

# Estudio de la composición del aceite esencial de un frailejón híbrido entre *Espeletia schultzii* y *Coespeletia moritziana* (Espeletiinae)

Composition of the essential oil from a hybrid frailejon between *Espeletia schultzii* and *Coespeletia moritziana* (Espeletiinae)

Ibáñez Jimena<sup>1</sup> y Usubillaga Alfredo<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Postgrado Interdisciplinario de Química Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

Recibido octubre 2008 - Aceptado febrero 2009

## RESUMEN

El aceite esencial de una especie híbrida entre *Espeletia schultzii* y *Coespeletia moritziana*, dos especies de frailejón (Espeletiinae) que crecen en el páramo Pico El Águila, se analizó mediante cromatografía de gases (FID) y cromatografía de gases-masas. Se logró identificar 21 compuestos en el aceite obtenido de las hojas que representan un 94,3 % y 18 compuestos en el aceite proveniente de los tallos florales que constituyen el 93,5%. Tanto en el aceite de las hojas como en el de los tallos florales, el componente más abundante fue el  $\alpha$ -pineno (30,4% y 33,4%), otros componentes importantes fueron el  $\alpha$ -felandreno (21,4% y 14,4%), *p*-cimeno (9,7% y 11,0%) y el  $\beta$ -pineno (9,0% y 10,9%). Los monoterpenos constituyeron el 84,4% del aceite de las hojas y el 80,0% del de los tallos florales. El porcentaje del aceite esencial de la especie híbrida se encontró para todos los componentes en un valor intermedio de los valores observados en las especies parentales.

## PALABRAS CLAVE

Frailejón, híbrido, *Espeletia schultzii*, *Coespeletia moritziana*,  $\alpha$ -pineno,  $\alpha$ -felandreno,  $\beta$ -pineno, *p*-cimeno.

## ABSTRACT

The essential oil of a hybrid between *Espeletia schultzii* and *Coespeletia moritziana*, two species of frailejon (Espeletiinae) that grow at paramo Pico El

Aguila, was analyzed by gas chromatography (FID) and GC-MS. It was possible to identify 21 compounds in the oil from the leaves, which made up 94.3% of the oil and 18 compounds in the oil from the flowering stems which made up 93.5% of the oil. The most abundant constituent in the oil from the leaves was  $\alpha$ -pinene (30.4%). In the flowering stems  $\alpha$ -pinene was also the most abundant compound (33.4%). Other abundant components were  $\alpha$ -phellandrene (21.4% and 14.4%), *p*-cymene (9.7% and 11.0%), and  $\beta$ -pinene (9.0% and 10.9%). Monoterpenes were 84.4% (leaves) and 80.0% (flowering stems) of the hybrid's oil. The percentage composition of the different constituents of the hybrid's oil was found to be the mean value of the percentages reported for those compounds in the oils of the parental species.

## KEY WORDS

Frailejon, hybrid, *Espeletia schultzii*, *Coespeletia moritziana*,  $\alpha$ -pinene,  $\alpha$ -phellandrene,  $\beta$ -pinene, *p*-cymene.

## INTRODUCCIÓN

El frailejón es una planta típica de los Andes de Colombia, Ecuador y Venezuela. Recientes hallazgos [1-3] han llevado el número de especies y subespecies hasta ahora conocidas a unas 180, que están distribuidas en ocho géneros que conforman la subtribu Espeletiinae (Asteraceae) [4]. El mayor número de especies de frailejón (105) se encuentra en Colombia. En Venezuela, solamente se han descrito 74 especies, sin embargo, existe una mayor diversidad

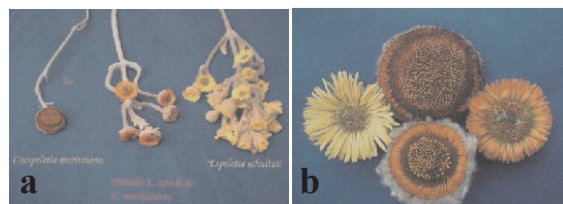
morfológica, ya que en este país se encuentran siete de los ocho géneros descritos por Cuatrecasas [4]. En Ecuador, solamente existe una especie, *Espeletia pycnophylla* ssp. *angelensis*, que se encuentra en el páramo El Ángel situado en la frontera colombo-ecuatoriana. Una variedad de esta especie, *Espeletia pycnophylla* ssp. *llanganatensis*, se encuentra aislada unos quinientos kilómetros al Sur, en la cordillera de Llanganate, rodeada por la selva amazónica ecuatoriana.

