

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 412**

51 Int. Cl.:

A61K 31/201 (2006.01)

A61K 31/231 (2006.01)

A23L 33/12 (2006.01)

A61P 25/28 (2006.01)

A61P 25/00 (2006.01)

A61P 29/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2009 E 14195436 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2018 EP 2842556**

54 Título: **Alfa-derivados de ácidos grasos cis-monoin saturados para uso como medicamentos**

30 Prioridad:

09.12.2008 ES 200803480

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

28.03.2018

73 Titular/es:

**UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS (100.0%)
Ctra. de Valldemossa Km 7, 5
07122 Palma de Mallorca (Illes Balears), ES**

72 Inventor/es:

**ESCRIBÁ RUIZ, PABLO VICENTE;
BUSQUETS XAUBET, XAVIER;
TAYLOR GREEN, JULIÁN y
ÁVILA MARTÍN, GERARDO**

74 Agente/Representante:

ILLESCAS TABOADA, Manuel

ES 2 661 412 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Alfa-derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados para uso como medicamentos

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados de Fórmula I sus sales o sus derivados, farmacéuticamente aceptables, (ver la descripción de la invención) para uso como medicamentos, preferentemente en la prevención y/o tratamiento de enfermedades cuya etiología común está basada en alteraciones (de cualquier origen) de los lípidos de la membrana celular tales como, por ejemplo, alteraciones en el nivel, en la composición o en la estructura de dichos lípidos. También se refiere a su uso en patologías en las que la regulación de la composición y estructura lipídica de membrana induzca la reversión del estado patológico. Además, en la presente descripción se excluye el uso de los compuestos de Fórmula I donde (X) se sustituye por OH, NH₂ o CH₃ y (R) se sustituye por H, para la prevención y el tratamiento de enfermedades cardiovasculares y obesidad, y para el tratamiento del cáncer de pulmón, cerebro o próstata en humanos.

Así, la presente invención, debido a su amplio espectro de aplicación, es susceptible de ser englobada en el campo de la medicina y la farmacia de forma general.

20 ESTADO DE LA TÉCNICA

Las membranas celulares son estructuras que definen la entidad de las células y de los orgánulos en ellas contenidas. En las membranas o en sus proximidades ocurren la mayoría de los procesos biológicos y sus lípidos no sólo tienen un papel estructural, sino que también regulan la actividad de importantes procesos. Es más, la regulación de la composición lipídica de la membrana también influye en la localización o en la función de importantes proteínas implicadas en el control de la fisiología celular, tales como las proteínas G o la PKC (Escribá et al., 1995; 1997; Yang et al; 2005; Martínez et al., 2005). Estos y otros estudios demuestran la importancia que tienen los lípidos en el control de importantes funciones celulares. De hecho, numerosas enfermedades en humanos tales como: el cáncer, patologías cardiovasculares, procesos neurodegenerativos, obesidad, desórdenes metabólicos, inflamación, enfermedades infecciosas, y enfermedades autoinmunes, se han relacionado con alteraciones en los niveles o en la composición de los lípidos presentes en las membranas biológicas. Evidencia adicional se encuentra en los efectos beneficiosos que presentan los tratamientos con otros ácidos grasos distintos a los de la presente descripción y que regulan la composición y estructura de los lípidos de membrana, cuando son empleados para revertir dichas enfermedades (Escribá, 2006).

Los lípidos que se ingieren en la dieta regulan la composición lipídica de las membranas celulares (Alemany y cols., 2007). Asimismo, diferentes situaciones fisiológicas y patológicas pueden cambiar los lípidos presentes en las membranas celulares (Buda y cols., 1994; Escribá, 2006). Los cambios en la composición lipídica de las membranas influyen sobre la señalización celular, pudiendo dar lugar al desarrollo de enfermedades o bien revertir su progresión (Escribá, 2006). Las grasas saturadas ingeridas en la comida tienen algunos efectos negativos sobre la composición y estructura de membrana que pueden dar lugar a diferentes patologías como el cáncer, las metabolopatías (diabetes, hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, etc.), obesidad, enfermedades cardíacas y vasculares, inflamación, procesos neurodegenerativos, etc. Esta teoría también explicaría las alteraciones producidas por otras grasas, tales como el aceite de colza desnaturalizado, que en su día originó un síndrome tóxico con consecuencias devastadoras, llegando a causar invalidez permanente y muerte en numerosos casos. Por el contrario, aquellos lípidos que tienen efectos beneficiosos sobre la salud, lo tienen para todas las células y, por ello, pueden actuar sobre múltiples procesos patológicos, lo que justifica que los ácidos grasos de la presente descripción tengan un amplio espectro terapéutico.

De forma adicional, las terapias que implican la regulación de la estructura y/o función de los lípidos de membrana se pueden aplicar a patologías en las que dichos lípidos no presenten alteraciones significativas, pero que como resultado de la intervención sobre los mismos (a través de aproximaciones farmacéuticas o nutraceuticas) se module una función celular que revierta el proceso patológico.

Diferentes estudios realizados durante los últimos años indican que los lípidos de membrana desempeñan un papel mucho más importante del que se les había asignado hasta ahora (Escribá et al., 2008). Un ejemplo de dicha importancia lo constituyen los peces que viven en ríos con temperatura variable, cuyos lípidos experimentan importantes cambios (cambios en composición y tipos de lípidos de membrana) cuando la temperatura baja desde 20°C (verano) hasta 4°C (invierno) (Buda et al. 1994). Estos estudios demuestran que los cambios en los lípidos de membrana dan lugar a una serie de modificaciones en las funciones celulares de forma coordinada para mantener la fisiología celular correcta. En el caso de los peces que viven en aguas de temperatura variable, la regulación de los lípidos de membrana permite el mantenimiento de sus funciones en tipos celulares de muy diversa naturaleza. Por ello, se podría decir que los lípidos de membrana pueden determinar el buen o mal funcionamiento de múltiples mecanismos de señalización celular.

Dado que un organismo enfermo lo es porque sus células están enfermas, las alteraciones en los lípidos de membrana pueden dar lugar a la aparición de enfermedades. De forma análoga, intervenciones terapéuticas, nutraceuticas o

- tópicas/cosméticas enfocadas a regular los niveles de lípidos de membrana pueden prevenir y revertir (curar) procesos patológicos. Además, numerosos trabajos indican que el consumo de grasas saturadas y *trans*-monoinsaturadas está relacionado con el deterioro de la salud. Enfermedades vasculares y tumorales, entre otras, se han relacionado directamente con este tipo de lípidos (Stender y Dyerberg, 2004). El deterioro de un organismo se manifiesta en la aparición de éstos y otros tipos de enfermedades. En este sentido, es claro el efecto positivo o negativo que tiene el consumo de determinados tipos de lípidos. Por una parte, y tal como se mencionó anteriormente, los ácidos grasos saturados o *trans*-insaturados tienen efectos negativos sobre multitud de parámetros fisiológicos, estando implicados en alteraciones lipídicas que dan lugar a numerosas patologías, tales como por ejemplo patologías metabólicas (hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, diabetes, síndrome metabólico, etc.), cáncer, patologías cardiovasculares, inflamación, etc. Por el contrario, los ácidos grasos *cis*-monoinsaturados y poliinsaturados se han relacionado con la prevención o reversión de estas enfermedades. Todos estos datos indican claramente que las alteraciones lipídicas pueden originar cambios deletéreos en la fisiología celular y que la regulación de la composición y estructura lipídica de las membranas puede revertir dichos cambios negativos mediante la regulación coordinada de ciertas funciones celulares.
- Así, las alteraciones en la composición y estructura de las membranas están relacionadas con la etiología de numerosas patologías y, en muchos casos, la manifestación de una determinada enfermedad se debe a la combinación de estas alteraciones con otras que afectan a determinadas proteínas que interaccionan con la membrana o se encuentran en la secuencia de señales de otras proteínas que interactúan con ellas. Por lo tanto, intervenciones sobre la estructura y función de las membranas biológicas, a través de las moléculas englobadas en la presente descripción, pueden modificar de forma eficaz ciertas funciones celulares con el resultado neto de la reversión de un determinado proceso patológico. Dada la sabida relación existente entre las alteraciones tanto estructurales como funcionales de los lípidos localizados en la membrana celular con el desencadenamiento de varias enfermedades de diversa tipología, pero unitariamente relacionadas por dicha etiología, la presente descripción se focaliza en derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados, sus sales y derivados farmacéuticamente aceptables, los cuales son usados en el tratamiento y/o prevención de dichas enfermedades. Sorprendentemente, en la presente descripción se muestra cómo los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados pueden ser usados con éxito para regular la señalización celular, previniendo la aparición o dando lugar a la reversión de importantes enfermedades.
- US5208260 describe derivados de glicina vinílicos para uso en la mejora de la memoria y el aprendizaje o para el tratamiento de un desorden cognitivo o de una disfunción de la memoria, y afirma que se cree que la disfunción de la memoria está ligada al proceso de envejecimiento, así como a enfermedades neurodegenerativas tales como la enfermedad de Alzheimer.
- La publicación WO01/35939A2 divulga nuevos usos de compuestos, nuevas formulaciones de compuestos y nuevos métodos de tratamiento de la epilepsia, y menciona que el medicamento descrito en dicho documento puede ser útil en el tratamiento o alivio de desórdenes del SNC y del dolor.
- La publicación WO2007/021061 A1 divulga una composición farmacéutica y un alimento para cuidado de la salud que comprenden ácido oleico, en donde el ácido oleico tiene efecto neuroprotector y un efecto de recuperación en el comportamiento neurológico.
- Los documentos de patente WO2005041691 y WO2003030891 se refieren fundamentalmente a la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares (como la hipertensión) y obesidad, y al tratamiento del cáncer de pulmón, cerebro o próstata mediante el uso de compuestos de fórmula $\text{COOH-CHR}-(\text{CH}_2)_m\text{-CH=CH}-(\text{CH}_2)_n\text{-CH}_3$, con configuraciones *cis* o *trans*, donde el grupo R puede sustituirse por H, OH, NH_2 y CH_3 u otros grupos con un peso menor a 200 Da y donde el grupo carboxílico tiene un átomo de hidrógeno (H). Sin embargo, dichos documentos de patente WO2005041691 y WO2003030891 no hacen referencia al uso de esos mismos compuestos en la prevención del cáncer y/o en la prevención y/o el tratamiento de patologías cutáneas, patologías neurodegenerativas, lesión medular, dolor, procesos inflamatorios, patologías infecciosas o patologías metabólicas tales como hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, diabetes o síndrome metabólico. Además, dichos documentos de patente tampoco hacen referencia al uso de compuestos con dicha fórmula, pero donde la posición R (X en la presente descripción) puede ser sustituida por diferentes radicales tales como F, F_3C , HS y O-CH_3 en la prevención y/o tratamiento del cáncer, patologías vasculares, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios o patologías infecciosas. Por otro lado, dichos documentos de patente tampoco divulgan el uso de compuestos con dicha fórmula pero donde la posición R (X en la presente descripción) puede sustituirse por diferentes grupos tales como, por ejemplo: OH, NH_2 , CH_3 , F, F_3C , HS, O-CH_3 , $\text{PO}_4(\text{CH}_2\text{-CH}_3)_2$ y CH_3COO y la posición H del grupo carboxilo (R en la presente invención) pueden sustituirse por diferentes grupos como, por ejemplo: sodio (Na), éster metílico (OMe), éster etílico (EE) o amonio (NH_3) en la prevención y/o el tratamiento del cáncer, patologías vasculares, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios o patologías infecciosas. Además dichos documentos de patente tampoco divulgan el uso de compuestos con dicha fórmula pero donde la posición R (X en la presente descripción) puede sustituirse por diferentes grupos como, por ejemplo: $\text{PO}_4(\text{CH}_2\text{-CH}_3)_2$ y CH_3COO y la posición H del grupo carboxilo (R en la presente descripción) se mantiene como H, en la prevención y/o el tratamiento del cáncer, patologías vasculares, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios o patologías infecciosas. Finalmente ninguno de los documentos localizados en el estado de la técnica divulga el uso de compuestos con dicha fórmula pero donde la posición R (X en la presente descripción) puede

sustituirse por diferentes grupos como, por ejemplo: OH, NH₂, CH₃, F, F₃C, HS, O-CH₃, PO₄(CH₂-CH₃)₂ y CH₃COO y la posición H del grupo carboxilo (R en la presente descripción) pueden sustituirse por diferentes grupos como, por ejemplo: H, sodio (Na), éster metílico (OMe), éster etílico (EE) o amonio (NH₃) en la inducción de neuroregeneración, la prevención y/o el tratamiento de lesiones medulares y/o la prevención y/o el tratamiento del dolor.

Así, en la presente descripción, se ha demostrado la eficacia superior de los isómeros con configuración *cis* y se ha llevado a cabo una selección de nuevos grupos que dieron lugar a compuestos que fueron usados con éxito en la prevención y/o tratamiento de enfermedades cuya etiología común se basa en alteraciones estructurales y/o funcionales de los lípidos localizados en la membrana celular tales como: cáncer, patologías vasculares, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, lesión medular, dolor, procesos inflamatorios, VIH o malaria. Además, tal como se ha citado anteriormente, en la presente descripción se han evidenciado nuevos usos para los compuestos divulgados en los documentos de patente WO2005041691 y WO2003030891 como son: la prevención y tratamiento de varios tipos de cáncer, de patologías cutáneas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios, patologías infecciosas, lesiones medulares y dolor. Asimismo, se han descubierto nuevos derivados y combinaciones de las moléculas de la presente descripción con otros principios activos o excipientes, en ambos casos con mayor eficacia farmacológica para el tratamiento de algunas patologías.

Ninguno de los documentos localizados en el estado de la técnica se refiere al uso concreto de α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados, sus sales y tratamientos combinados con éstos para los propósitos reivindicados en la presente descripción. Además, en la presente descripción se evidencia la particular importancia de seleccionar compuestos con las características estructurales compartidas por los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados (doble enlace en posición *cis* y sustituciones concretas en el carbono α y del protón del grupo carboxilo y estructuras relacionadas farmacéuticamente aceptables) para que éstos puedan aplicarse eficazmente en el tratamiento de enfermedades cuya etiología se relacione con alteraciones estructurales y/o funcionales de los lípidos de membrana. Así en la presente invención se exponen ejemplos comparativos donde se demuestra cómo otros compuestos similares a los utilizados en la presente invención, pero sin compartir dichas características estructurales, no son tan eficaces como los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados de esta descripción.

DESCRIPCIÓN

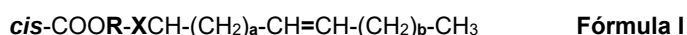
La presente invención hace referencia a un compuesto o a sus sales, para uso como medicamento o nutraceutico en humanos o animales, tal como se define en las reivindicaciones 1 a 9. La presente invención también se refiere a una composición farmacéutica o nutraceutica tal como se define en las reivindicaciones 10 a 13.

También se describen α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados, y sus sales o formas farmacéuticamente aceptables, para uso como medicamento, preferentemente en el tratamiento y/o prevención de enfermedades aunadas por su etiología, relativa a alteraciones estructurales o funcionales de los lípidos de membrana. Se exceptúa el uso de los compuestos de Fórmula I donde (X) se sustituye por OH, NH₂ o CH₃ y (R) se sustituye por H para la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares y obesidad, y para el tratamiento del cáncer de pulmón, cerebro o próstata en humanos.

Dichas enfermedades o patologías, aunadas por dicha etiología común, y prevenidas o tratadas mediante el uso de α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados de la descripción son, por ejemplo:

- El cáncer (ver la **Tabla 2**): cáncer de próstata, cáncer de mama, cáncer de páncreas, leucemia, cáncer de cérvix, cáncer de colon, cáncer de cerebro, cáncer de pulmón.
- Patologías vasculares: arterioesclerosis, cardiomiopatías, angiogénesis, hiperplasia cardiaca o hipertensión.
- Patologías cutáneas: celulitis, vitiligo o soriasis.
- Patologías metabólicas: hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, diabetes, síndrome metabólico u obesidad.
- Patologías neurodegenerativas: enfermedad de Alzheimer, enfermedad de Parkinson o esclerosis.
- Procesos inflamatorios que desencadenan dolor, enfermedades cardiovasculares, enfermedades sistémicas, envejecimiento, enfermedades respiratorias o artritis reumatoide.
- Patologías infecciosas: SIDA y malaria.
- Lesiones medulares: patologías relacionadas con daño neuronal, anomalías de la función motora voluntaria acompañadas o no de una disfunción del tracto corticoespinal o parálisis motora extrapiramidal, espasticidad derivada de una lesión medular acompañada o no de un componente de sensibilización central, etc. Los compuestos de la invención son, por lo tanto, eficaces en la inducción de la neuroregeneración.
- Dolor causado por daño del sistema nervioso central: procesos que requieran analgesia, dolor neuropático, cambios en la nocicepción, etc.

Los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados utilizados en la presente descripción con dicho propósito (en adelante ácidos grasos de la descripción) pertenecen al grupo estructural 1 mostrado en la **Tabla 1** y a los compuestos de la **Tabla 5** y se caracterizan por la siguiente Fórmula general (I):



donde **(a)** y **(b)** pueden tener cualquier valor entre 0 y 14, **(X)** unido al carbono α puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso atómico/molecular de entre 4 y 200 Da y **(R)** puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso atómico/molecular de entre 1 y 200 Da, tanto **(X)** como **(R)** seleccionados, por ejemplo, entre: alcoholes, ácidos orgánicos, grupos alquilo, grupos amino, halógenos, halógenos de alquilo, grupos alquiloxy y grupos mercapto.

En una realización particular de la descripción el radical **(X)** puede sustituirse por un grupo seleccionado entre: OH, NH₂, CH₃, F, F₃C, HS, O-CH₃, PO₄(CH₂-CH₃)₂ y CH₃COO.

En otra realización particular de la descripción el radical **(R)** puede sustituirse por: H, sodio (Na), un éster metílico (OMe), un éster etílico (EE), amonio (NH₃) o cualquier otro radical que constituya una sal o forma farmacéuticamente aceptable de los compuestos de Fórmula I.

Para el funcionamiento eficaz de esta estructura, son esenciales el doble enlace (=) situado en posición *cis* y dichas sustituciones en el carbono α . Ensayos realizados con moléculas análogas a las descritas en la Fórmula I que carecen de sustituciones en el carbono α (X es un átomo de hidrógeno), que tienen el doble enlace en configuración *trans*, o que carecen de doble enlace (ácidos grasos saturados), demostraron una actividad preventiva o curativa menor respecto a la mostrada por los ácidos grasos de la presente descripción.

Se han estudiado diferentes sales de las moléculas relativas a esta descripción (**Tabla 5**). Su eficacia es, en algunos casos, significativamente superior a la que tienen los ácidos grasos libres. Este efecto puede deberse a mejoras en la absorción de los compuestos o en la distribución de los mismos. Así, en la presente descripción se demuestra que la sustitución del hidrógeno del grupo carboxilo (R) da lugar a ciertas sales o derivados que mostraron actividades farmacológicas superiores a las propias del ácido graso libre. Por ejemplo, la sal de sodio, en la que R se sustituye por Na, induce reducciones mayores en el volumen de los tumores que la forma sustituida por H, por lo que sería una de las elecciones preferidas para la elaboración de una composición farmacéutica o nutracéutica destinada a la prevención o al tratamiento del cáncer.

Ciertas proteínas periféricas de señalización implicadas en la propagación de mensajes al interior celular pueden anclarse en regiones donde el empaquetamiento de superficie sea laxo (**Figura 1**). Los ácidos grasos con insaturaciones en configuración *cis* y sustituciones en el carbono α diferentes al H se localizan en la membrana (bien en su forma libre o formando parte de estructuras mayores como los fosfolípidos), introduciendo discontinuidades en el empaquetamiento de las cabezas polares de los fosfolípidos, que se encuentran en la superficie de la barrera celular, donde se pueden anclar proteínas G, PKC o proteínas del tipo Ras. Por el contrario, los ácidos grasos saturados o *trans*-monoinsaturados evitan el acoplamiento de estas proteínas a las membranas, interfiriendo con la señalización celular. Esto no implica que se hayan de eliminar los ácidos grasos saturados de la dieta, sino que los niveles de ingesta de estos lípidos, presentes en dietas de tipo estándar en países con un nivel de desarrollo medio o alto, son superiores a los requeridos por las células para efectuar sus funciones de forma adecuada. De hecho, los diferentes microdominios lipídicos (p. ej. los "lipid rafts") que aparecen en las membranas son plataformas espacio-temporales donde coinciden proteínas con afinidad por dichos dominios (en base a interacciones proteína-lípido) y pueden tener interacciones productivas que permitan la propagación de señales celulares. Cualquier cambio en la densidad o la estructura de dichos dominios tiene consecuencias sobre la señalización celular, por lo que las intervenciones farmacéuticas y nutracéuticas encaminadas a regular los lípidos de membrana pueden resultar tan o más eficaces que las dirigidas a proteínas o ácidos nucleicos de forma directa.

El amplio espectro de aplicación terapéutica que ofrecen los ácidos grasos de la presente descripción se justifica por varios fenómenos. En primer lugar, la ingesta de lípidos con efectos negativos (grasas saturadas y *trans*-monoinsaturadas) o positivos (grasas *cis*-monoinsaturadas) afecta de forma similar a todas las células del organismo, de manera que los efectos que producen, tanto negativos como positivos, se manifiestan de múltiples maneras: inducción o reducción de obesidad, hipertensión, cáncer, etc. Cuando se ingiere un determinado tipo de lípido, éste se distribuye por todo el organismo y da lugar a la regulación de las especies lipídicas de las membranas celulares de todos los órganos. Los cambios en los niveles de lípidos que se producen como consecuencia de determinados procesos fisiológicos o patológicos (como la aclimatación a aguas frías en peces poiquilotermos) afectan a la práctica totalidad de células del organismo (Buda et al., 1994). Finalmente, los ácidos grasos pueden ser almacenados o degradados para producir energía. De hecho, estas moléculas constituyen combustibles celulares excepcionales, por lo que el uso directo de ácidos grasos no modificados tiene un impacto modesto en la salud. Sin embargo, el bloqueo de su degradación, a través de la adición de modificaciones en el carbono α permite la permanencia de estas moléculas de forma prolongada, tanto en el citoplasma como en membranas, permitiendo así su acción terapéutica. En este sentido, se ha comprobado que los niveles plasmáticos de α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados se mantienen elevados tras una hora después de ser inyectados (50-60% de los niveles iniciales), mientras que los ácidos grasos naturales prácticamente han desaparecido tras este período (niveles de 2-4%). Por ello, los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados utilizados en la presente descripción producen una amplia gama de efectos positivos sin efectos secundarios observables. Para evidenciar que sólo los ácidos grasos con una instauración en conformación *cis* y con una sustitución en el carbono α diferente a un átomo de H, y no otras estructuras parecidas, tienen propiedades terapéuticas a varios niveles, en la presente descripción se ensayaron diferentes tipos de ácidos grasos (ver la **Tabla 1**) pertenecientes a grupos estructurales diferentes (1-4): α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados (ácidos

grasos de la descripción) (1), ácidos grasos con doble enlace en configuración *cis*, pero sin modificaciones en el carbono α distintos al H (2), ácidos grasos con el carbono α sustituido por radicales distintos al H, pero sin doble enlace en configuración *cis* (3), ácidos grasos sin doble enlace en configuración *cis* y sin sustituciones en el carbono α distintos al H (4).

El mecanismo de acción de estas moléculas (basado en la regulación de la composición y estructura de las membranas biológicas) es diferente al de la mayoría de fármacos empleados para tratar patologías humanas (basados en la interacción con proteínas, en la mayoría de casos, o ácidos nucleicos). Por ello, pueden ser usados en terapias combinatorias en las que se emplea alguno de los compuestos de la presente descripción más, al menos, otra molécula (principio activo y/o excipiente) pudiendo resultar mucho más eficaz que la monoterapia con sólo uno de los compuestos. En la presente descripción se muestra, por ejemplo, cómo el OHOD, combinado con cualquiera de los fármacos antitumorales estudiados (temozolomida, erlotinib, gemcitabina, cis-platino) produce un efecto terapéutico superior al de cualquiera de los compuestos por separado.

El amplio espectro de aplicación terapéutica que ofrecen los ácidos grasos de la presente descripción permite asumir de forma generalizada que los lípidos con estructura *cis*-monoinsaturada confieren a las membranas unas propiedades estructurales específicas que permiten la correcta actividad de los procesos llevados a cabo en y por dichas membranas. Dicho de otro modo, los ácidos grasos de la descripción pueden ser eficazmente utilizados para la prevención y/o el tratamiento de cualquier enfermedad cuya etiología esté relacionada bien con alteraciones de los niveles, de la composición, de la estructura, o de cualquier otro tipo de alteración, de los lípidos de las membranas biológicas o bien con una regulación alterada de la señalización celular consecuencia de dichas alteraciones en dichos lípidos presentes en las membranas biológicas.

Por lo tanto, la presente descripción hace referencia a un compuesto de Fórmula I:

cis-COOR-**X**CH-(CH₂)_a-CH=CH-(CH₂)_b-CH₃, sus sales o sus derivados, farmacéuticamente aceptables, donde (**a**) y (**b**) pueden tener cualquier valor entre 0 y 14, (**X**) puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso atómico/molecular de entre 4 y 200 Da y (**R**) puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso atómico/molecular de entre 1 y 200 Da, tanto (**X**) como (**R**) seleccionados entre: alcoholes, ácidos orgánicos, grupos alquilo, grupos amino, halógenos, halógenos de alquilo, grupos alquilo y grupos mercapto, para uso, de forma independiente o en combinación con otros compuestos, como medicamentos en humanos y animales; exceptuando los compuestos de Fórmula I donde (**R**) es H y (**X**) se sustituye por OH, NH₂ o CH₃ para la prevención y el tratamiento de enfermedades cardiovasculares y obesidad, y para el tratamiento del cáncer de pulmón, cerebro y próstata.

En una realización preferida de la descripción, (**X**) se sustituye por un grupo seleccionado entre: OH, NH₂ y CH₃, y (**R**) se sustituye por H, en la Fórmula I, dando lugar a compuestos para uso en la prevención del cáncer y/o en la prevención y/o el tratamiento de patologías cutáneas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios, patologías infecciosas o patologías metabólicas como hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, diabetes o síndrome metabólico.

En otra realización preferida de la descripción, (**X**) es sustituido por un grupo seleccionado entre: F, F₃C, HS y O-CH₃ y (**R**) se sustituye por H, en la Fórmula I, dando lugar a compuestos para uso en la prevención y/o tratamiento del cáncer, patologías vasculares, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios o patologías infecciosas.

