

Elaboración de champú utilizando aceite de semillas de *Moringa oleífera* aclimatadas en Cuba

Elaboration of shampoo using oil of *Moringa oleífera* seeds acclimated in Cuba

Beatriz Zumalacárregui-de Cárdenas^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-7935-903X>

Cándida Ferrer-Serrano² <https://orcid.org/0000-0003-1616-7932>

¹Facultad de Ingeniería Química. Universidad Tecnológica de la Habana, CUJAE. La Habana, Cuba

²Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas Renovables. Universidad Tecnológica de la Habana, CUJAE. La Habana, Cuba

*Autor para la correspondencia: correo electrónico: beatriz.mcz@gmail.com

RESUMEN

Entre los artículos cosméticos más demandados en el mercado se encuentra el champú. La extracción de aceite de semillas de *Moringa oleífera* puede ser empleado en la elaboración de champú, posibilitando otra oportunidad a la industria cosmética cubana. El objetivo del trabajo es evaluar el aceite extraído de semillas de *Moringa oleífera* de variedades *Supergeniusy Criolla* aclimatadas en Cuba, en la elaboración de champú. Se realiza una extracción mecánica del aceite de las dos variedades de semillas y se caracterizan por métodos analíticos cuantitativos, físico-químicos y por cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas. Con los aceites extraídos se elaboraron preformulaciones de champú que fueron evaluadas mediante pruebas físicas, químicas, microbiológicas y de estabilidad, seleccionándose las variantes que cumplieron con las normas establecidas de Suchel Camacho y demostrando que el aceite de ambas variedades puede ser empleado en la elaboración de champú.

Palabras clave: aceite de *Moringa oleífera*; cosmético; champú.

ABSTRACT

Among the most demanded products in the cosmetic product, market is shampoo. The extraction of oil from *Moringa oleífera* seeds could be used in the production of shampoo, allowing another opportunity for the Cuban cosmetic industry. The objective of the work is to evaluate the oil extracted from *Moringaoleífera* seeds of *Supergenius* and *Criolla* varieties acclimatized in Cuba, in the production of shampoo. A mechanical extraction of the oil of the two varieties of seeds is carried out and they are characterized by physical-chemical, quantitative analytical methods and by gas chromatography coupled to mass spectrometry. With the extracted oils, shampoo preformulations were made that were evaluated by physical, chemical, microbiological and stability tests, selecting the variants that met the established standards of Suchel

Camacho and demonstrating that the oil of both varieties can be used in the preparation of shampoo.

Keywords: moringa oleífera oil; cosmetic; shampoo.

Recibido: 3/11/2020

Aprobado: 23/12/2020

Introducción

La industria química a nivel mundial se diversifica cada vez más con el fin de elaborar o sintetizar materias primas para su uso industrial posterior. En la actualidad, los ingredientes naturales utilizados en la elaboración de productos de uso diario representan cada vez un alza considerable. La industria cosmética no es la excepción a esta tendencia, ya que ha pasado del empleo de materias primas sintéticas al uso de productos 100 % naturales. Los países productores de materias primas para dicha industria desarrollan procesos que permiten obtener estos insumos con el más alto grado de pureza posible, garantizando su colocación en el mercado y desarrollando a la vez la industria cosmética.

La búsqueda de la belleza es tendencia natural del ser humano. Perseguida desde la más remota antigüedad, en un intento de modificar el aspecto y obtener los beneficios de diversa índole que esta reporta, ha hecho del uso de cosméticos una señal de identidad característica del hombre.⁽¹⁾

Los cosméticos históricamente se asociaron más con factores estéticos, que con los de protección y salud, generando una brecha o dicotomía entre estos aspectos. Así, las personas tienden a separar su elección entre productos de maquillaje y de protección, cuando no necesariamente son procesos aislados. El enfoque de los cosméticos, en el que se privilegia la belleza hace que frecuentemente se obvie el proceso de análisis sobre cuáles son los cosméticos idóneos para cada tipo de persona, de acuerdo con su edad y características físicas.^(1,2)

Los cosméticos son sustancias o preparados destinados a ser puestos en contacto con las diversas partes superficiales del cuerpo humano con el fin de limpiarlos, perfumarlos, protegerlos, mantenerlos en buen estado, o modificar su aspecto acentuando temporalmente la belleza. Los mismos, fueron utilizados hace más de 5000 años, por los egipcios, los griegos, los romanos y por distintas culturas como la japonesa y la persa.⁽¹⁾

En Cuba se encuentran, con cierta abundancia, varias especies de plantas que han sido introducidas al mercado por sus propiedades medicinales, alimenticias, así como por sus usos industriales y ornamentales.⁽³⁾

La *Moringa oleifera* es un árbol originario de la India, al sur del Himalaya, noreste de la India, Pakistán, Bangladesh y Afganistán. En América Latina y Centroamérica se introdujo en 1920 como un árbol ornamental, además de utilizarse como cerca viva y cortinas rompe vientos.^(4,5,6,7,8) Se cree que fue llevada de la India a África por los ingleses e introducida al Caribe por los franceses y de allí a Centroamérica.⁽⁵⁾

Los principales compuestos que contiene (polifenoles, esteroides, glicósidos, isotiocianato y carbamatos) están en toda la planta, y presenta también un elevado

porcentaje de aceite fijo en las semillas, constituido por ácidos grasos (AG) entre 8-26 átomos de carbono. Esta planta se encuentra en toda la isla por lo que se destaca su rápido crecimiento y su fácil cultivo.⁽⁴⁾

