

# Cosméticos ecológicos.

## Estudio del comportamiento reológico

### Organics cosmetics. Rheological behavior study

GORETTI DE LA C. RODRÍGUEZ DE SOUSA<sup>1\*</sup>, LUISA CAROLINA BUCARITO KEPP<sup>1</sup>,  
MARÍA ESTHER VIEIRA VIEIRA<sup>1</sup>, ISABEL ANDUEZA DE POPOLI<sup>1</sup>

#### Resumen

En los últimos años se ha incrementado el número de organizaciones dedicadas a controlar la fabricación y comercialización de los cosméticos ecológicos; sin embargo, Venezuela apenas está comenzando a tomar conciencia de la importancia que esto representa para las generaciones futuras, es por ello que se desarrolló un champú y un acondicionador ecológico. El criterio de selección de los productos se basó en la alta frecuencia de uso y en el riesgo que generan estos sobre el ecosistema. Para la formulación se siguieron las pautas establecidas por los organismos certificadores internacionales. Asimismo, se evaluó su comportamiento reológico y viscosidad, empleando un Reómetro de cono y plato Brookfield RVDV-III Ultra, aguja CPE-51, a  $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , comparándose con un champú y un acondicionador convencional. Los productos mostraron un comportamiento pseudoplástico, lo cual facilita su aplicación, ya que al ejercer una fuerza de deformación las moléculas se alinean presentando menor resistencia a fluir. La viscosidad del champú ecológico fue menor a la del convencional, lo que permite percibirlo como un producto ligero, incapaz de producir daño al entorno. Por el contrario, la viscosidad del acondicionador orgánico fue mayor a la del convencional, lo que favorece su capacidad acondicionadora en el cabello. Todos los productos, a excepción del champú convencional, presentaron un comportamiento ligeramente tixotrópico, característica particularmente deseada en los acondicionadores, ya que favorece su estabilidad. Es posible elaborar en Venezuela cosméticos ecológicos con características similares a los cosméticos convencionales, con puntos de diferencia favorables; más naturales y menos perjudiciales al ambiente.

**Palabras claves:** Champú, acondicionador, ecológico, comportamiento reológico, viscosidad.

#### Abstract

In recent years the cosmetic area has increased the number organizations dedicated to control the manufacture and marketing of organic cosmetics, however, Venezuela is just beginning to realize how important this is for future generations, which is why an ecological shampoo and conditioner are developed in this work. The products selection was made based on the use frequency and the risk they generate on the environment. For the formulation we have followed the established guidelines by international organic certification. Also, the rheological behavior and viscosity was evaluated using a cone and plate rheometer RVDV-III Ultra Brookfield, CPE-51 needle at  $26^{\circ}\text{C}$  and was compared with a conventional shampoo and conditioner. Both, shampoos and conditioners, showed pseudoplastic behavior, because in applying a biasing force, the molecules are able to align presenting less resistance to flow, which facilitates its application. The viscosity of the organic shampoo was lower than the conventional, this would categorize the shampoo as a light, unable to produce damage to the environment. The viscosity of organic conditioner was higher than the conventional one, which enhances their ability of conditioner the hair. All products except traditional shampoo, presented a slightly thixotropic behavior, particularly desired feature in conditioners because it promotes stability. It is possible to develop organic cosmetics in Venezuela with similar characteristics to conventional cosmetics, with favorable differences; more natural and less harmful to the environment.

**Key words:** Shampoo, conditioner, organic, rheological behavior, viscosity.

#### Introducción

El crecimiento económico tanto de los países desarrollados como en vía de desarrollo, ha producido consecuencias nefastas para el ambiente. En los últimos 50 años se ha introducido al mercado mundial

una gran cantidad de compuestos sintéticos cuyo impacto sobre el ecosistema, en muchos casos, es desconocido (Lara y col., 2008).

No sólo la industria química genera desechos y por ende contaminación ambiental. En los Estados

<sup>1</sup> Unidad de Formulación, Caracterización y Optimización.