El género *Coespeletia*, descrito por Cuatrecasas en 1976 [4], consta de ocho especies que se desarrollan entre los 3700 y los 4400 m de altitud. *Coespeletia moritziana* posee hojas subcoriáceas y rígidas, cuyas láminas de 20 a 45 cm de largo y 1-2 cm de ancho poseen un denso indumento amarillo-dorado en ambas superficies, razón por la cual los campesinos la conocen por el nombre de frailejón amarillo. Esta especie presenta flores solitarias y nutantes de color rojo con un diámetro de 4 a 5 cm sobre tallos florales simples y erectos [5]. El género *Espeletia*, que es el más extendido y dominante en todo el ecosistema andino venezolano, se distribuye entre los 2700 y los 4200 m de altitud. La *Espeletia schultzii* es una planta policárpica, caulirrosula, que alcanza una altura de 1,30 m. Sus hojas son subcoriáceas y poseen un denso indumento plateado por ambas caras. Presenta un sistema de inflorescencias denominado sinflorescencias axilares en un número superior a 30 por eje y los capítulos son de un color amarillo intenso con un diámetro de 1,5 a 2 cm [5].

La hibridación es un fenómeno frecuente en las plantas y es un proceso que juega un papel importante en su evolución [6]. Los taxa evolutivamente recientes, como es el caso del complejo Espeletiinae [7, 8], son un buen ejemplo para estudiar la hibridación. Aunque muchos géneros de la tribu Heliantheae muestran diversidad en el número de cromosomas, en la subtribu Espeletiinae se ha encontrado que todas las especies hasta ahora estudiadas, poseen 19 cromosomas [9]. Esta consistencia en el número de cromosomas y el hecho de encontrarse en los páramos venezolanos varias especies de frailejón próximas unas a otras, incrementan el potencial para la hibridación natural.

En el páramo Piedras Blancas se encuentran las siguientes especies: *Coespeletia moritziana*, *Coespeletia spicata*, *Coespeletia timotensis*, *Espeletia schultzii*, *Espeletia semiglobulata* y *Espeletia weddellii*. Posiblemente, todas estas especies generan híbridos entre sí, pero en la mayoría de los casos es muy difícil distinguirlos a simple vista ya que las especies parentales son muy parecidas entre sí. Sin embargo, hay casos como el de los híbridos originados

por el cruce entre *Coespeletia moritziana* y *Espeletia schultzii* que se los puede distinguir a simple vista. No es difícil distinguir las formas híbridas entre *E. schultzii* y *C. moritziana*. A simple vista se puede observar que los híbridos presentan inflorescencias nutantes, pero de menor tamaño y distinto color que las flores de la *C. moritziana* y varias flores por eje en lugar de una sola flor. Un examen más detallado permite apreciar que también las hojas son de porte y color distintos. En la Figura 1a se presenta una fotografía de los tallos florales de las dos especies parentales y del híbrido. En la Figura 1b se presenta un capítulo de la *Espeletia schultzii*, un capítulo de la *Coespeletia moritziana* y dos capítulos del híbrido. En estas fotografías se puede apreciar las características de las dos especies parentales y del híbrido, las que permiten distinguirlos con suma facilidad.



**Figura 1. a:** Tallos florales de la *Coespeletia moritziana* (izquierda), *Espeletia schultzii* (derecha), y del híbrido (centro). **b:** Capítulos. arriba *Coespeletia moritziana*; izquierda *Espeletia schultzii*; extremo derecho y abajo híbrido.

En este trabajo se presenta un estudio de la composición química del aceite esencial, tanto de las hojas como de los tallos florales, de un híbrido entre estas dos especies de frailejón.

## MATERIALES Y METODOS

### Recolección del material vegetal

Se recolectaron, en plena floración, hojas y tallos florales del híbrido en el Pico El Águila a mediados de noviembre del año 2003, en un lugar próximo al sitio donde un año antes se habían recolectado hojas y tallos florales de *Espeletia schultzii* (fines de Octubre, 2002) y de *Coespeletia moritziana* (principios de noviembre, 2002). Muestras testigo de estas recolecciones se conservan en el Herbario MERF (Au/JI-21, Au/JI-22, Au/JI-23).

### Obtención del aceite esencial del híbrido

Un kilo de hojas recientemente recolectadas del híbrido se desmenuzó con 4 litros de agua utilizando una batidora mecánica y se sometió a hidrodestilación en un balón de 12 litros durante tres horas. El aceite se recolectó en una trampa de Clevenger y luego de secarlo sobre sulfato de sodio anhidro se conservó

bajo atmósfera de nitrógeno a 4°C para su posterior análisis. De igual manera se procesó 1 kilo de tallos florales.

