializa en el mercado nacional, champús de las líneas Four Seasons (FS) y Daily con diferentes bioactivos como proteínas de seda, alfa-hidroxiácidos, aloe vera y extracto de gin

seng. También el surtido comprende líneas como la S & C Natural Oro Líquido que incluye un champú sin sal y con sulfatos, con aceites de jojoba y de argán, para cabellos secos y dañados, de gran aceptación por parte de la población. El surtido de champús en general incluye los de cabello normal, para todo tipo de cabello y para cabello seco, pero ninguno sin sal y sulfatos, existiendo un déficit de estos productos en el mercado nacional. Con estas características solamente están disponibles los de importación.

El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar un champú sin sal y sin sulfatos y otro sin sal, con sulfatos en bajas proporciones y con el empleo, en ambos casos, de surfactantes suaves.

Métodos

Diseño y elaboración de los champús sin sal

El desarrollo de las formulaciones se realizó en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de la Empresa Mixta Suchel Camacho S.A., Cuba. El champú sin sal y sulfatos fue identificado como formulación A, mientras que la B correspondió al champú sin sal y con sulfatos.

Se diseñaron buscando la mejor combinación de los tensoactivos aniónicos suaves: lauril sarcosinato de sodio y lauril éter sulfosuccinato de disodio, para el caso de la formulación A, y para la B también se combinaron tensoactivos suaves como el lauril éter carboxilato de potasio y el PEG-7 cocoato de glicerilo, aniónico y no iónico, respectivamente.

El proceso de elaboración se llevó a cabo a escala de laboratorio con incorporación mecánica de cada excipiente. Se elaboraron 1,2 kg de cada una de las formulaciones diseñadas, para un total de cuatro frascos por formulación. Para el envasado se emplearon frascos de vidrio, con liner y tapas metálicas y capacidad nominal de 300,0 g.

Determinación de las propiedades organolépticas y sensoriales

Debido a que estas formulaciones constituyen un desarrollo sin antecedentes en la empresa, las características organolépticas se fijaron como resultado de este trabajo.^(9,10)

Los estudios de evaluación sensorial y de efectividad fueron realizados con la ayuda de la especialista del salón de aplicaciones ubicado en la empresa, mediante paneles de uso. Para las evaluaciones en el salón, las

formulaciones fueron probadas en un total de 15 mujeres con edades comprendidas entre 30 y 60 años y distintos tipos de cabellos entre liso, crespo y afro.

Todas las participantes firmaron el consentimiento informado, lo que permitió la evaluación de los productos en estudio.

En el caso de las variantes de formulaciones de champú sin sal y sin sulfatos que derivaron en la selección de la mejor denominada formulación A, la prueba consistió en dividir el cabello en dos partes y lavar cada sección con una variante diferente, sin fragancia ni acondicionamiento posterior. Seguidamente se secaron mecánicamente ambas secciones y se procedió a la evaluación de los siguientes parámetros: formación de espuma, facilidad de aplicación y enjuague, poder de limpieza, facilidad del peinado del cabello húmedo, facilidad para la manejabilidad del cabello después del secado y brillo resultante. Para la selección de la mejor variante de champú sin sal y con sulfatos se procedió de igual forma, en este caso con dos variantes y se obtuvo la mejor denominada formulación B.

En la evaluación olfativa se aplicaron dos procedimientos. En el primer caso se distribuyeron dos muestras de las variantes seleccionadas con dos fragancias diferentes, a un total de 10 personas para su evaluación sin aplicación. Por último, en el salón de aplicaciones, se evaluó cada fragancia en dos mujeres con igual tipo de cabello. En este caso el criterio fundamental a tener en cuenta fue el impacto inicial de la perfumación y el olor remanente después del lavado.

