

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 012**

51 Int. Cl.:

A61P 11/00 (2006.01)

A61K 31/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2006 E 06830454 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2013 EP 1962960**

54 Título: **Procedimiento de micronización**

30 Prioridad:

14.12.2005 DE 102005059602

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

18.10.2013

73 Titular/es:

**BOEHRINGER INGELHEIM PHARMA GMBH &
CO.KG (100.0%)
BINGER STRASSE 173
55218 INGELHEIM AM RHEIN, DE**

72 Inventor/es:

**RASENACK, NOBERT;
WALZ, MICHAEL;
GRAEBNER, HAGEN y
TRUNK, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 426 012 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

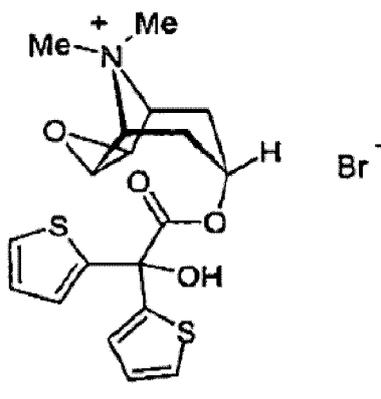
Procedimiento de micronización

La invención se refiere a un procedimiento para fabricar una forma micronizada y libre de agua de bromuro de (1 α ,2 β ,4 β ,5 α ,7 β)-7-[(hidroxi-di-2-tienil-acetil)oxi]-9,9-dimetil-3-oxa-9-azoniatriciclo[3.3.1.0^{2,4}]-nonano.

5 Antecedentes de la invención

El compuesto bromuro de (1 α ,2 β ,4 β ,5 α ,7 β)-7-[(hidroxi-di-2-tienil-acetil)oxi]-9,9-dimetil-3-oxa-9-azoniatriciclo[3.3.1.0^{2,4}]-nonano se conoce de la Solicitud de Patente Europea EP 418 716 A1 y posee la siguiente estructura química:

El compuesto exhibe valiosas propiedades farmacológicas y es conocido por el nombre de bromuro de tiotropio



(I)

10 (BA679). El bromuro de tiotropio constituye un anticolinérgico altamente eficaz y, por consiguiente, puede exhibir un beneficio terapéutico en la terapia del asma o la EPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica).

La aplicación del bromuro de tiotropio se realiza preferiblemente por inhalación. A tal efecto, se pueden administrar polvos de inhalación apropiados, que se envasan en cápsulas adecuadas (cápsulas para inhalación, o *inhaletas*), por medio de los correspondientes inhaladores de polvo. De manera alternativa, también se puede usar por
15 inhalación mediante la aplicación de aerosoles de inhalación apropiados. En este sentido, se incluyen también aerosoles de polvo que contienen, por ejemplo, HFA134a, HFA227 o mezclas de los mismos como gas propelente.

En relación con la administración por inhalación de bromuro de tiotropio, es recomendable preparar el principio activo en forma finamente dividida (o micronizada). En este caso, el principio activo muestra un tamaño de partícula medio de 0,5 hasta 10 μm , preferiblemente de 1 a 6 μm y, de forma especialmente preferida, de 1,5 hasta 5 μm .

20 Los tamaños de partícula anteriormente mencionados se logran, por lo general, por molienda (denominada micronización) del principio activo. Dado que, a pesar de las duras condiciones necesarias en el desarrollo del procedimiento, se debe evitar en lo posible la degradación del principio activo farmacológico como fenómeno secundario de la micronización, la elevada estabilidad del principio activo frente al proceso de molienda constituye una necesidad indispensable. En este sentido, se debe considerar que durante el proceso de molienda pueden
25 producirse, bajo determinadas condiciones, modificaciones de las propiedades sólidas del principio activo, lo cual puede influir sobre las propiedades farmacológicas de la forma medicamentosa que se debe administrar por inhalación.

En el estado de la técnica, los procedimientos de micronización de principios activos medicamentosos, como también del bromuro de tiotropio, son conocidos como tales. De esta forma, por ejemplo, el documento WO
30 03/078429 da a conocer un procedimiento para preparar un micronizado cristalino de bromuro de tiotropio monohidrato.

Misión de la presente invención es poner a disposición un procedimiento que permita preparar de manera económica bromuro de tiotropio prácticamente anhidro, capaz de satisfacer además los requerimientos mencionados al comienzo de este documento.

35 Descripción detallada de la invención

Las tareas anteriormente citadas se resuelven por medio del procedimiento que se describe a continuación.

La presente invención se refiere a un procedimiento para preparar bromuro de tiotropio prácticamente anhidro en forma micronizada, que se distingue por la trituración de bromuro de tiotropio monohidrato en un pulverizador a chorro de gas, en el cual las partículas de bromuro de tiotropio monohidrato se Trituran en un lecho de polvo fluidizado según la reivindicación 1.

