

## Composición de aceites esenciales de diferentes especies de “pimienta” de los géneros *Piper*, *Pimenta*, *Lindera*, *Ruta*, *Schinus* y *Zanthoxylum*

Héctor Alonso-Miguel<sup>1</sup>, María José Pérez-Alonso<sup>1</sup>, Ana Cristina Soria<sup>2</sup>, Manuel Blanco Martínez<sup>1</sup>

**Resumen.** Se ha extraído mediante hidrodestilación el aceite esencial de diez especies usadas como pimienta: *Piper borbonense*, *P. capense*, *P. retrofractum*, *P. nigrum*, *Zanthoxylum bungeanum* y *Z. armatum*, *Lindera neesiana*, *Ruta chalepensis*, *Schinus terebinthifolia*, *Pimenta dioica*. Los análisis realizados mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas encontraron que todas presentan  $\beta$ -felandreno y derivados de cariofileno y felandreno, siendo estos compuestos de propiedades pungentes los característicos de la especia pimienta. El rendimiento de esencia varía desde 0,43% para *R. chalepensis* hasta 7,61% para *P. borbonense*. Los compuestos mayoritarios fueron: *P. borbonense* ( $\alpha$ -felandreno, 12,43%), *P. capense* ( $\delta$ -cadineno, 25,59%), *P. retrofractum* ( $\gamma$ -cadineno, 31,63%), *P. nigrum* ((E)- $\beta$ -cariofileno, 22,88%), *P. dioica* (eugenol, 48,93%), *L. neesiana* (miristicina, 14,13%), *R. chalepensis* (2-undecanona, 64,93%), *S. terebinthifolia* ( $\delta$ -3-careno, 29,21%), *Z. armatum* (linalool, 53,30%); *Z. bungeanum* (linalool, 64,09%). Todo esto muestra las diferencias en el metabolismo secundario de las pimientos y por tanto sus posibles aplicaciones en diferentes industrias.

**Palabras clave:** Pimienta; especia; aceites esenciales; *Piper*; *Ruta*; *Pimenta*; *Lindera*; *Schinus*; *Zanthoxylum*

[en] Composition of essential oils of different species of “pepper” of the *Piper*, *Pimenta*, *Lindera*, *Ruta*, *Schinus* and *Zanthoxylum* genera

**Abstract.** The essential oil of ten species used as pepper has been extracted by hydrodistillation: *Piper borbonense*, *P. capense*, *P. retrofractum*, *P. nigrum*, *Zanthoxylum bungeanum* and *Z. armatum*, *Lindera neesiana*, *Ruta chalepensis*, *Schinus terebinthifolia*, *Pimenta dioica*. The analyzes carried out by means of gas chromatography mass spectrometry found that all of them present  $\beta$ -phellandrene and derivatives of caryophyllene and phellandrene, these compounds with pungent properties being characteristic of the pepper spice. The yield of essence varies from 0.43% for *R. chalepensis* to 7.61% for *P. borbonense*. The major compounds were: *P. borbonense* ( $\alpha$ -phellandrene, 12.43%), *P. capense* ( $\delta$ -cadinene, 25.59%), *P. retrofractum* ( $\gamma$ -cadinene, 31.63%), *P. nigrum* ((E)- $\beta$ -caryophyllene, 22.88%), *P. dioica* (eugenol, 48.93%), *L. neesiana* (myristicin, 14.13%), *R. chalepensis* (2-undecanone, 64, 93%), *S. terebinthifolia* ( $\delta$ -3-carene, 29.21%), *Z. armatum* (linalool, 53.30%); *Z. bungeanum* (linalool, 64.09%). All this shows the differences in the secondary metabolism of peppers and therefore their possible applications in different industries.

**Keywords:** Pepper; spice; essential oils; *Piper*; *Ruta*; *Pimenta*; *Lindera*; *Schinus*; *Zanthoxylum*

### Introducción

La pimienta, definida según la RAE “*como fruto redondo, pequeño, muy aromático y picante*”, es una de las especias más importantes y utilizadas por sus propiedades en la industria alimentaria como saborizante y conservante (Myszka et al. 2019), además de en otras industrias como en medicina y perfumería, siendo responsables de la pungencia de platos y fragancias (Lewis et al. 1969; Richard & Jennings 1971). Las pimientos utilizadas como especias pertenecen a seis géneros diferentes: *Piper*, *Pimenta*, *Lindera*, *Ruta*, *Schinus* y *Zanthoxylum*, siendo las especies del género *Piper*, y más concretamente la especie *P. nigrum*, las originalmente usadas como pimienta. Dentro del género *Piper* se pueden encontrar cuatro especies conocidas como pimienta: de

