

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y AGROAMBIENTAL



**ESTUDIO DEL AROMA EN FRESCO DE LA CORTEZA DE LOS
CÍTRICOS**

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio – 2025

Autor: Eugenia Jimena Tuñas De Aza

Tutor/es: Concepción Obón De Castro

Vanessa Martínez Frances

RESUMEN / ABSTRACT

ESTUDIO DEL AROMA EN FRESCO DE LA CORTEZA DE LOS CÍTRICOS.

La diversidad del género *Citrus* es enorme y su taxonomía muy compleja. En este trabajo se propuso como objetivo el estudio de la diversidad de los aceites esenciales en la corteza de distintas especies, híbridos y variedades de frutos de cítricos. Para ello se recolectaron 71 muestras que se agruparon en 16 grupos. Se empleó raspado en fresco para obtener el aceite esencial y se analizó su composición mediante espectroscopia de masas por cromatografía de gases de espacio de cabeza.

Se identificaron 81 compuestos diferentes, de los cuales se seleccionaron 19 mayoritarios. Se concluyó que de los 19 compuestos 4 destacan sobre el resto: D-Limoneno, beta-pineno, alfa-pineno, y gamma-terpineno. Se observó que el D-Limoneno es el compuesto principal del 93,7% de los grupos estudiados y que presenta una relación inversa con el beta-pineno.

Palabras clave: *Citrus*, aceite esencial, corteza, D-Limoneno, aroma.

STUDY OF THE AROMA OF CITRUS FRUIT PEEL.

The diversity of the *Citrus* genus is enormous and its taxonomy very complex. The objective of this study was to investigate the diversity of essential oils in the peel of different species, hybrids, and varieties of citrus fruits. 71 samples were collected and grouped into 16 groups. Fresh scraping was used to obtain the essential oil, and its composition was analyzed using headspace gas chromatography mass spectrometry.

Eighty-one different compounds were identified, of which 19 major compounds were selected. It was concluded that of the 19 compounds, 4 stand out from the rest: D-Limonene, beta-pinene, alpha-pinene, and gamma-terpinene. It was observed that D-Limonene is the main compound in 93.7% of the groups studied and that it has an inverse relationship with beta-pinene.

Key words: *Citrus*, essential oil, peel, D-Limonene, scent.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que han hecho posible la realización de este Trabajo de Fin de Grado. En primer lugar, a mis tutoras Concepción Obón De Castro y Vanessa Martínez Frances, por su orientación, apoyo y paciencia.

También quiero agradecer al Profesor Diego Rivera Nuñez de la Universidad de Murcia, por su valiosa ayuda y colaboración en la recopilación de materiales e información necesarios para la elaboración de este trabajo.

Este trabajo no habría sido posible sin su ayuda y dedicación, y estoy muy agradecida por ello.

Por último, agradecer todo el apoyo recibido por parte de mi familia durante estos años de estudio.

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	7
1.1 – Diversidad del género <i>Citrus</i>	7
1.1.1- Especies ancestrales de género <i>Citrus</i>	7
1.2.1- Origen de la diversidad: hibridaciones.....	10
1.2- El olor de los cítricos.....	12
1.2.1- Formas de extracción.	13
2.- OBJETIVOS.	17
3.- MATERIAL Y METODOS.....	18
3.1- Selección y recogida de material.....	18
3.2- Procesado de muestras para la elaboración de los pliegos de herbario.....	26
3.3- Análisis del aceite esencial.....	29
4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
5.- CONCLUSIONES	52
6.- BIBLIOGRAFÍA.....	53

ANEXO I

1.- INTRODUCCIÓN

1.1 – Diversidad del género *Citrus*

Citrus es uno de los géneros con la taxonomía más compleja y diversa. Los dos sistemas taxonómicos empleados comúnmente son Swingle & Reece (1967) y Tanaka (1977), que reconocen 16 y 162 especies, respectivamente. Sin embargo, estos dos sistemas a menudo se contradicen entre sí debido a la compatibilidad sexual entre las especies del género y la frecuente aparición de apomixis, reproducción asexual por medio de semillas. La alta variabilidad fenotípica y genética de los taxones de cítricos refleja una larga historia de cultivo, en la que muchas mutaciones e hibridaciones naturales dieron lugar a la gran diversidad de hoy en día del género *Citrus* (Luro *et al.*, 2017).

1.1.1- Especies ancestrales de género *Citrus*.

Un estudio basado en análisis bioquímicos (Scora, 1975) y en polimorfismo morfológico (Barret & Rhodes, 1976) sugería que únicamente hay tres especies ancestrales dentro del género *Citrus*: *Citrus medica* L., *Citrus maxima* (Burm.) Merr y *Citrus reticulata* Blanco.

Estudios posteriores basados en marcadores moleculares mediante polimorfismos de longitud de fragmentos de restricción (RFLP), amplificación aleatoria de ADN polimórfico (RAPD), secuencia caracterizada de amplificación (SCARs), microsatélites (SSR) y polimorfismo de nucleótido único (SNP) confirmaron la idea de que estas tres especies eran sin duda antepasados de los cítricos cultivados. Además, también propusieron a *Citrus micrantha* Wester como la cuarta especie ancestral (Deng *et al.*, 2020).

Hoy en día las cuatro especies ancestrales más aceptadas son *C. medica*, *C. maxima*, *C. reticulata* y *C. micrantha*.

En el estudio realizado por Ollitrault *et al.* (2020), se describe la distribución, hibridaciones y morfología del fruto de las 4 especies ancestrales:

Citrus medica L. es una especie extendida sobre todo por el noreste, centro y sur de la India, Bangladesh, Myanmar, Bután etc. Se considera la primera especie introducida en la cuenca mediterránea tras la invasión de Persia por parte de Alejandro Magno.

Esta especie se encuentra comúnmente representando al progenitor masculino en las hibridaciones debido a que *C. medica* es una especie capaz de autofecundarse usando su propio polen (autocompatible) y que principalmente mantiene sus flores cerradas ayudando a la autopolinización (cleistógama) lo que provoca una alta homocigosidad en los cultivares modernos por endogamia.

Como se observa en la figura 1, *C. medica* presenta un fruto amarillo cuando está maduro. La corteza es muy gruesa y fragante, con segmentos pequeños, llenos de vesículas de pulpa de color verdoso pálido. Por lo general contienen pocas semillas.

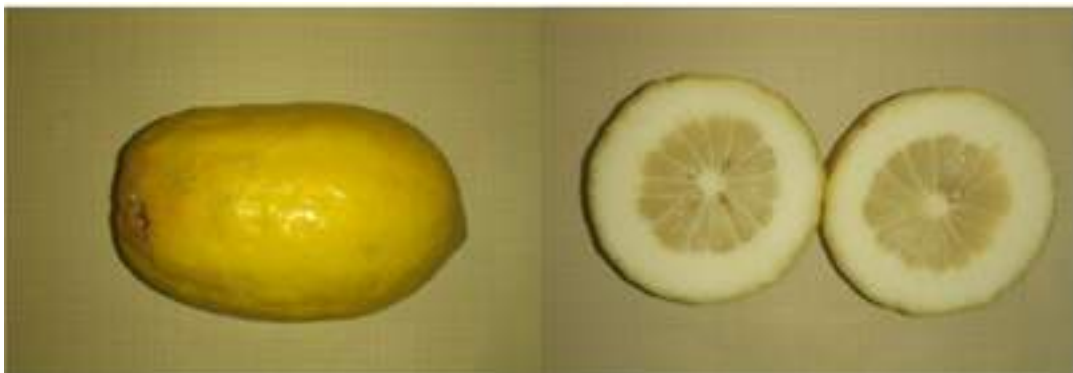


Figura.1: *Citrus medica* L. 'Diamante'

La especie *C. maxima* (Burm.) Merr. (= *C. grandis* (L.) Osbeck) tiene una amplia distribución y se cultiva sobre todo en el sudeste asiático y el archipiélago de las Indias Orientales con el nombre común de “pummelo”. Fue introducida en el Caribe durante el periodo del descubrimiento del Nuevo Mundo. Una hibridación natural con el naranjo dulce de la región produjo lo que hoy conocemos como pomelo.

Según la descripción hecha por Swingle & Reece (1967), *C. maxima* presenta los frutos más grandes del género *Citrus*. Son oblongo-esferoides o subpiriformes con semillas grandes, gruesas y arrugadas. El fruto suele presentar una corteza gruesa y vesículas de pulpa muy grandes en comparación con otras especies del género *Citrus*. Las membranas que encierran los gajos son muy fuertes y pueden pelarse con facilidad (Figura 2).



Figura.2: *Citrus maxima* (Burm.) Merr. 'Kao Pan'

Actualmente, de la especie ancestral ***Citrus reticulata* Blanco**, únicamente se considera *C. tachibana* (Mak.) Tanaka y *C. reticulata* var. *austera* Swingle especies que no han sido introgresadas por *C. maxima*.

C. reticulata var. *austera* Swingle es frecuente de la región de Swatow de Kwangtung, donde se utiliza como portainjerto y se encuentra de forma natural en Assam (India), China y Japón. *C. tachibana* (Mak.) Tanaka está extendida desde el sur de Taiwán hasta la provincia suroccidental de la isla principal de Japón (Ollitrault *et al.*, 2020)

C. reticulata (Figura 3) presenta unos frutos pequeños globosos ligeramente deprimidos con una corteza anaranjada al madurar, lisa y suelta de unos 4mm de grosor, y con muchas semillas. El fruto está compuesto de vesículas de pulpa pequeñas y cortas pegadas entre sí, pero dispuestas irregularmente y fáciles de romper dando un zumo amarillo rojizo ácido.

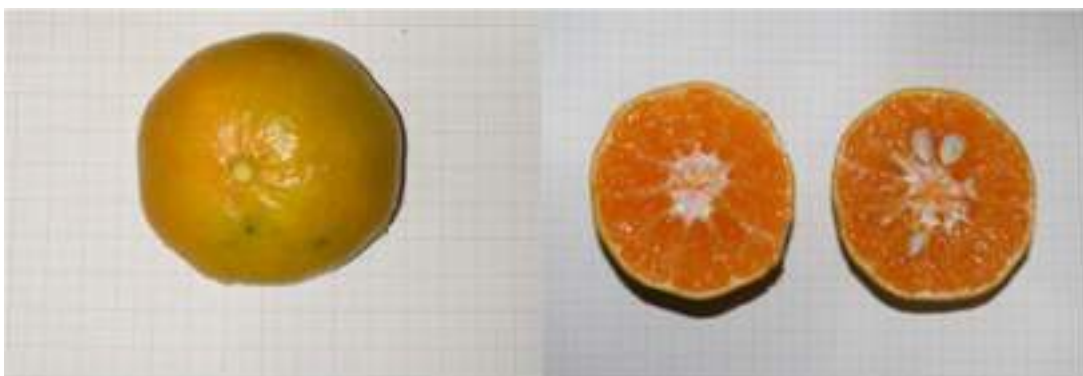


Figura.3: *Citrus x tangor* Tanaka (= *C. reticulata* Blanco subsp. *reticulata* x *C. x aurantium* L. var. *sinensis* (L.) Osbeck) 'Ellendale'

Citrus micrantha Wester (= *C. hystrix* DC.) se cultiva a pequeña escala para lavar el cabello en el sur de las islas Filipinas. No se come y no tiene mayor importancia económica. En 1915 Wester describió dos variedades de la especie *C. micrantha* var. *micrantha* Wester y *C. micrantha* var. *microcarpa* Wester. Las dos variedades presentan rasgos similares.

Como se puede observar en la figura 4, *C. micrantha* presenta frutos obovados a oblongo-obovados, de 5-7 cm de longitud y 3-4 cm de diámetro transversal (de contorno redondeado). Su piel es bastante gruesa, de color amarillo limón, lisa o con ondulaciones transversales. La pulpa es jugosa y ácida. Además, el fruto presenta numerosas semillas planas puntiagudas y reticuladas (Wester, 1915).

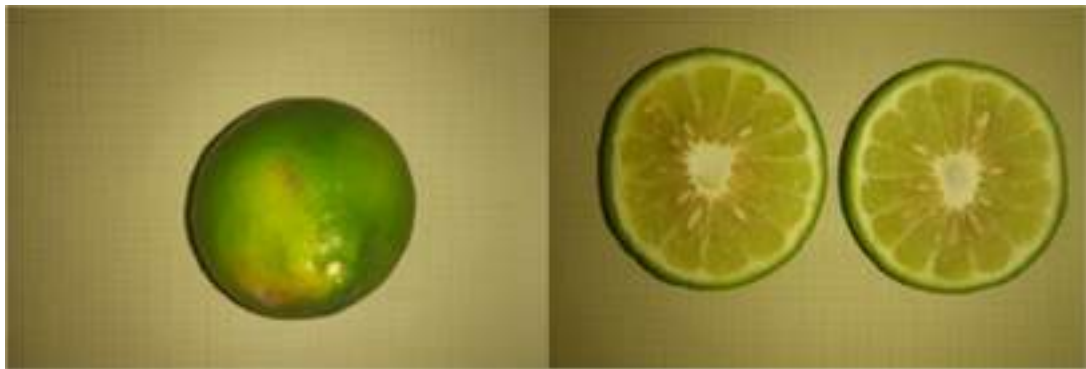


Figura.4: *C. micrantha* Wester 'Papeda Cabuyao'

1.2.1- Origen de la diversidad: hibridaciones.

Durante el último siglo, han surgido numerosas hipótesis sobre la historia y el origen geográfico del género *Citrus*. Sin embargo, las evidencias actuales confirman que los cítricos tienen su origen geográfico entre el Sureste de China y noreste de la India, en las estribaciones del Himalaya y llegando hasta las Filipinas. En estas regiones, fueron cultivados y consumidos desde la antigüedad, expandiéndose posteriormente hacia Oriente Medio, Europa y, finalmente, el hemisferio occidental (Scora, 1975; Webber, 1943, 1967).

Los cítricos fueron de los primeros frutos domesticados y explotados por el ser humano, lo que ha dado lugar a una larga historia de selección y domesticación. La mayoría de las variedades cultivadas provienen de sus ancestros silvestres o se cruzaron mediante

selección con el objetivo de mejorar características agronómicas como el sabor, la calidad, el rendimiento y la resistencia. A lo largo de siglos la domesticación, selección, propagación clonal, múltiples orígenes y el frecuente flujo genético entre especies silvestres y cultivadas, ha contribuido al desarrollo de la abundante diversidad genética que se tiene hoy en día en el género *Citrus* (Deng *et al.*, 2020).

La taxonomía y la sistemática de los cítricos es compleja y el número exacto de especies naturales sigue sin estar completamente definido. Esto es debido a que los cítricos y sus géneros relacionados se hibridan fácilmente en la naturaleza. Además, algunas variedades son híbridos propagados clonalmente mediante apomixis. La ausencia de barreras reproductivas estrictas entre diferentes especies significa que muchos cultivares modernos tienen un origen interespecífico, lo que dificulta la delimitación precisa del número de especies naturales (Deng *et al.*, 2020).

Como se ha nombrado anteriormente, estudios con marcadores moleculares sugerían tres especies ancestrales *Citrus medica* L., *Citrus reticulata* Blanco y *Citrus maxima* (Burm.) Merr y una cuarta considerada posteriormente *Citrus micrantha* Wester. Hoy en día se conoce que los cítricos cultivados y otras especies dentro del género *Citrus* provienen de las hibridaciones entre estas especies ancestrales o con otras del subgénero *Papeda* y sus parientes cercanos.

El origen genético de muchos de los cítricos híbridos de hoy en día provienen de las especies ancestrales citadas anteriormente.

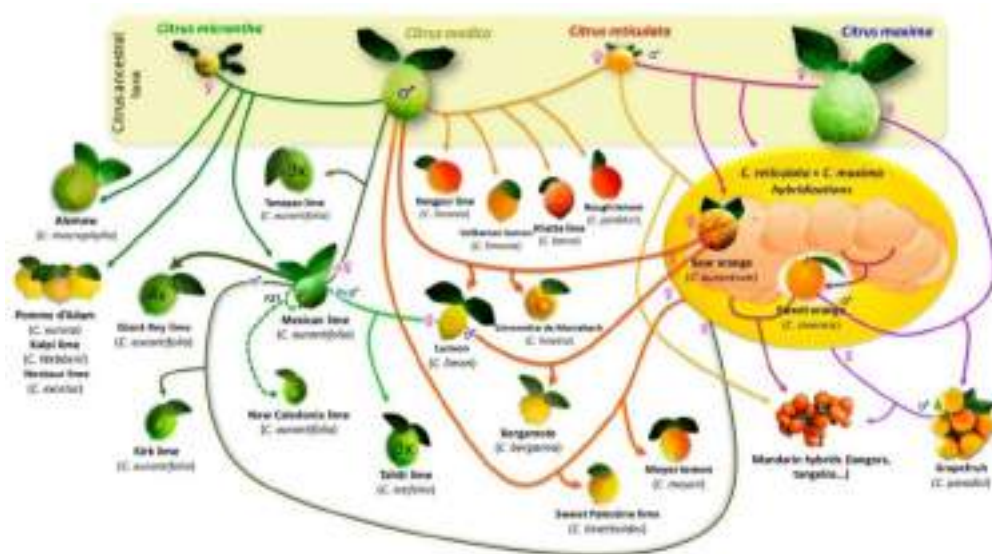


Figura.5: Origen genético de las principales hibridaciones del género *Citrus* (Luro *et al.*, 2017).

En la figura 5 se muestran algunas de las hibridaciones de las cuatro especies ancestrales (Luro *et al.*, 2017):

- La naranja amarga, *Citrus x aurantium*: se considera un híbrido natural de una cimboba y mandarina, *C. maxima* x *C. reticulata*.
- La naranja dulce, *Citrus x sinensis*: es un híbrido natural que heredó predominantemente rasgos de mandarina con algo de cimboba, originado de una hibridación desconocida, seguido de un retrocruzamiento con una mandarina (*C. maxima* x *C. reticulata*) x *C. reticulata*.
- El pomelo, *Citrus x paradisi*: se atribuye a una hibridación natural entre la cimboba y la naranja dulce, *C. maxima* x *C. sinensis*.
- El limón, *Citrus x limon*: probablemente surgió de la hibridación entre la naranja amarga, *C. aurantium* y el cidro, *C. medica*.
- La lima, *Citrus x aurantifolia*: se trata de un cruce interespecífico directo entre *C. medica* y *C. micrantha*.
- La mandarina clementina, *Citrus x clementina*: es un híbrido de mandarina y naranja dulce *C. reticulata* x *C. sinensis*.

Todo esto ha dado lugar a la enorme diversidad de cítricos que conocemos hoy en día.

1.2- El olor de los cítricos.

Los aceites esenciales son compuestos aromáticos muy volátiles que se obtienen de las plantas. Debido a su volatilidad pueden extraerse fácilmente mediante distintos métodos. Las glándulas encargadas de secretar el aceite se encuentran en los frutos, las flores, las semillas, la corteza, la madera, las hojas, etc. (Naeem *et al.*, 2018).

Sonwa (2000) define los aceites esenciales como un producto bioquímico o combinación de productos similares que son generados en un fluido citoplasmático y se encuentran en un espacio intercelular en forma de diminutas gotas. Además de ser de naturaleza altamente olorosa y volátil.