En otra realización preferida de la descripción, (**X**) es sustituido por un grupo seleccionado entre: OH, NH₂, CH₃, F, F₃C, HS, O-CH₃, PO₄(CH₂-CH₃)₂ y CH₃COO y (**R**) puede ser sustituido por sodio (Na), un éster metílico (OMe), un éster etílico (EE) o amonio (NH₃) en la Fórmula I, dando lugar a compuestos para uso en la prevención y/o el tratamiento del cáncer, patologías vasculares, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios o patologías infecciosas.

En otra realización preferida de la descripción, (**X**) es sustituido por un grupo seleccionado entre: PO₄(CH₂-CH₃)₂ y CH₃COO y (**R**) se sustituye por H, en la Fórmula I, dando lugar a compuestos para uso en la prevención y/o el tratamiento del cáncer, patologías vasculares, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios o patologías infecciosas.

En otra realización preferida de la descripción, (**X**) es sustituido por un grupo seleccionado entre: OH, NH₂, CH₃, F, F₃C, HS, O-CH₃, PO₄(CH₂-CH₃)₂ y CH₃COO y (**R**) es sustituido por un grupo seleccionado entre: H, sodio (Na), éster metílico (OMe), éster etílico (EE) o amonio (NH₃), en la Fórmula I, para uso en la inducción de neuroregeneración, la prevención y/o el tratamiento de lesiones medulares y/o la prevención y/o el tratamiento del dolor.

En otra realización preferida de la descripción los compuestos de Fórmula I son: OHHD, OHOD, MOD, AOD, FOD, TFMOD, MOOD, SHOD, MOD11, OHOD11, OHEE, OHDE, Na-OHOD, OMe-OHOD, EE-OHOD, NH₃-OHOD, ACOD, Na-ACOD, OMe-ACOD, EE-ACOD, Na-MOOD, OMe-MOOD, EE-MOOD, DEPOD, Na-DEPOD, OMe-DEPOD y EE-DEPOD.

La presente invención se refiere, en particular, a un compuesto seleccionado entre: OHHD, OHOD, MOD, AOD, FOD, TFMOD, MOOD, SHOD, MOD11, OHOD11, OHEE o OHDE, tal como se define en la reivindicación 1, o sus sales, de

manera independiente o en combinación con al menos otro compuesto, para uso como medicamento o nutraceutico, en la inducción de neuroregeneración, prevención y/o tratamiento de lesiones medulares y/o la prevención y/o el tratamiento del dolor en humanos o animales.

5 Tal como se ha citado anteriormente, los compuestos pueden ser usados en combinación con otros principios activos o excipientes para dar lugar a composiciones farmacéuticas y/o nutraceuticas útiles para la prevención y/o el tratamiento del cáncer, patologías vasculares, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios o patologías infecciosas y/o para la inducción de neuroregeneración, la prevención y/o el tratamiento de lesiones medulares y/o la prevención y/o el tratamiento del dolor.

10 Así, los ácidos grasos de la descripción pueden administrarse de forma independiente o formulados en composiciones farmacéuticas o nutraceuticas donde se combinan con excipientes como, por ejemplo: ligantes, rellenos, desintegradores, lubricantes, recubridores, edulcorantes, saborizantes, colorantes, vehículos, etc. y combinaciones de los mismos. Asimismo, los ácidos grasos de la descripción pueden formar parte de composiciones farmacéuticas o nutraceuticas, en combinación con otros principios activos. A efectos de la presente descripción se define el término nutraceutico como un compuesto que se ingiere de forma periódica durante la alimentación o como complemento de la misma y que sirve para prevenir o revertir enfermedades, en este caso, cuya etiología está unida a alteraciones de los lípidos de la membrana celular.

20 La administración de los ácidos grasos de la descripción puede llevarse a cabo por cualquier vía como, por ejemplo, vía enteral (mediante el aparato digestivo), vía oral (mediante píldoras, cápsulas, granulados, emulsiones, comprimidos o jarabes), vía rectal (mediante supositorios o enemas), vía tópica (mediante cremas o parches), vía inhalatoria, vía parenteral inyectada, vía inyección intravenosa, vía inyección intramuscular o vía inyección subcutánea, en la forma arriba indicada o en cualquier tipo de forma farmacéuticamente aceptable, como por ejemplo: metilos, etilos, fosfatos, otros radicales de tipo ester, eter, alquilo, etc.

25 Por lo tanto, la presente descripción además hace referencia a una composición farmacéutica y/o nutraceutica que comprende un compuesto tal como se define en la reivindicación 10 y, al menos, un segundo compuesto con actividad terapéutica o excipiente.

30 En una realización preferida de la invención dicho excipiente formulado en combinación con los compuestos de la invención es la albúmina, por ejemplo: ovoalbúmina, lactoalbúmina, albúmina nativa o recombinante de origen humano, bovino, murino, o de conejo, más preferiblemente, albúmina sérica humana o albúmina sérica bovina. Así, la composición comprendida por un ácido graso de la descripción y por albúmina es eficaz en la prevención y tratamiento de las indicaciones arriba citadas, preferentemente en la inducción de neuroregeneración, la prevención y/o el tratamiento de lesiones medulares y/o la prevención y/o el tratamiento del dolor. En una realización preferida de la invención la composición comprende OHOD, o cualquiera de sus derivados como por ejemplo NaOHOD, y albúmina.

40 La composición que comprende un ácido graso de la descripción y otro principio activo es eficaz en la prevención y tratamiento de las indicaciones arriba citadas, preferentemente en la prevención y/o tratamiento del cáncer cuando dicho principio activo es un compuesto anticancerígeno. En una realización preferida de la descripción la composición comprende OHOD y/o Na-OHOD y un compuesto anticancerígeno seleccionado, por ejemplo, entre: temozolomida, erlotinib, gemcitabina y cis-platino.

45 Otro aspecto de la presente descripción hace referencia a un método cosmético, no terapéutico, para mejorar la apariencia cutánea que comprende la administración sobre la piel de una cantidad eficaz de al menos un compuesto de Fórmula I, y/o de sus sales o derivados farmacéutica- o cosméticamente aceptables, donde (a) y (b) pueden tener cualquier valor entre 0 y 14, (X) puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso atómico/molecular de entre 4 y 200 Da y (R) puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso atómico/molecular de entre 1 y 200 Da, seleccionados entre: alcoholes, ácidos orgánicos, grupos alquilo, grupos amino, halógenos, halógenos de alquilo, grupos alquiloxi y grupos mercapto.

50 Finalmente la presente descripción hace referencia a un método para la prevención y/o el tratamiento terapéutico de enfermedades en humanos y animales cuya etiología común está relacionada con alteraciones estructurales y/o funcionales de los lípidos localizados en la membrana celular, que comprende la administración al paciente de una cantidad terapéuticamente eficaz de al menos un compuesto de Fórmula I, de forma independiente o en combinación con otros compuestos, de sus sales o sus derivados, farmacéuticamente aceptables, donde (a) y (b) pueden tener cualquier valor entre 0 y 14, (X) puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso atómico/molecular de entre 4 y 200 Da y (R) puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso atómico/molecular de entre 1 y 200 Da, tanto (X) como (R) seleccionados entre: alcoholes, ácidos orgánicos, grupos alquilo, grupos amino, halógenos, halógenos de alquilo, grupos alquiloxi y grupos mercapto; exceptuando la administración de los compuestos de Fórmula I donde (R) es H y (X) se sustituye por OH, NH₂ o CH₃ para la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares y obesidad, y para el tratamiento del cáncer de pulmón, cerebro y próstata.

65 A los efectos de la presente descripción se entiende por "cantidad terapéuticamente eficaz" aquella que revierte la enfermedad o la previene sin mostrar efectos secundarios adversos o, que si los produce, son asumibles en base a los

criterios definidos por las agencias reguladoras en materia farmacéutica (básicamente, que el beneficio producido sea superior al daño causado; p. ej. los episodios de náuseas serían asumibles en un paciente con un cáncer con pronóstico grave).

5 DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figura 1. Unión de proteínas de señalización celular a membranas celulares. Las proteínas periféricas de señalización (A, B y C) se unen a membranas a través de uno o varios mecanismos, tales como la interacción específica con lípidos de membrana, las interacciones electrostáticas y/o la inserción de regiones hidrofóbicas en zonas de alta propensión no lamelar, mediada por lípidos *cis*-monoinsaturados. Por ello, los derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados pueden regular la interacción de ciertas proteínas de membrana y la señalización celular.

Figura de referencia 2. Efecto preventivo de diferentes ácidos grasos frente al desarrollo de tumores. En el eje de abscisas se muestra el tipo de ácido graso utilizado para la prevención del desarrollo del cáncer y en el eje de ordenadas el volumen del tumor. Los animales se trataron de forma previa a la inyección de células tumorales y posteriormente se mantuvo el tratamiento. Los animales del grupo control no se trataron, y el volumen de sus tumores se tomó como valor de referencia (100%). Se observa como los ácidos grasos de la descripción (OHHD, OHOD, MOD, AOD, FOD, TFMOD, MOOD, SHOD, MOD11, OHOD11, OHEE y OHDE) tienen un efecto más significativo ($p < 0,05$ en todos los casos) que los ácidos grasos *cis*-monoinsaturados sin derivatizar en posición α (EE, DE, HOD, ODO), que los ácidos grasos saturados de idéntica longitud (HD, OD, EO), y que los α -derivados de ácidos grasos cuando no son *cis*-monoinsaturados (OHS, tOHOD) (ver **Tabla 1**).

Figura de referencia 3.

- A. Células de cáncer (A549) se trataron con diferentes concentraciones de OHOD y MOD11 para determinar si el efecto era dependiente de la concentración. En el eje de abscisas se muestra la concentración μM de los ácidos grasos utilizados y en el eje de ordenadas se muestra la viabilidad de las células A549 (% control) sin tratar. Se trataron dichas células con diferentes concentraciones (0-400 μM) de OHOD y MOD11 y se determinó el número de células a través de citometría de flujo. Ambos compuestos redujeron el crecimiento de células tumorales, mostrando valores de IC_{50} (concentración que reduce al 50% el número de células viables) en el rango de 50 a 100 μM , tras 48 horas de incubación. Dosis de 200 a 400 μM produjeron en todos los casos la eliminación total de células tumorales.
- B. Células de cáncer (A549) se trataron con los compuestos indicados en el eje de abscisas durante 48 horas a 150 μM . Posteriormente, se contaron las células y se expresó en el eje de ordenadas su número como porcentaje de las sin tratamiento (control). En estos cultivos, la incubación con 150 μM de los ácidos grasos de la descripción produjo una inhibición del crecimiento de células tumorales ($p < 0,05$ en todos los casos), lo que indica que son moléculas adecuadas para el tratamiento de cáncer.

Figura de referencia 4. Células de cáncer (A549) se incubaron en ausencia (izquierda) o presencia (derecha) de OHOD (100 μM , 48 h). Posteriormente, se fijaron, se incubaron en presencia de un anticuerpo contra cadherina y se observaron por microscopia confocal. Los tratamientos con 50 μM de OHOD (48 h) indujeron un aumento del $73,6 \pm 5,4\%$ en los niveles de esta proteína. En tratamientos con los ácidos grasos de la descripción se observó un aumento significativo de los niveles de cadherina.

Figura de referencia 5. Capacidad invasiva de células de cáncer de pulmón (A549) en cultivo, en ausencia (control, C) o presencia de OHOD (ácido 2-hidroxi-9-*cis*-octadecenoico) a 50 μM (M50) y 100 μM (M100) y a diferentes tiempos. Las células de cáncer de pulmón cultivadas en presencia de OHOD tienen una capacidad invasiva inferior a la que presentan las células no tratadas (C) ($p < 0,05$). Estos resultados indican que los ácidos grasos de la descripción pueden ser empleados para prevenir o tratar el desarrollo de metástasis tumorales.

En la gráfica de la derecha se representan dichos resultados mostrando el número de células invasivas en el eje de ordenadas y, en el eje de abscisas, el tiempo en horas.

Figura de referencia 6. Efecto de diferentes sales de OHOD en cáncer de pulmón humano en un modelo animal de cáncer.

- A. Volumen de tumores en ratones desnudos infectados con células de cáncer de cerebro humano SF767 (expresado en porcentaje respecto al control), que recibieron diferentes tratamientos. Los animales recibieron vehículo (agua: Control), 600 mg/kg de OHOD en su forma de ácido graso libre (OHOD), 600 mg/kg de sal de sodio de OHOD (NaOHOD) o 600 mg/kg de sal de amonio de OHOD (NH_3OHOD) diariamente durante 50 días. Todos los tratamientos dieron lugar a reducciones significativas en el tamaño de los tumores de los animales tratados ($*** p < 0,001$) y el tratamiento con NaOHOD fue significativamente más potente que el tratamiento con el ácido graso libre, OHOD ($\#, p < 0,05$).
- B. Efecto de diferentes dosis de sal de sodio de OHOD (NaOHOD) sobre el volumen de tumores de ratones infectados con células SF767 y tratados con vehículo (control, 0 mg/kg), 100 mg/kg (100), 200 mg/kg (200), 400 mg/kg (400) y 600 mg/kg (600) durante 50 días. $* p < 0,05$; $*** p < 0,001$.

Figura de referencia 7. Efecto de la sal de sodio de OHOD (NaOHOD) sobre diferentes tipos de tumores humanos en modelos animales.

- A. Efecto del NaOHOD (600 mg/kg diarios durante 50 días) sobre el volumen de tumores en ratones inmunodeprimidos ("desnudos") e inmunodeprimidos infectados con células de leucemia humana (células Jurkat).
- B. Efecto del NaOHOD (600 mg/kg diarios durante 50 días) sobre el volumen de tumores en ratones desnudos inoculados con cáncer de próstata humano (células PC3).
- C. Efecto del NaOHOD (600 mg/kg diarios durante 50 días) sobre el volumen de tumores en ratones desnudos inoculados con cáncer de mama humano (células MDA-MB-231).
- D. Idem con células de cáncer de colon humano (células HT29). Todos los tratamientos se prolongaron durante 50 días y los animales control se trataron con vehículo (agua). **p<0,01; ***p<0,001.

Esta figura evidencia que la forma Na-OHOD (sal de sodio del OHOD) presenta una mayor eficacia que su correspondiente ácido graso libre, en el tratamiento de diferentes tipos de cáncer humano xenotransplantados en ratones inmunodeprimidos: leucemia, cáncer de próstata, cáncer de mama y cáncer de colon.

Figura de referencia 8. Efecto de NaOHOD (sal de sodio del OHOD) y combinaciones con diferentes fármacos: temozolomida (TMZ), erlotinib, gemcitabina y cis-platino (cis-Pt) sobre diferentes tipos de cáncer humano en modelos.

- A. Efecto de tratamientos con vehículo (Control), temozolomida (TMZ, 80 mg/kg), NaOHOD (OHOD, 600 mg/kg) y TMZ más NaOHOD (simultáneamente, a las mismas dosis) durante 60 días, en ratones inmunodeprimidos infectados con cáncer de cerebro humano (SF767).
- B. Idem, con NaOHOD (OHOD, 600 mg/kg), erlotinib (Erlotinib, 40 mg/kg), cis-platino (cis-Pt, 100 mg/kg), NaOHOD más erlotinib (OHO Er) o NaOHOD más cis-platino (OHO Pt) en ratones desnudos infectados con células de cáncer de pulmón humano (A549).
- C. Idem, con NaOHOD (OHOD, 600 mg/kg), Gemcitabina (Gemcitab, 40 mg/kg) o NaOHOD más Gemcitabina (OHO Gem) usando las mismas dosis en ratones desnudos infectados con células de cáncer de páncreas humano (BXPC3).

Se evidencia que la combinación de Na-OHOD con cualquiera de estos fármacos dio lugar a marcadas reducciones en el volumen de los tumores y a tumores significativamente más pequeños a los producidos tanto por el Na-OHOD sólo como por cualquiera de los fármacos antitumorales arriba indicados administrados de manera separada. Es más, el tumor residual observado en la mayoría de animales tratados con Na-OHOD y en la práctica totalidad de los tratados con dos moléculas de forma simultánea estaba constituido por células muertas sin capacidad de regenerar el tumor, por lo que se puede considerar que estas terapias combinatorias produjeron la curación de los tumores humanos implantados en animales.

Figura 9 de referencia. Efecto de diferentes moléculas en la proliferación de células A10 de aorta tras incubaciones de 48 horas a una concentración de 200 μ M. En el eje de abscisas se representan los ácidos grasos utilizados y en el eje de ordenadas el número de células (% control). Todas las células crecieron en idénticas condiciones de temperatura, pH y medio de cultivo, excepto uno de los frascos, al que se retiró el suero (sin suero). Los ácidos grasos de la descripción indujeron una detención de la proliferación celular similar a la que produce la retirada de suero fetal bovino (que contiene múltiples factores de crecimiento celular) a una concentración de 200 μ M (p<0,05 en todos los casos). Este resultado indica que detienen la proliferación de células cardiovasculares, sin tener un efecto tóxico (el número de células es igual o superior a la muestra sin suero).

Figura de referencia 10. Efecto de diferentes ácidos grasos en la prevención y tratamiento de desarrollo de hipertensión en ratas SHR. En el eje de abscisas se muestran los ácidos grasos utilizados y en el eje de ordenadas la presión arterial (Hg). Se observa que los animales tratados con los ácidos grasos de la descripción no desarrollaron hipertensión (p<0,05 en todos los casos), mientras que los no tratados o tratados con ácidos grasos que no se ajustan a la estructura mostrada en la Fórmula I, sí que desarrollaron hipertensión.

Figura de referencia 11. Efecto del OHOD sobre la contractilidad inducida por noradrenalina (NA) en aorta de ratas SHR. En el eje de abscisas se muestra el logaritmo de NA y en el eje de ordenadas la concentración (g). Las aortas fueron tratadas con OHOD (círculos rellenos) o vehículo (círculos vacíos) durante 60 minutos en baño de órganos a 37°C en medio Ringer con oxígeno. La figura de referencia muestra que la respuesta contráctil inducida por noradrenalina (NA) es mucho mayor en aorta de ratas pretratadas con este ácido graso (p<0,05). Este resultado indica claramente que la flexibilidad del tejido vascular aumenta de forma significativa (p<0,05) en presencia de los ácidos grasos de la descripción.

Figura de referencia 12. Efecto de los ácidos grasos de la descripción (mostrados en el eje de abscisas) en la producción de melanina en melanocitos de ratón (células B16, barra izquierda más clara) y sobre la proliferación de adipocitos (células 3T3-L1, barra derecha más oscura). Los resultados corresponden a valores de la media de tres experimentos independientes. En este sentido, concentraciones de 100 μ M de estos compuestos durante 48 horas producen reducciones en el contenido en melanina en células B16 (p<0,05 en todos los casos). Además, las moléculas

que tienen la estructura de Fórmula I inhiben el crecimiento de las células 3T3-L1 (células adiposas o adipocitos, $p < 0,05$ en todos los casos), mientras que las moléculas que no tienen la estructura de dicha Fórmula I no tienen efectos significativos sobre la proliferación de los adipocitos.

Figura de referencia 13. En las cuatro barras se muestra de izquierda a derecha respectivamente el efecto de tratamientos con vehículo (control, primera barra), con OHOD a 200 mg/kg (segunda barra), con OHOD a 400 mg/kg (tercera barra) y con OHOD a 600 mg/kg (cuarta barra) en los niveles de colesterol (grupo de cuatro barras de la izquierda), triglicéridos (grupo de tres barras del medio) y glucosa (grupo de cuatro barras de la derecha). Los tratamientos fueron orales en todos los casos y se prolongaron durante 30 días. Los valores indicados corresponden a medias de los valores obtenidos en 6 animales por grupo. Como puede observarse el tratamiento con OHOD produjo reducciones importantes de los niveles de colesterol, triglicéridos y glucosa ($p < 0,05$ en todos los casos).

Figura de referencia 14. Efecto del tratamiento con vehículo (control) o con los ácidos grasos de la descripción (600 mg/kg), en los niveles de colesterol, triglicéridos y glucosa. Los valores indicados son medias de los valores obtenidos en 6 animales. Cada grupo de tres barras representa el tratamiento con un ácido graso diferente correspondiendo la barra de la izquierda al colesterol, la del medio a triglicéridos y la de la derecha a glucosa. Como puede observarse, los ácidos grasos estructura de Fórmula I producen reducciones significativas en estos tres parámetros ($p < 0,05$), mientras que aquellas moléculas análogas que no tienen la estructura de la Fórmula I carecen de efectos para el tratamiento eficaz de patologías metabólicas, como la hipercolesterolemia, la hipertrigliceridemia, la diabetes y el síndrome metabólico.

Figura 15. Índice cognitivo en ratones con Alzheimer. Para este estudio se emplearon ratones de 6 meses que presentan una serie de mutaciones idénticas a las que producen la enfermedad de Alzheimer en humanos y que presentan la sintomatología neurológica y cognitiva propia de esta enfermedad (Jackson Laboratorios-Charles River). Las barras corresponden a valores de índice cognitivo, determinado como la media entre los resultados obtenidos en el test de Miller y el laberinto radial. En el test de Miller, se consideró 100% el valor tiempo para encontrar la plataforma antes del aprendizaje dividido por el tiempo para encontrar la plataforma tras aprendizaje. En este test, el tiempo empleado por animales tratados con vehículo (agua, Control) se consideró 100%. Valores superiores para este parámetro se corresponden a tiempos menores para encontrar la plataforma tras aprendizaje, originados por una mejora en la memoria de los animales. En el laberinto radial, se consideró el número de intentos promedio hasta encontrar la plataforma con estímulo (comida) en el laberinto antes del entrenamiento dividido por el número de intentos tras el entrenamiento. Se consideró 100% este coeficiente medido en animales control y un aumento en este parámetro se debe a un menor número de intentos, en relación a la capacidad de memoria del animal. En el eje de abscisas se representan los ácidos grasos utilizados. Cada grupo de animales ($n=8$) se trató con vehículo (control) o con los ácidos grasos de la invención (100 mg/kg). Tras un estudio realizado se observa que los ácidos grasos descritos en las reivindicaciones tienen gran eficacia para prevenir el desarrollo del proceso neurodegenerativo (Alzheimer), en base a la mejora en parámetros cognitivos ($p < 0,05$ en todos los casos).

Figura 16

A. Evolución de la recuperación motora desde 4 hasta 28 días después de la lesión medular (eje X) en función del movimiento voluntario sobre el Rotarod (eje Y) después de la lesión medular por contusión (Cont), expresado como porcentaje del tiempo de permanencia en el aparato respecto al tiempo de control de cada grupo obtenido antes de la contusión (100%). Se muestran los resultados para los grupos tratados con 10 μ l de Salino sólo (Sal), Albúmina-Ácido Oleico (Alb-OA 4 mM), Albúmina-OHOD (Alb-2OHOA 4mM).

B. Las células de glioma humano (U118) son astrocitos del sistema nervioso central (SNC) que han perdido su diferenciación (Control). En presencia de NaOHOD (200 μ M), las células de glioma se diferencian y evolucionan hacia el fenotipo glial, emitiendo proyecciones típicas de los astrocitos. Esta actividad diferenciadora podría estar implicada en los procesos neuroregenerativos necesarios para la recuperación de la actividad motora. Estos resultados muestran la eficacia de OHOD y derivados (p.ej., NaOHOD) para el tratamiento neuroregenerativo necesario para tratar la lesión medular.

Figura 17. Efecto de 10 μ l de Salino sódico, Albúmina-Ácido Oleico (Alb-OA-4mM) y Albúmina- Ácido 2-Hidroxi-Oleico (Alb-2OHOA-4mM) sobre la suma temporal del reflejo plantar-Tibialis Anterior (TA), presente por debajo de la contusión moderada a nivel T8, expresado como un porcentaje de la primera respuesta. El eje X de la gráfica representa el número de estímulos y el eje Y representa el incremento en la integral del reflejo Tibialis Anterior (como % de la primera respuesta).

Las ratas tratadas con Albúmina-OHOD (4 mM, 10 μ l por vía intratecal) mostraron una inhibición mayor de la suma temporal del reflejo de retirada plantar-Tibialis Anterior, 28 días después de la lesión medular respecto a las ratas tratadas con suero salino o con Albúmina-Ácido Oleico. Estos resultados sugieren que los complejos de Albúmina-OHOD tienen una gran eficacia en el tratamiento del dolor agudo o crónico.

Figura 18. Niveles de interleuquina 6 IL-6 (barra de la izquierda) y del factor de transcripción TNF α (barra de la derecha) en monocitos humanos en ausencia (control) o presencia de un tratamiento pro-inflamatorio con lipopolisacárido bacteriano (LPS). Las células tratadas con LPS se cultivaron en ausencia (Control+LPS) o presencia de diferentes ácidos grasos mostrados en el eje de abscisas. En un modelo celular de inflamación (monocitos U937 en cultivo estimulados con lipopolisacárido bacteriano, LPS) los ácidos grasos descritos en las reivindicaciones (250 μ M, 72h) inhibieron significativamente la expresión de las citoquinas proinflamatorias más importantes (IL-6 y TNF- α $p < 0,05$).

Figura 19

- A. Efecto de diferentes ácidos grasos en la inhibición de la actividad de la ciclooxigenasa-1 (COX-1) (Cayman COX-1 inhibitor screening system). En el eje de abscisas se muestra el tipo de ácido graso utilizado y en el eje de ordenadas la actividad de la COX-1 (% respecto al control). Los cultivos celulares (monocitos U937 diferenciados) se trataron con los ácidos grasos (250 μ M, 6h). El eje de ordenadas muestra la actividad de la COX-1 tras el tratamiento. Se observa como ácidos grasos descritos en las reivindicaciones (OHHD, OHOD, MOD, AOD, FOD, TFMOD, MOOD, SHOD, MOD11, OHOD11, OHEE y OHDE) tienen un efecto más significativo ($p < 0,05$ en todos los casos) que los ácidos grasos *cis*-monoinsaturados sin derivatizar en posición α (EE, DE, HOD, ODO), que los ácidos grasos saturados de idéntica longitud (HD, OD, EO), y que los α -derivados de ácidos grasos cuando no son *cis*-monoinsaturados (OHS, tOHOD).
- B. Efecto de diferentes ácidos grasos en la inhibición (concentración de proteína) de la ciclooxigenasa-2 (inmunoblot de COX-2). En el eje de abscisas se muestra el tipo de ácido graso utilizado y en el eje de ordenadas la concentración celular de COX-2 (% respecto al control). Los cultivos celulares (monocitos U937 diferenciados) se trataron con ácidos grasos (250 μ M, 6h). Se observa como los ácidos grasos descritos en las reivindicaciones (OHHD, OHOD, MOD, AOD, FOD, TFMOD, MOOD, SHOD, MOD11, OHOD11, OHEE y OHDE) tienen un efecto más significativo ($p < 0,05$ en todos los casos) que los ácidos grasos *cis*-monoinsaturados sin derivatizar en posición α (EE, DE, HOD, ODO), que los ácidos grasos saturados de idéntica longitud (HD, OD, EO), y que los α -derivados de ácidos grasos cuando no son *cis*-monoinsaturados (OHS, tOHOD).

