

TECNOLOGÍA Y DESARROLLO SUSTENTABLE: AVANCES EN EL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS AGROINDUSTRIALES

Ma. Guadalupe Bustos Vázquez
José Alfredo del Ángel del Ángel



Tecnología y desarrollo sustentable: avances en el aprovechamiento de recursos agroindustriales

Ma. Guadalupe Bustos Vázquez
José Alfredo del Ángel del Ángel

**Tecnología y desarrollo sustentable:
avances en el aprovechamiento
de recursos agroindustriales**

Ma. Guadalupe Bustos Vázquez
José Alfredo del Ángel del Ángel



C.P. Enrique C. Etienne Pérez del Río
Presidente

Dr. José Luis Pariente Fragoso
VICEPRESIDENTE

Dr. Héctor Cappello García
Secretario Técnico

C.P. Guillermo Mendoza Cavazos
Vocal

Dr. Marco Aurelio Navarro Leal
Vocal

Mtro. Luis Alonso Sánchez Fernández
Vocal

Mtro. José David Vallejo Manzur
Vocal

CONSEJO EDITORIAL DE PUBLICACIONES UAT

Dra. Lourdes Arizpe Slogher, Universidad Nacional Autónoma de México • Dr. Amalio Blanco, Universidad Autónoma de Madrid, España • Dra. Rosalba Casas Guerrero, Universidad Nacional Autónoma de México • Dr. Francisco Díaz Bretones, Universidad de Granada, España • Dr. Rolando Díaz Loving, Universidad Nacional Autónoma de México • Dr. Manuel Fernández Ríos, Universidad Autónoma de Madrid, España • Dr. Manuel Fernández Navarro, Universidad Autónoma Metropolitana México • Dra. Juana Juárez Romero, Universidad Autónoma Metropolitana México • Dr. Manuel Marín Sánchez, Universidad de Sevilla, España • Dr. Cervando Martínez, University of Texas at San Antonio, EUA • Dr. Darío Páez, Universidad del País Vasco, España • Dra. María Cristina Puga Espinosa, Universidad Nacional Autónoma de México • Dr. Luis Arturo Rivas Tovar, Instituto Politécnico Nacional México • Dr. Aroldo Rodríguez, University of California at Fresno, EUA • Dr. José Manuel Valenzuela Arce, Colegio de la Frontera Norte México • Dra. Margarita Velázquez Gutiérrez, Universidad Nacional Autónoma de México • Dr. José Manuel Sabucedo Cameselle, Universidad de Santiago de Compostela, España • Dr. Alessandro Soares da Silva, Universidad de São Paulo, Brasil • Dr. Alexandre Dorna, Universidad de CAEN, Francia • Dr. Ismael Vidales Delgado, Universidad Regiomontana, México • Dr. José Francisco Zúñiga García, Universidad de Granada, España • Dr. Bernardo Jiménez, Universidad de Guadalajara, México • Dr. Juan Enrique Marcano Medina, Universidad de Puerto Rico-Humacao • Dra. Úrsula Oswald, Universidad Nacional Autónoma de México • Arq. Carlos Mario Yory, Universidad Nacional de Colombia • Arq. Walter Debenedetti, Universidad de Patrimonio Colonia, Uruguay • Dr. Andrés Piqueras, Universitat Jaume I. Valencia, España • Dr. Yolanda Troyano Rodríguez, Universidad de Sevilla, España • Dra. María Lucero Guzmán Jiménez, Universidad Nacional Autónoma de México • Dra. Patricia González Aldea, Universidad Carlos III de Madrid, España • Dr. Marcelo Urra, Revista Latinoamericana de Psicología Social • Dr. Rubén Ardila, Universidad Nacional de Colombia • Dr. Jorge Gissi, Pontificia Universidad Católica de Chile • Dr. Julio F. Villegas, Universidad Diego Portales, Chile • Ángel Bonifaz Ezeta, Universidad Nacional Autónoma de México.

Tecnología y desarrollo sustentable: avances en el aprovechamiento de recursos agroindustriales

Ma. Guadalupe Bustos Vázquez
José Alfredo del Ángel del Ángel

Primera edición, 2017

Tecnología y desarrollo sustentable / Abigail Reyes Munguía ... [et al.] ; María Guadalupe Bustos Vázquez, José Alfredo del Ángel del Ángel coord. .— Ciudad de México: Colofón ; Universidad Autónoma de Tamaulipas, 2017

406 p. ; 21.5 x 27.9 cm

I. Tecnología – Desarrollo económico 2. Desarrollo sustentable
I. Reyes Munguía, Abigail, coaut. II. Bustos Vázquez, María Guadalupe, coord.
III. Ángel del Ángel, del, José Alfredo, coord.

LC: HC59.E5 T42 Dewey: 330.9 T42

D. R. © 2017, Universidad Autónoma de Tamaulipas
Matamoros, s.n, Zona Centro, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C.P. 87000

Consejo de Publicaciones UAT

Tel. (52) 834 3181-800 • extensión: 2948 • www.uat.edu.mx

Diseño de portada: Inventor Studio



Fomento Editorial Una edición del Departamento de Fomento Editorial de la Universidad Autónoma de Tamaulipas

Edificio Administrativo, planta baja, CU Victoria
Ciudad Victoria, Tamaulipas, México
Libro aprobado por el Consejo de Publicaciones UAT

Unidad Académica Multidisciplinaria Mante

Boulevard Enrique Cárdenas González 1201 pte.