En el siglo XIX, en el Caribe se exportó el aceite de la planta hacia Europa para perfumes y lubricantes para maquinaria, dando pasos agigantados en varias sociedades por años.⁽⁹⁾

Históricamente el aceite de semillas de *Moringa oleífera* se ha utilizado para ayudar a enfermedades de la piel, gota, dolor en las articulaciones, el escorbuto, inflamación, dolor de estómago, reumatismo y muchas otras condiciones. Aunque en la medicina moderna no se han estudiado a fondo todas sus cualidades, millones de personas han utilizado el aceite para esas dolencias.⁽⁴⁾

El aceite de moringa es famoso por sus efectos beneficiosos sobre la salud cardiovascular y hepática, aumenta la lipoproteína de alta densidad(HDL)y reduce la de baja densidad (LDL)en la sangre, por lo que ejerce una acción beneficiosa sobre el sistema vascular y el corazón reduciendo así, el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Se sabe también que previene la formación de cálculos biliares.⁽¹⁰⁾ Se usa extensamente como aceite portador en preparaciones cosméticas. Este árbol tan valioso provisto de materia prima para extraer aceite de alta calidad tiene diferentes usos en la sociedad actual y futura .⁽¹⁰⁾

La *Moringa oleífera* es una de las fuentes de aceite vegetal de mayor rendimiento por hectárea en contenido de aceite.^(9,11,12) Este aceite está compuesto fundamentalmente por ácidos grasos, saturados e insaturados, y debido al predominio del ácido oleico en su composición se le atribuye una gran estabilidad a la oxidación según reportan.⁽¹²⁻¹⁵⁾

Se ha confirmado la presencia de saponinas, flavonoides, esteroides, terpenoides, y triterpenoides en el aceite extraído empleando diversos solventes.⁽¹²⁻¹⁵⁾ Esta composición, junto con un perfil interesante de ácidos grasos hace valioso al aceite y por ende a las semillas de las variedades cubanas para usarlo en la industria cosmética.

La obtención del aceite se puede realizar por métodos distintos, el prensado en frío o en caliente, o mediante la utilización de disolventes para una mayor extracción de producto. Los disolventes más empleados por diversos investigadores según señalan^(12, 16), son: etanol, metanol, isopropanol, hexano, ciclohexano, tolueno, xileno, éter etílico, acetato de etilo, acetona.

Los aceites desempeñan un papel de múltiples funciones en los cosméticos, pueden actuar como un vehículo, donde diluyen los ingredientes activos y funcionan como la base emoliente de las formulaciones.^(2,17)

El aceite de semillas de moringa conocido también como aceite de Ben, tiene varios usos reconocidos a nivel mundial, entre estos se encuentran su potencialidad como biocombustible, específicamente para la producción de biodiesel, como aceite lubricante y el uso en cosméticos. Estas aplicaciones demuestran su elevado valor económico.⁽⁴⁾

Dentro de la amplia gama de cosméticos se encuentran los champús y acondicionadores, productos usados para el cuidado del cabello los cuales emplean aceites naturales entre los que se encuentran el aceite de argán y el aceite de jojoba.⁽¹⁾

El aceite de semillas de *Moringa oleífera* posee citoquina, un antioxidante que promueve e induce la división y el crecimiento celular, promocionando la regeneración y retardo del envejecimiento de las células. Contiene además zeatina, otro antioxidante que coopera en el retraso del proceso de envejecimiento, ayudando al cuerpo a sustituir las células muertas rápidamente. La aplicación de aceite de *Moringa*

oleífera en el cabello hace que crezca más grueso y más fuerte, siendo utilizado para mejorar el brillo y el volumen de los cabellos finos, delicados, deshidratados y sin cuerpo. Acondiciona, desenreda y humecta profundamente previniendo la deshidratación según lo reportado por.^(18,19)

El champú se encuentran sin duda entre los productos más demandados en el mercado de cosméticos. Ellos se emplean para la eliminación de grasa, suciedad, caspa y otros que gradualmente se acumulan en el cabello.⁽²⁰⁾ Por tanto, el objetivo del trabajo es evaluar el aceite extraído de semillas de *Moringa oleífera* de variedades *Supergenius* y *Criolla* aclimatadas en Cuba como principio activo en la fabricación de champú.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en áreas de las Facultades de Ingeniería Mecánica y Química de la Universidad Tecnológica de la Habana, “José Antonio Echeverría” y la Empresa Suchel Camacho S.A.

Para la investigación se emplean semillas de *Moringa oleífera* de dos variedades, *Supergenius* procedentes del Centro Internacional de Salud La Pradera, Playa y *Criolla* del Centro de Productos Naturales, Playa. En este centro existe un banco de germinación donde se reciben las semillas cosechadas en los campos de cultivo, las que se someten a un protocolo de selección que permite clasificarlas en dos grupos, las denominadas aptas para el proceso de germinación y las que constituyen el rechazo. Las primeras se utilizan para la siembra directa o en viveros, garantizándose un alto porcentaje de germinación.

