

WHITEPAPER

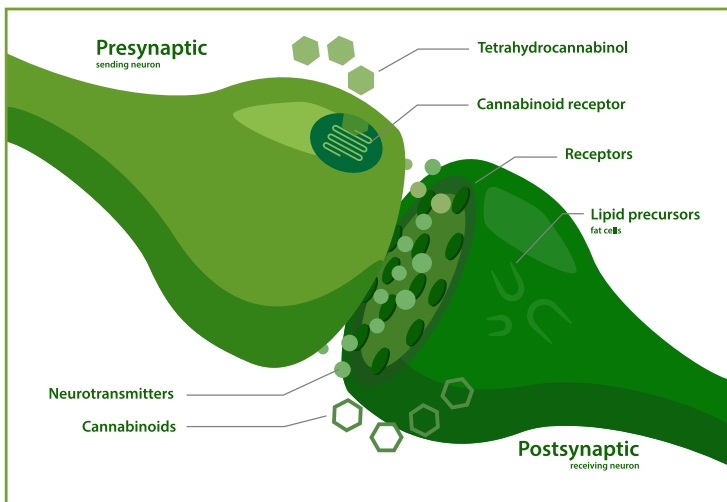
Flujo de trabajo del cánnabis

Extracción segura y eficiente de extractos de cáñamo

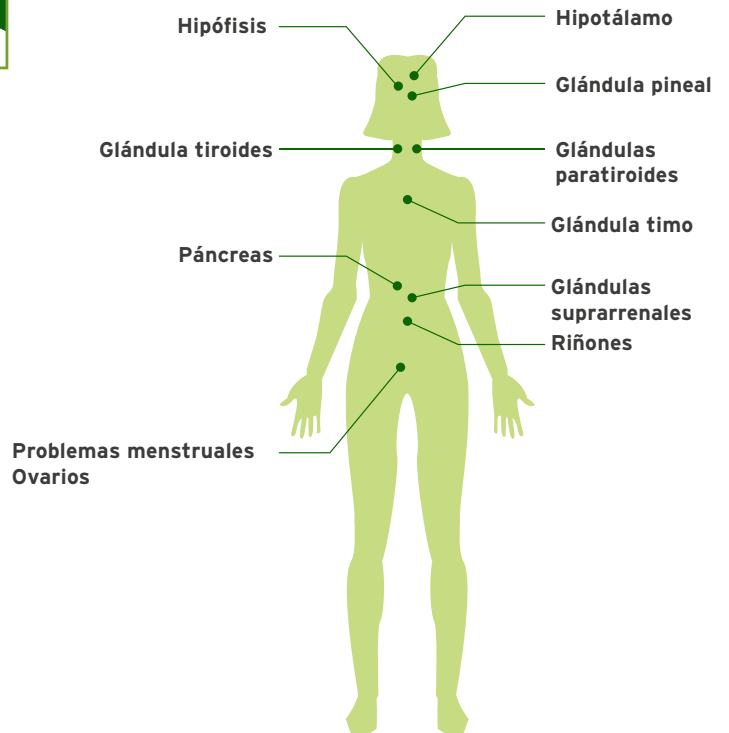
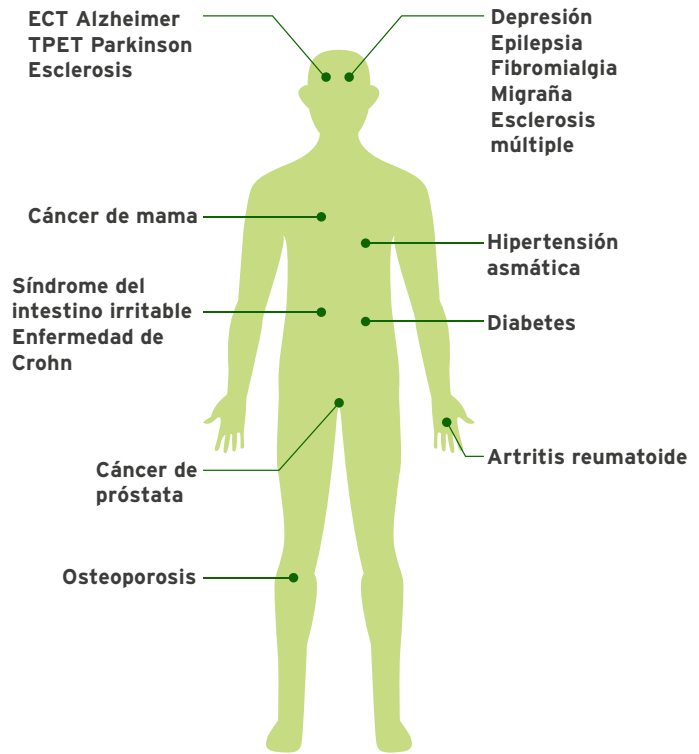
La gestión cada vez más liberal del cultivo y el uso de la planta de cáñamo en muchas partes del mundo no solo resulta interesante para quienes consumen cánnabis por su efecto estupefaciente. La planta medicinal y comercial más antigua de la humanidad es también rica en metabolitos que poseen potencial farmacológico o terapéutico. No solo los fabricantes de productos farmacéuticos, sino también los de alimentos y suplementos alimenticios, así como de bebidas y productos de cuidado personal, se han propuesto aprovechar este potencial. Y no es de extrañar: se estima que las ventas en el mercado mundial del cánnabis alcanzarán los 50 000 millones de euros en 2023, con un aumento del 15 % anual para 2027 [1]. Un negocio lucrativo, también con

productos de cáñamo de venta libre. Sin embargo, están sometidos a estrictos controles, por lo que no deben contener delta- Δ^9 -tetrahidrocannabinol (THC) en cantidades relevantes, es decir, el ingrediente al que se atribuye el efecto estupefaciente del cánnabis. Por otro lado, se plantea la cuestión de cómo lograr el mayor rendimiento posible de los ingredientes de cáñamo de los que se espera obtener el beneficio comercial deseado. La técnica de extracción tiene una gran importancia en este sentido. En este libro blanco, se explican varios procedimientos que son muy comunes y habituales para la extracción de los cannabinoides THC y CBD, así como el papel que desempeña la regulación y el ajuste de la temperatura, que es de gran importancia para el éxito del proceso.

