

Trabajo grupal realizado por:

Lucia Carreras-Moysi Wallin y Malak Ed dahbi Alja

**CUANTIFICACIÓN DE LOS POLIFENOLES TOTALES Y LA CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE DE DOS PLANTAS MEDICINALES: *MENTHA X PIPERITA* L. Y
ROSMARINUS OFFICINALIS.**

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

Dirigido por la Dra. Vanessa Sánchez Martos

Grado de Nutrición Humana y Dietética



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

**Reus
2025**

ÍNDICE

1. RESUMEN / RESUM / ABSTRACT	2
2. INTRODUCCIÓN	3
3. HIPÓTESIS	9
4. OBJETIVOS	9
5. MATERIAL Y METODOS	9
5.1 PLANTAS	9
5.1.1 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS	11
5.2 ANÁLISIS DE LOS POLIFENOLES	11
5.2.1 CUANTIFICACIÓN DE LOS POLIFENOLES	11
5.3 CUANTIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	13
5.3.1 MÉTODO ORAC	13
5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	14
6. RESULTADOS	15
6.1 DESCRIPTIVO DE LAS MUESTRAS DE MENTHA X PIPERITA L. Y ROSMARINUS OFFICINALIS	15
6.2 CONTENIDO EN POLIFENOLES	17
6.3 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (ORAC)	18
6.4 CORRELACIONES ENTRE EL CONTENIDO DE POLIFENOLES Y LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	19
7. DISCUSIÓN	22
8. CONCLUSIONES	23
9. LIMITACIONES	24
10. AGRADECIMIENTOS	24

1. RESUMEN / RESUM / ABSTRACT

RESUMEN

La actividad antioxidante de *la Mentha x piperita L.* y *Rosmarinus officinalis* se atribuye principalmente a la presencia de compuestos fenólicos, entre ellos los polifenoles. Aunque existen numerosos estudios sobre sus propiedades, la influencia de la posología o forma de administración en su contenido fenólico y capacidad antioxidante aun requiere más información concluyente. Este estudio comparó el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de ambas plantas tanto en infusión como en aceite esencial. Se empleó el método Folin-Ciocalteu y el ensayo ORAC para las determinaciones. Los resultados muestran que las infusiones, en especial la de *Mentha x piperita* presenta mayor contenido de polifenoles y capacidad antioxidante, así como una correlación positiva entre ambas variables. Estos hallazgos respaldan el uso de infusiones como fuente accesible de compuestos bioactivos frente al estrés oxidativo

Palabras clave: Polifenoles, capacidad antioxidante, aceite esencial, infusión. *Mentha x piperita L.* *Rosmarinus officinalis*.

RESUM

L'activitatantioxidant de la *Mentha x piperita L* i *Rosmarinus officinalis* s'atribueix principalment a la presència de compostos fenòlics, entre ells els polifenoles. Encara que existeixen nombrosos estudis sobre les seves propietats, la influència de la posologia o forma d'administració en el seu contingut fenòlic i capacitat antioxidant fins i tot requereix més informació conclouent. Aquest estudi va comparar el contingut de polifenoles totals i la capacitat antioxidant de totes dues plantes tant en infusió com en oli essencial. Es va emprar el mètode Folin-Ciocalteu i l'assaig ORAC per a les determinacions. Els resultats mostren que les infusions especialment la de la menta, presenta major contingut polifenoles i capacitat antioxidant, i una correlació positiva entre totes dues variables. Aquestes troballes recolzen l'ús d'infusions com a font accessible de compostos bioactius enfront de l'estrès oxidatiu.

Paraules clau: Polifenoles, capacitat antioxidant, oli essencial, infusió. *Mentha x piperita L.* *Rosmarinus officinalis*.

ABSTRACT

The antioxidant activity of *Mentha x piperita* L. and *Rosmarinus officinalis* is mainly attributed to the presence of phenolic compounds, including polyphenols. Although there are numerous studies on their properties, the influence of dosage or form of administration on their phenolic content and antioxidant capacity still requires more conclusive information. This study compared the total polyphenol content and antioxidant capacity of both plants in infusion and essential oil. The Folin-Ciocalteu method and the ORAC assay were used for the determinations. The results show that the infusions, especially that of mint, have a higher polyphenol content and antioxidant capacity, and a positive correlation between the two variables. These findings support the use of infusions as an accessible source of bioactive compounds against oxidative stress.

Keywords: Polyphenols, antioxidant capacity, essential oil, infusion. *Mentha x piperita* L. *Rosmarinus officinalis*.

2. INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales han sido un recurso para tratar enfermedades durante miles de años, y durante siglos, han sido una valiosa fuente de agentes terapéuticos; de hecho, hoy en día, los principios activos de muchos medicamentos innovadores son productos naturales obtenidos de plantas o sus derivados. Uno de los grandes ejemplos podría ser la morfina que se extrae de la planta *Papaver somniferum* L., la cual es utilizada como analgésico [1].

En el ámbito de la fitoterapia, esta disciplina se encarga del estudio y aplicación de productos de origen vegetal con fines terapéuticos, abarcando su uso en la prevención, el alivio o el tratamiento de diversas enfermedades. Se basa en el análisis de las propiedades bioactivas de los compuestos presentes en las plantas medicinales, así como en su adecuada integración en la práctica clínica y en el ámbito de la salud pública [2].

A partir de las evidencias expuestas, se reafirma el uso de las plantas medicinales, respaldado por los datos proporcionados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Esta institución reconoce que cerca de la mitad de la población en numerosos países industrializados recorre a terapias basadas en el uso de plantas medicinales [3].

Las plantas medicinales son aquellos vegetales que contienen unos metabolitos secundarios, llamados “principios activos”, sustancias que ejercen una acción farmacológica, beneficiosa o perjudicial, sobre el organismo vivo. Su utilidad primordial, a veces específica, es aliviar enfermedades o restablecer la salud [4].

Para el aprovechamiento terapéutico, las plantas medicinales deben ser procesadas adecuadamente. En este contexto, se define como droga vegetal las plantas o partes de plantas enteras, fragmentadas o cortadas, sin procesar, generalmente desecadas, aunque también a veces en estado fresco [5].

Dentro del estudio de las plantas medicinales, destacamos las plantas aromáticas que son aquellas plantas medicinales cuyos principios activos están constituidos, total o parcialmente, por esencias. Representan alrededor de un 0,7% del total de las plantas medicinales [4].

Esta conexión entre el aroma y los principios activos destaca la diversidad funcional de las plantas medicinales, las cuales no solo ofrecen cualidades culinarias y olfatorias, sino que también poseen propiedades terapéuticas significativas como, por ejemplo, el efecto antiinflamatorio. Con esta base, podemos explorar con más profundidad el papel específico de las plantas aromáticas, como la *Mentha x Piperita* L. y el *Rosmarinus Officinalis*, en la fitoterapia y sus contribuciones en cuanto al perfil antioxidante [4,6].

Un componente fundamental en el estudio de las plantas medicinales especialmente de la *Mentha x Piperita* L. y el *Rosmarinus Officinalis*, es la composición de los aceites esenciales que producen. Los aceites esenciales, en el contexto de las plantas, son metabolitos secundarios específicos. Estos son compuestos orgánicos producidos como productos metabólicos intermedios o finales de la planta, no esenciales para su crecimiento y supervivencia. Los aceites esenciales pueden extraerse de diferentes partes de la planta, incluyendo semillas, tallos, raíces, frutos o pieles [4].

Además de su naturaleza como metabolitos secundarios, los aceites esenciales son fracciones lipídicas volátiles de las plantas. Estas fracciones, generalmente destilables por arrastre de vapor de agua, contienen las sustancias responsables del aroma característico de las plantas. Estas sustancias son de gran importancia, no solo en la industria cosmética, para la creación de perfumes y aromatizantes, son también en el ámbito alimentario, como condimentos y saborizantes [4].