Las semillas de rechazo se convierten en un producto de desecho que no tiene utilidad. Por esta razón y conociendo las características de estas semillas, constituyen materia prima para la obtención de aceite de *Moringa oleífera*. Dichas semillas se prepararon para la extracción mecánica en una descascaradora modelo Agro 01 de fabricación nacional. Para el proceso de extracción mecánica se utilizó un molino marca Komet tipo DD85 del año 2000 de procedencia alemana. Terminado el proceso de compresión, el aceite es filtrado a través de un filtro prensa modelo 2FIN 20-20, Takipore de procedencia española, eliminando partículas que quedan presentes, para posteriormente ser almacenado en un envase de cinco litros.

Caracterización físico-química de los aceites

Existen varios índices que se utilizan para la caracterización físico-química de los aceites, entre ellos se reconocen los índices: de refracción, saponificación, acidez, de iodo y de peróxido. Se determinan también la densidad y el pH, tal como reportan en sus trabajos.^(9, 10, 11) Los reactivos empleados fueron de las marcas Sigma (EE.UU.) y Merck (Alemania) de calidad puro para análisis.

La cromatografía de gases se emplea como herramienta en la separación, identificación y cuantificación de los ácidos grasos presentes en los aceites convertidos primero en metilésteres de ácidos grasos. La separación tiene lugar gracias a las diferencias entre las posiciones de los equilibrios de adsorción de los componentes gaseosos de la muestra sobre la superficie sólida de la fase estacionaria.

Se determinaron los contenidos de ácidos grasos (%), como ésteres metílicos, por el método 108,003 del Institute for Nutraceutical Advancement (EE. UU.), 1 modificado según se describe a continuación.

Para preparar las muestras se pesaron 150 mg de aceite, se adicionó 1 ml de disolución de patrón interno (ácido C13:0, a 10 mg/ml en metanol) y 3 ml de cloruro de acetilo al 10 % en metanol (agente metilante), se cerró el tubo de ensayos y se calentó a 85°C durante 2 h, con agitación ocasional cada 15 min. Se dejó enfriar, se añadieron 4 mL de hexano y 4 mL de agua destilada. Se agitó en zaranda durante 15 min, se dejó reposar y se extrajo una alícuota de 3 mL de la fase orgánica superior hacia otro tubo de ensayos, donde se añadieron 4 mL de hexano y 4 mL de hidróxido de sodio a 1 mol/L en metanol. Se cerró y se agitó en zaranda por 15 min. Se añadió 4 ml de agua destilada, se cerró y se agitó en zaranda por 15 min. Se dejó reposar y se extrajo una alícuota de 1 mL hacia un vial, de donde se tomó 0,2 mL para el análisis cromatográfico. Se empleó un cromatógrafo de gases 7890A (Agilent, E.E.U.U.), con detector de ionización por llama y una columna capilar BPX-70 (30 m x 0,53 mm, 1 µm Df, SGE, Australia). El programa de temperatura fue de 1 min a 100°C, de 100°C hasta 220°C a 10°C/min y 3 min a 220°C. La temperatura del detector y el inyector fue 220°C, y el flujo del gas portador (H₂) fue 1 mL/min. Los análisis se realizaron por triplicado. Los patrones de AG (Sigma, EE. UU.), demás reactivos y disolventes (Merck, Alemania) fueron puros para análisis.

Para el análisis cuantitativo de los ácidos grasos, se identificaron los ésteres metílicos para la muestra de ensayo, por comparación de los tiempos de retención de cada componente con los tiempos de los ésteres metílicos patrones obtenidos en el mercado. Además se utilizó para este análisis, el método del patrón interno.

A partir de los aceites obtenidos, se elaboraron de forma experimental dos preformulaciones de champú en la Empresa Suchel Camacho S&A:

Variante 1. Elaboración de champú en el que se sustituyen las materias primas (extracto de hibiscus y mezcla de alfa-hidroxiácidos) presentes en la formulación comercial Four Seasons, por el aceite obtenido de las semillas de *Moringaoleífera* variedad *Supergenius*.

Variante 2. Elaboración del champú en el que se sustituyen los extractos de Ginseng y de Cachemir en la formulación del producto comercial SEDAL, por el aceite obtenido de las semillas de *Moringa oleífera* variedad *Criolla*.

Materias primas (NC, 2011) ^(21,22)

Las materias primas empleadas en las formulaciones fueron suministradas por la empresa Suchel Camacho SA, las cuales fueron adquiridas de sus proveedores habituales.

Una vez pesadas las materias primas en una balanza analítica marca SARTORIUS BS 124S (Alemania), se añade en el recipiente de fabricación la quinta parte del agua a emplear y la disolución del colorante amarillo, se mezcla con un agitador de paletas modelo AX686/1 (España) durante un tiempo y se adiciona la disolución de sal fina, manteniendo la agitación hasta la completa disolución. Posteriormente de forma continua, se incorporan el resto de las materias primas de acuerdo al orden establecido en los procedimientos normalizados de Operación (PNO), que es un documento oficial y confidencial de la Empresa Suchel Camacho S.A ⁽²³⁾, donde se abarca cada una de las técnicas y formulaciones para cada producto cosmético.

Las formulaciones con mejores resultados en cuanto a ensayos organolépticos: olor, apariencia, color, fueron dos, una para cada variante. Con estas formulaciones se realizan los ensayos microbiológicos de colonias bacterianas de microorganismos

aerobios mesófilos y conteo total de hongos y levaduras, según la norma de ensayos microbiológicos para la industria cosmética.