Madagascar (*P. borbonense* (Miq.) C. DC.), de Timiz (*P. capense* L. f.), Larga de Java (*P. retrofractum* Vahl) y pimienta (*P. nigrum* L.); una especie del género *Pimenta*: pimienta de Jamaica (*P. dioica* (L.) Merr.); dos especies del género *Zanthoxylum*, conocidas como baya de Timur (*Z. armatum* DC.) y pimienta de Sichuán (*Z. bungeanum* Maxim. = *Z. piperitum* Benn.); una especie del género *Lindera*, conocida como baya Siltimur (*L. neesiana* (Wall. ex Nees) Kurz); una especie del género *Ruta*, la baya de la pasión (*R. chalepensis* L.) y una especie del género *Schinus*, conocida como pimienta rosa (*S. terebinthifolius* Raddi).

La parte comercializada como especia pimienta de las diferentes especies es siempre el fruto siendo este de tipo drupa en los géneros *Piper* y *Lindera*, folículo en *Zanthoxylum*, cápsula en *R. chalepensis* y baya en *P. dioica*. Todos estos frutos son llamados comúnmente

<sup>1</sup> Department of Biodiversity, Ecology and Evolution. Universidad Complutense, 28071 Madrid, Spain

H. Alonso-Miguel ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2903-4613>

M. J. Pérez-Alonso ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9017-6565>

M. Blanco ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9741-547X>

<sup>2</sup> Instituto de Química Orgánica General (CSIC), Juan de la Cierva, 3, 28006 Madrid, Spain

A. -C. Soria <https://orcid.org/0000-0001-8045-3883>

E-mail: [hectalon@ucom.es](mailto:hectalon@ucom.es), [mjpa32@ucom.es](mailto:mjpa32@ucom.es), [acsoria@iqog.csic.es](mailto:acsoria@iqog.csic.es), [mbmtloz@gmail.com](mailto:mbmtloz@gmail.com).

como pimienta debido a sus propiedades organolépticas aportando sabor picante a los platos en los que se usa y a la similitud entre los frutos de ellas.

Existen pocos estudios acerca del rendimiento y composición de los aceites esenciales de las pimientas que recoge este estudio. La más estudiada en este aspecto es *P. nigrum* (Bagheri et al. 2014; Martins et al. 1998), en otros casos como el de *P. capense* (Woguem et al. 2013). De todas formas, existen diferentes estudios acerca de las propiedades de las esencias de las diferentes especies de pimienta, en el caso de *P. borbonense* y *P. capense* se ha demostrado su actividad fungicida ante hongos que producen podredumbre en maderas (Soidrou et al. 2013), en el caso de *P. retrofractum* o *Z. armatum* tienen propiedades larvicidas en contra del mosquito vector de leishmaniosis y en contra de la polilla de la col (Chansang et al. 2005; Kumar et al. 2016). *P. nigrum* tiene una gran capacidad antioxidante reduciendo tanto el estrés celular producido por dietas ricas en grasas como ayudando a prolongar la vida útil de alimentos y otros productos (Vijayakumar et al. 2004; Suhaj 2006). Por otra parte, en *P. dioica* se están investigando propiedades antibacterianas, además de antifúngicas (Lorenzo-Leal et al. 2018; Kim et al. 2016). Siguiendo con la otra especie de *Zanthoxylum*, *Z. bungeanum* los estudios están más relacionados sobre sus compuestos anestésicos (Rong et al. 2016) y en *L. neesiana* sobre sus compuestos neuroprotectores y antiinflamatorios (Subedi et al. 2016).

Por último, el uso de *R. chalepensis* y *S. terebinthifolius* puede tener ciertos riesgos, en el caso de *R. chalepensis* se debe al efecto embriotóxico y teratogénico que puede tener (Gonzales et al. 2007) mientras que en el caso de *S. terebinthifolius* se debe efecto alelopático de su aceite esencial y por tanto las consecuencias de su cultivo (Morgan et al. 2005).

El picor que tienen en común estas especies se atribuye principalmente a la composición de sus aceites esenciales, en este estudio el objetivo es identificar la composición de estas esencias que se encuentran en los frutos de cada especie, ya que son unos de los principales responsables del sabor y el aroma, para de esta forma observar las similitudes o diferencias y dilucidar si está justificado su uso común como pimienta.

## Material y métodos

### Material vegetal

El material vegetal consta de un mínimo de 30 gramos de cada una de las siguientes especies de pimienta: *P. borbonense*, *P. capense*, *P. retrofractum* y *P. nigrum* (en su variedad pimienta negra), *P. dioica*, *Z. armatum*, *Z. bungeanum*, *L. neesiana*, *R. chalepensis*, y *S. terebinthifolius* haciendo un total de diez muestras.