\* E-mail: goretitrod@hotmail.com

Unidos existen estudios en donde se ha encontrado en ríos, lagos y mares, agentes contaminantes del ambiente provenientes de productos para el cuidado y la higiene personal, como los agentes surfactantes; estos son capaces de disminuir la tensión superficial del agua, favoreciendo la formación de espuma, y afectando la libre transferencia de oxígeno entre el agua y el aire, siendo esto perjudicial para la flora y la fauna que allí habita (Saouter y col., 2001). Además, el contenido de fosfatos presente en algunos agentes surfactantes, junto con otros nutrientes, contribuyen a la superpoblación de la flora acuática, especialmente algas, produciendo la eutrofización (Yu y col., 2006; Lorets y col., 2008).

Por otra parte, se ha determinado que los insu- mos cosméticos más empleados a nivel mundial son los agentes surfactantes, representando un 32% del consumo general en ingredientes cosméticos, seguido de los polímeros acondicionadores (Bourgeat, 2005). Estos estudios permiten inferir que productos cosméticos tales como champúes y acondicionadores, son capaces de producir efectos negativos en el ecosistema, no solo por contener los ingredientes antes señalados, sino también por su elevado uso entre los consumidores (Kumar, 2005).

En los últimos tiempos se ha observado una tendencia creciente en la conservación del ambiente por parte de las industrias, consumidores y entes gubernamentales. Es por ello que diferentes organizaciones y empresas se han orientado al desarrollo de productos e ingredientes sustentables, menos perjudiciales para el ecosistema, es decir, los que comúnmente se conocen como naturales u orgánicos (Muelli, 2007; San Miguel, 2007a).

Aunque en muchas oportunidades se use indiscriminadamente los términos natural y orgánico con el mismo significado, estos dos conceptos no representan lo mismo. Por lo general, un producto natural contiene un menor porcentaje de ingredientes procedente de la agricultura ecológica que el producto orgánico (San Miguel, 2007b).

Estos cosméticos, los cuales mencionaremos como ecológicos, tienen como base la agricultura orgánica que se diferencia de la agricultura tradicional por dar prioridad al ambiente, a la justicia social, al crecimiento económico racional y sustentable, preservando la biodiversidad, los ciclos y las actividades biológicas de los suelos (Ribeiro, 2009).

Un cosmético ecológico debe brindar al consumidor los mismos beneficios de un producto comercial no ecológico (convencional), por lo que la evaluación de sus parámetros fisicoquímicos, específicamente las propiedades de flujo y la viscosidad, pueden apor-

tar valiosa información al formulador; con ellas se podría predecir la estabilidad del producto y el comportamiento del mismo durante su consumo, es decir, desde la salida del envase, hasta su aplicación, y así desarrollar cosméticos de calidad que procuren la conservación y sostenibilidad del ecosistema (Schott, 2003; San Miguel, 2007b; Beazin, 2009).

En Venezuela se está comenzando a tomar conciencia de la importancia que el tema de la protección ambiental presenta para las generaciones futuras. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue desarrollar un champú y un acondicionador ecológico, para comparar su comportamiento reológico y viscosidad con un champú y un acondicionador no ecológico existente en el mercado nacional.

## Materiales y métodos

### PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Se elaboró por triplicado 2 lotes de 100g cada uno de un champú y un acondicionador ecológico. Los productos se desarrollaron partiendo de fórmulas referenciales, tomadas de revisiones bibliográficas y siguiendo las normativas establecidas por los organismos internacionales encargados de la certificación orgánica (OASIS, 2009; ECOCERT, 2012). Un gran porcentaje de los ingredientes empleados en la elaboración de las fórmulas, presentó el sello oficial de certificación ecológica, los demás ingredientes eran permitidos por los organismos certificadores.

La técnica de manufactura que se llevó a cabo para la elaboración de los productos fue la siguiente:

**Champú ecológico:** Se pesó cada uno de los ingredientes que conforman la formulación. En el agua se disolvió el agente preservante, un acondicionador (galactoarabinan) y se hidrató la goma xantán, luego se añadió la solución de sorbitol al 70%. Por último se agregaron, con agitación lenta, los agentes surfactantes y demás ingredientes. Se dejó en reposo para reducir la espuma formada, se ajustó el pH con el ácido cítrico y se envasó en frascos plásticos de Tereftalato de Polietileno (Polyethylene terephthalate, PET, de acuerdo a su nombre en inglés), de 35 mL. El proceso se realizó a  $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  (Tabla I).

