

## Composición de los aceites esenciales de especies de *Verbena* nativas de la provincia de Buenos Aires bajo cultivo

Martín I. Rodríguez Morcelle<sup>1</sup> \*, Ana Lía Rossi<sup>1</sup>, Martha Gattuso<sup>2</sup>, Nancy M. Apóstolo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa Interdisciplinario de Estudios en Plantas Vasculares (PIEPVas). Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján, C.C. 221, (6700) Luján, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Universidad Nacional de Rosario, Suipacha 531, (2000) Rosario, Santa Fe, Argentina.

\* Autor a quien dirigir la correspondencia: martinmorcelle@gmail.com

### Resumen

*Verbena gracilescens* (Cham.) Herter, *V. bonariensis* L., *V. intermedia* Gillies y Hook., *V. litoralis* Kunth, *V. montevidensis* Spreng. y *V. rigida* Spreng son las especies nativas del género en la provincia de Buenos Aires. Excepto *V. montevidensis*, el resto presenta propiedades hepatoprotectoras, digestivas, antiinflamatorias, antidiarreicas y antimicrobianas, entre otras. Este trabajo tiene por objetivo estudiar la composición de los aceites esenciales producidos por estas especies bajo cultivo durante dos temporadas en parcelas experimentales del campo de la Universidad Nacional de Luján. Las semillas utilizadas para el cultivo fueron colectadas de poblaciones naturales. Los aceites esenciales fueron obtenidos a partir de las flores de cada una de las especies por hidrodestilación y analizadas por Cromatografía de Gases-Espectrometría de Masas (GC-EM). La composición química de los aceites esenciales de *Verbena* en cultivo fue similar a la observada en estudios previos en poblaciones naturales. Los compuestos mayoritarios fueron fitol, 6,10,14-trimetil-2-pentadecanona (pentadecanona) y oct-1-en-3-ol (octenol). Sin embargo, las esencias obtenidas en el primer año de cultivo mostraron un alto contenido de fitol y muy bajo de pentadecanona, contrariamente a lo observado en los aceites esenciales del segundo año de cultivo. La cantidad de componentes de la segunda temporada aumentó con respecto a la primera. Estos cambios en la composición de los aceites esenciales durante el cultivo bianual de las especies podría deberse a las condiciones fisiológicas de las plantas según su edad o a las condiciones climáticas.

## Essential Oils Composition of Cultivated Native *Verbena* Species of Buenos Aires Province

### Summary

*Verbena gracilescens* (Cham.) Herter, *V. bonariensis* L., *V. intermedia* Gillies & Hook., *V. litoralis* Kunth, *V. montevidensis* Spreng., and *V. rigida* Spreng are the native species of the genus in the province of Buenos Aires. Except *V. montevidensis*, the others exhibit hepatoprotective, digestive, anti-inflammatory, antidiarrheal, and antimicrobial properties, among others. This work aims to study the composition of the essential oils

---

**Palabras clave:** *Verbena* - aceites esenciales - inflorescencias.

**Key words:** *Verbena* - essential oils - inflorescence.

produced by these species under cultivation for two seasons in experimental field plots at the National University of Luján. The seeds used for cultivation were collected from natural populations. The essential oils of reproductive parts of each species were extracted by hydrodistillation. Distilled essences were analyzed by Gas Chromatography - Mass Spectrometry. The composition of the essential oils of *Verbena* in culture was similar to that observed in previous studies in natural populations. The major compounds were phytol, 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone (pentadecanone), and oct-1-en-3-ol (octenol). However, the essences obtained in the first year of cultivation had a high content of phytol and a very low content of pentadecanone, contrary to what was observed in the essential oils of the second year of cultivation. The number of components from the second season was increased relative to the first. These changes in the composition of essential oils during the biennial culture could be attributed to the physiological condition of the plants according to their age or to weather conditions.

## Introducción

La provincia de Buenos Aires tiene seis especies nativas del género *Verbena*: *V. gracilescens* (Cham.) Herter, *V. bonariensis* L., *V. intermedia* Gillies y Hook., ex Hook., *V. litoralis* Kunth, *V. montevidensis* Spreng. y *V. rigida* Spreng. Todas, excepto *V. montevidensis*, son mencionadas como medicinales, con propiedades hepatoprotectoras, digestivas, antiinflamatorias, antidiarreicas y antimicrobianas, entre otras aplicaciones (Martínez Crovetto, 1981; Castro-Gamboa y Castro, 2004; Barboza y col., 2006; 2009; Crivos y col., 2007).