La composición de los aceites esenciales es una mezcla de diversos compuestos volátiles que destacan por su aroma. Son líquidos de bajo peso molecular, incoloros o ligeramente amarillentos, solubles en alcoholes muy concentrados y poco hidrosolubles (aunque pueden transferir el aroma al agua). Tienen una densidad inferior el agua, y el índice de refracción de los aceites esenciales suele oscilar entre 1,3 y 1,7, a 20°C [4].

Estas plantas presentan diferentes formas de administración. La forma más tradicional de utilización de las plantas medicinales ha sido la infusión. Actualmente, sin embargo, las drogas vegetales se administran también en otras formas farmacéuticas, como cápsulas o comprimidos [7].

La forma de administración a base de planta medicinal puede elaborarse a partir de la droga vegetal desecada, ya sea cortada o pulverizada. Con la droga vegetal cortada se puede preparar en forma de: infusión, decocción o maceración. En el caso de la droga vegetal pulverizada se encuentra en: cápsulas y comprimidos [7].

A partir de estas formas de administración de las plantas medicinales, podemos conservar los compuestos bioactivos de las plantas. Estos compuestos son a los que se le atribuye la función de ayuda a mejorar el estado de salud. Aquí podemos destacar la función que tienen los compuestos fenólicos en el estrés oxidativo [7].

La *Mentha x Piperita L.* y el *Rosmarinus Officinalis* presentan propiedades que reducen el estrés oxidativo. El estrés oxidativo es aquella afección que se presenta cuando hay demasiadas moléculas inestables, llamadas radicales libres, en el cuerpo y no hay suficientes antioxidantes para eliminarlas [8].

La capacidad antioxidante es la habilidad para neutralizar o reducir el daño causado por los radicales libres en el organismo. Los radicales libres son moléculas altamente reactivas que pueden dañar las células y los tejidos, contribuyendo al envejecimiento y al desarrollo de diversas enfermedades, como el cáncer o enfermedades cardiovasculares. Los antioxidantes son sustancias que pueden “atrapar” estos radicales libres y evitar que causen ese daño [9].

A raíz de la evidencia científica, la actividad antioxidante tiene una alta correlación con el contenido en polifenoles que contienen las plantas. Los polifenoles son compuestos que presentan una estructura molecular caracterizada por la presencia de uno o varios anillos

fenólicos. Las plantas los sintetizan como producto de su metabolismo secundario. Los principales grupos de polifenoles son: ácidos fenólicos, estilbenos, lignanos, alcoholes fenólicos y flavonoides [9,10].

MENTHA X PIPERITA L.

• TAXONOMÍA Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La *Mentha x Piperita L.* es una planta de crecimiento rápido y vivaz, también conocida como menta o hierbabuena, entre otros nombres. Pertenece a la familia de las *Lamiaceae*, específicamente a la *Mentha spp.*, y es el resultado de un cruzamiento entre la menta acuática (*M. acuática*) y la hierbabuena (*M. spicata*). La “X” en la denominación botánica indica su origen a partir de dos progenitores diferentes, confiriéndole una clasificación única. Esta menta se propaga fácilmente mediante rizomas y estolones, permitiendo una rápida expansión [4].

Conocida como la hierba siempre verde, la *Mentha x Piperita L.* es una planta muy aromática que puede llegar a medir entre 20 cm y 100 cm. Es una planta erecta y lisa con cortes cuadrangulares generalmente rojizos. Las hojas opuestas tienen bordes serrados, midiendo entre 4,5 cm y 8,5 cm de largo y 0,8 mm a 2 cm de ancho. Las flores, colocadas en espigas terminales, varían en color desde rosa-violeta hasta púrpura, y miden entre 4 cm y 5 cm de largo [4].

La *Mentha x Piperita L.* es conocida por su valor culinario, medicinal y ornamental. Con el aumento del interés en el uso de productos naturales en el ámbito agroalimentario, la *Mentha x Piperita L.* destaca por sus propiedades biológicas, las cuales pueden ser utilizadas como conservantes o biocidas, en respuesta a los efectos nocivos de algunos productos sintéticos [4].

• ACEITE ESENCIAL Y SUS PRINCIPALES CONSTITUYENTES

En el caso de la *Mentha x Piperita L.*, el aceite esencial se obtiene principalmente de las hojas mediante el método de extracción “destilación por arrastramiento con vapor de agua”. Este proceso permite obtener un aceite de alta calidad y pureza que conserva la esencia y las propiedades beneficiosas de la planta [12].

La *Mentha x Piperita L.* es ampliamente utilizada en preparaciones medicinales, sus hojas son un remedio para diversas afecciones, como el resfriado común, inflamaciones de la boca, faringe e hígado, así como trastornos gastrointestinales como náuseas, vómitos, diarrea, escalofríos, flatulencias y dislipemia. Las propiedades antioxidantes, antimicrobianas, antivirales, antiinflamatorias, antialérgicas y anticancerígenas de la *Mentha x Piperita L.* la convierten en una planta multifuncional. El aceite esencial, obtenido de sus hojas, tiene aplicaciones diversas en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria [5, 11].

La eficacia del aceite de *Mentha x Piperita L.* en estas aplicaciones se debe a sus componentes específicos, aquí destacan los principales:

1. **Mentol (40.7%):** contribuye al refrescamiento y tiene propiedades analgésicas.
2. **Mentona (23.4%):** ayuda a aligerar la congestión y tiene efectos estimulantes.
3. **Cineol (5.3%):** aporta propiedades antiinflamatorias y descongestionantes.
4. **Acetato de mentilo (4.2%):** tiene propiedades calmantes y relajantes:
5. **Isomentona (3.7%):** puede tener efectos analgésicos y antiinflamatorios.
6. **Mentofurano (3.7%):** contribuyen a las propiedades antimicrobianas.
7. **Neomentol (3.2%):** aporta un aroma refrescante y puede tener efectos relajantes.

A parte de los compuestos nombrados anteriormente, también contiene flavonoides, tanto aglicones como heterósidos, taninos, ácidos fenoles y triterpenos [11].

ROSMARINUS OFFICINALIS.

TAXONOMÍA Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El *Rosmarinus Officinalis*, conocida popularmente como romero, es una planta perteneciente a la familia *Lamiaceae* y originaria de la región mediterránea, aunque se puede encontrar en todo el mundo. Se trata de una planta perenne y aromática, de forma arbustiva con ramas repletas de hojas, que alcanza una altura de hasta 2m y cuyas hojas son de color verde y desprenden una fragancia característica [13].

Rosmarinus Officinalis puede emplearse como especia en la cocina, como conservante natural en la industria alimentaria y como planta ornamental y medicinal [13].

· ACEITE ESENCIAL Y SUS PRINCIPALES CONSTITUYENTES

En el caso del *Rosmarinus Officinalis*, se puede utilizar muestras frescas o secas, pero se destacó un nivel más alto de flavonoides en muestras de hojas secas utilizando el método de extracción “extracción asistida por microondas”.

El aceite esencial de *Rosmarinus Officinalis* es un líquido incoloro o amarillo pálido, con el olor característico de la planta, el cual puede promover varios efectos farmacológicos debido a la interacción entre las moléculas de la planta y los sistemas orgánicos [13].

Los efectos demostrados por esta planta incluyen muchas propiedades, pero se destaca: capacidad para atenuar el asma, la aterosclerosis, relajante muscular y tratamiento de la alergia cutánea, hepatoprotectoras, nefroprotectoras, reducción de la presión arterial, antioxidante, antiinflamatorio, acción antiulcerosa, anticancerígenos y antiproliferativos [13].

Varios fitocompuestos que presentan actividades farmacológicas pueden aislarse de los aceites esenciales y extractos de *Rosmarinus Officinalis*. Los fitocompuestos más reportados incluyen [13]:

1. **1,8-cineol (16-50%)**: contribuye como broncodilatador, reducción de mucosidad y la depuración de las vías respiratorias.
2. **Alfa-pineno (15-25%)**: tiene efectos antibacterianos, antimicrobianos y protege ante la úlcera péptica.
3. **Alcanfor (10-25%)**: es un inmunomodulador, antiproliferativo, hipoglucémico, antimicrobiano y antifúngico.
4. **Ácido cafeico (5-10%)**: aporta propiedades antibacterianas, antioxidantes e inhibición de las células tumorales.
5. **Carnosol (4,6%)**: aporta propiedades antiproliferativas, antifúngico, antiinflamatorio, antidiabético y dermatitis antiatópica.
6. **Ácido rosmarínico (2-3%)**: presenta efectos neuroprotectores, protector contra la aterosclerosis, control de la ansiedad, antiproliferativo y antiviral.
7. **Ácido ursólico**: contribuye en forma de hipouricémico y anticancerígeno.