1.2.1- Formas de extracción.

Los aceites esenciales generalmente se extraen mediante métodos como destilación al vapor, prensado en frío y extracción con solventes, dependiendo de la planta. Para compararlos entre sí se ha de tener en cuenta que puede variar la composición del aceite extraído dependiendo del método escogido ya que la calidad de los aceites esenciales puede verse influenciada por las temperaturas, presiones o vapores. Los métodos de extracción más comunes según New Directions Aromatics (NDA, 2017) son:

- Destilación al vapor.

La destilación al vapor es el método más empleado para extraer y aislar los aceites esenciales. Esto ocurre cuando al recipiente donde se encuentra el material vegetal macerado en agua (alambique) se le aplica calor, liberándose así tanto el solvente como las moléculas aromáticas de la planta, que se evaporan. Los compuestos vegetales vaporizados se dirigen al condensador y mediante una tubería separada de salida de agua fría el vapor vuelve a su estado líquido y se acumula en el separador donde finalmente se obtienen los aceites esenciales.

- Extracción de CO₂

A diferencia de la destilación por vapor que varía la composición en los aceites dependiendo de las temperaturas y del tiempo empleado, el proceso de extracción por CO₂ no altera la composición por estas variables. La diferencia radica en que, en lugar de agua caliente o vapor, en este método se emplea CO₂ como disolvente. El proceso consiste en bombear dióxido de carbono presurizado en estado líquido a una cámara con el material vegetal donde el CO₂ actúa como disolvente extrayendo los aceites esenciales de la planta, para después extraerlos al volver el CO₂ a presión natural y evaporarlo.

- Extracción por prensado en frío.

Este método se emplea especialmente para extraer los aceites esenciales de las cáscaras de cítricos. Para ello se coloca el fruto en un dispositivo que lo perfora mecánicamente para romper los sacos de aceite esencial, ubicados en la parte inferior de la cáscara. El aceite esencial y los pigmentos se vierten en el área de recolección del dispositivo y se prensa toda la fruta para extraer el jugo y el aceite para posteriormente centrifugarlos y separar el aceite de la capa de jugo (Figura 6).



Figura.6: Proceso de extracción por prensado en frío (NDA, 2017).

- Extracción con disolventes.

En este método se emplean solventes como el hexano y el etanol. Es el método idóneo para material vegetal con baja producción de aceites esenciales o delicado, que no soporta la presión de la destilación al vapor. Este método también produce una fragancia más fina que cualquier otro método de destilación y consiste en tratar el material vegetal con el disolvente mencionado anteriormente lo que produce un compuesto ceroso llamado concreto que al mezclarlo con alcohol libera las partículas de aceite.

- Maceración.

Los aceites macerados, también conocidos como aceites infusionados, se crean al utilizar aceites portadores como disolventes. La ventaja de un aceite macerado, en comparación con un aceite destilado, es que captura una mayor cantidad de la esencia de la planta, ya que captura moléculas vegetales más pesadas y grandes que las capturadas en el proceso de destilación. Para ello se debe conservar el material vegetal sin humedad, para posteriormente tritarlo o molerlo hasta obtener un polvo moderadamente grueso. A este

producto se le añade disolvente (Menstruum) y se deja reposar la mezcla durante una semana agitándola de vez en cuando. Tras este periodo se cuele el líquido y se clarifica mediante filtración o subsidencia.

- Enfleurage.

El enfleurage no se emplea comúnmente hoy en día, pero es uno de los métodos más antiguos de extracción de aceites esenciales que utiliza grasa. El proceso puede realizarse en caliente o en frío. En ambos casos, la grasa saturada con la fragancia se denomina "pomada de enfleurage". El proceso consiste en extender la grasa vegetal o animal altamente purificada e inodora, generalmente manteca de cerdo o sebo, sobre placas de vidrio y dejar reposar para posteriormente colocar el material vegetal sobre la capa de grasa y prensar durante varios días hasta que se impregne la grasa. El enfleurage caliente sigue el mismo proceso la única diferencia es que la grasa se calienta.

1.2.2- Su importancia en la perfumería y en la alimentación.

El uso de fragancias está presente en casi todos los aspectos de la vida diaria. Estos compuestos aromáticos no se encuentran únicamente en perfumes o colonias, sino que también están en una gran variedad de productos cotidianos como alimentos, bebidas, artículos de higiene personal (jabones, desodorantes, lociones corporales, geles de baño, etc.) así como en cosméticos y productos de limpieza. Además, tienen una función esencial, ya que contribuyen a aumentar el atractivo del producto hacia el consumidor (Coppen *et al.*, 1995).

Entre las fragancias más apreciadas destacan las de origen natural, en particular los aceites esenciales, que han ganado popularidad debido a su rica composición de compuestos activos y sus altas propiedades aromáticas. Estos aceites también poseen cualidades beneficiosas para la piel lo cual los convierte en ingredientes muy valorados dentro de la formulación de productos para el cuidado personal. Debido a esto su uso se ha extendido considerablemente en la elaboración de cosméticos modernos (Aumeeruddy-Elalfi *et al.*, 2018).

Muchas industrias recurren a fragancias sintéticas desarrolladas en laboratorios, que buscan replicar los componentes químicos y aromáticos presentes en los aceites naturales.

Esto resulta más económico en muchos casos y permite una producción a gran escala. Sin embargo, es posible que las fragancias sintéticas no contengan los beneficios de los aceites esenciales vegetales naturales e incluso podrían ser peligrosas para el consumo humano (Cavanaugh, 2013).

Además, los últimos años ha surgido una creciente preferencia por las fragancias naturales, lo que ha impulsado el crecimiento del mercado mundial de aceites esenciales. Esto es debido a una mayor conciencia del consumidor sobre los beneficios para la salud asociados con los ingredientes naturales (Sharmeen *et al.*, 2021).

En el caso particular de la industria de los cosméticos, algunos aceites esenciales, como el de naranja, han demostrado ser altamente rentables gracias a sus múltiples beneficios para la piel. Otros aceites, como el de limón también destacan por sus propiedades antisépticas y antimicrobianas. Esto ha abierto nuevas posibilidades de innovación y desarrollo de productos naturales, lo que representa una oportunidad significativa de crecimiento para las empresas del sector (Ahuja *et al.*, 2023).

2.- OBJETIVOS.

Este trabajo tiene como **objetivo principal** el estudio de la diversidad de los aceites esenciales en la corteza de distintas especies, híbridos y variedades de frutos de cítricos.

Para alcanzar este objetivo principal se proponen los siguientes **objetivos secundarios**:

1. Recolectar y fotografiar muestras de cítricos cultivados en el Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia y en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela, de la Universidad Miguel Hernández.
2. Preparar un pliego de herbario de cada muestra.
3. Extraer mediante raspado en fresco el aceite esencial de la corteza de los frutos.
4. Cuantificar los compuestos mediante análisis de espectroscopia de masas por cromatografía de gases de espacio de cabeza (HS-GCMS).
5. Estudiar y comparar la variación en la composición de los aceites esenciales entre distintos grupos de cítricos.

3.- MATERIAL Y METODOS.

3.1- Selección y recogida de material.

Se recolectaron 71 muestras de cítricos, 62 provenientes del Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia (latitud 38°1'5.9" N, longitud 1°10'12" W) y 9 de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela, de la Universidad Miguel Hernández (latitud 38°4'3.589" N, longitud 0°58'58.903" W) (Figura 7).



Figura.7: Localización de la Universidad de Murcia y de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela.

La recolección se llevó a cabo en nueve días repartidos en los meses de noviembre, diciembre y enero con la intención de recoger el fruto en el mejor estado fisiológico para el análisis (Tabla 1). Tras la recolección se clasificaron las muestras en 16 grupos siguiendo el trabajo de Ollitrault *et al.* 2020:

- Papeda ancestral.
- Limas.
- Naranjas.
- Mandarinas y clementinas.
- Limones y limetas.
- Kumquats, calamondines y limequats.
- Cidras.

- Cimbobas.
- Pompías.
- Lumias.
- Pomelos.
- Bergamotas.
- Mandarinas ancestrales.
- Melarrosas.
- Limas palestinas.
- Otros cítricos.

Muestra	Grupo	Especie	Cultivariedad	Fecha de recolección	Lugar de recolección
1	Papeda ancestral	<i>C. micrantha</i> Wester (= <i>Citrus hystrix</i> DC.)	Papeda di Maurizio, Lima Kafir	4-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
2	Papeda ancestral	<i>C. micrantha</i> Wester (= <i>Citrus hystrix</i> DC.)	Papeda di Maurizio, Lima Kafir	4-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
3	Papeda ancestral	<i>C. micrantha</i> Wester (= <i>Citrus hystrix</i> DC.)	Papeda di Maurizio, Lima Kafir	11-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
4	Limas	<i>Citrus</i> x <i>aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle (= <i>Citrus medica</i> x <i>C. micrantha</i>)	Acida	11-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
5	Papeda ancestral	<i>C. micrantha</i> Wester (= <i>Citrus hystrix</i> DC.)	Papeda di Maurizio, Lima Kafir	11-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
6	Naranjas	<i>Citrus</i> x <i>aurantium</i> L. var. <i>aurantium</i> (= <i>Citrus maxima</i> x <i>C. reticulata</i>)	Bouquetier de Nice	18-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
7	Mandarinas y clementinas	<i>Citrus</i> x <i>aurantium</i> L. var. <i>deliciosa</i> (= <i>C. x deliciosa</i> Ten. = <i>Citrus reticulata</i> x)(<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>)	Mandarino cf. Avana	18-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia

8	Mandarinas y clementinas	<i>Citrus x aurantium</i> L. var. <i>clementina</i> (= <i>C. x deliciosa</i> Ten. x)(<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>)	Clementino	18-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
9	Mandarinas y clementinas	<i>Citrus x tangor</i> Tanaka (= <i>C. reticulata</i> Blanco subsp. <i>reticulata</i> x <i>C. x aurantium</i> L. var. <i>sinensis</i> (L.) Osbeck)	Ellendale	18-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
10	Mandarinas ancestrales	<i>Citrus x depressa</i> Hayata (= <i>Citrus reticulata</i> x (<i>C. maxima</i> x (<i>C. medica</i> x <i>C. cavaleriei</i>)))	Shekwasha	18-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
11	Mandarinas y clementinas	<i>Citrus x aurantium</i> L. var. <i>clementina</i> (= <i>C. x deliciosa</i> Ten. x)(<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>)	Clementino rugoso	18-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
12	Mandarinas y clementinas	<i>Citrus x aurantium</i> L. var. <i>deliciosa</i> (= <i>C. x deliciosa</i> Ten. = <i>Citrus reticulata</i> x)(<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>)	Tardivo	18-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
13	Naranjas	<i>Citrus x aurantium</i> L. var. <i>sinensis</i> L. (= <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, = <i>Citrus maxima</i> x <i>C. reticulata</i>)	Newhall	18-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
14	Naranjas	<i>Citrus x aurantium</i> L. var. <i>sinensis</i> L. (= <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, = <i>Citrus maxima</i> x <i>C. reticulata</i>)	Ovale	18-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
15	Naranjas	<i>Citrus x aurantium</i> L. var. <i>sinensis</i> L. (= <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, = <i>Citrus maxima</i> x <i>C. reticulata</i>)	Bionda del Gargano	18-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
16	Naranjas	<i>Citrus x aurantium</i> L. var. <i>sinensis</i> L. (= <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, = <i>Citrus maxima</i> x <i>C. reticulata</i>)	Fisher navel C4068	18-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
17	Limas	<i>Citrus x latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka (= <i>Citrus x aurantiifolia</i> (= <i>Citrus medica</i> x <i>C. hystrix</i>) x <i>C. x limon</i> (= <i>Citrus medica</i> x (<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>)))	Bearss	18-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
18	Limonos y limetas	<i>Citrus x limon</i> (L.) Burm. f. var. <i>limon</i> (= <i>Citrus medica</i> x (<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>))	Variegado	18-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
19	Kumquats, calamondines y limequats	<i>Citrus japonica</i> Thunb. var. <i>margarita</i> (= <i>Fortunella margarita</i> (Lour.) Swingle)	Nagami kumquat	20-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia

20	Kumquats, calamondines y limequats	x <i>Citrofortunella swinglei</i> J.W.Ingram & H.E.Moore (= <i>Citrus aurantiifolia</i> x <i>Fortunella margarita</i>)	Tavares	20-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
21	Naranjas	<i>Citrus x aurantium</i> L. var. <i>myrtifolia</i> Ker Gawl. (= <i>C. x myrtifolia</i> Raf.)	Chinotto	20-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
22	Kumquats, calamondines y limequats	<i>Citrus x microcarpa</i> Bunge (= x <i>Citrofortunella microcarpa</i> (Bunge) Wijnands, = <i>Citrus japonica</i> x <i>C. reticulata</i>)	Variegata	20-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
23	Naranjas	<i>Citrus x aurantium</i> L. var. <i>aurantium</i> (= <i>Citrus maxima</i> x <i>C. reticulata</i>)	Sevilla	20-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
24	Limones y limetas	<i>Citrus x limon</i> (L.) Burm. f. var. <i>limon</i> (= <i>Citrus medica</i> x (<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>))	Limone	20-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
25	Kumquats, calamondines y limequats	<i>Citrus x obovata</i> Raf. ? (= <i>Fortunella x obovata</i> hort. ex Tanaka, = <i>Citrus</i> hybr.)	Fukushu	20-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
26	Otros cítricos	<i>Severinia buxifolia</i> (Poir.) Ten. (= <i>Atalantia buxifolia</i> (Poir.) Oliv.)	Severinia	20-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
27	Kumquats, calamondines y limequats	<i>Citrus japonica</i> Thunb. var. <i>margarita</i> (= <i>Fortunella margarita</i> (Lour.) Swingle)	Marumi	20-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
28	Bergamotas	<i>Citrus x bergamia</i> Risso (= ?)	Castagnaro	20-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
29	Limones y limetas	<i>Citrus x limon</i> (L.) Burm.f. var. <i>limon</i> (= <i>Citrus x limodulcis</i> D.Rivera, Obón & F.Méndez, = <i>Citrus medica</i> x (<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>))	Dulce	20-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
30	Limones y limetas	<i>Citrus x limon</i> (L.) Burm. f. var. <i>limon</i> (= <i>Citrus medica</i> x (<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>))	Bianco	20-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
31	Limones y limetas	<i>Citrus x limon</i> (L.) Burm. f. var. <i>limon</i> (= <i>Citrus medica</i> x (<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>))	Incannellato	20-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
32	Limones y limetas	<i>Citrus x limon</i> (L.) Burm. f. var. <i>limon</i> (= <i>Citrus medica</i> x (<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>))	Peretta	20-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia

33	Limones y limetas	<i>Citrus x limon</i> (L.) Burm. f. var. <i>limon</i> (= <i>Citrus medica</i> x (<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>))	Limone Pera	20-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
34	Limas	<i>Citrus x aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle (= <i>Citrus medica</i> x <i>C. micrantha</i>)	Limoncillo	24-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
35	Cidras	<i>Citrus medica</i> L. var. <i>medica</i>	Etrog	24-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
36	Limas	<i>Citrus x macrophylla</i> Wester (= <i>Citrus aurantiifolia</i> x <i>C. sp.</i>)	Macrophylla	24-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
37	Limones y limetas	<i>Citrus x junos</i> Siebold ex Tanaka (= <i>Citrus cavaleriei</i> x <i>Citrus reticulata</i> var. <i>austera</i>)	Yuzu	24-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
38	Limones y limetas	<i>Citrus x limon</i> (L.) Burm. f. var. <i>limetta</i> (Risso) Ollitrault, Curk & R.Krueger (= <i>Citrus medica</i> x (<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>))	Lima dulce	24-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
39	Limones y limetas	<i>Citrus x limon</i> (L.) Burm. f. var. <i>limetta</i> (Risso) Ollitrault, Curk & R.Krueger (= <i>Citrus medica</i> x (<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>))	Lima agria	24-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
40	Cidras	<i>Citrus medica</i> L. var. <i>digitata</i> Lush.	Mano di Buddha	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
41	Cidras	<i>Citrus medica</i> L.	"Maxima"	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
42	Cimbobas	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	<i>C. grandis</i> Mediterráneo	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
43	Cimbobas	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	<i>C. grandis</i> Pomelo Chino	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
44	Cimbobas	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	<i>C. grandis</i> 'Chandler'	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
45	Cidras	<i>Citrus medica</i> L.	"Diamante"	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia

46	Cidras	<i>Citrus medica</i> L.	"Corsicana"	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
47	Pompías	<i>Citrus medica</i> x <i>C. aurantium</i>	"Tozza"	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
48	Otros cítricos	<i>Citrus macroptera</i> Montrouz.	Papeda Cabuyao	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
49	Bergamotas	<i>Citrus</i> x <i>bergamia</i> (Risso) Risso & Poit.	Bergamota de Ulea	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
50	Bergamotas	<i>Citrus</i> x <i>bergamia</i> (Risso) Risso & Poit.	Bergamota Feminello	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
51	Bergamotas	<i>Citrus</i> x <i>bergamia</i> (Risso) Risso & Poit.	Bergamota Castagnaro	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
52	Lumias	<i>Citrus</i> x <i>lumia</i> Risso (= <i>C. medica</i> x <i>C. maxima</i> x <i>C. micrantha</i>)	Lumia de Borneo	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
53	Limonos y limetas	<i>Citrus</i> x <i>limon</i> (L.) Burm.	"Cidra"	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
54	Mandarinas ancestrales	<i>Citrus</i> x <i>keraji</i> Yu.Tanaka	Mandarina unzoki	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
55	Melarroas	<i>Citrus</i> x <i>limon</i> (L.) Burm. f. var. <i>mellarosa</i> (= <i>Citrus medica</i> x (<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>))	Melarrosa	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
56	Mandarinas ancestrales	<i>Citrus kinokuni</i> hort. ex Tanaka	Mandarina Kishu	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
57	Limonos y limetas	<i>Citrus</i> x <i>limon</i> (L.) Burm. f. var. <i>limetta</i> (Risso) Ollitrault, Curk & R.Krueger (= <i>Citrus medica</i> x (<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>))	Lima agria	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
58	Palestine lime	<i>Citrus</i> x <i>limon</i> (L.) Burm. f. var. <i>limettioides</i> (= <i>Citrus medica</i> x (<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>))	Lima palestina	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia

59	Limonos y limetas	<i>Citrus x limon</i> (L.) Burm. f. var. <i>limon</i> (= <i>Citrus medica</i> x (<i>C. maxima</i> x <i>C. reticulata</i>))	Limón Vainilla dulce	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
60	Otros cítricos	<i>Citrus trifoliata</i> L. var. <i>trifoliata</i> (= <i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.)	Poncirus	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
61	Lumias	<i>Citrus x lumia</i> Risso	Di Napoli	13-Dec-2024	Escuela Politécnica Superior de Orihuela, de la Universidad Miguel Hernández
62	Cidras	<i>Citrus medica</i> L.	Salo	13-Dic-2024	Escuela Politécnica Superior de Orihuela, de la Universidad Miguel Hernández
63	Mandarinas y clementinas	<i>Citrus x aurantium</i> L. var. <i>clementina</i> (Yu.Tanaka) Ined.	Ragheb	13-Dic-2024	Escuela Politécnica Superior de Orihuela, de la Universidad Miguel Hernández
64	Cimbobas	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	Citrus grandis Kao Pan	13-Dic-2024	Escuela Politécnica Superior de Orihuela, de la Universidad Miguel Hernández
65	Lumias	<i>Citrus x lumia</i> Risso	Di Sarzana	13-Dic-2024	Escuela Politécnica Superior de Orihuela, de la Universidad Miguel Hernández
66	Cidras	<i>Citrus limonimeditica</i> Lush. (= <i>C. limon</i> x <i>C. medica</i>)	Sanctus Dominicus	13-Dic-2024	Escuela Politécnica Superior de Orihuela, de la Universidad Miguel Hernández
67	Lumias	<i>Citrus x lumia</i> Risso (= <i>C. medica</i> x <i>C. maxima</i> x <i>C. x limon</i>)	Pomum Adami	13-Dic-2024	Escuela Politécnica Superior de Orihuela, de la Universidad Miguel Hernández
68	Pomelos	<i>Citrus x paradisi</i> Macfad.	Pomelo Star Ruby	22-Nov-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia
69	Mandarinas ancestrales	<i>Citrus x depressa</i> Hayata (= <i>Citrus reticulata</i> x (<i>C. maxima</i> x (<i>C. medica</i> x <i>C. cavaleriei</i>)))	Shekwasa	17-Dic-2024	Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia

70	Cidras	<i>Citrus medica</i> L.	Ordinario	16-En-2025	Escuela Politécnica Superior de Orihuela, de la Universidad Miguel Hernández
71	Cidras	<i>Citrus medica</i> L.	Ordinario	16-En-2025	Escuela Politécnica Superior de Orihuela, de la Universidad Miguel Hernández

Tabla 1. Listado de muestras recogidas

Previamente a la recolección se fotografió el árbol y sus frutos como se puede observar en la figura 8. Posteriormente el fruto fue recolectado manualmente, empleando unas tijeras de podar de una sola mano y seleccionando las muestras en mejor estado fisiológico para asegurar sus mejores características para el análisis. Además, también se recogió material para el pliego de herbario. Cada muestra fue etiquetada e introducida en su bolsa correspondiente para su posterior traslado al laboratorio.