El cáñabis, un género de planta perteneciente al cáñamo, es probablemente la planta comercial y medicinal más antigua conocida, que, según los últimos hallazgos, se domesticó por primera vez en Asia Oriental durante el periodo neolítico [2]. Desde China, empezó a recorrer el mundo a través de la India y las primeras altas culturas de Oriente Próximo. La propagación no se produjo únicamente por la extracción de fibras vegetales (el cáñamo se puede utilizar para fabricar cuerdas, redes, cordeles e hilos [3]): fuentes históricas de 2000 años antes de Cristo indican que el cáñabis se cultivaba principalmente para su consumo como droga. La forma estupefaciente se extendió a diferentes regiones del mundo: en el s. XIII a África, en el s. XVI a América Latina y en el s. XX a Norteamérica procedente del subcontinente indio [2].



El CBD también se utiliza para el dolor neuropático.



Incorporar el CBD en la vida cotidiana puede tener un efecto positivo en la mente y el cuerpo.

Hasta la fecha, se han identificado más de 530 compuestos (químicamente) diferentes procedentes del metabolismo primario y secundario de la planta de cáñamo. Entre ellos, se encuentran unos 110 cannabinoides, los más importantes actualmente son el delta- Δ_9 -tetrahidrocannabinol (THC) y el cannabidiol (CBD), y 140 terpenoides. Estos últimos son especialmente importantes debido a sus propiedades organolépticas, así como a su potencial para la huella química de diferentes variedades y su interacción sinérgica con los cannabinoides. [7]

Además de su efecto estupefaciente, que se atribuye especialmente al delta- Δ_9 -tetrahidrocannabinol (THC), desde muy pronto se supo aprovechar el potencial sanador del cáñabis. En China, por ejemplo, se ha utilizado para tratar una gran variedad de enfermedades, como el estreñimiento, la gota, la malaria, el reumatismo, la fiebre, la falta de apetito, los estados flemáticos y las dificultades para hablar [4]. En la actualidad, se da por hecho el potencial farmacológico del cáñabis (se distinguen básicamente dos especies, *Cannabis sativa* y *Cannabis indica* [5]). Se ha demostrado que tiene efectos terapéuticos en diversas enfermedades, desde el dolor crónico y la esclerosis múltiple (EM) hasta la epilepsia y la ansiedad [6]. Pero, ¿qué hace que el cáñamo sea un medicamento tan útil?

Muy lejos de la consideración inicial simplificada de que solo Δ_9 -THC soporta la actividad biológica del cáñabis, escriben Flavio A. Franchina, Lea M. Dubois

y Jean-François Focant, del Molecular Systems, Organic and Biological Analytical Chemistry Group, en la Universidad de Liège (Lieja) en Bélgica, que numerosos estudios han demostrado la importancia y la interacción de los diferentes metabolitos presentes en el cáñabis y han llevado al descubrimiento y aislamiento de nuevos compuestos activos [7]. El cáñabis contiene, dependiendo de la especie, más o menos Δ_9 -THC y otros metabolitos endógenos, como el cannabidiol (CBD), que también es un cannabinoide; se cree que el CBD tiene efectos antiespasmódicos, antiinflamatorios, analgésicos, ansiolíticos y calmantes [8]. Aunque algunos metabolitos del cáñabis mostraron un efecto más fuerte que otros, el equilibrio y la interacción de todos los metabolitos son importantes para el efecto de la planta de cáñamo. Esto no solo afecta a las aplicaciones médicas, sino también al uso previsto del cáñabis en alimentos y cosméticos.

Extracción de los principios activos del cánnabis: paso a paso

Para comercializar con éxito el cánnabis, no solo se requiere un conocimiento específico de la composición química de los metabolitos primarios y secundarios que contiene. Además, los componentes deseados del cánnabis deben aislarse de forma limpia y eficiente, y enriquecerse en cantidades relevantes para cada preparado. Por tanto, se requiere eficiencia. Para ello, se utilizan varias técnicas de extracción

científicamente fundadas y establecidas, que ya han demostrado su eficacia en una amplia gama de aplicaciones. Básicamente, se trata de tres métodos de extracción basados en disolventes que permiten extraer los ingredientes del cánnabis del material vegetal. Echemos un vistazo a los procesos de trabajo básicos.

Extracción

Proceso de separación en el que uno o más componentes se desprenden de una mezcla de sustancias compuesta por varios elementos sólidos, líquidos o gaseosos mediante un medio de extracción sólido, líquido o gaseoso. La preparación de café en una cafetera doméstica es un ejemplo común de extracción, seguido de un proceso de filtrado para separar la fase líquida aromática del café molido.

Destilación

Proceso de separación térmica para extraer líquidos vaporizables o separar, aislar y capturar mediante condensación disolventes de sustancias difíciles de evaporar. Aparte del aparato de destilación, no se requieren materiales básicos como adsorbentes o disolventes; la separación de los componentes se realiza únicamente mediante la aportación de energía térmica y la consideración de la temperatura de ebullición necesaria. Las destilerías, por ejemplo, utilizan la destilación para obtener bebidas espirituosas como destilado a partir de una mezcla de materia macerada, por ejemplo, a partir de cereales fermentados.

Extracción de fluidos supercríticos

Un procedimiento seguro, no tóxico y respetuoso con el medio ambiente para extraer o eliminar ingredientes de fuentes vegetales es la extracción de materiales básicos vegetales con dióxido de carbono supercrítico (CO₂). Esta forma de extracción líquida se utiliza, por ejemplo, para descafeinar granos de café, obtener nicotina del tabaco, en la producción de aceites esenciales o también en la extracción de lúpulo para la elaboración de cerveza. Este procedimiento también se utiliza para obtener una resina rica en cannabinoides a partir del cáñamo.

En este caso, el CO₂ se convierte en un estado supercrítico cambiando la presión; las propiedades del dióxido de carbono en el estado agregado supercrítico están entre las de un gas y un líquido, donde el dióxido de carbono supercrítico es tan denso como un líquido, pero tiene la viscosidad de un gas. Los ingredientes del cánnabis se extraen mientras el dióxido de carbono supercrítico fluye a través de una cámara que contiene el material del cáñamo. Cuando finalmente se reduce la presión, el dióxido de carbono se evapora y deja como residuo el extracto de cánnabis sin disolventes (consulte la imagen 1: diagrama de fases de dióxido de carbono).