Figura de referencia 20. Temperatura de transición lamelar-hexagonal en membranas modelo de dielaidoil fosfatidiletanolamina (DEPE), medida por calorimetría diferencial de barrido. En el eje de abscisas se representan los ácidos grasos utilizados y en el eje de ordenadas la temperatura. A mayor cambio en esta temperatura de transición mayor capacidad para poder regular la estructura de las membranas, como la que envuelve a células humanas o al virus del SIDA. Los ácidos grasos de la descripción (proporción de ácido graso:DEPE 1:20, mol:mol) indujeron reducciones significativas ($p < 0,05$ en todos los casos) en la temperatura de transición lamelar-hexagonal.

Figura de referencia 21.

- A. Ejemplo representativo del efecto de los ácidos grasos de la descripción sobre los "membrana raft". Membranas modelo de fosfatidilcolina-colesterol-esfingomielina (modelo de *membrane raft*) en ausencia (izquierda) o presencia (derecha) de OHOD. La presencia de este ácido graso induce una reducción en la superficie ocupada por los *membrane rafts* y el tamaño medio de los mismos.
- B. En la gráfica se muestra la cuantificación del efecto de diferentes ácidos grasos sobre la superficie total de *membrane rafts* (o regiones lamelares ordenadas de membrana, Lo, columna izquierda) respecto a regiones Ld (regiones lamelares desordenadas de membrana, se asigna un valor de 100% a las membranas control) y el tamaño medio (diámetro promedio) de dichos *membrane rafts* (columna derecha), en membranas de fosfatidilcolina-colesterol-esfingomielina. Los ácidos grasos de la descripción regulan la estructura de los "lipid rafts" interfiriendo en la interacción virus-célula, necesaria para producir y amplificar la infección del virus.

Figura de referencia 22. Niveles de DHFR (Dihidrofolato Reductasa) en células A549 tras tratamientos con diferentes ácidos grasos (eje de abscisas) a una concentración de 100 μ M durante 48 horas. Los ácidos grasos de la descripción inducen una reducción muy marcada de esta enzima por lo que tienen una importante actividad en la prevención y/o tratamiento de la malaria y otros procesos infecciosos.

Tabla 1

Ácido Graso	Serie	Abreviatura	Grupo estructural	(a),(b)	(X)
α-Hidroxi-cis-Δ9-hexadecenoico	16:1	OHHD	1	4, 7	OH
α-Hidroxi-cis-Δ9-octadecenoico	18:1	OHOD	1	6, 7	OH
α-Metil-cis-Δ9-octadecenoico	18:1	MOD	1	6, 7	CH ₃
α-Amino-cis-Δ9-octadecenoico	18:1	AOD	1	6, 7	NH ₂
α-Fluo-cis-Δ9-octadecenoico	18:1	FOD	1	6, 7	F
α-Trifluorometil-cis-Δ9-octadecenoico	18:1	TFMOD	1	6, 7	F ₃ C
α-Metoxi-cis-Δ9-octadecenoico	18:1	MOOD	1	6, 7	O-CH ₃
α-Mercapto-cis-Δ9-octadecenoico	18:1	SHOD	1	6, 7	HS
α-Metil-cis-Δ11-octadecenoico	18:1	MOD11	1	4, 9	CH ₃
α-Hidroxi-cis-Δ11-octadecenoico	18:1	OHOD11	1	4, 9	OH
α-Hidroxi-cis-Δ11-eicosenoico	20:1	OHEE	1	6, 9	OH
α-Hidroxi-cis-Δ13-Docosenoico	22:1	OHDE	1	6,11	OH
Cis-Eicosenoico	20:1	EE	2	6, 9	-
Cis-Docosenoico	22:1	DE	2	6,11	-
α-Hidroxi-octadecanoico	18:0	OHS	3	-	OH
Trans-Hexadecenoico	16:1	HD	2	4, 7	-
Trans-Octadecenoico	18:1	OD	4	6, 7	-
Eicosanoico	20:0	EO	4	-	-
Hexadecanoico	16:0	HDO	4	-	-
Octadecanoico	18:0	ODO	4	-	-
α-Hidroxi-trans-octadecenoico	18:1	tOHOD	3	6, 7	OH

(1) α-derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados (ácidos grasos de la descripción).

(2) ácidos grasos con doble enlace en configuración *cis*, pero sin modificaciones en el carbono α.

(3) ácidos grasos con el carbono α modificado, pero sin doble enlace en configuración *cis*.

(4) ácidos grasos sin doble enlace en configuración *cis* y sin modificaciones en el carbono α.

EJEMPLOS

Ejemplo de referencia 1. Uso de los ácidos grasos de la descripción o de sus sales para la prevención y/o tratamiento del cáncer.

Para estudiar si los ácidos grasos de la descripción tienen aplicaciones en la prevención del desarrollo de procesos tumorales, se utilizó un modelo animal de cáncer. Este modelo consistió en animales inmunodeprimidos (ratones desnudos [CrI:Nu(lco)-Fox1]) a los que se inyectaron células de cáncer humano no microcítico de pulmón (5x10⁶ células A549 por animal). El grupo control (infectados con células de cáncer, pero no tratados), comenzó a desarrollar tumores que fueron visibles al cabo de unos días. El tamaño de los tumores se midió por primera vez 10 días después de implantar el tumor y se continuaron las medidas hasta 31 días después de dicha implantación, con un pie de rey digital. El volumen de los tumores se calculó con la siguiente ecuación:

$$v = w^2 \times l / 2$$

donde *v* es el volumen del tumor, *w* es la anchura y *l* la longitud del mismo. Asimismo, se realizaron tratamientos preventivos frente al desarrollo de cáncer. Para llevar a cabo estos tratamientos, se administraron 400 mg/kg al día durante 2 semanas antes de la inyección de células tumorales. Este tratamiento se prolongó durante un mes tras la implantación de las células tumorales, y se midió el volumen de los tumores a los animales. Cada grupo experimental estuvo formado por 8 animales. La administración oral de α-derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados previno el desarrollo de cáncer (células A549 de adenocarcinoma de pulmón humano) (**Figura de referencia 2**). Sin embargo, la administración de ácidos grasos saturados o *trans*-monoinsaturados (tanto naturales como α-derivatizados) no previno la aparición de cáncer en animales de laboratorio. Por ello, se puede concluir que la introducción de un doble enlace con configuración *cis* en la estructura del ácido graso es un factor crítico en la prevención y tratamiento del desarrollo de cáncer producida por los ácidos grasos. Asimismo, la presencia de una modificación en el carbono α aumenta de forma significativa y muy marcada la eficacia de prevención y tratamiento del desarrollo de cáncer por el tratamiento con ácidos grasos monoinsaturados (**Figura de referencia 2**). En este sentido, los α-derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados (OHHD, OHOD, MOD, AOD, FOD, TFMOD, MOOD, SHOD, MOD11, OHEE y OHDE) tienen un efecto más marcado que los ácidos grasos *cis*-monoinsaturados sin derivatizar en posición alfa (EE, DE, HOD, ODO), que los ácidos grasos saturados de idéntica longitud (HD, OD, EO), y que los α-derivados de ácidos grasos cuando no son *cis*-monoinsaturados (OHS, tOHOD) (ver **Tabla 1**).

Por otro lado, se emplearon una serie de α-derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados para investigar su efectividad para el tratamiento de cáncer. Se realizaron dos tipos de experimentos. En primer lugar, se estudió la

dependencia de la concentración sobre el efecto antitumoral. Para realizar estos experimentos, se cultivaron células de cáncer de pulmón humano (A549) en medio RPMI suplementado con 10% de albúmina bovina fetal, 10 mM Hepes (pH 7,4), 2 mM glutamina, 2 g/l bicarbonato, 1 g/l glucosa, 100 unidades/ml penicilina, 0.1 mg/ml estreptomicina, 0.25 µg/ml Amfotericina B, a 37°C y en presencia de 5% CO₂. En una primera serie experimental, se trataron dichas células con diferentes concentraciones (0-400 µM) de OHOD y MOD11 y se determinó el número de células a través de citometría de flujo (**Figura de referencia 3A**). Ambos compuestos redujeron el crecimiento de células tumorales, mostrando valores de IC₅₀ (concentración que reduce al 50% el número de células viables) en el rango de 50 a 100 µM, tras 48 horas de incubación. Dosis de 200 a 400 µM produjeron en todos los casos la eliminación total de células tumorales. En una segunda serie se investigó la eficacia antitumoral en células A549 de cáncer de pulmón a una concentración única (150 µM) y a un tiempo de 48 horas (**Figura de referencia 3B**). En estos cultivos, la incubación con 150 µM de α-derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados produjo una inhibición del crecimiento de células tumorales, lo que indica que son moléculas adecuadas para el tratamiento de cáncer. Las moléculas con derivatización en el carbono α (independientemente del tipo de modificación) y con un doble enlace en configuración *cis* (pero no en configuración *trans*) mostraron eficacia antitumoral, de acuerdo con la fórmula arriba indicada. Por el contrario, las moléculas que carecían de una modificación en el carbono alfa (EE, DE, HD, OD, EO, HDO, ODO) no mostraron eficacia antitumoral. De forma similar, las moléculas con doble enlace en posición *trans* (tOHOD) o sin doble enlace (OHS, EO, HDO, ODO, OHS) carecieron de eficacia antitumoral. Obviamente, entre las moléculas anteriores hay algunas que carecen de modificación en el carbono alfa y doble enlace en configuración *cis* (EO, HDO, ODO) que carecían de efecto terapéutico. Estos resultados demuestran que sólo aquellos ácidos grasos que se ajustan a la Fórmula I tienen eficacia terapéutica.

En una segunda serie experimental, diseñada para conocer si estas moléculas sirven para el tratamiento de diferentes tipos de tumores, se estudió el efecto de OHOD a varias concentraciones en células humanas de diferentes tipos de cáncer. Estos experimentos se realizaron como se describió anteriormente, excepto que las líneas celulares M220 y HT-29 se cultivaron en medio DMEM y la línea MDA-MB-231 se incubó en medio L-15 Leibowitz suplementado con 15% de albúmina bovina fetal. Se pudo comprobar que estas moléculas tienen un amplio espectro de acción, por lo que su uso se puede extender al tratamiento de varios tipos de cáncer (pulmón, glioma, próstata, mama, páncreas, leucemia, útero, colon, etc., **Tabla 2**). Dado que estas moléculas no indujeron efectos secundarios de relevancia, que se pueden administrar de forma oral y se pueden tomar en grandes cantidades, su uso puede realizarse tanto a través de aproximaciones nutraceuticas como farmaceuticas. En aquellos casos en los que la naturaleza del proceso tumoral lo requiera, la utilización puede ser de tipo tópico (utilización sobre la piel de los productos activos para el tratamiento de melanoma u otras alteraciones cutáneas de naturaleza tumoral), que puede considerarse cosmético en los casos en los que además se pretenda corregir defectos de naturaleza estética.

Tabla 2

Línea celular	Tipo de cáncer	Mecanismo de acción ¹	Efecto antitumoral ²
PC3	Próstata	P A	+++
LNcaP	Próstata	A	+++
MDA-MB-231	Mama	A	++
M220	Páncreas	A	++
L-1210	Leucemia-linf	A	+++
Jurkat	Leucemia-linf	A	+++
HL-60	Leucemia-miel	P D A	+++
HeLa	Cérvix	A	+++
HT-29	Colon	A	++
C-6	Cerebro-glio	P D	+++
SH-SY5Y	Cerebro-nblast	P	+
A549	Pulmón	P D	+++
T98G	Glioma	D	+++
A172	Glioma	D	++
A118	Glioma	D	+++
SF-767	Glioma	D	++
U87-MG	Glioma	D	+++
SF-268	Glioma	nd	+++
MCF7	Mama	nd	+++
NCI-H460	Pulmón (CPNM)	nd	+++
IMR90	Normal Fibroblasts	nd	-

¹P[antip

roliferativo] D [diferenciación] A [apoptosis] nd [no determinado]

5 ² +[inhibición de crecimiento], ++[parada total de crecimiento], +++[eliminación total de células tumorales]

Por otro lado, los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados son capaces de inducir la expresión de cadherina. La cadherina es una proteína de adhesión celular. Las células que la expresan no suelen desplazarse de su ubicación tisular, ya que están adheridas a las células del entorno. Las células tumorales que pierden la capacidad de sintetizar esta proteína pueden migrar desde el tejido donde se han generado hasta otros tejidos corporales, donde pueden desarrollar un nuevo foco tumoral a partir de un proceso conocido como metástasis. En tratamientos con α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados, se observó un aumento significativo de los niveles de cadherina (**Figura de referencia 4**). Además, la capacidad invasiva de células cancerosas se investigó en un modelo de invasión de placa de cultivo. En este modelo, se dejan crecer las células hasta que invaden todo el sustrato de la placa de cultivo. A continuación, se realiza un raspado en una zona de la placa de cultivo y se cuenta el número de células que invade esa región a diferentes tiempos, en presencia o ausencia del compuesto anti-metastático. Como muestra la **Figura 5 de referencia**, las células de cáncer de pulmón cultivadas en presencia de OHOD tienen una capacidad invasiva inferior a la que presentan las células no tratadas. Estos resultados indican que estos α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados pueden ser empleados para prevenir o tratar el desarrollo de metástasis tumorales.

Además, los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados impiden la proliferación de células vasculares (ver más adelante), lo que impide la creación de vasos sanguíneos, necesaria para el desarrollo de tumores. Por ello, estas moléculas pueden ser utilizadas como anti-angiogénicas tumorales.

Una característica importante de las moléculas englobadas en la presente descripción es que pueden formar diferentes tipos de sales. En la **Figura de referencia 6A** y en la **Tabla 5** se muestran los efectos terapéuticos de varios α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados y sus sales. En este sentido, bien debido a una mejor absorción o distribución de estas moléculas, algunos de estos compuestos tienen efectos significativamente superiores a los presentados por las formas de ácido graso libre, lo que sugiere que estas formas serían las preferidas a la hora de elaborar un medicamento o diseñar una terapia para el tratamiento de dicha enfermedad. La especificidad de este efecto viene determinada por la relación entre dosis y efecto que producen estas moléculas sobre el volumen de

tumores humanos implantados en animales (**Figura de referencia 6B**). Dado que la forma Na-OHOD (sal de sodio del OHOD) presenta una mayor eficacia que su correspondiente ácido graso libre, se estudió su acción antitumoral en diferentes tipos de cáncer humano xenotransplantados en ratones inmunodeprimidos (**Figura 7 de referencia**): leucemia, cáncer de próstata, cáncer de mama y cáncer de colon.

Dado que los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados tienen un mecanismo muy diferente al de otros fármacos antitumorales actualmente empleados, la combinación de estos ácidos grasos con cualquier fármaco antitumoral puede dar lugar a eficacias superiores, que incluso logran tener éxito en el tratamiento animales infectados con cánceres humanos. En la **Figura de referencia 8**, se muestra el efecto del Na-OHOD sólo o combinado con temozolomida, erlotinib, gemcitabina y cis-platino para el tratamiento de glioma (cáncer de cerebro) humano, cáncer de pulmón humano y cáncer de páncreas humano en modelos de ratones inmunodeprimidos. Por una parte, se puede observar que el NaOHOD es más eficaz que los otros fármacos empleados en humanos para el tratamiento del cáncer. Por otro lado, la combinación de Na-OHOD con cualquiera de estos fármacos dio lugar a marcadas reducciones y significativamente menores tumores a los producidos tanto por el Na-OHOD sólo como por cualquiera de los fármacos antitumorales arriba indicados. Es más, el tumor residual observado en la mayoría de animales tratados con Na-OHOD y en la práctica totalidad de los tratados con dos moléculas de forma simultánea estaba constituido por células muertas sin capacidad de regenerar el tumor, por lo se puede considerar que estas terapias combinatorias produjeron la curación de los tumores humanos implantados en animales.

Todos estos datos indican que los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados pueden ser utilizados en la (a) prevención y (b) el tratamiento del cáncer por su efecto directo sobre las células tumorales. Además, son agentes de amplio espectro, ya que impiden el crecimiento de una amplia gama de células tumorales de muy variada naturaleza. Debido a su falta de toxicidad se pueden usar en poblaciones de alto riesgo, como fumadores, personas expuestas a riesgos biológicos o radiológicos que puedan derivar en desarrollo de cáncer, portadores de alteraciones genéticas o somáticas asociadas al desarrollo de tumores de diversa índole, etc. Asimismo, se pueden utilizar en la prevención o tratamiento de los procesos de metástasis y angiogénesis en pacientes en los que se haya desarrollado algún proceso tumoral. Estas moléculas se pueden administrar de forma oral y no presentan efectos tóxicos aparentes, por lo que se pueden emplear como medicamentos o como alimentos funcionales. Además, su utilización en tumores de piel puede ser de tipo tópico.

Ejemplo de referencia 2. Uso de los ácidos grasos de la descripción para la prevención y/o tratamiento de la proliferación de células vasculares y otras patologías del corazón y vasos sanguíneos.

La proliferación de células vasculares está en la base de determinadas patologías, como aterosclerosis, cardiomiopatías, hiperplasia cardíaca, hipertensión y otras patologías cardíacas y de la vasculatura, así como la angiogénesis tumoral. Para determinar la eficacia de los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados contra la proliferación de células vasculares, se estudió el efecto de diferentes ácidos grasos sobre la multiplicación de células A10, que son células vasculares normales de origen aórtico. En este sentido, los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados mostraron tener una elevada potencia para inhibir la hiper-proliferación de células vasculares A10. Este efecto no es tóxico, ya que el número de células no disminuyó tras la adición de los compuestos, sino que evitó la proliferación en presencia de suero fetal, que contiene moléculas que inducen la multiplicación celular. Para cultivar las células A10 se empleó medio RPMI 1640 suplementado con suero fetal bovino, empleando otros aditivos y condiciones indicados anteriormente. Al medio de cultivo se añadieron los ácidos grasos listados en la **Tabla 1**, utilizando dos controles de crecimiento. El primero de ellos, carecía de cualquier ácido graso, mientras que el segundo carecía de ácidos grasos y de suero fetal bovino (Sin Suero). Finalmente, se realizó el recuento de células mediante citometría de flujo.

Los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados a una concentración de 200 μ M indujeron una detención de la proliferación celular similar a la que produce la retirada de suero fetal bovino (que contiene múltiples factores de crecimiento celular) (**Figura de referencia 9**). Estos datos indican que los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados son moléculas que pueden ser usadas para la prevención y tratamiento de aterosclerosis, cardiomiopatías, angiogénesis dependiente de tumores, hiperplasia cardíaca, hipertensión y otras patologías relacionadas, a través de medicamentos o alimentos funcionales.

Por el contrario, los ácidos grasos que no presentan dobles enlaces, o el doble enlace tiene configuración *trans*, no son eficaces a la hora de reducir la proliferación de células de aorta, A10. De forma similar, los ácidos grasos que no presentaban modificaciones en el carbono α , no tuvieron efectos importantes sobre la proliferación de células A10. En cambio, los ácidos grasos con el doble enlace en configuración *cis* y una modificación en el carbono α , produjeron efecto, con independencia del radical que introducido en dicho carbono. Por otro lado, la angiogénesis tumoral viene mediada por la proliferación de células vasculares alrededor de cánceres. Por ello, los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados son potentes anti-angiogénicos, que pueden ser empleados también para evitar la proliferación de vasos sanguíneos que aporten nutrientes a los tumores de nueva formación.

En otra serie experimental, se investigó la eficacia de diferentes ácidos grasos para prevenir la aparición de hipertensión. Para ello, se trataron ratas hipertensas (SHR) con α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados y otros ácidos grasos (**Figura de referencia 10**). Las ratas SHR son normotensas durante sus primeros meses de vida,

hasta que llegan a la madurez y adquieren su condición de hipertensas (entre los 3 y 4 meses de edad). Para determinar si los derivados empleados eran capaces de prevenir el desarrollo de hipertensión, se trataron ratas SHR de 10 semanas con diferentes ácidos grasos. Estos animales son todavía normotensos a esta edad, teniendo una presión arterial de entre 130 y 140 mmHg, que fue medida al inicio del tratamiento. Los animales se dividieron en grupos experimentales de 8 animales de forma que la media de presión arterial fuera similar en todos los grupos (valores de media entre 128 y 132 mmHg para todos los grupos al inicio del experimento). El estudio de la prevención del desarrollo de hipertensión se realizó administrando a los animales una dosis de 200 mg/kg al día durante 10 semanas y se midió la presión arterial al final del tratamiento. En la **Figura de referencia 10**, se observa que los animales tratados con α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados no desarrollaron hipertensión, mientras que los no tratados o tratados con ácidos grasos que no tienen la estructura de la Fórmula I, sí que desarrollaron hipertensión. Este resultado es claramente diferente del efecto del tratamiento de la hipertensión, ya que la prevención evita que los animales padezcan hipertensión en algún momento de su vida. Por ello, la prevención del desarrollo de hipertensión evita todos los problemas asociados a dicho estado, como la hipertrofia cardíaca, el riesgo de accidente cardiovascular, de isquemia, etc. De hecho, en animales tratados con α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados se observaron reducciones significativas en el peso del corazón en comparación a animales hipertensos (reducciones de entre el 2% y el 7% en el peso del corazón de ratas SHR para los compuestos englobados en la presente invención). Los animales hipertensos realizan un sobreesfuerzo cardíaco para compensar la resistencia que opone el sistema vascular al paso de la sangre, por lo que tienden a presentar una hipertrofia cardíaca. Por ello, los compuestos de la presente invención pueden ser utilizados para el tratamiento de varias patologías relacionadas con los procesos de hipertrofia cardíaca.

En otro experimento, se emplearon una serie de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados (**Tabla 5**), pudiéndose observar de nuevo que el NaOHOD presenta una mayor eficacia que el OHOD, lo que indica que la sustitución del hidrógeno (H) en la posición **R** por sodio (Na) aumenta el poder terapéutico del ácido graso para el tratamiento de la hipertensión.

Todos estos resultados demuestran que la estructura indicada en la Fórmula I es la adecuada tanto para la prevención como para el tratamiento de patologías relacionadas con la proliferación de células del corazón o vasos sanguíneos. Estos tratamientos se pueden realizar a través de aproximaciones farmacéuticas, nutracéuticas y tópicas/estéticas.

La aterosclerosis o arteriosclerosis es una patología caracterizada por la pérdida de contractibilidad de los vasos sanguíneos. Dicha pérdida está asociada a diversos factores, entre los que se encuentran la formación de depósitos en el lumen vascular que dan lugar a la proliferación de células vasculares, la reducción del flujo sanguíneo y la respuesta vasoconstrictora y vasodilatadora a neurotransmisores (tales como la noradrenalina) y a hormonas. En estudios en aorta de rata aislada en baño de órganos, hemos podido comprobar que el poder de contracción del músculo aórtico en respuesta a noradrenalina aumenta de forma muy marcada tras pretratamientos con ácido OHOD. Además, todos los compuestos con estructura de Fórmula I producen efectos similares sobre la musculatura vascular. Estos resultados indican claramente la capacidad de estos compuestos para prevenir o tratar la aterosclerosis y patologías relacionadas. En la **Figura de referencia 11** se muestra el efecto del pretratamiento *in vitro* (baño de órganos) con OHOD sobre la capacidad de contracción de aorta de ratas SHR. La figura muestra que la capacidad de contracción inducida por noradrenalina (NA) es mucho mayor en aorta de ratas pretratadas con este ácido graso. Este resultado indica claramente que la flexibilidad del tejido vascular aumenta de forma significativa ($p < 0,05$) en presencia de este compuesto, lo que justifica la utilidad de α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados en la prevención y el tratamiento de la aterosclerosis y otras patologías cardiovasculares. Además, la mejora en la respuesta de la contractibilidad en aorta indica que estos compuestos también pueden ser empleados para el mantenimiento del tejido vascular en sujetos sanos y en el tratamiento de vasos deteriorados en pacientes de patologías cardiovasculares.

Ejemplo de referencia 3. Uso de los ácidos grasos de la descripción para la prevención y/o tratamiento de patologías cutáneas y enfermedades relacionadas.

Errores en la producción de melanina dan lugar a defectos en la pigmentación cutánea pueden ser de naturaleza patológica. Para estudiar la aplicación potencial de α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados al tratamiento de melanopatías, se midió la producción de melanina en melanocitos de ratón (células B16). Para ello, las células se rompieron con NaOH y se determinó la concentración de melanina por absorción espectroscópica a 490 nm, utilizando el método anteriormente descrito por Curto y colaboradores (1999). Concentraciones de 100 μ M de estos compuestos durante 48 horas producen reducciones en el contenido en melanina en células B16 (**Figura de referencia 12**). Estos resultados indican que los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados con la estructura de Fórmula I pueden emplearse para el tratamiento de problemas dermatológicos relacionados con patologías de la pigmentación. De forma similar a lo que ocurre con el tratamiento de otras patologías, los ácidos grasos que no tienen la estructura de Fórmula I carecen de efectos significativos para regular el contenido de melanina (**Figura de referencia 12**).

La **Figura de referencia 12** también muestra el efecto de los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados (100 μ M, 48 horas) sobre la proliferación de adipocitos (células 3T3-L1). Las moléculas que tienen la estructura de Fórmula I inhiben el crecimiento de las células 3T3-L1, mientras que las moléculas que no tienen la estructura de Fórmula I no tienen efectos significativos sobre la proliferación de los adipocitos (**Figura de referencia 12**). Este tipo de células adiposas pueden crecer de forma anómala o multiplicarse de forma anómala, en zonas subcutáneas (hipertrofia o hiperplasia de los adipocitos). Este crecimiento anómalo puede dar lugar a procesos patológicos de diversa índole, como la obesidad o la celulitis.

Los resultados mostrados aquí indican que los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados se pueden emplear para la prevención y el tratamiento de patologías como la obesidad, la celulitis, la soriasis y manchas de la piel y similares. Dada la especial tipología de la piel y las capas que subyacen a ésta, el tratamiento de algunas de estas patologías puede realizarse de forma tópica, por lo que estas moléculas pueden emplearse como cosméticos. El tratamiento de estas patologías también puede realizarse a través de aproximaciones farmacológicas y nutracéuticas.

Ejemplo de referencia 4. Uso de los ácidos grasos de la descripción para la prevención y/o tratamiento de metabopatías (patologías metabólicas: hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, diabetes) y obesidad.

