

¿Son realmente útiles los aceites esenciales?

[Are essential oils so useful?]

Arnaldo L. BANDONI, Diana RETTA, Paola M. Di LEO LIRA, Catalina M. van BAREN¹

¹ *Farmacognosia. Facultad de Farmacia y Bioquímica (UBA). Junín 956, 2º piso. (C 1113 AAD) C.A. de Buenos Aires, Argentina.*

Abstract

A common conclusion in many scientific studies dealing with essential oils is that they are highly valuable raw materials from an industrial point of view. The reader may doubt it because -in most of the times- the fundaments of such an affirmation are very weak if not false. As long as the properties of an essential oils are well used and their properties well justified we can always offer it as a competitive product. However, we must be cautious as to not overestimate their benefits. In this way we rather damage the essential oils' industry image. We therefore must ensure that the essential oil is properly characterised in terms of chemical variability if we want to fundament its possible virtues or uses.

Keywords: Essential oils; Chemical composition; Industrial application.

Resumen

Una practica reiteradamente utilizada en la bibliografía científica consiste en terminar las conclusiones del estudio de un aceite esencial diciendo que, debido a las actividades demostradas o a su composición química, resulta un material altamente promisorio para su aplicación industrial. El lector se llega a preguntar si realmente estos productos son útiles, porque en la mayoría de los casos, las justificaciones que se dan para aprovechar sus virtudes suelen ser sumamente endebles, si no falsas. En la medida que son bien aprovechadas estas propiedades y justificadas sus aplicaciones, siempre se tendrá la posibilidad de ofrecer un nuevo producto competitivo. Pero se debe ser muy cauto a la hora de sacar conclusiones, para no sobrevalorar y desprestigiar estos recursos que tantos beneficios están dando a numerosas industrias. En definitiva, se debe demostrar la composición real que debe tener un aceite esencial, para acotar su variabilidad o volubilidad, y poder así demostrar sus verdaderos beneficios o virtudes.

Palabras Clave: Aceites esenciales; Composición química, Aplicación industrial.

Recibido | Received: May 5, 2009.

Aceptado en Versión Corregida | Accepted in Corrected Version: July 3, 2009.

Publicado en Línea | Published Online: September 30, 2009.

Declaración de intereses | Declaration of interests: Authors have no competing interests.

Financiación | Funding: This work was not financed.

This article must be cited as: Arnaldo L. Bandoni, Diana Retta, Paola M. Di Leo Lira, Catalina M. van Baren. 2009. ¿Son realmente útiles los aceites esenciales? Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat 8(5):317 – 322. {EPub September 30, 2009}.

*Contactos | Contacts: Email abandoni@ffyb.uba.ar.



BLACPMA es una publicación de la [Cooperación Latinoamericana y Caribeña de Plantas Medicinales y Aromáticas](#)

This is an open access article distributed under the terms of a Creative Commons Attribution-Non-Commercial-No Derivative Works 3.0 Unported Licence. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>) which permits to copy, distribute and transmit the work, provided the original work is properly cited. You may not use this work for commercial purposes. You may not alter, transform, or build upon this work. Any of these conditions can be waived if you get permission from the copyright holder. Nothing in this license impairs or restricts the author's moral rights.

Este es un artículo de Acceso Libre bajo los términos de una licencia "Atribución Creativa Común-No Comercial-No trabajos derivados 3.0 Internacional" (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.es>) Usted es libre de copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra bajo las condiciones siguientes: Reconocimiento. Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra). No comercial. No puede utilizar esta obra para fines comerciales. Sin obras derivadas. No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra. Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra. Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor. Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.

INTRODUCCIÓN

Las plantas han sido siempre una fuente indispensable para la obtención de productos beneficiosos en la historia de la humanidad. El constante desarrollo tecnológico favoreció no solo una mejor utilización de estos recursos, sino también un mayor conocimiento de sus virtudes y posibilidades. La tendencia actual en el aprovechamiento de estos productos naturales es procurar el mayor efecto con la menor injerencia en su sustentabilidad. Pero también la tecnología actual busca por un lado cada vez más especificidad y por el otro diversidad de efectos.

Estas estrategias suponen tres conceptos que en nuestros días están considerados como elementales en el desarrollo de un producto de origen vegetal:

a) definir con la mayor escrupulosidad posible el perfil de producto más apropiado para un fin determinado;

b) lograr mantener invariable la materia prima de origen y su disponibilidad, como una garantía ineludible de calidad del producto final;

c) buscar todas las alternativas posibles de aplicación para que aunadas aumenten la factibilidad de que el manejo a escala industrial del recurso sea económicamente rentable.