En relación con el color y la apariencia fueron aceptadas formulaciones líquidas semiviscosas, opacas, de coloración rojo claro, sin sedimentos ni partículas en suspensión para el champú sin sal y sulfatos (formulación A), mientras que para el champú sin sal y con sulfatos (formulación B) se aceptaron aquellas líquidas semiviscosas, perladas, de color carmelita claro, libres de sedimentos y partículas en suspensión.⁽¹¹⁾

Determinación del pH. Después de calibrado el pHmetro (Grison GLP, España), se vertieron aproximadamente 50 mL de la muestra a ensayar en un vaso de precipitado, se introdujo el electrodo seco en la muestra de ensayo y se efectuó la lectura. Se realizaron tres determinaciones y se anotaron los valores obtenidos.⁽¹²⁾

Viscosidad. Se determinó la viscosidad a 25 °C empleando un viscosímetro Brookfield (EE. UU.), con aguja número 4 y factor 100 durante 15 seg. Las mediciones se realizaron transcurridos 5 min. Se realizaron tres determinaciones reportando los valores en mPa.s.⁽¹³⁾

Densidad. Se pesó la probeta en la balanza (Sartorius CP 324 S, Alemania) y se llenó con 100 mL de la porción de ensayo, añadiéndola lentamente, de forma constante y dejándola correr por las paredes para evitar ocluir el aire. Se golpeó suavemente la probeta para eliminar la posible incorporación de aire y se dejó reposar durante 10 min. Seguidamente se completó el volumen hasta enrasar 100 mL y se pesó la probeta (P) con la muestra de ensayo. Se realizaron tres determinaciones, los valores se expresaron en g/cm³.⁽¹⁴⁾

Determinación del ingrediente activo aniónico. Se determinó por valoración con una disolución estándar del detergente catiónico cloruro de bencetonio (Panreac, España). El indicador estaba formado por una mezcla del colorante catiónico bromuro de dimidio (Panreac, España) y el aniónico azul de disulfina (Panreac, España). La valoración se realizó en un sistema de dos fases: agua/triclorometano.⁽¹⁵⁾

El detergente aniónico forma una sal con el colorante catiónico que se disuelve en la capa clorofórmica la que colorea de rosa-rojizo. En el punto final el catión cloruro de bencetonio desplaza al catión dimidio de la sal soluble en triclorometano y el color rosa deja esa capa pasando a la acuosa. El cloruro de bencetonio añadido en exceso forma una sal con el colorante aniónico azul de disulfina que se disuelve en la capa clorofórmica, coloreándolo de azul grisáceo claro.

Se pesó cuidadosamente una cantidad de muestra que contenía 1 miliequivalente de materia prima activa aniónica (2,5 g). Con auxilio del agitador magnético (P Selecta, España) se disolvió la cantidad requerida en agua destilada, en un matraz aforado de 250 mL, y se enrasó. Se pipetearon 25 mL de la solución a una probeta con tapón, se añadieron 15 mL de triclorometano y 10 mL de indicador ácido y se agitó. Se valoró con cloruro de bencetonio 0,004 M, gota a gota. Se continuó con esta operación hasta que la capa de triclorobenceno pasó de color rosado a violeta claro. El contenido (%) del ingrediente activo aniónico se calculó mediante la siguiente fórmula: % materia activa iónica = $V \cdot N \cdot M / P$, en la cual V: volumen de cloruro de bencetonio consumido en la valoración (mL), N: molaridad de la solución de cloruro de bencetonio (mol/L), M: masa molecular de la materia activa aniónica (g/mol) y P: peso de la muestra (g).

Estudio de estabilidad. Se expusieron a estrés térmico dos muestras de ambos champús, herméticamente cerradas, almacenadas en una estufa (Memmert, Alemania) durante 52 días a 42 ± 2 °C. Se evaluaron de forma visual las propiedades organolépticas, así como el comportamiento del pH, la densidad y la viscosidad.⁽¹⁶⁾

Para medir la influencia de la luz se colocó una muestra de cada una de las formulaciones, en un anaquel con incidencia directa de la luz solar, durante 52 días. Se realizaron las mismas evaluaciones con las muestras colocadas en estrés térmico.

Estudio microbiológico. El conteo microbiológico y diferencial de ambas formulaciones se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la entidad.⁽¹⁷⁾ Las muestras se incubaron en estufa de temperatura regulable de $32,5 \pm 2,5$ °C durante 72 ± 6 horas, realizando el recuento del número de unidades formadoras de colonia.

Elaboración y evaluación de las formulaciones desarrolladas. Se fabricaron tres lotes consecutivos de 1,0 kg de cada una de las formulaciones, a escala de laboratorio, identificados como: SS1, SS2 y SS3 (champú sin sal y sulfato) y SF1, SF2 y SF3 (champú sin sal y con sulfato), los cuales fueron elaborados en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de la empresa, empleando igual procedimiento. Todos los lotes fueron envasados en frascos plásticos transparentes no impresos de capacidad 500 mL con tapas blancas de polipropileno, tipo bisagra (Plásticos González, SA. Barcelona, España).