**Acondicionador ecológico:** Se pesó cada uno de los ingredientes y se procedió a formar una emulsión estable, en donde tanto los ingredientes de la fase oleosa (fase A), como de la fase acuosa (fase B), se calentaron a  $75^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y se mezclaron a esa misma temperatura con agitación continua, hasta alcanzar los  $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente se incorporaron los ingredientes termosensibles correspondientes a las fases C, D y E, así como, la fase F para ajust-

tar el pH y se envasaron en frascos de plásticos tipo PET de 35 mL (Tabla II).

Tabla I  
**Fórmula champú ecológico**

Ingredientes según la Nomenclatura Internacional de Ingredientes Cosméticos (INCI)	Justificación	% p/p
Cocamidopropyl betaine	Surfactante anfotérico	24,24
Lauril glucoside	Surfactante no iónico	14
Xanthan gum	Viscosante	0,40
Gluconolactone and sodium benzoate and calcium gluconate	Agente preservante	0,76
Galactarabinan	Acondicionador	1,5
Sorbitol (Sol. 70%)	Acondicionador	2
Hydrolyzed wheat protein	Acondicionador	0,50
Mangifera indica (mango) fruit extract	Fragancia	2
Citric acid (Sol. 50%)	Ajuste de pH	0,4
Water	Vehículo	54,20

Tabla II  
**Fórmula acondicionador ecológico**

Fase	Ingredientes según la Nomenclatura Internacional de Ingredientes Cosméticos (INCI)	Justificación	% p/p
<b>A</b>	Glyceryl stearate and Cetearyl alcohol and Cetyl palmitate and Cocoglycerides	Viscosante	2,4
	Butyrospermum parkii (shea) butter	Acondicionador	0,2
	Mangifera indica (mango) seed butter	Acondicionador	0,2
	Bertholletia excelsa seed oil	Acondicionador	2
	Oleyl alcohol	Acondicionador	2
	Isopropyl myristate	Acondicionador	2
	Sweet almond oil	Acondicionador	0,2
	Olea Europaea (Olive) Fruit Oil	Acondicionador	0,2
	Cetearyl olivate sorbitan olivate	Emulsificante	4,8
	Cetyl palmitate and sorbitan palmitate and sorbitan olivate	Estabilizante	1,2
<b>B</b>	Guar hydroxyl propyl trimonium chloride	Acondicionador	0,3
	Gluconolactone and sodium benzoate and calcium gluconate	Agente preservante	1,5
	Sorbitol (Sol. 70%)	Acondicionador	2
	Water	Vehículo	76,4
<b>C</b>	Tocopherol	Antioxidante	1
<b>D</b>	Mangifera india (mango) fruit extract	Fragancia	2
<b>E</b>	Hydrolyzed wheat protein	Acondicionador	1
<b>F</b>	Sodium hidroxide (Sol. 50%)	Ajuste de pH	0,6

Para todas las formulaciones se les determinó, 48 horas después de su fabricación, el comportamiento reológico, viscosidad y tixotropía.

#### COMPORTAMIENTO REOLÓGICO Y VISCOSIDAD DE LOS PRODUCTOS

Las determinaciones del comportamiento reológico y de la viscosidad se realizaron por triplicado en un reómetro de cono y plato Brookfield RV DV-III Ultra con la aguja CPE-51 a una temperatura de 26 °C ± 2 °C y a diferentes velocidades de deformación, en secuencia ascendente y descendente, con intervalos de 30,2 segundos, para así obtener el reograma completo de cada muestra (Marriott, 2002). Los valores se expresaron en mPa.seg (miliPascal/segundo).

#### TIXOTROPÍA

Las determinaciones de la tixotropía se realizaron por triplicado en un viscosímetro rotacional LVT Visco Star plus, empleando la aguja L3 y L4 a una temperatura de 26°C ± 2°C. Se evaluó la variación de la viscosidad en función del tiempo manteniendo la velocidad de deformación constante (Schott, 2003).