El primero de los tres criterios descriptos, supone individualizar el componente o grupos de componentes de una planta que mejor caractericen una funcionalidad. Esto ha forzado a la fitoquímica a valerse de herramientas analíticas cada vez más sofisticadas para poder aislar productos cada vez más puros, bien definidos químicamente y con una estabilidad garantizada. También incentivó a la química fina para buscar relaciones estructura-actividad e intentar derivados semisintéticos o sintéticos más adecuados. Pero un nuevo axioma surgió entonces como resultado de la purificación a ultranza: **no siempre un producto aislado de una planta resultó ser más efectivo que un extracto menos purificado**, por sinergias de acciones (Kleber et al., 1999; Liu et al., 2008), por una mejor estabilidad, por poseer el extracto una mejor farmacocinética que los compuestos puros (Chang et al., 2005; Gutiérrez et al., 2009) o simplemente porque desde el punto de vista económico es desventajoso aislarlo. Debido a esto, hoy se trata de evaluar hasta dónde es conveniente purificar una sustancia natural sin que influya en sus cualidades o sus atributos comerciales. Un ejemplo muy claro de

esto ocurre con los aceites esenciales, situación que se explicará en particular.

El segundo criterio enunciado tiene en consideración tanto las ventajas como las desventajas de la biodiversidad. **La ductilidad genética y la adaptación son dos virtudes de la naturaleza que permiten desnaturalizar casi cualquier intento por caracterizar un ser vivo.** Las posibilidades son casi infinitas y desde el punto de vista industrial esto es un serio problema, si no se controla debidamente. El manejo de las plantas por cultivo fue el gran adelanto por controlar esta variable. Pero no siempre es posible o factible manejar una especie en cultivo. Además, el proceso de domesticación requiere ingentes esfuerzos y sobre todo mucho tiempo para cumplir su objetivo. De hecho muchas industrias aún dependen en gran parte del acopio de material vegetal de origen silvestre. En la mayoría de los casos esta sujeción a la impronta genética y a la acomodación a las condiciones del medio se identifica como un problema, aunque si se maneja con una política correcta puede ser un elemento discriminante que otorgue el valor agregado necesario a un nuevo emprendimiento (producciones artesanales o regionales, por ejemplo). Pero en todo caso debe estar debidamente evaluada su incidencia en la calidad de un producto industrial de origen vegetal.

El tercero y último criterio enunciado responde fundamentalmente a las reglas del mercado y es más un factor económico que técnico: la diversidad puede fortalecer la oferta. **La múltiple imposición de un recurso aumenta su valor**, justificando en mayor medida su aprovechamiento industrial (Kordali et al., 2008).

LOS ACEITES ESENCIALES

Cuando se realiza la extracción inicial a partir de una planta, en general se trata de separar un grupo de sus componentes con alguna propiedad fisicoquímica en común, siendo las más usadas la solubilidad: un extracto acuoso extrae todo los compuestos hidrosolubles; un extracto hexánico separa todo lo liposoluble. Y a partir de ese extracto, llamado crudo o genuino, sucesivas tecnologías o metodologías van purificando y discriminando entre los ingredientes del extracto inicial. Pero hay casos donde el extracto crudo es ya de por sí el producto final, con valor comercial, como ocurre cuando se extraen las fracciones oleosas (aceites fijos o esenciales) o las resinas de las plantas.

El por qué es así en el caso de los aceites volátiles o esenciales se justifica en varios puntos: a) en general la técnica de extracción del producto crudo es muy sencilla y rápida, y la incidencia de este proceso en el costo final del producto suele ser despreciable, si se compara con otros productos naturales; b) en general el medio extractor utilizado para su remoción de la planta (agua o anhídrido carbónico) se separa muy fácilmente y no resulta un inconveniente técnico o económico; c) la composición química de esta fracción obtenida suele ser extremadamente compleja y sus propiedades comercialmente interesantes no suelen estar motivadas por un ingrediente sino por la suma, o mejor aún, la proporcionalidad entre todos los presentes; d) en los casos que el valor comercial está determinado por ingredientes específicos, la ínfima concentración de los mismos o la compleja tecnología para su aislamiento hacen económicamente inviable y desestimable su purificación.