Por cierto, al ajustar la temperatura y la presión, los sistemas de CO₂ pueden proporcionar extractos con un perfil de terpeno completo. Los sofisticados aparatos de extracción también permiten el fraccionamiento y la extracción aislada de los componentes deseados. Si el sistema dispone de una unidad de refrigeración integrada, el dióxido de carbono utilizado se puede fluidificar y reciclar. Por otro lado, el calentador de recirculación en el evaporador, con temperaturas alrededor de 30 °C, garantiza extractos de alta pureza, ya que ayudan a eliminar completamente el dióxido de carbono del extracto. Un control de temperatura constante y preciso de ambos componentes es fundamental para un control seguro y fiable del proceso, así como para una alta selectividad y rendimiento.

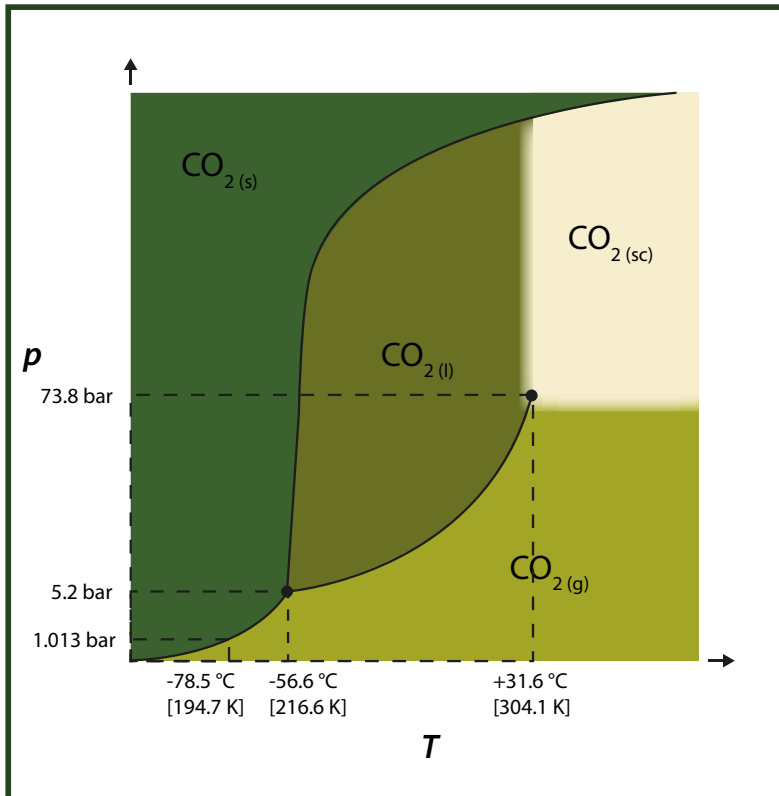


Imagen 1: diagrama de fases del dióxido de carbono

Extracción con hidrocarburos líquidos

Un procedimiento habitual para extraer ingredientes vegetales es el uso de hidrocarburos líquidos de bajo peso molecular, como el butano o el propano, como los que se utilizan en los encendedores domésticos. En primer lugar, el hidrocarburo líquido pasa a través de un lecho de material de cáñamo y se filtra para obtener un extracto de disolvente que contiene los ingredientes vegetales deseados y está libre de componentes no deseados de la matriz. Para continuar con el procedimiento, se requiere una reducción de la presión, por lo que el hidrocarburo líquido se evapora y queda un extracto rico en cannabinoides sin disolventes. La extracción con hidrocarburos líquidos requiere precauciones de seguridad especiales debido a la inflamabilidad del compuesto utilizado. Las bajas temperaturas son necesarias para mantener el estado líquido del hidrocarburo bajo presión. Las unidades de control de temperatura (TCU) de recirculación, que permiten la refrigeración a -60 °C (-76 °F) o menos, facilitan el control del proceso. Al mismo tiempo, se requiere una distribución del calor lo más homogénea posible para evaporar por completo el hidrocarburo utilizado y obtener un extracto sin disolventes. La capacidad de refrigeración y calefacción de las TCU deben corresponderse con el rendimiento necesario para la envergadura de la aplicación.

Destilación al vacío

Destilación a presión reducida: al colocar una mezcla líquida bajo vacío, se reducen los puntos de ebullición del fluido que se va a separar; los equilibrios térmicos se desplazan, lo que tiene un efecto favorable en el rendimiento de la separación. Sin embargo, el vacío también reduce la densidad del vapor y la velocidad de destilación, lo que significa que hay menos moléculas por unidad espacial. Esta circunstancia afecta a la velocidad de destilación; siempre que es posible, se intenta destilar en condiciones atmosféricas porque es más rápido. Por otro lado, se reduce la carga térmica de los componentes sensibles a la temperatura bajo vacío, lo que a su vez tiene un efecto favorable en el resultado de la destilación. Además, la velocidad del proceso también puede mejorar si se pueden reducir los tiempos de calentamiento.

DESCARBOXILACIÓN

Reacción química en la que una molécula de dióxido de carbono se descompone, a menudo a temperaturas más altas o catalizada enzimáticamente. El efecto del calor facilita y promueve la extracción de los cannabinoides THC y CBD, que están presentes en gran parte en la planta de cannabis como ácidos carboxílicos farmacológicamente inactivos (THC-A y CBD-A). En la descarboxilación, una molécula de dióxido de carbono se descompone bajo la acción del calor y ambos compuestos se convierten en sus formas fenólicas activas (THC y CBD). Para ello, el material vegetal seco se tritura y se calienta durante un tiempo determinado a 100...150 °C. En el caso de los extractos, el proceso de descarboxilación se lleva a cabo después de la hibernación calentando el extracto de aceite resultante (100...160 °C)

Hibernación

Procedimiento para estabilizar aceites comestibles mediante la cristalización y filtración de componentes de grasa floculados, como ceras y glicéridos de alta fusión, a temperaturas de hasta 5 °C. La hibernación se puede utilizar para separar las sustancias que no se diferencian o solo se diferencian de forma limitada debido a puntos de ebullición similares en función de sus puntos de fusión, es decir, a través de la transición de fase de líquido a sólido en lugar de líquido a gas.