Las enfermedades metabólicas forman un conjunto de patologías caracterizadas por la acumulación o el déficit de ciertas moléculas (colesterol, triglicéridos, glucosa, etc.) en suero y tejidos. Estas alteraciones son el reflejo de disfunciones, que normalmente se asocian a errores en la actividad de ciertos enzimas o en el control de dichas proteínas. Entre las metabopatías más importantes se encuentran la hipercolesterolemia (elevados niveles de colesterol), hipertrigliceridemia (elevados niveles de triglicéridos) y la diabetes (elevados niveles de glucosa). Estas patologías tienen tasas de incidencia, de morbilidad y mortalidad elevadas, por lo que su tratamiento es una necesidad de primer orden. En este sentido, el tratamiento con OHOD produjo reducciones importantes de los niveles de colesterol, triglicéridos y glucosa (**Figura de referencia 13**) en ratas Sprague-Dowley (hembras de 300 g). Para realizar estos experimentos, se suministró de forma oral, a la dosis indicada en cada caso de forma diaria (0, 200, 400 y 600 mg/kg). Al final del tratamiento (30 días) se extrajo sangre de los animales control y tratados ($n = 6$) y se determinaron los niveles de colesterol, triglicéridos y glucosa utilizando métodos colorimétricos estándar. Los efectos observados dependieron de la dosis, lo que indica su especificidad.

Por otro lado, se estudió el efecto de las diferentes moléculas estudiadas a dosis única (600 mg/kg). En estos estudios, los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados mostraron un efecto importante sobre la reducción de colesterol, triglicéridos y glucosa. En cambio, las moléculas que no tienen la estructura indicada en la Fórmula I, tampoco tienen efectos terapéuticos (**Figura de referencia 13**). En este sentido, la modificación en el carbono α y el doble enlace en la configuración *cis* son elementos cruciales para producir el efecto terapéutico arriba indicado. Aquellas moléculas análogas que no tienen estructura de Fórmula I no fueron efectivas en el tratamiento de hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia y diabetes (**Figura de referencia 14**). Finalmente, se investigó el efecto de α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados sobre la prevención de la obesidad. Para ello, se utilizó un modelo de rata con obesidad inducida por dieta de cafetería, una alimentación hipercalórica que aumenta el peso de los animales de forma muy marcada. Se realizaron varios grupos experimentales (ver **Tabla 3**), cada uno consistente en 6 ratas hembras Wistar Kyoto de 250-300 g de peso. Todos los animales recibieron una dieta estándar durante 2 semanas. Además, 2 de los grupos recibieron un pre-tratamiento preventivo oral de vehículo y los otros grupos recibieron 300 mg/kg de los ácidos grasos abajo indicados. Después, uno de los grupos control se mantuvo con dieta estándar (control delgado) y al otro se le alimentó con dieta de cafetería (control obeso). Los grupos de animales tratados se alimentaron con dieta de cafetería. En todos los grupos se mantuvo el pre-tratamiento preventivo. Después de dos semanas con estas dietas, el grupo control delgado aumentó su peso corporal un promedio de 16 ± 16 gramos, en tanto que el grupo control obeso había aumentado un promedio de 43 ± 17 gramos de peso corporal (significancia estadística, $P < 0,01$). Las ratas tratadas con α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados mostraron incrementos en el peso similares al control delgado y significativamente inferiores al control obeso ($p < 0,05$), consumiendo la misma dieta. Por lo tanto, los animales pre-tratados con estos ácidos grasos presentaron menores aumentos de peso de manera marcada y estadísticamente significativa con respecto a los animales que recibían una dieta de cafetería idéntica. En este contexto, el uso de determinados derivados (sales) de los ácidos grasos recogidos en esta descripción produjo un efecto terapéutico mayor en algunos casos, con reducciones en los niveles de colesterol (CHO) y triglicéridos (TG) superiores a los observados tras los tratamientos con los ácidos grasos libres (**Tabla 5**).

El peso de los animales tratados era estadísticamente inferior al peso de las ratas obesas y estadísticamente indistinguibles de las ratas delgadas. Estos resultados, junto a la prevención de ganancia de peso (**Tabla 3**) y la inhibición del desarrollo de adipocitos (**Figura de referencia 12**), indican que los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados constituyen moléculas activas para el tratamiento y la prevención del desarrollo de obesidad. Cabe destacar que en esta serie experimental con animales (**Tabla 5**) no se realizó un pretratamiento, lo que indica que NaOHOD tiene una mayor eficacia para el tratamiento de la obesidad que el OHOD. Asimismo, tanto las sales como otras formas farmacéuticamente aceptables para el tratamiento de estas y otras metabopatías muestran una gran actividad terapéutica, por lo que su uso puede ser indiferente o escogerse entre aquellas formas que presenten una seguridad farmacológica mayor.

TABLA 3

DIETA RECIBIDA Y TRATAMIENTO PREVENTIVO	Peso inicial	Peso final
Estándar+tratamiento vehículo (Control delgado)	264±21	280±16
Cafetería+tratamiento vehículo (Control obeso)	265±14	308±17
Cafetería+tratamiento OHHD	259±21	275±19*
Cafetería+tratamiento OHOD	269±11	284±13*
Cafetería+tratamiento MOD	255±12	268±12*
Cafetería+tratamiento AOD	249±14	272±15*
Cafetería+tratamiento FOD	261±13	279±13*
Cafetería+tratamiento TFMOD	262±12	278±14*
Cafetería+tratamiento MOOD	251±21	263±22*
Cafetería+tratamiento SHOD	254±16	269±16*
Cafetería+tratamiento MOD11	257±16	274±18*
Cafetería+tratamiento OHOD11	256±10	269±12*
Cafetería+tratamiento OHEE	252±9	264±11*
Cafetería+tratamiento OHDE	260±12	273±15*
Cafetería+tratamiento EE	258±14	301±17‡
Cafetería+tratamiento DE	253±11	305±12‡
Cafetería+tratamiento HDO	255±15	299±15‡
Cafetería+tratamiento ODO	259±19	301±18‡
Cafetería+tratamiento EO	262±12	298±12‡
Cafetería+tratamiento HD	260±16	309±15‡
Cafetería+tratamiento OD	259±14	311±17‡
Cafetería+tratamiento OHS	251±10	314±11‡
Cafetería+tratamiento tOHOD	258±17	312±19‡

* Significativamente inferior a control obeso ($p < 0,05$)

‡ Estadísticamente indistinguible del control obeso ($P > 0,05$)

La combinación de varias de estas patologías da lugar a un proceso denominado síndrome metabólico. Los resultados mostrados en esta sección indican claramente que los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados son moléculas muy activas para la prevención y el tratamiento de la hipercolesterolemia, la hipertrigliceridemia, la diabetes, el síndrome metabólico, la obesidad, y otras metabolopatías, a través de aproximaciones farmacéuticas o nutraceuticas.

Ejemplo 5. Uso de los ácidos grasos descritos en las reivindicaciones para la prevención y/o tratamiento de patologías neurodegenerativas.

Los procesos neurodegenerativos dan lugar a una serie de enfermedades con diferentes manifestaciones, pero con la característica común de estar ocasionadas por degeneración de las células del sistema nervioso central y/o periférico. Algunos de estos procesos neurodegenerativos, como la enfermedad de Alzheimer o la demencia senil, suponen una merma importante de la capacidad cognitiva de los pacientes. Otras, en cambio, dan lugar a alteraciones de tipo motor, como la enfermedad de Parkinson o diferentes tipos de esclerosis. Finalmente, ciertas patologías neurodegenerativas pueden derivar en procesos en los que se desarrolla ceguera, problemas de audición, desorientación, alteraciones en el estado de ánimo, etc.

Un ejemplo de desorden neurodegenerativo bien caracterizado lo constituye la enfermedad de Alzheimer, en la que se ha observado la formación de placas seniles, formadas por restos de proteínas de membrana (p.ej., el péptido β -amiloide) procesadas erróneamente, que se acumulan en el exterior de las células y como ovillos de neurofilamentos que aparecen en el interior celular. Este proceso se ha asociado a alteraciones en el metabolismo del colesterol y la consecuente alteración de los niveles de colesterol en las membranas (Raid et al., 2007). De hecho, el desarrollo de esta enfermedad está relacionado con otras patologías en las que se han descrito alteraciones del metabolismo lipídico, y más concretamente del colesterol, como las de tipo cardiovascular.

Por otro lado, la esclerosis y otros procesos neurodegenerativos se relacionan con la "desmielinización", cuyo resultado neto es la pérdida de lípidos en la cubierta de los axones neuronales, con las consiguientes alteraciones en el proceso de propagación de señales eléctricas. La mielina es una capa lipídica que rodea los axones de muchas neuronas y que está formada por una sucesión de repliegues en espiral de la membrana plasmática de células de la glia (células de Schwann). Por todo ello, está claro que los lípidos juegan un papel importantísimo en el desarrollo de patologías neurodegenerativas.

Dado que los lípidos con la estructura de Fórmula I son capaces de reducir los niveles de colesterol (**Figuras de referencia 13 y 14**), se podría pensar a priori que podrían ser efectivos para el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas. Tras un estudio realizado los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados han mostrado tener una gran eficacia para prevenir la neurodegeneración en un modelo animal (**Figura 15**). Los ratones transgénicos empleados en este estudio, que sobreexpresan ApoB-100, se caracterizan por un inicio temprano de un síndrome similar a la enfermedad de Alzheimer, con una pérdida cognitiva similar y características cito-histológicas similares a las que presentan los procesos neurodegenerativos en humanos. En estos animales, los tratamientos con α -derivados de

ácidos grasos *cis*-monoinsaturados dieron lugar a mejoras marcadas y significativas de los parámetros cognitivos en animales. Para este estudio, se trataron los ratones (n=8) durante 6 meses con 100 mg/kg por vía oral (p.o.) 5 veces a la semana (lunes a viernes). El grupo control consistió en ratones (n=8) tratados con vehículo (agua) de forma similar al grupo de ensayo. Para los determinar la capacidad cognitiva de los animales se emplearon el laberinto radial y el test de Miller y se definió la capacidad cognitiva de los animales control (no tratados) como 100% (Wise et al., 2007; Patil et al., 2006). La capacidad cognitiva de animales tratados con diferentes tipos de ácidos grasos se expresó como porcentaje de mejora en la realización de estos tests. Estos resultados indican que los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados pueden ser utilizados para el tratamiento de patologías neurodegenerativas, como la enfermedad de Alzheimer, los diferentes tipos de esclerosis, enfermedad de Parkinson, etc., a través de aproximaciones farmacéuticas y nutraceuticas.

Ejemplo 6. Uso de los ácidos grasos descritos en las reivindicaciones para la prevención y/o tratamiento de lesiones medulares y dolor.

El sistema nervioso central, después del tejido adiposo, es el que más lípidos contiene en el organismo. De ello se deduce la importancia de los lípidos para las neuronas y células de la glia. En este contexto, los ácidos grasos recogidos en las reivindicaciones pueden prevenir y tratar síntomas funcionales, como por ejemplo la pérdida de función motora, dolor neuropático o espasticidad, inducidos por una lesión medular. Para prolongar la liberación de OHOD y similares después de una inyección única de compuesto, se unieron a albúmina bovina sérica (complejos Albúmina-Ácido Graso, o A-AG, donde AG puede ser OHOD) y se observó la recuperación de actividad motora (**Figura 16**).

Tal y como se muestra en la **Figura 16A**, el complejo Albúmina-OHOD, a una dosis de 4 mM en 10 μ l por vía intratecal, potenció la recuperación de la función motora voluntaria en general desde 4 a 28 días después de la lesión medular en ratas, comparado con los animales tratados suero salino o con Albúmina-Ácido Oleico. Estos resultados demuestran que los complejos de Albúmina-OHOD tienen efectos neuroregeneradores y neurotróficos durante la fase crónica de la lesión medular. Este efecto puede deberse a la inducción del brotamiento de proyecciones neurales necesarias para restablecer las conexiones perdidas por la lesión medular. En la **Figura 16B** se observa el efecto del OHOD (sal de sodio) sobre la diferenciación y emisión de proyecciones en células U118, que justifica la capacidad neuroregeneradora y neurotrófica de los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados.

Los ensayos *in vivo* realizados demostraron además que la administración de un complejo A-AG puede inhibir los cambios en la sensibilidad y función sensitivomotora, siendo por ello de aplicación al tratamiento de cambios en la nocicepción y el dolor. Concretamente, las ratas tratadas con Albúmina-OHOD (4 mM, 10 μ l por vía intratecal) mostraron una inhibición mayor de la sumación temporal del reflejo de retirada plantar-Tibialis Anterior, 28 días después de la lesión medular respecto a las ratas tratadas con suero salino o con Albúmina-Ácido Oleico (**Figura 17**). Estos resultados sugieren que los complejos de Albúmina-OHOD tienen una gran eficacia en el tratamiento del dolor crónico.

Por tanto, los ensayos realizados indican que las moléculas recogidas en la presente invención pueden ser utilizadas para la prevención de la aparición de la parálisis motora y el tratamiento del dolor neuropático y la espasticidad derivados de lesiones medulares.

En vista de lo anterior, medicamentos basados en un complejo A-AG permitirían el tratamiento de lesiones medulares especialmente de lesiones traumáticas.

En una realización particular, la albúmina se selecciona de albúmina nativa o recombinante de origen humano, bovino, murino, o de conejo, o de la ovoalbúmina y la lactoalbúmina, más preferiblemente, la albúmina utilizada es albúmina sérica humana o albúmina sérica bovina, tal y como se utiliza en los ejemplos del presente documento. Todas estas albúminas tienen estructuras y funciones similares. Por ejemplo, una comparación de una secuencia de albúmina bovina con una de albúmina humana muestra una correspondencia en la secuencia de aminoácidos del 76%. La correspondencia se eleva al 88% si se tienen en cuenta los cambios conservativos.

Para estos ensayos, el complejo albúmina-ácido graso (A-AG) se preparó en una solución de albúmina al 2% (p/v) y se añadió ácido oleico o OHOD hasta alcanzar una concentración final de 78 mM. Se preparó una solución de 50% de albúmina – ácido graso (1:1), con una concentración de 78 mM, disuelto en suero salino.

Dicho efecto sobre la recuperación motora después de la lesión medular podría ser explicado por un efecto neurotrófico a través de la membrana lipídica de las neuronas ilesas (p.ej. Kim et al., J.Gen Physiol. 2000; 115(3): 287-304), específicamente en la base de las neuritas, con el resultado de crecimiento dendrítico, la regulación alta de GAP-43 y la proteína asociada de microtúbulos (MAP-2, Tabernero, Lavado et al., 2001; Rodríguez-Rodríguez et al., 2004). El receptor para albúmina, la megalina, ha sido identificado en la membrana de los oligodendrocitos específicamente en la medula espinal (Wicher et al., J. Neurol. Res. 2996; 83(5):864-73).

El efecto sobre la sensibilización central a estímulos nocivos después de la lesión medular podría ser explicado por una regulación de la astrogliosis a través de la membrana lipídica con la inhibición de las uniones tipo gap por el ácido oleico (Lavado et al., J. Neurochem. 1997; 69(2):71-8) o por una reducción en la morfología reactiva de las células astrocitos por la albúmina (Manning y Sntheimer, Glia 1997; 20(2):163-72).

Ejemplo 7. Uso de los ácidos grasos descritos en las reivindicaciones para la prevención y/o tratamiento de procesos inflamatorios.

Los procesos inflamatorios tisulares y celulares se caracterizan por la acción de citoquinas proinflamatorias (interleuquinas-4, -6, -8, -10, TNF- α , etc.) liberadas por células del sistema inmune (linfocitos, neutrófilos, monocitos, macrófagos, etc.) tras una estimulación producida por un patógeno (infección) o una agresión antigénica. Los procesos inflamatorios causan una gran variedad de enfermedades entre las que se incluyen las cardiovasculares, las sistémicas, las del aparato locomotor, envejecimiento y enfermedades respiratorias, tales como el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y las inflamaciones de diferente índole. Esta liberación descontrolada de citoquinas proinflamatorias se debe fundamentalmente a la activación patológica del factor de transcripción NF κ B (Barnes et al., 1997).

En un modelo celular de inflamación (monocitos U937 en cultivo estimulados con lipopolisacárido bacteriano, LPS) los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados (250 μ M, 72h) inhibieron significativamente la expresión de las citoquinas proinflamatorias más importantes (IL-6 y TNF- α). Por el contrario, los compuestos que no tienen estructura de Fórmula I no inhibieron la expresión de estas citoquinas proinflamatorias (**Figura 18**).

En un estudio adicional sobre la liberación de varias citoquinas proinflamatorias (IL-1b, IL-6, IL-8, IL-10) y TNF- α en monocitos U937 estimulados con lipopolisacárido bacteriano (LPS), se observó una marcada disminución de los niveles de estas moléculas tras tratamientos con OHHD a una concentración de 250 μ M y 72 h de incubación (**Tabla 4**). En este mismo sistema se estudió el efecto de los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados (250 μ M, 6h) en la actividad y la expresión de las ciclooxigenasas COX-1 y COX-2. Estos ácidos grasos inhibieron significativamente la actividad de la COX-1 (**Figura 19A**) y la expresión de la COX-2 (**Figura 19B**). Por el contrario, los compuestos que no tienen la estructura de Fórmula I no inhibieron la expresión de éstas citoquinas proinflamatorias (**Figura 19**).

Estos resultados indican que los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados pueden ser eficaces para el tratamiento de la enfermedad inflamatoria autoinmune conocida como artritis reumatoide, al inhibir la producción de citocinas proinflamatorias, cuyos niveles aumentan de forma marcada en pacientes de artritis reumatoide. La inhibición de la función de la COX-1 y COX-2 por estos ácidos grasos indica que éstos compuestos son de utilidad en el tratamiento del dolor e inflamación. Podemos considerar estos ácidos grasos como una nueva generación de medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (NSAIDs). Asimismo, la inhibición de la actividad de la función de la COX-1 y COX-2 indica que estos ácidos grasos también pueden ser de utilidad para el tratamiento o prevención de enfermedades cardiovasculares y reducir el riesgo de eventos isquémicos como ataques al corazón. Por todo ello, debido a la importante inhibición de la expresión de citoquinas proinflamatorias por los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados, éstos pueden utilizarse para la prevención y el tratamiento de procesos inflamatorios y derivados de ellos, como el dolor o la artritis reumatoide, tanto a nivel sistémico como a nivel tópico y a través de aproximaciones farmacéuticas, nutracéuticas y tópicos/cosméticas.

Tabla 4. Inhibición de la liberación de citoquinas pro-inflamatorias por OHHD

Citoquina	Control (pg/ml)	LPS (pg/ml)	LPS + OHHD (pg/ml)
IL-1b	12 $\pm$ 2	132 $\pm$ 2	41 $\pm$ 5
IL-6	24 $\pm$ 3	1072 $\pm$ 4	68 $\pm$ 8
IL-8	345 $\pm$ 7	967 $\pm$ 8	529 $\pm$ 7
IL-10	32 $\pm$ 1	315 $\pm$ 9	53 $\pm$ 3
TNF- α	15 $\pm$ 6	1504 $\pm$ 7	65 $\pm$ 9
p<0,001. Media $\pm$ error estándar de 6 experimentos realizados por triplicado.			

Ejemplo de referencia 8. Uso de los ácidos grasos de la invención para la prevención y/o tratamiento de patologías infecciosas.

El síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA) está producido por la infección con el picornavirus de inmunodeficiencia humana (VIH). Este virus tiene una envuelta lipídica y la integridad de la envuelta viral es imprescindible para la fusión con la membrana de las células humanas. Los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados modifican la estructura de membranas modelo, similares a las que tiene el virus del SIDA (**Figura de referencia 20**), por lo que pueden ser empleados para el tratamiento de esta enfermedad.

La unión entre el virus VIH y la célula huésped es mediada, además, a través del receptor CD4. Esta proteína de células eucariotas se encuentra ubicada en regiones específicas de la membrana celular denominadas "membrane rafts". Los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados rompen la estructura de los "lipid rafts", por lo que interfieren en la interacción virus-célula, necesaria para producir y amplificar la infección (**Figura de referencia 21**). Por todo ello, los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados pueden ser empleados para la prevención y el tratamiento del SIDA.

La malaria es, como el SIDA, una enfermedad infecciosa que en este caso es producida por el protozoo denominado *Plasmodium falciparum*. Este organismo tiene una división celular muy rápida, por lo que necesita sintetizar ADN de forma constante. Para la síntesis de ADN se precisa elevados niveles de tetrahidrofolato, que actúa como co-enzima en algunos enzimas encargados de producir nucleótidos para sintetizar ADN. El enzima encargado de producir

tetrahidrofolato es la Dihidrofolato Reductasa (DHFR). Por ello, actualmente se están empleando inhibidores de la DHFR, como el metotrexato, para tratar la malaria (Nduati y cols. 2008). Los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados inducen una reducción muy marcada de este enzima, lo que induce una caída importante de los niveles de DHFR (**Figura de referencia 22**), por lo que pueden tener una importante actividad frente al desarrollo de malaria. Frente a fármacos como el metotrexato, los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados presentan dos ventajas. En primer lugar, tienen una toxicidad menor. En segundo lugar, la reducción de la expresión del enzima es un mecanismo mucho más eficaz que la inhibición de la misma (que produce elevados niveles de enzima que pueden activarse al acabar el tratamiento). Por todo ello, los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados pueden constituir fármacos para el tratamiento eficaz de la malaria.

Asimismo, los agentes que inhiben la producción de tetrahidrofolato son agentes antibacterianos eficaces. Este hecho, junto a las evidencias presentadas en este ejemplo acerca de la efectividad de los α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados frente al desarrollo de procesos infecciosos de índole muy diversa, indica que estas moléculas pueden ser eficaces agentes para la prevención o el tratamiento de patologías de naturaleza infecciosa.

Ejemplo de referencia 9. Uso de los ácidos grasos de la invención y varias sales para la prevención y/o tratamiento de varias patologías.

Determinados átomos en localizaciones definidas de una molécula con actividad farmacológica pueden variar su absorción, distribución en el organismo o su interacción con macromoléculas celulares. Esto puede suponer cambios tanto en sentido positivo como negativo en la eficacia terapéutica de un principio activo. En la **Tabla 5** se muestra la potencial eficacia terapéutica de diferentes sales de α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados para el tratamiento de cáncer, metabolopatías (hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia), obesidad e hipertensión. En este sentido, se ha podido comprobar que la sal de sodio de OHOD (Na-OHOD) es más eficaz que el ácido graso libre para la reversión de diferentes patologías. Lo mismo ocurre con Na-DEPOD frente a DEPOD. Por ello, en la formulación de medicamentos con α -derivados de ácidos grasos *cis*-monoinsaturados sería más recomendable emplear el derivado sódico de dichas sustancias.

Tabla 5

Efectos terapéuticos de diferentes derivados de ácidos grasos <i>cis</i>-monoinsaturados y sus sales en diferentes patologías						
	IC ₅₀		% del control		Peso corporal (g)	PA (control 214 mmHg)
	A549	SF767	CHO	TG	(control=311 g)	
OHOD	62	71	55	38	292	146
Na-OHOD	47	52	51	32	281	128
OMe-OHOD	94	107	71	64	299	155
EE-OHOD	79	68	62	47	295	161
NH ₃ -OHOD	81	85	59	62	290	149
ACOD	153	179	59	53	301	157
Na-ACOD	124	132	49	35	298	166
OMe- ACOD	246	214	86	74	296	152
EE- ACOD	185	176	72	56	294	158
MOOD	61	73	65	64	279	142
Na-MOOD	77	91	63	68	272	131
OMe-MOOD	149	128	77	69	296	143
EE-MOOD	168	195	64	66	297	154
DEPOD	57	99	58	43	301	147
Na-DEPOD	32	104	45	37	298	159
OMe-DEPOD	66	43	63	45	293	175
EE- DEPOD	77	82	69	49	295	168

OHOD: α -Hidroxi-*cis*- Δ 9-octadecenoico; ACOD: α -Acetil-*cis*- Δ 9-octadecenoico; MOOD: α -Metoxi-*cis*- Δ 9-octadecenoico; DEPOD: α -dietil-fosfatidil-*cis*- Δ 9-octadecenoico. El átomo o molécula que sustituye la posición R en la Fórmula I es sodio (con prefijo "Na"), éster metílico (OMe), éster etílico (EE), amonio (NH₃) o hidrógeno (sin prefijo). El parámetro medido para determinar la potencia antitumoral fue el valor de IC₅₀ (concentración que reduce el número de células a la mitad) en células tumorales humanas A549 y SF767. Los valores se expresan en concentración micromolar (μ M). La segunda columna muestra los niveles de colesterol (CHO) y triglicéridos (TG) en porcentaje respecto a controles no tratados (100%). Las ratas recibieron una dosis diaria de 600 mg/kg de las sustancias indicadas en la tabla (para otros detalles sobre el tratamiento ver texto). La tercera columna muestra el peso (gramos, g) corporal de ratas que recibieron una dosis de cafetería durante 2 semanas. Las ratas control, que pesaron 311 g al final del tratamiento (media de 6 animales), recibieron vehículo (agua), mientras que los animales tratados recibieron 300 mg/kg cada día de las sustancias indicadas en la tabla. PA: presión arterial (mmHg). Se midió la presión arterial en ratas hipertensas tras un tratamiento de 8 días con cada uno de los compuestos indicados (400 mg/kg). Como se indica en el encabezamiento, la PA media de ratas no tratadas fue de 214 mmHg. En todas las series experimentales con animales mostradas en esta tabla, los tratamientos fueron siempre orales.