Todas las especies fueron proporcionadas por una sola casa comercial para evitar en la medida de lo posibles diferencias debidas al proceso de comercialización. Además, todas las muestras fueron obtenidas secas, evitando aquellas que se encontrasen encurtidas y/o pulverizadas.

### Extracción de aceites esenciales

Cada muestra fue triturada para facilitar la extracción de los diferentes volátiles y a continuación se extrajeron mediante hidrodestilación hasta agotamiento durante 8 horas en un aparato de Clevenger modificado, procedimiento descrito por la Farmacopea Europea (COE 2008). El aceite esencial obtenido fue recolectado con éter dietílico, deshidratado en  $Mg_2SO_4$  anhidro y conservado en condiciones de 4 °C de temperatura y de oscuridad hasta su análisis. El rendimiento de extracción (%) se calculó como la cantidad de aceite esencial extraído por hidrodestilación de 100 g de material seco (Pérez-Alonso & Velasco-Negueruela 1984) con el fin de homogeneizar los resultados obtenidos.

### Identificación y análisis de los aceites esenciales

La composición de los aceites esenciales extraídos de las diferentes especies de pimienta se analizó mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS). El equipo empleado fue un cromatógrafo de gases 7890A acoplado a un detector de espectrometría de masas con analizador de cuadrupolo modelo 5975C (ambos de Agilent Technologies Palo Alto, CA, EE. UU.), utilizando helio como gas portador a ~ 1 ml/min. Las condiciones de inyección del proceso fueron Split (1:20) a 250 °C de temperatura. La columna empleada es Zebron 5% fenilmetil silicona (30 m x 0,25 mm, 0,25 µm de espesor de fase) de Phenomenex (Madrid, España). Las condiciones de extracción utilizadas fueron de 70 °C (0,5 min) a 290 °C (30 min), con una rampa de calentamiento de 6 °C/min.

Los espectros de masas se registraron en modo impacto electrónico a 70 eV, escaneando el rango de 35-450 m/z. La interfaz y la temperatura de la fuente se establecieron en 280 °C y 230 °C, respectivamente.

Los patrones de fragmentación de los espectros de masas obtenidos por GC-MS se analizaron mediante el programa Agilent MSD ChemStation D.01.00 SDK. Los diferentes compuestos volátiles fueron identificados por comparación con aquellos recogidos en las bibliotecas de espectros Wiley (McLafferty & Stauffer 1989) y NIST (Shen et al. 2019) y con datos bibliográficos (Adams 2017). Los diferentes índices de retención de los compuestos fueron tomados de la bibliografía empleada para su identificación. El análisis semicuantitativo se llevó a cabo partir de los porcentajes del área total obtenidos para cada uno de los picos que constituían el perfil cromatográfico.

### Análisis estadístico

Para observar la similitud de las diferentes pimientas analizadas se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con el programa XLSTAT 2018 en función del coeficiente de correlación de Pearson, utilizando el total de 155 compuestos identificados.

## Resultados y discusión

### Rendimiento de aceites esenciales

El rendimiento obtenido de cada pimienta se puede observar en la Tabla 1. De las especies analizadas, *P. borbonense* con un 7,61% es la que muestra

mayor rendimiento en la extracción, seguida de *S. therebenthifolius* con un 5,07%. El menor rendimiento se observó en *R. chalepensis* con un 0,43 %. En el género *Piper* el rendimiento varía dentro del mismo, desde un mínimo de 1,42% en *P. retrofractum* hasta un máximo 7,61% de *P. borbonense* dentro de este género.

Tabla 1. Rendimiento de aceite esencial.

Especie de pimienta	Peso (g)	Volumen (mL)	Rendimiento (%)
<i>P. borbonense</i>	40,09	3,05	7,61
<i>P. capense</i>	44,18	1,60	3,62
<i>P. retrofractum</i>	53,00	0,75	1,42
<i>P. nigrum</i>	48,44	1,05	2,17
<i>P. dioica</i>	43,76	0,75	1,71
<i>L. neesiana</i>	42,22	0,95	2,25
<i>R. chalepensis</i>	46,04	0,20	0,43
<i>S. therebenthifolius</i>	36,47	1,85	5,07
<i>Z. armatum</i>	45,76	0,65	1,42
<i>Z. bungeanum</i>	41,69	0,50	1,20

Los resultados obtenidos en la Tabla 1 son básicos para diferentes industrias ahorrando costes de cultivo o producción, ya que dependiendo del objetivo de dichas industrias la producción de aceite esencial puede ser de siete veces mayor entre una pimienta y otra, entre el mínimo rendimiento de *P. borbonense* y el máximo de *R. chalepensis*.