Extracción con etanol

El alcohol es capaz de atravesar fácilmente las membranas y paredes celulares vegetales, y de disolver con cuidado las sustancias contenidas en las células. Esta propiedad también se utiliza en la extracción de cannabinoides de la planta de cannabis, utilizando etanol de calidad alimentaria o USP (Farmacopea de Estados Unidos) como disolvente. La extracción con alcohol muestra una gran variación en relación con los recipientes y reactores utilizados. Sin embargo, el tiempo de permanencia del material vegetal en el alcohol y la temperatura son decisivos para el proceso de extracción. El etanol se enfría habitualmente a -20 °C (-4 °F) y luego se bombea a un recipiente con cannabis. Si se utiliza un recipiente revestido para enfriar el etanol, una TCU de baja temperatura actúa como fuente de refrigeración. Una vez finalizado el tiempo de remojo, la solución se filtra o se retira el material vegetal lixiviado, como la bolsa de té en una taza. El extracto resultante se concentra, eliminando el etanol, en forma de aceite. Normalmente, se emplean evaporadores rotatorios, evaporadores de película descendente o un sistema de destilación al vacío discontinuo para este paso.



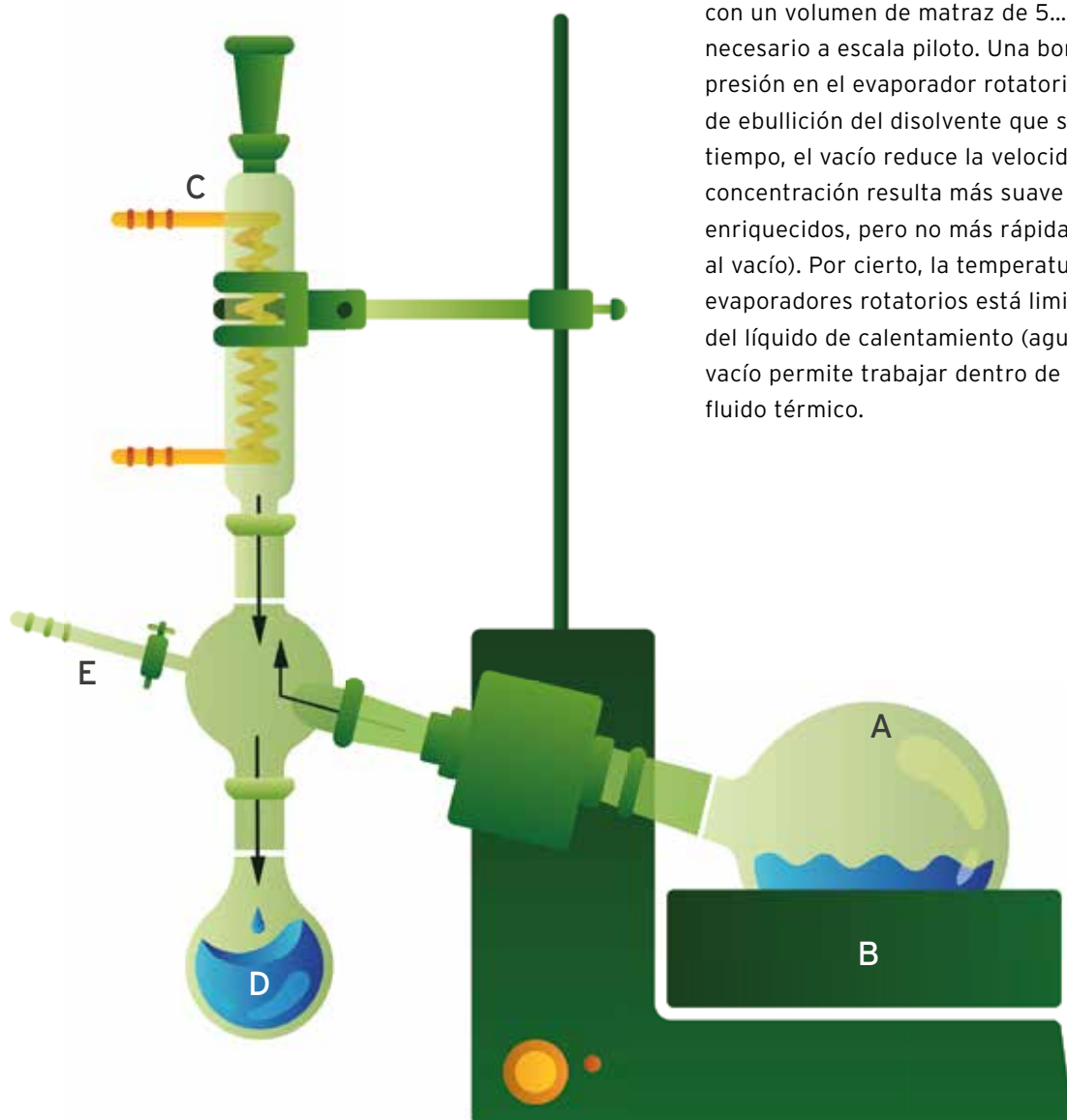
Depuración de los extractos de cánnabis

Todos los métodos de extracción descritos dan como resultado un aceite, una vez eliminado el disolvente utilizado. Además de terpenos, THC, CBD y otros metabolitos del cánnabis, este aceite contiene ceras vegetales, lípidos y, posiblemente, clorofila, que pueden precipitarse cuando el aceite se mezcla con etanol y se almacena a temperaturas por debajo del punto de congelamiento. El

filtrado permite eliminar los componentes no deseados de la matriz. En función de la finalidad de uso correspondiente, se requiere una depuración adicional del extracto (hibernación) y concentración para obtener un aislado de alta pureza que también sea adecuado para aplicaciones médicas. Los evaporadores rotatorios son habituales y muy utilizados.

Evaporación rotatoria

Desde su invención en 1950, el evaporador rotatorio ha sido una herramienta valiosa para obtener aislados de alta pureza. Los evaporadores rotatorios permiten la eliminación controlada de disolventes bajo vacío. Hay disponibles evaporadores rotatorios de diferentes tamaños con un volumen de matraz de 5...20 litros y más, según sea necesario a escala piloto. Una bomba de vacío reduce la presión en el evaporador rotatorio y, por lo tanto, el punto de ebullición del disolvente que se va a eliminar: al mismo tiempo, el vacío reduce la velocidad de evaporación. La concentración resulta más suave para los cannabinoides enriquecidos, pero no más rápida (consulte la destilación al vacío). Por cierto, la temperatura máxima posible en evaporadores rotatorios está limitada por las propiedades del líquido de calentamiento (agua/aceite). Por lo tanto, el vacío permite trabajar dentro de la ventana operativa del fluido térmico.



Secuencia del proceso en la evaporación rotatoria.