La descripción incluye los siguientes aspectos:

- A1. Compuesto de Fórmula I: **cis**-COOR-**X**CH-(CH₂)_a-CH=CH-(CH₂)_b-CH₃, sus sales o sus derivados, farmacéuticamente aceptables, donde **(a)** y **(b)** pueden tener cualquier valor entre 0 y 14, **(X)** puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso atómico/molecular de entre 4 y 200 Da y **(R)** puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso atómico/molecular de entre 1 y 200 Da, tanto **(X)** como **(R)** seleccionados entre: alcoholes, ácidos orgánicos, grupos alquilo, grupos amino, halógenos, halógenos de alquilo, grupos alquilo y grupos mercapto, para ser usados, de forma independiente o en combinación con otros compuestos, como medicamentos en humanos y animales; excluyendo los compuestos de Fórmula I donde **(R)** es H y **(X)** se sustituye por OH, NH₂ o CH₃ para la prevención y el tratamiento de enfermedades cardiovasculares y obesidad, y para el tratamiento del cáncer de pulmón, cerebro o próstata.
- A2. Compuesto de Fórmula I, según la reivindicación 1, donde **(X)** se sustituye por un grupo seleccionado entre: OH, NH₂ y CH₃, y **(R)** se sustituye por H, para uso en la prevención del cáncer y/o en la prevención y/o el tratamiento de patologías cutáneas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios, patologías infecciosas o patologías metabólicas tales como hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, diabetes o síndrome metabólico.
- A3. Compuesto de Fórmula I, según la reivindicación 1, donde **(X)** es sustituido por un grupo seleccionado entre: F, F₃C, HS y O-CH₃ y **(R)** se sustituye por H para uso en la prevención y/o tratamiento del cáncer, patologías vasculares, obesidad, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios o patologías infecciosas.
- A4. Compuesto de Fórmula I, según la reivindicación 1, donde **(X)** es sustituido por un grupo seleccionado entre: OH, NH₂, CH₃, F, F₃C, HS, O-CH₃, PO₄(CH₂-CH₃)₂ y CH₃COO y **(R)** puede ser sustituido por sodio (Na), un éster metílico (OMe), un éster etílico (EE) o amonio (NH₃) para uso en la prevención y/o el tratamiento del cáncer, patologías vasculares, obesidad, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios o patologías infecciosas.
- A5. Compuesto de Fórmula I, según la reivindicación 1, donde **(X)** es sustituido por un grupo seleccionado entre: PO₄(CH₂-CH₃)₂ y CH₃COO y **(R)** es H para uso en la prevención y/o el tratamiento del cáncer, patologías vasculares, obesidad, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios o patologías infecciosas.
- A6. Compuesto de Fórmula I, según la reivindicación 1, donde **(X)** es sustituido por un grupo seleccionado entre: OH, NH₂, CH₃, F, F₃C, HS, O-CH₃, PO₄(CH₂-CH₃)₂ y CH₃COO y **(R)** es sustituido por un grupo seleccionado entre: H, sodio (Na), un éster metílico (OMe), un éster etílico (EE) y amonio (NH₃) para ser usado en la inducción de neuroregeneración, la prevención y/o el tratamiento de lesiones medulares y/o la prevención y/o el tratamiento del dolor.
- A7. Compuesto de Fórmula I, según la reivindicación 1, seleccionado entre: OHHD, OHOD, MOD, AOD, FOD, TFMOD, MOOD, SHOD, MOD11, OHOD11, OHEE y OHDE.
- A8. Compuesto de Fórmula I, según la reivindicación 1, seleccionado entre: OHOD, Na-OHOD, OMe-OHOD, EE-OHOD, NH₃-OHOD, ACOD, Na-ACOD, OMe-ACOD, EE-ACOD, MOOD, Na-MOOD, OMe-MOOD, EE-MOOD, DEPOD, Na-DEPOD, OMe-DEPOD y EE-DEPOD.
- A9. Compuesto OHOD, o sus derivados farmacéuticamente aceptables, según la reivindicación 1, para ser usado de forma independiente o en combinación con al menos otro compuesto en la inducción de neuroregeneración, la prevención y/o el tratamiento de lesiones medulares y/o la prevención y/o el tratamiento del dolor.
- A10. Compuesto OHOD, o NaOHOD, según la reivindicación 9, para ser usado de forma independiente o en combinación con albúmina en la inducción de neuroregeneración, la prevención y/o el tratamiento de lesiones medulares y la prevención y/o el tratamiento del dolor.
- A11. Compuesto OHOD, o sus derivados farmacéuticamente aceptables, según la reivindicación 1, para ser usado de forma independiente para la prevención del cáncer o en combinación con al menos otro compuesto para la prevención y/o el tratamiento del cáncer.
- A12. Compuesto NaOHOD, según la reivindicación 1, para ser usado de forma independiente o en combinación con al menos otro compuesto en la prevención y/o el tratamiento del cáncer, de la obesidad o de la hipertensión.
- A13. Compuesto OHOD, o Na-OHOD, según cualquiera de las reivindicaciones 11 ó 12, para ser usado en la prevención y/o el tratamiento del cáncer en combinación con al menos un compuesto seleccionado entre: temozolomida, erlotinib, gemcitabina y cis-platino.
- A14. Uso de al menos un compuesto de Fórmula I, de forma independiente o en combinación con al menos otro compuesto, de sus sales o sus derivados, farmacéuticamente aceptables, donde **(a)** y **(b)** pueden tener cualquier valor entre 0 y 14, **(X)** puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso entre 4 y 200 Da y **(R)** puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso entre 1 y 200 Da, tanto **(X)** como **(R)** seleccionados entre: alcoholes, ácidos orgánicos, grupos alquilo, grupos amino, halógenos, halógenos de alquilo, grupos alquilo y grupos mercapto, para la elaboración de una composición farmacéutica y/o nutracéutica para la prevención y/o tratamiento de enfermedades en humanos y animales cuya etiología común está relacionada con alteraciones estructurales y/o funcionales de los lípidos localizados en la membrana celular; excluyendo el uso de los compuestos de Fórmula I donde **(R)** es H y **(X)** se sustituye por OH, NH₂ o CH₃ para la prevención y el tratamiento de enfermedades cardiovasculares y obesidad, y para el tratamiento del cáncer de pulmón, cerebro o próstata.
- A15. Uso, según la reivindicación 14, de un compuesto de Fórmula I donde **(X)** se sustituye por un grupo seleccionado entre: OH, NH₂ y CH₃, y **(R)** se sustituye por H, para la elaboración de una composición farmacéutica y/o nutracéutica para la prevención del cáncer y/o en la prevención y/o tratamiento de patologías cutáneas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios, patologías infecciosas o patologías metabólicas tales como hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, diabetes o síndrome metabólico.

- A16. Uso, según la reivindicación 14, de un compuesto de Fórmula I, donde **(X)** es sustituido por un grupo seleccionado entre: F, F₃C, HS y O-CH₃ y **(R)** es H, para la elaboración de una composición farmacéutica y/o nutracéutica para la prevención y/o el tratamiento del cáncer, patologías vasculares, obesidad, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios o patologías infecciosas.
- 5 A17. Uso, según la reivindicación 14, de un compuesto de Fórmula I, donde **(X)** es sustituido por un grupo seleccionado entre: OH, NH₂, CH₃, F, F₃C, HS, O-CH₃, PO₄(CH₂-CH₃)₂ y CH₃COO y **(R)** puede ser sodio (Na), un éster metílico (OMe), un éster etílico (EE), amonio (NH₃), para la elaboración de una composición farmacéutica y/o nutracéutica para la prevención y/o el tratamiento del cáncer, patologías vasculares, obesidad, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios o patologías infecciosas.
- 10 A18. Uso, según la reivindicación 14, de un compuesto de Fórmula I, donde **(X)** es sustituido por un grupo seleccionado entre: PO₄(CH₂-CH₃)₂ y CH₃COO y **(R)** es H, para la elaboración de una composición farmacéutica y/o nutracéutica para la prevención y/o el tratamiento del cáncer, patologías vasculares, obesidad, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios o patologías infecciosas.
- 15 A19. Uso, según la reivindicación 14, de un compuesto de Fórmula I, donde **(X)** es sustituido por un grupo seleccionado entre: OH, NH₂, CH₃, F, F₃C, HS, O-CH₃, PO₄(CH₂-CH₃)₂ y CH₃COO y **(R)** es sustituido por un grupo seleccionado entre: H, sodio (Na), un éster metílico (OMe), un éster etílico (EE) y amonio (NH₃) para la elaboración de una composición farmacéutica y/o nutracéutica para la neuroregeneración, la prevención y/o el tratamiento de lesiones medulares y/o la prevención y/o el tratamiento del dolor.
- 20 A20. Uso de un compuesto de Fórmula I, según la reivindicación 14, seleccionado entre: OHHD, OHOD, MOD, AOD, FOD, TFMOD, MOOD, SHOD, MOD11, OHOD11, OHEE y OHDE.
- A21. Uso de un compuesto de Fórmula I, según la reivindicación 14, seleccionado entre: OHOD, Na-OHOD, OMe-OHOD, EE-OHOD, NH₃-OHOD, ACOD, Na-ACOD, OMe-ACOD, EE-ACOD, MOOD, Na-MOOD, OMe-MOOD, EE-MOOD, DEPOD, Na-DEPOD, OMe-DEPOD y EE-DEPOD.
- 25 A22. Uso del compuesto OHOD, o sus derivados farmacéuticamente aceptables, según la reivindicación 14, de forma independiente o en combinación con al menos otro compuesto para la elaboración de una composición farmacéutica y/o nutracéutica para la inducción de neuroregeneración, la prevención y/o el tratamiento de lesiones medulares y la prevención y/o el tratamiento del dolor.
- A23. Uso del compuesto OHOD, o NaOHOD, según la reivindicación 22, de forma independiente o en combinación con albúmina, para la elaboración de una composición farmacéutica y/o nutracéutica para la inducción de neuroregeneración, la prevención y/o el tratamiento de lesiones medulares y la prevención y/o el tratamiento del dolor.
- 30 A24. Uso del compuesto OHOD, o sus derivados farmacéuticamente aceptables, según la reivindicación 14, de forma independiente para la elaboración de una composición farmacéutica y/o nutracéutica para la prevención del cáncer o en combinación con al menos otro compuesto para la elaboración de una composición farmacéutica y/o nutracéutica para la prevención y/o el tratamiento del cáncer.
- 35 A25. Uso del compuesto Na-OHOD, según la reivindicación 14, de forma independiente o en combinación con al menos otro compuesto para la elaboración de una composición farmacéutica y/o nutracéutica para la prevención y/o el tratamiento del cáncer, de la obesidad o de la hipertensión.
- A26. Uso del compuesto OHOD, o Na-OHOD, según las reivindicaciones 24 ó 25, en combinación con al menos otro compuesto seleccionado entre: temozolomida, erlotinib, gemcitabina y cis-platino, para la elaboración de una
- 40 composición farmacéutica y/o nutracéutica para la prevención y/o el tratamiento del cáncer.
- A27. Composición farmacéutica y/o nutracéutica que comprende un compuesto de Fórmula I, donde **(a)** y **(b)** pueden tener cualquier valor entre 0 y 14, **(X)** puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso entre 4 y 200 Da y **(R)** puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso entre 1 y 200 Da, tanto **(X)** como **(R)** seleccionados entre: alcoholes, ácidos orgánicos, grupos alquilo, grupos amino, halógenos, halógenos de alquilo, grupos alquilo y grupos mercapto, y al menos un segundo compuesto con actividad terapéutica o un excipiente.
- 45 A28. Composición farmacéutica y/o nutracéutica, según la reivindicación 27, que comprende OHOD y/o Na-OHOD y albúmina.
- A29. Composición farmacéutica y/o nutracéutica, según la reivindicación 27, que comprende Na-OHOD y/o OHOD y al menos otro compuesto con actividad terapéutica seleccionado entre: temozolomida, erlotinib, gemcitabina y cis-platino.
- 50 A30. Método cosmético, no terapéutico, para mejorar la apariencia cutánea que comprende la administración sobre la piel de una cantidad eficaz de al menos un compuesto de Fórmula I, y/o de sus sales o derivados farmacéuticos o cosméticamente aceptables, donde **(a)** y **(b)** pueden tener cualquier valor entre 0 y 14, **(X)** puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso entre 4 y 200 Da y **(R)** puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso entre 1 y 200 Da, tanto **(X)** como **(R)** seleccionados entre: alcoholes, ácidos orgánicos, grupos alquilo, grupos amino, halógenos, halógenos de alquilo, grupos alquilo y grupos mercapto.
- 55 A31. Método, según la reivindicación 30, donde **(X)** puede ser sustituido por un grupo seleccionado entre: OH, NH₂, CH₃, F, F₃C, O-CH₃ y HS y **(R)** es sustituido por H.
- A32. Método, según la reivindicación 30, donde **(X)** puede ser sustituido por PO₄(CH₂-CH₃)₂ o CH₃COO y **(R)** puede ser sustituido por un grupo seleccionado entre: sodio (Na), un éster metílico (OMe), un éster etílico (EE) y amonio (NH₃).
- 60 A33. Método, según la reivindicación 30, donde los compuestos de Fórmula I son seleccionados del grupo: OHHD, OHOD, MOD, AOD, FOD, TFMOD, MOOD, SHOD, MOD11, OHOD11, OHEE y OHDE.
- A34. Método, según la reivindicación 30, donde los compuestos de Fórmula I son seleccionados del grupo: OHOD, Na-OHOD, OMe-OHOD, EE-OHOD, NH₃-OHOD, ACOD, Na-ACOD, OMe-ACOD, EE-ACOD, MOOD, Na-MOOD, OMe-MOOD, EE-MOOD, DEPOD, Na-DEPOD, OMe-DEPOD y EE-DEPOD.
- 65 A35. Método, según la reivindicación 30, donde los compuestos de Fórmula I son administrados por vía tópica.

- A36. Método para la prevención y/o el tratamiento terapéutico de enfermedades en humanos y animales, cuya etiología común está relacionada con alteraciones estructurales y/o funcionales de los lípidos localizados en la membrana celular, que comprende la administración al paciente de una cantidad terapéuticamente eficaz de al menos un compuesto de Fórmula I, de forma independiente o en combinación con al menos otro compuesto, de sus sales o sus derivados, farmacéuticamente aceptables, donde **(a)** y **(b)** pueden tener cualquier valor entre 0 y 14, **(X)** puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso entre 4 y 200 Da y **(R)** puede sustituirse por cualquier átomo o grupo de átomos con un peso entre 1 y 200 Da, tanto **(X)** como **(R)** seleccionados entre: alcoholes, ácidos orgánicos, grupos alquilo, grupos amino, halógenos, halógenos de alquilo, grupos alquilo y grupos mercapto; excluyendo la administración de los compuestos de Fórmula I, donde **(R)** es H y **(X)** se sustituye por OH, NH₂ o CH₃ para la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares y obesidad, y para el tratamiento del cáncer de pulmón, cerebro y próstata.
- A37. Método, según la reivindicación 36, para la prevención del cáncer y/o la prevención y/o el tratamiento de patologías cutáneas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios, patologías infecciosas o patologías metabólicas tales como hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, diabetes o síndrome metabólico, que comprende la administración al paciente de una cantidad terapéuticamente eficaz de al menos un compuesto de Fórmula I, donde **(X)** se sustituye por un grupo seleccionado entre: OH, NH₂ y CH₃, y **(R)** se sustituye por H.
- A38. Método, según la reivindicación 36, para la prevención y/o el tratamiento del cáncer, patologías vasculares, obesidad, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios o patologías infecciosas, que comprende la administración al paciente de una cantidad terapéuticamente eficaz de al menos un compuesto de Fórmula I, donde **(X)** es sustituido por un grupo seleccionado entre: F, F₃C, HS y O-CH₃ y **(R)** es H.
- A39. Método, según la reivindicación 36, para la prevención y/o el tratamiento del cáncer, patologías vasculares, obesidad, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios o patologías infecciosas, que comprende la administración al paciente de una cantidad terapéuticamente eficaz de al menos un compuesto de Fórmula I, donde **(X)** es sustituido por un grupo seleccionado entre: OH, NH₂, CH₃, F, F₃C, HS, O-CH₃, PO₄(CH₂-CH₃)₂ y CH₃COO y **(R)** puede ser sodio (Na), un éster metílico (OMe), un éster etílico (EE), amonio (NH₃).
- A40. Método, según la reivindicación 36, para la prevención y/o el tratamiento del cáncer, patologías vasculares, obesidad, patologías cutáneas, patologías metabólicas, patologías neurodegenerativas, procesos inflamatorios o patologías infecciosas, que comprende la administración al paciente de una cantidad terapéuticamente eficaz de al menos un compuesto de Fórmula I, donde **(X)** es sustituido por un grupo seleccionado entre: PO₄(CH₂-CH₃)₂ y CH₃COO y **(R)** se sustituye por H.
- A41. Método, según la reivindicación 36, para la inducción de neuroregeneración, la prevención y/o el tratamiento de lesiones medulares y/o la prevención y/o tratamiento del dolor, que comprende la administración al paciente de una cantidad terapéuticamente eficaz de al menos un compuesto de Fórmula I, donde **(X)** es sustituido por un grupo seleccionado entre: OH, NH₂, CH₃, F, F₃C, HS, O-CH₃, PO₄(CH₂-CH₃)₂ y CH₃COO y **(R)** es sustituido por un grupo seleccionado entre: H, sodio (Na), un éster metílico (OMe), un éster etílico (EE) y amonio (NH₃).
- A42. Método, según la reivindicación 36, para la inducción de neuroregeneración, la prevención y/o el tratamiento de lesiones medulares y/o la prevención y/o el tratamiento del dolor, que comprende la administración al paciente de una cantidad terapéuticamente eficaz del compuesto OHOD, o sus derivados farmacéuticamente aceptables, de forma independiente o en combinación con al menos otro compuesto.
- A43. Método, según la reivindicación 42, para la inducción de neuroregeneración, la prevención y/o el tratamiento de lesiones medulares y/o la prevención y/o el tratamiento del dolor, que comprende la administración al paciente de una cantidad terapéuticamente eficaz del compuesto OHOD, o NaOHOD, de forma independiente o en combinación con albúmina.
- A44. Método, según la reivindicación 36, para la prevención del cáncer, que comprende la administración al paciente de una cantidad terapéuticamente eficaz del compuesto OHOD de forma independiente, o para la prevención y/o el tratamiento del cáncer que comprende la administración al paciente de una cantidad terapéuticamente eficaz del compuesto OHOD en combinación con al menos otro compuesto.
- A45. Método para la prevención y/o el tratamiento del cáncer, de la obesidad o de la hipertensión, según la reivindicación 36, que comprende la administración al paciente de una cantidad terapéuticamente eficaz del compuesto Na-OHOD de forma independiente o en combinación con al menos otro compuesto.
- A46. Método para la prevención y/o el tratamiento del cáncer, según la reivindicación 44 ó 45, que comprende la administración al paciente de una cantidad terapéuticamente eficaz del compuesto OHOD, o Na-OHOD, en combinación con al menos un compuesto seleccionado entre: temozolomida, erlotinib, gemcitabina y cis-platino

Aunque la presente invención se ha descrito en relación a ciertos aspectos y/o realizaciones, la presente invención no se limita a dichos aspectos y/o realizaciones, sino que tiene el ámbito completo tal como se define por el lenguaje de las reivindicaciones.

REFERENCIAS

1. Alemany R, Perona JS, Sánchez-Domínguez JM, Montero E, Cañizares J, Brezan R, Escribá PV y Ruiz-Gutiérrez V (2007) G protein-coupled receptor systems and their lipid environment in health disorders during aging. *BBA Biomembr.* **1768**:964-975.
2. Barnes PJ, Karin M. Nuclear factor-kappaB: a pivotal transcription factor in chronic inflammatory diseases. *N Engl J Med* 1997; **336**:1066-71
3. Buda C, Dey I, Balogh N, Horvath LI, Maderspach K, Juhasz M, Yeo YK, Farkas T (1994) Structural order of membranes and composition of phospholipids in fish brain cells during thermal acclimatization. *Proc. Natl. Acad. Sci USA* **91**:8234-8238.
4. Curto EV, Kwong C, Hersmerdorfer H, Glatt H, Santis C, Virador V, Hearing VJ, Jr., Dooley TP (1999) *Biochem Pharmacol* **57**:663-672
5. Escriba PV, Sastre M, Garcia-Sevilla JA. (1995) Disruption of cellular signaling pathways by daunomycin through destabilization of nonlamellar membrane structures. *Proc Natl Acad Sci U S A.* **92**:7595-7599.
6. Escriba PV, Ozaita A, Ribas C, Miralles A, Fodor E, Farkas T, García-Sevilla JA (1997) Role of lipid polymorphism in G protein-membrane interactions: nonlamellar-prone phospholipids and peripheral protein binding to membranes. *Proc Natl Acad Sci U S A.* **94**:11375-11380.
7. Escribá PV (2006) Membrane-lipid therapy: a new approach in molecular medicine. *Trends Mol. Med.* **12**:34-43
8. Escribá PV, González-Ros JM, Goñi FM, Kinnunen PKJ, Vigh L, Sánchez-Magraner L, Fernández AM, Busquets X, Horváth I, Barceló-Coblijn G (2008) Membranes: A meeting point for lipids, proteins and therapies. *J Cell. Mol. Med.* **12**:829-875.
9. Martínez J, O, Casas J, F, Alemany R, Prades J, Nagy T, Baamonde C, Kasprzyk P, Terés S, Saus C, Escribá PV. (2005) Membrane structure modulation, protein kinase C alpha activation, and anticancer activity of minerval. *Mol Pharmacol* **67**:531-40.
10. Nduati y cols. Effect of folate derivatives on the activity of antifolate drugs used against malaria and cancer. *Parasitol Res* **102**: 1227-1234 (2008).
11. Patil CS, Singh VP, Kulkarni SK (2006) Modulatory effect of Sildenafil in diabetes and electroconvulsive shock-induced cognitive dysfunction in rats. *Pharmacological Reports* **58**: 373-380.
12. Raid PC, Urano Y, Kodama T, Hamakubo T. (2007) Alzheimer's disease: cholesterol, membrane rafts, isoprenoids and statins. *J Cell Mol Med* **11**:383-392
13. Stender S, Dyerberg J (2004) Influence of trans fatty acids on health. *Ann. Nutr. Metab.* **48**:61-66.
14. Wise LE, Iredale PA, Stokes RJ, Litchman AH (2007) Combination of Rimonabant and Donepezil prolongs spatial memory duration. *Neuropsychopharmacology* **32**: 1805-1812.
15. Yang, Q, Alemany, R, Casas, J, Kitajka, K, Lanier, SM, Escribá PV (2005) Influence of the membrane lipid structure on signal processing via G protein-coupled receptors. *Mol Pharmacol* **68**:210-7.

REIVINDICACIONES

1. Compuesto seleccionado entre: α -hidroxi-*cis*- Δ 9-hexadecenoico (OHHD), α -hidroxi-*cis*- Δ 9-octadecenoico (OHOD), α -metil-*cis*- Δ 9-octadecenoico (MOD), α -amino-*cis*- Δ 9-octadecenoico (AOD), α -fluoro-*cis*- Δ 9-octadecenoico (FOD), α -trifluorometil-*cis*- Δ 9-octadecenoico (TFMOD), α -metoxi-*cis*- Δ 9-octadecenoico (MOOD), α -mercapto-*cis*- Δ 9-octadecenoico (SHOD), α -metil-*cis*- Δ 11-octadecenoico (MOD11), α -hidroxi-*cis*- Δ 11-octadecenoico (OHOD11), α -hidroxi-*cis*- Δ 11-eicosenoico (OHEE) o α -hidroxi-*cis*- Δ 13-docosenoico (OHDE), o sus sales, para uso, independientemente o en combinación con al menos otro compuesto, como medicamento o nutracéutico, en la inducción de neuroregeneración; y/o prevención y/o tratamiento de lesiones medulares; y/o prevención y/o tratamiento del dolor en humanos o animales.
2. Compuesto para uso de acuerdo con la reivindicación 1 seleccionado entre α -hidroxi-*cis*- Δ 9-octadecenoico (OHOD), o sus sales.
3. Compuesto para uso de acuerdo con la reivindicación 2, en donde las sales son sales de sodio.
4. Compuesto para uso de acuerdo con la reivindicación 2 seleccionado entre α -hidroxi-*cis*- Δ 9-octadecenoico (OHOD) o α -hidroxi-*cis*- Δ 9-octadecenoato de sodio (Na-OHOD).
5. Compuesto para uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en combinación con albúmina.
6. Compuesto para uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el tratamiento y/o prevención de patologías neurodegenerativas.
7. Compuesto para uso de acuerdo con la reivindicación 6, en el tratamiento y/o prevención de la enfermedad de Alzheimer.
8. Compuesto para uso de acuerdo con la reivindicación 6, en el tratamiento y/o prevención de la enfermedad de Parkinson.
9. Compuesto para uso de acuerdo con la reivindicación 6, en el tratamiento y/o prevención de la esclerosis.
10. Composición farmacéutica o nutracéutica que comprende un compuesto seleccionado entre: α -hidroxi-*cis*- Δ 9-hexadecenoico (OHHD), α -fluoro-*cis*- Δ 9-octadecenoico (FOD), α -trifluorometil-*cis*- Δ 9-octadecenoico (TFMOD), α -metoxi-*cis*- Δ 9-octadecenoico (MOOD), α -mercapto-*cis*- Δ 9-octadecenoico (SHOD), α -metil-*cis*- Δ 11-octadecenoico (MOD11), α -hidroxi-*cis*- Δ 11-octadecenoico (OHOD11), α -hidroxi-*cis*- Δ 11-eicosenoico (OHEE) o α -hidroxi-*cis*- Δ 13-docosenoico (OHDE), o sus sales, y al menos un segundo compuesto con actividad terapéutica, y/o al menos un excipiente.
11. Composición farmacéutica o nutracéutica, de acuerdo con la reivindicación 10, donde las sales son sales de sodio.
12. Composición farmacéutica o nutracéutica, de acuerdo con las reivindicaciones 10 u 11, que comprende albúmina como un excipiente.
13. Composición farmacéutica o nutracéutica que comprende α -hidroxi-*cis*- Δ 9-octadecenoico (OHOD) y/o α -hidroxi-*cis*- Δ 9-octadecenoato de sodio (Na-OHOD), y albúmina.