Col. Jardín, Cd. Mante, Tamaulipas

C.P. 89840. México

Colofón S.A. de C.V.

Franz Hals 130,

Col. Alfonso XIII,

Delegación Álvaro Obregón, C.P. 01460

Ciudad de México, 2017.

www.paraleer.com • Contacto: colofonedicionesacademicas@gmail.com

ISBN: 978-607-8513-40-6

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra incluido el diseño tipográfico y de portada, sea cual fuere el medio, electrónico o mecánico, sin el consentimiento por escrito del Consejo de Publicaciones UAT.

Impreso en México • *Printed in Mexico*

El tiraje consta de 1,000 ejemplares

Este libro fue dictaminado y aprobado por el Consejo de Publicaciones UAT mediante un especialista en la materia. Asimismo fue recibida por el Comité Interno de Selección de Obras de Colofón Ediciones Académicas para su valoración en la sesión del primer semestre de 2016, se sometió al sistema de dictaminación a “doble ciego” por especialistas en la materia, el resultado de ambos dictámenes fueron positivos.

Índice de contenido

Presentación

Ambiente:

Calidad y uso de agua en la industria agroalimentaria: de su extracción al reúso 13

Fabián Fernández-Luqueño, Angelina González-Rosas, Juan Marcelo Miranda-Gómez, Fernando López-Valdez 25

Uso de lodos residuales para el sector agroindustrial: tratamiento, reúso y valor para un futuro sustentable

Fernando López-Valdez, Fabián Fernández-Luqueño, Minerva Rosas-Morales, Ada María Ríos-Cortés 37

Minimización de residuos agroindustriales: formulación de adsorbentes ecológicos atrapados en esferas de alginato para el tratamiento de aguas residuales de origen vitivinícola

Vecino X., Pérez-Ameneiro M., Cruz J. M., Moldes A.B.

Desarrollo sustentable:

Avances en la producción sustentable de alimento animal a partir de residuos fibrosos de la agroindustria azucarera en México 47

Diana Isis Llanes Gil López, Jorge Aurelio Lois Correa, María Elena Sánchez Pardo, Gabriela Magdalena Ortega Mulia

Potencial de los fertilizantes biológicos fermentados para la producción sustentable de hortalizas en el sur de Tamaulipas 57

Hermilo Lucio Castillo, Epifanio Mireles Rodríguez, Sergio Castro Nava, Rolando Ávila Ayala y Joel Ávila Valdez

Inocuidad y calidad en la industria alimentaria 65

Nubia R. Rodríguez Durán, Ofelia Bustos Vázquez, Alfredo del Ángel, Nadia A. Rodríguez Durán y Ma. Guadalupe Bustos Vázquez

Germinación y aptitud agronómica de cuatro ecotipos de chile piquín (*Capsicum annum* var. *Aviculare*) en el sur de Tamaulipas 75

Epifanio Mireles-Rodríguez, Norma Leticia Moctezuma-Balderas, Sergio Castro-Nava, Rolando Salazar-Hernández, Hermilo Lucio-Castillo y Clarisa Pérez Jasso

Virus y Geminivirus transmitidos por el Biotipo B de la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), análisis de la situación actual 87

Epifanio Mireles-Rodríguez, Sergio Castro-Nava, Rolando Salazar-Hernández, Hermilo Lucio-Castillo y Clarisa Pérez Jasso

Desarrollo sostenible de alimento para engorda de ganado bovino a partir de *Pennisetum sp* (Maralfalfa) 101

Gabriela Magdalena Ortega Mulia, Jorge Aurelio Lois Correa, José Luis Horak Loya, Diana Isis Llanes Gil López

Factores presionantes sobre la sostenibilidad en la agroindustria de azúcar de caña en México 109

Jorge A. Lois Correa, Diana I. Llanes Gil López, María E. Sánchez Pardo, Vanessa N. Orta Guzmán