Y así es como funciona el proceso de evaporación:

Normalmente, el matraz de destilación (A) se llena hasta la mitad con extracto de disolvente. El baño maría (B) se calienta a 30...40 °C. La temperatura del condensador (C), regulada por un recirculador de refrigeración, se ajusta a -10...0 °C (reducción de la velocidad de descomposición térmica de los cannabinoides). Una vez que el baño maría y el enfriador han alcanzado los valores especificados, el matraz de destilación se pone en rotación a 150...200 rpm y el fluido se arrastra a la pared interior del matraz de vidrio como una fina película. Así aumentan la superficie de la solución y la tasa de evaporación del disolvente. La aplicación de un vacío adecuado al sistema (E) reduce el punto de ebullición. El vacío se debe ajustar de forma que la temperatura del vapor de etanol sea de 15...20 °C. Se condensa y acumula en el matraz de destilado (D). La reproducibilidad se puede optimizar con pocos ajustes. Secuencia del proceso de evaporación rotatoria (consulte la imagen de la izquierda)



Refrigerador de inmersión
JULABO FT900



Refrigerador de inmersión
JULABO FT200

A propósito:

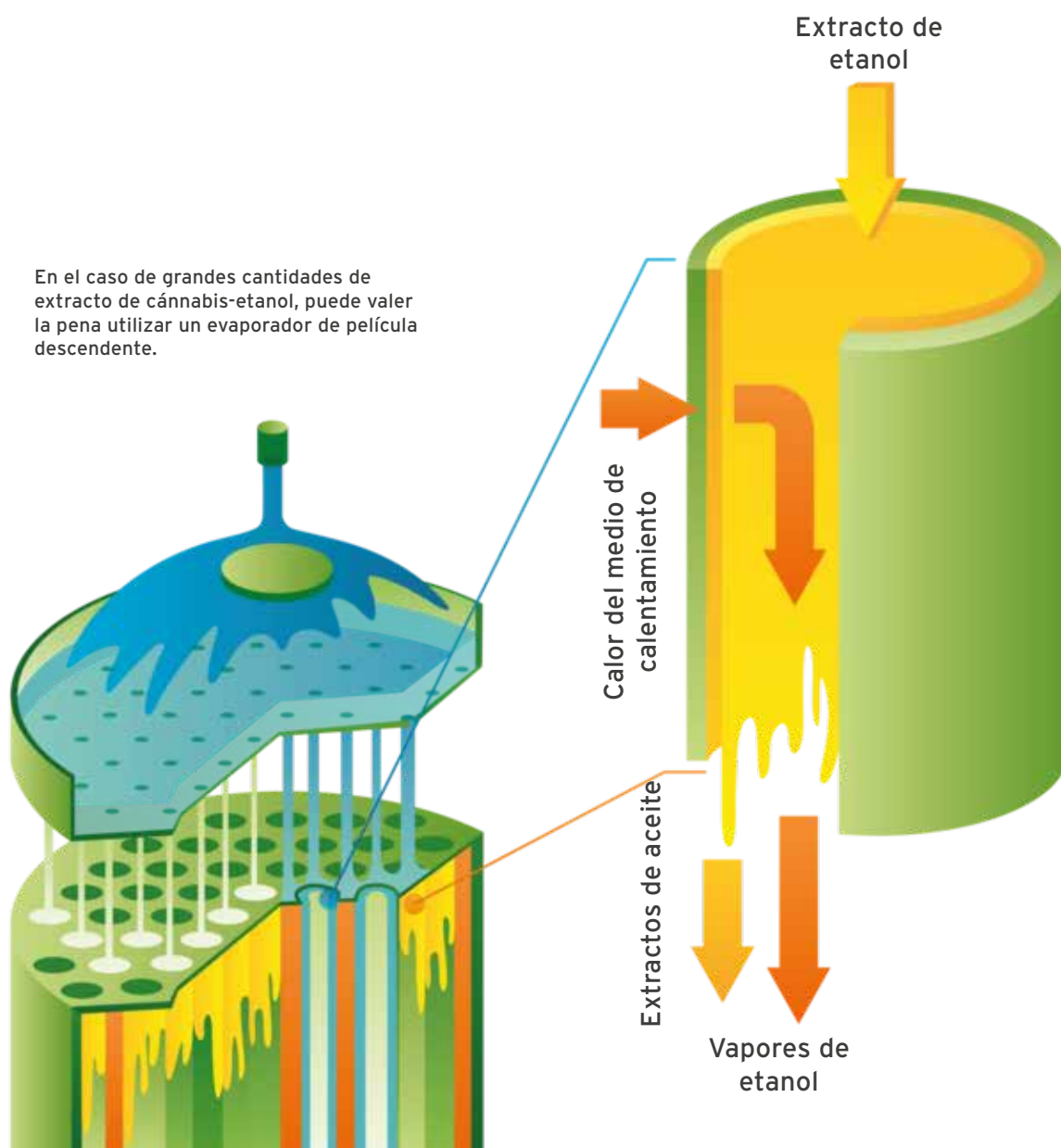
Si se aumenta la tasa de evaporación reduciendo el vacío y/o subiendo la temperatura del baño maría, se puede producir la sobrecarga del condensador, ya que la tasa de evaporación supera la capacidad de condensación del recirculador de refrigeración. En este caso, el vapor de etanol fluye a través del condensador hacia la bomba de vacío, lo que, dependiendo del equipamiento, puede no tener consecuencias o provocar un fallo total de la bomba. Para aumentar el rendimiento, los evaporadores rotatorios pueden ampliarse caso por caso y, por ejemplo, equiparse con un control de vacío automático y accesorios de llenado (manuales y automáticos).

Por lo demás, la mayoría de las bombas de vacío están dotadas de una trampa fría de contracorriente por la razón mencionada arriba. Ahí se separan los componentes volátiles que atraviesan el condensador principal entre -40...-90 °C para que no lleguen hasta la bomba. Para el funcionamiento de la trampa fría, es adecuado, por ejemplo, un refrigerador de inmersión, como el Julabo FT-200 o FT-900.

Evaporación de película descendente

Si hay que tratar grandes cantidades de extracto de cánnabis-etanol, puede resultar rentable emplear evaporadores de película descendente. Los evaporadores de película descendente son, en pocas palabras, intercambiadores de calor de tubos verticales. Bajo vacío, la solución de etanol fluye a través de uno o más tubos calentados externamente, evaporando el etanol. El vapor se acumula en un condensador o una trampa fría, mientras que el extracto de cánnabis de ebullición superior baja por la pared interior del tubo hasta un recipiente colector. Este procedimiento ofrece una alta capacidad de evaporación con un tiempo de acción térmica corto sobre el extracto, a la vez que permite un funcionamiento continuo. Sin embargo, este dispositivo requiere circuladores de calentamiento de tamaño adecuado para facilitar el proceso de evaporación y enfriadores para condensar el vapor de etanol.