La selección del champú y del acondicionador convencional para realizar la comparación con los productos ecológicos, se basó en la ausencia de ingredientes complejos y de silicona. Las fórmulas cualitativas de los productos convencionales declaraban los siguientes ingredientes:

#### CONVENTIONAL SHAMPOO

Ingredients\*: Water, Sodium Lauryl Sulfate, Cocamidopropyl Betaine, Cocamide, Sodium Chloride, Glycerin, Fragrance, Camomilla recutita (Matricaria) floral extract, EDTA, citric acid, Cloroisotiazolinona methyl, methyl-isothiazolinone, Yellow # 5.

#### CONVENTIONAL CONDITIONER

Ingredients\*: Water, Cetyl Alcohol, Sorbitol, Isopropyl lanolate, Cetrimonium bromide, Fragrance, Methylparaben, citric Acid, Yellow # 5.

### Resultados y discusión

Las características organolépticas del champú y del acondicionador desarrollado, específicamente el olor y el color, fueron característicos para este tipo de cosméticos. Al comparar la apariencia de los productos, se observó una mayor fluidez en el champú ecológico y en el acondicionador convencional, pre-

\* Según la Nomenclatura de Ingredientes Cosméticos (INCI).

sentando una viscosidad de 3000 y 600 mPa.seg respectivamente, para un gradiente de velocidad de 50  $\text{seg}^{-1}$ .

El comportamiento reológico y la viscosidad fueron evaluados 48 horas después de la fabricación de los productos, con la finalidad de asegurar que los sistemas se encontraran estables. El reograma de los champús y acondicionadores, tanto los ecológicos como los convencionales, mostraron un comportamiento no-newtoniano pseudoplástico, en donde la viscosidad del fluido disminuye a medida que se incrementa el gradiente de velocidad (Figuras 1, 2 y 3). Este comportamiento se debe a que las estructuras complejas que componen el sistema se encuentran inicialmente (en el estado de reposo) desordenadas y enredadas, pero a medida que se aplica una fuerza de deformación sobre ellas, se van alineando en la dirección y sentido de la misma, presentando menor resistencia a fluir a medida que se incrementa dicha fuerza (Marriott, 2002). El comportamiento pseudo-

plástico es particularmente deseado en este tipo de formulaciones, ya que va a facilitar la aplicación de los productos, debido a la disminución de la viscosidad a medida que estos se distribuyen en el cabello.

Al comparar estadísticamente el comportamiento reológico de los champús y acondicionadores a través de la prueba t de comparación de pendientes, con 99% de exactitud (Mendenhall y col., 2002), se observó que existía una diferencia significativa entre los champús, evidenciándose en el ecológico valores de viscosidad inferiores a los del convencional (Figuras 1 y 2). Este resultado podría permitir que el consumidor perciba al champú ecológico como un producto ligero, incapaz de producir un impacto negativo sobre el ambiente.

Entre los acondicionadores no se observó diferencia significativa, a pesar de que las viscosidades del ecológico fueron ligeramente superiores a las del convencional, lo que favorece la capacidad acondicionadora del producto ecológico en el cabello (Figura 3).