Estudios realizados a las formulaciones

Posteriormente se realizan las pruebas de calidad al producto como son la determinación del ingrediente activo aniónico y la viscosidad en un viscosímetro Brookfield RTV a una velocidad de 20 r.p.m y temperatura de 25°C. La materia activa aniónica se determina por valoración con una disolución estándar de un detergente catiónico (Hyamine 1622). El indicador está formado por una mezcla de un colorante catiónico (Bromuro de Dimidio) y otro aniónico (Azul de Disulfina VN) y la valoración se lleva a cabo en un sistema de 2 fases agua/cloroformo. El detergente aniónico forma una sal con el colorante catiónico que se disuelve en la capa clorofórmica a la que colorea de rosa – rojizo. En el punto final el catión de Hyamine desplaza el catión dimidio de la sal soluble en cloroformo y el color rosa deja la capa clorofórmica pasando a la acuosa. La Hyamine añadida en exceso forma una sal con el colorante aniónico Azul de Disulfina VN que se disuelve en la capa clorofórmica, coloreándolo de azul grisáceo claro.

Al champú fabricado se le realizaron diferentes estudios de estabilidad con el objetivo de verificar que este producto conserve dentro de ciertos límites predeterminados (un 10%), la concentración de un ingrediente considerado esencial para la seguridad y eficacia de éste. Como ejemplo se puede mencionar agentes de conservación y antioxidantes, entre otros.

Se recomienda que las muestras (generalmente 3) para la evaluación de la estabilidad sean acondicionadas en frascos de vidrios neutro, transparente, con tapa que garantice un adecuado cierre evitando pérdida de gases o vapor para el medio.

Estabilidad acelerada ⁽²⁴⁾

La muestra debidamente identificada es llevada a la estufa, utilizando el calor como factor de aceleración, en un intervalo de temperatura de 37 a 45°C. La duración de este estudio es de quince días y las formulaciones en pruebas son sometidas a condiciones de estrés buscando acelerar el surgimiento de posibles señales de inestabilidad.

Estabilidad en ventana ⁽²⁴⁾

La muestra es colocada en un lugar donde esté en contacto con la luz solar, pues este tipo de estudios persigue investigar el efecto dañino o no de la luz solar en función del tiempo. Por ejemplo cuando los productos se encuentran en envases plásticos, en donde el mismo recipiente puede alterarse por la presencia de la luz solar, debido también a que cada vez hay un clima más extremo.

Comportamiento de la etapa de comercialización o Anaquel

Se almacena una muestra en el anaquel durante el tiempo de vida útil del producto y se chequea, si existen modificaciones en las propiedades organolépticas (olor, color, separación de fases).

Resultados y discusión

Caracterización del aceite extraído por prensado

Las semillas sometidas al proceso de prensado mecánico (*Supergenius* y *Criolla*) alcanzaron rendimientos de 25 y 27 % de extracción en base a masa de semilla seca, respectivamente. Resultados que se corresponden con los referidos por Lalas y Tsaknis de 25,1-25,8%.⁽²⁵⁾ Los aceites extraídos de ambas variedades de semillas resultaron ser de color amarillo, con olor y apariencia característico de un aceite vegetal. Los diferentes índices precisados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1- Parámetros de calidad promedio de los aceites extraídos por prensado

Índices	Supergenius	Criolla
Índice de refracción	1,465 3 ± 0,002	1,464 3± 0,002
Índice de acidez (%)	2,41 ± 1,08	2,30± 0,08
Índice de saponificación (mg de KOH/g de aceite)	168,57 ± 1,51	170,22± 1,08
Índice de iodo (g de I ₂ /100g de aceite)	68,82 ± 3,8	68,08± 2,8
pH	6 ± 1	5,8
Densidad (g/cm ³)	0,889 ± 0,02	0,878± 0,02
Índice de peróxido •10 ⁻³ (mol O ₂ /kg aceite)	1,32 ± 0,02	2,58 ± 0,02

Estos valores de la tabla 1 se compararon con los obtenidos empleando la extracción por vía química^(26,27) y que se presentan en la tabla 2 y corotros reportados en la literatura especializada.⁽¹²⁾

Tabla 2- Propiedades físico-químicas del aceite de *Moringa oleifera* extraídos por vía química empleando disolvente hexano

País	Variedades	Índice de refracción (40°C)	Índice de saponificación •10 ⁻³ (g KOH/g aceite)	Índice de Iodo (g de I ₂ /100g aceite)	Índice de peróxido •10 ⁻³ (mol O ₂ /kg aceite)	Grado de acidez (% de ácido oleico)
Cuba	<i>Supergenius</i>	1,462 3	176,50	65,58	1,58	1,40
	<i>Criolla</i>	1,460 0	172,8	63,0	3,15	1,41
Pakistán /12/	NWFP	1,457 1	181,4	68,63	1,27	0,81
Kenya /26/	Mbololo	1,454 9	178,11	66,83	-	0,85

Los índices de saponificación de los aceites cubanos por ambas vías (tablas 1 y 2) son inferiores a lo reportado para las variedades cultivadas en otros países.^(12,16) Las razones de la variabilidad con variedades foráneas son debidas a la influencia en la composición química de los aceites del clima, los suelos, las condiciones geográficas, estacionales, los períodos de cosechas, almacenamiento por largos períodos de tiempos y a las técnicas de extracción, entre otros.