FIGURA 1

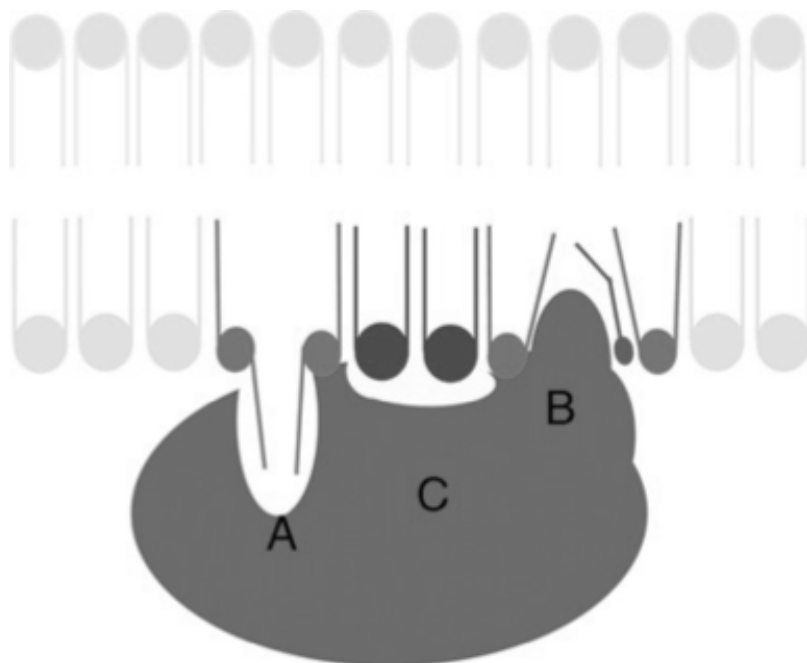


FIGURA DE REFERENCIA 2

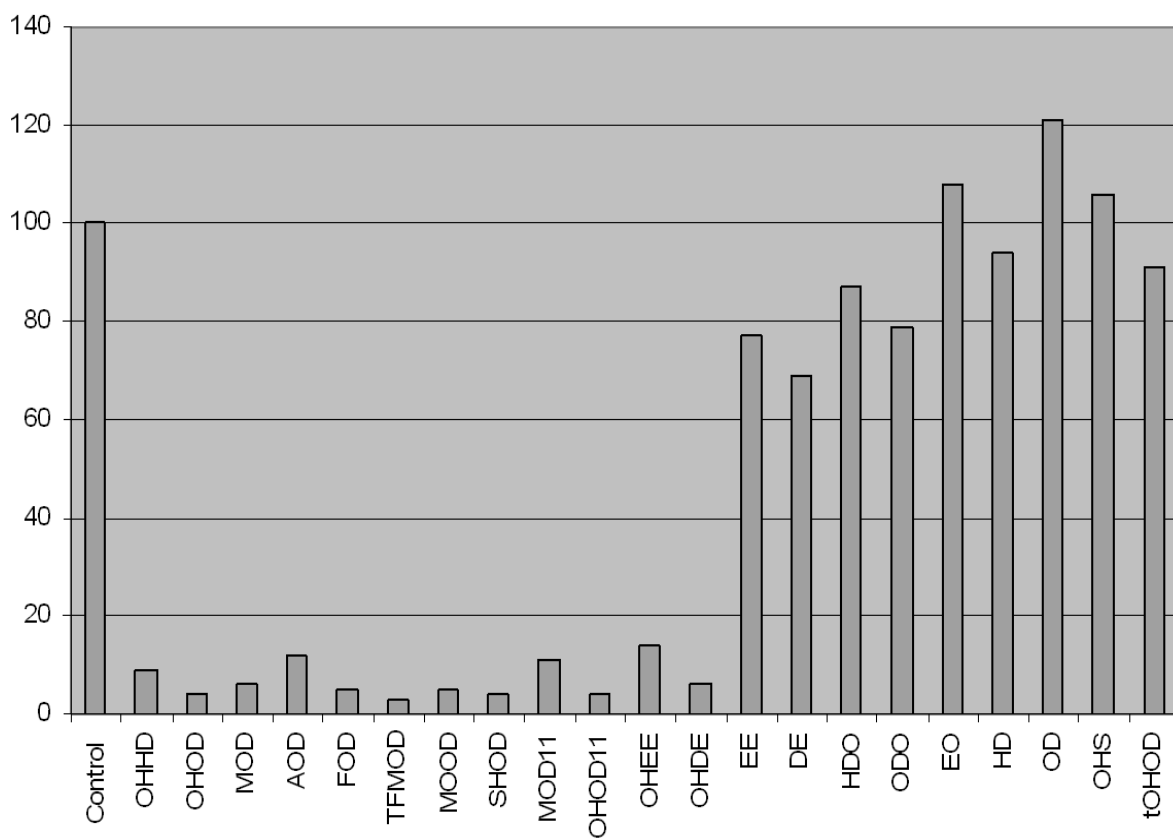


FIGURA DE REFERENCIA 3A

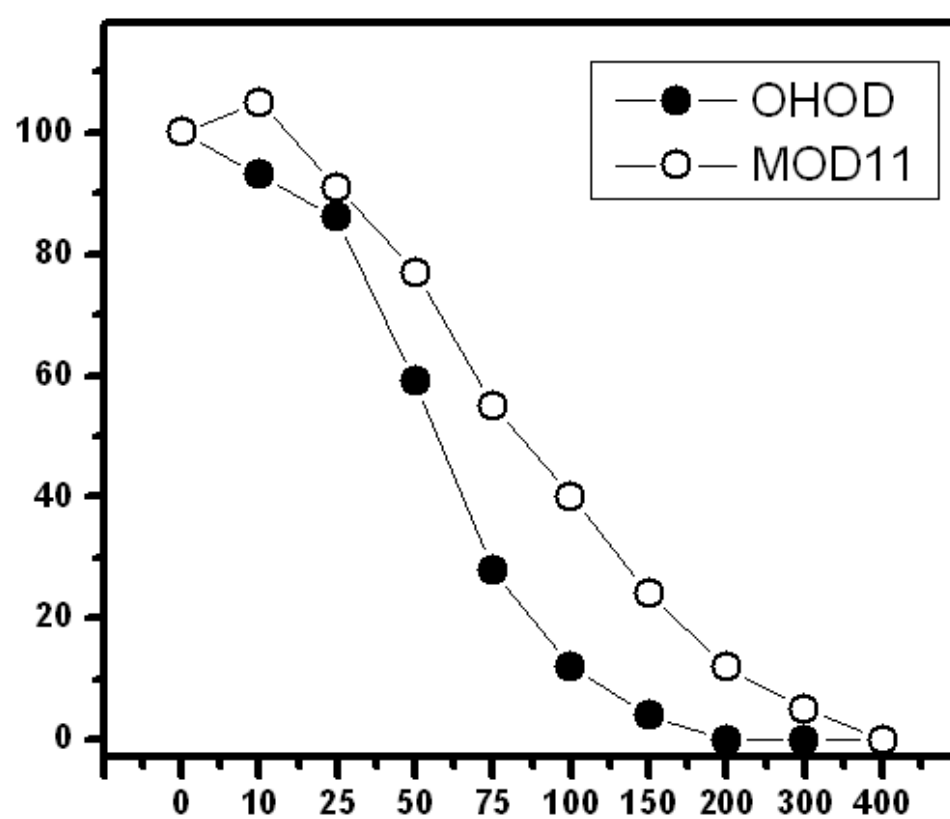


FIGURA DE REFERENCIA 3B

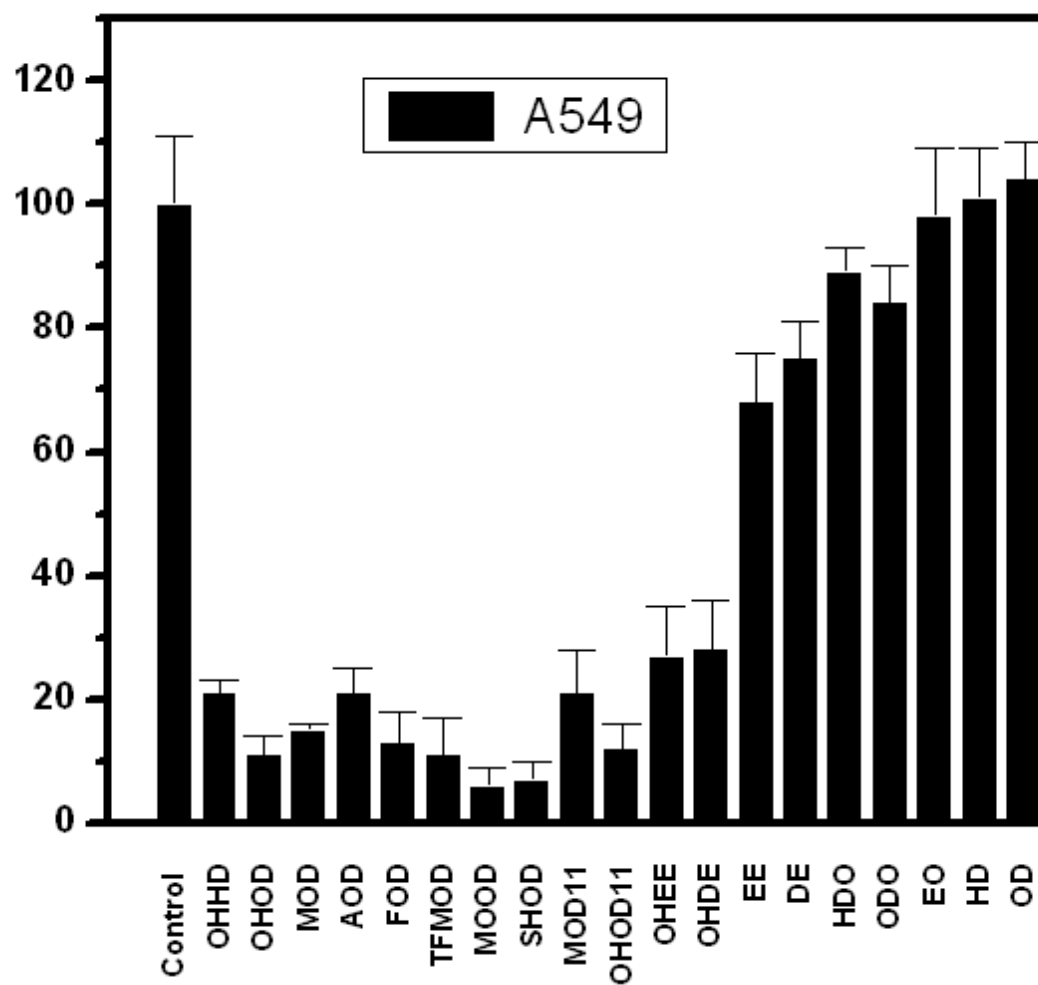


FIGURA DE REFERENCIA 4

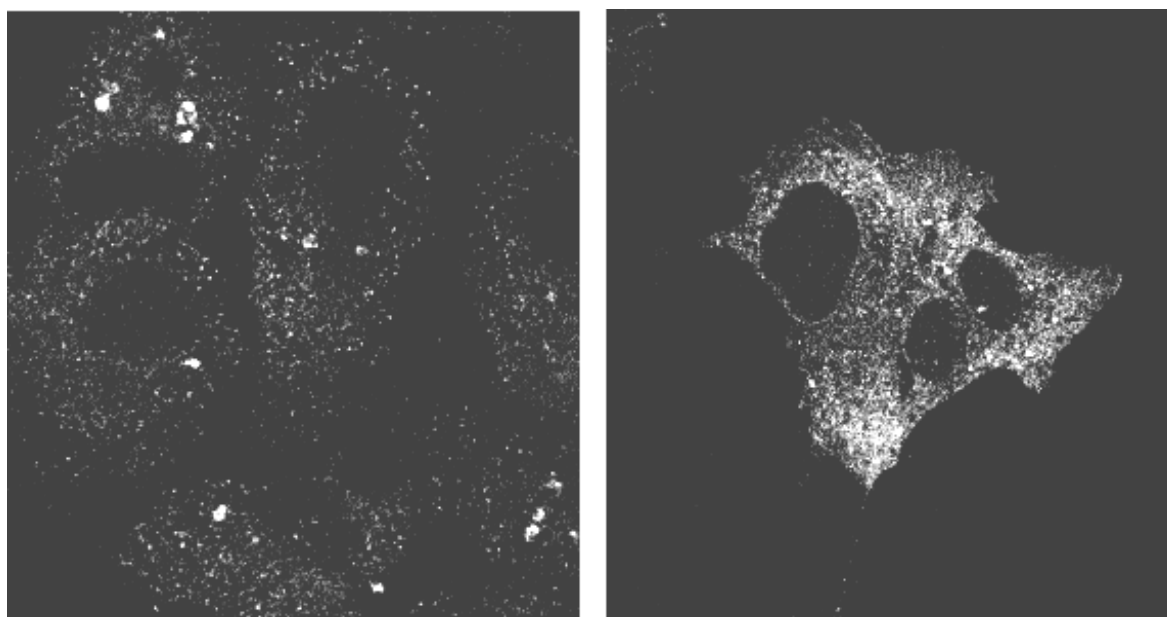


FIGURA DE REFERENCIA 5

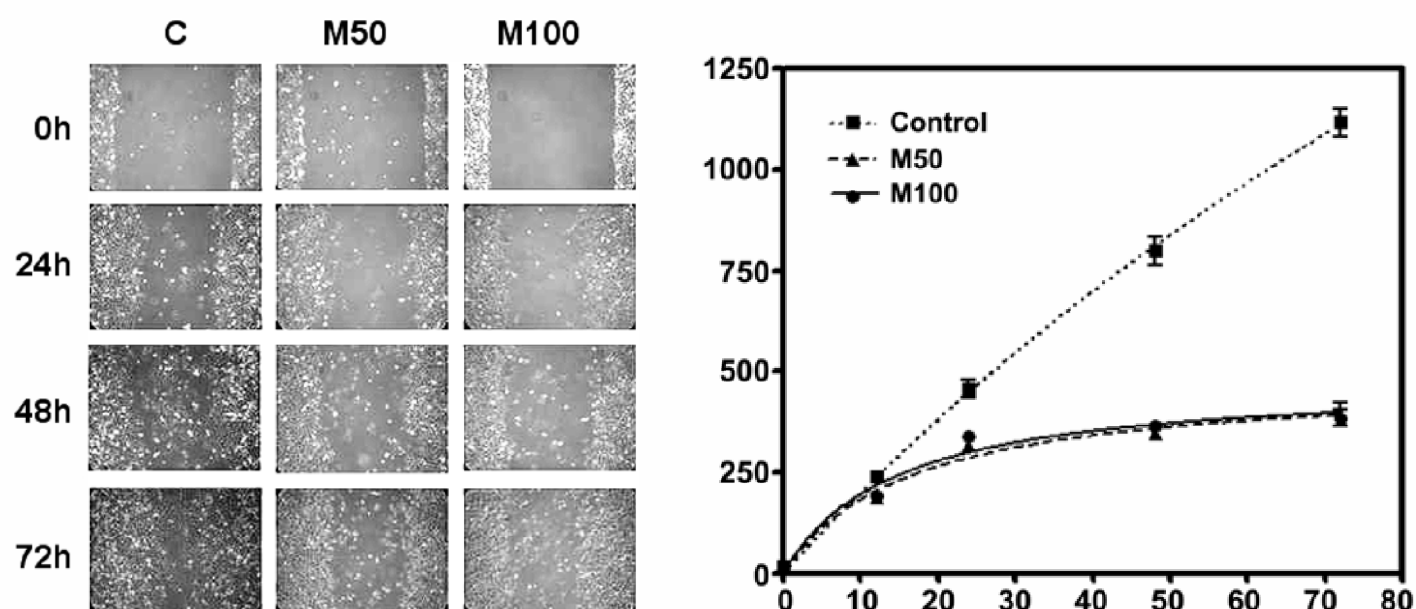


FIGURA DE REFERENCIA 6A

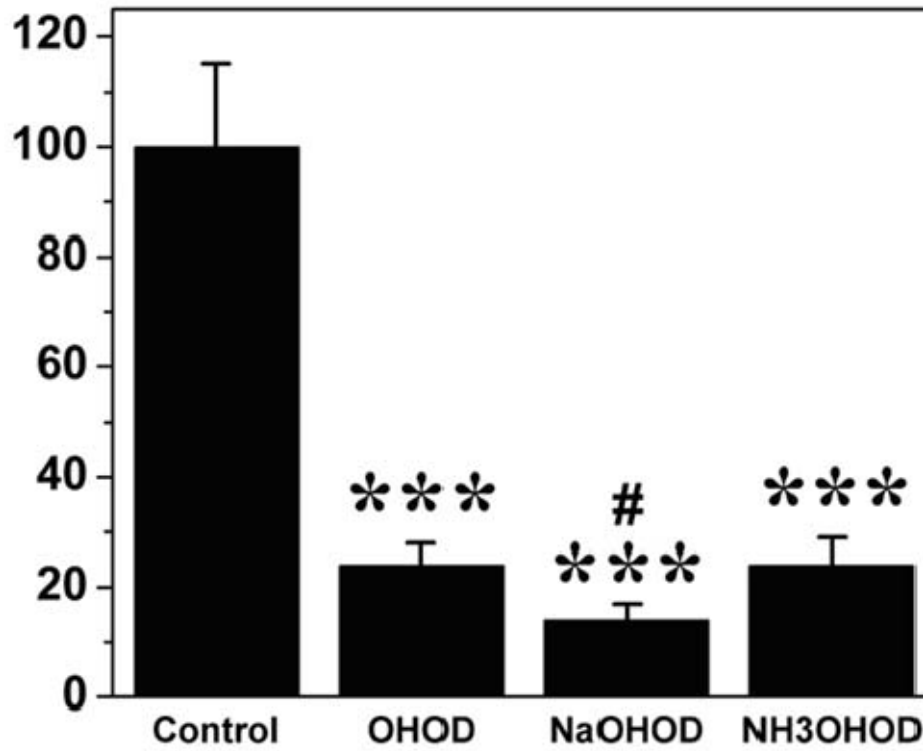


FIGURA DE REFERENCIA 6B

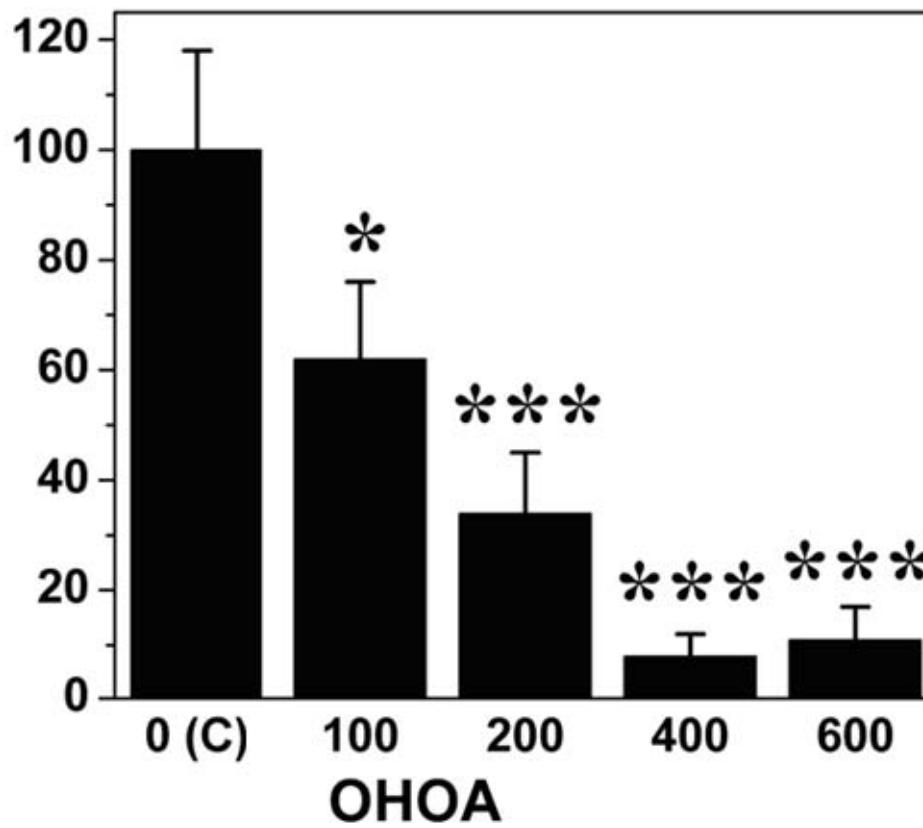


FIGURA DE REFERENCIA 7A

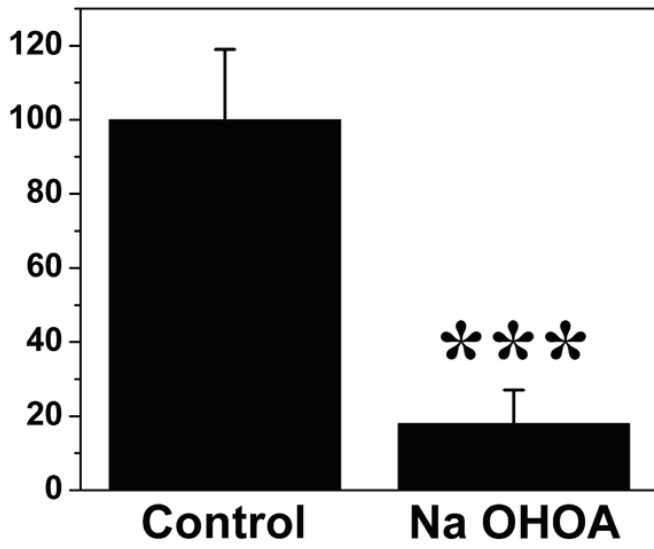


FIGURA DE REFERENCIA 7B

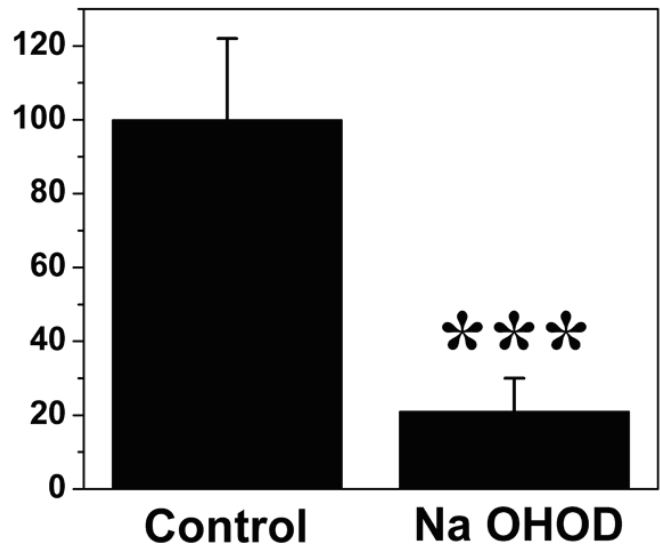


FIGURA DE REFERENCIA 7C

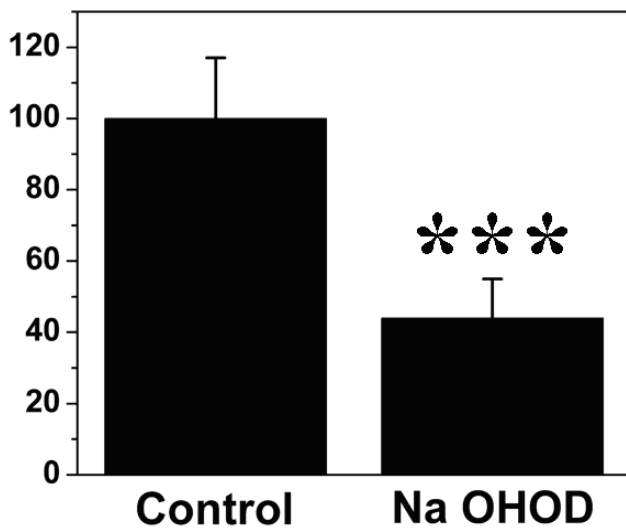


FIGURA DE REFERENCIA 7D

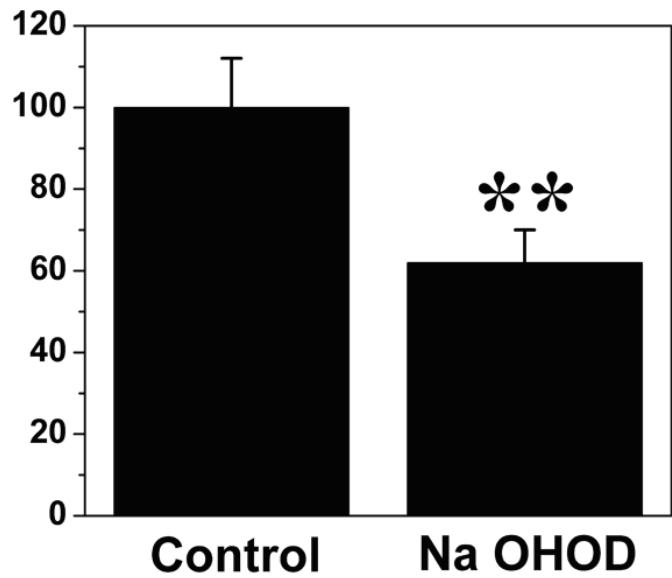


FIGURA DE REFERENCIA 8A

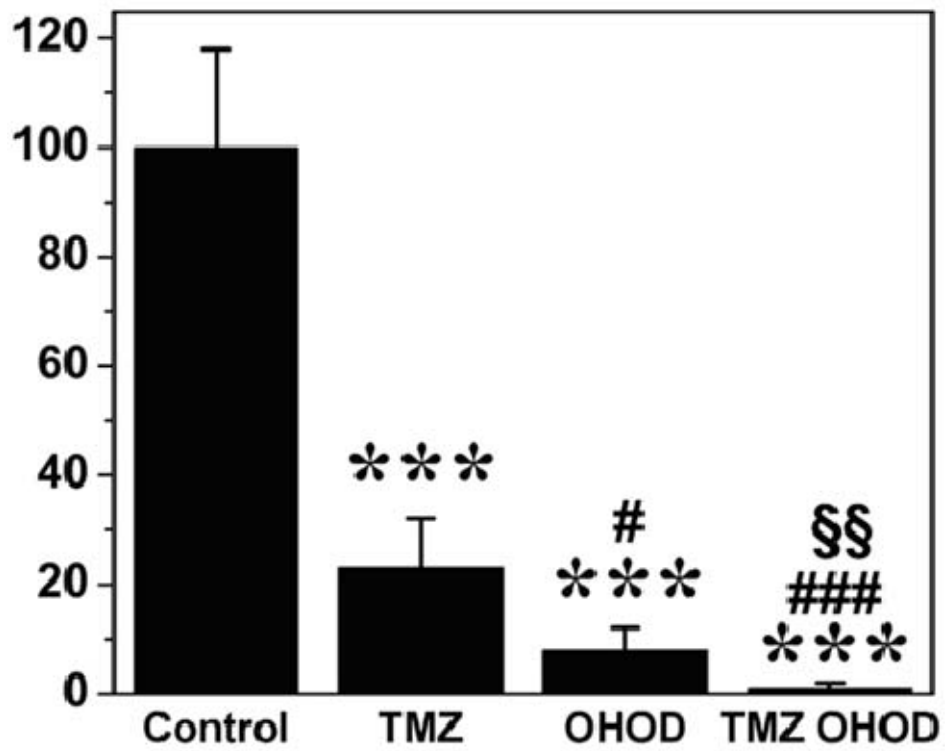


FIGURA DE REFERENCIA 8B

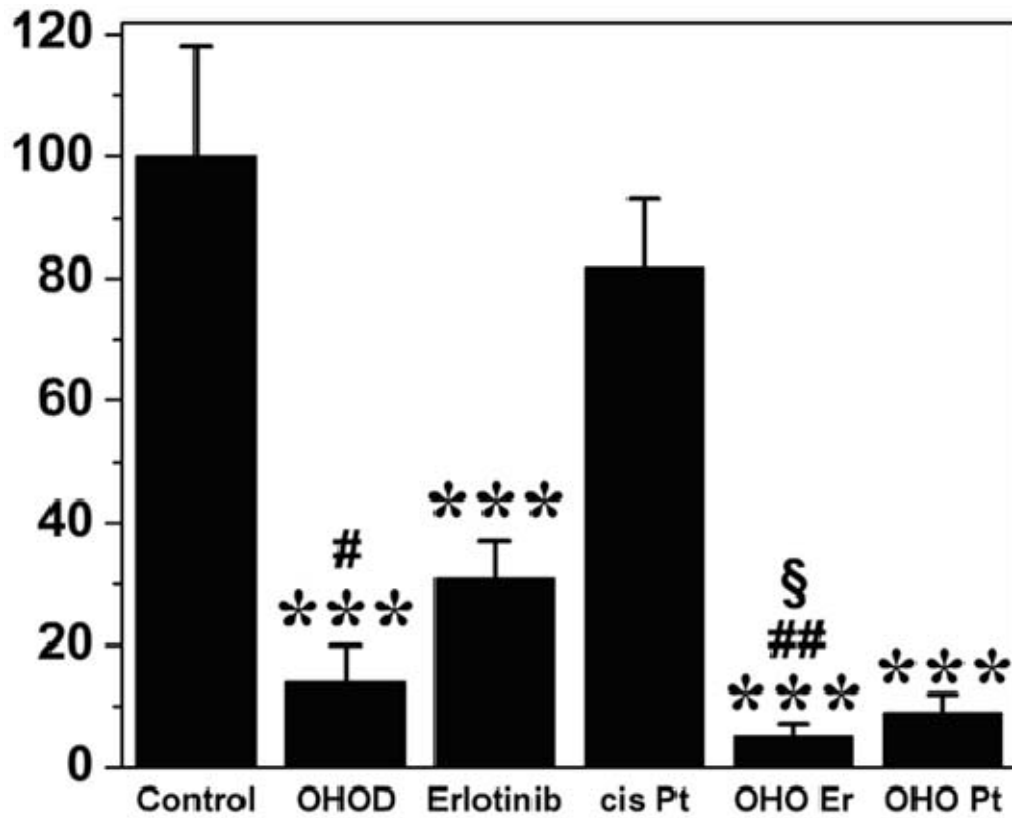


FIGURA DE REFERENCIA 8C

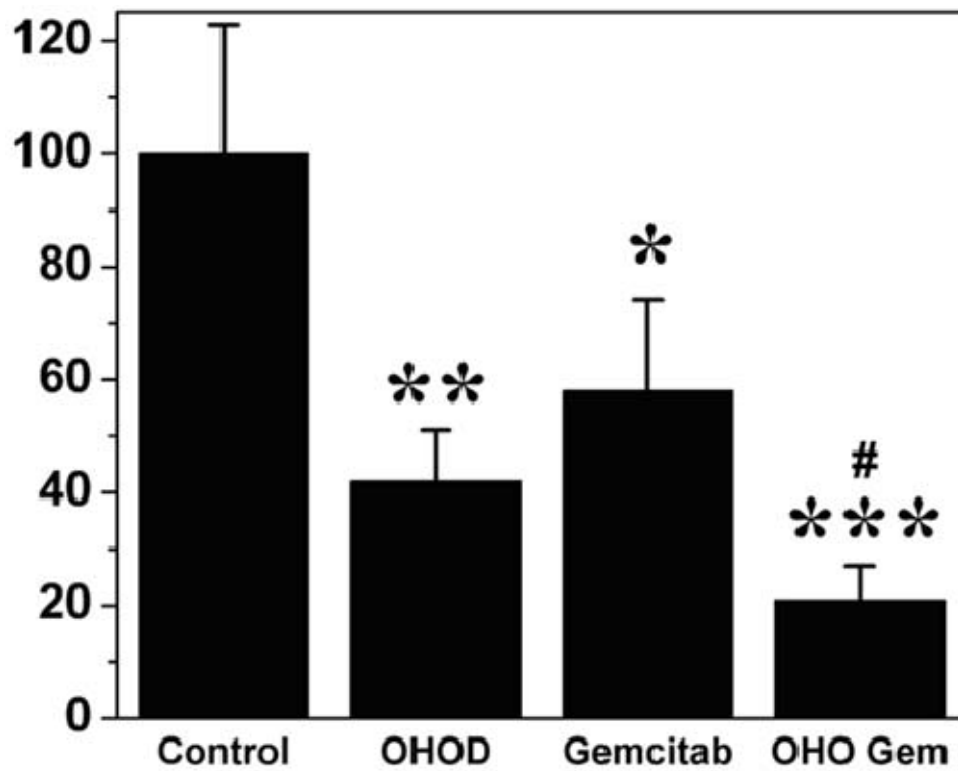


FIGURA DE REFERENCIA 9

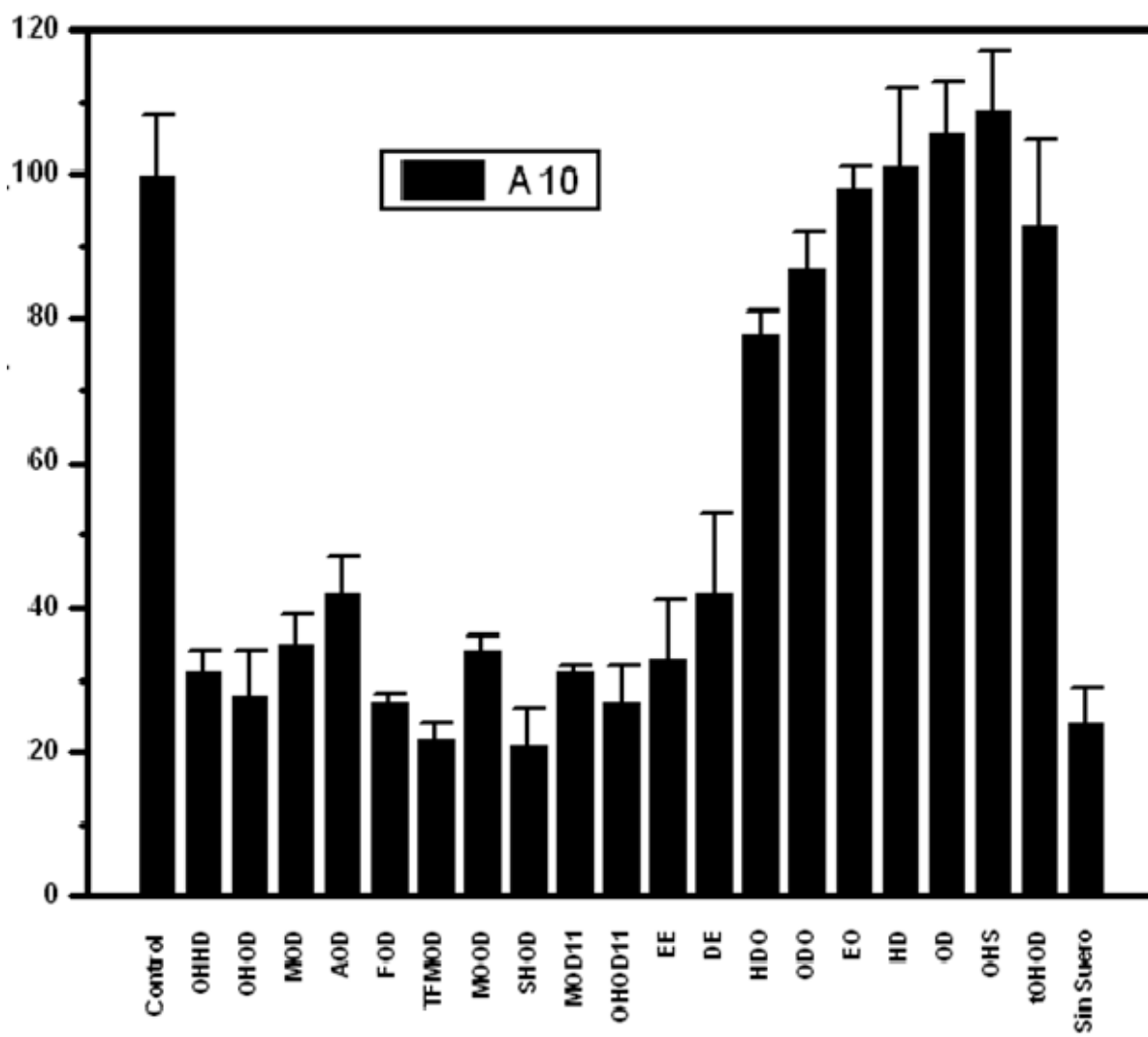


FIGURA DE REFERENCIA 10

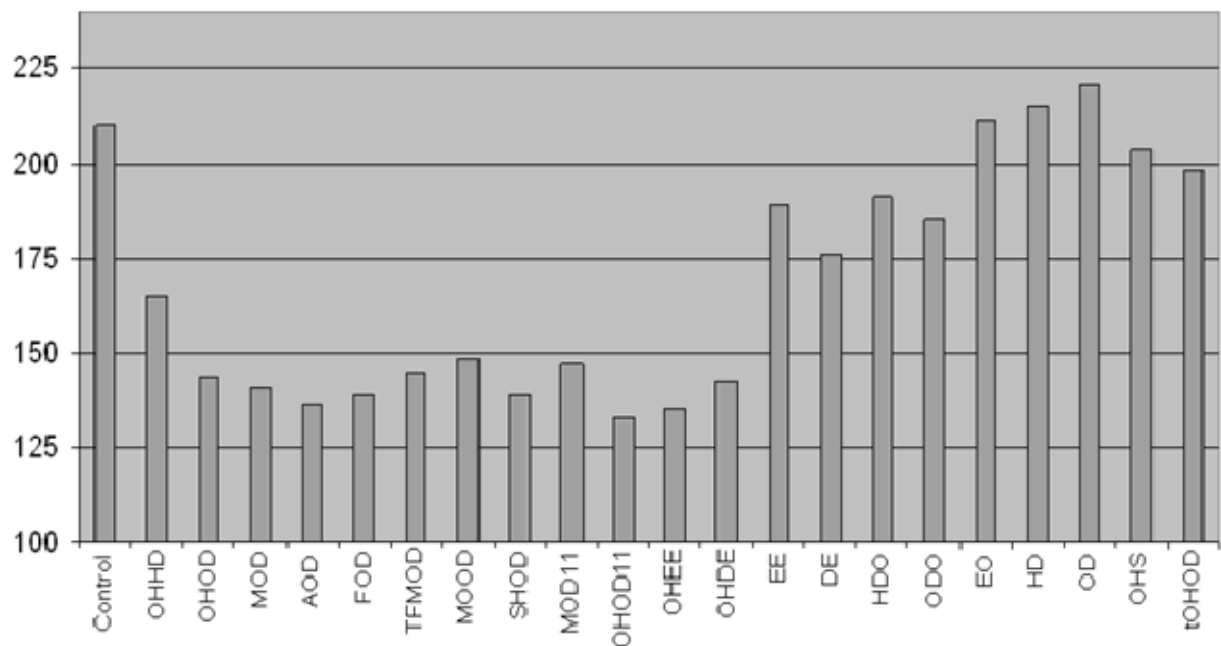


FIGURA DE REFERENCIA 11

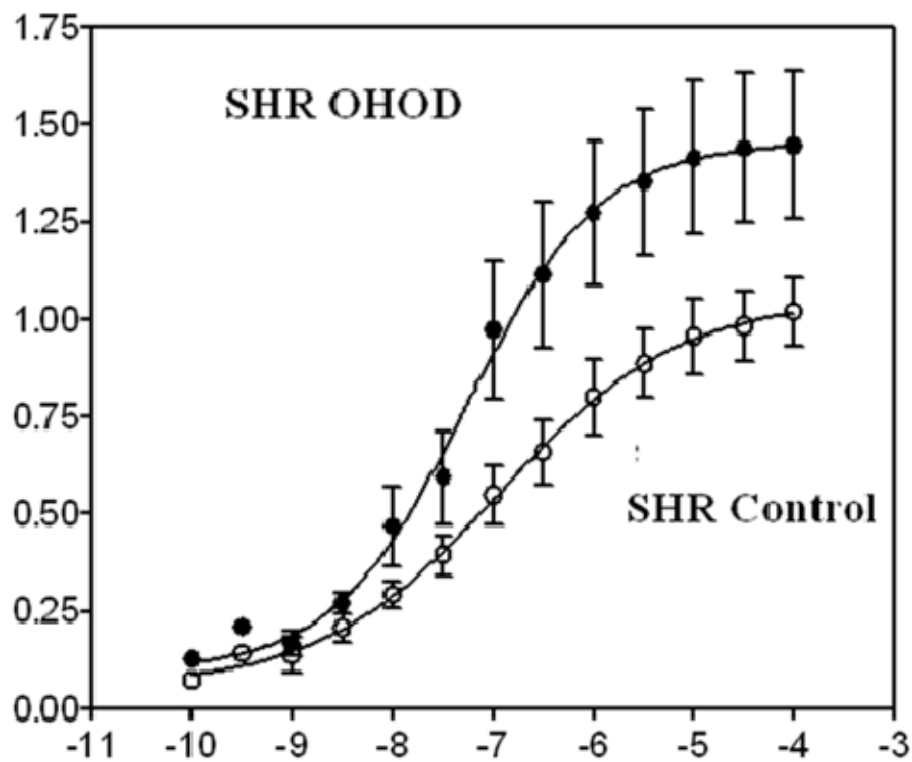


FIGURA DE REFERENCIA 12

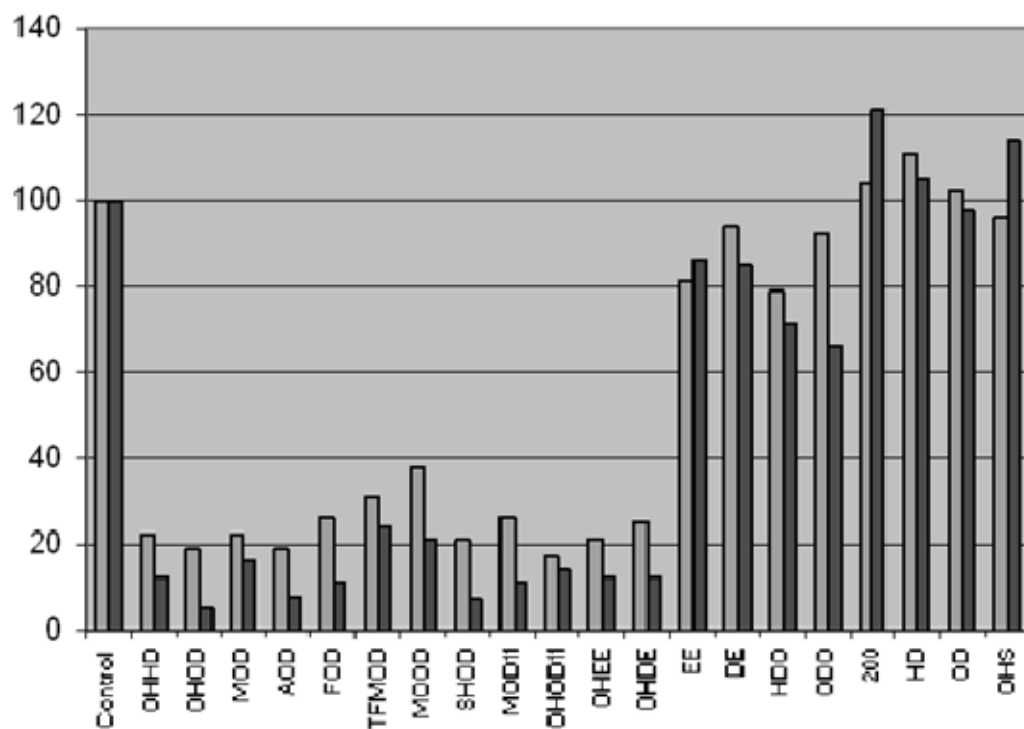


FIGURA DE REFERENCIA 13

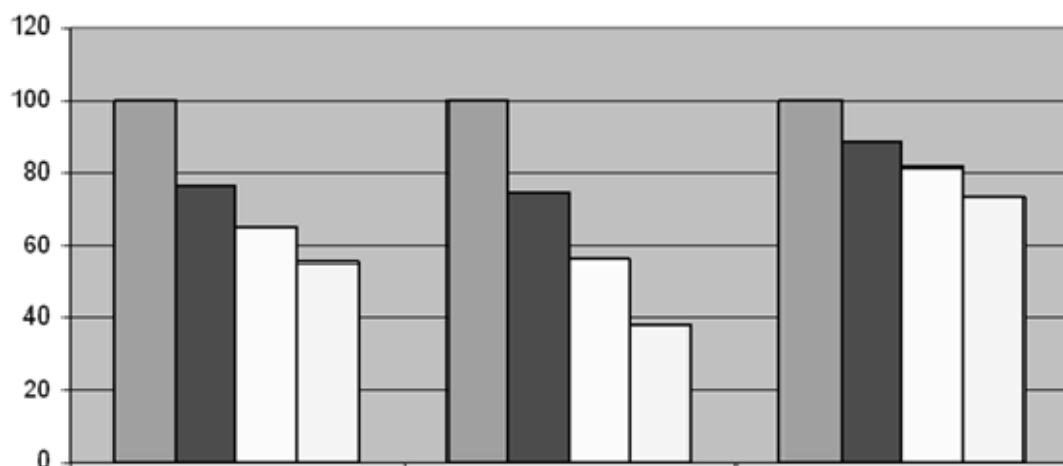


FIGURA DE REFERENCIA 14

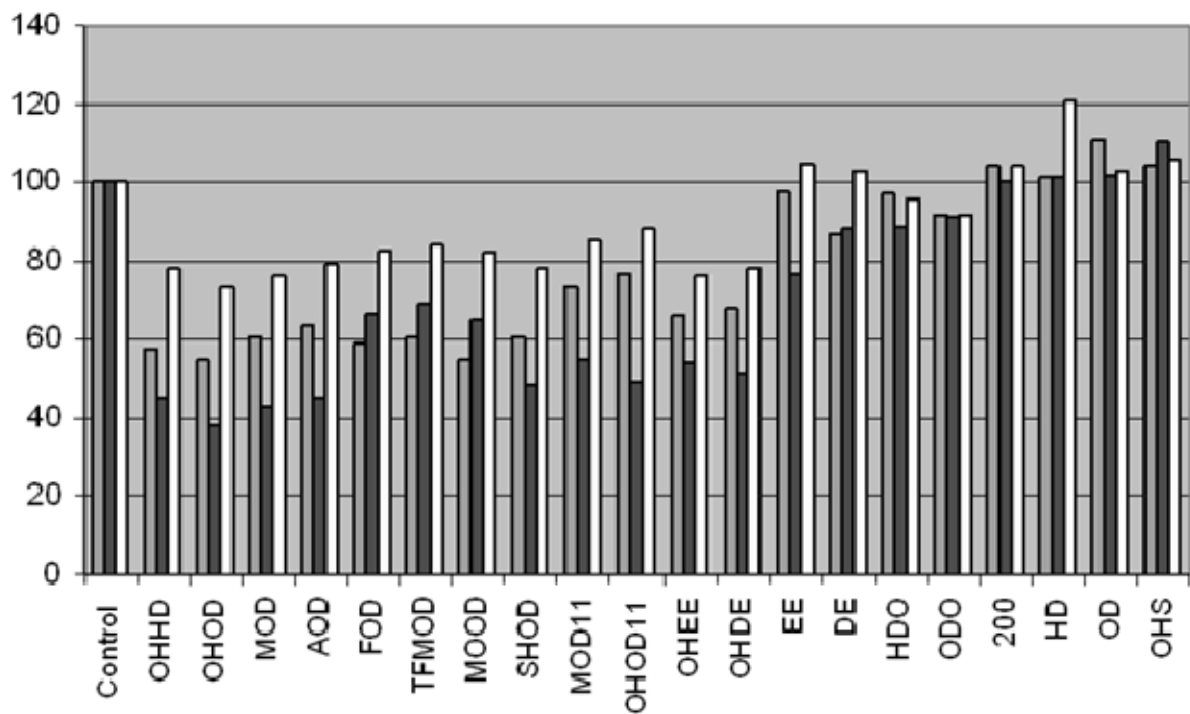


FIGURA DE REFERENCIA 15

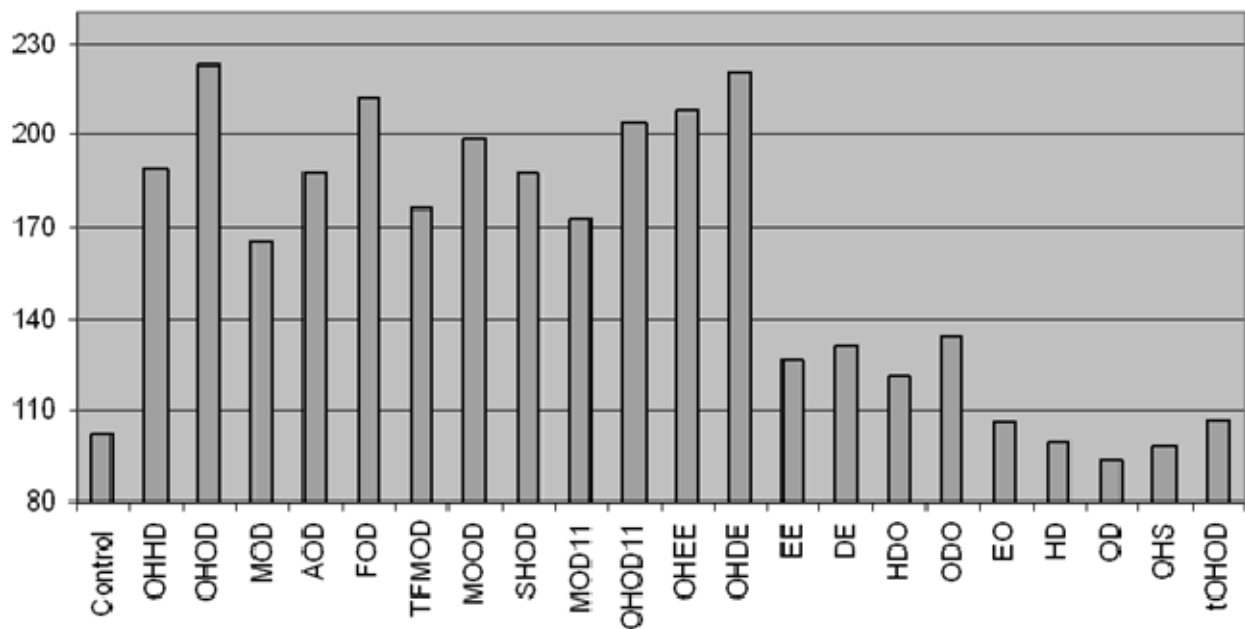


FIGURA 16A

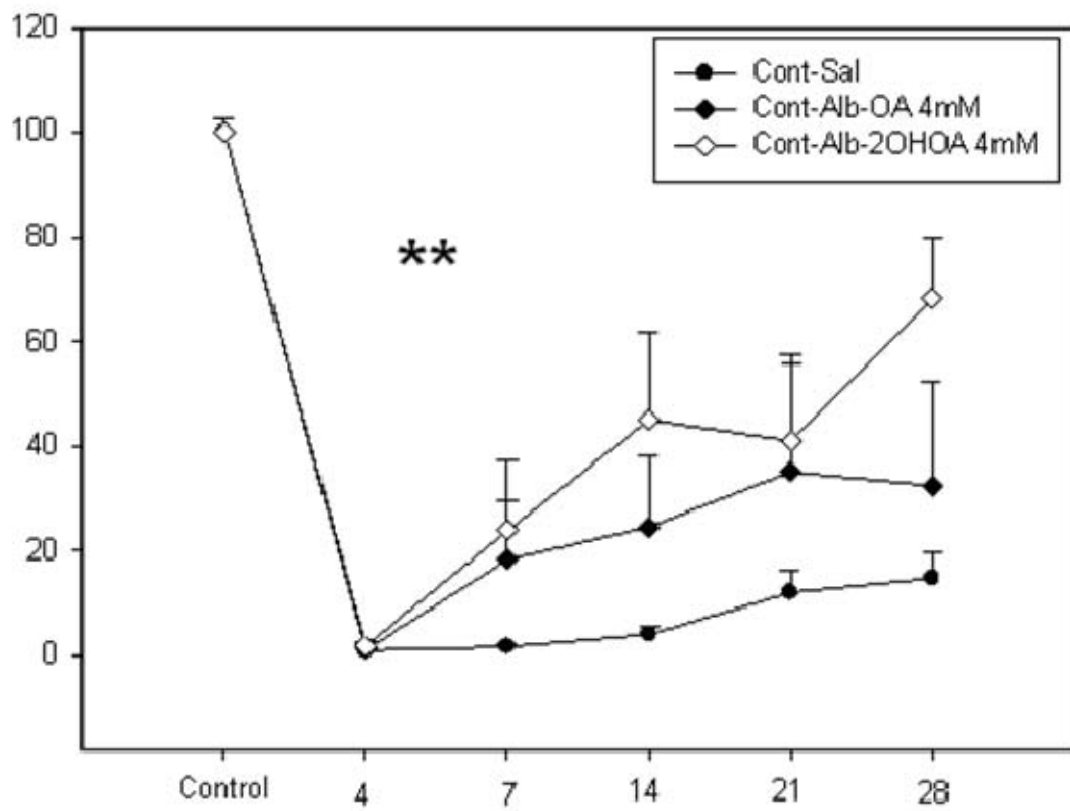


FIGURA 16B

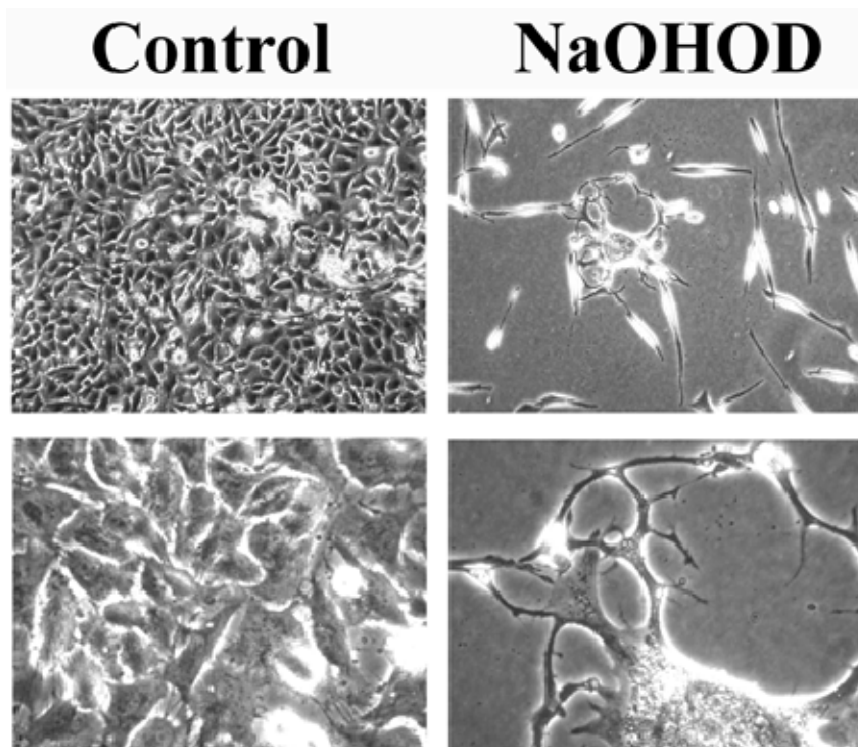


FIGURA 17

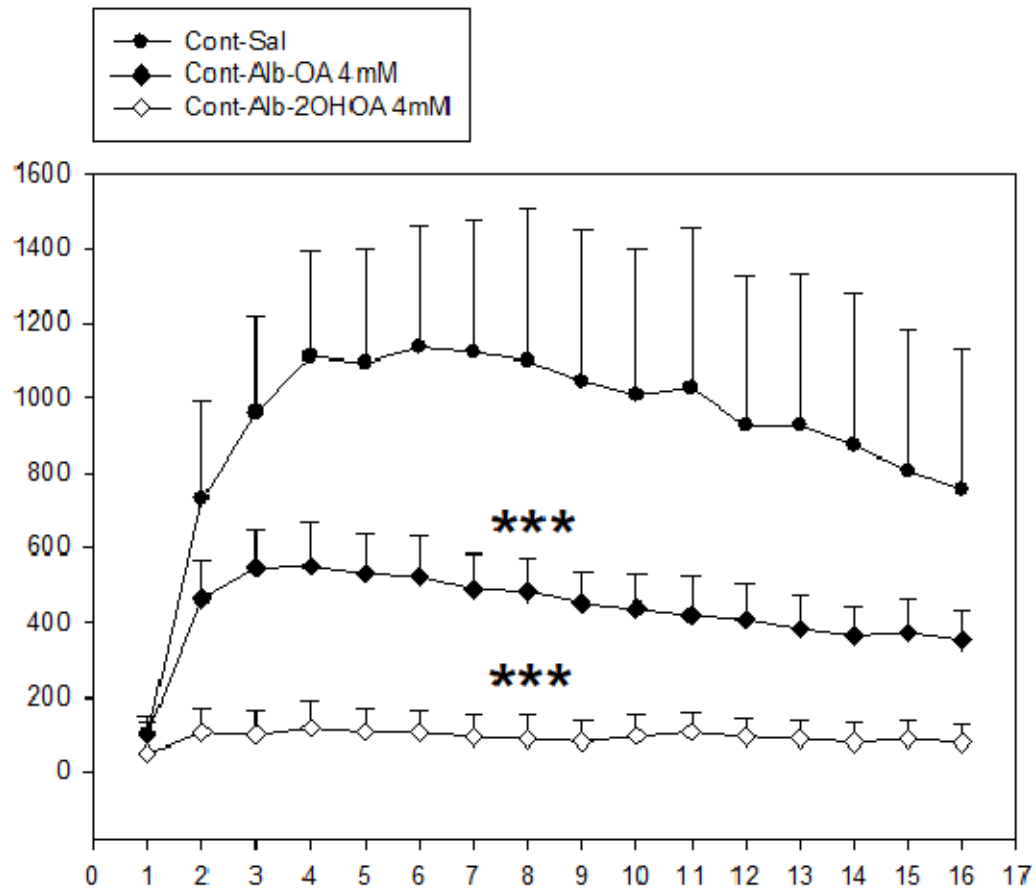


FIGURA 18

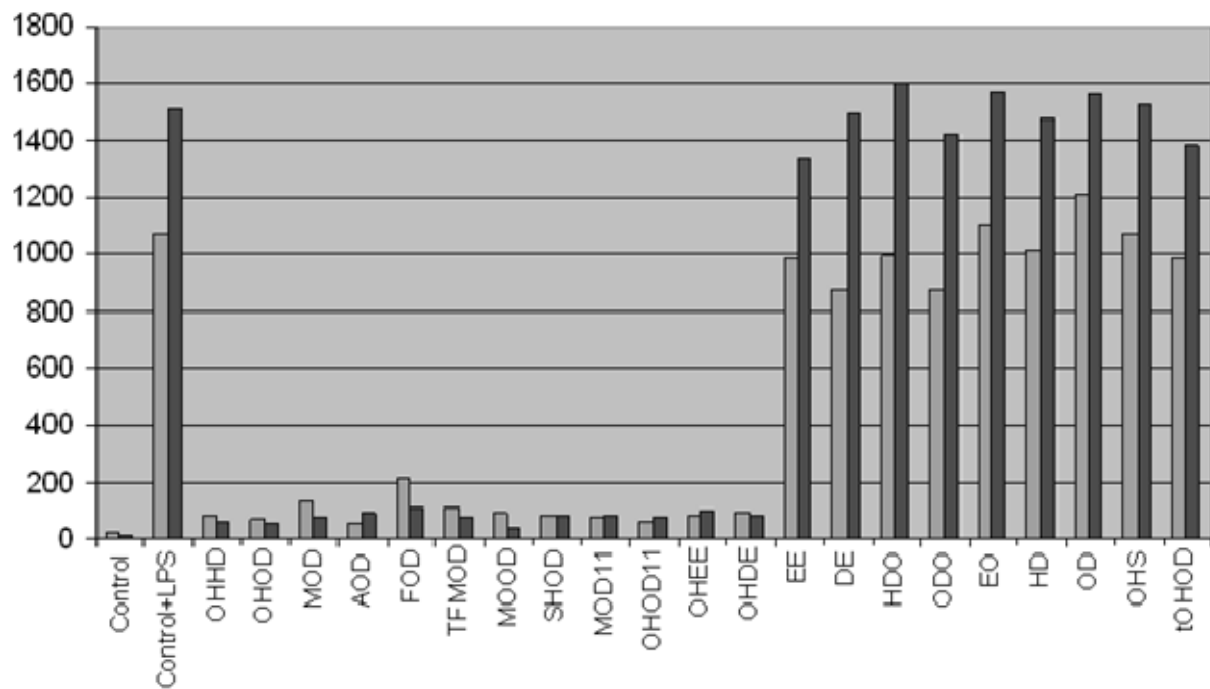


FIGURA 19A

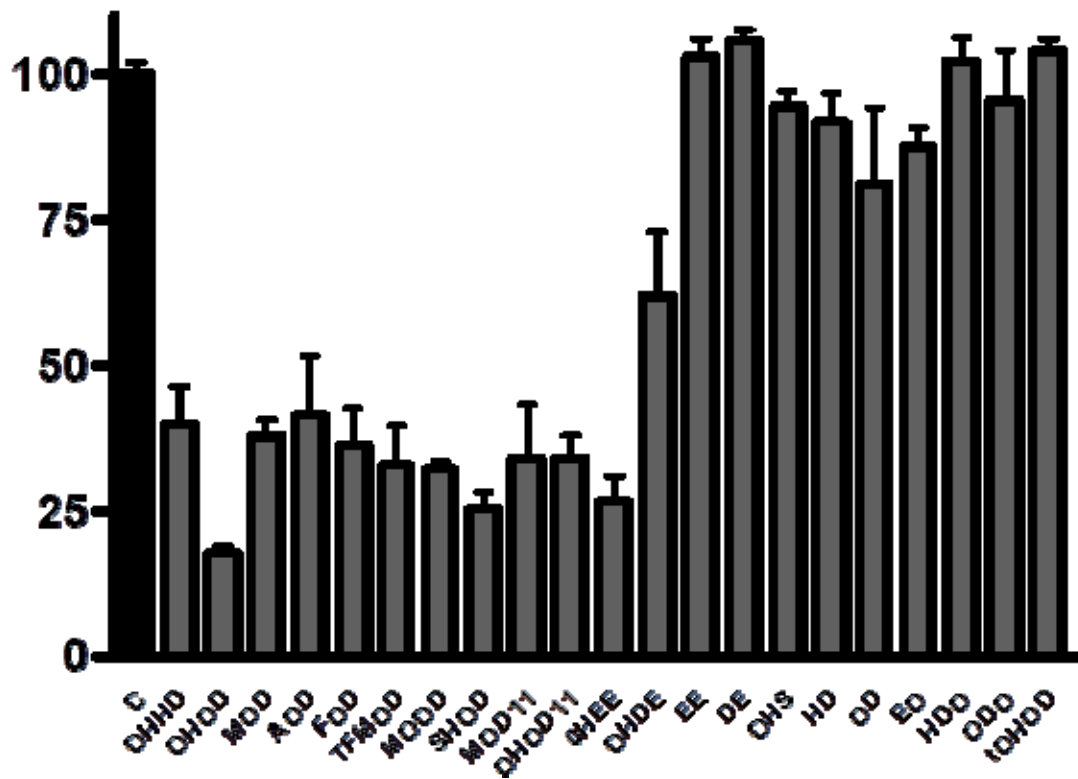


FIGURA 19B

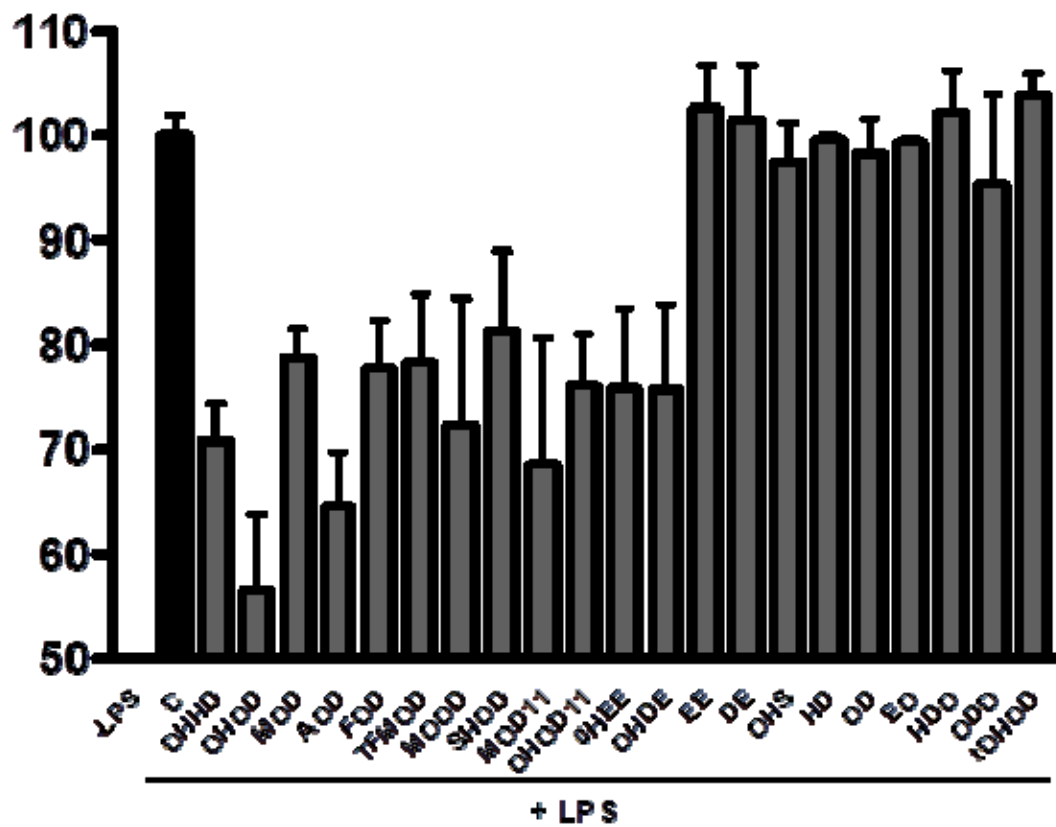


FIGURA DE REFERENCIA 20

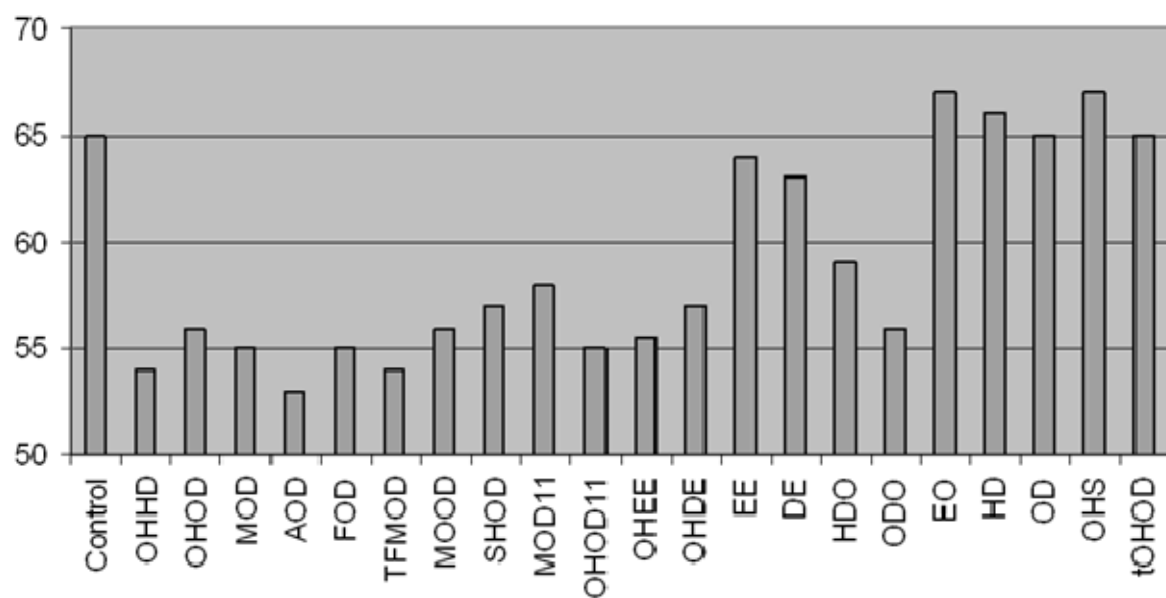


FIGURA DE REFERENCIA 21A

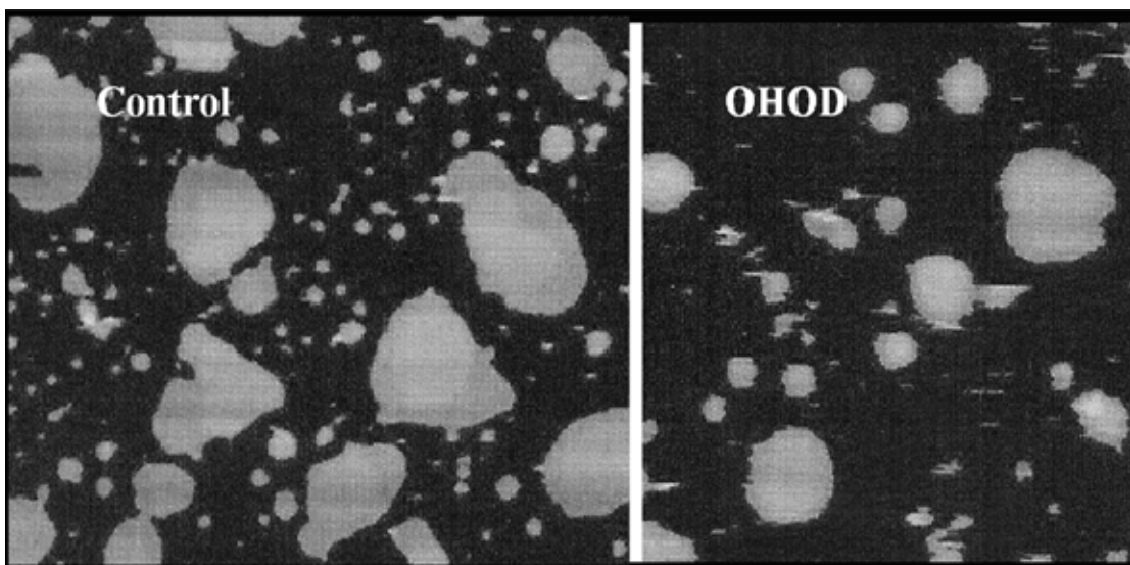


FIGURA DE REFERENCIA 21B

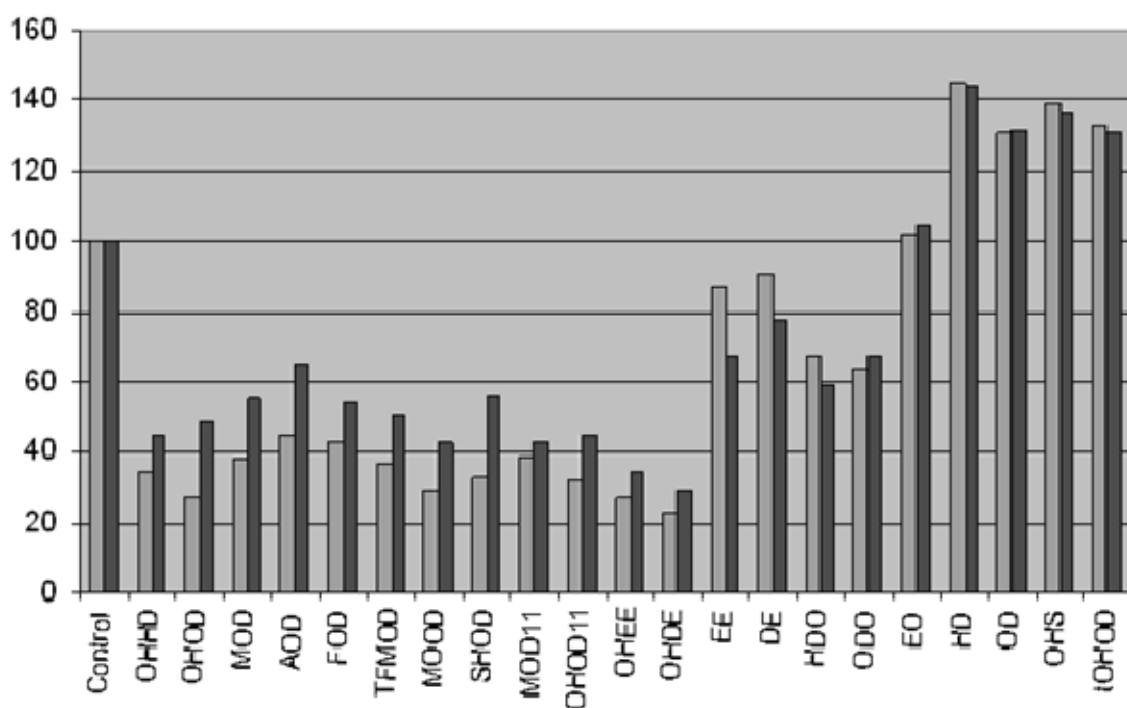