Figura.8: Izquierda: *Citrus maxima* (Burm.) Merr. 'Kao Pao' EPSO.

Derecha: *Citrus lumia* Risso. & Poit. 'Di Sarzana' EPSO.

3.2- Procesado de muestras para la elaboración de los pliegos de herbario.

En el laboratorio se separaron las muestras a analizar de las destinadas al pliego de herbario. De cada muestra se procesaron sus frutos y ramas y hojas obtenidas anteriormente.

- Frutos

Los frutos se fotografiaron sobre un papel milimetrado con vista frontal y lateral como se observa en la figura 9.

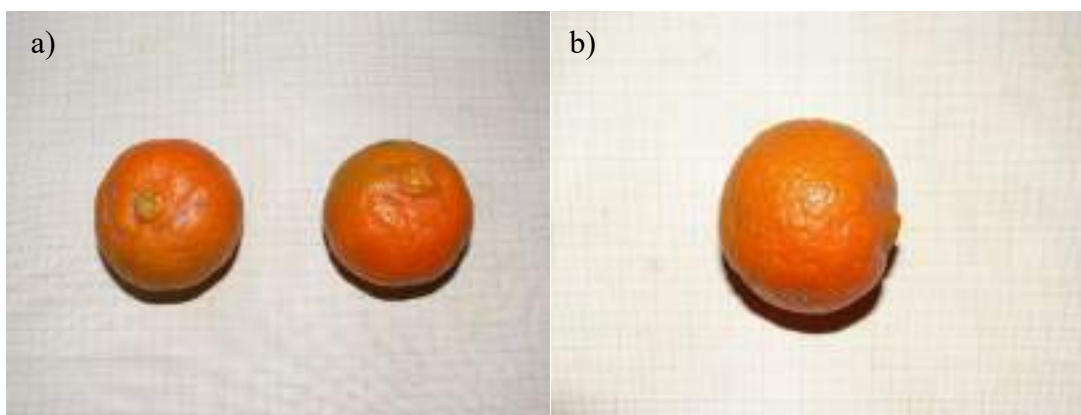


Figura.9: *Citrus x aurantium* L. var. *deliciosa* 'Tardivo' a) Vista frontal. b) Vista lateral.

Posteriormente se realizó un corte transversal al primer fruto y longitudinal al segundo fruto de la misma muestra empleado un cuchillo común y se fotografiaron sobre papel milimetrado como se puede observar en la figura 10 y 11.



Figura.10 : *Citrus x aurantium* L. var. *deliciosa* 'Tardivo' Corte longitudinal.



Figura.11 : *Citrus x aurantium* L. var. *deliciosa* 'Tardivo' Corte transversal.

Tras fotografiar las muestras se procedió a cortar en rodajas cada fruto, se colocaron en diversas bandejas de aluminio asegurándose de introducir también semillas de la muestra. Se etiquetaron para su posterior traslado a la estufa y secado (Figura 12).



Figura.12: Muestras listas para secar.

Para secar los frutos se empleó la estufa Binder FD 115, a 60°C (Figura 13) las muestras estuvieron un día en ella y luego se dejaron reposar en el exterior otro día antes de guardarlas en bolsas de plástico y etiquetarlas como se observa en la figura 14.



Figura.13: Estufa Binder FD 115.



Figura.14: Muestras secas

- Ramas y hojas:

El prensado de las ramas y hojas consistió en colocar el material entre hojas de periódico, dejando capas intermedias para facilitar la absorción de la humedad. Posteriormente, las muestras se colocaron en una prensa donde permanecieron durante un día. Al siguiente día, se revisaron y sustituyeron los periódicos húmedos por otros secos con el fin de evitar la pudrición. Esto se repitió durante dos días más y luego se dejaron en la prensa durante una semana más. Una vez extraída la humedad de las muestras se colocaron en el pliego de herbario junto con sus frutos ya secos y se etiquetaron.

3.3- Análisis del aceite esencial.

La preparación de la muestra a analizar consistió en raspar la corteza del cítrico con un rallador Microplane (Tescoma 638750) sobre un mortero de vidrio (Figura 15) para su posterior traslado al vial de muestra cómo se puede ver en la figura 16. Se raspo hasta una cantidad aproximada de 2 ml.



Figura.15: Ejemplo de obtención de corteza de cítrico



Figura.16: Viales de muestras listos para analizar

Los análisis se realizaron en un espectrómetro de masas Agilent 5977A (Figura 17) acoplado a un cromatógrafo de gases Agilent 7890B (Agilent, Santa Clara, CA, EE.UU.). La muestra se depositó en un vial HeadSpace de 20 ml cerrado herméticamente con un tapón de PTFE. La extracción de las sustancias volátiles se realizó con una jeringa de 2.5ml termostatzada a 40 °C, manteniendo previamente la muestra en el baño a 40 °C durante 30 minutos a 500 rpm, transcurrido ese tiempo se tomaron 1ml de gas del espacio de cabeza del vial y se inyectó en el equipo.

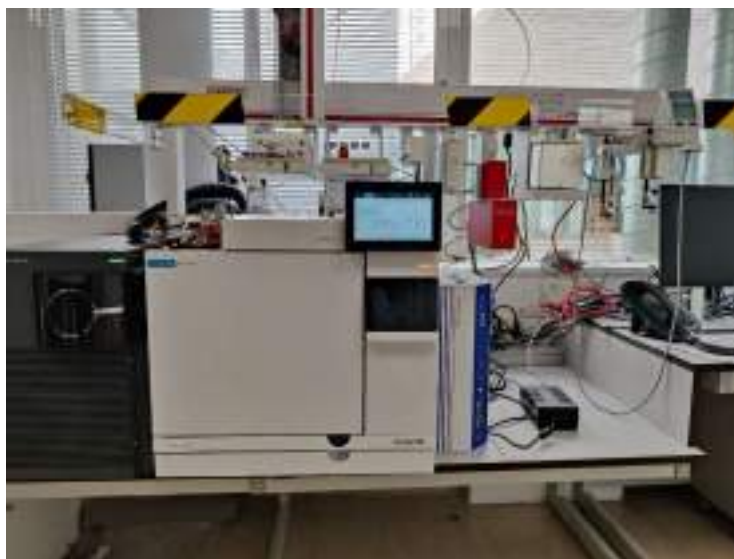


Figura.17: Espectrómetro de masas Agilent 5977A acoplado a un cromatógrafo de gases Agilent 7890B (Agilent, Santa Clara, CA, EE.UU.)

Se utilizó una columna HP5-MS (Agilent Technologies) de 30 m de longitud, 0,25 mm de diámetro y 0,25 μ m de espesor de película con un caudal de 1 ml/min. La separación en el GC se realizó con una temperatura inicial de 40 °C durante 3 minutos, luego se alcanzaron 130 °C durante 5 min con una rampa de 3 °C/min y hasta 260 °C durante 7 minutos con una rampa de 20 °C/min, con un tiempo total de análisis de 51,5 minutos. La temperatura de la fuente fue de 230 °C y la del cuadrupolo de 150 °C. Se utilizó un rango de masas de 45-450 amu con una fuente de impacto de electrones (EI) con una energía de ionización de 70 eV. Se utilizó un tiempo de retardo de 0 minutos. Los compuestos se identificaron con la base de datos NIST 11 utilizando el software Agilent ChemStation® versión F.01.00.1903 (Figura 18). (Las cantidades relativas de los compuestos detectados se estimaron cualitativamente a partir de los datos de las áreas totales de los cromatogramas iónicos totales (TIC). Los resultados se registraron en una hoja Excel en formato csv y se generó un gráfico con los datos como se observa en la figura 19.

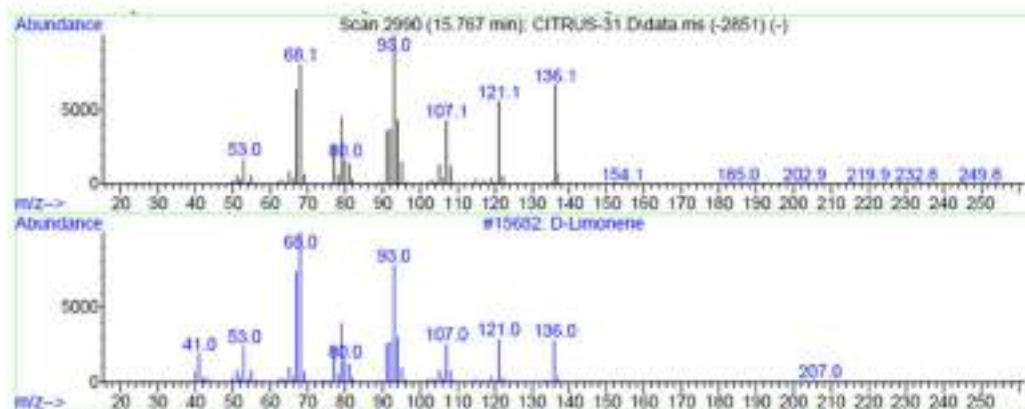


Figura.18: Comparación de la muestra 31 *Citrus × limon* (L.) Burm. f. var. *limon* (= *Citrus medica* × (*C. maxima* × *C. reticulata*))“Incannellato” generada por las aplicaciones de Agilent de los espectros de masas del pico, con un 58.8 % del área total, que se detecta a los 15.767 minutos y del correspondiente al D-Limoneno. Lo que lleva a identificar a ese pico con el D-limoneno con un 0.97, sobre 1, de probabilidad de acertar.

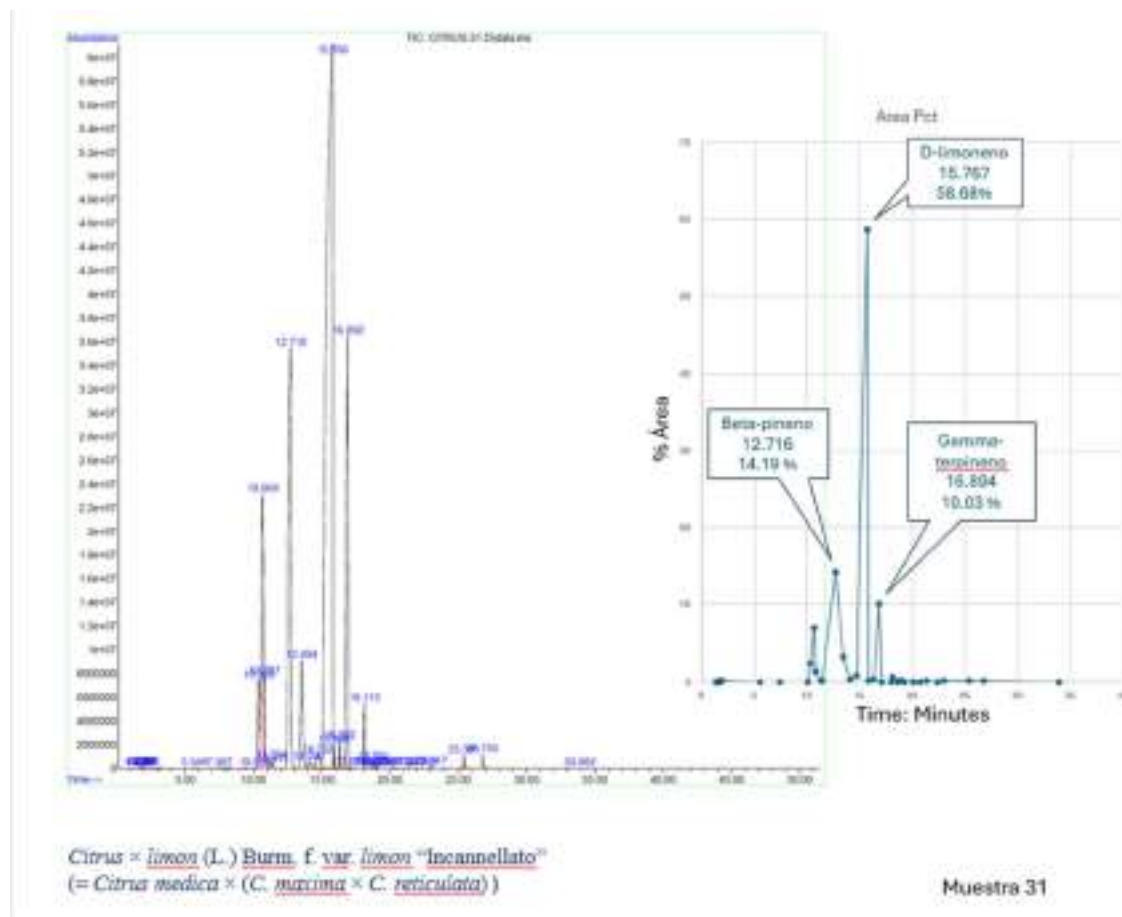


Figura.19: Imagen del cromatograma de gases registrado, junto a un gráfico generado con los datos de Excel.

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En este apartado se muestran los resultados obtenidos en el análisis de aceites esenciales estudiados en el laboratorio. Se identificaron 81 compuestos diferentes, de los cuales la mayor parte son de menor importancia destacando 19 mayoritarios que sirven para entender el aroma de las cortezas. Estos 19 compuestos son:

- Hexanal
- Alfa-pineno
- Canfeno
- 2-Careno
- Alfa-felandreno
- Alfa-tuyeno
- D-limoneno
- Alfa-terpineno
- Beta-tuyeno
- Beta-pineno
- Octanal
- Trans-beta-Ocimeno
- Alfa-Ocimeno
- Gamma-terpineno
- 3-Careno
- Isoterpinoleno
- Citronelal
- Acetato de linalilo
- Citral

A continuación, se exponen los resultados de la composición química de los aceites esenciales estudiados organizados en los 16 grupos nombrados anteriormente. Las gráficas reflejan la media de los datos de los taxones estudiados incluidos en cada grupo.

(1). Papeda ancestral

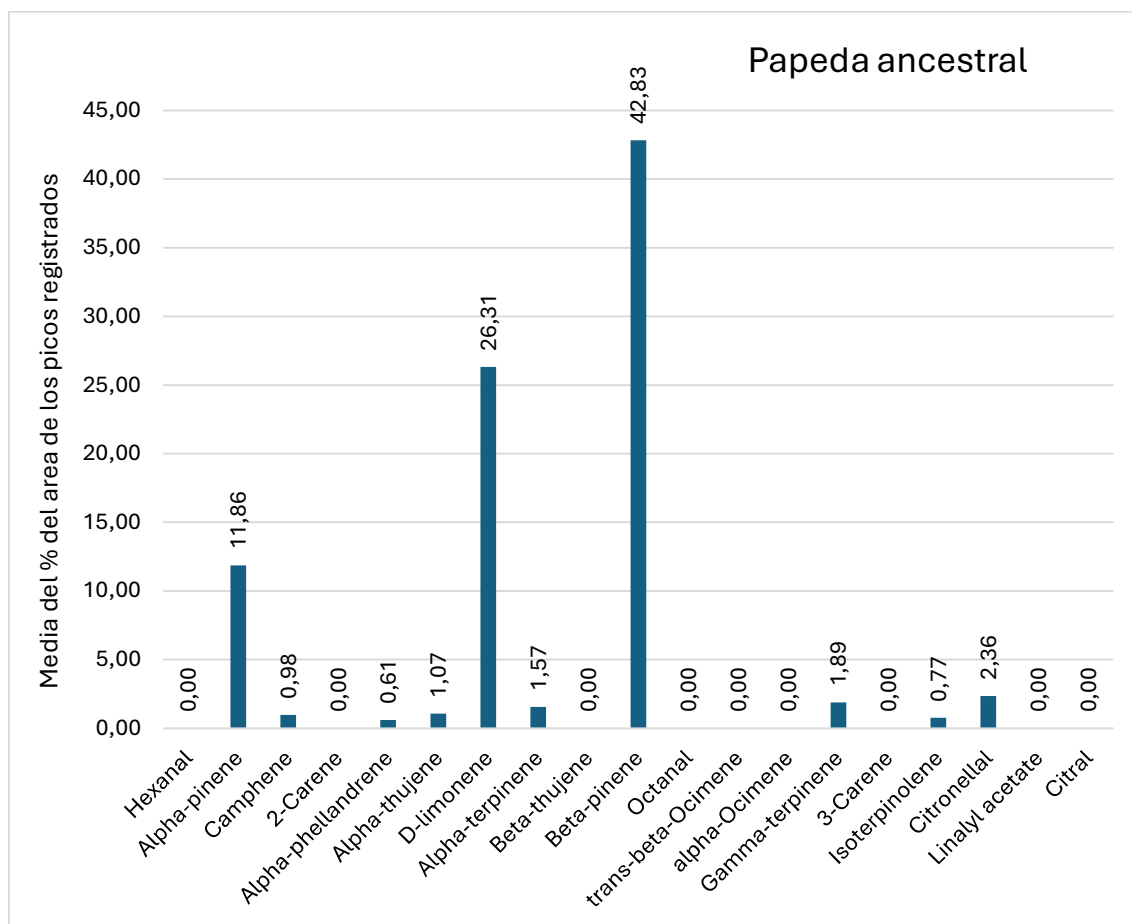


Figura.20: Compuestos más destacados del grupo Papeda Ancestral

En la figura 20 se observa que, de los 19 compuestos, hay tres que más destacan en el grupo “Papeda ancestral” que incluye *C. micrantha* Wester ‘Papeda di Maurizio, Lima Kafir’ (Tabla 1). En primer lugar, destaca el beta-pineno con una media de 42,83%. En segundo lugar, se encuentra el D-limoneno con una media de 26,31%, y finalmente el alfa-pineno en tercer lugar con una media de 11,86%. Hay 7 compuestos en una menor cantidad con un porcentaje entre el 0,61%-2,36%. Los 10 compuestos restantes no se encuentran en este grupo.