Las especies de *Verbena* son hierbas o sufrutices, con tallos erectos con yemas de renuevo cerca del nivel del suelo. Las hojas son simples y opuestas. Las flores violáceas se encuentran agrupadas en espigas dispuestas en grupos de a tres, la central es de mayor tamaño que las dos laterales. Su floración es prolongada, va desde mediados de la primavera hasta mediados del otoño (O'Leary y col., 2007).

La recolección indiscriminada de especies medicinales en poblaciones naturales, sin ningún tipo de control respecto al cuidado del recurso y la sustentabilidad de la actividad, provoca una disminución inquietante de las poblaciones y de las plantas factibles de cosechar. Las especies medicinales nativas sufren erosión genética acelerada, principalmente, como consecuencia de los altos volúmenes de extracción en sus ambientes naturales. Además, la calidad del producto derivado de poblaciones naturales es difícilmente estable, debido a la alta variabilidad en el contenido de compuestos activos y los métodos artesanales de secado y almacenamiento (Bandoni, 2000; Ocampo, 1994; 2007).

En el caso de las especies nativas aromáticas o medicinales la domesticación permite un mejoramiento en la calidad de la hierba como materia prima para uso en herboristería, así como el abastecimiento sostenido.

Se han realizado estudios integrales con el fin de iniciar el proceso de domesticación de las seis especies de *Verbena* nativas de la provincia de Buenos Aires (Rodríguez Morcelle y col., 2012; 2013) y, específicamente, en este trabajo se estudia la composición de los aceites esenciales producidos por las especies bajo cultivo durante dos temporadas.

## Materiales y métodos

Las parcelas experimentales de cultivo fueron instaladas en el campo de la Universidad Nacional de Luján (34° 36' LS; 59° 7' LO) durante las temporadas 2009/2010 y 2010/2011. Las semillas utilizadas para el cultivo fueron colectadas de poblaciones naturales de los alrededores de la Universidad y de varios sitios del noroeste de la provincia de Buenos Aires. En cada temporada se realizaron dos cortes o cosechas.

Mediante hidrodestilación fueron extraídos los aceites esenciales de las flores de cada una de las especies. Para ello fue utilizado un balón de 3.000 ml de capacidad, que contenía entre 500 y 750 g de material fresco y 2.000 ml de agua destilada. El tiempo de destilación fue de 8 h. Los extractos obtenidos fueron diluidos con hexano, filtrados (0,45 µm), y guardados en frascos caramelo a 4 °C (Laboratorio de Botánica, Universidad Nacional de Luján).

Las esencias destiladas fueron analizadas por Cromatografía Gaseosa-Espectrometría de Masas (CG-EM) en un Perkin Elmer modelo Autosystem XL Gas Chromatograph-Turbomass Mass Spectrometer, con una columna del tipo VF-1 ms (30 m x 0,25 mm de ID, Varian). La programación de la temperatura del horno consistió en 70 °C iniciales (5 min), luego 10 °C/min hasta 310 °C y se mantuvo 10 min en forma isotérmica, con una temperatura de 250 °C para el inyector. Se utilizó helio como gas portador con un flujo de 1 ml/min. Se inyectó 1 µl de muestra diluida en hexano y el tiempo de la corrida fue de 39 min. Los datos del espectrómetro de masas fueron obtenidos con una energía de ionización de 70eV y registrados en un rango de m/z 40-500. La cuantificación se obtuvo a partir de los cromatogramas correspondientes a la corriente total de iones (TIC), considerando el área de los picos y expresando las proporciones relativas como porcentajes. Si bien la respuesta del detector de masas (TIC) no es lineal a la presencia de cada compuesto

en la mezcla, esta operatoria es válida a los fines comparativos del estudio de los aceites esenciales de las especies en estudio.