Por otra parte, el uso moderado de *R. chalepensis* como pimienta a pesar de sus efectos embriotóxicos y teratogénicos (Gonzales et al. 2007) comentados en la introducción se puede explicar y justificar gracias al bajo rendimiento que tiene y además en estudios de etnobotánica recogen otros usos tradicionales de esta planta como digestiva y estimulante del sistema circulatorio utilizándose de manera externa (Pardo de Santayana et al. 2018). De todas formas, sería recomendable el control de esta especie en la industria alimenticia para evitar posibles problemas dado que el rendimiento de aceite esencial puede variar tanto cualitativamente como cuantitativamente debido a factores extrínsecos o intrínsecos de la planta (Figueiredo et al. 2008; Loziene & Venskutonis 2005), y por tanto aumentar su rendimiento en aceite esencial siendo peligroso su uso como especia en ese caso.

### Composición de Aceites Esenciales

La Tabla 2 muestra la composición total de cada uno de los aceites esenciales extraídos. Es importante mostrar el total de compuestos, aunque haya un elevado número que formen el aceite esencial, ya que, en muchas ocasiones, los que se encuentran en menor proporción pueden ser los que sirvan para identificar a nivel de especie como es el caso del metiltrisulfuro en *Citrus junco* dentro de su género (Song et al. 2000).

Entre todas las esencias se han identificado 155 compuestos de los cuales sólo uno de ellos, el  $\beta$ -felandreno, fue identificado en todas las pimientas analizadas. Este compuesto no siempre aparece en las mismas concentraciones, variando desde un 0,44 % en *P. retrofractum* hasta un 9,02% en *Z. armatum*. Ésta última pimienta es la menos diversa en su composición con solo 22 compuestos diferentes seguido por *P. dioica* con 29, en contraposición las pimientas más ricas por diversidad de compuestos son *P. borbonense* y *P. nigrum* con 60 y 49 compuestos respectivamente. Dentro del género mayoritario del estudio, *Piper*, los compuestos en común son:  $\alpha$ -pineno, sabineno,  $\beta$ -pineno,  $\beta$ -felandreno, dehidro-sabinacetona,  $\alpha$ -copaeno,  $\alpha$ -humuleno, óxido de cariofileno y  $\beta$ -copaen-4- $\alpha$ -ol.

Por otra parte, hay que destacar el compuesto mayoritario de cada una de las muestras: en *P. borbonense* es el  $\alpha$ -felandreno con 12,43%, en *P. capense* es el  $\delta$ -cadineno con 25,59%, en *P. retrofractum* es el  $\gamma$ -cadineno con 31,63%, en *P. nigrum* es el (*E*)- $\beta$ -cariofileno con 22,88%, en *P. dioica* es el eugenol con 48,93%, en *L. neesiana* es la miristicina con 14,13%, en *R. chalepensis* es la 2-undecanona con 64,93%, en *S. therebenthifolius* es el  $\delta$ -3-careno con 29,21% y por último, en ambas especies del género *Zanthoxylum* es el linalool el mayoritario con 53,30% (*Z. armatum*) y 64,09% (*Z. bungeanum*).

Teniendo en cuenta los compuestos de cada una de las muestras analizadas, todas tienen un alto contenido en diferentes compuestos con estructura de cariofileno y felandreno que son los principales responsables de la pungencia, explicando por qué se usan como especia bajo el nombre común de pimientas (Lewis et al. 1969; Richard & Jennings 1971).

Respecto al análisis de componentes principales realizado, como se puede observar en la Figura 1, se han situado las muestras en 3 grupos diferentes en función de sus contenidos en los diferentes compuestos. Las dos especies de *Zanthoxylum*, son las únicas que forman un grupo singular de color verde siendo, por su composición rica en limoneno y linalool, las pimientos más diferentes, mientras que los dos grupos restantes están formando uno de color rojo por las especies *Schinus terebenthifolius*, *Piper nigrum* y *Piper borbonense* por mayores niveles de (*E*)- $\beta$ -cariofileno,

$\alpha$ -felandreno,  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno; y otro grupo de color azul que reúne las muestras de las especies de los géneros *Lindera*, *Pimenta*, *Ruta* y dos especies del género *Piper*, *P. capense* y *P. retrofractum*, en el caso de *Lindera*, *Pimenta*, *Ruta* se debe a sus compuestos característicos comentados anteriormente, mientras que las dos especies de *Piper* incluidas en este grupo se encuentran por menores niveles de (*E*)- $\beta$ -cariofileno,  $\alpha$ -felandreno,  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno distanciándolas de las pimientos del mismo género que se encuentran en el grupo anterior de color rojo.