En el caso de grandes cantidades de extracto de cánnabis-etanol, puede valer la pena utilizar un evaporador de película descendente.



Obtención de extractos de cánnabis de alta pureza

Por último, pero no por ello menos importante, las aplicaciones médicas y de otro tipo requieren que se usen extractos de THC y CBD de alta pureza. Además, el delta- Δ^9 -tetrahidrocannabinol (THC) no debe estar presente en cantidades relevantes en productos de cáñamo o CBD de venta libre. Por lo tanto, una consideración importante durante la gestión del proceso puede ser reducir el contenido de THC para eliminar el efecto psicoactivo asociado y esperado, y obtener un producto rico en CBD.

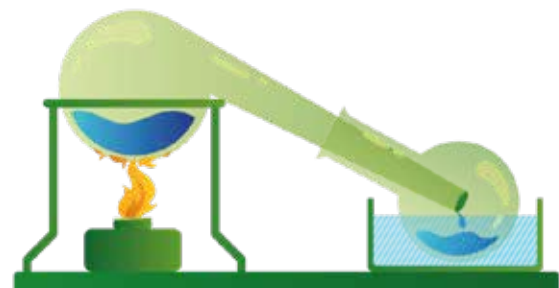
Los procedimientos de destilación solo son adecuados de forma limitada: mientras que los terpenos se separan relativamente bien por destilación, no es así con el THC (157 °C) y el CBD (160...180 °C), por lo que el THC no se puede separar por destilación. Sin embargo, es posible ajustar la relación entre CBD y TCH en una medida limitada mediante la selección del material vegetal adecuado (variedad, selección). Si se desean eliminar componentes del proceso técnico, se necesitan procedimientos cromatográficos adecuados.

Opciones de destilación al vacío

DESTILACIÓN GENERAL

Forma sencilla de separación destilada de mezclas líquidas. El aceite se calienta en un matraz bajo vacío (normalmente con una placa de calentamiento de agitador magnético) con un cabezal de destilación corto.

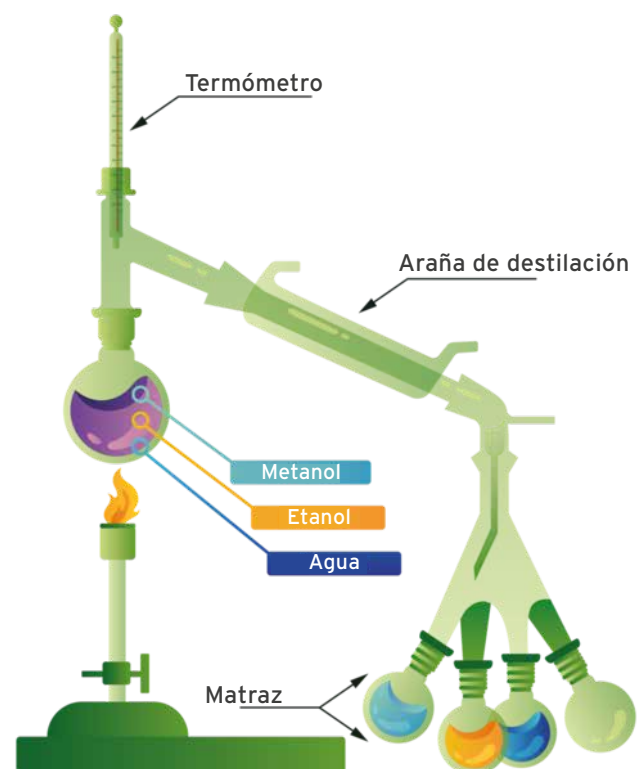
Un recirculador de refrigeración se encarga de enfriar el condensador o de condensar los vapores. Esta forma de destilación, que se utiliza para separar los disolventes o, en ocasiones, también en el sector de las bebidas espirituosas, resulta inadecuada para la obtención de extractos de cánnabis: el tiempo prolongado de permanencia de la muestra en el matraz a alta temperatura y presión normal puede provocar la descomposición de los cannabinoides.



Destilación general: forma sencilla de separación destilada de mezclas líquidas.

DESTILACIÓN FRACCIONADA

Para obtener mejores resultados de separación, las mezclas de sustancias líquidas se pueden destilar fraccionadas, es decir, el destilado se recoge en un recipiente colector propio en función del punto de ebullición. Si la temperatura del vapor aumenta, lo que indica una nueva fracción de compuesto o mezcla, la posición del matraz receptor se adapta para aislar las diferentes fracciones.



Destilación fraccionada: para obtener mejores resultados de separación, las mezclas de sustancias líquidas también se destilan fraccionadas.