A partir de todos estos beneficios terapéuticos del aceite esencial de *Mentha x Piperita L.* y de *Rosmarinus Officinalis* que presentan gracias a sus concentraciones en polifenoles, se realiza el siguiente estudio para demostrar la cantidad de polifenoles y la capacidad antioxidante de cada aceite esencial [13].

3. HIPÓTESIS

Con todo lo anteriormente citado, creemos que, debido a su mayor contenido en compuestos fenólicos, el aceite esencial de *Mentha x Piperita L.* presenta mayor capacidad antioxidante que la propia infusión de *Mentha x Piperita L* y que el aceite e infusión de *Rosmarinus officinalis*.

4. OBJETIVOS

Para contrastar esta hipótesis, cómo objetivo principal se estableció:

Comparar la capacidad antioxidante de la planta *Mentha x piperita L.* con la planta de *Rosmarinus officinalis* en diferentes presentaciones: aceite esencial e infusiones.

Para ello necesitamos establecer objetivos secundarios

- Cuantificar el contenido en polifenoles de las diferentes plantas en formato de aceite esencial y en formato de infusión.
- Valorar la capacidad antioxidante de las diferentes plantas en formato de aceite esencial y en formato de infusión.

5. MATERIAL Y METODOS

5.1 PLANTAS

Muestras de *Mentha x piperita L.*



Se adquirió aceite esencial 100% puro y natural de la casa comercial Pranarôm adquirida en Casa Pià S.L (Reus, España).

Se adquirió hoja seca y cortada de alta calidad adquirida en Casa Pià S.L (Reus, España).

Muestras de *Rosmarinus officinalis*

Se adquirió aceite esencial 100% puro y natural de la casa comercial Pranarôm adquirida en Casa Pià S.L, y Hoja seca y cortada de alta calidad adquirida en Casa Pià S.L (Reus, España).



La *Mentha x piperita* L. codificada como M y el *Rosmarinus officinalis* codificado como R. Se prepararon tres tipos de muestras de cada tipo de planta y de cada muestra se realizaron triplicados.

- Aceite puro, codificado como (AP)

Se preparó una alícuota de 1 mL de cada aceite puro, por triplicado.

- Aceite diluido, codificado como (A)

Se preparó una dilución de los aceites esenciales puros según lo establecido por la EMA que recomienda entre 1,5g y 3 g de droga por 200 ml de agua [14]. Por lo tanto, se diluyeron 2 gotas de aceite puro en 200ml en agua embotellada (casa comercial Fontvella). De éstos 200 mL se cogió una alícuota de 1 mL para el posterior análisis de los polifenoles y de la capacidad antioxidante.

- Infusión, codificada como (I)

Se pesó 2 gramos de cada planta y éstas se infundieron en 200 mL de agua embotellada (casa comercial Fontvella) previamente hervida en un hervidor de agua (Tristar; ref.: WK

3380). Se comprobó mediante sonda externa (Testo ref.: Pt-100) que se alcanzó los 99° de temperatura. La proporción de planta obtenida correspondió al 1%.

5.1.1 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Previamente, para la determinación de los polifenoles en las muestras de aceite puro y aceite diluido de *Rosmarinus officinalis* y de la *Mentha x piperita* L., se realizó una extracción con disolvente orgánico.

A las muestras de aceite y aceite diluido se les añadió n-hexano (Panreac, ref.: 133242) en proporción 1:5; se homogeneizó la muestra y finalmente se añadió una proporción de 1:3 de metanol (Sigma, ref.: 179337): agua 80%.

Se dejó reposar durante 20 minutos y se extrajeron 10 mL del líquido inferior mediante micropipeta que se transfirió a un recipiente opaco protegido de la luz para evitar la degradación de los compuestos fenólicos, se hizo un reposo overnight de 24h de la extracción de polifenoles para su posterior análisis como se describe en el artículo (Determination of Total Polyphenolic Antioxidants Contents in West-Bank Olive Oil) [15].

En el caso de las infusiones no fue necesario ningún disolvente ya que con la decocción se permite la liberación natural de los polifenoles en el medio acuoso.

5.2 ANÁLISIS DE LOS POLIFENOLES

5.2.1 CUANTIFICACIÓN DE LOS POLIFENOLES

Para la cuantificación del contenido de polifenoles de las muestras se utilizó el método de Folin-Ciocalteu (F-C) [16].

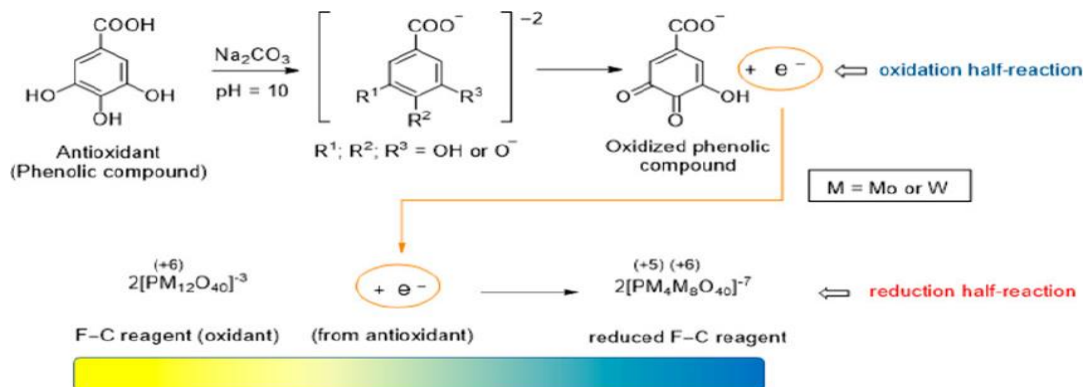
Este método colorimétrico se basa en la transferencia de electrones de los compuestos fenólicos al reactivo de Folin-Ciocalteu (Sigma, ref.: F9252) en un medio básico, lo que da lugar a una coloración azul.

La intensidad de la coloración es proporcional a la concentración de polifenoles presentes en la muestra (Figura 1).

A 100 µl de cada muestra de infusión, aceite y estándar o blanco (metanol al 95%) (por triplicado), se agregaron 200 µl de reactivo de Folin-Ciocalteu diluido al 1:10 en agua bidestilada. Posteriormente, se añadieron 800 µl de Na₂CO₃ 700 mM (Sigma, ref.: S7795). Las muestras se dejaron incubar durante 2 horas a temperatura ambiente. Al finalizar la incubación, se transfirieron 200 µl de cada muestra a una placa de 96 pocillos por duplicado y se midió la absorbancia a 765 nm en un espectrofotómetro de placas BIOTEK POWER WAVE XS (Figura 2).