| | |
|--|-----|
| Pulpa fresca de cítricos: una alternativa para la alimentación de rumiantes | 121 |
| <i>Juan Carlos Martínez González, Benigna Faustino Lázaro, Froylán Andrés Lucero Magaña y Sonia Patricia Castillo Rodríguez</i> | |
| Uso potencial, factibilidad, perspectivas y ventajas de los biofertilizantes en la agricultura | 133 |
| <i>M. A. García-Delgado; A.M. García-Zúñiga; H. Mata-Vázquez; J.E. Cervantes-Martínez</i> | |
| Tecnologías de transformación de frijol bajo un enfoque sustentable: Comunidad indígena, Xiliapa, SLP. | 147 |
| <i>Karina Ramírez Sedeño, Oscar Manuel Portilla, Carmen del Pilar Suárez Rodríguez, Maribel Ovando Martínez, Vicente Espinosa Solís</i> | |
| Aprovechamiento de cogollo de caña de azúcar en la alimentación de ganado bovino de engorde | 165 |
| <i>Vanessa Natalie Orta Guzmán, Jorge Aurelio Lois Correa, Elvia Margarita Romero Treviño</i> | |
| Alternativas de uso de los subproductos y residuos de la agroindustria | 173 |
| <i>Nadia A. Rodríguez Durán, Ma. Guadalupe Bustos Vázquez, Alfredo del Ángel del Ángel, Nubia R. Rodríguez Durán y Plácido D. Hernández M.</i> | |
| Energía: | |
| Influencia de la composición y arreglo de los electrodos en el proceso de formación de biopelículas en celdas de combustible microbiano | 183 |
| <i>Arturo Salinas Martínez, Liliana Reynoso Cuevas y Miguel Ángel López Zavala</i> | |
| Adaptación de genotipos no tóxicos de <i>Jatropha curcas</i> L. La planta del biodiesel, en municipios del Centro y Sur de Tamaulipas, México | 193 |
| <i>M. A. García-Delgado; M. L. Martínez-Saldívar; J.E. Cervantes-Martínez; H. Mata-Vázquez</i> | |
| Biorrefinerías, una alternativa para la sustentabilidad | |
| <i>Benigno Ortiz-Muñiz, Jorge Arturo Mendoza-Sosa, Javier Gómez-Rodríguez, María Guadalupe Aguilar-Uscanga</i> | |
| Eficiencia energética en el sector agroindustrial | 207 |
| <i>Angelina González-Rosas, Juan Marcelo Miranda-Gómez, Fabián Fernández-Luqueño</i> | |
| Nueva tecnología de producción de etanol 2G a partir de hidrolizado de bagazo de caña de azúcar | 215 |
| <i>Dussán K.J.; Silva D.D.V.; Brumano L.P.; Silva S.S.</i> | |
| Obtención de bioetanol a partir de jugo de sorgo dulce (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench) | 229 |
| <i>Benigno Ortiz-Muñiz, Javier Gómez-Rodríguez, Noé Montes-García y María Guadalupe Aguilar-Uscanga</i> | |
| Desarrollo tecnológico: | |
| Obtención de moléculas bioactivas a partir de la cáscara de café | 251 |
| <i>Thamires de Fátima Andrade Duro, Juan Daniel Rivaldi, Boutros Sarrouh</i> | |
| Biotecnologías en la mejora genética en animales de interés agropecuario en México | 265 |

| | |
|---|-----|
| <i>Adelfa del Carmen García Contreras, Camelia Alejandra Herrera Corredor, Óscar Manuel Portilla Rivera, María Dolores Saavedra Leos</i> | |
| Evaluación del aislamiento de hongos filamentosos de interés biotecnológico a partir de la cáscara de café | 271 |
| <i>Thamires de Fátima Andrade Durso, Boutros Sarrouh</i> | |
| Cultivo <i>in vitro</i> , estudios fitoquímicos y actividad biológica de pitayas y pitahayas en el Laboratorio de Micropropagación de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL | 281 |
| <i>Ma. Eufemia Morales Rubio, Ruth Amelia Garza Padrón, Ramón G. Rodríguez Garza, Jaime Fco. Treviño Neávez</i> | |
| Bionanotecnología para la producción de alimentos: Retos y Perspectivas | 293 |
| <i>Fabián Fernández-Luqueño, Fernando López-Valdez, Angelina González-Rosas, Juan Marcelo Miranda-Gómez</i> | |
| Aplicación de la fermentación en estado sólido para el tratamiento de residuos agroindustriales | 307 |
| <i>Guillermo Arzate-Martínez</i> | |
| Producción biotecnológica de aditivos alimentarios | 321 |
| <i>Guadalupe C. Rodríguez Castillejos, Octelina Castillo Ruíz, Adriana L. Perales Torres</i> | |
| Aprovechamiento del bagazo de sorgo dulce (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench) para la obtención de productos de interés industrial | 329 |
| <i>María Guadalupe Aguilar-Uscanga, Benigno Ortiz-Muñiz, Javier Gómez-Rodríguez y Noé Montes-García</i> | 339 |
| Aprovechamiento biotecnológico de la cáscara de naranja | |
| <i>María Luisa Carrillo, Abigail Reyes, José Manuel Domínguez, Óscar Manuel Portilla Rivera</i> | |
| Potencial de bacterias ácido lácticas como método de biocontrol contra microorganismos patógenos | 349 |
| <i>Francisco Javier Yépez Ramírez, Lorenzo Jarquín Enríquez, Gabriela Medina Ramos, María Dolores Saavedra Leos, Óscar Manuel Portilla Rivera</i> | |
| Levaduras productoras de etanol: Aislamiento, selección y evaluación | 359 |
| <i>Adrián González Leos, José Alfredo del Ángel, José Luis González, C. Plácido D. Hernández M. y Ma. Guadalupe Bustos V</i> | |
| La biotecnología y las tecnologías limpias | 369 |
| <i>José Alfredo del Ángel del Ángel, Nubia R. Rodríguez D., Ma. Guadalupe Bustos V y Nadia A. Rodríguez D.</i> | |
| Posibilidades de los biosurfactantes como ingredientes en formulaciones cosméticas | 377 |
| <i>Xanel Vecino, Ana Belén Moldes, L.R Rodríguez</i> | |
| Nuevas posibilidades para los licores de lavado de maíz: fuente de biosurfactantes | 387 |
| <i>Xanel Vecino, María Pérez-Ameneiro, José Manuel Cruz, Ana Belén Moldes</i> | |
| El agave tequilero: una perspectiva de aprovechamiento biotecnológico | 395 |
| <i>Ma. Guadalupe Bustos Vázquez, Nadia A. Rodríguez Durán, Alfredo del Ángel del Ángel, Nubia R. Rodríguez Durán y José Luis González Castillo</i> | |