El eugenol, timol, cedrol, citronelal y eucaliptol son algunas excepciones: ejemplos de productos que se aíslan de aceites esenciales debido a la alta concentración en que se pueden encontrar en los mismos. Como en toda la naturaleza, es imposible no encontrar excepciones. Pero una gran mayoría de aceites esenciales son usados como tal, sin posteriores purificaciones.

Al no ser un compuesto puro el marcador de calidad, ni siquiera un grupo de sustancias con alguna estructura química semejante (como ocurre por ejemplo con las fracciones de alcaloides, flavonoides o antraquinonas en algunas plantas), se plantea entonces otra problemática: **la extrema dependencia de la composición química de un aceite esencial con el proceso metabólico de la planta de origen.** No se pretende aislar un determinado metabolito, ni siquiera un grupo de metabolitos químicamente similares; lo que se extrae suele ser una compleja combinación de compuestos cuya única propiedad en común suele ser la relativamente alta volatilidad. Al no tener estructuras químicas similares, los procesos biosintéticos que los originan también son muy diversos, teniendo cada uno sus propios precursores biosintéticos, sus peculiares condiciones de desenvolvimiento, sus específicos lugares de formación y almacenamiento y hasta sus propios tiempos ontogénicos. Es lógico entonces pensar en la dependencia de la calidad de un aceite esencial con múltiples variables intrínsecas (genéticas, biosintéticas) (Salgueiro et al., 2000) y extrínsecas

(clima, suelo, radiación solar, requerimiento hídrico, momento de cosecha del material vegetal y fundamentalmente la técnica utilizada para su obtención) (Figueiredo et al., 2008; Da Porto et al., 2009). Si se revisan los artículos existentes en la literatura científica sobre aceites esenciales, se podría llegar a la conclusión de que estos productos naturales poseen una naturaleza que se definiría con tres adjetivos: los aceites esenciales son virtuales, volubles y virtuosos. ¿Es realmente así?

LOS ACEITES ESENCIALES VIRTUALES

Cuando se pretende definir la utilidad de un aceite esencial, es preciso tener una estrategia particular. La primera conclusión irrefutable es que como se está analizando un producto que puede ser muy variable en su composición química, ésta debe ser establecida para poder definir la correcta identidad del aceite esencial. No puede decirse que el aceite esencial de una planta cuya composición química queda definida en forma *virtual*, por lo que analizaron otros autores con otras muestras, es útil para algo. Se debe indicar que dicho aceite esencial es útil si posee la composición química especificada. La multiplicidad de ecotipos y quimiotipos descritos en la bibliografía para casi cualquier planta aromática desvirtúa por completo una afirmación de ese tipo si no se adjunta un estudio más o menos detallado de la composición química del aceite esencial. Más aún, se debería tener una evaluación prospectiva de la especie de la cual se obtiene dicho aceite esencial, como para conocer la homogeneidad y la plasticidad de la misma y justificar así con más fundamentos la utilidad preconizada.

Publicar la composición química de un aceite esencial se ha vuelto en los últimos años una tarea rutinaria y sencilla. Sin embargo, no siempre se observa una correcta caracterización de la identidad de sus constituyentes. Pareciera suficiente con que se identifique a un compuesto por su índice de retención en una sola columna cromatográfica (cromatografía de gases) y la comparación de su espectro de masa con los publicados en bases de datos de uso tradicional (Adams, 2007). Las publicaciones más relevantes en el universo científico actual ya no aceptan esto y están exigiendo, cada vez más, una identificación más precisa. Debería aislarse cada compuesto (si su concentración en el aceite esencial lo permite) para analizarlo por métodos espectroscópicos más específicos (RNM por ejemplo). Una segunda alternativa, cuando no es

posible el aislamiento del compuesto, es utilizar un testigo de referencia para determinar los índices de retención en dos columnas de distinta polaridad, además del respectivo espectro de masa. Y si tampoco es posible disponer de un testigo, la identificación debiera expresarse solamente como tentativa, fundamentalmente cuando el compuesto en cuestión es un derivado sesquiterpénico o un compuesto con alto índice de retención.