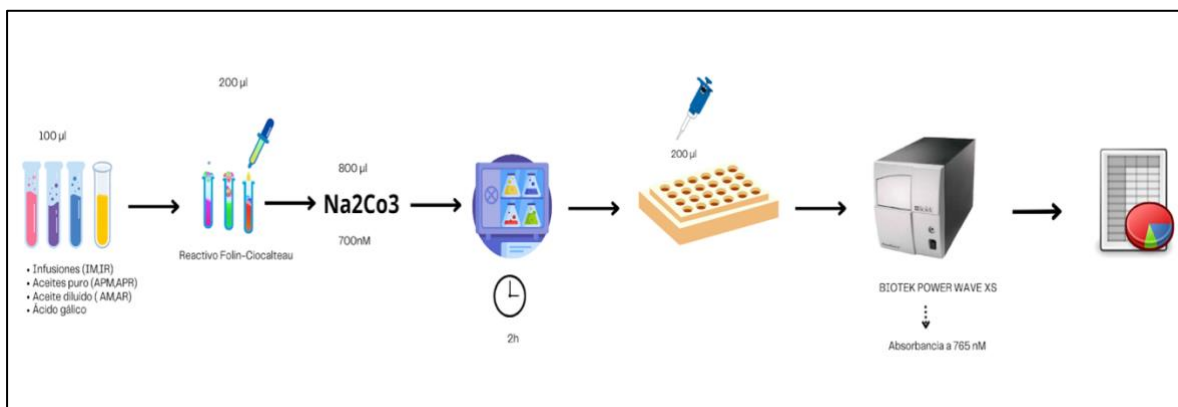
El contenido en polifenoles se calcula mediante comparación con la curva de calibración de ácido gálico (Sigma, ref.: 398225) de rango de 0.05, 0.2, 0.5 y 0.6 mmol/L. Los resultados se expresan en: mmol/L.

Figura 1. Fundamento método Folin-Ciocalteu.



Reacción general de oxidación-reducción en el ensayo de Folin-Ciocalteu. [16].

Figura 2. Procedimiento para la determinación cuantificación polifenoles reactivo Folin-Ciocalteu.



5.3 CUANTIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

5.3.1 MÉTODO ORAC

La capacidad antioxidante de las muestras se determinó mediante el ensayo ORAC (oxygen radical absorption capacity) se basa en la metodología descrita por Cao i colaboradores [17], con las posteriores modificaciones fluorimétricas descritas por Ou i colaboradores [18].

Este método mide la capacidad de una sustancia para inhibir o neutralizar la oxidación inducida por radicales peroxilo ($ROO\cdot$), generados por la descomposición térmica a 37^o C del (AAPH). Este método se basa en la disminución de la fluorescencia de la fluoresceína sódica cuya intensidad disminuye a medida que es degradada por los radicales libres [18,]. La presencia de antioxidantes en la muestra retrasa esta pérdida de fluorescencia, lo que permite evaluar la capacidad antioxidante de la muestra [figura 3]. Se compara la pérdida de florescencia en el tiempo entre una muestra con antioxidantes y una sin antioxidantes, el blanco. Se utilizan estándares de Trolox (análogo hidrosoluble de la vitamina E) para generar la curva de calibración. La capacidad antioxidante se expresa en equivalentes Trolox (TE) (Figura 3

Figura 3. Fundamento del ORAC

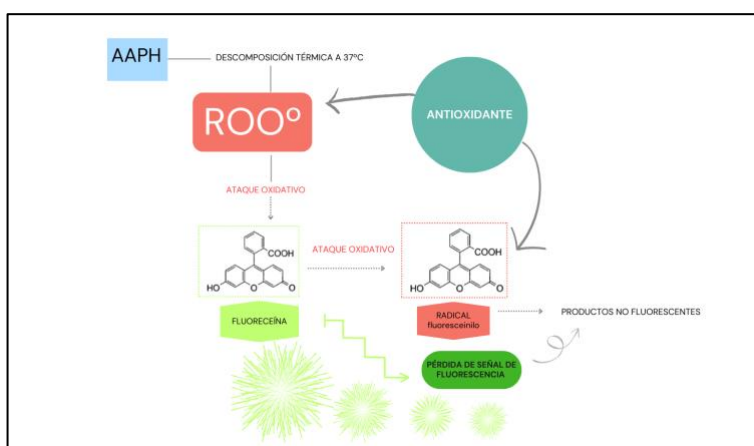
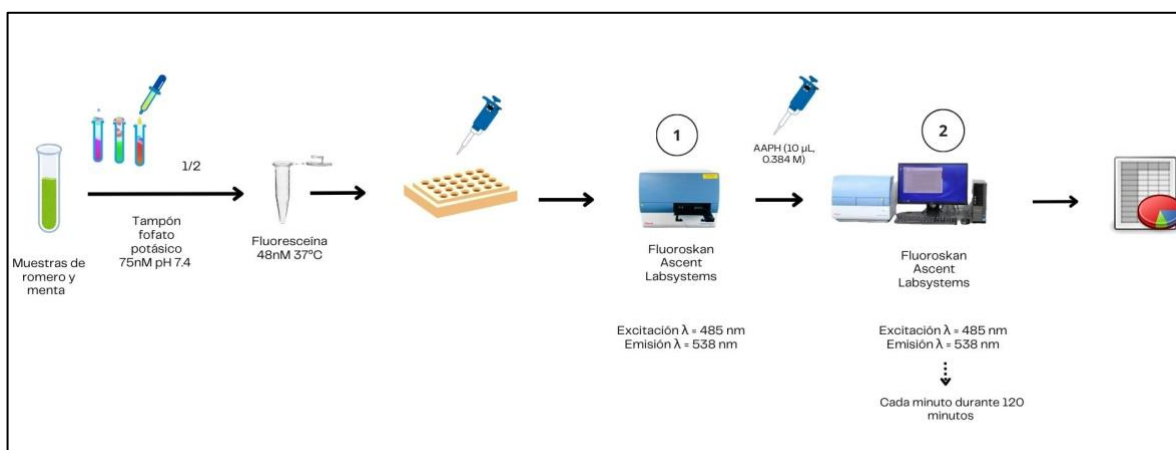


Figura 4. Procedimiento para la determinación del ORAC



Se prepararon 3 diluciones de cada muestra 1:2; 1:10; 1:100 en tampón fosfato (75 mM, pH 7.4).

En una placa de 96 pocillos, se añadieron 20 μ L de muestra o punto de recta patrón de Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromanocarboxílico) Aldrich-ref. 23881). Se añadieron 270 μ L de fluoresceína 48 nM (Aldrich-ref. 16630) en tampón fosfato potásico 75 mM pH:7,4., y se midió fluorescencia inicial en un espectrofluorímetro Fluoroskan (Labsystems), utilizando el software Ascent con una longitud de onda de excitación de 485 nm y emisión de 538 nm.

Posteriormente, se añadieron 10 μ L de AAPH 0,384 M (2,2'-Azo-bis(2-amidinopropano) dihidroclorur, Aldrich-ref. 44091) a cada pocillo para iniciar la reacción de generación de radicales peroxilo. Tras la adición del oxidante se realizó una nueva medición de fluorescencia la cual se registró cada minuto durante un periodo total de 120 minutos para monitorizar la disminución de la fluorescencia, inversamente proporcional a la capacidad antioxidante de las muestras (Figura 4).

La capacidad antioxidante de cada muestra se expresó en términos de equivalentes de Trolox (TE/mL), comparando la capacidad de neutralización de los radicales libres con la curva de calibración del estándar Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico, Sigma, ref.: 238813).

5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el paquete estadístico IBM SPSS® (Statistical Package for the Social Sciences, Chicago, IL, EUA) versión 29.

Al tratarse de una muestra tan pequeña (n=3), la distribución de las variables se evaluó mediante la prueba Shapiro-Wilk. Los grupos se compararon utilizando el ANOVA y se aplicó el método post hoc Scheffé para determinar la diferencia significativa entre grupos.

Para evaluar la relación entre el contenido en polifenoles y la capacidad antioxidante, se realizó un análisis de correlación de Pearson en cada una de las muestras en las que se detectaron polifenoles.

El nivel de significancia para todos los test se estableció en $p < 0,05$.

Los resultados se presentan como la media aritmética de los valores y la desviación estándar.

6. RESULTADOS

6.1 DESCRIPTIVO DE LAS MUESTRAS DE *MENTHA X PIPERITA L.* Y *ROSMARINUS OFFICINALIS*

Tabla 1. Contenido en polifenoles

CONTENIDO EN POLIFENOLES (mmol/L)			
MUESTRA	N	MEDIA	DESV.ST
IM	3	1,476	± 0,012
APM	3	0,076	± 0,023
AM	3	*N/D	*N/D
IR	3	0,16	± 0,03
APR	3	0,21	± 0,06
AR	3	*N/D	*N/D

*N/D: no detectado

IM: infusión de *Mentha x Piperita L.* APM: Aceite puro de *Mentha x piperita L.*; AM: aceite de *Mentha x Piperita L.* diluido; IR: infusión *Rosmarinus officinalis* APR: Aceite puro de *Rosmarinus officinalis*; AR: aceite de *Rosmarinus officinalis* diluido.