Presentación

La situación mundial en estos días se caracteriza por un incremento de la población, por la contaminación y el agotamiento de recursos naturales y materias primas. El aprovechamiento de productos y subproductos o residuos generados durante el proceso de la industrialización de algunos recursos agrícolas, constituye una fuente atractiva y útil para obtener otros productos de elevado valor comercial.

Es necesario integrar esfuerzos de los grupos que trabajan en los diferentes campos de la ciencia, la tecnología y la innovación; reunir las herramientas necesarias para la transformación de las estructuras productivas, la explotación racional de los recursos naturales, el cuidado de la salud, la alimentación, la educación y otros requerimientos sociales.

El conocimiento científico y las innovaciones tecnológicas son herramientas de las sociedades contemporáneas; elementos indispensables para impulsar el desarrollo económico y social, mediante el fortalecimiento institucional, la formación de investigadores y tecnólogos, la creación de instrumentos de vinculación y la difusión de los avances científicos y tecnológicos entre la ciudadanía. El Cuerpo Académico “Ciencia y Tecnología Agroalimentaria” de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, participa y propone a través de esta obra, difundir los avances científicos y tecnológicos que se han generado por los diferentes grupos de trabajo nacionales e internacionales, así como establecer redes de colaboración entre los participantes de las diferentes áreas del conocimiento.

Guadalupe Bustos Vázquez

Posibilidades de los biosurfactantes como ingredientes en formulaciones cosméticas

Prospect of biosurfactants as ingredient in cosmetic formulations

*Vecino, X.^{62 y 63}

Moldes, A.B.⁶³

Rodrigues, L.R.⁶²

Resumen

⁶²*CEB-Centro de Ingeniería Biológica, Universidad de Minho, Campus de Gualtar 4710-057 Braga, Portugal. *Contacto: xanel.vecino@ceb.uminho.pt; xanel.vecino@uvigo.es*

⁶³*Departamento de Ingeniería Química, Escuela de Ingeniería Industrial (EEI), Universidad de Vigo, Campus As Lagoas-Marcosende 36310 Vigo-Pontevedra, España.*

En este capítulo se discute el gran potencial de los biosurfactantes en el sector de la industria cosmética y de productos relacionados con el cuidado personal. Los productos cosméticos entre los que se incluyen: champús, cremas, geles y maquillajes empleados en nuestra higiene cotidiana, tienen en muchos casos una composición química compleja, pudiendo inducir reacciones irritativas o incluso reacciones alérgicas, derivadas de la inclusión de determinados compuestos, como los detergentes sintéticos, en su formulación. Debido a esto existe hoy en día, por parte del consumidor, una tendencia a la búsqueda de productos cosméticos naturales o que tengan ingredientes de base natural como biosurfactantes, antioxidantes y/o vitaminas. Con estos compuestos naturales el consumidor espera obtener un producto de mejor calidad que repercuta positivamente en su calidad de vida. Los biosurfactantes son detergentes naturales sintetizados por microorganismos, entre los que se incluyen las bacterias lácticas, con gran potencial en la formulación de productos cosméticos dado su carácter saludable y biodegradable; de hecho mucho de estos biosurfactantes podrían tener carácter “prebiótico”. Así entre las ventajas principales de los biosurfactantes, en comparación con los tensoactivos sintéticos, destaca su bajo efecto irritante, mejores propiedades hidratantes, mejor compatibilidad con la piel, así como sus propiedades antimicrobianas, antitumorales y anti irritativas.

Abstract

This chapter discusses the huge potential of biosurfactants in the field of cosmetic industry and products related with personal care. Cosmetic products among which include: shampoos, creams, gels and makeup, used in our daily hygiene, have in many cases a complex chemical composition and may induce irritant reactions or even allergic reactions, resulting from the inclusion of certain compounds, such as synthetic detergents in their formulation. For this reason nowadays exist, by the consumer, a tendency to search for natural cosmetic products or having natural base ingredients as biosurfactants, antioxidants and / or vitamins. With these natural compounds the consumer expects to get a better quality product that has a positive impact on their life quality. In this sense, the biosurfactants are natural detergents synthesized by microorganisms, among lactic acid bacteria are included, with great potential in the formulation

of cosmetic products as its healthy and biodegradability; in fact much these biosurfactants could have “prebiotic” character. Therefore the main advantages of biosurfactants, compared with synthetic surfactants, highlights low irritant effect, better moisturizing properties, better compatibility with the skin and its antimicrobial, antitumor and anti irritant properties.