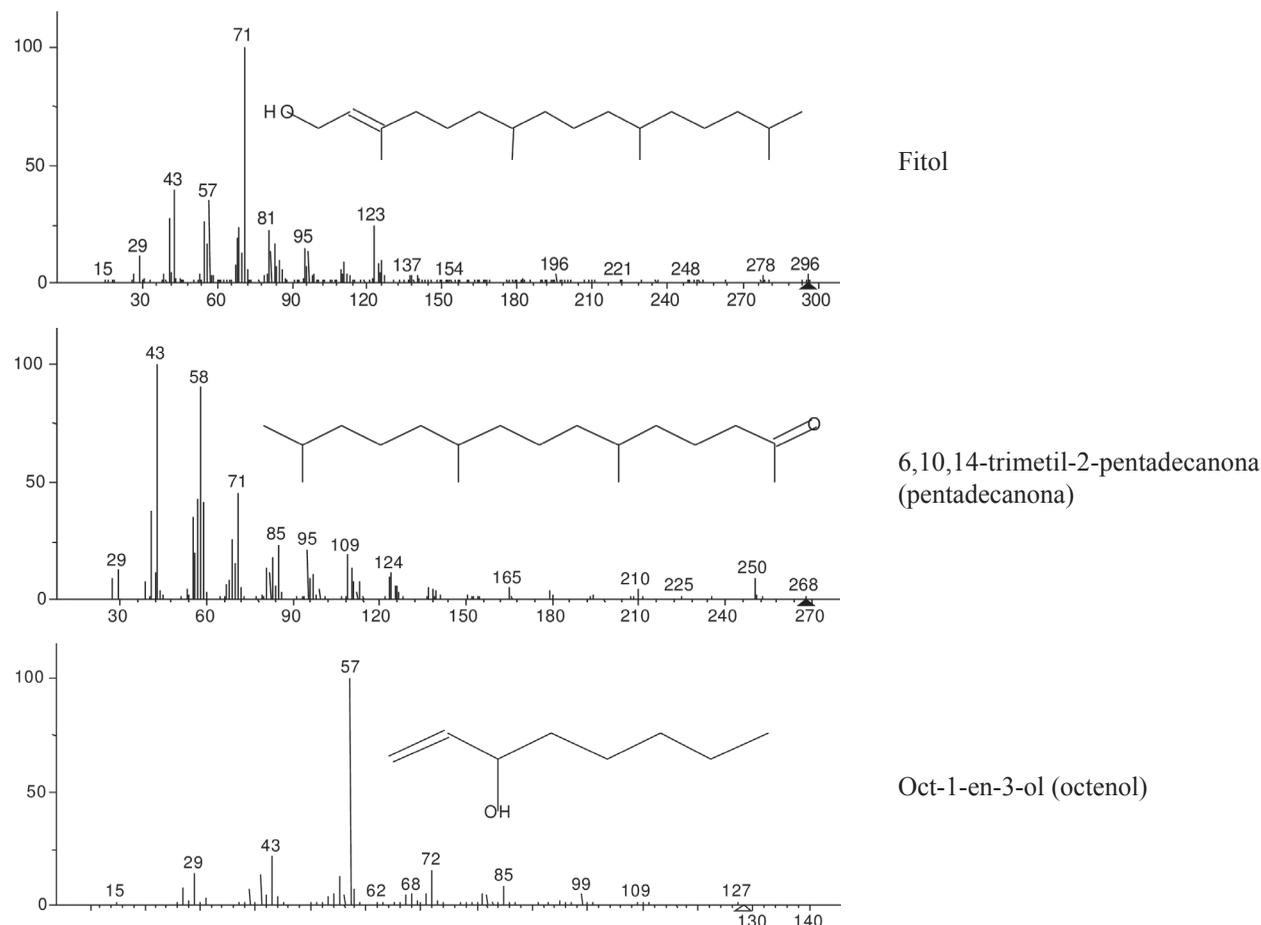
Para la identificación de los compuestos se utilizaron las bases de datos NIST'98 versión 1.5 y NIST'08 versión 2.0 (Servicio de GC-EM, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Universidad Nacional de Rosario, Técnica Bioquímica Mónica Hourcade).

## Resultados

El rendimiento de los aceites esenciales fue bajo en todas las especies estudiadas, con valores menores a 0,1 ml/100 g de masa seca.

Se identificaron 22 componentes, en su mayoría terpénicos, sobre un total de 25 compuestos detectados. Los compuestos mayoritarios fueron el fitol, la 6,10,14-trimetil-2-pentadecanona (pentadecanona) y el oct-1-en-3-ol (octenol) (Figura 1).

**Figura 1.-** Espectros de masa de los componentes mayoritarios



El componente principal fue el fitol (diterpeno oxigenado). Sin embargo, todas las especies cultivadas mostraron una reducción del porcentaje de este compuesto hasta un 50 % en la segunda temporada respecto a la primera (Tablas 1 y 2). Por el contrario, la presencia de hasta 42 % de pentadecanona en la campaña 2010/2011 (Tabla 2) difirió sustancialmente de los valores observados en la campaña anterior (de 0,1 a 8,6 %) (Tabla 1). Además, los hidrocarburos lineales y otros compuestos oxigenados en la segunda temporada registraron un aumento de su porcentaje respecto a la primera (Tablas 1 y 2).