Las determinaciones realizadas fueron similares a las descritas anteriormente, durante un período de 50 días, con una frecuencia de análisis de 7, 21, 35 y 50 días.

Comparación de las formulaciones desarrolladas con productos comerciales. El champú sin sal y sulfatos, así como el champú sin sal y con sulfatos, se compararon con productos comerciales desarrollados en la propia empresa como el champú FS con sal y sulfatos, en sus dos presentaciones, y el champú S & C Natural Oro Líquido, con sulfato, pero sin sal, desde el punto de vista físico y sensorial.

El champú FS tiene dos presentaciones diferentes: con hibiscus y concentrado de frutas y otro con extracto de ging seng y cachemir, mientras que el champú S & C Natural Oro Líquido incluye los aceites de jojoba y argán en la misma formulación. Este último no contiene sal, se utilizó como materia prima espesante el guar cloruro de hidroxipropiltrimonio y se mantuvo como surfactante principal el lauril éter sulfato de sodio.

Para la comparación de las formulaciones se consideraron las características organolépticas, el pH, la densidad y la viscosidad, según los procedimientos descritos anteriormente.

Resultados

Los resultados de las características organolépticas y sensoriales, pH, densidad, viscosidad y el contenido del ingrediente activo aniónico en las variantes diseñadas se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 - Ensayos a las formulaciones de champús sin sal

Ensayo	Límite	Formulación	Resultado
Formación de espuma	Moderada con relación con champús con sulfatos	A	Cumple
	Alta	B	Cumple
Facilidad de aplicación y enjuague	Alta	A	Cumple
		B	
Poder de limpieza	Alto	A	Cumple
		B	
Facilidad del peinado del cabello húmedo	Alta	A	Cumple
		B	
Facilidad del manejo del cabello después del secado	Alta	A	Cumple
		B	
Brillo resultante	Alto	A	Cumple
		B	
pH	6,50 - 7,50	A	7,05
		B	7,30
Densidad (g/cm ³)	0,98 - 1,00	A	0,99
	0,99 - 1,10	B	1,05
Viscosidad (Pa.s)	2,50 - 3,00	A	2,98
	4,00 - 5,00	B	4,90
Contenido del ingrediente activo aniónico (%)	3,00 - 4,00	A	3,55
	8,50 - 9,50	B	9,10

La apariencia de la formulación A fue de un líquido semiviscoso, opaco, de color rojo claro, libre de partículas visibles, mientras que la B mantuvo el aspecto de un líquido semiviscoso, perlado, de color carmelita claro, libre de impurezas y partículas en suspensión, cumpliendo los criterios establecidos.

Los resultados de los estudios de estabilidad se muestran en las tablas 2 y 3, respectivamente.

Tabla 2 - Influencia del estrés térmico

Ensayo	Tiempo (día)	Resultado	
		Formulación A	Formulación B
pH	Inicial	7,05	7,30
	7	7,10	7,28
	14	7,10	7,25
	28	7,05	7,25
	42	7,05	7,30
	56	7,00	7,30
Límite		6,50-7,50	6,50-7,50
Densidad (g/cm ³)	Inicial	0,99	1,05
	7	0,99	1,05
	14	0,99	1,05
	28	0,99	1,05
	42	0,99	1,05
	56	0,99	1,05
Límite		0,98-1,00	0,99-1,10
Viscosidad (Pa.s)	Inicial	2,98	4,90
	7	2,98	4,90
	14	2,98	4,89
	28	2,98	4,90
	42	2,97	4,89
	56	2,96	4,89
Límite		2,50-3,00	4,00 - 5,00
Ingrediente activo aniónico (%)	Inicial	3,55	9,10
	7	3,55	9,00
	14	3,55	9,00
	28	3,54	9,10
	42	3,55	9,10
	56	3,54	9,10
Límite		3,00-4,00	8,50 - 9,50

Tabla 3 - Influencia de la luz

Ensayo	Tiempo (día)	Resultado	
		Formulación A	Formulación B
pH	Inicial	7,05	7,30
	7	7,11	7,30
	14	7,08	7,28
	28	7,00	7,30
	42	7,05	7,30
	56	7,00	7,28