- 5 La citada expresión “bromuro de tiotropio monohidrato prácticamente anhidro en forma micronizada”, usada en el contexto de la presente invención, se designa también eventualmente como micronizado de bromuro de tiotropio monohidrato prácticamente anhidro o, simplemente, micronizado de bromuro de tiotropio.

En el contexto de la presente invención, por la designación de bromuro de tiotropio cristalino “prácticamente anhidro” se debe entender aquel que posee un contenido de agua de $\leq 1,5\%$, preferiblemente $\leq 1,2\%$, más preferiblemente $\leq 1\%$. De manera especialmente preferida, la expresión “prácticamente anhidro” describe un bromuro de tiotropio cristalino que se distingue por un contenido de agua $\leq 0,8\%$. En el marco de la presente invención, el contenido de agua se determina por medio de la titulación biamperométrica según Karl Fischer. La explicación detallada de este método figura en las descripciones experimentales de la invención.

En el contexto de la presente invención, por la designación bromuro de tiotropio “en forma micronizada” se debe entender un bromuro de tiotropio que exhibe un tamaño de partícula característico X_{50} entre $1,0 \mu\text{m}$ y $3,5 \mu\text{m}$, preferiblemente entre $1,1 \mu\text{m}$ y $3,3 \mu\text{m}$, de forma especialmente preferida entre $1,2 \mu\text{m}$ y $3,0 \mu\text{m}$ y una $Q_{(5,8)}$ mayor que 60% , preferiblemente mayor que 70% y, de forma especialmente preferida, mayor que 80% . En este caso, el índice X_{50} designa el valor mediano del tamaño de partícula por debajo del cual se encuentra 50% de las partículas en relación con la distribución de volumen de las partículas individuales. El índice $Q_{(5,8)}$ corresponde a la cantidad de partículas que, en relación con la distribución de volumen de las partículas, se encuentran por debajo de $5,8 \mu\text{m}$. En el marco de la presente invención, los tamaños de partícula se determinaron mediante difracción láser (difracción de Fraunhofer). La explicación detallada de este método figura en las descripciones experimentales de la invención.

En el marco de la presente invención, por la designación de bromuro de tiotropio monohidrato cristalino se debe entender aquella modificación cristalina del bromuro de tiotropio monohidrato que se distingue por una endoterma máxima que aparece en el análisis térmico por DSC a $230 \pm 5^\circ\text{C}$ (con una velocidad de calentamiento de 10 K/min). Esta modificación cristalina se puede describir, adicionalmente, por un espectro IR que, entre otros, muestra bandas en los números de onda $3570, 3410, 3105, 1730, 1260, 1035$ y 720 cm^{-1} , y que se distingue además por una celda monoclinica sencilla con las dimensiones siguientes: $a = 18,0774 \text{ \AA}$, $b = 11,9711 \text{ \AA}$, $c = 9,9321 \text{ \AA}$, $\beta = 102,691^\circ$, $V = 2096,96 \text{ \AA}^3$ (determinadas por análisis estructural por rayos X). Los procedimientos para la preparación de esta modificación, así como los datos experimentales para determinar las características mencionadas anteriormente se dan a conocer en el documento WO 02/30928, al que se hace referencia en este sentido. Además, del documento WO 02/051840 se deduce un procedimiento para la preparación del bromuro de tiotropio monohidrato cristalino a partir de tropenol. Según el procedimiento conocido por el estado de la técnica citado anteriormente, el bromuro de tiotropio monohidrato cristalino obtenido se utiliza en el procedimiento según la invención. En principio, el tamaño de partícula del bromuro de tiotropio monohidrato cristalino usado en el procedimiento es de importancia secundaria para la realización del procedimiento según la invención. Habitualmente, el bromuro de tiotropio monohidrato cristalino utilizado en el procedimiento según la invención tiene un tamaño medio de partícula en el intervalo de aproximadamente 50 a $1000 \mu\text{m}$, preferiblemente de aproximadamente 100 a $800 \mu\text{m}$ y, de forma especialmente preferida, de aproximadamente 200 a $600 \mu\text{m}$. En el contexto de la presente invención, el tamaño de partícula se determina por difracción láser (difracción de Fraunhofer). La explicación detallada de este método figura en las descripciones experimentales de la invención.

En el marco de la presente invención, por la designación pulverizador a chorro de gas se debe entender un pulverizador en el que, a través de una elevada aceleración de partículas causada por la masa gaseosa en expansión, se produce la trituración de partículas por fricción, impactos y golpes. Además de esta función de molienda, los pulverizadores a chorro de gas llevan a cabo también una función de clasificación. Por medio de esta función de clasificación, se separan las partículas pequeñas de las grandes, las pequeñas llegan a la bandeja colectora de producto, en tanto que las partículas de mayor tamaño se someten a procesos de molienda adicionales hasta que son suficientemente pequeñas para pasar a través del sistema de clasificación.