Durante la campaña 2009/2010 todas las especies mostraron mayor número de componentes (16 a 20) en la primera cosecha respecto a la segunda (6 a 9) (Tabla 1). Para la segunda campaña de cultivo, el comportamiento de las especies fue diferente. Durante el primer corte de esa temporada el número de componentes varió de 13 a 15, mientras que en el segundo corte se observaron 19 a 21 compuestos (Tabla 2).

Dentro de cada temporada se observaron escasas diferencias en la composición y el número de compuestos de los aceites esenciales entre las especies cultivadas (Tablas 1 y 2). En la campaña 2009/2010, *V. bonariensis* se destacó por el incremento en el porcentaje de pentadecanona en el segundo corte (8,6 %) respecto del primer corte (1,3 %). Sin embargo, en esta especie el porcentaje de fitol no presentó diferencias en ambas cosechas. *V. montevidensis* mostró cantidades similares de fitol y de pentadecanona en el primero y el segundo cortes. Por otro lado, *V. gracilescens* y *V. rigida* exhibieron un aumento del 10 % en el contenido de fitol en la segunda cosecha respecto a la primera, en tanto que el contenido de pentadecanona presentó una disminución apreciable (Tabla 2).

En el segundo año de cultivo (2010/2011), *V. gracilescens* y *V. rigida* mostraron los mayores porcentajes de fitol. Estas especies, al igual que *V. montevidensis*, aumentaron su porcentaje de fitol notablemente en la segunda cosecha. Por otra parte, *V. litoralis* fue la especie con los mayores porcentajes de octenol (13,7 y 26,3 %), mientras que en las especies restantes solamente se observó 0,3 a 7,7 % de ese componente. Finalmente, los sesquiterpenos oxigenados disminuyeron su concentración en la segunda cosecha en todas las especies (Tabla 2).

## Discusión

Los aceites esenciales de las especies de *Verbena* nativas de la provincia de Buenos Aires obtenidas de plantas de las parcelas experimentales no mostraron variación en la composición con respecto a los provenientes de plantas de la misma especie de poblaciones naturales (Rodríguez Morcelle, 2013). Sin embargo, los aceites esenciales obtenidos de las especies cultivadas durante dos años (2009/2010 y 2010/2011) presentaron diferentes características según la temporada. Las esencias obtenidas en el primer año de cultivo (2009/2010) mostraron un alto contenido de fitol y bajo de pentadecanona. En los aceites esenciales provenientes de material del segundo año de cultivo (2010/2011), el porcentaje de fitol fue menor y el de pentadecanona fue mayor que en el primer año.

Asimismo, en las esencias de *V. litoralis* y *V. montevidensis* se observó un aumento en el contenido de octenol. Estos cambios en la composición de los aceites esenciales durante el cultivo bianual de las especies podría deberse a las condiciones fisiológicas de las plantas según su edad. Por otro lado, esos cambios también podrían atribuirse a las abundantes precipitaciones registradas en la primera temporada y al déficit hídrico observado en la segunda temporada de cultivo. Estas condiciones climáticas afectaron de igual manera a las poblaciones naturales, que mostraron el mismo comportamiento que el cultivo respecto al contenido de los componentes mayoritarios de las esencias.

Por otra parte, no se registraron variaciones en el rendimiento de las esencias, y los niveles se mantuvieron debajo del 0,1 % (ml/100 g de materia seca). Según Ricciardi (2006), el rendimiento de las esencias de tres especies de Verbenaceae estuvo estrechamente vinculado con el período de lluvias.

Diferentes autores informaron sobre la composición química de los aceites esenciales de *V. officinalis* (Chalchat y Garry, 1996; Shams Ardakani y col., 2003; Zoubiri y Baaliouamer, 2011), de *V. bonariensis*, *V. venosa* (= *V. rigida*) y de *V. supina* (Al-Amier y col., 2005), que mostraron diferente tipo y porcentaje de componentes respecto a las esencias de las especies de *Verbena* nativas de Buenos Aires.