Introducción

La belleza y la piel perfecta a lo largo de la vida son indicadores importantes de la calidad de vida de muchas personas, por ello se prevé que la industria mundial de productos para el cuidado personal alcance aproximadamente 630 billones de dólares en el 2017. Durante 2006-2011, América del Norte fue la región de mayor crecimiento, siendo Europa la que dominó la industria cosmética con la mayor participación de mercado. Sin embargo, en los estudios actuales de mercado se pronostica que sea Asia Pacífico la que presencie el mayor crecimiento en este sector durante 2012-2017 (Global personal care products industry 2012-2017: Trend, Profit, and Forecast Analysis).

Los productos cosméticos engloban desde productos de higiene cotidiana tales como jabón, champú, desodorante o pasta de dientes hasta artículos de belleza de lujo que incluyen perfumes y maquillaje. Según la Comisión Europea en el Reglamento (CE) N° 1223/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de noviembre de 2009, los productos cosméticos se definen como “toda sustancia o mezcla destinada a ser puesta en contacto con las partes superficiales del cuerpo humano (epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y órganos genitales externos) o con los dientes y las mucosas bucales, con el fin exclusivo o principal de limpiarlos, perfumarlos, modificar su aspecto, protegerlos, mantenerlos en buen estado o corregir los olores corporales”.

Los productos cosméticos están regulados a nivel europeo para garantizar la seguridad de los consumidores especificándose como mínimo: composición cuantitativa y cualitativa del producto cosmético; características fisicoquímicas y estabilidad del producto cosmético; calidad microbiológica; impurezas, trazas e información sobre el material de embalaje; uso normal y razonablemente previsible; exposición al producto cosmético; exposición a determinadas sustancias; perfil toxicológico de las sustancias; efectos no deseados y/o efectos graves no deseados, así como información sobre el producto cosmético (Reglamento (CE) N° 1223/2009).

La legislación de cosméticos a nivel de la Unión Europea (UE) también requiere que todos los productos que se comercializan en la UE deben estar registrados en el Portal de Notificación de Productos Cosméticos (CPNP) antes de ser puestos en el mercado. Por tanto en algunos casos se requiere que algunos productos cosméticos sean objeto de especial atención por parte de los reguladores por su complejidad científica o por un mayor riesgo para la salud de los mismos. La legislación Europea prohíbe la experimentación con animales para fines cosméticos, y hace que los países de la UE sean responsables de la vigilancia del mercado a nivel nacional.

El Portal Europeo de Notificación de Productos Cosméticos denominado CPNP, de sus siglas en inglés Cosmetic Products Notification

Portal, es un sistema en línea creado para la aplicación del Reglamento (CE) N° 1223/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los productos cosméticos, cuya finalidad es facilitar que la industria cosmética presente a la Comisión Europea información sobre los productos que pone en el mercado europeo. Esta información es crucial tanto para los centros de toxicología, ya que así podrán tratar rápidamente las eventuales intoxicaciones, como para las autoridades nacionales, que podrán realizar un mejor control del mercado.

Cabe destacar que el hecho de que un cosmético se haya notificado debidamente en el CPNP no implica necesariamente que cumpla todos los requisitos del Reglamento (CE) N° 1223/2009.

La Comisión Europea (2006/257/CE) establece un inventario y una nomenclatura común de ingredientes empleados en los productos cosméticos para homogeneizar, a nivel internacional, la nomenclatura de los productos empleados en cosmética. La Nomenclatura Internacional de Ingredientes Cosméticos o INCI, por sus siglas en inglés International Nomenclature of Cosmetic Ingredients, es una lista de nombres ordenados alfabéticamente para aceites, ceras, colorantes, químicos y otros ingredientes de jabones, cosméticos, entre otros, basados en nombres científicos y otros lenguajes, como el latín e inglés. Los nombres INCI a menudo difieren de los nombres sistemáticos IUPAC o de referencias comunes. En España, la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios, en su página web recoge la lista de nombres INCI. Además, la Comisión Europea tiene una base de datos denominada CosIng que contiene información sobre cosméticos y sus ingredientes.

Importancia de los detergentes en la industria cosmética

Los surfactantes, detergentes o tensioactivos son ampliamente utilizados en cosmética ya que rebajan la tensión superficial de los cosméticos y ayuda a una mejor distribución del producto cuando se aplica (Comisión Europea 2006/257/CE).

La acción solubilizante, humidificante, espumante, dispersante son algunas de las funciones que presentan los surfactantes, siendo la función emulsionante probablemente la más importante para la formulación de cosméticos.

En la Tabla 1 se muestran, a modo de resumen, algunos ejemplos de surfactantes como ingredientes en diferentes formulaciones marco del CPNP.

Las cremas con mayor contenido de surfactantes (25%) en su formulación son las cremas con mucho contenido de agentes de carga y con mucho contenido de perfume, mientras que las relacionadas con mucho contenido de siliconas tienen menor porcentaje de detergentes (5%).