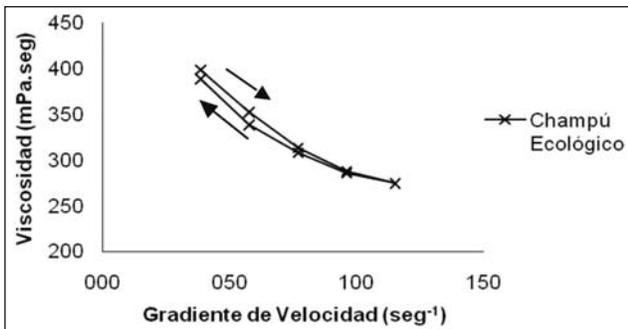


Figura 1. Reograma champú ecológico, T = 26°C ± 2°C

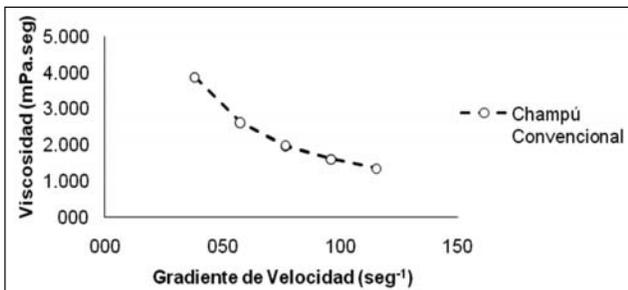


Figura 2. Reograma champú convencional, T = 26°C ± 2°C

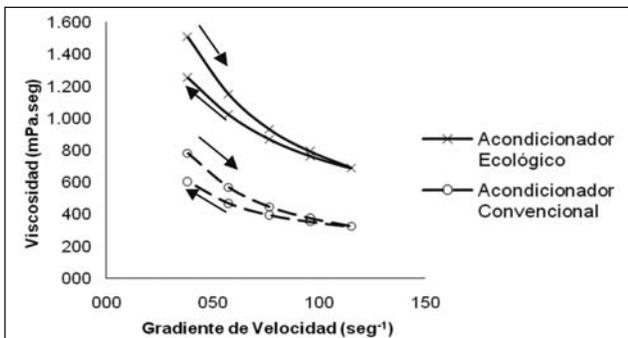
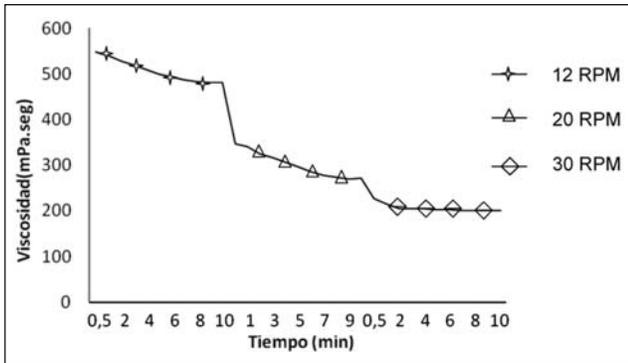


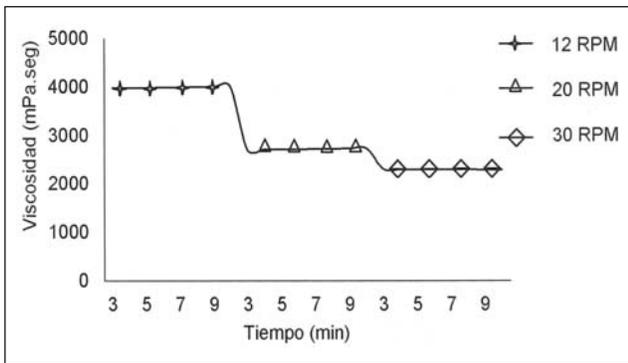
Figura 3. Reograma de los acondicionadores, T = 2°C ± 2°C

Adicionalmente se logró observar en el champú ecológico, una ligera tixotropía que no se manifestó en el champú convencional. Los sistemas tixotrópicos se caracterizan por ser dependientes del tiempo y presentar, en los gráficos de los reogramas, un desplazamiento entre las líneas de los valores crecientes y decrecientes de gradiente de velocidad; por esta razón se producen diferencias entre los valores de viscosidad. El espacio formado entre las dos líneas recibe el nombre de anillo de histéresis y es indicativo de la tixotropía del producto. Al aplicar una fuerza de deformación la estructura se modifica, impidiendo un reordenamiento inmediato al reducir o eliminar dicha fuerza; por lo que se requiere de un tiempo para restaurar el equilibrio dentro del sistema (Marriott, 2002; Gaspar y Campos, 2003). En el reograma del champú ecológico la curva descendente presentó valores de viscosidad superiores a los de la curva ascendente, formando el conocido anillo de histéresis (Figura 1), mientras que en el champú convencional las dos curvas se superponen (Figura 2).