**Tabla 1.-** Composición de los aceites esenciales de las sumidades florales de las especies de *Verbena* del estudio

Cosechas	<i>V. bonariensis</i>		<i>V. litoralis</i>		<i>V. montevidensis</i>		<i>V. gracilescens</i>		<i>V. rigida</i>		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
<b>TR (min)</b>	<b>Componentes</b>										
4,10	Nonano	0,01	0	0	0	0	0	0,01	0	0,01	0
6,52	Oct-1-en-3-ol	5,0	1,4	3,7	0,7	0,3	0,4	4,2	0,5	2,6	tr
9,21	Nonanal	tr	0	tr	0	0	0	0	0	tr	0
9,25	3,7-Dimetil-1,6-octadien-3-ol	0,3	0	0,4	0	0,1	0	1,0	0	0,7	0
10,70	Salicilato de metilo	tr	0	0,01	0	tr	0	tr	0	tr	0
10,90	Terpineol	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,2	0	0,2	0
12,84	Tridecano	tr	0	tr	0	0	0	tr	0	tr	0
13,84	6,6-Dimetilciclohexa-1,3-dienilprop-1-enil cetona	tr	0	0,1	0	0,1	0	0,3	0	0,2	0
15,06	Hexadecano	0,2	0	0,1	0	tr	0	0,3	0	0,1	0
15,36	Sin identificar	1,4	0	0,8	0	0,5	0	1,0	0	0,6	0
15,50	Sin identificar	2,3	0	1,4	0	0,8	0	1,5	tr	1,0	0
16,47	<i>p</i> -Menta-1(7),8(10)-dien-9-ol	3,4	1,0	1,6	0	0,8	tr	0,3	tr	0,8	tr
16,68	Tetradecanal	0,1	0	tr	0	tr	0	0,1	tr	0,1	0
19,26	6,10,14-Trimetilpentadeca-2-ona	1,3	8,6	0,5	4,2	0,3	0,3	1,1	0,9	1,4	0,1
20,42	No identificado	0	0,9	0	0,7	0	0	0	0	0	0
21,77	Eneicosano	0,2	0	0,1	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	tr
21,85	Fitol	84,9	83,7	90,9	91,4	96,9	98,7	89,0	97,7	89,5	99,6
22,40	No identificado	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,3	0
23,48	Tricosano	0,4	2,6	0,1	1,9	0,1	0,2	0,3	0,3	0,7	0,1
23,80	4,8,12,16-Tetrametilheptadecan-4-ólido	0	0	0	0	tr	0	tr	0	tr	0
25,04	Pentacosano	0,4	1,8	0,1	1,1	0,1	0,2	0,5	0,4	1,1	0,1
	Número de componentes	18	7	17	6	16	7	19	9	20	7
<b>Componentes agrupados</b>											
	Hidrocarburos monoterpénicos (HM)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Monoterpenos oxigenados (MO)	3,7	1	2,1	-	1	-	1,7	-	2	tr
	Hidrocarburos sesquiterpénicos (HS)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sesquiterpenos oxigenados (SO)	1,3	8,6	0,5	4,2	0,3	0,3	1,1	0,9	1,4	0,1
	Diterpenos oxigenados (DO)	84,9	83,7	90,9	91,4	96,9	98,7	89	97,7	89,5	99,6
	Hidrocarburos lineales (HL)	1,2	4,5	0,4	3,1	0,2	0,5	1,3	0,8	2,3	0,2
	Otros compuestos oxigenados (OC)	5,1	1,4	3,7	0,7	0,3	0,4	4,4	0,5	3	tr
	Desconocidos (D)	3,7	0,9	2,2	0,7	1,3	0,1	2,5	tr	1,7	-
	Componentes identificados	96	99,1	97,7	99,3	98,7	99,9	97,5	99,9	98,2	100

tr: trazas. 1: primer corte 15/01/2010 - (primera cosecha); 2: segundo corte 1/04/2010 - (segunda cosecha). Cultivo, campaña 2009/2010.