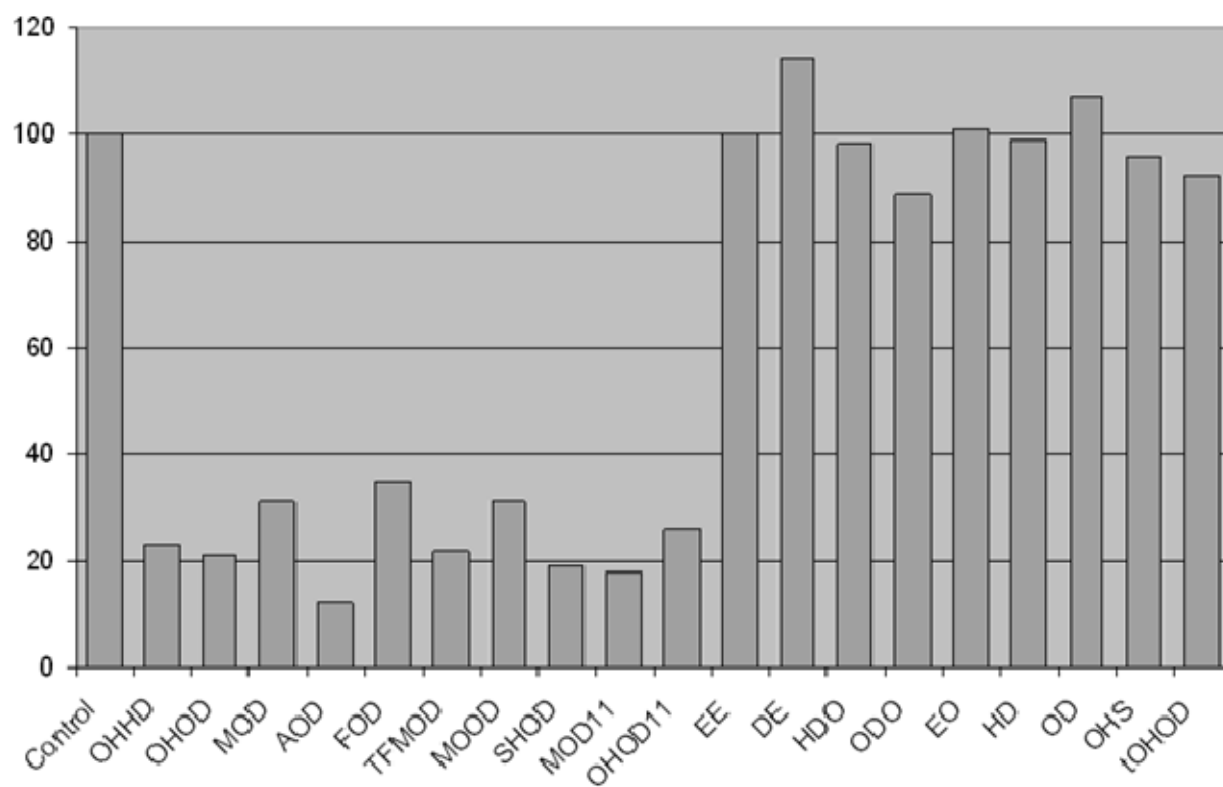


FIGURA DE REFERENCIA 22



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citadas por el solicitante es para la conveniencia del lector solamente. No forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha puesto gran cuidado para la recopilación de las referencias, no se puede excluir la existencia de errores u omisiones y la Oficina de Patentes Europea declina toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- US 5208260 A [0009]
- WO 0135939 A2 [0010]
- WO 2007021061 A1 [0011]
- WO 2005041691 A [0012] [0013]
- WO 2003030891 A [0012] [0013]

Literatura no patente citada en la descripción

- KIM et al. *J. Gen. Physiol.*, 2000, vol. 115 (3), 287-304 [0076]
- WICHER et al. *J. Neurol. Res.*, 2006, vol. 83 (5), 864-73 [0076]
- LAVADO et al. *J. Neurochem.*, 1997, vol. 69 (2), 71-8 [0077]
- MANNING ; SNTHEIMER. *Glia*, 1997, vol. 20 (2), 163-72 [0077]
- ALEMANY R ; PERONA JS ; SÁNCHEZ-DOMÍNGUEZ JM ; MONTERO E ; CAÑIZARES J ; BREZAN R ; ESCRIBÁ PV ; RUIZ-GUTIÉRREZ V. G protein-coupled receptor systems and their lipid environment in health disorders during aging. *BBA Biomembr*, 2007, vol. 1768, 964-975 [0089]
- BARNES PJ ; KARIN M. Nuclear factor-kappaB: a pivotal transcription factor in chronic inflammatory diseases. *N Engl J Med*, 1997, vol. 336, 1066-71 [0089]
- BUDA C ; DEY I ; BALOGH N ; HORVATH LI ; MADERSPACH K ; JUHASZ M ; YEO YK ; FARKAS T. Structural order of membranes and composition of phospholipids in fish brain cells during thermal acclimatization. *Proc. Natl. Acad. Sci USA*, 1994, vol. 91, 8234-8238 [0089]
- CURTO EV ; KWONG C ; HERSMERDORFER H ; GLATT H ; SANTIS C ; VIRADOR V ; HEARING VJ, JR. ; DOOLEY TP. *Biochem Pharmacol*, 1999, vol. 57, 663-672 [0089]
- ESCRIBÁ PV ; SASTRE M ; GARCIA-SEVILLA JA. Disruption of cellular signaling pathways by daunomycin through destabilization of nonlamellar membrane structures. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1995, vol. 92, 7595-7599 [0089]