En la Tabla 1, se presentan los valores del contenido en polifenoles (mmol/L) de las muestras analizadas de *Mentha x piperita L.* y *Rosmarinus Officinalis*.

En las filas se encuentran los diferentes tipos de muestra analizadas de *Mentha x piperita* L. (IM, APM, AM) y de *Rosmarinus Officinalis* (IR, APR, AR), mientras que en las columnas se presentan en número de muestras analizadas y las medidas de dispersión representadas con la media y la desviación estándar.

Dentro de las diferentes muestras vemos que la infusión de *Mentha x piperita* L. tiene una mayor cantidad de polifenoles respecto a las otras muestras.

En el caso de los aceites diluidos la concentración de polifenoles presentes en la muestra no se ha podido cuantificar, por lo que se indica como N/D (no detectado).

Tabla 2. Capacidad antioxidante

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE ($\mu\text{molTE/mL}$)			
MUESTRA	N	MEDIA	DESV.ST
IM	3	390,88	$\pm 4,50$
APM	3	194,80	$\pm 1,98$
AM	3	*N/D	*N/D
IR	3	188,81	$\pm 9,75$
APR	3	389,00	$\pm 6,90$
AR	3	*N/D	*N/D

*N/D: no detectado

IM: infusión de *Mentha x Piperita* L; IR: infusión de *Rosmarinus Officinalis*; APM: Aceite puro de *Mentha x piperita* L.; APR: Aceite puro de *Rosmarinus Officinalis*; AM: aceite de *Mentha x piperita* L diluido; AR: aceite de *Rosmarinus Officinalis*.

En la Tabla 2, se presentan los valores de la capacidad antioxidante ($\mu\text{molTE/mL}$) de las muestras analizadas de *Mentha x Piperita* L. y *Rosmarinus officinalis*.

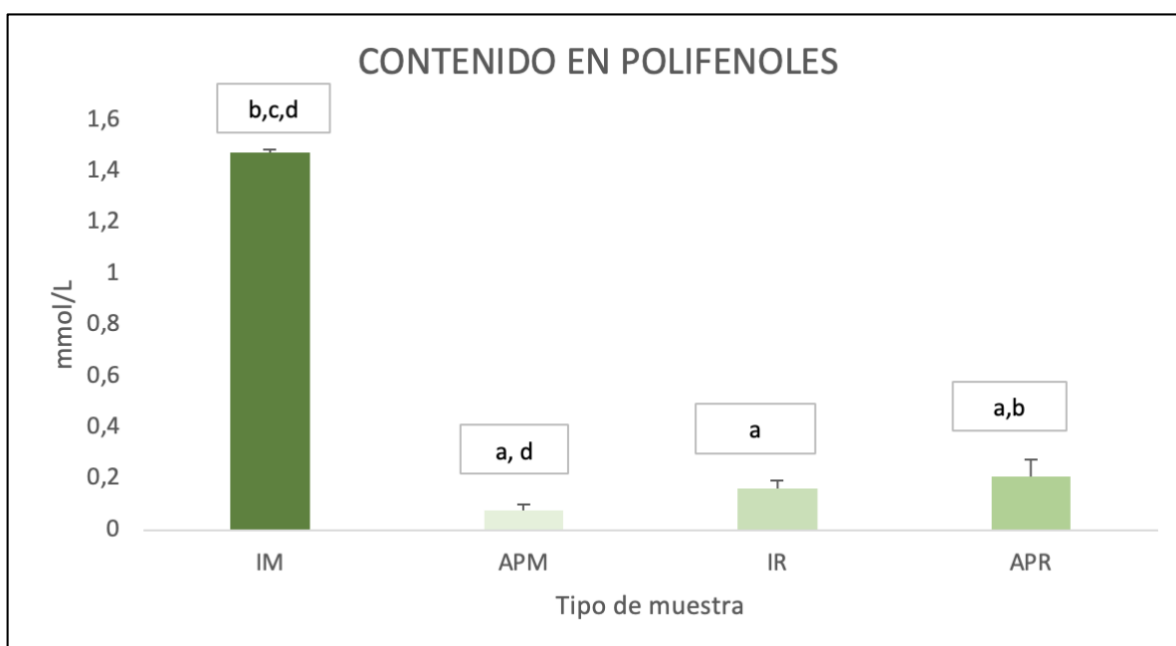
En las filas se encuentran los diferentes tipos de muestra analizadas de *Mentha x Piperita* L (IM, APM, AM) y de *Rosmarinus officinalis*. (IR, APR, AR), mientras que en las columnas se presentan el tamaño de la muestra de cada variable (N), y como medidas de dispersión encontramos la media y la desviación estándar.

Dentro de las diferentes muestras los datos reflejan que la infusión de *Mentha x Piperita* L tiene una mayor capacidad antioxidante respecto a las otras muestras.

En ninguno de los análisis realizados, el aceite diluido (AM, AR) se ha podido cuantificar, por lo que se indica como N/D (no detectado).

6.2 CONTENIDO EN POLIFENOLES

Figura 6. Contenido en polifenoles (mmol/L) en las muestras de infusión (IM, IR) y aceites esenciales puros (APM, APR) de menta y romero. Se indican las diferencias significativas según el análisis ANOVA, con un p-valor de <0,01.



En la Figura 6, se representa de forma gráfica las diferencias estadísticamente significativas halladas en el contenido en polifenoles de las diferentes muestras analizadas.

Las muestras de los aceites diluidos no se representan ya que no se pudo cuantificar.

Como se puede observar, la infusión de *Mentha x Piperita L* presentó el mayor contenido en polifenoles, con diferencias estadísticamente significativas respecto al aceite puro de *Mentha x Piperita L*. (APM; b). a la infusión de *Rosmarinus officinalis*. (IR; c) y respecto al aceite puro de *Rosmarinus officinalis* (APR; d) con un p-valor < 0,01.

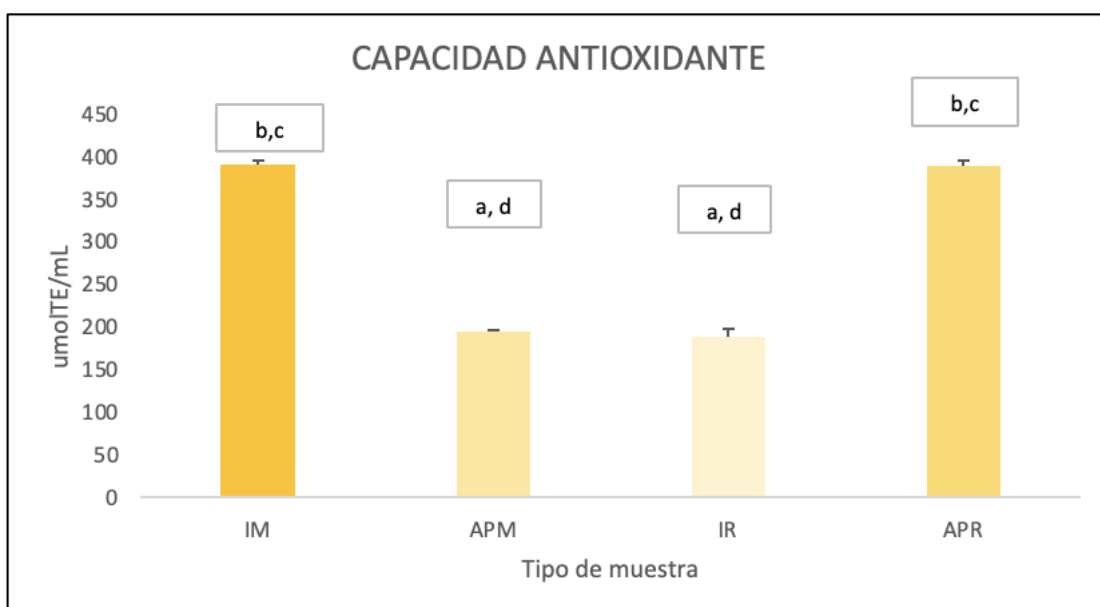
Por otro lado, el aceite puro de *Mentha x Piperita L*. (APM; b) mostró una concentración significativamente menor a la infusión *Mentha x Piperita L*. (IM; a) y al aceite puro de *Rosmarinus officinalis* (APR; d).