**Tabla 2.-** Composición de los aceites esenciales de las flores de las especies de *Verbena* del estudio

Cosechas		<i>V. bonariensis</i>		<i>V. litoralis</i>		<i>V. montevidensis</i>		<i>V. gracilescens</i>		<i>V. rigida</i>	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<b>TR(min)</b>	<b>Componentes</b>										
4,10	Nonano	0,1	0,1	0,3	0,01	0,5	0,1	0,2	0,1	0,4	0,4
6,52	Oct-1-en-3-ol	2,8	2,0	13,7	26,3	7,7	6,0	1,9	0,9	0,9	0,3
9,21	Nonanal	0,5	0,1	0,8	3,2	0,3	2,4	0,1	0,1	0,1	0,1
9,25	3,7-Dimetil-1,6-octadien-3-ol	0,6	0,5	1,4	1,9	0,8	0,6	0,4	0,3	0,9	0,4
10,70	Salicilato de metilo	tr	tr	0	0,3	0	0,1	0	0	0	0
10,90	Terpineol	0,1	0,1	0,3	0,4	0,1	tr	0,1	tr	0,1	0,2
12,84	Tridecano	0,1	4,9	0,1	2,3	0,4	0,4	0,1	0,3	0,3	tr
13,84	6,6-Dimetilciclohexa-1,3-dienilprop-1-enil cetona	0	0,1	tr	0,6	0	tr	0	tr	tr	0,1
15,06	Hexadecano	2,2	2,9	0,9	2,7	0,4	0,9	0,4	0,1	0,3	0,1
15,36	No identificado	0	1,0	0	0,7	0	tr	0	tr	0	0,1
15,50	No identificado	0	2,1	0	1,1	0	tr	0	0,1	0	0,1
16,47	<i>p</i> -Menta-1(7),8(10)-dien-9-ol	0	0,9	0	1,7	tr	0,1	0	0,2	0	0,1
16,68	Tetradecanal	0	1,0	0	2,1	0	2,8	0	3,4	0	0,8
19,26	6,10,14-Trimetilpentadeca-2-ona	41,7	36,9	22,8	12,3	40,3	13,1	38,5	6,0	31,8	15,8
20,42	No identificado	0	1,5	0	1,8	0	0	0	0	0	0,1
21,77	Eneicosano	3,1	2,5	2,7	2,5	4,8	2,9	3,6	1,0	3,7	0,8
21,85	Fitol	40,9	36,6	53,3	36,2	32,9	66,1	48,6	84,3	52,1	77,8
22,40	No identificado	0,2	0,1	0	tr	0	0	0	0,1	0,3	0
23,48	Tricosano	4,0	4,6	2,2	2,6	4,6	2,9	3,4	1,7	3,7	1,2
23,80	4,8,12,16-Tetrametilheptadecan-4-ólido	0,2	0,2	0,1	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	0,5	0,3
25,04	Pentacosano	3,5	1,7	1,4	1,1	7,1	1,2	2,5	1,3	4,9	1,3
	Número de componentes	15	21	14	21	14	19	13	19	15	19
<b>Componentes agrupados</b>											
	Hidrocarburos monoterpénicos (HM)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Monoterpenos oxigenados (MO)	0,7	1,7	1,7	4,6	0,8	0,7	0,5	0,4	1	0,8
	Hidrocarburos sesquiterpénicos (HS)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sesquiterpenos oxigenados (SO)	41,7	36,9	22,8	12,3	40,3	13,1	38,5	6	31,8	15,8
	Diterpenos oxigenados (DO)	41,1	36,8	53,4	36,3	33,3	66,3	48,8	84,4	52,6	78,1
	Hidrocarburos lineales (HL)	13,1	16,7	7,7	11,1	17,7	8,5	10,2	4,5	13,4	3,7
	Otros compuestos oxigenados (OC)	3,3	3,3	14,4	32	8	11,3	2	4,4	1,2	1,2
	Desconocidos (D)	-	4,6	-	3,6	-	tr	-	0,1	-	0,3
	Componentes identificados	100	95,4	100	96,3	100	99,9	100	99,9	100	99,6

tr: trazas; 1: primer corte 20/12/2010 - (primera cosecha); 2: segundo corte 15/04/2011 - (segunda cosecha).

El compuesto oxigenado octenol, encontrado en las esencias de las especies bonaerenses de *Verbena*, también ha sido informado para otras especies de Verbenaceae, aunque en proporciones menores (Stashenko y col., 2003; Tavares y col., 2005; Di Leo Lira y col., 2008; Gouollaly y col., 2010; Rojas y col., 2010).

Al-Amier y col. (2005) también informaron la presencia de 18 % de fitol en las esencias de *V. venosa* (= *V. rigida*), pero en *V. bonariensis* (1,26 %) y en *V. supina* (1,14 %) su presencia fue mucho menor. En otros representantes de Verbenaceae, Crabas y col. (2003) encontraron que este compuesto como componente era mayoritario en las hojas de *Aloysia triphylla* (sin. *A. citriodora*) en un extracto CO<sub>2</sub> obtenido con tecnología supercrítica. Sin embargo, la extracción supercrítica puede, en determinadas condiciones de presión y temperatura, extraer la fracción más lipofílica de una planta. Así estos autores encontraron una composición tan atípica en *A. triphylla* que no es representativa de su aceite esencial, sino de la composición de ceras presentes en esta especie.

En la industria el fitol es utilizado como ingrediente de fragancias en cosméticos, fragancias finas, champús y jabones de tocador, así como en productos no cosméticos, como detergentes y productos de limpieza (McGinty y col., 2010). La pentadecanona, en cambio, es una cetona alifática sustituida que ha sido escasamente informada para especies de la familia Verbenaceae.