Un estudio realizado por Baccati *et al.* (2021) empleó la hidrodestilación para extraer los aceites esenciales de la corteza y obtuvo el Limoneno como el compuesto mayoritario del

grupo “Papeda ancestral”, a excepción de *C. micrantha* donde obtuvo beta-pineno como compuesto mayoritario. Los resultados obtenidos en el presente trabajo concuerdan con los obtenidos por Baccati *et al.* (2021) ya que el beta-pineno se obtuvo como el compuesto mayoritario en el grupo, dado que se analizó una muestra de *C. micrantha* Wester.

(2). Limas

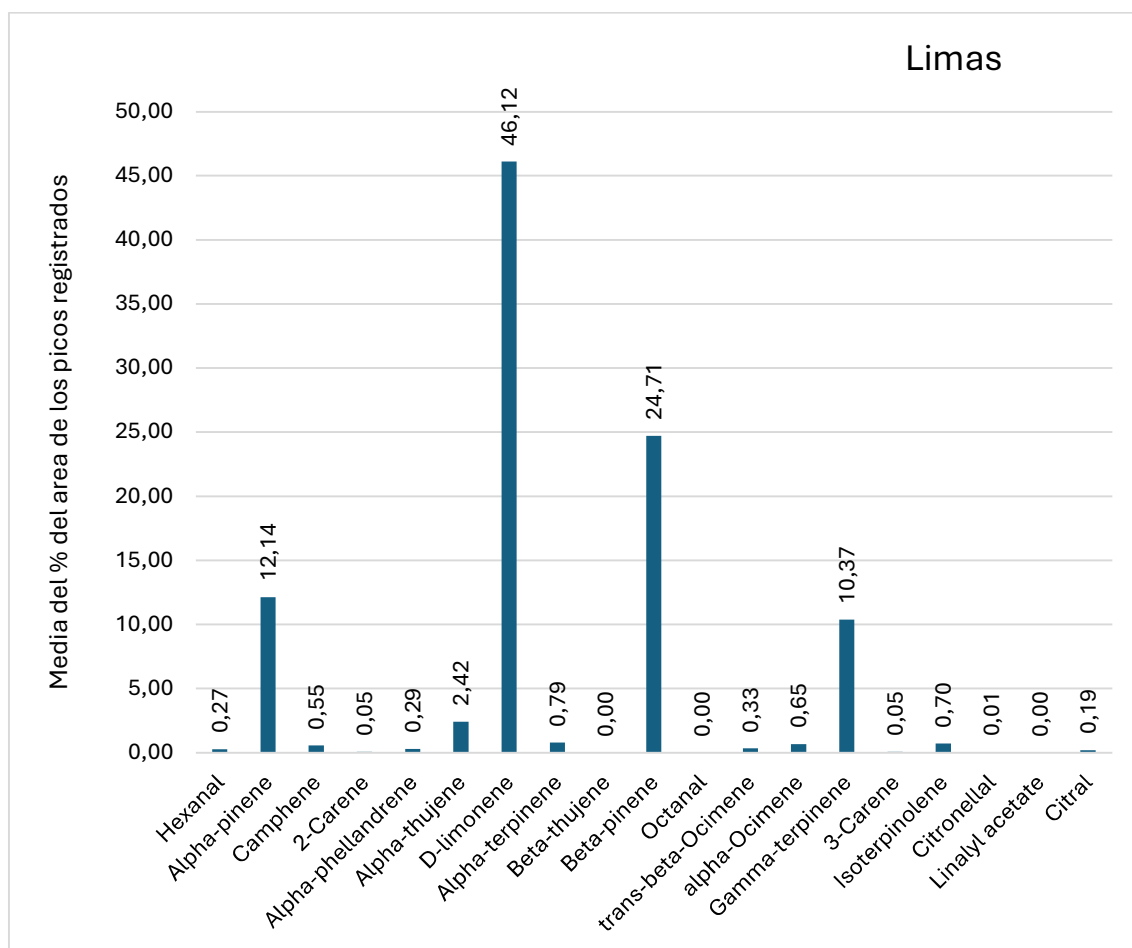


Figura.21: Compuestos más destacados del grupo Limas

En la figura 21 se observa que, de los 19 compuestos, hay cuatro mayoritarios dentro del grupo “Limas” que incluye las siguientes muestras: *Citrus x aurantiifolia* (Christm.) Swingle ‘Acida’, *Citrus x latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka ‘Bearss’, *Citrus x aurantiifolia* (Christm.) Swingle ‘Limoncillo’ y *Citrus x macrophylla* Wester ‘Macrophylla’ (Tabla 1). En primer lugar, destaca el D-limoneno con una media de 46,12%. En segundo lugar, beta-pineno con una media de 24,71%; en tercer lugar, el alfa-pineno con una media de 12,14% y finalmente el gamma-terpineno con una media de 10,37%. Hay 12 compuestos en una menor cantidad con un porcentaje entre el 0,01%-2,42% y los 3 compuestos

restantes, no se encuentran en el grupo “Limas”.

Un estudio realizado por Lota *et al.* (2002) obtuvo Limoneno como compuesto principal del grupo (39,9% - 94,4%), seguido de beta-pineno (trazas-19,2%) y gamma-terpineno (trazas-25,5%). El estudio divide los resultados en cuatro grupos según la proporción de los compuestos y las especies analizadas. El cuarto grupo abarca las limas acidas como *C. aurantifolia* y *C. latifolia* y presenta los valores más bajos de Limoneno (39,9% - 49,9%), seguido del beta-pineno (11,1% - 19,2%) y el gamma-terpineno (9,6% - 21,5%). Los resultados obtenidos en el cuarto grupo del estudio concuerdan con los obtenidos en el presente trabajo, pues las especies y variedades analizadas concuerdan.

(3). Naranjas

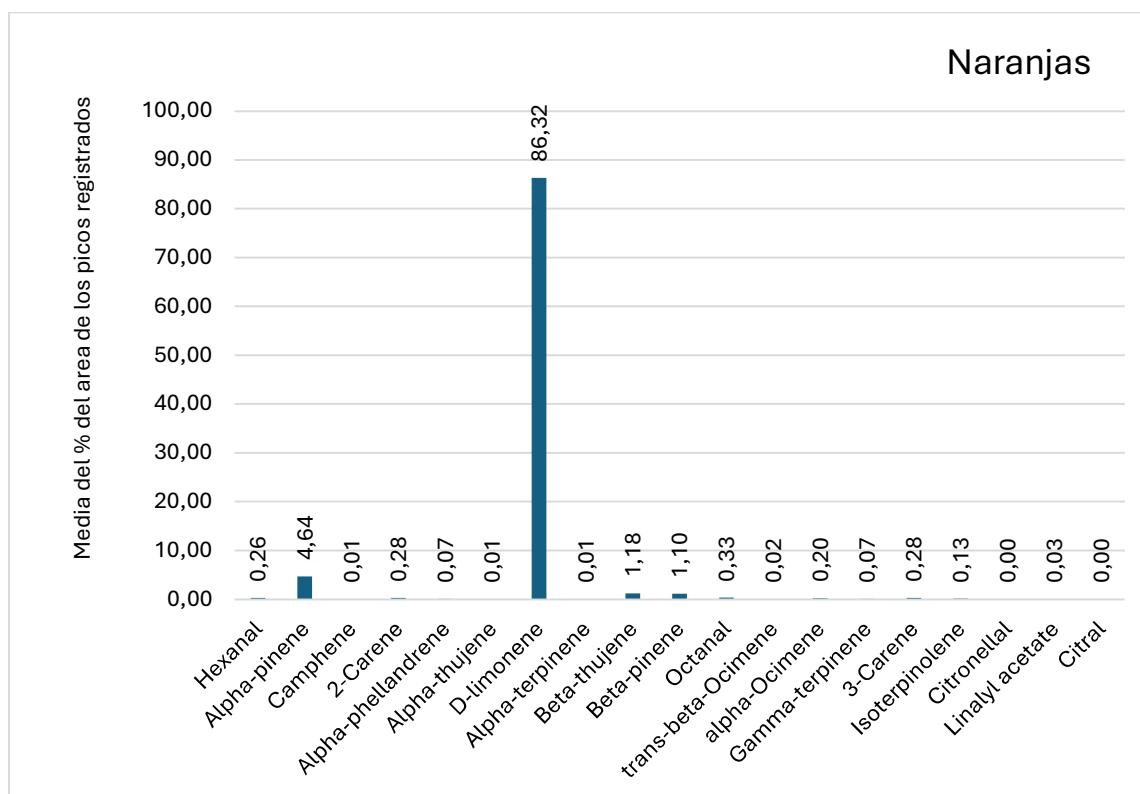


Figura.22: Compuestos más destacados del grupo Naranjas

En el grupo de las “Naranjas” que incluye las muestras, *Citrus x aurantium* L. var. *aurantium* ‘Bouquetier de Nice’, *Citrus x aurantium* L. var. *sinensis* L ‘Newhall’, *Citrus x aurantium* L. var. *sinensis* L. ‘Ovale’, *Citrus x aurantium* L. var. *sinensis* L. ‘Bionda del Gargano’, *Citrus x aurantium* L. var. *sinensis* L ‘Fisher navel C4068’. *Citrus x*

aurantium L. var. *myrtifolia* Ker Gawl. ‘Chinotto’ y *Citrus* x *aurantium* L. var. *aurantium* ‘Sevilla’ (Tabla 1), solo destacan dos compuestos el D-limoneno como mayoritario y el alfa-pineno en menor proporción. El resto de los compuestos se encuentran por debajo del 1,5% tal como se muestra en la figura 22.

En un estudio realizado por Tran *et al.* (2023) se empleó la hidrodestilación para extraer los aceites esenciales de la corteza y se obtuvo el Limoneno como el compuesto principal del grupo con una media de 98,4% seguido del beta-myrceno con 0,99% y alfa-pineno con 0,54%. Otro estudio llevado a cabo por Bozinou *et al.* (2023), empleó la centrifugación para extraer los aceites esenciales de la corteza y obtuvo que *Citrus sinensis* cv New Hall presenta el Limoneno como compuesto principal con una proporción menor del 76,25% seguido de alfa-pineno con un 1,15%. Los estudios muestran que la proporción de Limoneno varia en más de un 20% dependiendo de la variedad analizada y el método empleado para extraer los aceites esenciales. Los resultados de alfa-pineno según un estudio realizado por Rowshan *et al.* (2015) se reducen con la madurez del fruto.

En el presente trabajo se analizaron siete variedades distintas siendo *Citrus sinensis* cv New Hall una de ellas y se empleó el método de centrifugación y raspado en freco. El beta-myrceno no se ha considerado como uno de los 19 compuestos mayoritarios por lo que no se refleja en el análisis.

(4). Mandarinas y clementinas.

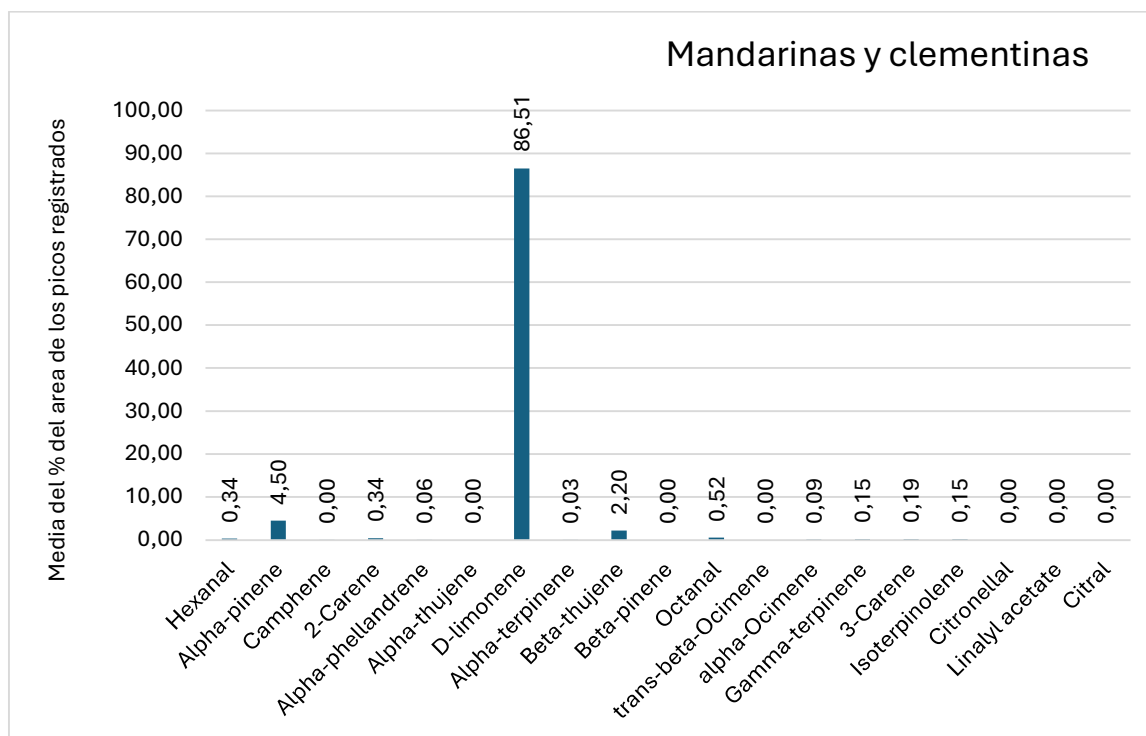


Figura.23: Compuestos más destacados del grupo Mandarinas y clementinas.

En el grupo “Mandarinas y clementinas”, que incluye *Citrus x aurantium* L. var. *deliciosa* ‘Mandarino cf. Avana’, *Citrus x aurantium* L. var. *clementina* ‘Clementino’, *Citrus x tangor* Tanaka ‘Ellendale’, *Citrus x aurantium* L. var. *clementina* ‘Clementino rugoso’, *Citrus x aurantium* L. var. *deliciosa* ‘Tardivo’ y *Citrus x aurantium* L. var. *clementina* (Yu.Tanaka) Ined. ‘Ragheb’ (Tabla 1), destacan tres compuestos: El D-limoneno, como mayoritario, con una media de 86,51%, seguido por el alfa-pineno con una media de 4,50% y finalmente el beta-tuyeno con una media de 2,20%. El resto de los compuestos se encuentran por debajo del 0,6% tal como se observa en la figura 23.

Un estudio realizado por Tirado *et al.* (1995) extrajo los aceites esenciales mediante destilación y obtuvo como compuesto principal del grupo de las mandarinas el Limoneno con un rango de 83,45%-84,29%, seguido del alfa-pineno a 0,39%-0,54% y el beta-tuyeno a 0,11%-0,19%. Otro estudio llevado a cabo por Lota *et al.* (2001) empleo la centrifugación para extraer los aceites esenciales de la corteza de las mandarinas y obtuvo el Limoneno como compuesto principal en un rango de 89.1%–95.5% y el Alfa-pineno y el Beta-pineno en una proporción de trazas-0.6%. Un estudio de Attia *et al.* (2024) obtuvo

el D-limoneno como el compuesto principal del grupo de las clementinas (88%) seguido del alfa-pineno (2,48%).

En el presente trabajo se decidió agrupar las mandarinas con el grupo de las clementinas por lo que los resultados obtenidos se encuentran en un punto intermedio entre los dos grupos, tras realizar un análisis previo de los resultados. La comparación de los estudios muestra una variación de la proporción de los compuestos debido a los distintos métodos empleados para extraer los aceites esenciales de la corteza, pero permite confirmar los principales compuestos presentes en este grupo.

(5). Limones y limetas.

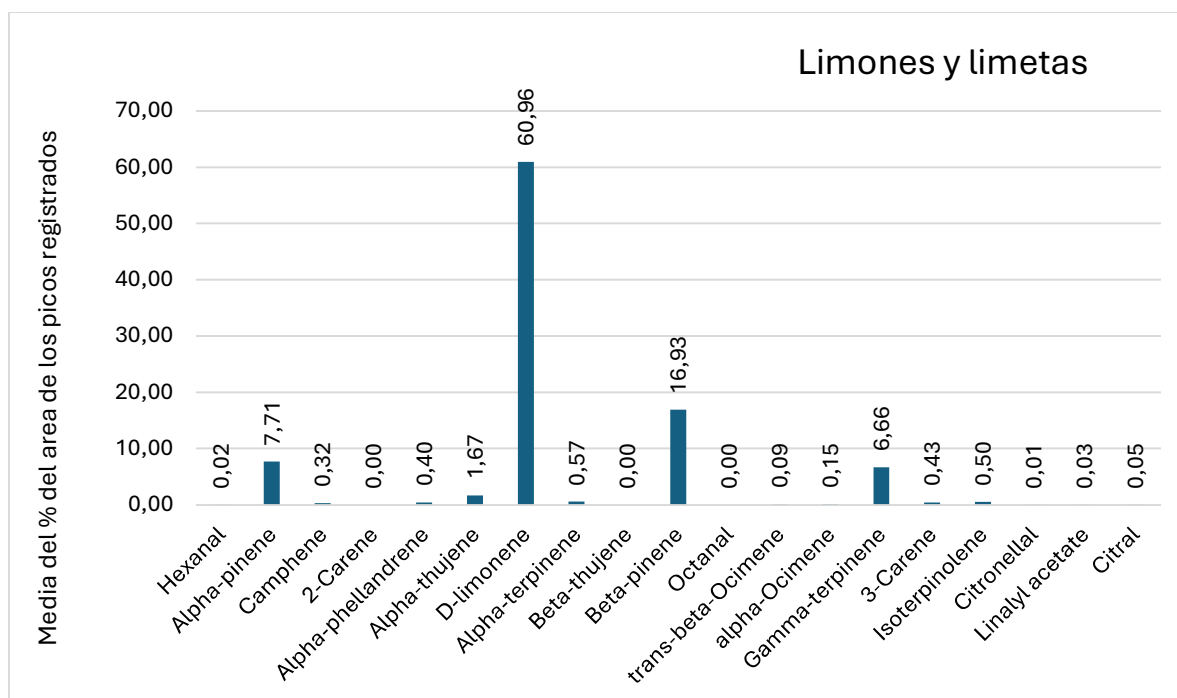


Figura.24: Compuestos más destacados del grupo Limones y limetas

En la figura 24 se observa que, de los 19 compuestos, hay cuatro que más destacan en el grupo “Limones y limetas” que incluye las siguientes muestras analizadas: *Citrus x limon* (L.) Burm. f. var. *limon* ‘Limone Pera’, *Citrus x junos* Siebold ex Tanaka ‘Yuzu’, *Citrus x limon* (L.) Burm. f. var. *limetta* (Risso) Ollitrault, Curk & R.Krueger ‘Lima dulce’, *Citrus x limon* (L.) Burm. f. var. *limetta* (Risso) Ollitrault, Curk & R.Krueger ‘Lima agria’, *Citrus x limon* (L.) Burm. ‘Cidra’, *Citrus x limon* (L.) Burm. ‘Cidra’ y *Citrus x limon* (L.) Burm. f. var. *limon* ‘Limon Vainilla Dulce’ (Tabla 1). En primer lugar, destaca el D-limoneno con una media de 60,96%. En segundo lugar, se encuentra el beta-pineno

con una media de 16,93%. En tercer y cuarto lugar, destacan el alfa -pineno y el gamma-terpineno con una media de 7,71% y 6,66% respectivamente. Hay 12 compuestos en una menor cantidad con un porcentaje entre el 0,01%-1,67%. Los 3 compuestos restantes no se encuentran en este grupo.