Así se observa que algunos jabones están constituidos hasta por un 40% de agentes tensoactivos, un porcentaje bastante elevado cuando se tratan de detergente sintéticos.

También contienen un porcentaje bastante elevado de detergentes (hasta un 30%) las espumas limpiadoras con mucho contenido en aceites o humectantes, así como los exfoliantes naturales a base de geles y cremas. También llama la atención que algunos rímeles están formulados hasta con un 50% de surfactantes.

| Aplicación | Formulación marco | Tipo de surfactante | % máximo (peso/peso) |
|---------------------|--|-------------------------------|----------------------|
| Cuidado de la piel | Crema, loción, gel (1.1-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 5 |
| | Crema, loción, gel con mucho contenido de siliconas (1.2-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 5 |
| | Crema, loción, gel con mucho contenido de humectantes (1.3-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 10 |
| | Crema, loción, gel con mucho contenido de agentes de carga (1.4-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 25 |
| | Crema, loción, gel con mucho contenido de compuestos grasos (1.5-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 15 |
| | Crema, loción, gel con mucho contenido de filtros ultravioleta (1.6-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 15 |
| | Crema, loción, gel con mucho contenido de perfume (1.7-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 25 |
| | Crema a base de óxido de zinc (1.8-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 12 |
| | Gel con base hidroalcohólica (1.9-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 6 |
| | Aceite para la piel (1.10-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 10 |
| | Agua tónica (1.12-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 5 |
| | Exfoliante químico (1.13-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 25 |
| Limpieza de la piel | Espuma limpiadora (2.1-2013) | Aniónico/Anfótero, No iónico | 40/20 |
| | Espuma limpiadora con mucho contenido de aceites o humectantes (2.2-2013) | Aniónico/Anfótero, No iónico | 30/20 |
| | Desmaquillantes-productos sin espuma (incluidos los productos de dos fases) (2.3-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 15 |
| | Desmaquillantes-aceites de limpieza sin espuma (2.4-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 10 |
| | Gel de limpieza suave (2.5-2013) | Aniónico/Anfótero, No iónico | 20/15 |
| | Crema, loción, producto para frotar, gel (2.6-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 25 |
| | Exfoliante corporal (gel o crema) (2.7-2013) | Aniónico/Anfótero, No iónico | 30/20 |

Tabla 1. Aplicaciones de surfactantes en formulaciones cosméticas marco (elaboración propia).

Uno de los surfactantes químicos más empleado e investigado en la formulación de productos cosméticos es el docedilsulfato sódico (SDS o NaDS), también conocido como laurilsulfato sódico (SLS). Sin embargo este tensioactivo aniónico causa problemas en la piel (Marrakchi y Maibach, 2006), por eso hoy en día se tiende a buscar surfactantes naturales como los biosurfactantes producidos por bacterias lácticas que no causen este tipo de irritaciones.

| Aplicación | Formulación marco | Tipo de surfactante | % máximo (peso/peso) |
|-------------------|--|-------------------------------|-----------------------------|
| | Jabón de baño (2.8-2013) | Anfótero/Aniónico | 5 |
| | Jabón líquido (2.9-2013) | Aniónico, Anfótero/No iónico | 40/40 |
| | Gel, crema, leche, pasta de ducha y baño (2.10-2013) | Aniónico/No iónico, Anfótero | 25/20 |
| | Crema, leche de ducha ligeramente espumante (2.11-2013) | Aniónico/No iónico, Anfótero | 10/10 |
| | Sales de baño / Cubos efervescentes (2.12-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 1 |
| | Aceites de ducha y baño (incluidas las perlas de baño) (2.13-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 15 |
| | Baños de pies (2.14-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 20 |
| Depilación | Depilación física-cera a base de resina (3.2-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 10 |
| Afeitado | Crema de afeitarse (6.1-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 5 |
| | Gel de afeitarse (6.3-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 3 |
| | Gel de afeitarse (que se convierte en espuma) (6.4-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 10 |
| | Espuma de afeitarse en aerosol (6.5-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 15 |
| | Jabón de afeitarse en barra (6.6-2013) | No iónico | 5 |
| | Bálsamo para después del afeitado (6.7-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 5 |
| Maquillaje | Base y color (líquido, crema, espuma) (7.1-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 5 |
| | Polvos faciales (7.6-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 3 |
| | Lápiz de ojos (7.18-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 5 |
| | Rímel (polvo prensado) (7.24-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 50 |
| | Brillo corporal (7.25-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 0.5 |
| Perfumes | Aceite corporal perfumado (8.4-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 5 |
| Autobronceadores | Crema o loción autobronceadoras (9.6-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 20 |