Las especies de *Verbena* estudiadas podrían presentar potencial uso medicinal debido a que los componentes mayoritarios de sus aceites esenciales presentan actividades biológicas. El fitol y la pentadecanona son citados como posibles agentes terapéuticos en diversas enfermedades, como artritis, diabetes, tuberculosis y cáncer. Además, se ha demostrado que esencias con composición similar a la observada en este estudio exhiben actividad antimicrobiana y repelencia a mosquitos vectores de la malaria (Phutdhawong y col., 2004; Al-Amier y col., 2005; Innocent y col., 2008; Ogunlesi y col., 2009; Rocha y col., 2012; Dangarembizi y col., 2013).

Este estudio representa una contribución al conocimiento de estas especies nativas en condiciones de cultivo, ya que crecieron en las mismas condiciones edáficas y climáticas. De esta manera los resultados son independientes de los numerosos factores

ecológicos y geográficos que producen diferencias cuali y cuantitativas en la composición de los aceites esenciales (Bandoni, 2000; Ocampo, 2007).

## Referencias bibliográficas

- Al-Amier, H.; El-Hela, A.A.; Al-Khadrawy, F.M.; Craker, L.E. (2005). "Comparative evaluation of the constituents in some *Verbena* species cultivated in Egypt." *J. Herbs, Spices Med. Plants* 11(3): 25-33.
- Bandoni, A. (ed.). (2000). *Los Recursos Vegetales Aromáticos en Latinoamérica*. Ed. UNLP-CYTED: 410 pp.
- Barboza, G.; Cantero, J.; Núñez, C., Ariza Espinar, L. (2006). *Flora Medicinal de la provincia de Córdoba (Argentina)*. Museo Botánico de Córdoba. Argentina: 1251 pp.
- Barboza, G.; Cantero, J.; Núñez, C.; Pacciaroni, A.; Ariza Espinar, L. (2009). "Medicinal plants: A general review and a phytochemical and ethnopharmacological screening of the native Argentine Flora". *Kurtziana* 34(1-2): 7-365.
- Castro-Gamboa, I.; Castro, O. (2004). "Iridoids from the aerial parts of *Verbena littoralis* (Verbenaceae)". *Phytochemistry* 65: 2369-2372.
- Chalchat, J.C.; Garry, R. P. (1996). "Chemical composition of the leaf oil of *Verbena officinalis* L.". *J. Essent. Oil Res.* 8(4): 419-420.
- Crabas, N.; Marongiu, B.; Piras, A.; Pivetta, T.; Porcedda, S. (2003). "Extraction, separation and isolation of volatiles and dyes from *Calendula officinalis* L. and *Aloysia triphylla* (L'Her.) Britton by supercritical CO<sub>2</sub>". *J. Essent. Oil Res.* 15(5): 350-355.
- Crivos, M.; Martínez, M.; Pochettino, M.; Remorini, C.; Sy, A.; Teves, L. (2007). "Pathways as 'signatures in landscape': Towards ethnography of mobility among the *Mbya-Guaraní* (Northeastern Argentina)". *J. Ethnobiol. Ethnomedicine* 3:2. (En línea) <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1774561/pdf/1746-4269-3-2.pdf>> [Consulta: 24 de abril de 2012].
- Dambolena, J.S.; Zunino, M.P.; Lucini, E.I.; Zygodlo, J.A.; Banchio, E.; Biurrun, F.; Rotman, A.; Ahumada, O. (2010). "Aromatic plants of north-west Argentina. Constituents of the essential oils of aerial parts of seven Verbenaceae: *Lantana* and *Aloysia*". *J. Essent. Oil Res.* 22(4): 289-293.