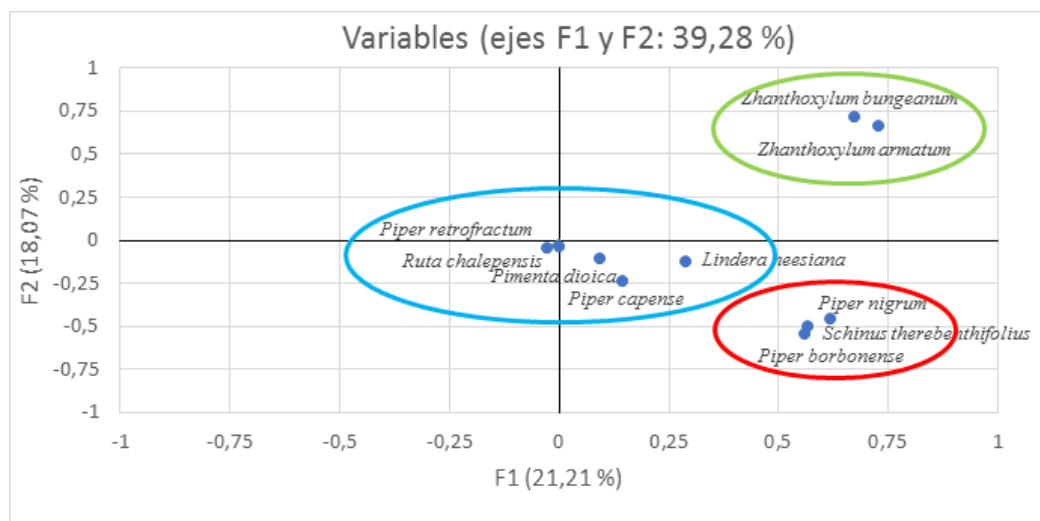


Figura 1. Análisis de componentes principales realizado en función del coeficiente de correlación de Pearson, utilizando los datos que se presentan en la Tabla 2. El F1 representa el 21,21% de la varianza total y el eje F2 representa el 18,07% más de la varianza total

## Conclusiones

– Todas las especies botánicas analizadas presentan compuestos picantes (con estructura de cariofileno y felandreno) en la composición de sus aceites esenciales explicando su uso común como especia “pimienta” (según la RAE fruto redondo, pequeño, muy aromático y picante).

– Se pueden diferenciar 3 grupos dentro de las pimientos debido a su composición.

– El grupo rojo contiene las especies del hemisferio sur cuya composición es la más similar a la pimienta original (*P. nigrum*), este grupo se caracteriza por mayores niveles de (*E*)- $\beta$ -cariofileno,  $\alpha$ -felandreno,  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno.

– El grupo azul se forma, entre otras, por especies del género *Piper* con menores niveles de los compuestos previamente mencionados (grupo rojo), y aquellas especies con componentes diferentes a los esperados en

una pimienta, e incluye a las pimientos del hemisferio norte, salvo las nativas de China, junto con la otra especie del género *Piper* originaria del hemisferio sur, *P. retrofractum*.

– El grupo verde es el más singular, es el formado sólo por las pimientos del género *Zanthoxylum*, ricas en limoneno y linalool, y les confieren propiedades organolépticas más cítricas. Comprende a las especies de pimientos originarias de China

– Las pimientos con mayor poder pungente y, por tanto, más adecuadas a la definición de “pimienta” son las del grupo rojo; las más “aromáticas y cítricas” las del grupo azul.

– Las especies del grupo azul deben su pungencia a otro compuesto y son más suaves, teniendo un alto valor en investigación.

– Las especies del grupo rojo y verde son importantes en alimentación y perfumería respectivamente.

Tabla 2. Composición de aceites esenciales de las diferentes especies de pimienta.