La infusión de *Rosmarinus officinalis* (IR; c) presentó un contenido de polifenoles significativamente menor que la infusión de *Mentha x Piperita* L. (IM; a), pero sin diferencias significativas con las demás muestras (b,d).

Finalmente, el aceite puro de *Rosmarinus officinalis* (APR; d) tuvo una concentración significativamente mayor que el aceite puro de *Mentha x Piperita* L. (APM; b), pero menor que la infusión de *Mentha x Piperita* L. (IM; a), no presenta diferencias significativas respecto a infusión de *Rosmarinus officinalis*.

6.3 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (ORAC)

Figura 7. Representación gráfica de la capacidad antioxidante ($\mu\text{molTE}/\text{mL}$) en las muestras de infusión (IM, IR) y aceites esenciales puros (APM, APR) de *Mentha x Piperita* L. y de *Rosmarinus officinalis*. Se indican las diferencias significativas según el análisis ANOVA, con un p -valor $< 0,01$.



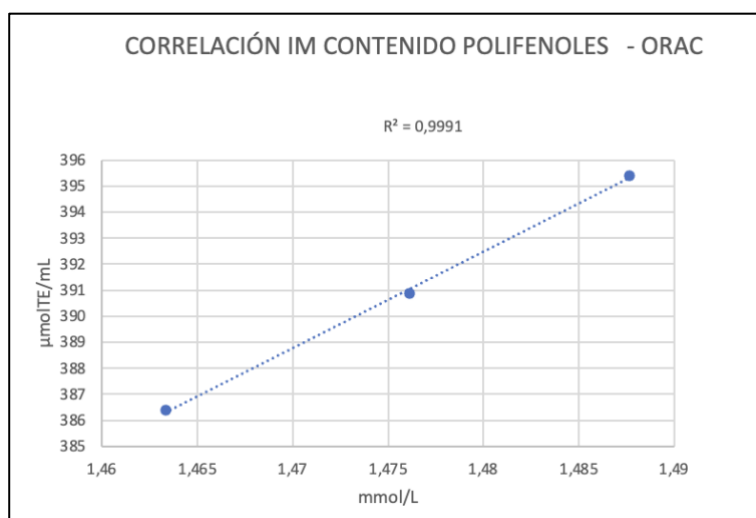
En la Figura 7, se muestran las diferencias significativas de la capacidad antioxidante entre muestras. Podemos ver que la capacidad antioxidante de la infusión de *Mentha x Piperita* L. (IM; a) es significativamente superior a la del aceite puro de *Mentha x Piperita* L. (APM; b) y a la infusión de *Rosmarinus officinalis* (IR; c), pero no presenta diferencias con la capacidad antioxidante del aceite puro de *Rosmarinus officinalis* (APR; d).

Por otro lado, el aceite puro de *Mentha x Piperita* L. y la infusión de *Rosmarinus officinalis* presentan una concentración de antioxidantes significativamente menor a la infusión de *Mentha x Piperita* L. (IM; a) y al aceite puro de *Rosmarinus officinalis* (APR; d).

Por último, el aceite puro de *Rosmarinus officinalis* (APR; d) presentan una capacidad antioxidante significativamente mayor al aceite puro de *Mentha x Piperita* L. (APM; b) y a la infusión de *Rosmarinus officinalis*. (IR; c).

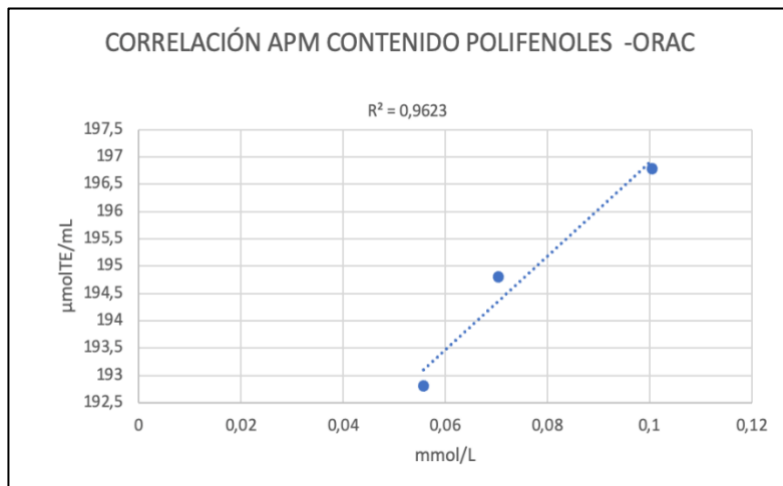
6.4 CORRELACIONES ENTRE EL CONTENIDO DE POLIFENOLES Y LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Figura 8. Correlación entre el contenido de polifenoles (mmol/L) y la capacidad antioxidante ($\mu\text{molTE}/\text{mL}$) de la infusión de *Mentha x Piperita* L. (IM).



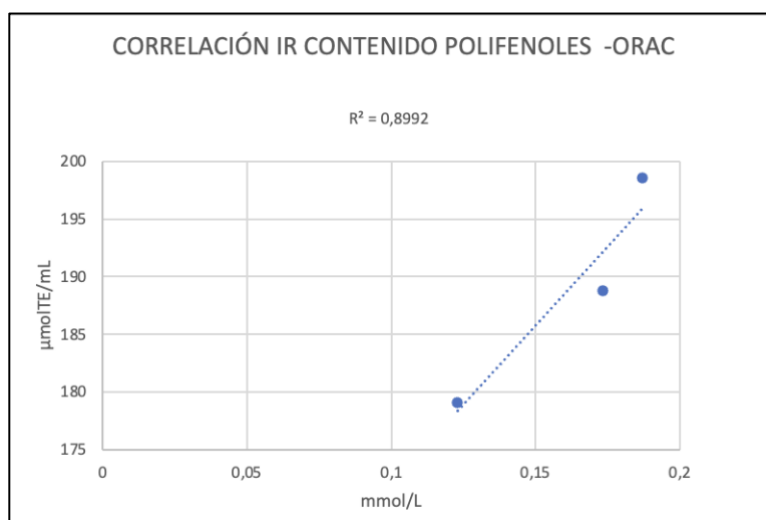
En la Figura 8, se presenta el gráfico de correlación que muestra la relación entre el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante de la infusión de *Mentha x Piperita* L. (IM). El gráfico muestra una fuerte correlación positiva ($r = 0,9991$ $p < 0,05$) entre las variables: contenido de polifenoles (mmol/L) y capacidad antioxidante ORAC ($\mu\text{molTE}/\text{mL}$), indicando que a medida que la cantidad de polifenoles aumenta, la capacidad antioxidante también tiende a aumentar.

Figura 9. Correlación entre el contenido de polifenoles (mmol/L) y la capacidad antioxidante ($\mu\text{molTE}/\text{mL}$) del aceite puro de *Mentha x Piperita L.* (APM).