- Di Leo Lira, P.; van Baren, C.M.; Retta, D.; Bandoni, A.L.; Gil, A.; Gattuso, M.; Gattuso, S. (2008). "Characterization of Lemon Verbena (*Aloysia citriodora* Palau) from Argentina by the Essential Oil". *J. Essent. Oil Res.* 20(4): 350-353.
- Gloerich, J.; Ruiters, J.P.N.; van den Brink, D.M.; Ofman, R.; Ferdinandusse, S.; Wanders, R.J.A. (2006). "Peroxisomal *trans*-2-enoyl-CoA reductase is involved in phytol degradation". *FEBS Lett.* 58: 2092-2096.
- Innocent, E.; Gikonyo, N.K.; Nkunya, M.H. H. (2008). "Repellence properties of long chain aliphatic methyl ketones against *Anopheles gambiae* s. s. *Tanz*". *J. Health Res.* 10: 50-54.
- Martínez Crovetto, R. (1981). "Las plantas utilizadas en medicina popular en el NO de Corrientes". *Miscelánea* 69: 89-92.
- McGinty, D.; Letizia, C.S.; Api, A.M. (2010). "Fragrance material review on phytol". *Food Chem. Toxicol.* 48: S59-S63.
- O'Leary, N.; Múlgura, M.E.; Morrone, O. (2007). "Revisión Taxonómica de las especies del género *Verbena* (Verbenaceae): serie Pachystachyae". *Ann. Miss. Bot. Garden* 94: 571-621.
- Ocampo, R.A. (ed). (1994). *Domesticación de plantas medicinales en Centroamérica*. Serie Técnica. Informe técnico N° 245. CATIE, Costa Rica. 132 pp.
- Ocampo, R.A. (2007). *Manual de agrotecnología de plantas medicinales nativas*. Ed. Sanabria. Costa Rica. 144 pp.
- Ogunlesi, M.; Okie, W.; Ofor, E.; Osibote, E.A.S. (2009). "Analysis of the essential oil from the dried leaves of *Euphorbia hirta* Linn (Euphorbiaceae), a potential medication for asthma". *Afr. J. Biotechnol.* 8(24): 7042-7050.
- Phutdhawong, W.; Donchai, A.; Korth, J.; Pyne, S.G.; Picha, P.; Ngamkham, J.; Buddhasukh, D. (2004). "The components and anti-cancer activity of the volatile oil from *Streblus asper*". *Flavour Frag. J.* 19(5): 445-447.
- Ricciardi, G.A.L. (2006). "Variaciones fitoquímicas en aceites esenciales de especies medicinales del NE argentino: *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc. var. *gratissima*; *Aloysia virgata* var. *platyphylla* (Briquet) Moldenke y *Lippia alba* (Miller) N. E. Brown". Trabajo de Tesis presentada para optar al Título de Doctor, especialidad Química, de la Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Corrientes, Argentina.
- Rocha, G.F.; Calloni, S.; Rodríguez Morcelle, M.; Rosso, A.M., Gattuso, M.; Parisi, M.G. (2012). "Antimicrobial capacity and phenolic content of extracts and essential oils from *Verbena bonariensis*. *AAPS Pharm. Sci. Tech.*" (En prensa).
- Rodríguez Morcelle, M.; Gattuso, M.A.; Apóstolo, N.M. (2012). "Stem and leaf anatomy of six species of *Verbena* native to Buenos Aires province, Argentina". *New Zealand J. Bot.* 50(1): 3-14.
- Rodríguez Morcelle, M. (2013). "Estudios morfoanatómicos, fitoquímicos y agronómicos de las especies nativas del género *Verbena* de la provincia de Buenos Aires". Tesis para optar al título de Doctor en la orientación Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional de Luján.
- Rojas, L.B.; Velasco, J.; Díaz, T.; Gil Otaiza, R.; Carmona, J.; Usubillaga, A. (2010). "Composición química y efecto antibacteriano del aceite esencial de *Aloysia triphylla* (L'Hér.) Britton contra patógenos genito-urinario". *BLACPM* 9(1): 56-62.
- Rontani, J.F.; Volkman, J.K. (2003). "Phytol degradation products as biogeochemical tracers in aquatic environments". *Org. Geochem.* 34: 1-35.
- Shams Ardakani, M.; Mosaddegh, M.; Shafaati, A. (2003). "Volatile constituents from the aerial parts of *Verbena officinalis* L. (vervain)". *Iranian J. Pharmac. Res.* 2(1): 39-42.
- Sun, M-Y; Wakeham, S.G.; Aller, R.C.; Lee, C. (1998). "Impact of seasonal hypoxia on diagenesis of phytol and its derivatives in Long Island Sound". *Mar. Chem.* 62: 157-173.
- Tavares, E.S.; Julião, L.S.; Lopes, D.; Bizzo, H.R.; Lage, C.L.S.; Leitão, S.G. (2005). "Análise do óleo essencial de folhas de três quimiotipos de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. (Verbenaceae) cultivados em condições semelhantes". *Rev. Bras. Farmacogn.* 15(1): 1-5.
- Zoubiri, S.; Baaliouamer, A. (2011). "Larvicidal activity of two Algerian *Verbenaceae* essential oils against *Culex pipiens*". *Vet. Parasitol.* 181: 370-373.