Compuesto	Índice de Kovats	Porcentaje del total (%)										
		<i>Piper borbonense</i>	<i>Piper capense</i>	<i>Piper retrofractum</i>	<i>Piper nigrum</i>	<i>Pimenta dioica</i>	<i>Lindera neesiana</i>	<i>Ruta chalepensis</i>	<i>Schinus terebenthifolius</i>	<i>Zanthoxylum armatum</i>	<i>Zanthoxylum bungeanum</i>	
$\alpha$ -Tujeno	931	0,38	0,13	-	0,99	0,08	0,26	-	0,23	0,25	0,17	
$\alpha$ -Pino	939	3,07	1,35	0,58	6,11	0,17	3,78	-	10,95	0,27	0,36	
Canfeno	953	0,14	-	-	0,23	-	0,23	-	0,17	-	-	
Sabineno	976	0,50	1,22	0,34	9,68	-	0,36	-	1,91	1,24	2,37	
$\beta$ -Pino	980	2,46	1,00	0,33	8,19	0,08	6,26	-	3,03	0,25	0,20	
$\beta$ -Mirreno	991	1,00	0,15	-	1,27	4,30	0,63	-	3,44	2,51	1,02	
$\alpha$ -Felandreno	1005	12,43	3,12	-	1,26	0,48	0,21	1,10	-	0,20	0,17	
$\delta$ -3-Careno	1011	6,70	-	-	8,3	0,06	-	-	29,21	-	-	
$\alpha$ -Terpineno	1018	-	0,15	0,87	6,68	0,13	0,20	-	0,25	0,32	0,73	
p-Cimeno	1022	0,15	0,61	-	0,46	0,36	0,30	0,28	0,79	0,21	0,55	
o-Cimeno	1026	4,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Limoneno	1031	5,76	1,56	0,45	16,56	0,42	4,20	-	10,81	15,92	8,80	
$\beta$ -Felandreno	1031	3,50	1,57	0,44	1,33	2,13	4,95	1,10	1,66	9,02	1,64	
(Z)- $\beta$ -Ocimeno	1040	-	-	-	0,02	0,49	0,47	-	-	-	0,21	
(E)- $\beta$ -Ocimeno	1050	0,21	-	-	-	-	0,36	-	-	-	-	
Bergamal	1056	-	-	-	-	-	0,43	-	-	-	-	
$\gamma$ -Terpineno	1062	0,18	0,17	-	0,39	0,27	0,26	-	0,26	0,47	1,57	
Hidrato de Sabineno	1070	-	-	-	-	-	0,34	-	-	0,30	0,18	
IsoTerpinoleno	1086	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
p-Menta-2,4(8)-diene	1087	-	-	-	0,13	0,57	-	-	0,16	-	-	
$\alpha$ -Terpinoleno	1088	0,25	-	-	0,55	-	0,51	-	0,98	0,49	0,49	
2-Nonanona	1090	-	-	-	-	-	-	0,84	-	-	-	
Linolool	1096	-	-	-	-	-	1,34	-	-	53,3	64,09	
(Z)-Tujona	1102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,32	
(Z)-Óxido de rosa	1108	-	-	-	-	-	0,47	-	-	-	-	
(E)-Tujona	1114	-	-	-	-	-	0,79	-	-	-	0,16	
Dehidro-Sabinacetona	1117	0,54	0,87	0,25	0,21	0,26	-	0,51	-	0,23	0,33	
(E)-Óxido de rosa	1125	-	-	-	-	-	0,29	-	-	-	-	
$\alpha$ -Canfolenal	1126	-	-	-	-	-	0,53	-	-	-	-	
Iso-3-Tujanol	1138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gejjereno	1143	-	-	-	-	-	-	0,74	-	-	-	
Neo-3-Tujanol	1153	-	1,72	0,44	-	-	-	-	-	-	-	









Compuesto	Índice de Kovats	Porcentaje del total (%)											
		<i>Piper borbonense</i>	<i>Piper capense</i>	<i>Piper retrofractum</i>	<i>Piper nigrum</i>	<i>Pimenta dioica</i>	<i>Lindera neesiana</i>	<i>Ruta chalepensis</i>	<i>Schinus terebenthifolius</i>	<i>Zanthoxylum armatum</i>	<i>Zanthoxylum bungeanum</i>		
Ácido dodecanoico	1566	-	-	-	-	-	0,28	-	-	-	-	-	-
(Z)-Isolemicin	1570	1,35	1,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hidrato de Sesquisabineno	1580	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Óxido de Cariofileno	1583	0,96	2,72	2,02	0,25	0,62	2,91	-	-	0,52	0,23	-	-
Dilapiol	1586	4,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glenol	1587	1,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\beta$ -Copaen-4- $\alpha$ -ol	1590	1,19	1,03	1,50	0,34	-	0,34	0,29	0,41	-	-	-	-
Viridiflorol	1592	-	-	-	-	-	-	0,21	-	-	-	-	-
1- <i>epi</i> -Cubanol	1628	-	-	-	-	-	-	0,20	-	-	-	-	-
Eremoligenol	1631	-	-	-	-	-	-	0,24	-	-	-	-	-
<i>epi</i> - $\alpha$ -Cadinol	1640	-	3,59	0,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cariofile-4(12), 8(13)-dien-5 $\alpha$ -ol	1640	-	4,79	3,76	-	-	-	-	1,84	-	-	-	-
Cariofile-4(12), 8(13)-dien-5 $\beta$ -ol	1641	-	-	0,80	-	-	-	-	1,85	-	-	-	-
<i>epi</i> - $\alpha$ -Cadinol	1642	-	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>epi</i> - $\alpha$ -Muurolol	1643	1,55	1,26	-	0,77	-	-	-	-	-	-	-	-
$\alpha$ -Muurolol	1646	2,41	0,20	0,62	0,20	0,42	-	-	-	5,26	-	-	-
$\alpha$ -Eudesmol	1653	0,86	1,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Himachalol	1653	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\alpha$ -Cadinol	1654	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
( <i>E</i> )-Bisabol-11-ol	1668	-	-	-	-	-	-	-	1,04	-	-	-	-
2,4-dimetileter-Flooroacetofenona	1668	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,84	-
2,4-dimetil éter Acetofenona	1668	-	-	-	-	-	-	-	-	1,19	-	-	-
Acetato de occidentalilo	1682	2,69	-	2,58	-	0,11	-	-	-	-	-	-	-
Eudesma-4(15),7-dien-1 $\beta$ -ol	1688	-	-	0,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(Z)- $\alpha$ - <i>trans</i> -Bergamotol	1690	0,36	-	3,00	1,14	-	-	-	-	-	-	-	-
Acetato de Guaiol	1726	0,21	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