Sin embargo, los resultados alcanzados con las variedades cubanas por ambos métodos son similares entre sí.⁽²⁷⁾ La disminución de los índices de saponificación en los aceites extraídos por prensado se debe a la hidrólisis de los ésteres que dan lugar a ácidos grasos libres, existiendo una correspondencia con el aumento de los índices de acidez. A mayor valor de ácidos libres, menor valor de índice de saponificación, lo que explica además la diferencia de valores del índice de peróxidos.

Los índices de iodo poseen valores similares reflejando que se tratan en todos los casos de aceites donde predominan los ácidos grasos monoinsaturados (valores entre 50-100 g de I₂/100g de aceite).

Los valores de los índices de peróxido menores que 5 indican que no ha existido la reacción con el oxígeno de los dobles enlaces de sus ácidos grasos constituyentes, formando compuestos que al descomponerse originan otros, a los cuales se les atribuye el olor y sabor desagradables característicos de las grasas oxidadas.

En el caso del tiempo de almacenamiento también se observa una variación de los índices de saponificación y de acidez. El índice de saponificación es inferior a los reportados en trabajos anteriores que utilizaron esta variedad de semilla lo que se atribuye al tiempo de almacenamiento. El índice de acidez ha ido aumentando a lo largo de los años de almacenamiento como consecuencia de la ruptura de los enlaces lipídicos provocando una mayor cantidad de ácidos grasos libres.

La repercusión o no que podría tener en la calidad el aceite para ser empleado como ingrediente del champú dependiendo del método de extracción y del tiempo de almacenamiento de las semillas se corrobora con el análisis por CG/EM.

Los datos obtenidos del análisis cromatográfico acoplado a la espectrometría de masa para las diferentes variedades estudiadas, se muestran en la tabla 3 y en las figuras 1 y 2, los cuales son comparados con los reportados en la literatura revisada.^(12, 25) Se observan los ácidos grasos saturados, palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), araquídico (C20:0), behénico (C22:0) y lignocérico (C24:0), resultando el ácido palmítico el de mayor porcentaje, (6-6,35%).

Tabla 3- Resultados de la cromatografía gaseosa

Ácidos grasos	<i>Supergenius</i> (%)	<i>Criolla</i> (%)
C 16:0 (palmítico)	6,017	6,114
C16:1 (palmitoleico)	1,551	1,559
C18:0 (esteárico)	3,780	3,867
C18:1 (oleico)	75,735	75,839
C18:2 (linoleico)	0,734	0,672
C18:3 (linolénico)	0,161	0,157
C20:0 (araquídico)	2,489	2,443
C20:1 (gondoico)	2,319	2,302
C22:0 (behénico)	5,474	5,286
C24:0 (lignocérico)	1,027	0,983

El aceite extraído mostró un alto contenido de ácidos grasos insaturados donde predominó el ácido oleico (C18:1) en un intervalo entre 75-76%, lo que permite clasificar al aceite como monoinsaturado. Este último resultado está en correspondencia con el valor del índice de iodo obtenido donde, para valores comprendidos entre 50 y 100 g de iodo/100 g de aceite reciben la clasificación antes mencionada. Los resultados alcanzados para las variedades cubanas se corresponden prácticamente en su totalidad con reportes realizados por Anwar⁽¹²⁾, no siendo así para el ácido lignocérico que solo se detecta en las variedades cubanas.

Las figuras 1 y 2 corroboran lo planteado anteriormente de acuerdo con los tiempos de retención de los diferentes ácidos grasos.

Existen varios reportes que señalan la similitud entre el perfil de ácidos grasos del aceite de *Moringa oleífera* y el aceite de Oliva, principalmente en la composición de ácido oleico (53-86%), palmítico (7-20%) y linoléico (0,3%).

La presencia de los siguientes ácidos grasos en su composición; ácido oleico, ácido esteárico, ácido linoleico y ácido behénico son importantes para la industria cosmética, pues aportan .propiedades limpiantes y emolientes, propiedades tensioactivas, antioxidantes y suavizantes para la piel.⁽²⁰⁾