DESTILACIÓN DE PELÍCULA FINA

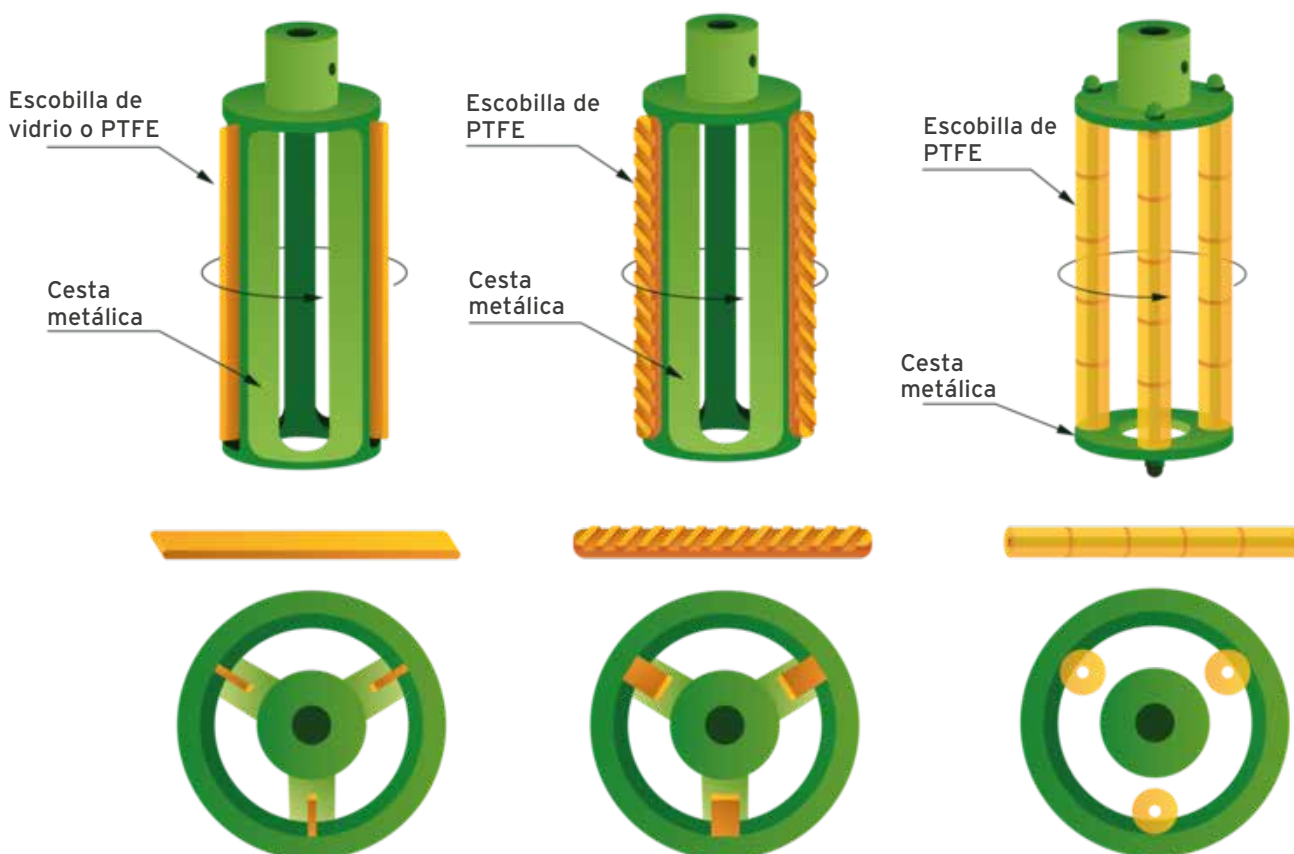
Esta variante de destilación horizontal o vertical (película limpia) puede funcionar por lotes o de forma continua: en función de la aplicación, el aceite se aplica a presión atmosférica o bajo vacío (hasta aprox. 1 mbar) en la parte superior de un cilindro vertical calentado. Mediante rodillos o rascadores giratorios, el aceite es arrastrado en una película fina sobre la superficie calentada.

La condensación del vapor puede realizarse de diferentes maneras: mediante un evaporador de película fina de recorrido corto con condensador interno o físicamente separados entre sí mediante un evaporador de película fina con columna externa, lo que prolonga el recorrido de condensación. Los recipientes colectores recogen el condensado y los residuos de alta temperatura en el suelo. El principal valor añadido de esta técnica es la reducción del tiempo de exposición del aceite a altas temperaturas. La capacidad de poder pasar a un funcionamiento continuo mejora la productividad. Un calentador de recirculación controla la temperatura del depósito de alimentación y del cuerpo de la película limpia con revestimiento exterior.

Los criostatos de circulación refrigeran el condensador y la trampa fría. Para obtener la composición de componentes deseada en el destilado, es necesario optimizar la velocidad de alimentación, el vacío y las temperaturas. La pureza y composición deseadas del destilado se pueden lograr ajustando con precisión el proceso. La destilación de película fina es adecuada para separar los terpenos de la fracción pesada, es decir, los cannabinoides y los residuos de la matriz en el sumidero.

DESTILACIÓN DE RECORRIDO CORTO/ MOLECULAR

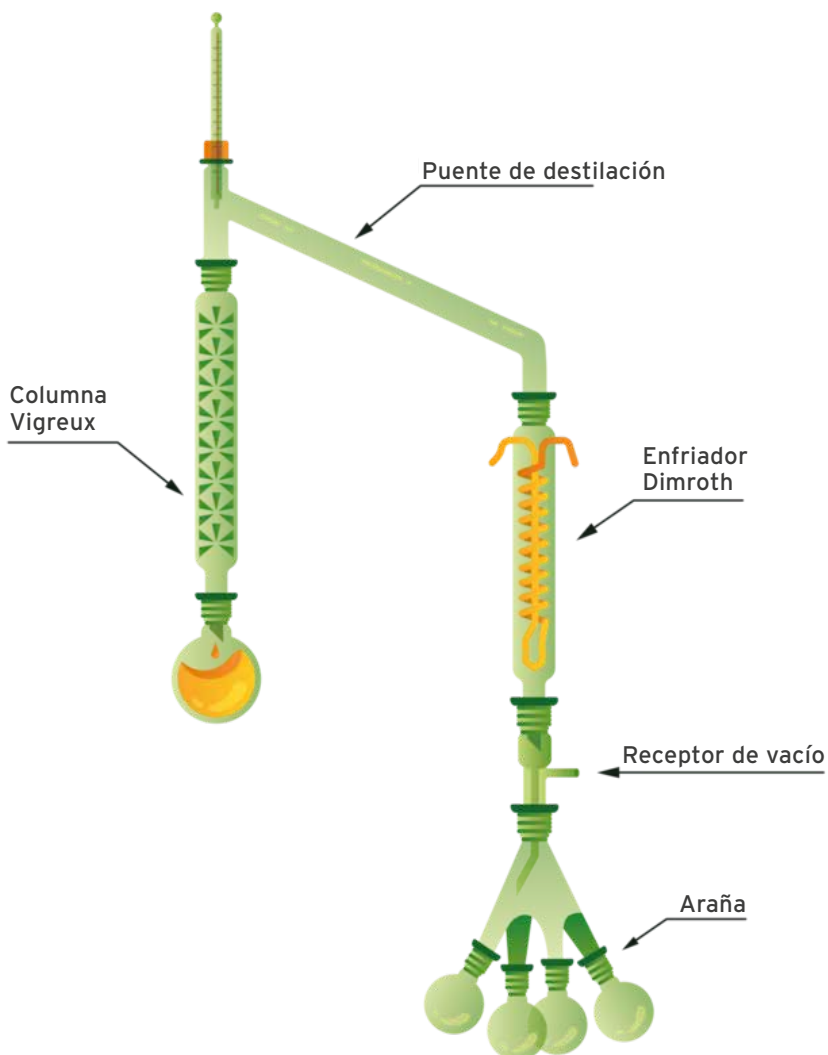
Variante de destilación de "película limpia" para su uso en alto vacío (menos de 10^{-2} mbar). El evaporador y el condensador deben estar cerca entre sí, por lo que se denomina destilación de recorrido corto. El vacío, a su vez, debe ser tan alto que la longitud del recorrido libre de una molécula evaporada sea mayor que la distancia entre el evaporador y el condensador. En estas condiciones, el punto de ebullición se puede minimizar y los cannabinoides del vapor se separan de la fracción más pesada del sumidero.