En un estudio llevado a cabo por Lota *et al.* (2002) se obtuvo como resultado que el compuesto principal del grupo de los “limones” es el Limoneno variando entre 38,1%-95,8%. El beta-pineno entre 0,1%-15,8% y el gamma-terpineno trazas-18%. El estudio divide los resultados en tres grupos según la proporción de los compuestos y las especies analizadas. El segundo grupo abarca especies de *C. limon* y de *C. lumia* y presenta unos valores de Limoneno entre 48,6%-71,2%, de beta-pineno entre 2,9%-15,8%, de gamma-terpineno entre 1,35-18,0% y de alfa-pineno entre 0.1%-7,8%, resultados que concuerdan con los obtenidos en el trabajo.

(6). Kumquats, calamondines y limequats.

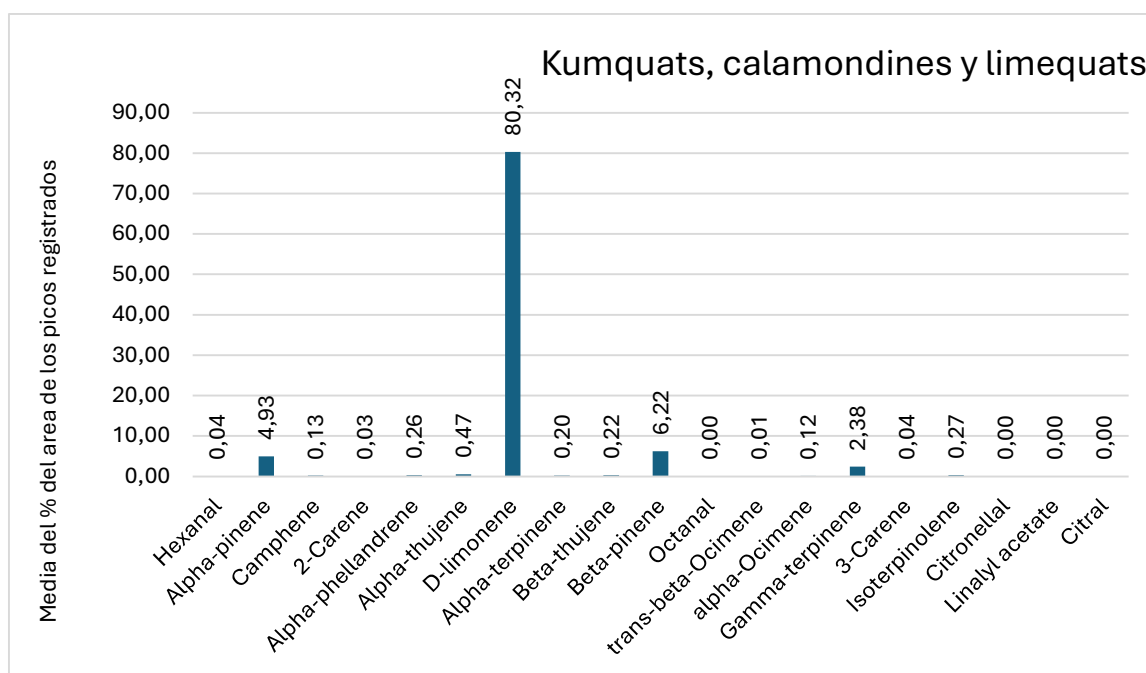


Figura.25: Compuestos más destacados del grupo Kumquats, calamondines y limequats.

En el grupo de los “Kumquats, calamondines y limequats” que incluye las muestras *Citrus japonica* Thunb. var. *margarita* ‘Nagami kumquat’, x *Citrofortunella swinglei* J.W.Ingram & H.E.Moore ‘Tavares’, *Citrus x microcarpa* Bunge ‘Variegata’, *Citrus x obovata* Raf. ‘Fukushu’ y *Citrus japonica* Thunb. var. *margarita* ‘Marumi’ (Tabla 1); destacan tres compuestos D-limoneno (80,32%), beta-pineno (6,22%) y alfa-pineno

(4,93%). El resto de los compuestos se encuentran por debajo del 2,5% tal como se observa en la figura 25.

En un estudio por Tuan *et al.* (2021) se empleó la destilación para extraer los aceites esenciales de la corteza y se obtuvo el Limoneno como el compuesto principal del grupo de los calamondines con una media de 92,8%, seguido del alfa-pineno con 1,03% y el beta-pineno con 3,36%. Otro estudio realizado por Ziogas *et al.* (2024) que empleó el método de centrifugación, obtuvo como compuesto principal del grupo de los “kumquats” Limoneno, con unos valores entre 76,62%-88,92%, beta-pineno, entre 0%-6,31% y alfa-pineno entre 0,49%-1,55%. La comparación de los dos estudios muestra diferencias significativas en la proporción de los compuestos entre los kumquats y los calamondines. Y permiten confirmar que su principal compuesto es el D-Limoneno.

(7). Cidras.

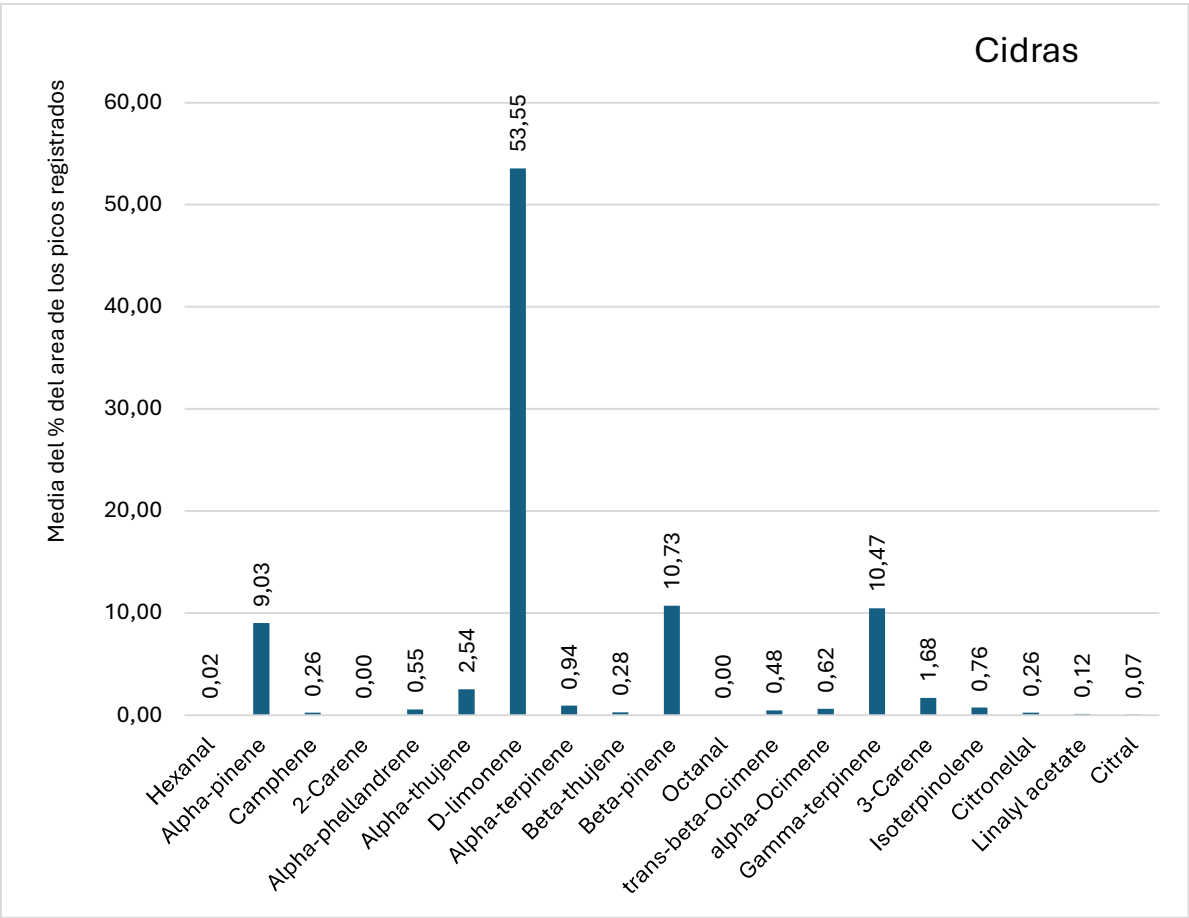


Figura.26: Compuestos más destacados del grupo Cidras.

En la figura 26 se observa que, de los 19 compuestos, hay cuatro que más destacan en el grupo “Cidras” con las siguientes muestras *Citrus medica* L. var. *medica* ‘Etrog’, *Citrus medica* L. var. *digitata* Lush. ‘Mano di Buddha’, *Citrus medica* L. ‘Maxima’, *Citrus medica* L. ‘Diamante’, *Citrus medica* L. ‘Corsicana’. *Citrus medica* L. ‘Salo’, *Citrus limonimedica* ‘Sanctus Dominicus’ y *Citrus medica* L. ‘Ordinario’ estudiadas (Tabla1). En primer lugar, destaca el D-limoneno con una media de 53,55%. En segundo lugar, se encuentra el beta-pineno con una media de 10,73%. En tercer lugar, se encuentra el gamma-terpineno con una media de 10,47% y finalmente en cuarto lugar el alfa-pineno con 9,03%. El resto de los compuestos se encuentran en menor cantidad sin superar el 3%. El 2-Careno y el Octanal están ausentes.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo concuerdan con los obtenidos por Gallart (2021) que analizó diferentes variedades de *C. medica* L. mediante GC-MS y obtuvo como resultado varios compuestos mayoritarios, en el siguiente orden: D-limoneno entre 25,17%-60,68 %, gamma-terpineno entre 0,13%-27,91 % y beta-pineno entre 0,25%-10,79%.

(8). Cimbobas.

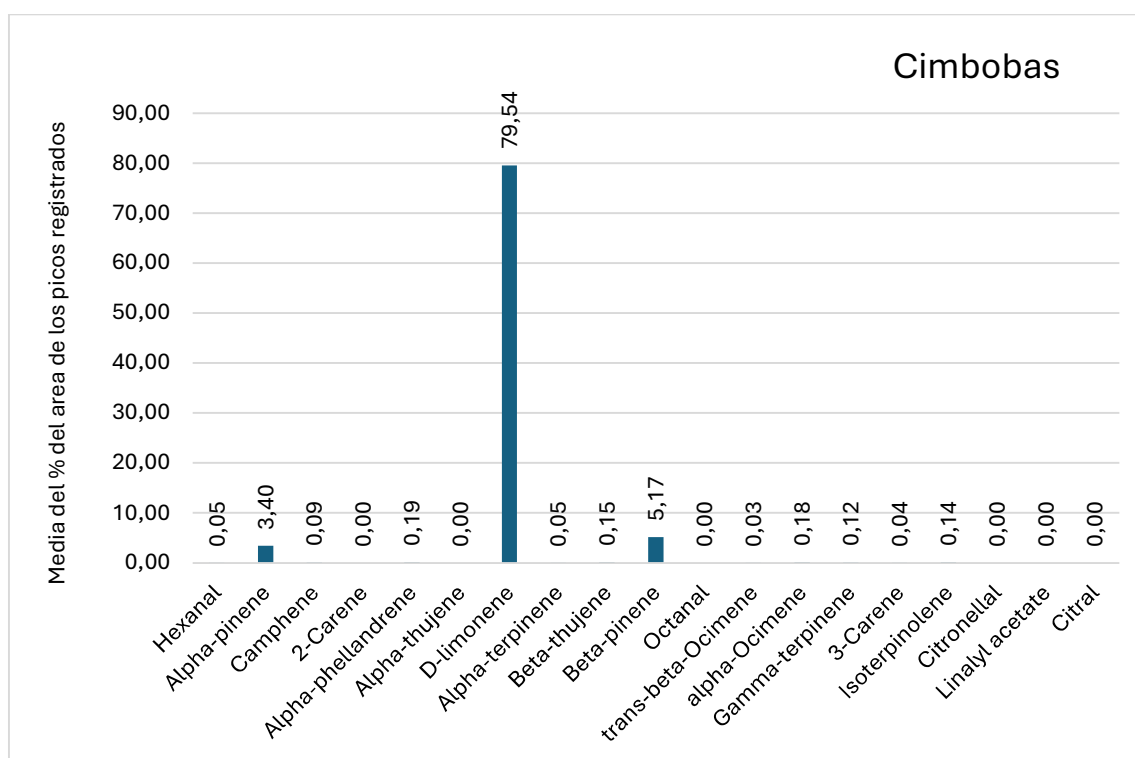


Figura.27: Compuestos más destacados del grupo Cimbobas.

En la figura 27 que corresponde con el grupo de las “Cimbobas” se incluyen las siguientes muestras, *Citrus maxima* (Burm.) Merr. ‘C. grandis Mediterráneo’, *Citrus maxima* (Burm.) Merr. ‘Pomelo Chino’, *Citrus maxima* (Burm.) Merr. ‘Chandler’ y *Citrus maxima* (Burm.) Merr. ‘Kao Pan’ (Tabla 1), se observan tres compuestos que destacan sobre el resto. En primer lugar, el D-limoneno con una media de 79,54% y, en segundo y tercer lugar, el beta-pineno y el alfa-pineno con una media de 5,17% y 3,4% respectivamente. El resto de los compuestos se encuentran en porcentajes inferiores sin superar el 0,2%.

Un estudio realizado por Sirisomboon *et al.* (2024) obtuvo el Limoneno como el compuesto mayoritario con una cantidad entre 79.17%–84.61% empleando centrifugación para extraer los aceites esenciales. Tran, T. H *et al.* (2023) obtuvo 74,8% de Limoneno empleando también centrifugación. Otro estudio llevado a cabo por Sajid *et al.* (2016) empleo la destilación y obtuvo una media de 71,48% de Limoneno. Los tres estudios obtienen como resultado un valor de Limoneno entre 71,48% - 84,61% lo que concuerda con los valores de D-limoneno obtenidos en este trabajo.

(9). Pompías.

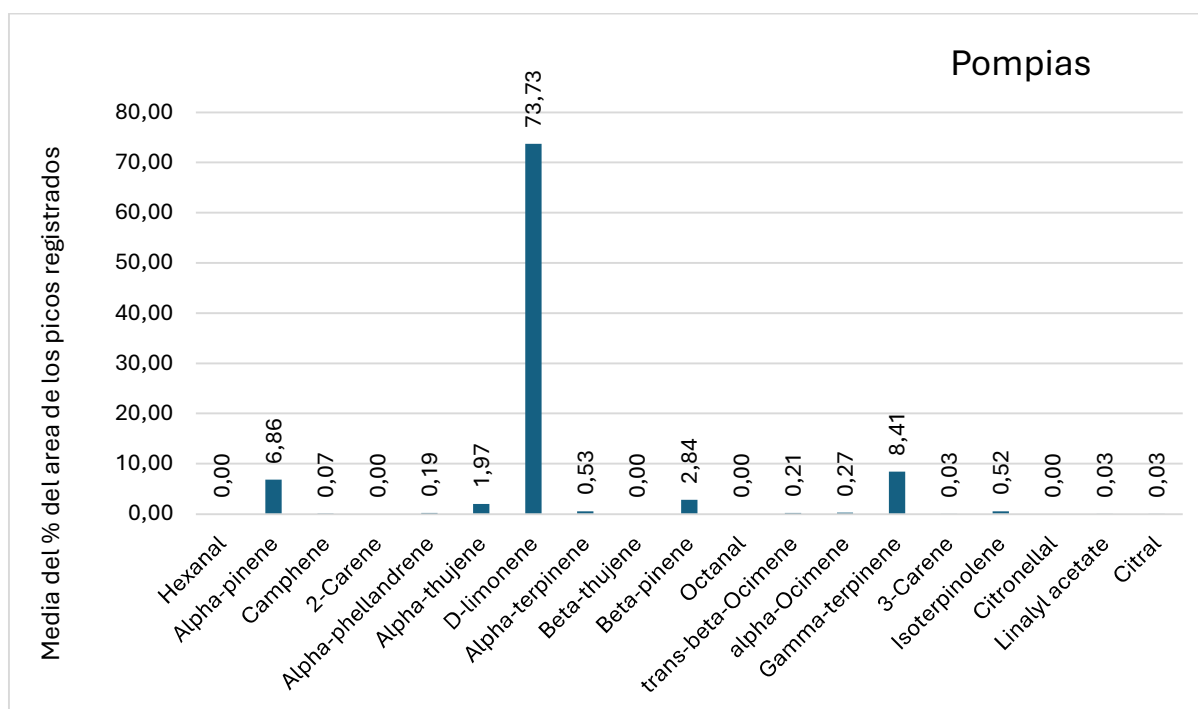


Figura.28: Compuestos más destacados del grupo Pompías

En el grupo “Pompías”, se analizó la muestra *Citrus medica* x *C. aurantium* ‘Tozza’ en la que destaca el compuesto D-limoneno con una media de 73,73%, seguido del compuesto gamma-terpineno con una media de 8,41% y del alfa-pineno con 6,86%. Hay 11 compuestos con una media entre 0,03%-2,84% y otros 5 compuestos no están presentes en el grupo como se observa en la figura 28.

Un estudio llevado a cabo por Flamini *et al.* (2019) empleó la hidrodestilación para extraer los aceites esenciales de la corteza obteniendo 77,44% de Limoneno y 0,43% de alfa-pineno como compuestos principales.

En el presente trabajo empleó centrifugación para extraer los aceites esenciales de la corteza. Al comparar los dos métodos se observa las diferencias por los cambios en la composición que provocan.

(10). Lumias.