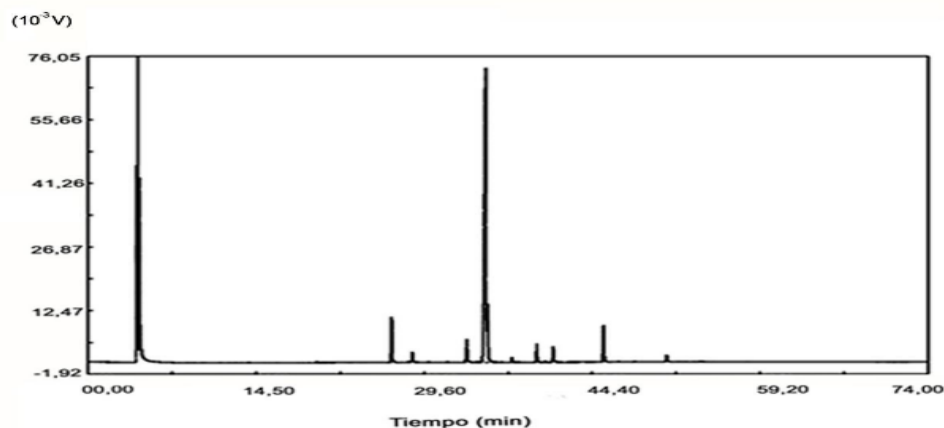


Fig. 1- Cromatograma del aceite de Moringa ecotipo Supergenius

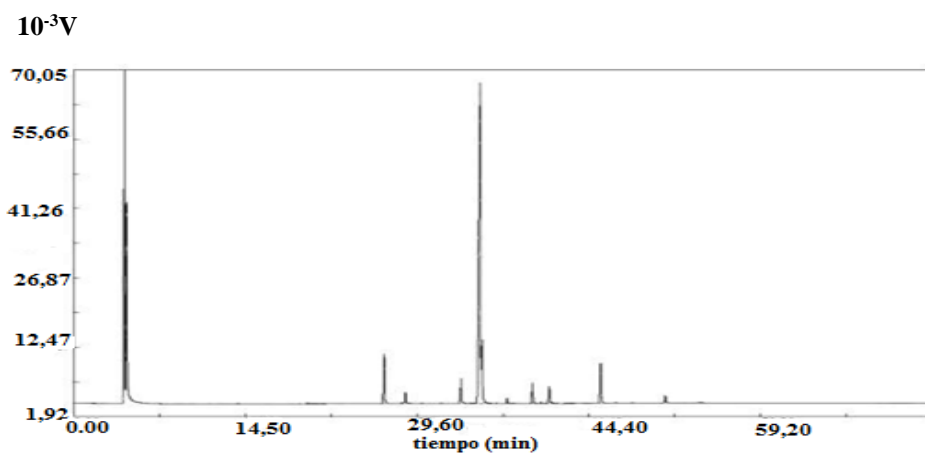


Fig. 2- Cromatograma del aceite de Moringa ecotipo Criolla

Elaboración de dos champú con aceite de *Moringa oleifera*

Variante 1. Se realizaron pruebas experimentales en las que se fue variando el % de aceite extraído de semillas de *Moringa oleifera* variedad *Supergenius* incorporado al champú, desde 0,1 hasta 0,5%, de acuerdo a las normas establecidas en la industria cosmética, con el objetivo de verificar si se observa algún cambio significativo en el producto. Para cada porcentaje se realizaron tres réplicas.

Una vez determinadas las propiedades físico-químicas de las muestras de champú, se observó que valores superiores a 0,2% provocan una disminución de la viscosidad del producto. Además desde el punto de vista organoléptico muestra cambio de coloración.

Los análisis físico-químicos que se realizan al producto (con 0,2% de aceite) una vez elaborado y las correspondientes pruebas organolépticas, se encuentran dentro de las especificaciones de calidad del producto terminado.⁽²¹⁾

En la tabla 4 se muestran las especificaciones de calidad que presenta el patrón (champú Four Seasons clásico) y el elaborado a partir del aceite de Moringa con la variante 1. Como puede observarse este champú elaborado cumple con los requisitos de color, apariencia, olor, ingrediente activo aniónico, viscosidad, apariencia, pH que dictan las normas cubanas.

Tabla 4- Especificaciones de calidad del producto elaborado con la variante 1.

	Champú Patrón	Champú con aceite de <i>Moringa oleífera</i>
Olor	Característico con nota frutal	Característico con nota frutal
Apariencia	Líquido viscoso, libre de sedimentos	Líquido viscoso, libre de sedimentos
Color	Amarillo	Amarillo
Ingrediente activo aniónico (%)	7,4-8,4	8,1± 0,3
pH	7-8	7,2± 0,2
Viscosidad a 25 °C, Pa.s	3,0-4,0	3,7±0,05

Variante 2. Se prepararon formulaciones con 0,5 % de aceite extraído de semillas de *Moringa oleífera* variedad *Criolla*, variando en esta ocasión el porcentaje de lauril éter sulfato de sodio en un intervalo de 12-16 %, de acuerdo a las normas establecidas en la industria cosmética. Para cada porcentaje se realizaron tres réplicas.

Al observar los resultados se decide que el porcentaje del lauril éter sulfato de sodio empleado sea al 14%, ya que seguir aumentando el tensioactivo provoca que los valores de viscosidad sean inferiores a los intervalos establecidos en la norma cubana. Además de que podría provocar asperezas en el cuero cabelludo y opacidad del producto. En la tabla 5 se indican los resultados obtenidos, los cuales cumplen con las especificaciones de calidad del champú SEDAL para cabellos lisos.

Tabla 5- Especificaciones de calidad del producto elaborado con la variante 2.

Requisitos	Resultados
Color	Amarillo perlado
Apariencia	Líquido viscoso, perlado homogéneo
Olor	Característico de coníferas
pH	6,20± 0,5
Ingrediente activo aniónico (%)	10,35± 1,0
Densidad a 25°C, g/cm³	1,072± 0,04
Viscosidad Brookfield a 25°C, Pa·s	7,6± 0,2

A esta formulación seleccionada se le determinó además, el índice de espuma en intervalos de un minuto. Los resultados se presentan en la tabla 6 y demuestran que la

espuma formada por el champú es duradera, ya que al paso del tiempo los índices se mantienen relativamente constantes.