Un análisis particular debe realizarse en lo referente a la forma de expresar los valores cuantitativos. Bicchi et al. (2008) han publicado un artículo muy esclarecedor al respecto, diferenciando muy bien la significancia de la exactitud del resultado en función del objetivo buscado. En algunos casos, por ejemplo en la atribución de una funcionalidad para un aceite esencial, puede ser muy crítico expresar el contenido de un constituyente de dicho aceite esencial con valores absolutos y expresados como porcentaje del peso seco de la planta de origen. La simple indicación de que un aceite esencial contiene un 20% de un compuesto no es suficiente, porque este valor depende de muchos factores, como por ejemplo, la sensibilidad con que se calibró el instrumento utilizado, la técnica de extracción o la estabilidad del producto en cuestión.

LOS ACEITES ESENCIALES VOLUBLES

En las plantas aromáticas la evaluación de numerosos individuos o poblaciones es una necesidad ineludible. Es casi imposible lograr dos aceites esenciales idénticos. Todo dependerá del grado de sensibilidad analítica con que se trabaje, siempre se podrá encontrar alguna diferencia entre dos partidas de un mismo aceite esencial, por la época de cosecha, el año, el método de extracción, las condiciones de almacenamiento, etc. Por este motivo resulta también impropio expresar la composición química de un aceite esencial, estudiado con una o muy pocas muestras, mediante porcentajes enunciados con más de un decimal. El simple error analítico de las técnicas comúnmente utilizadas, o la variación natural del material vegetal motivan una variación mucho más significativa.

Es más pertinente analizar varias muestras para aportar mayor precisión a estas determinaciones y delimitar qué grado de variación puede ser aceptable para que su funcionalidad esté garantizada. Por otro lado es muy importante precisar qué variables pueden influir más significativamente en su calidad (Yesil Celiktas et al., 2007).

Otro criterio que debe repensarse es el de pureza, siendo distinto a lo que este concepto representa para un producto químicamente puro. Un aceite esencial 100% puro puede ser de muy mala calidad, solamente por el hecho de que la proporcionalidad de sus componentes no sea la deseable.

Se comentó sobre la alta frecuencia con que se postulan quimiotipos o ecotipos entre las plantas aromáticas. ¿Pero hasta qué punto se pueden considerar realmente a estas entidades como reales? Desde el punto de vista teórico, se habla de quimiotipo cuando existe una diferencia cualitativa entre la composición química de dos individuos de una misma especie botánica. Es la expresión de una modificación en la estructura genética de la planta, que hace que un metabolito o varios de ellos puedan ser biosintetizados o no por dicho individuo. Si la variación es solamente cuantitativa, puede deberse tanto a una modificación multigenética como a una adecuación de dicho individuo a determinadas condiciones ambientales o climáticas. La expresión que mejor define esta variabilidad de las plantas en función de su genética (quimiotipos) y/o de su plasticidad (ecotipos), es la heredabilidad, con valores especialmente altos en el caso de las plantas aromáticas (Franz, 1993). Para poder afirmar que una variación cuantitativa efectivamente identifica a un nuevo quimiotipo debe complementarse tal aseveración con estudios multidisciplinarios y durante más de un año, evaluando el desarrollo de la especie en distintos ambientes y/o con distintas condiciones de cultivo. Se podrá recién entonces asegurar que la variación cuantitativa en la composición se debe a factores genéticos y no extrínsecos a la planta (Gil et al., 2002, 2007). La inconstancia o volubilidad de los aceites esenciales es una realidad.

LOS ACEITES ESENCIALES VIRTUOSOS

Pero hay algo más complejo aún: un mismo aceite esencial, dada su complejidad estructural, puede ser útil en muy distintas aplicaciones (Bakkali et al., 2007) bajo distintos perfiles analíticos, por su sabor, por su olor, por la especificidad estructural de sus ingredientes, por la sinergia de efectos entre más de dos de sus constituyentes, por la fuerte inestabilidad química o reactividad, etc. En resumen: **un aceite esencial no es una entidad químicamente pura y por su origen natural, complejidad estructural y diversidad de efectos o aplicaciones, presenta una**

muy alta variabilidad que debiera ser evaluada con relación a la funcionalidad preconizada.

Desde esta perspectiva, hay una opinión que es reiteradamente utilizada en la bibliografía científica y que debería desterrarse si no está fundamentada con criterios más certeros desde el punto de vista práctico. Consiste en terminar las conclusiones del estudio de un aceite esencial diciendo que, debido a las actividades demostradas o a su composición química, resulta un material altamente promisorio para su aplicación industrial. Y en este sentido los propósitos más sugeridos son la aplicación en perfumería, medicina, cosmética, agroindustria o en alimentación. No es posible llegar a tales aseveraciones si no se evalúan los resultados obtenidos con pautas mínimas de calidad y si no se analiza la funcionalidad real del aceite esencial en cuestión.