Límite		6,50-7,50	6,50-7,50
Densidad (g/cm ³)	Inicial	0,99	1,05
	7	0,99	1,05
	14	0,99	1,05
	28	0,99	1,05
	42	0,99	1,05
	56	0,99	1,05
Límite		0,98-1,00	0,99-1,10
Viscosidad (Pa.s)	Inicial	2,98	4,90
	7	2,98	4,90
	14	2,98	4,89
	28	2,98	4,90
	42	2,97	4,89
	56	2,97	4,90
Límite		2,50-3,00	4,00 - 5,00
Ingrediente activo aniónico (%)	Inicial	3,55	9,10
	7	3,55	9,00
	14	3,55	9,00
	28	3,54	9,00
	42	3,55	9,00
	56	3,54	9,00
Límite		3,00-4,00	8,50 - 9,50

Los resultados microbiológicos fueron satisfactorios para ambas formulaciones. Los organismos aerobios viables dieron valores ≤ 100 ufc/g, el recuento de hongos y levaduras fue < 10 ufc/g y hubo ausencia de *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, al igual que enterobacterias. Por lo tanto, la combinación de la hidroxiacetofenona con el parahidroxibenzoato de metilo y la presencia del ácido etilediamino tetraacético fue efectiva como agente quelante.

Los resultados de los controles realizados a los lotes de las formulaciones desarrolladas se muestran en la tabla 4.

Tabla 4 - Control de calidad de los lotes de laboratorio

Ensayo	Lote	Formulación A					Lote	Formulación B				
		Tiempo (día)						Tiempo (día)				
		0	7	21	35	50		0	7	21	35	50
pH	SS1	7,05	7,00	6,98	7,00	7,00	SF1	7,30	7,26	7,27	7,30	7,30
	SS2	7,05	7,00	6,98	6,99	6,99	SF2	7,28	7,28	7,30	7,30	7,28
	SS3	7,05	7,10	7,05	6,99	7,00	SF3	7,29	7,29	7,30	7,28	7,29
D	SS1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	SF1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05

(g/cm ³)	SS2	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	SF2	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
	SS3	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	SF3	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
V (Pa.s)	SS1	2,98	2,98	2,99	2,98	2,98	SF1	4,90	4,88	4,87	4,87	4,85
	SS2	2,98	2,98	2,99	2,98	2,99	SF2	4,90	4,91	4,87	4,89	4,89
	SS3	2,98	2,98	2,99	2,98	2,99	SF3	4,89	4,89	4,89	4,89	4,88
IAA (%)	SS1	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	SF1	9,10	9,00	9,11	9,00	8,99
	SS2	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	SF2	9,00	9,11	9,00	8,99	9,00
	SS3	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	SF3	8,99	8,99	9,00	9,10	8,99

D: densidad; V: viscosidad; IAA: ingrediente activo aniónico.

En la tabla 5 se muestran las especificaciones de cada champú, con vistas a su comparación.

Tabla 5 - Comparación de formulaciones

Parámetro	Formulación A (sin sal y sin sulfatos)	Formulación B (sin sal y con sulfatos)	Champú S & C Natural Oro Líquido (sin sal y con sulfatos)	Líneas FS y Daily (con sal y con sulfatos)
Color	Rojo claro	Carmelita claro	Anaranjado	Verde o anaranjado según bioactivo
Apariencia	Líquido semiviscoso, opaco, libre de sedimentos y partículas en suspensión	Líquido semiviscoso, perlado, libre de sedimentos y partículas en suspensión	Líquido semiviscoso, perlado, libre de sedimentos y partículas en suspensión	Líquido semiviscoso, transparente, libre de sedimentos y partículas en suspensión
pH	6,50-7,50	6,50-7,50	7,00-8,00	6,00-7,00
D (g/cm ³)	0,98-1,00	0,99-1,10	0,99-1,10	0,99-1,00
V (Pa.s)	2,50-3,00	4,00-5,00	3,50-4,50	3,00-4,00
IAA (%)	3,00-4,00	8,50-9,50	10,0-11,0	7,40-8,40

D: densidad; V: viscosidad; IAA: ingrediente activo aniónico.