- ESCRIBÁ PV ; OZAITA A ; RIBAS C ; MIRALLES A ; FODOR E ; FARKAS T ; GARCIA-SEVILLA JA. Role of lipid polymorphism in G protein-membrane interactions: nonlamellar-prone phospholipids and peripheral protein binding to membranes. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1997, vol. 94, 11375-11380 [0089]
- ESCRIBÁ PV. Membrane-lipid therapy: a new approach in molecular medicine. *Trends Mol. Med.*, 2006, vol. 12, 34-43 [0089]
- ESCRIBÁ PV ; GONZÁLEZ-ROS JM ; GOÑI FM ; KINNUNEN PKJ ; VIGH L ; SÁNCHEZ-MAGRANER L ; FERNÁNDEZ AM ; BUSQUETS X ; HORVÁTH I ; BARCELÓ-COBLIJN G. Membranes: A meeting point for lipids, proteins and therapies. *J Cell. Mol. Med.*, 2008, vol. 12, 829-875 [0089]
- MARTÍNEZ JO ; CASAS J F ; ALEMANY R ; PRADES J ; NAGY T ; BAAMONDE C ; KASPRZYK P ; TERÉS S ; SAUS C ; ESCRIBÁ PV. Membrane structure modulation, protein kinase C alpha activation, and anticancer activity of minerval. *Mol Pharmacol*, 2005, vol. 67, 531-40 [0089]
- NDUATI et al. Effect of folate derivatives on the activity of antifolate drugs used against malaria and cancer. *Parasitol Res*, 2008, vol. 102, 1227-1234 [0089]
- PATIL CS ; SINGH VP ; KULKARNI SK. Modulatory effect of Sildefanil in diabetes and electroconvulsive shock-induced cognitive dysfunction in rats. *Pharmacological Reports*, 2006, vol. 58, 373-380 [0089]
- RAID PC ; URANO Y ; KODAMA T ; HAMAKUBO T. Alzheimer's disease: cholesterol, membrane rafts, isoprenoids and statins. *J Cell Mol Med*, 2007, vol. 11, 383-392 [0089]
- STENDER S ; DYERBERG J. Influence of trans fatty acids on health. *Ann. Nutr. Metab.*, 2004, vol. 48, 61-66 [0089]
- WISE LE ; IREDALE PA ; STOKES RJ ; LITCHMAN AH. Combination of Rimnabant and Donepezil prolongs spatial memory duration. *Neuropsychopharmacology*, 2007, vol. 32, 1805-1812 [0089]
- YANG, Q ; ALEMANY, R ; CASAS, J ; KITAJKA, K ; LANIER, SM ; ESCRIBÁ PV. Influence of the membrane lipid structure on signal processing via G protein-coupled receptors. *Mol Pharmacol*, 2005, vol. 68, 210-7 [0089]