Un ejemplo de esta situación se da cuando algunos autores creen que el simple hecho de que un aceite esencial contenga un 30 o 40% de compuestos como beta-cariofileno, limoneno, citral o linalol, es causa suficiente como para suponer que dicho aceite esencial puede ser utilizado en la industria de perfumería para aislar dicho compuesto. Es suficiente con revisar libros básicos reconocidos en esta industria, como para darse cuenta que es imposible que alguien pueda pensar en utilizar estos productos para aislar estos compuestos, cuando son bien conocidos y explotados otros aceites esenciales con contenidos de 90% o más de dichos compuestos (Arctander, 1960).

Un tercer tipo de ejemplos se da en aquellos trabajos donde se da como resultado una leve o moderada actividad antimicrobiana, antibacteriana, o cualquier otra bioactividad, pero con resultados muy poco diferentes o aún menores a los publicados o conocidos para otros productos de uso común, sean aceites esenciales o no. Peor aún, existen muchos artículos donde no se indica la composición química del aceite esencial utilizado para el estudio de la bioactividad, ignorándose así si los resultados iban a ser obvios o no. Es una nimiedad por ejemplo tratar de demostrar la actividad antimicrobiana de un aceite esencial con alto contenido de timol, cuando ha sido reiteradamente demostrado este efecto en este derivado fenólico presente en muchos aceites esenciales (Helander et al., 1998; Si et al., 2007).

CONCLUSIONES

El simple reconocimiento de una bioactividad o el mero análisis de la composición química de un aceite esencial por separado no son méritos suficientes para justificar un fin comercial. Ambos estudios deben complementarse para poder avalar una conclusión de ese tipo. En lo que respecta a la preconización de una funcionalidad particular, ésta debiera estar sustentada con evaluaciones realizadas por metodologías reconocidas y teniendo en cuenta los requerimientos y las disponibilidades de cada sector industrial en particular.

Por ejemplo el potencial aprovechamiento de un aceite esencial por la industria de sabores y fragancias debiera estar soportado por la evaluación sensorial de individuos experimentados y con metodologías estadísticas adecuadas, además de conocer las materias primas existentes que puedan competir con el producto que se recomienda o directamente permitan prescindir del mismo (van Baren et al., 2007, 2009). En algunos casos estas comparaciones con las materias primas ya existentes en el mercado no pueden ser soportadas, pero puede existir aún una evaluación económica del recurso o una justificación sociopolítica que avale su potencialidad. Entonces, debiera adjuntarse un análisis idóneo y específico que convalide tales apreciaciones.

Muchas veces cuando se leen artículos referidos a aceites esenciales, el lector se llega a preguntar si realmente estos productos son útiles, porque las justificaciones que se dan para aprovechar sus virtudes suelen ser sumamente endebles, si no falsas. Está claro que hay cuatro características de los aceites esenciales que respaldan gran parte de su funcionalidad en muy diversos ámbitos: el olor, el sabor, la especificidad estructural de sus componentes y la reactividad de algunos de sus constituyentes. Sin embargo hay casos específicos donde la fortaleza no se fundamenta en estas particularidades, sino en propiedades mucho más específicas, como puede ser la coexistencia de un bajo peso molecular con cualidades lipofílicas, o la alta volatilidad con una baja toxicidad, o la alta disponibilidad de un producto de origen natural renovable.

En la medida que son bien aprovechadas estas propiedades y justificadas sus aplicaciones, siempre se tendrá la posibilidad de ofrecer un nuevo producto competitivo. Pero se debe ser muy cauto a la hora de sacar conclusiones, para no sobrevalorar y

desprestigiar estos recursos que tantos beneficios están dando a numerosas industrias. En definitiva, se debe demostrar la composición *real* que debe tener un aceite esencial, para acotar su variabilidad o *volubilidad*, y poder así demostrar sus verdaderos beneficios o *virtudes*.