Tabla 6- Índices de espuma del champú

Tiempo	Volumen	Índice de espuma
0 min	210 mL	-
1 min	207 mL	0,985 7
2 min	205 mL	0,976 1
3 min	205 mL	0,976 1
4 min	204 mL	0,971 4
5 min	204 mL	0,971 4

Análisis microbiológico de los productos terminados

Los productos cosméticos de este tipo, tienen un importante riesgo de contaminación microbiológica. Esta contaminación puede estar relacionada con las materias primas más susceptibles a contaminarse, como el agua o algunos extractos vegetales. Por ese motivo, después de elaborado el champú, se tomaron tres muestras de cada variante y fueron analizadas en el laboratorio de microbiología de la empresa. Los resultados de este estudio se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en ⁽²¹⁾ y se muestran a continuación:

<1000 UFC de microorganismos aerobios mesófilos en 0,1 g o mL del producto.

No enterobacteriaceae en 0,1 g o mL del producto.

No *Pseudomonasaeruginosas* en 0,1 g o mL del producto.

No *Staphylococcus aureus* en 0,1 g o mL del producto.

No *Clostridiumperfringens* en 0,1 g o mL del producto.

No hongos en 0,1 g o mL del producto.

Análisis de estabilidad

A los champú elaborados se le realizaron diferentes estudios de estabilidad, con el objetivo de verificar que estos productos conserven la concentración del aceite de moringa. Para ello se realizaron las pruebas de estabilidad acelerada, estabilidad en ventana y anaquel.

Como resultado de la prueba de estabilidad acelerada se obtuvo para la variante 1 que el aceite al 0,2% permanece estable, pues no se observaron alteraciones en la muestra tales como: disminución de viscosidad, de ingrediente activo, cambio de coloración, y separación de fases. Además las pruebas de estabilidad en ventana y anaquel, no mostraron resultados diferentes a los expuestos anteriormente.

Para la realización de la prueba de estabilidad acelerada de las muestras de champú de la variante 2, estas fueron depositadas en la estufa dos semanas, que equivale a seis meses de vida útil del producto. A las dos semanas se le realizó nuevamente análisis físico-químico, con el objetivo de comprobar que las propiedades determinadas se mantuvieran dentro de los valores de calidad que se habían obtenido, garantizando a su vez la estabilidad del aceite en el producto.

Como resultado el aceite al 0,5 % permanece estable, pues no se observaron alteraciones en la muestra tales como: disminución de viscosidad, cambio de

coloración, ni separación de fases. Además, las pruebas de estabilidad en ventana y anaquel, no mostraron resultados diferentes a los expuestos anteriormente.

Conclusiones

Los índices de calidad de los aceites de semillas de *Moringa oleífera* variedades *Supergenius* y *Criolla* naturalizadas en Cuba, obtenidos mediante el método de compresión, cumplen con los parámetros establecidos por las normas cubanas para ser empleados con fines cosméticos. Los análisis físico-químico y microbiológico del Champú elaborado a partir del aceite extraído de las semillas de *Moringa oleífera* variedad *Supergenius*, comparado con el Champú FourSeasons de la línea comercial, no presentan diferencias con respecto a los parámetros de calidad especificados para este tipo de producto. Las pruebas de calidad realizadas a la variante 2 que emplea aceite de *Moringa oleífera* variedad *Criolla* al 0,5% cumplen con los parámetros establecidos para champú con sal, obteniéndose una viscosidad de 7,6 Pa•s, necesarias para lograr la estabilidad del producto. El empleo del aceite extraído de las semillas de *Moringa oleífera* en la fabricación de productos cosméticos, específicamente en la elaboración de champú, constituye una solución atractiva para suplir la demanda de productos de este tipo.

Referencias bibliográficas

1. BREA HERNANDO, I., CRESPO ARCILLA M.L., RIVAS RECIO P., Manual del Curso de Experto Universitario en Cosmética y Dermofarmacia, Módulo I 1R.D.1599/1997, artículo 1, 1-72. Disponible: [www.uned.es>documentos, módulo1](http://www.uned.es/documentos/modulo1).
2. SABATER I, MOURELLE L. Cosmetología para estética y belleza. Madrid: Mc Graw- Hill/ Interamericana de España; 2012.
3. MARRERO D., VICENTE MURILLO R., GONZÁLEZ CANAVACIOLO V., GUTIÉRREZ AMARO J. “Composición de ácidos grasos del aceite de las semillas de *Moringa oleífera* que crece en La Habana, Cuba”. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 2014; **19**(2),197-204. ISSN 1028-4796.
4. FERRER SERRANO C., LLERENA FERNÁNDEZ. P., MAZORRA MESTRE M., *Moringa: Árbol de múltiples usos*. Caracas, Venezuela: Editorial Bolívar y Martí. 2014, 1-304. ISBN 978-980-7694-00-1
5. FALASCA, S., BERNABÉ, M. A. “Potenciales Usos y Delimitación del área de Cultivo de *Moringa oleífera* en Argentina”. *Revista Virtual REDESMA*. 2008, ISSN 1995-1078
6. FALASCA S., BERNABÉ M. “Zonificación Agroclimática de la moringa (*Moringa oleífera*) en Argentina para producir biodiesel y biotanol”. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. 2009, **13**(11),65-1170. ISSN 0329-5184
7. ALBA PONS G., “Aceites vegetales, hacia una producción sostenible”. *El Hombre y la Máquina*. 2015, (46), 9-19. ISSN: 0121-0777.
8. FOLKARD, G., SUTHERLAND, J. “*Moringa oleífera*, un árbol con enormes potencialidades”. *Agroforestry Today*. 1996, **8**(3), 5-8. ISSN:0167-4366.