Discusión

Para el desarrollo del champú sin sal y sin sulfatos (formulación A) se sustituyó uno de los mejores surfactantes aniónicos: el lauril éter sulfato de sodio, por lo que se emplearon otras materias primas capaces de suplir las características deterativas de este y que, además, aportaran propiedades importantes como viscosidad y acondicionamiento. El lauril sarcosinato de sodio y el lauril éter sulfosuccinato de disodio son surfactantes aniónicos suaves pero efectivos. Tienen propiedades para la formación de una espuma moderada con características humectantes,

según el porcentaje en la formulación, pero no tan cremosa como en el caso de otros surfactantes aniónicos. Por tanto, se emplearon otras materias primas para elevar la capacidad detergente, la estabilidad de la espuma y la viscosidad del producto.

Aunque en un champú sin sal y sin sulfatos el mecanismo de viscosamiento es más lento y difícil que al emplear cloruro de sodio (espesante) y el lauril éter sulfato de sodio (surfactante aniónico), debido a la afinidad de estos compuestos y a la formación instantánea de puentes reticulados que disminuyen el movimiento de las micelas, los polímeros con características de compuesto amonio cuaternario forman un gel que espesa y acondiciona a la vez, facilitando que la cutícula del cabello preserve más la humedad y se deteriore menos. Esto se logró con la incorporación del guar cloruro de hidroxipropiltrimonio. Los surfactantes aniónicos usados son compatibles con otros anfóteros como la cocamida betaína, de procedencia vegetal, excelente para aumentar viscosidad, acondicionamiento y espuma; el cocoanfoacetato de sodio, del tipo no iónico, estabilizante por excelencia; el glucósido de coco/oleato de glicerilo y el ácido graso de cocodietanolamida, ambos de alto poder espumante, especiales para hacer sinergia con otros tensoactivos y aumentar viscosidad, capacidad detergente y estabilidad.

En el caso de la formulación B (champú sin sal y con sulfatos) se disminuyó la cantidad de lauril éter sulfato de sodio, con la incorporación de otros surfactantes suaves como el lauril éter carboxilato de potasio y el PEG-7 cocoato de glicerilo, minimizando así, el daño capilar. También se añadieron el ácido graso de cocodietanolamida, el cocoanfoacetato de sodio, la cocamidopropil betaína y el glucósido de coco con propiedades explicadas anteriormente. También contenía guar cloruro de hidroxipropiltrimonio.

La facilidad del peinado en cabello húmedo y la manejabilidad del cabello después del secado aumentan considerablemente con el uso del champú sin sal y sin sulfato, debido a la suavidad de los surfactantes. En los tres tipos de cabello en los que se aplicó no fue necesario un acondicionamiento posterior profundo ya que el cabello quedó hidratado, suave y restaurado. Este champú es ideal para cabellos rizados, afro y, sobre todo, los tratados químicamente a los que le ha cambiado la estructura natural y se vuelven más porosos y débiles. Los cabellos tratados como teñidos, alisados y con queratina aplicada se benefician con este champú ya que ayuda a prolongar el resultado de cualquiera de estos tratamientos. Para el cabello seco como el afro, el beneficio es grande ya que impide que los aceites naturales sean arrastrados, o sea, no

despoja totalmente al cabello de las secreciones de las glándulas sebáceas, por tanto, el cabello no se reseca y es menos susceptible a las quebraduras. Para el caso del cabello liso graso no se recomienda el uso de este champú, ya que con el lavado no se elimina totalmente la grasa, por la suavidad mencionada de sus componentes y el exceso de lípidos sería siempre un hecho, lo cual puede provocar escozor y hasta caspa.

Los resultados confirman el cumplimiento de los criterios de pH, así como la viscosidad y el contenido del ingrediente activo aniónico. Los valores para cada uno de los parámetros estudiados se consideran únicos, difíciles de comparar con resultados anteriores debido a la novedad de la formulación. La finalidad era lograr un champú que se caracterizara por ser muy suave, de pH neutro y bajo en surfactantes, lo que, unido a la ausencia de la sal, ayude a conservar la cutícula capilar y a evitar daños en el cabello.

Según las condiciones de almacenamiento ensayadas se comprobó que las características organolépticas no mostraron alteraciones para ninguna de las formulaciones. El pH y la densidad también se mantuvieron estables, así como el contenido de ingrediente activo. Simultáneamente se hizo el estudio de influencia de la luz, cuyos resultados están en correspondencia con el observado bajo estrés térmico.