BIBLIOGRAFIA

- Adams RP. 2007. Identification of Essential Oils Components by Gas Chromatography / Quadrupole Mass Spectroscopy. Allured Publ. Corp., Carol Stream, IL.
- Arctander S. 1960. Perfume and Flavor Materials of Natural Origins. Det Hoffensbergske Establishment. Denmark, pp
- Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M. 2007. Biological effects of essential oils – A review. Food Chem Toxicol 46:446-475.
- Bicchi C, Liberto E, Matteodo M, Sgorbini B, Mondello L, d'Acampora Zellner B, Costa R, Rubiolo P. 2008. Quantitative analysis of essential oils: a complex task. Flavour Frag J 23: 382-391.
- Chang Q, Zuo Z, Ho WK, Chow MS. 2005. Comparison of the pharmacokinetics of hawthorn phenolics in extract versus individual pure compound. J Clin Pharmacol 45(1):106-112.
- Da Porto C, Decorti D, Kikic I. 2009. Flavour compounds of *Lavandula angustifolia* L. to use in food manufacturing: Comparison of three different extraction methods. Food Chem 112:1072-1078.
- Figueiredo AC, Barroso JG, Pedro LG, Scheffer JJC. 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. Flavour Fragr J 23:213-226.
- Franz, Ch. 1993. Genetics. En: Hay, KM y Waterman, PG. Volatile oils crops: their biology, biochemistry and production. Ed. Longman Sci., Essex. pp 63-92.
- Gil A, de La Fuente E, Lenardis A, López Pereira M, Suárez SA, Bandoni AL, van Baren C, Di Leo Lira P, Ghersa C. 2002. Coriander Essential Oil Composition from Two Genotypes Grown in Different Environmental Conditions. J Agric Food Chem 50: 2870-2877.
- Gil A, van Baren C, Di Leo Lira P, Bandoni AL. 2007. Identification of the Genotype from Contents and Composition of the Essential Oil of Lemon verbena (*Aloysia citriodora* Palau). J Agric Food Chem 55:8664-8669.
- Gutiérrez J, Barry-Ryan C, Bourke P. 2009. Antimicrobial activity of plant essential oils using food model media: Efficacy, synergistic potential and interactions with food components. Food Microbiol 26:142-150.
- Helander IM, Alakomi HL, Latva-Kala K, Mattila-Sandholm T, Pol I, Smid EJ, Gorris LGM, Von Wright A. 1998. Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria. J Agric Food Chem 46:3590-3595.
- Kleber E, Obry T, Hippeli S, Schneider W, Elstner EF. 1999. Biochemical activities of extracts from *Hypericum perforatum* L. 1st Communication: inhibition of dopamine-beta-hydroxylase. Arzneimittel-forschung 49(2):106-109.
- Kordali, S, Cakir, A, Ozer, H, Cakmakci, R, Kesdek, M, Mete, E. 2008. Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. Bioresource Technol 99:8788-8795.
- Liu D, Schwimer J, Liu Z, Woltering E, Greenway F. 2008. Antiangiogenic effect of curcumin in pure versus in extract forms. Pharm Biol 46 (10-11):677-682.
- Salgueiro L, Vila R, Tomás X, Cañigueral S, Paiva S, Proença da Cunha A, Adzet T. 2000. Chemotaxonomic study on *Thymus villosus* from Portugal. Biochem Syst Ecol 28:471-482
- Si W, Gong J, Chanas C, Cui S, Yu H, Caballero C, Friendship RM. 2007. *In vitro* assessment of antimicrobial activity of carvacrol, thymol and cinnamaldehyde towards *Salmonella* serotype *Typhimurium* DT104: effects of pig diets and emulsification in hydrocolloids. J Applied Microbiol 101(6): 1282-1291.
- van Baren CM, Dellacassa E, Bandoni AL. 2009. Caracterización del perfil sensorial de un producto aromático de origen vegetal por GC-FID-O y análisis descriptivo. Comunicación a la Sociedad Ecuatoriana de Químicos Cosméticos (XIX Congreso Latinoamericano e Ibérico de Químicos Cosméticos (COLAMIQC XIX). Guayaquil, Ecuador, 25-28 de octubre)
- van Baren CM, Di Leo Lira P, Retta D, Dellacassa E, Bandoni AL. 2007. Caracterización del perfil sensorial del aceite esencial de neneo (*Mulinum spinosum* (Cav.) Pers.) por GC-O. Presentación en el III Simposio Brasileiro de Óleos Essenciais. (Fortaleza, Brasil, 7-9 de noviembre).
- Yesil Celiktas O, Hames Kocabas EE, Bedir E, Vardar Sukan F, Ozek T, Baser KHC. 2007. Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. Food Chem 100:553-559.