El guión (-) significa compuesto no detectado. El color verde representa el compuesto mayoritario en la muestra; El color azul representa el compuesto común entre todas las muestras.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (proyecto AGL2016-

80475-R, AEI / FEDER, UE), y por la Comunidad de Madrid y fondos europeos de los programas FSE y FEDER (proyecto S2018 / BAA-4393, AVANSECAL-II-CM).

## Referencias Bibliográficas

- Adams, R. P. 2017. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. 804 pags. Allure Publ. Co. Ill. USA
- Bagheri, H., Manap, M.Y.B.A. & Solati, Z. 2014. Antioxidant activity of *Piper nigrum* L. essential oil extracted by supercritical CO<sub>2</sub> extraction and hydro-distillation. *Talanta* 121: 220-228.
- Chansang, U., Zahiri, N.S., Bansiddhi, J., Boonruad, T., Thongsrirak, P., Mingmuang, J., Benjapong, N., & Mulla, M.S. 2005. Mosquito larvicidal activity of aqueous extracts of long pepper (*Piper retrofractum* Vahl) from Thailand. *J. Vector Ecol.* 30(2):195.
- Comai, S., Dall'Acqua, S., Grillo, A., Castagliuolo, I., Gurung, K. & Innocenti, G. 2010. Essential oil of *Lindera neesiana* fruit: Chemical analysis and its potential use in topical applications. *Fitoterapia* 81(1): 11-16.
- Council of Europe (COE). 2008. European Directorate for the Quality of Medicines. European Pharmacopoeia (6th Ed.). (EDQM). Strasbourg.
- Figueiredo, A. C., Barroso, J. G., Pedro, L. G., & Scheffer, J. J. (2008). Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour Fragrance J.*, 23(4), 213-226.
- Gonzales, J., Benavides, V., Rojas, R., & Pino, J. 2007. Efecto embriotóxico y teratogénico de *Ruta chalepensis* L. «ruda», en ratón (*Mus musculus*). *Rev. Peru. Biol.* 13(3): 223-226.
- Jain, N., Srivastava, S.K., Aggarwal, K.K., Ramesh, S. & Kumar, S. 2001. Essential oil composition of *Zanthoxylum alatum* seeds from northern India. *Flavour Fragrance J.*, 16(6): 408-410.
- Kim, E., Oh, C.S., Koh, S.H., Kim, H.S., Kang, K.S., Park, P.S., Jang, M.J., Lee, H.R., & Park, I.K. 2016. Antifungal activities after vaporization of ajowan (*Trachyspermum ammi*) and allspice (*Pimenta dioica*) essential oils and blends of their constituents against three *Aspergillus* species. *J. Essent. Oil Res.* 28(3), 252-259.
- Kumar, V., Reddy, S. E., Chauhan, U., Kumar, N., & Singh, B. 2016. Chemical composition and larvicidal activity of *Zanthoxylum armatum* against diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Nat. Prod. Res.*, 30(6), 689-692.
- Lewis, Y.S., Nambudiri, E.S. & Krishnamurthy, N. 1969. Composition of pepper oil. *Perfum. Essent. Oil Rec.*, 60,259-262.
- Lorenzo-Leal, A. C., Palou, E., & López-Malo, A. 2018. Extraction, Composition, and Antibacterial Effect of Allspice (*Pimenta dioica*) Essential Oil Applied in Vapor Phase, 2018. Proceedings of the Workshop: Technology, Science, and Culture: A Global Vision, Universidad de las Américas Puebla. 82-90
- Loziene, K., & Venskutonis, P. R. (2005). Influence of environmental and genetic factors on the stability of essential oil composition of *Thymus pulegioides*. *Biochem. Syst. Ecol.*, 33(5), 517-525.
- Martins, A. P., Salgueiro, L., Vila, R., Tomi, F., Canigüeral, S., Casanova, J., Proença da Cunha, A., & Adzet, T. (1998). Essential oils from four *Piper* species. *Phytochemistry*, 49(7), 2019-2023.