### Cromatografía de Gases

Para el cálculo de los índices de Kováts, se utilizó un cromatógrafo de gases Modelo AutoSystem de Perkin Elmer dotado de un detector de llama. El análisis se realizó en una columna capilar de sílice fundida AT-5 (Alltech Associates Inc., Deerfield, Illinois, USA) de fenil(5%)-metil (95%)-polisiloxano de 60 metros de largo y 0,25 mm de diámetro interno con un espesor de fase estacionaria de 0,25 µm. La temperatura del horno se programó de la siguiente manera: la temperatura inicial 60°C, temperatura final 260°C, calentamiento a razón de 4°C/ minuto. Tiempo total de análisis, 50 minutos. Como gas portador se usó Helio a razón de 0,8 mL/minuto, a volumen constante. La temperatura del inyector fue de 200°C y la del detector de llama de 280°C. Se inyectó manualmente 1,0 µL del aceite esencial neto y se aplicó un reparto de 1:10. Este análisis se utilizó para el cálculo de las áreas de los picos, sin aplicar factores de corrección. Para el cálculo de los índices de retención se inyectó una muestra que contenía una mezcla de n-alcenos (C-8 a C-24). Los resultados se interpretaron mediante comparación de los valores de retención calculados con los valores publicados en la literatura [10].

### Análisis de Gases-Masas

Se utilizó un cromatógrafo HP6890 acoplado a un detector de masas HP 5973, equipado con un inyector automático HP-ALS y una columna capilar de sílice fundida HP-5MS de fenil(5%)-metil (95%)-polisiloxano de 30 m de largo, 0,25 mm de diámetro interno y un espesor de película de 0,25 µm. La energía de ionización utilizada fue de 70 eV. Se inyectó un 1,0 µL de una solución de 2% del aceite disuelto en éter dietílico. Se aplicó un reparto de 50:1 y una temperatura de inyección, así como un programa de temperatura, iguales a los usados para la determinación de los índices de retención. La identificación de los componentes del aceite se realizó mediante comparación computarizada de los espectros de masa de la muestra con los espectros de una biblioteca Wiley (6<sup>ta</sup> ed.). La identificación de los componentes se confirmó mediante los índices de Kováts previamente calculados.

## RESULTADOS

La composición del aceite esencial del híbrido *E.schultzi* x *C.moritziana* procedente del Pico El Águila se muestra en la Tabla 1. Se identificaron 21 compuestos del aceite obtenido de las hojas, que

corresponden a un 94,3% y 18 compuestos del aceite obtenido de los tallos florales, que corresponden a un 93,5%. Los monoterpenos representaron un 84,4% del aceite de las hojas en tanto que los sesquiterpenos constituyeron el 9,4%. En el caso del aceite de los tallos florales los monoterpenos representaron el 80% y los sesquiterpenos el 12,4%. El aldehído nonanal estuvo solamente presente en el aceite de las hojas, lo mismo que el 4-terpineol. En el caso del kaurenal, un aldehído diterpénico que se encuentra presente en todos los frailejones, su contenido fué mayor en los tallos florales que en las hojas.

**TABLA 1**

Abundancia relativa de los compuestos presentes en el aceite esencial del híbrido *E.schultzi* x *C. moritziana* procedente del Pico El Águila.

| COMPUESTO              | INDICE DE KOVATS | HOJAS       | TALLOS FLORALES |
|------------------------|------------------|-------------|-----------------|
| α-tujeno               | 931              | 0,6         | —               |
| α-pineno               | 939              | 30,4        | 33,4            |
| sabineno               | 976              | 0,4         | 0,3             |
| β-pineno               | 980              | 9,0         | 10,9            |
| mirreno                | 991              | 5,9         | 3,1             |
| α-felandreno           | 1005             | 21,8        | 14,4            |
| Δ <sub>2</sub> -careno | 1011             | 3,5         | 3,8             |
| p-cimeno               | 1026             | 9,7         | 11,0            |
| limoneno               | 1031             | 2,2         | 2,7             |
| (Z)-β-ocimeno          | 1040             | 0,2         | 0,1             |
| (E)-β-ocimeno          | 1050             | 0,5         | 0,3             |
| nonanal                | 1102             | 0,2         | —               |
| 4-terpineol            | 1177             | 0,2         | —               |
| α-gurjuneno            | 1409             | 5,4         | 6,6             |
| β-cariofileno          | 1418             | 1,1         | 1,8             |
| germacreno-D           | 1480             | 2,0         | 2,6             |
| β-selineno             | 1485             | 0,2         | 0,3             |
| zingibereno            | 1494             | 0,2         | 0,4             |
| biciclogermacreno      | 1495             | 0,2         | 0,3             |
| espatulenol            | 1576             | 0,3         | 0,4             |
| kaurenal               | 2330             | 0,3         | 1,1             |
| <b>TOTAL</b>           |                  | <b>94,3</b> | <b>93,5</b>     |

## DISCUSIÓN

El aceite esencial del híbrido *E. schultzi* x *C. moritziana* tiene una composición intermedia entre los aceites esenciales de las especies parentales [11,12].