La tixotropía del champú ecológico también quedó evidenciada cuando se determinó su viscosidad en función del tiempo, apreciándose una disminución de ésta cuando es evaluada a una velocidad de corte constante (Figura 4), mientras que para el champú convencional la viscosidad prácticamente no varió (Figura 5). La tixotropía es un fenómeno favorable más no imprescindible en este tipo de champús; sin embargo, en los acondicionadores esta característica sí es deseada, ya que por ser una emulsión, es importante que después de realizar la



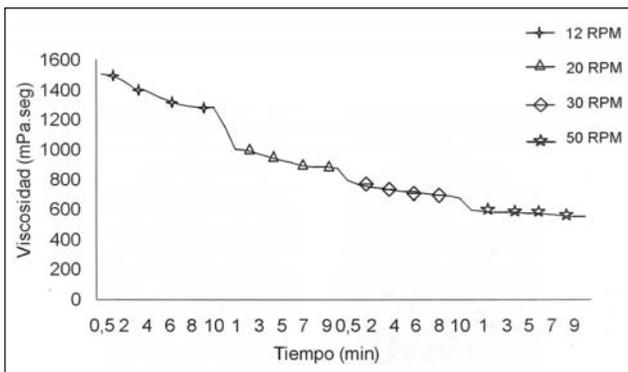
**Figura 4. Determinación de la viscosidad del champú ecológico en función del tiempo (de 1 a 10 min) a velocidades de corte constante, T = 26°C ± 2°C**



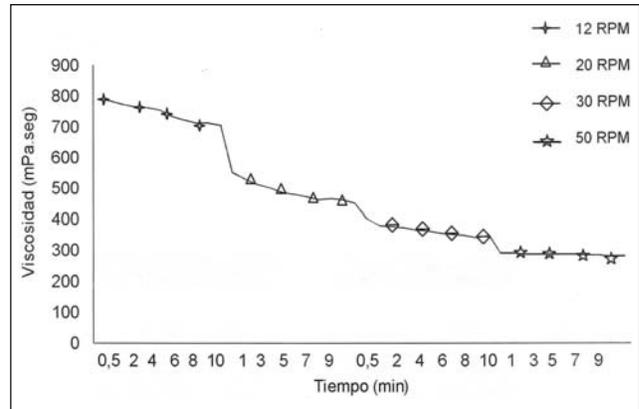
**Figura 5. Determinación de la viscosidad del champú convencional en función del tiempo (de 1 a 10 min) a velocidades de corte constante, T = 26°C ± 2°C**

aplicación del producto su viscosidad en el envase se haya reducido, este retome su estado inicial, aumentando nuevamente su viscosidad, de tal manera que disminuyan los choques entre las moléculas que puedan conducir a inestabilidades físicas (separación de las fases) y/o químicas (degradación) (Schott 2003; Lavaselli y Rasia, 2004; Malkin e Isayev, 2006).

Para confirmar la presencia de tixotropía en los acondicionadores se realizó el mismo procedimiento



**Figura 6. Determinación de la viscosidad del acondicionador ecológico en función del tiempo (de 1 a 10 min) a velocidades de corte constante, T = 26°C ± 2°C**



**Figura 7. Determinación de la viscosidad del acondicionador convencional en función del tiempo (de 1 a 10 min) a velocidades de corte constante, T = 26°C ± 2°C**

antes descrito para los champús. En las Figuras 6 y 7 se observa que a una misma velocidad de corte, la viscosidad va disminuyendo con el transcurrir del tiempo, lo cual es indicativo de la presencia de tixotropía. Al igual que en el champú ecológico, en los reogramas del acondicionador ecológico y convencional, se formó el anillo de histéresis debido a que la curva descendente presentó valores de viscosidad superiores a los de la curva ascendente (Figura 3).

## Conclusiones

El desarrollo de productos cosméticos ecológicos (champú y acondicionador) con características de flujo similares a la de los convencionales, permite introducir al mercado local una nueva tendencia ecológica con los mismos beneficios y ventajas competitivas que ofrecen algunos cosméticos convencionales, además de ser más naturales, menos perjudiciales para el ambiente y contribuyentes con el desarrollo sustentable de Venezuela y del mundo.