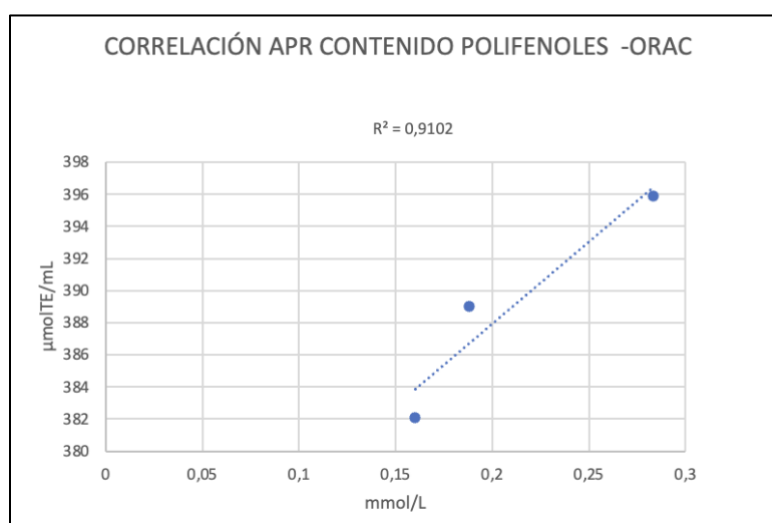
En la Figura 9, se presenta el gráfico de dispersión que muestra la relación entre el contenido de polifenoles (mmol/L) y la capacidad antioxidante ORAC ($\mu\text{molTE}/\text{mL}$) del aceite puro de *Mentha x Piperita L.* (APM). En el gráfico de dispersión se muestra una fuerte correlación positiva ($r = 0,9623$, $p < 0,05$) entre las variables contenido de polifenoles (mmol/L) y capacidad antioxidante ($\mu\text{molTE}/\text{mL}$), indicando que a medida que el contenido de polifenoles aumenta, la capacidad antioxidante también tiende a aumentar.

Figura 10. Correlación entre el contenido de polifenoles (mmol/L) y la capacidad antioxidante ($\mu\text{molTE}/\text{mL}$) de la infusión de *Rosmarinus officinalis* (IR).



En la Figura 10, se presenta el gráfico de dispersión que muestra la relación entre el contenido de polifenoles (mmol/L) y la capacidad antioxidante ORAC($\mu\text{molTE}/\text{mL}$) de la infusión de *Rosmarinus officinalis* (IR). Como podemos ver el gráfico de dispersión muestra una correlación positiva notable ($R^2 = 0,8992$, $p < 0.05$) entre las variables contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante indicando que a medida que el contenido de polifenoles aumenta, la capacidad antioxidante también tiende a aumentar.

Figura 11. Correlación entre el contenido de polifenoles (mmol/L) y la capacidad antioxidante ($\mu\text{molTE}/\text{mL}$) del aceite puro de *Rosmarinus officinalis* (APR).



En la Figura 11, se presenta el gráfico de dispersión que muestra la relación entre la cantidad de polifenoles (mmol/L) y la capacidad antioxidante ORAC ($\mu\text{molTE}/\text{mL}$) del aceite puro de *Rosmarinus officinalis* (APR). Como se ve, el gráfico de dispersión muestra una fuerte correlación positiva ($r = 0,9102$, $p < 0.05$) entre las variables contenido de polifenoles (mmol/L) y capacidad antioxidante ($\mu\text{molTE}/\text{mL}$), indicando que a medida que la cantidad de polifenoles aumenta, la capacidad antioxidante también tiende a aumentar.

Los resultados mostraron una correlación positiva y significativa entre ambas variables en todas las muestras analizadas (IM, APM, IR, APR) con coeficientes de correlación de Pearson (r) superiores a 0,94 ($p < 0.05$), lo que indica una fuerte relación entre la cantidad de polifenoles y la capacidad antioxidante medida mediante ORAC.

7. DISCUSIÓN

En este estudio se observó que el contenido de polifenoles varía significativamente según la especie estudiada y la forma de administración. Las infusiones mostraron una concentración superior de polifenoles en comparación a los aceites esenciales, siendo la infusión de *Mentha x piperita L.*, la que presentó concentraciones más elevadas. Estos resultados coinciden con lo descrito por otros autores, quienes han observado un mayor contenido fenólico en infusiones de *Mentha x Piperita L* respecto a otras plantas, así como superior en las infusiones respecto a los aceites esenciales [19].

Estas diferencias pueden atribuirse al tipo de matriz: matriz acuosa como la infusión a elevada temperatura 99°C facilita la liberación de compuestos fenólicos [20].

En el caso de los aceites diluidos, no se detectó ni contenido fenólico ni capacidad antioxidante. Esto podría explicarse por una inadecuada formación de emulsión, al diluir los aceites en agua, lo que afectó tanto a la extracción como a la sensibilidad analítica del método aplicado [21].

En cuanto a la capacidad antioxidante se observó un patrón similar al contenido fenólico. La infusión de *Mentha x piperita L.*, mostró una capacidad antioxidante, significativamente superior al resto de muestras, seguido de la infusión de *Rosmarinus officinalis*. Los aceites esenciales mostraron una capacidad inferior y no se detectó ninguna capacidad antioxidante en los aceites diluidos.

Ambos resultados refuerzan la correlación positiva observada entre el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante con coeficientes superiores a 0,94 ($p < 0.05$), lo que indica que una mayor concentración de compuestos fenólicos se asocia a una mayor actividad antioxidante, como también se ha señalado en estudios previos [22].

Nuestros resultados coinciden con los de Sadowska et al. [19], quienes también observaron un contenido fenólico elevado en la infusión de *Mentha x piperita L.* en comparación con otras especies vegetales. Aunque sus valores se expresaron como 23,47g GAE/g de masa de hojas seca, y los nuestros como 1,47 mmol/L, en extracto acuoso, lo que impide una comparación cuantitativa directa, ambos estudios coinciden en destacar el notable contenido fenólico de esta planta en forma de infusión.

Asimismo, el valor ORAC obtenido para la infusión *Mentha x piperita* L. (390,88 $\mu\text{mol TE/mL}$) fue entre 18 y 30 veces superior para té verde [23], y zumos de uva morada [24], dos productos ampliamente reconocidos por su poder antioxidante y su efecto protector frente al estrés oxidativo [25].

Estos resultados, junto con la literatura existente, respaldan el potencial de las infusiones, especialmente la de *Mentha x piperita* L., como estrategia sencilla, accesible y de bajo coste para aumentar la ingesta de antioxidantes con posible beneficio en la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo [19].

Este estudio ha permitido comprobar que poseen principios activos con propiedades beneficiosas, del mismo modo que también ha demostrado que la forma de administración influye significativamente en su composición final. En este sentido se pone en relieve la importancia de la técnica utilizada para evaluar el potencial funcional de un alimento o planta medicinal [19].

No obstante, es importante tener en cuenta que la biodisponibilidad de estos compuestos puede verse afectada durante el metabolismo, y que no todo lo que se ingiere se absorbe ni se utiliza de la misma manera en el organismo [26]. En este contexto, la microbiota intestinal desempeña un papel fundamental en la metabolización de polifenoles, y la variabilidad interindividual puede influir en la respuesta final [27]. Estas diferencias tanto interindividuales como intraindividuales también deben tenerse en cuenta al valorar el efecto real del consumo de alimentos y bebidas con fines terapéuticos basados en contenido fenólico.

8. CONCLUSIONES

- La cantidad en polifenoles es mayor en la *Mentha x piperita* L. en comparación con el *Rosmarinus officinalis*. En cuanto a las muestras, hay que destacar que la cantidad en polifenoles se ve más elevada en la infusión que en el aceite esencial, y mayor en la infusión de *Mentha x piperita* L. que en la infusión de *Rosmarinus officinalis*.
- Se ha observado que la capacidad de antioxidante entre plantas difiere, ya que la *Mentha x piperita* L. contiene una mayor capacidad que el *Rosmarinus officinalis*. Además, entre muestras la infusión destaca por su valor en capacidad antioxidante que es superior al del aceite esencial. También, podemos comprobar que entre plantas la

capacidad antioxidante es mayor en la infusión de *Mentha x piperita* L. que en la infusión de *Rosmarinus officinalis*.

9. LIMITACIONES

Como limitaciones observadas en el estudio:

- Tamaño muestral reducido ($n < 30$) lo que limita la extrapolación de los resultados y la robustez de estos.
- El método de extracción por arrastre de vapor no es óptimo para cuantificar polifenoles en las plantas medicinales.
- Se evitaron disolventes orgánicos para asegurar la aplicabilidad alimentaria del producto final.