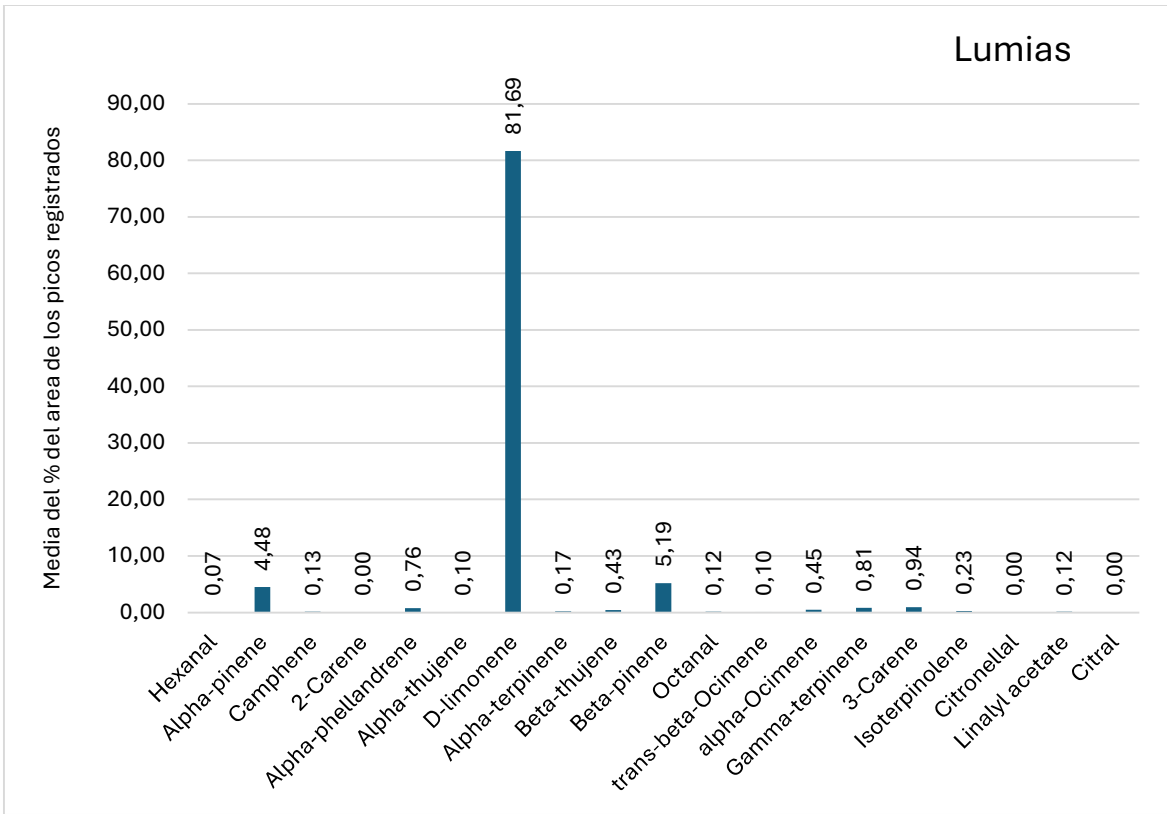


Figura.29: Compuestos más destacados del grupo Lumias

En la figura 29 se observa que, de los 19 compuestos, hay tres que más destacan en el grupo “Lumias” con *Citrus x lumia* Risso ‘Lumia de Borneo’, *Citrus x lumia* Risso ‘Di

Sarzana’, *Citrus x lumia* Risso ‘Di Napoli’ y *Citrus x lumia* Risso ‘Pomum Adami’ como las muestras estudiadas (Tabla 1). En primer lugar, destaca el D-limoneno con una media de 81,69%, seguido de beta-pineno con una media de 5,19%, y de alfa-pineno en tercer lugar con una media de 4,48%. Hay 13 compuestos en una menor cantidad con un porcentaje entre el 0,07%-0,94% y 3 compuestos están ausentes en este grupo.

Varios estudios realizados por Smeriglio *et al.* entre el 2018 y el 2023 con *C. lumia* y *C. lumia* ‘Pyriformis’ respectivamente obtuvieron mediante hidrodestilación de la corteza, el D-Limoneno como compuesto principal de su aceite esencial, que oscila entre el 48,9% y el 93,8%.

En el presente trabajo la media de D-Limoneno obtenida se encuentra entre el rango mencionado por Smeriglio *et al.* en sus dos estudios.

(11). Pomelos.

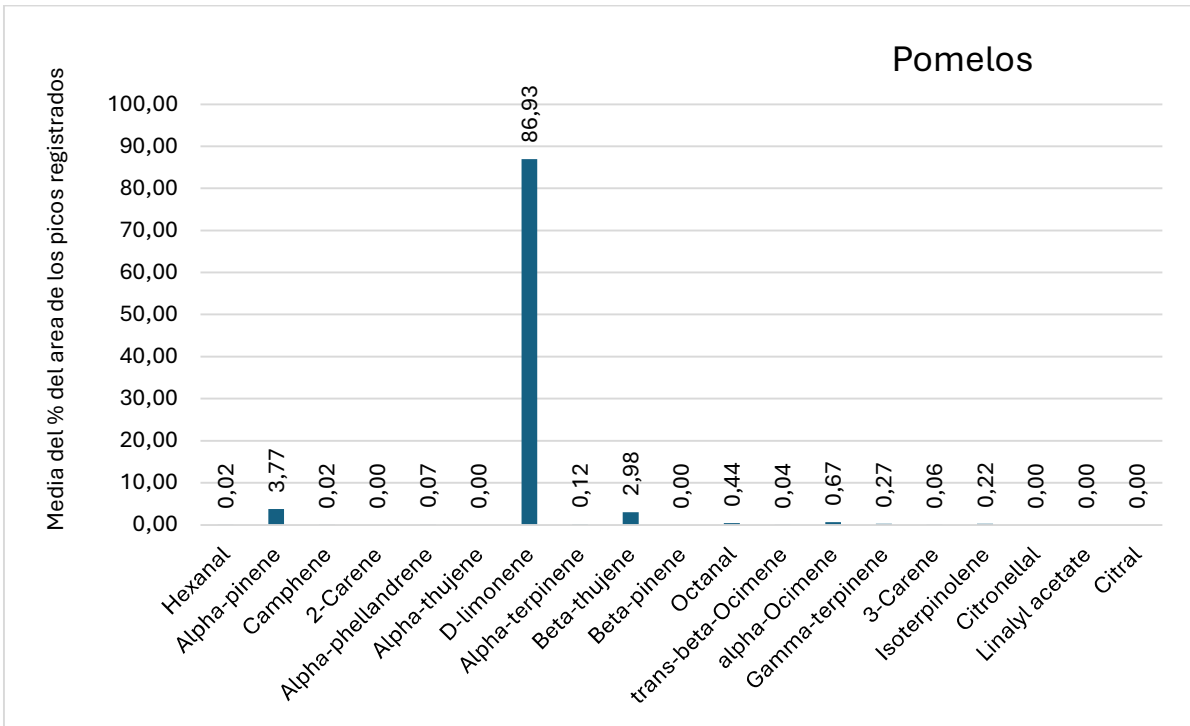


Figura.30: Compuestos más destacados del grupo Pomelos.

En la figura 30 del grupo “Pomelos” que incluye la muestra *Citrus x paradisi* Macfad. ‘Pomelo Star Ruby’ (Tabla 1) se observa que, de los 19 compuestos, hay uno que más destaca este es el D-limoneno con una media de 86,91%. Alfa-pineno le sigue con 3,77% de media y beta-tuyeno con un 2,98%. Hay 10 compuestos en una menor cantidad con un

porcentaje entre el 0,02%-0,77%. Los 6 compuestos restantes no se encuentran en este grupo.

El presente trabajo se puede comparar teniendo en cuenta los cambios de composición que provocan los distintos métodos de extracción con el estudio realizado por Ghani *et al.* (2021) que empleó hidrodestilación y obtuvo unos valores de Limoneno entre 90,92%-93,98%.

(12). Bergamotas.

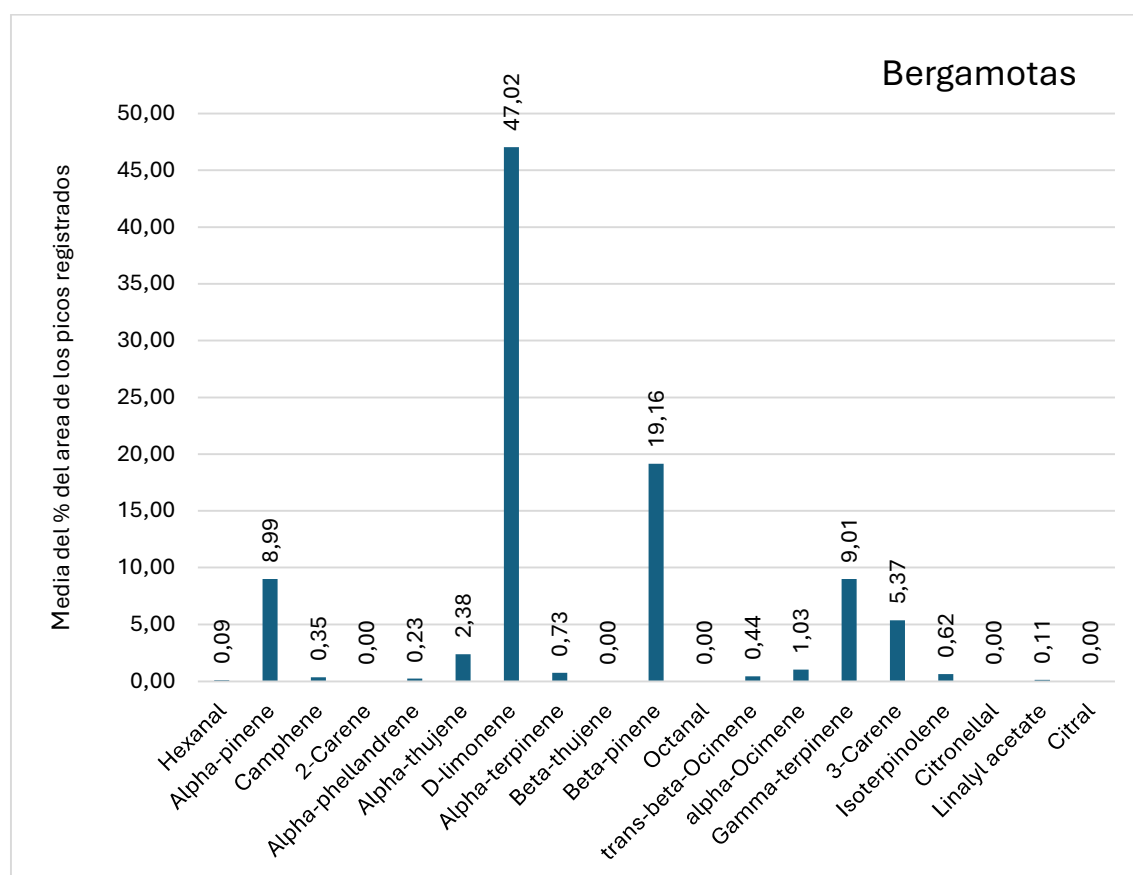


Figura.31: Compuestos más destacados del grupo Bergamotas

En la figura 31 se observa que los compuestos que más destacan en el grupo “Bergamotas” con las siguientes muestras estudiadas: *Citrus x bergamia* Risso ‘Castagnaro’, *Citrus x bergamia* (Risso) Risso & Poit. ‘Bergamota de Ulea’, *Citrus x bergamia* (Risso) Risso & Poit. ‘Bergamota Feminello’ y *Citrus x bergamia* (Risso) Risso & Poit. ‘Bergamota Castagnaro’ (Tabla 1) son el D-limoneno en primer lugar con una media de 47,02%. El beta-pineno en segundo lugar con una media de

19,16%. El gamma-terpineno en tercer lugar con una media de 9,01% y finalmente el alfa-pineno con un 8,99%. También destacan el 3-careno y el alfa-tuyeno como compuestos mayoritarios, con una media de 5,37% y 2,38% respectivamente. Hay 8 compuestos con una media entre el 0,09%-1,035%. Los 5 compuestos restantes no se encuentran en este grupo.

Un estudio realizado por Giofrè *et al.* (2020) observa la proporción de los compuestos en distintos estudios entre 1985 y 2019. El compuesto principal es el Limoneno 31,10%-44,48%, seguido del beta-pineno 4,12%-8,75%, del gamma-terpineno 5%-8,63% y del alfa-pineno 0,21%-1,37%. Otro estudio llevado a cabo por Bouzouita *et al.* (2010) empleó la hidrodestilación para extraer los aceites esenciales y obtuvo como resultado una proporción de 59,21% de Limoneno. Al comparar estos estudios y el presente trabajo entre sí se observa una variación de la proporción de los compuestos debido a los distintos métodos de extracción empleados.

(13). Mandarinas ancestrales.

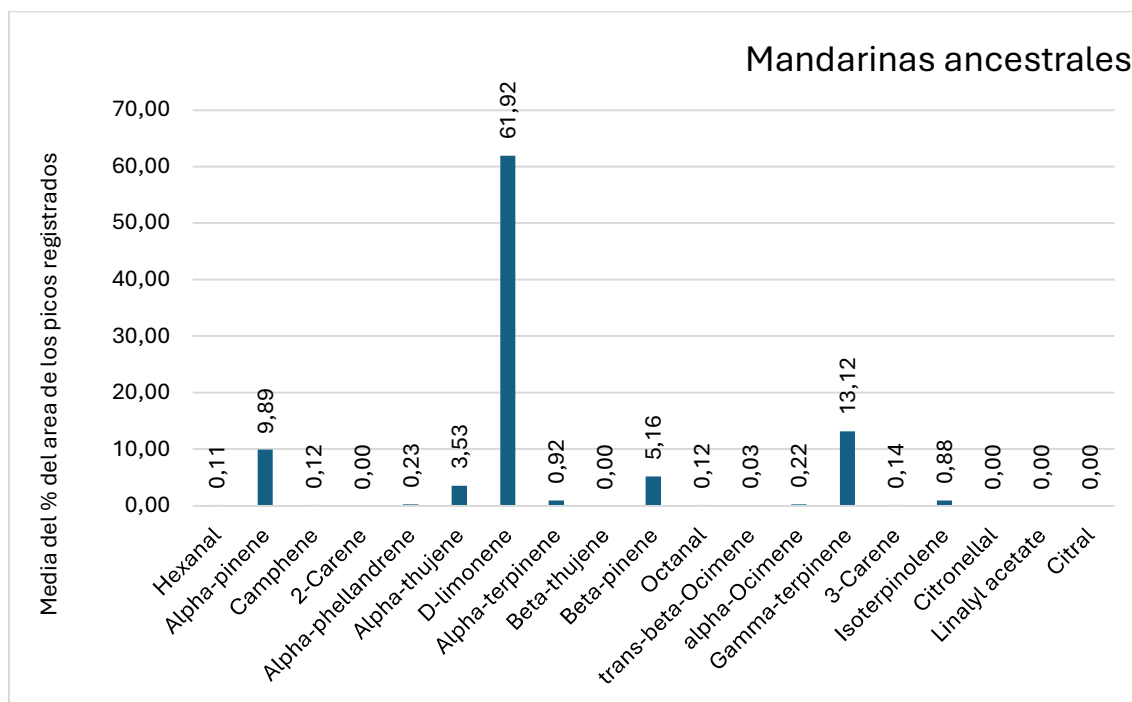


Figura.32: Compuestos más destacados del grupo Mandarinas ancestrales.

En el grupo “Mandarinas ancestrales” que incluye *Citrus x depressa* Hayata ‘Shekwasha’, *Citrus x keraji* Yu.Tanaka ‘Mandarina unzoki’ y *Citrus x kinokuni* ‘Mandarina Kishu’ (Tabla 1) destaca el compuesto D-limoneno con una media de

61,92%, seguido del gamma-terpineno con una media de 13,12%, alfa-pineno con 9,89%, del beta-pineno con 5,16% y del alfa-tuyeno con 3,53%. Hay 9 compuesto con una media entre 0,03%-0,92%. Cinco compuestos no están presentes en este grupo como se observa en la figura 32.

Un estudio realizado por Asikin *et al.* (2012) extrajo los aceites esenciales de la corteza de *Citrus x depressa* mediante centrifugado y obtuvo el Limoneno como el compuesto mayoritario (45,13%), seguido del gamma-terpineno (29,06%) y de alfa-pineno (2,66%). Otro estudio llevado a cabo por Hamada *et al.* (2017) analizó los aceites esenciales de *Citrus x keraji* mediante destilación y obtuvo una proporción de Limoneno entre 35,67%-40,87%, 6,37%-24,22% de gamma-terpineno y 1,46%-5,09% de alfa-pineno. Han *et al.* (2020), en otro estudio empleó la destilación para extraer los compuestos de la corteza de *Citrus x kinokuni* y obtuvo el Limoneno como compuesto principal (45,6%-69,4%), seguido del gamma-terpineno (4,5%-7,8%) y el alfa-pineno (1,4%-2,2%). Al comparar los resultados de los estudios con los del trabajo se tiene en cuenta que el grupo “Mandarinas ancestrales” agrupa estas tres variedades por lo que los resultados obtenidos son una combinación de los presentados en los estudios.

(14). Mellarosas.

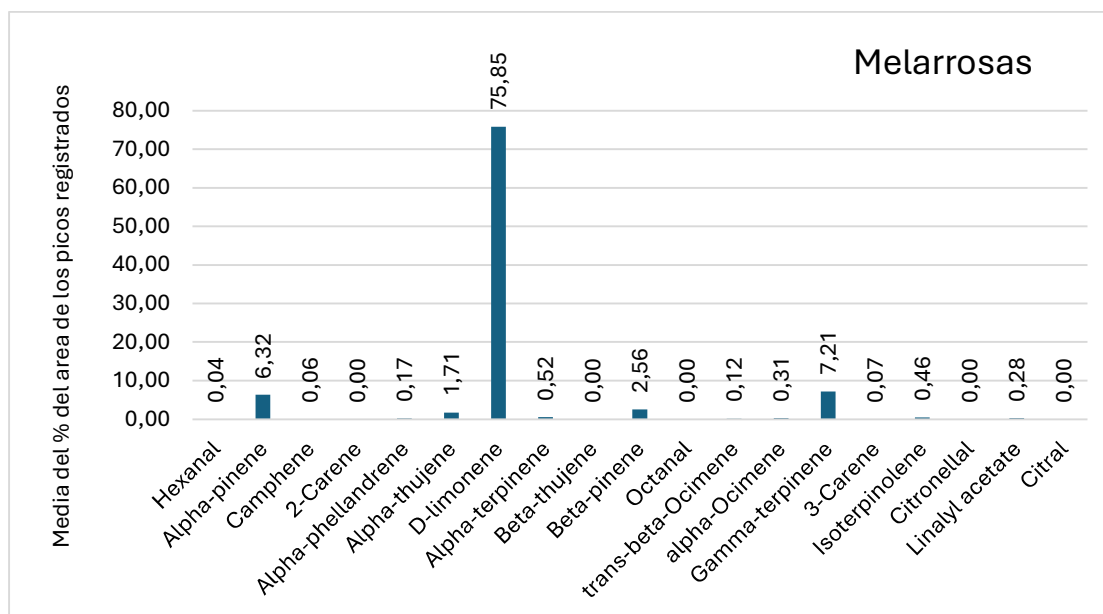


Figura.32: Compuestos más destacados del grupo Melarrosa.

En la figura 32 se observa que el D-Limoneno, con una media de 75,85%, es el principal compuesto del grupo “Mellarosas” que incluye la muestra *Citrus x limon* (L.) Burm. f.

var. *mellarosa* (Tabla 1). Le siguen en menor proporción el gamma-terpineno (7,21%) y el alfa-pineno (6,32%), el beta-pineno (2,56%) y el alfa-tuyeno (1,71%). Hay 9 compuestos con una media entre el 0,06%-0,52% y 5 compuestos que no se encuentran en este grupo.

(15). Limas palestinas.