## Recomendaciones

Teniendo como base los resultados obtenidos de este estudio se sugiere continuar la investigación en el área de los cosméticos ecológicos e incentivar a la industria cosmética venezolana al desarrollo de productos que puedan contribuir con la conservación del ambiente.

## Agradecimientos

Al Instituto de Investigaciones Farmacéuticas, por el financiamiento otorgado para la realización del proyecto N° I.I.F. 08-2011. A ABBA CHEM SUPPLY y CONGNIS, por su colaboración.

## Referencias bibliográficas

- Beazin D. 2009. What exactly is corporate responsibility towards nature?: Ecological responsibility or management of nature? A pluri-disciplinary standpoint. *Ecological Economics* 68(3): 634-642.
- Bourgeat A. 2005. A global view on specialty chemicals: The supplier perspective. *Cosmetics & toiletries* 120(1): 47-56.
- Ecocert. 2012 Norma que define los cosméticos naturales y ecológicos. Disponible en: <http://www.ecocert.com/sites/default/files/u3/Norma-Ecocert.pdf>
- Gaspar L. Campos M. 2003. Rheological behavior and the SPF of sunscreens. *International journal of pharmaceuticals*. 250(1): 35-44.
- Kumar S. 2005. Exploratory analysis of global cosmetic industry: major players, technology and market trends. *Technovation* 25(11): 1263-1272.
- Lara P, Gómez A, González E. 2008. Reactivity and fate of synthetic surfactants in aquatic environments. *Trends in Analytical Chemistry* 27(8): 684-695.
- Lavaselli S, Rasia R. 2004. Reología y estabilidad de excipientes para productos dermatológicos, elaborados con concentraciones variables del mismo emulgente. *Acta Farmacéutica Bonarense*. (Revista en internet). (7 de febrero 2013). 25(1): 59-60. Disponible en: <http://www.latamjpharm.org/search.php>
- Lorets L, Api A, Babcock L, Barraja L, Burdick J, Cater KC, Jarrett G, Mann S, Pan YH, Re TA, Renskers KJ, Scraftford CG. 2008. Exposure data for cosmetic products: facial cleanser, hair conditioner, and eye shadow. *Food and chemical Toxicology* 46(5): 1516-1524.
- Malkin A, Isayev A. Rheology. Concepts, methods, & applications. Chemtec Publishing, Toronto. 2006.
- Marriott C. Rheology. En: Aulton ME (ed). The science of dosage form design. 2<sup>da</sup> ed. Elsevier Limited, London. 2002. pp. 41-54.
- Mendenhall W, Beaver R, Beaver B. Introducción a la probabilidad estadística. Internacional Thomson editores, S.A., USA. 2002. pp. 395-400, 424-430, 488-490.
- Muelli M. Cosméticos ecológicos y naturales ¿garantía para los consumidores? En: XVIII Congreso Latinoamericano e Ibérico de Químicos Cosméticos. COLAMIQC, Guatemala. 2007.
- OASIS Organic and sustainable Industry Standards, Inc. Promoting Organic and Sustainable Industry Standards (sede Web). Australia; (actualizada en el 2009; acceso 7 de enero de 2013). Disponible en: <http://www.oasis-seal.org/index.htm>
- Ribeiro C. 2009. Formulación de cosméticos orgánicos. *Cosmetics & Toiletries (Latinoamérica)* 8(1): 21-26.
- San Miguel M. 2007a. Reglamentación de los orgánicos. *Cosmetics & Toiletries (Latinoamérica)* 6(4): 18.
- San Miguel M. 2007b. Cosméticos Orgánicos y Naturales. *Cosmetics & Toiletries (Latinoamérica)* 6(4): 22-27
- Saouter E, Pittinger C, Feijtel T. 2001. Aquatic environmental impact of detergents: from simple to more sophisticated models. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 50(2): 153-159.
- Schott H. Reología. En: Gennaro A (ed). Farmacia de Remington. 20<sup>va</sup> ed. Panamericana, Buenos Aires. 2003. pp. 386-410.
- Yu J, Bouwer E, Coelhan M. 2006. Occurrence and biodegradability studies of selected pharmaceuticals and personal care products in sewage effluent. *Agricultural water management* 86(1-2): 72-80.