| Aplicación | Formulación marco | Tipo de surfactante | % máximo (peso/peso) |
|--|--|--|-------------------------------|
| Cuidado del cabello y del cuero cabelludo | Champú (líquido, crema, pasta) (10.1-2013) | Aniónico/ Anfótero/No iónico/Catiónico | 30/20/15/5 |
| | Champú con acondicionador (10.3-2013) | Aniónico/ Anfótero/No iónico/ Catiónico | 20/20/20/5 |
| | Acondicionador de cabello (10.4-2013) | Anfótero/Catiónico | 15/5 |
| | Loción bifase (10.7-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 3 |
| Para teñir el pelo | Tinte capilar (temporal), champú (11.1-2013) | Aniónico/ Anfótero/No iónico/Catiónico | 30/20/15/5 |
| | Tinte capilar (temporal), espuma o loción (11.2-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico/ Catiónico | 10/0.2 |
| | Tinte capilar (temporal o semipermanente) líquido, crema, espuma (11.3-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico/ Catiónico | 10/5 |
| | Tinte capilar (permanente, oxidante); Tipo 1: dos componentes- parte colorante (11.4-2013) | Aniónico/No iónico/Anfótero/ Catiónico | 20/20/20/5 |
| | Tinte capilar (permanente, oxidante); Tipo 1: dos o tres componentes- parte oxidante (11.8-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 20 |
| | Productos de peinado | Crema o pasta de peinado (goma, pomada, pasta, cera, etc.) (12.1-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico |
| Loción de peinado (12.3-2013) | | Aniónico, Anfótero, No iónico | 3 |
| Loción fijadora (también para el cabello teñido) (12.4-2013) | | Aniónico, Anfótero, No iónico | 2 |
| Brillo para el pelo o gel de peinado (12.5-2013) | | Aniónico, Anfótero, No iónico | 5 |
| Espuma para el pelo (12.6-2013) | | Catiónico/No iónico | 5/5 |
| Alisador de pelo (relajante)-Tipo 1 (12.18-2013) | | Aniónico, Anfótero, No iónico | 15 |
| Higiene dental | Dentífricos (16.1-2013) | Aniónico | 6 |
| Colutorios o pulverizador bucales | Colutorios bucales (17.1-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 3 |
| | Colutorios bucales (concentrados) (17.2-2013) | Aniónico, Anfótero, No iónico | 2 |

Potencial de los detergentes naturales en el campo cosmético

Los biosurfactantes se plantean en este capítulo como posible ingrediente natural y biocompatible en las formulaciones cosméticas. Los biosurfactantes presentan las mismas funciones que los surfactantes sintetizados por vía química dentro del producto cosmético (emulsionante, solubilizante, etc) con la ventaja de que son más biodegradables, menos tóxicos, con actividad específica a pH, temperatura y salinidad, etc.

Los biosurfactantes en función de su estructura química son generalmente clasificados como glucolípidos, lipopéptidos, fosfolípidos, ácidos grasos y compuestos poliméricos. De entre los biosurfactantes glucolípidos, los más empleados en cosméticos y en productos de cuidado personal son los ramnolípidos, soforolípidos y lípidos de manosil-eritritol conocidos como MELs (Lourith y Kanlayavattanakul, 2009).

Los biosurfactantes son producidos biotecnológicamente a partir de microorganismos (bacterias, levaduras y hongos). Una de las especies bacterianas más utilizadas para la producción de biosurfactantes son las bacterias ácido lácticas (LAB), por sus siglas en inglés Lactic Acid Bacteria (Velraeds y col., 1996a, 1996b; Moldes y col., 2007).

Las LAB son un grupo muy heterogéneo de microorganismos de compleja taxonomía, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, y *Streptococcus* así como los *Lactobacillales Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Oenococcus*, *Teragenococcus*, *Vagococcus*, y *Weisella*, aunque el género más importante y heterogéneo de bacterias lácticas es el *Lactobacillus*.

Además, las LAB están reconocidas, por la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos (FDA), como microorganismos saludables, GRAS (Generally Recognized As Safe), algunas de las cuales tienen propiedades probióticas.

Gudiña y col. (2010) investigaron las propiedades antimicrobianas y antiadhesivas de un biosurfactante producido por *Lactobacillus paracasei*. Los resultados obtenidos abren la perspectiva de futuro para su uso contra microorganismos responsables de enfermedades e infecciones en las vías urinarias, vaginales y gastrointestinales, así como en la piel, siendo una alternativa interesante a los antibióticos convencionales.

Vecino y col. (2015) también estudiaron la capacidad del biosurfactante glicolipopéptido producido por *Lactobacillus pentosus* para emulsionar aceite de romero en comparación con un surfactante químico, el polisorbato 20. Los resultados obtenidos con el biosurfactante dieron lugar a emulsiones más estables y mayores volúmenes de emulsión en comparación con el surfactante químico.

Los biosurfactantes que no proceden de bacterias lácticas también son empleados en cosmética. Como por ejemplo, los MELs, los cuales tienen excelentes propiedades para ser aplicados en cosmética, ya que pueden activar los fibroblastos y las células papilares provocando un efecto protector en las células de la piel e hidratando la piel seca, entre otras (Morita y col., 2009, 2010; Yamamoto y col., 2012).

Masaru y col. (2007) también emplearon los MELs como ingredientes en productos cosméticos con el fin de evitar la rugosidad de la piel.

Además, cosméticos que contienen ramnolípidos han sido patentados y se han utilizado para potenciar el efecto antiarrugas en productos antienvjecimiento (Piljac T. y Piljac G., 1999).