- McLafferty, F.W. & Stauffer, D.B. 1989. The Wiley/NBS Registry of Mass Spectral Data, Volumes 1-7. *J. Chem. Educ.* 66, A256.
- Morgan, E. C. & Overholt, W. A. 2005. Potential allelopathic effects of Brazilian pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi, *Anacardiaceae*) aqueous extract on germination and growth of selected Florida native plants. *J. Torrey Bot. Soc.* 132(1), 11-15.
- Myszka, K., Leja, K., & Majcher, M. (2019). A current opinion on the antimicrobial importance of popular pepper essential oil and its application in food industry. *J. Essent. Oil Res.*, 31(1), 1-18.
- Negi, J. S., Bisht, V. K., Bhandari, A. K., Bisht, R., & Kandari Negi, S. 2012. Major constituents, antioxidant and antibacterial activities of *Zanthoxylum armatum* DC. essential oil. *Iran. J. Pharmacol. Ther.* 11(2), 68-0.
- Pardo de Santayana, M., Morales, R., Tardío, J., Molina, Aceituno-Mata, L., & Molina, M. 2018. Inventario español de los conocimientos tradicionales relativos a la biodiversidad. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Tomo 2, 296-303.
- Pérez-Alonso, M.J. & Velasco-Negueruela, A.. 1984. Essential oil analysis of *Thymus villosus* subsp. *lusitanicus*. *Phytochemistry*: 23(3), 581-582.
- Richard, H.M. & Jennings, W.G. 1971. Volatile composition of black pepper. *J. Food Sci.*, 36,584-589.
- Rong, R., Cui, M. Y., Zhang, Q. L., Zhang, M. Y., Yu, Y. M., Zhou, X. Y., & Zhao, Y. L. 2016. Anesthetic constituents of *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. A pharmacokinetic study. *J. Sep. Sci.*, 39(14), 2728-2735.
- Shen, V.K., Siderius, D.W., Krekelberg, W.P. & Hatch, H.W. (eds). 2019. NIST Standard Reference Simulation Website, NIST Standard Reference Database Number 173, *J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol.*, Gaithersburg MD, 20899. Disponible en: <http://doi.org/10.18434/T4M88Q> (consultado el 5 de Febrero de 2019).
- Soidrou, S. H., Farah, A., Satrani, B., Ghanmi, M., Jennan, S., Hassane, S. O. S., Lachkar M., El Abed, S., Ibsouda Koraichi, S., & Boustia, D. 2013. Fungicidal activity of four essential oils from *Piper capense*, *Piper borbonense* and *Vetiveria zizanioides* growing in Comoros against fungi decay wood. *J. Essent. Oil Res.*, 25(3), 216-223.

- Song, H. S., Sawamura, M., Ito, T., Kawashimo, K., and Ukeda, H. (2000). Quantitative determination and characteristic flavour of *Citrus junos* (yuzu) peel oil. *Flavour Fragrance J.* 15, 245–250.
- Subedi, L., Gaire, B. P., Do, M. H., Lee, T. H., & Kim, S. Y. 2016. Anti-neuroinflammatory and neuroprotective effects of the *Lindera neesiana* fruit in vitro. *Phytomedicine*, 23(8), 872-88
- Suhaj, M. 2006. Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review. *J. Food Compos. Anal.*, 19(6-7), 531-537.
- Vijayakumar, R. S., Surya, D., & Nalini, N. 2004. Antioxidant efficacy of black pepper (*Piper nigrum* L.) and piperine in rats with high fat diet induced oxidative stress. *Redox Rep.*, 9(2), 105-110.
- Woguem, V., Maggi, F., Fogang, H. P. D., Taponjoui, L. A., Womeni, H. M., Quassinti, L., Bramucci, M., Vitali, L. A., Petrelli, D., Lupidi, G., Papa, F., Vittori, S., & Barboni, L. 2013. Antioxidant, Antiproliferative and Antimicrobial Activities of the Volatile Oil from the Wild Pepper *Piper capense* Used in Cameroon as a Culinary Spice. *Nat. Prod. Commun.*, 8(12), 1934578X1300801234.