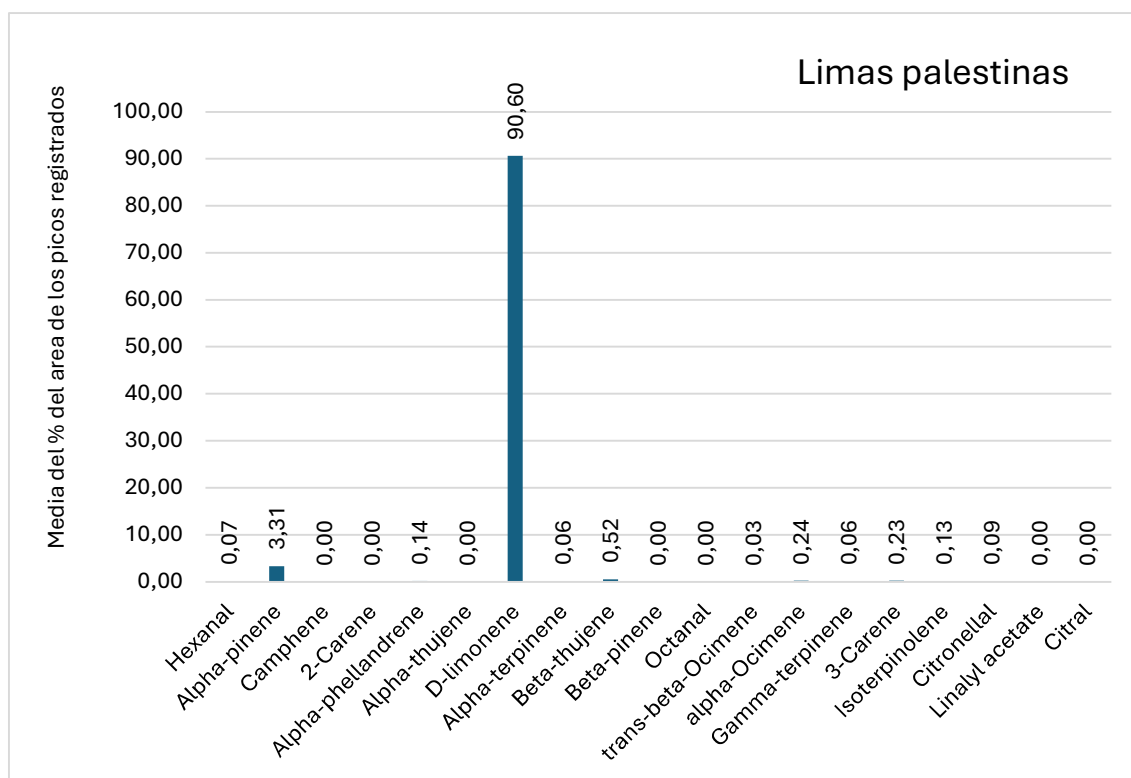


Figura.34: Compuesto más destacados del grupo Limas palestinas.

En el grupo “Limas palestinas” que incluye la muestra *Citrus x limon* (L.) Burm. f. var. *limettioides* ‘Limas Palestinas’ (Tabla 1) solo destaca un compuesto, el D-limoneno con una media de 90,60%. El siguiente compuesto mayoritario es el alfa-pineno con un 3,31% de media. El resto de los compuestos se encuentran por debajo del 0,52%, estando ausentes 7 de ellos, tal como se muestra en la figura 34.

Un estudio realizado por Vasudeva *et al.* (2012) obtuvo el Limoneno como compuesto mayoritario del *Citrus limettioides* Tanaka (89,08%). Se puede comparar el resultado del presente trabajo con el obtenido por el estudio teniendo en cuenta que el estudio empleó destilación para extraer los aceites esenciales de la corteza y ello provoca cambios de composición distintos al raspado en freco.

(16). Otros cítricos.

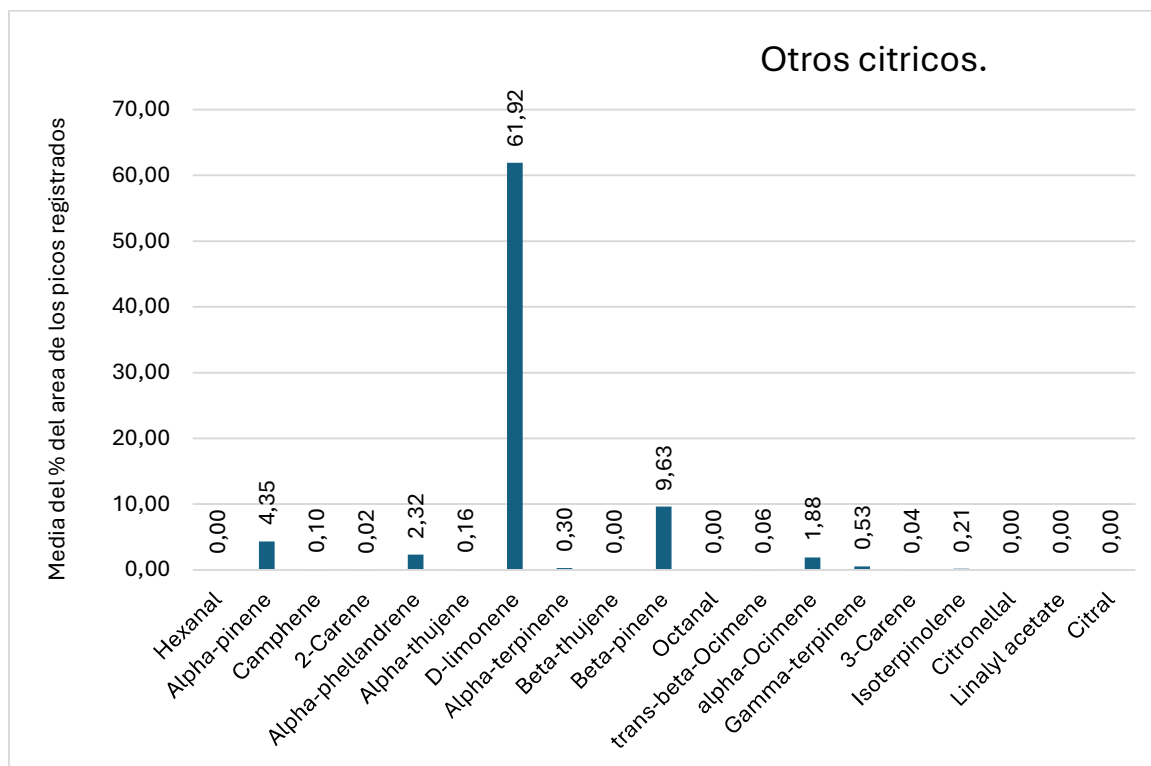


Figura.35: Compuestos más destacados del grupo Otros cítricos.

En el grupo otros cítricos se agruparon otras especies como *Severinia buxifolia* (Poir.) Ten., *Citrus macroptera* Montrouz y *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. En la figura 35 se observa que el compuesto que más destaca es el D-limoneno con una media de 61,92%. Seguido en menor proporción por el beta-pineno (9,63%) y el alfa-pineno (4,35%).

Un estudio llevado a cabo por Subhra *et al.* (2024) empleó la hidrodestilación para extraer los aceites esenciales de la corteza de *Citrus macroptera* y obtuvo el Limoneno como compuesto principal con una media de 86,76%. Otro estudio realizado por Tundis *et al.* (2016) también empleó la hidrodestilación para extraer los aceites esenciales de la corteza de *Poncirus trifoliata* y obtuvo una proporción de Limoneno de 41,73%.

Se puede concluir a partir de estos estudios que el D-Limoneno es el compuesto principal de esto tres géneros.

Resultados por compuestos:

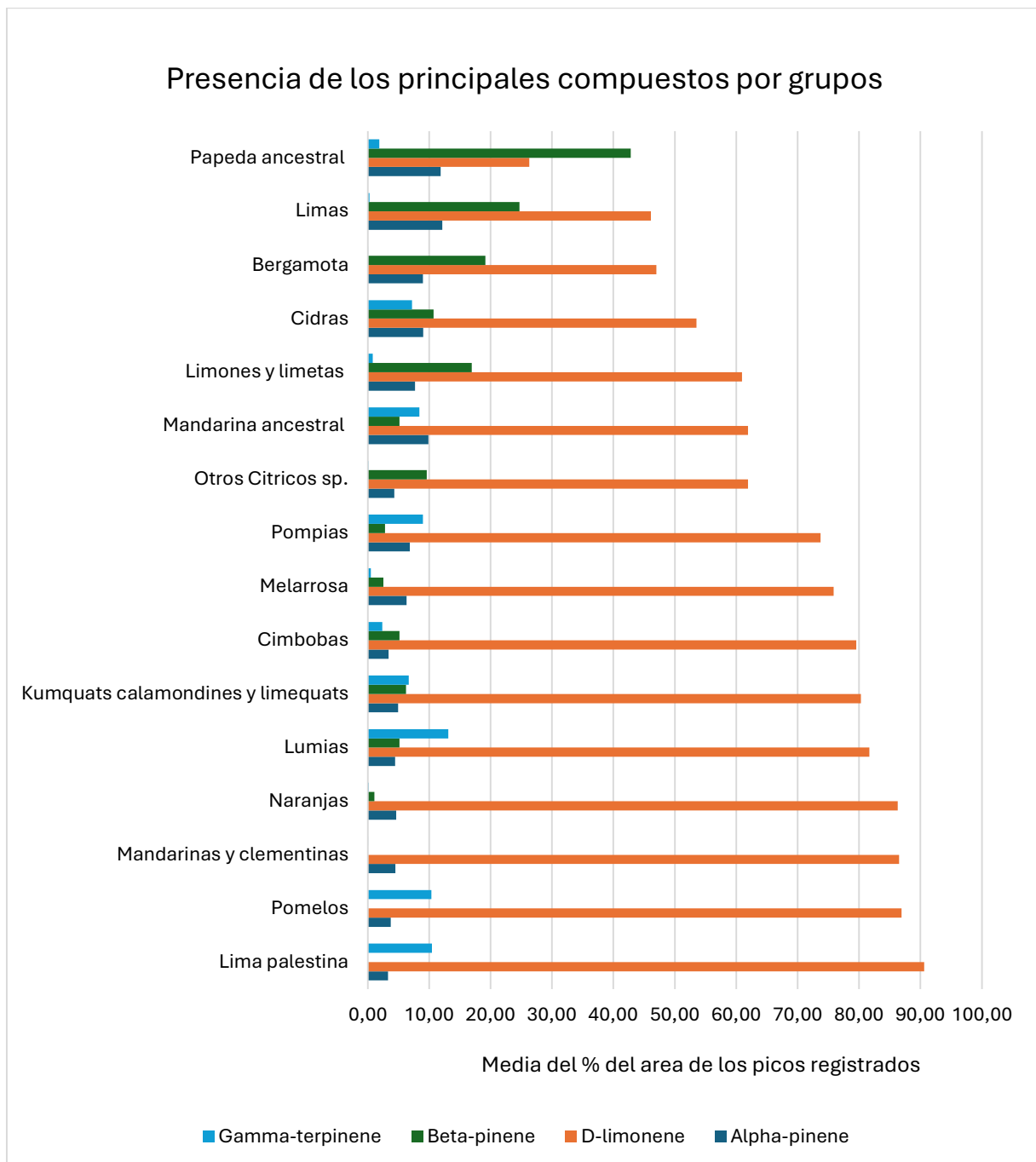


Figura.36: Presencia de los principales compuestos por grupos

En la figura 36 se observa una comparación de los compuestos principales por grupos. El grupo “Limas palestinas” presenta la mayor proporción de D-limoneno con una media de 90,60%, seguido por el grupo de los “Pomelos”, “Mandarinas y clementinas” y

“Naranjas” que presentan unos valores muy similares de D-limoneno con 86,93%, 86,51% y 86,32% respectivamente. El grupo que menor proporción de D-limoneno presenta es “Papeda ancestral” con 26,31%. El segundo grupo con menor cantidad es el de las “Limas” con 46,12% y a pesar de ser el segundo con menor D-limoneno presenta un 20% más que el “Papeda ancestral”. Se puede considerar los grupos con >70% de D-Limoneno como ricos en este compuesto y son: “Limas palestinas”, “Pomelos”, “Mandarinas y clementinas”, “Naranjas”, “Lumias”, “Kumquats calamondines y limequats”, “Cimbobas”, “Melarrosa” y “Pompías”. Y los grupos con <70% son: “Otros cítricos”, “Mandarinas ancestrales”, “Limonos y limetas”, “Cidras”, “Bergamotas”, “Limas” y “Papeda ancestral”.

El beta-pineno destaca en los grupos con menor cantidad de D-limoneno. El grupo que más cantidad de beta-pineno presenta en su corteza es el “Papeda ancestral” con 42,83% casi el doble de la cantidad de beta-pineno que presenta el segundo grupo, las “Limas” con 24,71%. Los grupos “Limas palestinas”, “Pomelos” y “Mandarinas y clementinas” tienen un 0% del compuesto. Siendo el beta-pineno el único de los cuatro compuestos principales que no está presente en todos los grupos.

El alfa-pineno está en menor cantidad que el beta-pineno siendo su valor máximo 12,14% del grupo “Limas”, seguido de 11,86% del grupo “Papeda ancestral”. La mayoría de los grupos se encuentran por debajo del 8%, destacando únicamente 4 grupos por encima él y esos grupos son: “Bergamotas” (8,99%), “Cidras” (9,03%), “Mandarinas ancestrales” (9,89%), “Papeda ancestral” (11,86%) y “Limas” (12,14%).

El gamma-terpineno se encuentra presente en todos los grupos con un máximo de 13,12% en el grupo “Lumias” y un mínimo de 0,06% en el grupo “Bergamotas”.

5.- CONCLUSIONES

Del estudio de los aceites esenciales de la corteza de 71 cítricos, de los cuales 62 se recolectaron en el Jardín de las Hespérides de la Universidad de Murcia y 9 de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela, de la Universidad Miguel Hernández, se puede concluir que:

- Se han identificado 81 compuestos en dichos aceites esenciales de los cuales 19 son mayoritarios e importantes para entender el aroma de la corteza de los cítricos.
- Se ha encontrado que de los 19 compuestos hay 4 principales: D-Limoneno, beta-pineno, alfa-pineno, y gamma-terpineno.
- Los 71 cítricos se pudieron clasificar en 16 grupos en función de los 19 compuestos mayoritarios.
- En el 100% de los grupos estudiados se encuentran el D-Limoneno, alfa-pineno y gamma-terpineno. En el 81,25% de los grupos estudiados se encuentra presente el beta-pineno.
- El D-Limoneno es el compuesto principal del 93,7% de los grupos estudiados.
- Se observa una relación inversa entre el D-Limoneno y el beta-pineno.

6.- BIBLIOGRAFÍA

Ahuja, K. y Pulidindi, K. (2023). Essential Oils Market Size By Product (Orange Oil, Lemon Oil, Eucalyptus Oil, Clove Oil, Peppermint Oil, Jasmine Oil, Rosemary Oil, Corn Mint Oil, Citronella Oil, Geranium Oil, Spearmint Oil, Lavender Oil, Tea Tree Oil), Application & Forecast 2023 – 2032. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/essential-oil-market>

Asikin, Y., Taira, I., Inafuku, S., Sumi, H., Sawamura, M., Takara, K. y Wada, K. (2012). Volatile Aroma Components and Antioxidant Activities of the Flavedo Peel Extract of Unripe Shiikuwasha (*Citrus depressa* Hayata). *Journal of Food Science*. 77(4):469-75. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02604.x>

Attia, H.G., El-Morshedy, S.M., Nagy, A.M., Ibrahim, A.M., Aleraky, M., Abdelrahman, S.S., Osman, S.M., Alasmari, S.M., El Raey, M.A. y Abdelhameed, M.F. (2024). *Citrus clementine* Peel Essential Oil Ameliorates Potassium Dichromate-Induced Lung Injury: Insights into the PI3K/AKT Pathway. 14(1):68. <https://doi.org/10.3390/metabo14010068>

Aumeeruddy-Elalfi, Z., Lall, N., Fibrich, B., Van Staden, A.B., Hosenally, M. y Mahomoodally, M.F. (2018). Selected essential oils inhibit key physiological enzymes and possess intracellular and extracellular antimelanogenic properties in vitro. *J. Food Drug Analysis*. 26(1):232–243. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2017.03.002>

Baccati, C., Gibernau, M., Paoli, M., Ollitrault, P., Tomi, F. y Luro, F. (2021). Chemical Variability of Peel and Leaf Essential Oils in the *Citrus* Subgenus *Papeda* (Swingle) and Few Relatives. *Plants*. 10(6):1117. <https://doi.org/10.3390/plants10061117>

Barrett, H.C., y Rhodes, A.M. (1976). A numerical taxonomic study of affinity relationships in cultivated Citrus and its close relatives. *Syst. Bot.* 1(2):105–136. [A Numerical Taxonomic Study of Affinity Relationships in Cultivated Citrus and Its Close Relatives on JSTOR](#)

Bozinou, E., Athanasiadis, V., Chatzimitakos, T., Ganos, C., Gortzi, O., Diamantopoulou, P., Papanikolaou, S., Chinou, I. y Lalas, S.I. (2023). Essential Oil of Greek *Citrus sinensis* cv New Hall - *Citrus aurantium* Pericarp: Effect upon Cellular Lipid Composition and

Growth of *Saccharomyces cerevisiae* and Antimicrobial Activity against Bacteria, Fungi, and Human Pathogenic Microorganisms. *Processes*. 11(2):394.
<https://doi.org/10.3390/pr11020394>

Bouzouita, N., El Omri, A., Kachouri, F., Casabianca, H. y Chaabouni, M.M. (2010). Chemical Composition of Bergamot (*Citrus Bergamia* Risso) Essential Oil Obtained by Hydrodistillation. *Journal of Chemistry and Chemical Engineering*. 4(4):60-62
<https://hal.science/hal-00639760v1>

Cavanaugh, J.L. (2013). Examining the Differential Effects of Natural and Synthetic Aromas of Lavender and Peppermint on Cognition, Mood, and Subjective Workload. Ph.D. Thesis. University of Colorado; Denver, CO, USA.
https://archive.org/details/examining_differential_effects

Coppen, J.J.W. (1995). Flavours and Fragrances of Plant Origin. FAO; Rome, Italy.
<https://www.fao.org/4/v5350e/v5350e.pdf>

Deng, X., Yang, X., Yamamoto, M. y Biswas, M.K. (2020). Domestication and history. En M. Talon, M. Caruso y F. G. Gmitter (Eds.), *The Genus Citrus* (pp. 33-55). Woodhead Publishing, England. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812163-4.00003-6>

Flamini, G., Pistelli, L., Nardoni, S., Ebani, V.V., Zinnai, A., Mancianti, F., Ascrizzi, R. y Pistelli, L. (2029). Essential Oil Composition and Biological Activity of “Pompia”, a Sardinian Citrus Ecotype. *Molecules*. 24(5):908.
<https://doi.org/10.3390/molecules24050908>

Gallart, M.F. (2021). *Composición de los aceites esenciales de la corteza de diferentes variedades de Citrus medica L. Influencia del grado de maduración*. (Trabajo fin de master). Universidad Politécnica de Valencia. Repositorio UPV.
<https://riunet.upv.es/handle/10251/167367>

Ghani, A., Mohtashami, S. y Jamalian, S. (2021). Peel essential oil content and constituent variations and antioxidant activity of grapefruit (*Citrus × paradisi* var. red blush) during color change stages. *Food Measure*. 15:4917–4928.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11694-021-01051-0>

Gioffrè, A.M., Gioffrè, G., Ursino, D. y Labate, C. (2020). The peel essential oil composition of bergamot fruit (*Citrus bergamia*, Risso) of Reggio Calabria (Italy): a

review. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 32(11):835-845. <http://dx.doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i11.2197>

Hamada, T., Hayasaki, M., Kitahara, H., Yamashita, K., Kariyazaki, A., Tani, F., Onitsuka, S. y Okamura, H. (2017). Essential oil composition of citrus peels in Kikai-jima Island, Japan. *American Journal of Essential Oils and Natural Products*. 5(3):2-15. <https://www.essencejournal.com/pdf/2017/vol5issue3/PartA/5-1-33-926.pdf>

Han, T.L., Ullah, I. y Wang, J. (2020). Chemical Variation of Essential Oils from Peels of *Citrus kinokuni* Tanaka, *C. reticulata* ‘Dahongpao’, and *C. reticulata* ‘Zhang Shuensis’. *Acta Scientific Agriculture*. 4(7):04-26. <http://dx.doi.org/10.31080/ASAG.2020.04.0851>

Lota, M.L., Serra, D.R., Tomi, F., Casanova, J. (2001). Chemical variability of peel and leaf essential oils of 15 species of mandarins. *Biochemical Systematics and Ecology*. 29(1):77-104. [https://doi.org/10.1016/S0305-1978\(00\)00029-6](https://doi.org/10.1016/S0305-1978(00)00029-6)

Lota, M.L., Serra, D.R., Tomi, F., Jacquemond, C. y Casanova, J. (2002). Volatile Components of Peel and Leaf Oils of Lemon and Lime Species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50(4):796–805. <https://doi.org/10.1021/jf0109241>

Luro, F., Curk, F., Froelicher, Y. y Ollitrault, P. (2017). Recent insights on *Citrus* diversity and phylogeny. En V. Zech-Matterne y G. Fiorentino (Eds.), *AGRUMED: Archaeology and history of citrus fruit in the Mediterranean*. Publications du Centre Jean Bérard. <http://dx.doi.org/10.4000/books.pcjb.2169>

Naeem, A., Abbas, T., Ali, T.M. y Hasnain, A. (2018). Essential Oils: Brief Background and Uses. *Ann Short Reports*. 1(1):1006. <https://www.remedypublications.com/annals-of-short-reports-abstract.php?aid=516>

NDA: New Directions Aromatics. (2017). Untapping the power of nature: Essential oil extraction methods. <https://www.newdirectionsaromatics.com/blog/untapping-the-power-of-nature-essential-oil-extraction-methods/> (Consultado 12 mayo de 2025).