Conclusiones

La búsqueda de nuevos ingredientes que sean saludables y biocompatibles con el medioambiente y con el ser humano hace que los consumidores presten especial atención a la cosmética natural. A pesar de que los biosurfactantes poseen muchas propiedades comerciales atractivas y claras ventajas en comparación a sus homólogos sintéticos, la producción de biosurfactantes a gran escala no compite, de momento, con los surfactantes químicos debido a sus bajos rendimientos y altos costes de producción. A pesar de ello en los últimos años se ha observado un auge en la industria cosmética de incorporación de nuevos ingredientes en productos cosméticos de base natural. Es por ello que la producción y purificación de biosurfactantes constituye un campo con gran potencial de crecimiento, a tener en cuenta conjuntamente con la industria cosmética y de productos relacionados con la higiene personal.

Agradecimientos

Xanel Vecino quiere dar las gracias a la Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT, Portugal) por su bolsa de Pós-Doutoramento (SFRH/BPD/101476/2014).

Bibliografía

- Decisión de la Comisión de 9 de febrero de 2006 (2006/257/CE) que modifica la Decisión 96/335/CE, por la que se establece un inventario y una nomenclatura común de ingredientes empleados en los productos cosméticos.
- Global Personal Care Products Industry 2012-2017: Trend, Profit, and Forecast Analysis. Published: 2012.
- Gudiña, E.J., Rocha, V., Teixeira, J.A., y Rodrigues, L.R.(2010). Antimicrobial and antiadhesive properties of a biosurfactant isolated from *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* A20. *Letters in Applied Microbiology*, 50, 419-424.
- Lourith N., y Kanlayavattanukul M. (2009). Natural surfactants used in cosmetics: glycolipids. *International Journal of Cosmetic Science*, 31, 255-261.
- Manual de usuario (artículo 13) del Portal de Notificación de Productos Cosméticos, (2013).
- Marrakchi S., y Maibach HI. (2006). Sodium lauryl sulfate-induced irritation in the human face: regional and age-related differences. *Skin Pharmacology Physiology*, 19, 177-180.
- Masaru K., Michiko S., y Shuhei Y. (2007). Skin care cosmetic and skin and agent for preventing skin roughness containing biosurfactants (World Patent 2007/060956). Toyo Boseki Kabu Shiki Kaisha and National Industrial Science and Technology, Osaka, Japan.

- Moldes A.B., Torrado A., Barral M.T., y Domínguez J.M. (2007). Evaluation of biosurfactant production from various agricultural residues by *Lactobacillus pentosus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 4481- 4486.
- Morita, T., Kitagawa, M., Suzuki, M., Yamamoto, S., Sogabe, A., Yanagidani, S., Imura, T., Fukuoka, T., Kitamoto, D. (2009). A yeast glycolipid biosurfactant, mannosylerythritol lipid, shows potential moisturizing activity toward cultured human skin cells: The recovery effect of MEL-a on the SDS-damaged human skin cells. *Journal of Oleo Science*, 58, 639-642.
- Morita, T., Kitagawa, M., Yamamoto, S., Suzuki, M., Sogabe, A., Imura, T., Fukuoka, T., Kitamoto, D. (2010). Activation of fibroblast and papilla cells by glycolipid biosurfactants, mannosylerythritol lipids. *Journal of Oleo Science*, 59, 451-455.
- Piljac T., y Piljac G. (1999). Use of rhamnolipids in wound healing, treating burn shock, atherosclerosis, organ transplants, depression, schizophrenia and cosmetics (European Patent 1 889 623). Paradigm Biomedical Inc., New York.
- Reglamento (CE) N° 1223 / 2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de noviembre de 2009 sobre los productos cosméticos.
- Vecino, X., Barbosa-Pereira, L., Devesa-Rey, R., Cruz, J.M., y Moldes, A.B. (2015). Optimization of extraction conditions and fatty acid characterization of *Lactobacillus pentosus* cell-bound biosurfactant/bioemulsifier. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95, 313-320.
- Velraeds M.M.C., Van Der Mei H.C., Reid G., y Busscher H.J. (1996a). Inhibition of initial adhesion of uropathogenic *Enterococcus faecalis* by biosurfactants from *Lactobacillus* isolates. *Applied and Environmental Microbiology*, 62, 1958-1963.
- Velraeds M.M.C., Van Der Mei H.C., Reid G., y Busscher, H.J. (1996b). Physicochemical and biochemical characterization of biosurfactants released by *Lactobacillus* strains. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 8, 51-61.
- Yamamoto, S., Morita, T., Fukuoka, T., Imura, T., Yanagidani, S., Sogabe, A., Kitamoto, D., Kitagawa, M. (2012). The moisturizing effects of glycolipid biosurfactants, mannosylerythritol lipids, on human skin. *Journal of Oleo Science*, 61, 407-412.

Tecnología y desarrollo sustentable: avances en el aprovechamiento de recursos agroindustriales, publicado por la Universidad Autónoma de Tamaulipas y Colofón, se terminó de imprimir en diciembre de 2017, en los talleres de Eddel Graph S.A. de C.V. El tiraje consta de 1 000 ejemplares impresos mediante offset en papel Bond ahusado de 75 gramos.