9. MADRIGAL H.L., AVALOS T.C. *Redmarango*. (Internet) 2008. Disponible en: redmarango.una.edu.ni/documentos/26-INIFAP-Moringa-oleifera.pdf.(Consultado el 8 de Febrero del 2014).
10. PANIAGUA A., CHORA J. “Elaboración de Aceite de semillas de *Moringa Oleífera* para diferentes usos”. *Revista de Ciencias de la Salud*. 2016, **3** (9), 36-46. ISSN: 2410-3551
11. COMPAORÉ WR, *et al.*, “Chemical Composition and Antioxidative Properties of Seeds of *Moringa oleifera* and Pulps of *Parkia biglobosa* and *Adansonia digitata* Commonly used in Food Fortification in Burkina Faso. *Current Research Journal of Biological Sciences*. 2011, **3**(1), 64-72. ISSN: 2041-0778
12. ANWAR F, UMER R., “Physico-chemical characteristics of *Moringa oleifera* seeds and seed oil from a wild provenance of Pakistan”. *Pakistan Journal Botanic*. 2007, **39**(5), 1443-1453. ISSN: 0556-3321
13. MANZOOR, *et al.*, “Physico-chemical characterization of *Moringa concanensis* seeds and seed oil”. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 2007, **84**(5), 413-419. ISSN: 1558-933
14. AZAD, A., *et al.*, “Prospect of Moringa seed oil as sustainable biodiesel fuel in Australia”: A review, *Procedia Engineering*. 2015, **105**, 601-606. ISSN: 1877-7058
15. PAYAL, R.B., *et al.*, “Solvent assisted extraction of oil from *Moringa oleifera* Lam. Seeds”, *Industrial Crops and Products*. 2016, **82**, 74-80. ISSN: 0926-6690
16. EFEVBOKHAN, V., HYMORE, F.K., RAJID, D., SANI, S.E., “Alternative solvents for *Moringa oleifera* seeds extraction”. *Journal of Applied Sciences*. 2015, **15**, (8), 1073-1082. ISSN: 2076-3417
17. BAUMANN L.; SAGHARI, S.; WEISBERG, E. *Cosmetic Dermatology. Principles and Practice*, Second Edition. Mc Graw Hill Medical Philadelphia. 2009, ISBN: 978-0-07-164128-9.
18. KLEIMAN, R.; *et al.* “Comparación de dos aceites de semillas utilizadas en cosméticos, moringa y marula”. *Cultivos y Productos Industriales*. 2008, **28**(3), 361-364. ISSN: 2011-7574.
19. TRÜEB RALPH. “Shampoos: Ingredients, efficacy and adverse effects”. *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*. 2007, **5**(5):356-65. ISSN: 1610-0387.
20. CHÁVES, M. “Obtención de un champú natural con alumnos de formación profesional”, *Innovación y experiencias educativas*. 2010, (27), ISSN 1988-6047, DEP. Legal: GR 2922/2007.
21. EMPRESA SUCHEL. Champús y geles-Requisitos. NC.280:2011. Oficina Cubana de Normalización, 2011.
22. LANZZIANO ALONSO, A.; MORA HUERTAS, C. Efecto de las fragancias en el desempeño sensorial de productos cosméticos tipo champú. *Revista Colombiana Ciencias Químicas Farmacéuticas*. 2013, **42**, (2), 260-283, ISSN electrónico 1909-6356.
23. EMPRESA SUCHEL CAMACHO S.A. Procedimiento Normalizado de operación. 2015. Documento oficial y confidencial no patentado de dicha empresa.
24. PÉREZ C, L. A. *et al.* “Evaluación comparativa de los rendimientos obtenidos mediante el proceso de extracción en aceites vegetales a partir de semillas oleaginosas”. *Anales de la Universidad Metropolitana*. 2009, **9**(2), 181-206, ISSN:1856-9811.

25. LALAS S, TSAKNIS J. “Characterization of *Moringa oleifera* seed oil variety *Periyakulam1*”. *Journal Food Composition and Analysis*. 2002; **15** (1), 65-77. ISSN: 0889-1575
26. TSAKNIS J, LALAS S, GERGIS V, DOURTOGLOU V, SPILIOTIS V; *et al.*, “Characterization of *Moringa oleifera* variety Mbololo seed oil Kenya”. *Chemistry*, 1999, **47** (11), 4495-4499. ISSN 0021-8561
27. FERRER SERRANO C., ZUMALACÁRREGUI DE CÁRDENAS B., MAZORRA MESTRE M. “Caracterización físico-química del aceite de semillas de *moringa oleífera*, Centro Azúcar”. 2020, **47**, (4), 1-11, ISSN: 2223- 4861.

Conflicto de interés

Las autoras declaran que no existen conflictos de interés.

Contribución de los autores

Dra. C. Beatriz Zumalacárregui de Cárdenas. Realizó el estudio, experimentación, análisis y escritura del artículo.

M.Sc. Cándida Ferrer Serrano. Realizó el estudio, experimentación, análisis y revisión del artículo.