La apariencia, el pH y la densidad se mantuvieron estables, así como el porcentaje de ingrediente activo y la viscosidad, cumpliendo, a lo largo de todo el estudio, con los límites establecidos para cada parámetro.

Los resultados demuestran que se logró el desarrollo de champús para cabellos secos, tratados y dañados, sin sal y sin sulfatos (formulación A) y sin sal y con sulfatos (formulación B), estables, con características físicas y químicas adecuadas bajo las condiciones ensayadas y con excelentes resultados en las pruebas de uso y sensoriales con los diferentes cabellos.

Comparación con otros champús producidos en la Empresa Mixta Suchel Camacho S.A.

El champú S & C Natural Oro Líquido, sin sal y con sulfatos, es un producto con los aceites de jojoba y argán, altamente reclamado por la población de cabellos secos y maltratados. Es una mezcla de muchos surfactantes de características diferentes con funciones específicas como sobreengrasante y acondicionadora. Así también, dichos aceites le confieren características ideales para cutículas dañadas. También posee un alto porcentaje de lauril éter sulfato de sodio, lo cual se corresponde con el mayor contenido de ingrediente activo aniónico, atenuado por

tensoactivos suaves y los aceites mencionados anteriormente, así como del espesante guar cloruro de hidroxipropiltrimonio.

Las líneas FS y Daily son para todo tipo de cabello y son más económicas. Tienen un porcentaje de surfactantes menor, como lo demuestra el contenido de ingrediente activo, y más limitado en lo que a funciones se refiere, cuyo espesante es la sal. Incluye un componente acondicionador llamado policuaturnio-7, con un menor grado de ácido graso de cocodietanolamida y de cocamida betaína como sobreengrasante y surfactante anfótero, respectivamente.

Su gran ventaja, en términos del fabricante, es que al estar formulado con sal el mecanismo de viscosamiento es más fácil que con guar cloruro de hidroxipropiltrimonio, ya que los elementos con cargas variadas que interactúan se unen y forman puentes entre la sal y el agua, generando un sistema reticulado que amarra las micelas entre sí, disminuyendo el movimiento relativo entre ellas, provocando que la viscosidad aumente instantáneamente. La viscosidad tiende a ser alta y oscila entre los mismos valores del champú S & C Oro Líquido, aunque con otro mecanismo.

El champú sin sal y sin sulfatos desarrollado en este trabajo (formulación A) es muy caro, ya que requiere de una mezcla de surfactantes aniónicos que suplan la ausencia del lauril éter sulfato de sodio, con su capacidad detergente, limpiadora y estabilizadora. Debido a que los surfactantes empleados son muy suaves es muy difícil de viscosar sin sal, de ahí que el contenido de ingrediente activo y viscosidad son los más bajos entre todos los comparados.

Sin embargo, entre estos, es el champú que confiere menos daño capilar y es el más buscado para el mantenimiento de tratamientos con alisadores ácidos y básicos, aunque no es recomendable para cabellos grasos.

La formulación desarrollada sin sal y con sulfatos (formulación B) tiene semejanzas con el champú S & C Oro Líquido, pero con una disminución del lauril éter sulfato de sodio, sin aceites y con la incorporación de otros surfactantes suaves, y con el empleo de propóleo como bioactivo. La disminución del surfactante lauril se corresponde con el contenido del ingrediente activo, el cual es mucho menor. La alta viscosidad se logra con otros surfactantes aniónicos, con efectos menos dañinos.

Los resultados permiten asegurar la reproducibilidad entre los lotes elaborados, por lo que sería posible el escalado de las formulaciones, de acuerdo a la tecnología propuesta y en las condiciones actuales de la entidad.