La composición química del aceite esencial del híbrido, al igual que la de los aceites esenciales de *E. schultzi* y *C. moritziana*, se caracterizó por un predominio de los monoterpenos no oxigenados. El α-pineno es particularmente abundante en el aceite de *C. moritziana* llegando a constituir hasta un 57,7%

del aceite de los tallos florales y un 43,3% del de las hojas cuando la planta está en plena floración [12]. En cambio, en *E. schultzi* procedente del Pico El Águila, aunque el  $\alpha$ -pineno es uno de los componentes más abundantes, el aceite de las hojas contiene un 12,2% y el de los tallos florales un 15,1% cuando la planta está en floración [11]. En el caso del híbrido, el aceite de las hojas contenía 30,4% de  $\alpha$ -pineno y un 33,4% el de los tallos florales, como se puede observar en la Tabla 1, lo que representa un valor intermedio entre el contenido en  $\alpha$ -pineno de las especies parentales.

Es también muy ilustrativo el caso del  $\alpha$ -felandreno, que es el compuesto más abundante del aceite de *E. schultzi* procedente del Pico El Águila, tanto en hojas como en tallos florales (52,4% y 39,1%, respectivamente). Por otra parte, el aceite de la *C. moritziana* contiene muy poco  $\alpha$ -felandreno (0,7% y 0,5%) [12]. Pero en este caso, también el aceite del híbrido tuvo un contenido intermedio, 21,8% en el aceite de las hojas y 14,4% del aceite de los tallos florales. Esta característica del aceite del híbrido se cumple sin excepción para todos sus componentes, inclusive para el kaurenal.

#### AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes por el financiamiento concedido para la realización de este proyecto (Fa-301-03-08-EM) y al Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología por una beca a J.I.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Rodríguez B y Cobos TL. (2006). Nuevas especies de frailejones. Disponible en: <http://www.universia.net.co>.
- [2] Rangel-Ch JO, Fernández JL, Celis M, Sarmiento J. Espermatofitos. En: Colombia, Diversidad

Biótica III. La Región de Vida Paramuna. Rangel-Ch, Ed. Universidad Nacional de Colombia, Editorial Univiblos, Bogotá, Colombia; 2000. p 126-378.

[3] Luteyn JL. Paramos, a check list of plant diversity, geographical distribution, and botanical literature. Memoirs of the New York Botanical Garden, Volume 84, New York, USA; 1999. p 84-98.

[4] Cuatrecasas J. A new subtribe in the Heliantheae (Compositae) Espeletiinae. Phytologia. 1976; 35(1): 43-61.

[5] Aristeguieta L. Compositae. En: Lasser T. Ed. Flora de Venezuela. Edición Especial del Instituto Botánico. Caracas; 1964, Vol X (I). p 407-462.

[6] Arnold M. Natural hybridization as an evolutionary process. Annual Review of Ecology and Systematics. 1992; 23: 237-261.

[7] Cuatrecasas J. Speciation and radiation of the Espeletiinae in the Andes. En: Vuilleumier F. y Monasterios M. Eds. High altitude tropical Biogeography. Oxford University Press, New York, USA; 1986. p 267-303.

[8] Van der Hammen T y Cleef A. Development of the Andean paramo flora and vegetation. En: Vuilleumier F. y Monasterios M. (Eds). High altitude tropical Biogeography. Oxford University Press. New York, USA; 1986. p 153-201.

[9] Carr G, King R, Powell A y Robinson H. Chromosome numbers in Compositae XVIII. American Journal of Botany. 1999; 86: 1003-1013.

[10] Adams R P. Identification of Essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Carol Stream, Illinois, USA. Allured Publishing Corporation; 1995.

[11] Ibañez J y Usubillaga A. The Essential oil of *Espeletia schultzi* of different altitudinal populations. Flavour and Fragrance Journal. 2006; 21: 286-289.

[12] Ibañez J y Usubillaga A. The Essential oil of two different populations of *Coespeletia moritziana* (Sch Bip Ex Wedd) Cuatrec. Flavour and Fragrance Journal. 2006; 21: 760-763.