Este estudio ha demostrado que, la especie vegetal y forma de administración de las plantas medicinales influye significativamente en su composición fenólica y la capacidad antioxidante, destacando las infusiones como una fuente sencilla y efectiva en compuestos bioactivos.

Los resultados obtenidos apoyan el uso de infusiones como estrategia nutricional complementaria para mejorar la ingesta de antioxidantes. Sin embargo, a pesar de los resultados prometedores es necesario avanzar en estudios de biodisponibilidad, metabolismo y efecto real en humanos para confirmar sus beneficios funcionales en contextos clínicos o preventivos ya que estos resultados proceden de un entorno experimental, y la capacidad antioxidante evaluada in vitro puede no reflejar la respuesta biológica real en el organismo.

Incorporar pequeñas acciones cotidianas, como el consumo regular de infusiones podría desempeñar un papel complementario dentro de un patrón alimentario saludable, especialmente en un contexto donde el acceso de alimentos funcionales es limitado.

10. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la Dra. Vanessa Martos, nuestra tutora de este trabajo de final de grado, por su paciencia y dedicación, en este trabajo, tanto a nivel moral como por las horas de laboratorio.

También queremos incluir a Maria José Charpentier, estudiante de doctorado de la Unidad de Farmacología.

Asimismo, agradecer a la Unidad de Farmacología de la URV y a las Dra. Montse Giralt y Dra. Marta Romeu por permitirnos utilizar el laboratorio y brindarnos la ayuda requerida.

Estamos muy agradecidas, en general, por haber podido realizar este trabajo, en este centro y por todo el apoyo recibido.

Referencias.

- [1] Gómez-Serranillos Cuadrado MP. Las plantas medicinales como fuentes de fármacos. *Panorama Actual Med.* 2022; 46(452): 413-421
- [2] Vanaclocha y Salvador Cañigueral Folcarà BV. *Fitoterapia. Vademécum de prescripción.* Avda. Josep Tarradellas, 20-30, 1 ° 08029 Barcelona, España: Elsevier; 2019: pág. 3-5.
- [3] Medicina tradicional. *Quien.int.* Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/traditional-medicine>
- [4] De UA, Comercial p. plantas medicinales y aromáticas. *Bvsalud.org.* Disponible en: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/07/1006489/plantas-medicinales-y-aromaticas-una-alternativa-de-produccion_GVyBxLm.pdf
- [5] Vanaclocha Vanaclocha B. y Cañigueral Folcarà S. *Fitoterapia. Vademécum de prescripción.* Avda. Josep Tarradellas, 20-30, 1 ° 08029 Barcelona, España: Elsevier; 2019: pág. 4.
- [6] Minsal.cl. Disponible en: <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/02/Libro-MHT-2010.pdf>
- [7] Vanaclocha Vanaclocha B. y Cañigueral Folcarà S. *Fitoterapia. Vademécum de prescripción.* Avda. Josep Tarradellas, 20-30, 1 ° 08029 Barcelona, España: Elsevier; 2019: pág. 40-41.
- [8] Diccionario de cáncer del NCI. *Cáncer.gov.* 2011. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/estres-oxidativo>
- [9] Meyer Torres G, Universidad Nacional Abierta ya Distancia, Sarmiento OI, Ramírez RI, Guevara O, Universidad Nacional Abierta ya Distancia, et al. Estimación del contenido de fenoles totales en aceite esencial de *Caléndula (Calendula officinalis L)* obtenido mediante OAH. *Rev Ion Investig Optim Nuevos Procesos Ing.* 2018;31(1):7-12. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-100X2018000100007
- [10] Quiñones M, Miguel M, Aleixandre A. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutricion Hospitalaria.* 2012;27(1):76-89. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009
- [11] Vanaclocha Vanaclocha B. y Cañigueral Folcarà S. *Fitoterapia. Vademécum de prescripción.* Avda. Josep Tarradellas, 20-30, 1 ° 08029 Barcelona, España: Elsevier; 2019: pág. 450-452.
- [12] Ruiz Galán J. *Ingeniería Básica de una Planta de Extracción de Aceite Esencial de "Mentha arvensis L." por Destilación de Arrastre con Vapor [trabajo fin de grado].* Sevilla: universidad de Sevilla:2019. Disponible en: <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/92520/fichero/TFG-2520+RUIZ+GALÁN.pdf>
- [13] de Oliveira JR, Camargo SEA, de Oliveira LD. *Rosmarinus officinalis L. (rosemary) as therapeutic and prophylactic agent.* *J Biomed Sci.* 2019;26(1):5.
- [14] Vanaclocha Vanaclocha B. y Cañigueral Folcarà S. *Fitoterapia. Vademécum de prescripción.* Avda. Josep Tarradellas, 20-30, 1 o 08029 Barcelona, España: Elsevier; 2019: pág. 451.
- [15] Houshia O, Qutit A, Zaid O, Shqair H, Zaid M. Determination of total polyphenolic antioxidants contents in West-Bank Olive oil. *Journal of Natural Sciences Research [Internet].* 4(15):71-6. Disponible en: <https://iiste.org/Journals/index.php/JNSR/article/view/14588>
- [16] Pérez M, Dominguez-López I, Lamuela-Raventós RM. The chemistry behind the folin-Ciocalteu method for the estimation of (poly)phenol content in food: Total phenolic intake in a Mediterranean dietary pattern. *J Agric Food Chem [Internet].* 2023;71(46):17543-53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.3c04022>
- [17] Cao G, Alessio HM, Cutler RG. Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants. *Free Radic Biol Med [Internet].* 1993;14(3):303-11. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/0891-5849\(93\)90027-r](http://dx.doi.org/10.1016/0891-5849(93)90027-r)

- [18] Ou B, Hampsch-Woodill M, Prior RL. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *J Agric Food Chem*. 2001;49(10):4619-26. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1021/jf010586o>
- [19] Sadowska U, Armenta Villavicencio R, Dziadek K, Skoczylas J, Sadowski SK, Kopeć A. The identification of polyphenolic compounds and the determination of antioxidant activity in extracts and infusions of peppermint, lemon balm and lavender. *Appl Sci*. 2024;14(2):699. <https://doi.org/10.3390/app14020699>
- [20] Şahin S. Evaluation of antioxidant properties and phenolic composition of fruit tea infusions. *Antioxidants*. 2013;2(4):206–15. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/antiox2040206>
- [21] Din M ud, Sarfraz RA, Shahid T. Biological activity-based assessment of essential oil emulsions: Biological activities of essential oil emulsions. *J Food Process Preserv [Internet]*. 2015;39(6):1452–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.12364>
- [22] Khiya Z, Oualcadi Y, Gamar A, Berrekhis F, Zair T, EL Hilali F. Correlation of Total Polyphenolic Content with Antioxidant Activity of Hydromethanolic Extract and Their Fractions of the *Salvia officinalis* Leaves from Different Regions of Morocco. *Oxid Med Cell Longev*. 2021; 2021:8585313. Disponible en : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2021/8585313>
- [23] Poblete A, López-Alarcón C, Lissi E, Campos AM. Oxygen radical antioxidant capacity (ORAC) values of herbal teas obtained employing different methodologies can provide complementary data. *J Chil Chem Soc*. 2009;54(2):154–7. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-97072009000200013>
- [24] Seeram NP, Aviram M, Zhang Y, Henning SM, Feng L, Dreher M, et al. Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United States. *J Agric Food Chem*. 2008;56(4):1415–22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1021/jf073035s>
- [25] Vinson JA, Su X, Zubik L, Bose P. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. *J Agric Food Chem* 2001;49(11):5315–21. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1021/jf0009293>
- [26] Manach C, Williamson G, Morand C, Scalbert A, Rémésy C. Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr*. 2004;79(5):727-747. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727>
- [27] Zhang B, Zhang Y, Xing X, Wang S. Health benefits of dietary polyphenols: insight into interindividual variability in absorption and metabolism. *Curr Opin Food Sci*. 2022;48(100941):100941. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100941>