Referencias bibliográficas

1. Kameswararao K, Lakshmiprasanna B, Aparnadevi M, Nagadevi G, Rajeswari S. Formulation and Evaluation of Polyherbal Shampoo. International Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Research. 2018;13(1):251-68. Disponible en: <https://acortar.link/HPeVh9>
2. Malpani T, Jeithliya M, Pal N, Puri P. Formulation and evaluation of Pomegranate based herbal shampoo. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2020;9(4):1439-44. Disponible en: <https://www.phytojournal.com/archives/2020.v9.i4.11954/formulation-and-evaluation-of-pomegranate-based-herbal-shampoo>
3. Kumar KS, Ravindra N, Nazeen S, Sana A. Formulation and Evaluation of Hair care poly herbal Powder Shampoo. Journal of Pharmaceutical Advanced Research. 2019;2(5):540-6. Disponible en: https://www.academia.edu/42960062/Formulation_and_Evaluation_of_Hair_care_poly_herbal_Powder_Shampoo
4. AzadbakhtM, Monadi T, Esmaeili Z, Chabra A, Tavakoli N. Formulation and evaluation of licorice shampoo in comparison with commercial shampoo. Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences. 2018;10:208-15 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6266641/>
5. Alquadeib BT, Eltahir EKD, Banafa RA, Al-Hadhairi LA. Pharmaceutical evaluation of different shampoo brands in local Saudi market Saudi. Pharmaceutcal Journal. 2018;26:98-106. Disponible en: DOI: [10.1016/j.jsps.2017.10.006](https://doi.org/10.1016/j.jsps.2017.10.006)
6. Zumalacárregui de Cárdenas B, Ferrer Serrano C. Elaboración de champú utilizando aceite de semillas de *Moringa oleifera* aclimatadas en Cuba. Revista Cubana de Química. 2021;33(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212021000100040
7. Sbhatu DB, Berhe GG, Hndeya AG, Abraha HB, Abdu A, Gebru HA, et al. Formulation and Physicochemical Evaluation of Lab-Based *Aloe Adigratana Reynolds* Shampoos. International Journal of Analytical Chemistry. 2020;6290617. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32313547/>
8. Esprendor RVF, Raiser AL, Torres MPR, Ribeiro EB, Nogueira RM, Andrighetti CR, et al. Development and stability study of products containing cupuaçu butter. Scientific Electronic Archives. 2019;12(6):77-85. Disponible en: <https://doi.org/10.36560/1262019998>
9. Robaina Hdez W, Pérez Ramos P, Arencibia Sánchez JA, Salas Olivet E. Estudio de preformulación de un champú fortalecedor con extracto

hidroalcohólico de la flor *Hibiscus rosa-sinensis* Lin. Revista Cubana de Farmacia 2021;54(3):e639. Disponible en:

<http://revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/639/428>

10. Empresa Suchel. Pruebas organolépticas. Métodos de ensayo. NC 1085:2015. La Habana: Oficina Cubana de Normalización, 2015.

11. Empresa Suchel. Champús y geles-Requisitos. NC 280:2011. La Habana: Oficina Cubana de Normalización, 2011.

12. Empresa Suchel. Determinación del pH. NC 836:2011. La Habana: Oficina Cubana de Normalización, 2011.

13. Empresa Suchel. Cosméticos, agentes activos de superficie. Determinación de la viscosidad. NC 699:2009. La Habana: Oficina Cubana de Normalización, 2009.

14. Empresa Suchel. Cosméticos, agentes activos de superficie. Determinación de la densidad en líquidos y semisólidos. NC 1086:2015. La Habana: Oficina Cubana de Normalización, 2015.

15. Empresa Suchel. Detergentes, champús y geles. Determinación de la materia activa. NC 462:2012. La Habana: Oficina Cubana de Normalización, 2012.

16. Guía de estabilidad de productos cosméticos. NC Guía 1324:2019. La Habana: Oficina Cubana de Normalización, 2019.

17. Empresa Suchel. Cosméticos. Límites microbiológicos. Determinaciones NC 68: 2015. La Habana: Oficina Cubana de Normalización, 2015.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Marietta Navarro Gómez, Mirna Fernández Cervera.

Curación de datos: Marietta Navarro Gómez.

Análisis formal: Marietta Navarro Gómez.

Adquisición de fondos: Marietta Navarro Gómez.

Investigación: Marietta Navarro Gómez.

Metodología: Marietta Navarro Gómez, Mirna Fernández Cervera.

Administración de proyecto: Marietta Navarro Gómez, Mirna Fernández Cervera.

Recursos: Marietta Navarro Gómez.

Software: Marietta Navarro Gómez.

Supervisión: Mirna Fernández Cervera.

Validación: Marietta Navarro Gómez, Mirna Fernández Cervera.

Visualización: Marietta Navarro Gómez, Mirna Fernández Cervera.

Redacción-borrador original: Marietta Navarro Gómez, Mirna Fernández Cervera.

Redacción-revisión y edición: Marietta Navarro Gómez, Mirna Fernández Cervera.