La destilación de película fina es adecuada para separar los terpenos de la fracción pesada.

RECTIFICACIÓN

Destilación con una columna: una columna puede mejorar el rendimiento de la separación de una planta de destilación. Esta columna puede estar compuesta por diferentes tipos de columnas (Vigreux, Oldershaw, etc.) que permiten una separación más fina de los componentes. Para una mejor comprensión: en la destilación, el equilibrio entre la fase líquida y la de vapor solo se establece una vez, en la superficie del líquido; es, por así decirlo, la primera etapa de separación. El vapor ascendente y el condensado descendente interactúan varias veces con la columna (columna de platos, columna de relleno, etc.), en cada plato de una columna de platos o fluyendo a lo largo de una columna de relleno. De este modo, se pueden completar varias etapas de separación; por ejemplo, con un paquete de alto rendimiento de hasta 100 platos, lo que equivale a 100 destilaciones generales conectadas en serie. Esto significa que la longitud de la columna de fraccionamiento con sus salientes, platos o material de relleno hace que el vapor y el fluido se ajusten varias veces en equilibrio, lo que favorece la separación de los componentes.



Rectificación: en la destilación, una sola columna puede mejorar el rendimiento de separación de una planta de destilación.

Acerca de la temperatura

Para obtener extractos de cánnabis y cannabinoides con la pureza y la selectividad deseadas, se requiere un equipo técnico adecuado. El control de la temperatura del proceso es fundamental para el éxito de la extracción. Por lo general, solo se puede obtener el máximo rendimiento y pureza de extracción si se ajustan con exactitud todos los parámetros del procesamiento. Los proveedores de instrumentos de control de temperatura de líquidos pueden proporcionar información sobre los procesos, métodos y

estándares básicos para así elegir el producto adecuado. Es importante que la temperatura se tenga en cuenta desde el principio a la hora de evaluar el equipo. Los sistemas de control de temperatura de líquidos de alta calidad con las capacidades de calentamiento y/o refrigeración necesarias tienen un impacto positivo en el rendimiento del material, la calidad y el tiempo de funcionamiento.

JULABO - La mejor opción para una tecnología de control de temperatura perfecta

JULABO es uno de los principales fabricantes de instrumentos de control de temperatura para la investigación, la industria y la ciencia. Desde hace más de cinco décadas, con nuestros productos premium, brindamos un servicio de primera y, a nuestros clientes, siempre la temperatura exacta en el momento deseado. Impulsamos el desarrollo de la tecnología de control de temperatura con conocimientos técnicos vanguardistas, motivados por la responsabilidad que tenemos como proveedor de primera calidad a la cabeza del mercado mundial.

Por cierto, si está interesado en echar un vistazo a una moderna planta de destilación operada por Pilodist GmbH en Meckenheim y perfectamente acondicionada con termostatos de laboratorio JULABO, haga clic aquí o siga el código QR.

Para no desvelarle demasiado, Pilodist GmbH es un proveedor líder mundial de equipos y sistemas para la separación térmica, la investigación, el desarrollo y el control de calidad. Como socio de la empresa desde hace muchos años, JULABO permite obtener de forma fiable las temperaturas exactas para todos los procesos de los distintos sistemas de destilación. JULABO controla la temperatura de los sistemas de Pilodist con diferentes productos como, por ejemplo, termostatos de calefacción, criostatos de circulación y refrigeradores de inmersión. Con estos productos se realizan las siguientes aplicaciones: destilación de petróleo crudo, evaporadores de película fina, plantas piloto de destilación, extracción de cánnabis.

Superior
TEMPERATURE
TECHNOLOGY for a
better **Life**



Depende de usted

El equipo de JULABO le ayuda en todas las cuestiones relacionadas con la extracción, el procesamiento, el calentamiento y la refrigeración. Haga clic aquí para ponerse en contacto con uno de nuestros especialistas.





Referencias

[1] <https://de.statista.com/outlook/hmo/cannabis/weltweit#umsatz>

[2] Ren et al., Large-scale whole-genome resequencing unravels the domestication history of *Cannabis sativa*, *Science Advances* 7, 29 (2021), <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abg2286>

[3] (Indischer) Hanf - Cannabis, Kooperation Phytopharmaka, *Arzneimittellexikon*, <https://arzneipflanzenlexikon.info/cannabis.php>, 16.11.2021

[4] Alexandra Latour, Die Geschichte von Cannabis als Medizin, *Leafly* 11.06.2018, <https://www.leafly.de/die-geschichte-von-cannabis-als-medizin/>

[5] Alexandra Latour, Cannabis Sorten: Indica, Sativa und Ruderalis - Das sind die Unterschiede, *Leafly* (2018), <https://www.leafly.de/indica-sativa-ruderalis-cannabis-sorten/>

[6] Arno Hazekamp, Katerina Tejkalová y Stelios Papadimitriou, Cannabis: From Cultivar to Chemovar II – A Metabolomics Approach to Cannabis Classification, *Cannabis und Cannabinoid Research* 1 (2016) 202-215, <https://doi.org/10.1089/can.2016.0017>

[7] Falvio A. Franchina, Lea M. Dubois y Jean-François Focant, In-Depth Cannabis Multiclass Metabolite Profiling Using Sorptive Extraction and Multidimensional Gas Chromatography with Low and High-Resolution Mass Spectrometry, *Analytical Chemistry* 92 (2020) 10512-10520, <https://dx.doi.org/10.1021/acs.analchem.0c01301>

[8] [15] Cannabidiol (CBD) Wirkung & Fakten, *Krankenkassen Zentrale*, <https://www.krankenkassenzentrale.de/wiki/cbd>

Imágenes: YipYips Digitalagentur, Philipsstraße 2, 52068 Aquisgrán, Alemania, hi@yipyips.de, www.yipyips.de