Ollitrault, P., Curk, F., Krueger, R. (2020). *Citrus* taxonomy. En M. Talon, M. Caruso y F. G. Gmitter (Eds.), *The Genus Citrus* (pp. 57-81). Woodhead Publishing. England <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812163-4.00004-8>

- Rowshan, V. y Najafian, S. (2015). Changes of Peel Essential Oil Composition of *Citrus aurantium* L. During Fruit Maturation in Iran. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 8(4):1006–1012. <http://dx.doi.org/10.1080/0972060X.2014.977564>
- Sajid, A., Sarfraz, R.A., Hanif, M.A. y Shahid, M. (2016). Evaluation of Chemical Composition and Biological Activities of *Citrus pseudolimon* and *Citrus grandis* Peel Essential Oils. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*. 38(2):266-273.
- Scora, R.W. (1975). On the history and origin of citrus. *Bull. Torrey Bot. Club*. 102(6):369–375. [On the History and Origin of Citrus on JSTOR](#)
- Sharmeen, J.B., Mahomoodally, F.M., Zengin, G. y Maggi, F. (2021). Essential Oils as Natural Sources of Fragrance Compounds for Cosmetics and Cosmeceuticals. *Molecules*. 26(3):666. <https://doi.org/10.3390/molecules26030666>
- Sirisomboon, P., Duangchang, J., Phanomsophon, T., Lapcharoensuk, R., Shrestha, B.P., Kasemsamran, S., Thanapase, W., Pornchaloempong, P. y Tsuchikawa, S. (2024). Analysis of the Pomelo Peel Essential Oils at Different Storage Durations Using a Visible and Near-Infrared Spectroscopic on Intact Fruit. *Foods*. 13(15):2379. <https://doi.org/10.3390/foods13152379>
- Smeriglio, A., Alloisio, S., Barbieri, R., Ingegneri, M., Malaspina, P., Burlando, B., Cornara, L. y Trombetta, D. (2023). The Essential Oil of *Citrus lumia* Risso and Poit. ‘Pyriformis’ Shows Promising Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Neuromodulatory Effect. *International Journal of Molecular Sciences*. 24(6):5534. <https://doi.org/10.3390/ijms24065534>
- Smeriglio, A., Alloisio, S., Raimondo, F.M., Denaro, M., Xiao, J., Cornara, L. y Trombetta, D. (2018). Essential oil of *Citrus lumia* Risso: Phytochemical profile, antioxidant properties and activity on the central nervous system. *Food and Chemical Toxicology*. 109:407-416. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.12.053>
- Sonwa, M.M. (2000). Isolation and structure elucidation of essential oil constituents: comparative study of the oils of *Cyperus alopecuroides*, *Cyperus papyrus*, and *Cyperus rotundus*. Tesis doctoral. Universidad de Hamburgo. <https://ediss.sub.uni-hamburg.de/handle/ediss/2156>

- Subhra, D.R., Supriya, S., Rinku, B., Laldusanga, P., Bhusan, K.B. y Bhaskar, M. (2024). Essential oils extracted from *Citrus macroptera* and *Homalomena aromatica* (Spreng.) Schott. exhibit repellent activities against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal of Vector Borne Diseases*. 61(1):107-116. <https://doi.org/10.4103/0972-9062.392256>
- Swingle, W.T., Reece, P.C. (1967). The botany of Citrus and its wild relatives. En Reuther, W., Webber, H.J., Batchelor, L.D. (Eds.), *The Citrus Industry*. University of California, Berkeley. 1:190–430. [The botany of Citrus and its wild relatives | CiNii Research](#)
- Tanaka, T. (1977). Fundamental discussion of Citrus classification. *Stud. Citrol*. 14:1–6. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1370848662451077379>
- Tirado, C.B., Stashenko, E.E., Combariza, M.Y. y Martínez, J.R. (1995). Comparative study of Colombian citrus oils by high-resolution gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 697(1-2):501-513. [https://doi.org/10.1016/0021-9673\(94\)00955-9](https://doi.org/10.1016/0021-9673(94)00955-9)
- Tran, K.N.T., Ngo, C.Q.T., Tran, B.L., To, P.M.N., Huynh, P.X. y Pham, T.V. (2023). Hydrodistillation of essential oil from peels of orange (*Citrus sinensis*) in the Mekong Delta, Vietnam: process optimization and chemical profiling. *Food Research*. 7(6):272-277. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(6\).816](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(6).816)
- Tran, T.H., Dao, T.P., Le, X.T., Huynh, B.L. y Minh, L.T.N. (2023). Volatile compounds of grapefruit (*Citrus Grandis* (L.) Osbeck) peel essential oil by cold pressing and hydrodistillation methods. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci*. 1241: 012070. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1241/1/012070>
- Tuan, N.V., Cam, Q.N.T. y Cang, M.H. (2021). Research methods of refined oil from peel calamondin (*Citrus microcarpa*) from Tien Giang Province, Vietnam. *E3S Web of Conferences*. 306: 04021 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130604021>
- Tundis, R., Bonesi, M., Sicari, V., Pellicanò, T.M., Tenuta, M.C., Leporini, M., Menichini, F. y Loizzo, M.R. (2016). *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.: Chemical composition, antioxidant properties and hypoglycaemic activity via the inhibition of α -amylase and α -glucosidase enzymes. *Journal of Functional Foods*. 25:477-485. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.06.034>

Vasudeva, N. y Sharma, T. (2012). Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oil of *Citrus limettoides* Tanaka. *Journal of Pharmaceutical Technology and Drug Research*. 1(1):2. <http://dx.doi.org/10.7243/2050-120X-1-2>.

Webber, H.J. (1943). Cultivated varieties of citrus. In: The Citrus Industry. History, World Distribution, Botany and Varieties. University of California Press, California, pp. 475–668.

Webber, H.J. (1967). History and development of the citrus industry. In: Reuther, W., Webber, H.J. (Eds.), The Citrus Industry Berkeley. University of California Press, pp. 1–39. [History and development of the citrus industry | CiNii Research](#)

Wester, P. J. (1915). Citrus Fruits in the Philippines. *The Philippine Agricultural Review* (pp. 3-5). <https://www.gutenberg.org/files/35816/35816-h/35816-h.htm#byproducts> (Consultado 12 de mayo 2025)

Ziogas, V., Ganos, C., Graikou, K., Cheilari, A. y Chinou, I. (2024). Chemical Analyses of Volatiles from Kumquat Species Grown in Greece—A Study of Antimicrobial Activity. *Horticulturae*. 10(2):131. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10020131>

ANEXO I

Papeda ancestral



1-2-3-5. *C. micrantha* Wester (= *Citrus hystrix* DC.)

‘Papeda di Maurizio, Lima Kafir’

Limas



4

4. *Citrus × aurantiifolia* (Christm.) Swingle (= *Citrus medica* × *C. micrantha*) 'Acida'



17

17. *Citrus × latifolia* (Tanaka ex Yu. Tanaka) Tanaka (= *Citrus × aurantiifolia* (= *Citrus medica* × *C. hystrix*) × *C. × limon* (= *Citrus medica* × (*C. maxima* × *C. reticulata*))) 'Bearss'



34

34. *Citrus × aurantiifolia* (Christm.) Swingle (= *Citrus medica* × *C. micrantha*) 'Limoncillo'



36

36. *Citrus × macrophylla* Wester (= *Citrus aurantiifolia* × *C. sp.*) 'Macrophylla'

Naranjas



6. *Citrus × aurantium* L. var. *aurantium* (= *Citrus maxima* × *C. reticulata*) 'Bouquetier de Nice'



13. *Citrus × aurantium* L. var. *sinensis* L.(=*Citrus sinensis* (L.) Osbeck, = *Citrus maxima* × *C. reticulata*) 'Newhall'



14. *Citrus × aurantium* L. var. *sinensis* L. (= *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, = *Citrus maxima* × *C. reticulata*) 'Ovale'



15. *Citrus × aurantium* L. var. *sinensis* L. (= *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, = *Citrus maxima* × *C. reticulata*) 'Bionda del Gargano'



16. *Citrus × aurantium* L. var. *sinensis* L. (= *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, = *Citrus maxima* × *C. reticulata*) 'Fisher navel C4068'



21. *Citrus × aurantium* L. var. *myrtifolia* Ker Gawl. (= *C. × myrtifolia* Raf.) 'Chinotto'



23. *Citrus × aurantium* L. var. *aurantium* (= *Citrus maxima* × *C. reticulata*) 'Sevilla'

Mandarinas y clementinas



7

7. *Citrus × aurantium* L. var. *deliciosa* (= *C. × deliciosa* Ten. = *Citrus reticulata* × (*C. maxima* × *C. reticulata*)) 'Mandarino cf. Avana'



8

8. *Citrus × aurantium* L. var. *clementina* (= *C. × deliciosa* Ten. × (*C. maxima* × *C. reticulata*)) 'Clementino'



9

9. *Citrus × tangor* Tanaka (= *C. reticulata* Blanco subsp. *reticulata* × *C. × aurantium* L. var. *sinensis* (L.) Osbeck) 'Ellendale'



11

11. *Citrus × aurantium* L. var. *clementina* (= *C. × deliciosa* Ten. × (*C. maxima* × *C. reticulata*)) 'Clementino rugoso'



12

12. *Citrus × aurantium* L. var. *deliciosa* (= *C. × deliciosa* Ten. = *Citrus reticulata* × (*C. maxima* × *C. reticulata*)) 'Tardivo'



63

63. *Citrus × aurantium* L. var. *clementina* (Yu.Tanaka) Ined. 'Ragheb'

Limones y limetas



18

18. *Citrus × limon* (L.) Burm. f. var. *limon* (= *Citrus medica* × (*C. maxima* × *C. reticulata*)) 'Variegado'



24

23. *Citrus × limon* (L.) Burm. f. var. *limon* (= *Citrus medica* × (*C. maxima* × *C. reticulata*)) 'Limone'



29

29. *Citrus × limon* (L.) Burm.f. var. *limon* (= *Citrus × limodulcis* D.Rivera, Obón & F.Méndez, = *Citrus medica* × (*C. maxima* × *C. reticulata*)) 'Dulce'



30

30. *Citrus × limon* (L.) Burm. f. var. *limon* (= *Citrus medica* × (*C. maxima* × *C. reticulata*)) 'Bianco'



31

31. *Citrus × limon* (L.) Burm. f. var. *limon* (= *Citrus medica* × (*C. maxima* × *C. reticulata*)) 'Incannellato'



32

32. *Citrus × limon* (L.) Burm. f. var. *limon* (= *Citrus medica* × (*C. maxima* × *C. reticulata*)) 'Peretta'

Limones y limetas



33

33. *Citrus × limon* (L.) Burm. f. var. *limon* (= *Citrus medica* × (*C. maxima* × *C. reticulata*)) 'Limone Pera'



37

37. *Citrus × junos* Siebold ex Tanaka (= *Citrus cavaleriei* × *Citrus reticulata* var. *austera*) 'Yuzu'



38

38. *Citrus × limon* (L.) Burm. f. var. *limetta* (Risso) Ollitrault, Curk & R.Krueger (= *Citrus medica* × (*C. maxima* × *C. reticulata*)) 'Lima dulce'



39

39. *Citrus × limon* (L.) Burm. f. var. *limetta* (Risso) Ollitrault, Curk & R.Krueger (= *Citrus medica* × (*C. maxima* × *C. reticulata*)) 'Lima agria'



53

53. *Citrus × limon* (L.) Burm. 'Cidra'



57

57. *Citrus × limon* (L.) Burm. f. var. *limetta* (Risso) Ollitrault, Curk & R.Krueger (= *Citrus medica* × (*C. maxima* × *C. reticulata*)) 'Lima agria'



59

59. *Citrus × limon* (L.) Burm. f. var. *limon* (= *Citrus medica* × (*C. maxima* × *C. reticulata*)) 'Limon Vainilla Dulce'

Kumquats, calamondines y limequats



19

19. *Citrus japonica* Thunb. var. *margarita* (= *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle) 'Nagami kumquat'



20

20. $\times$ *Citrofortunella swinglei* J.W.Ingram & H.E.Moore (= *Citrus aurantiifolia* $\times$ *Fortunella margarita*) 'Tavares'



22

22. *Citrus* $\times$ *microcarpa* Bunge (= $\times$ *Citrofortunella microcarpa* (Bunge) Wijnands, = *Citrus japonica* $\times$ *C. reticulata*) 'Variegata'



25

25. *Citrus* $\times$ *obovata* Raf. ? (= *Fortunella* $\times$ *obovata* hort. ex Tanaka, = *Citrus* hybr.) 'Fukushu'



27

27. *Citrus japonica* Thunb. var. *margarita* (= *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle) 'Marumi'

Cidras



35

35. *Citrus medica* L. var. *medica* 'Etrog'



40

40. *Citrus medica* L. var. *digitata* Lush. 'Mano di Buddha'



41

41. *Citrus medica* L. 'Maxima'



45

45. *Citrus medica* L. 'Diamante'



46

46. *Citrus medica* L. 'Corsicana'

Cidras



62

62. *Citrus medica* L. 'Salo'



64

64. *Citrus limonimedica* 'Sanctus Dominicus'



70

70. *Citrus medica* L. 'Ordinario'



71

71. *Citrus medica* L. 'Ordinario'

Cimbobas



42. *Citrus maxima* (Burm.) Merr. 'Mediterráneo'



43. *Citrus maxima* (Burm.) Merr. 'Pomelo Chino'



44. *Citrus maxima* (Burm.) Merr. 'Chandler'



61. *Citrus maxima* (Burm.) Merr. 'Kao Pan'

Pompas



47

47. *Citrus medica* X *C. aurantium* 'Tozza'

Lumias



52

52. *Citrus* x *lumia* Risso (= *C.medica* X *C. maxima* X *C. micrantha*) 'Lumia de Borneo'



65

65. *Citrus* x *lumia* Risso 'Di Sarzana'



66

66. *Citrus* x *lumia* Risso 'Di Napoli'



67

67. *Citrus* x *lumia* Risso (= *C.medica* X *C. maxima* X *C. x limon*) 'Pomum Adami'

Pomelos



68. *Citrus × paradisi* Macfad. 'Pomelo Star Ruby'

Bergamotas



28. *Citrus* × *bergamia* Risso (= ?)
'Castagnaro'



49. *Citrus* × *bergamia* (Risso) Risso & Poit.
'Bergamota de Ulea'



50. *Citrus* × *bergamia* (Risso) Risso & Poit.
'Bergamota Feminello'



51. *Citrus* × *bergamia* (Risso) Risso & Poit.
'Bergamota Castagnaro'

Mandarinas ancestrales



10

10. *Citrus* × *depressa* Hayata (= *Citrus reticulata* × (*C. maxima* × (*C. medica* × *C. cavaleriei*))) 'Shekwasha'



54

54. *Citrus* × *keraji* Yu.Tanaka 'Mandarina unzoki'



56

56. *Citrus* × *kinokuni* 'Mandarina Kishu'



69

69. *Citrus* × *depressa* Hayata (= *Citrus reticulata* × (*C. maxima* × (*C. medica* × *C. cavaleriei*))) 'Shekwasha'

Mellarrosa



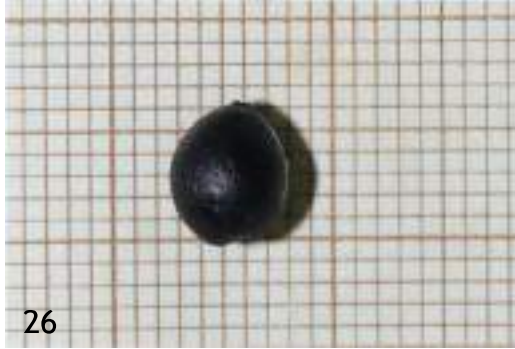
55. *Citrus × limon* (L.) Burm. f. var. *mellarosa*(= *Citrus medica* × (*C. maxima* × *C. reticulata*))

Limas palestinas



58. *Citrus × limon* (L.) Burm. f. var. *limettioides*
(= *Citrus medica* × (*C. maxima* × *C. reticulata*))
'Lima Palestina'

Otros cítricos sp.



26

26. *Severinia buxifolia* (Poir.) Ten. (= *Atalantia buxifolia* (Poir.) Oliv.) 'Severinia'



48

48. *Citrus macroptera* Montrouz. 'Papeda Cabuyao'



60

60. *Citrus trifoliata* L. var. *trifoliata* (= *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) 'Poncirus'