En el contexto de la presente invención, como gas de molienda se toman en consideración aire, aire deshumedecido, aire fraccionado, gases nobles, nitrógeno o mezclas de los mismos. Se prefiere el aire fraccionado y, de forma especial, se prefiere nitrógeno. Por aire fraccionado se entiende en el marco de la presente invención, un gas que contiene componentes del aire en forma purificada y concentrada. De manera especialmente preferida, resulta apropiado el nitrógeno de la clase cualitativa de nitrógeno 5.0. Esta clase cualitativa describe la pureza, en donde la clase 5.0 corresponde a una pureza de $>99,999\%$ (incluidos gases nobles), con un contenido de componentes secundarios de $\leq 3 \text{ ppm}$ de oxígeno, $\leq 5 \text{ ppm}$ de agua.

Los pulverizadores a chorro de gas que se utilizan en el marco de la presente invención se distinguen además por que las partículas que se deben micronizar se Trituran en un lecho fluidizado de polvo. Este lecho de polvo que se

5 dispone en la cámara de molienda se designa en la bibliografía también como lecho fluidizado ("fluid-bed"). Al igual que en otros pulverizadores a chorro de gas, también se produce en este caso una aceleración de partículas en un chorro libre, aunque la trituración tiene lugar tanto en el chorro aislado como en los chorros opuestos. Los molinos que se utilizan en el marco de la presente invención se designan, por lo tanto, también como pulverizadores de chorros opuestos o pulverizadores de chorros opuestos de lecho fluidizado. En la cámara de molienda se dispone un lecho fluidizado de polvo en el cual se produce la trituración del tamaño de partícula mediante impactos, choques y fricción. Las toberas de molienda están dirigidas en este caso en sentido opuesto y se encuentran en un punto central. La función de clasificación está dispuesta por separado, por medio de una rueda clasificadora de movimiento libre, que se puede controlar por separado. En función de la velocidad de rotación de la rueda clasificadora se obtiene el tamaño de partículas que puede atravesar la rueda de clasificación. El grano grueso se envía de vuelta y se somete nuevamente a un proceso de molienda en la cámara de molienda. El grano fino pasa por la rueda de clasificación y se deposita en la bandeja de producto.

10 El pulverizador de chorros opuestos es un dispositivo adecuado para triturar sustancias. Como se conoce ya en el estado de la técnica, el tamaño de partícula del producto se puede controlar a través de los parámetros de la máquina (véanse Godet-Morand, L. et al., *Powder Technology* 128 (2002), 306-313; Heng, P.W.S. et al., *S.T.P Pharma Sciences* 10 (1), 445-451 (2000)).

15 En los pulverizadores de chorros opuestos que se utilizan según la invención, los parámetros procedimentales variables esenciales son la presión de molienda, el tamaño de tobera y la velocidad de rotación de la rueda de clasificación. En el marco de la presente invención, la presión de molienda se ajusta habitualmente a un valor de 2 a 20 10 bar, preferiblemente 3 a 8 bar y, de forma especialmente preferida, a 4 a 6 bar. La alimentación del elemento de molienda al pulverizador a chorro de aire se lleva a cabo por medio de un dosificador apropiado (por ejemplo, K-Tron (K-Tron GmbH, Geinhausen, Alemania). En el marco de la presente invención se utilizan de manera especialmente preferida pulverizadores de chorros opuestos que se distinguen por disponer de 3 toberas de molienda dirigidas unas contra otras y que tienen, respectivamente, un diámetro de tobera de 1,3 a 2,5 mm, preferiblemente de 1,6 a 25 2,2 mm y, de forma especialmente preferida, de aproximadamente 1,9 mm. Por diámetro de la tobera se entiende también en el marco de la presente invención el diámetro interior de la tobera de molienda.

En el contexto de la presente invención se ha determinado que es adecuada una velocidad de rotación de la rueda de clasificación de 5.000 a 22.000, preferiblemente 10.000 a 20.000, de forma especialmente preferida de 14.000 a 19.000 y, en especial, de 16.000 a 18.000. Por la anteriormente mencionada velocidad de rotación de la rueda de clasificación se trata siempre de revoluciones por minuto.

30 Por ejemplo, y sin limitar el objeto de la invención al mismo, se ha acreditado como una posible realización de un pulverizador de chorros opuestos que se usa según la invención, el dispositivo siguiente: *Opposed jet-mill* AFG 100 (pulverizador de chorros opuestos) (Hosokawa-Alpine, Augsburg, Alemania).

35 Sorprendentemente, se ha encontrado que con ayuda del procedimiento según la invención se obtiene directamente una modificación anhidra del bromuro de tiotropio en forma micronizada. Esta se distingue, entre otros aspectos, por tener en el análisis de difracción por rayos X, entre otros, los valores característicos $d = 5,66 \text{ \AA}$; $5,03 \text{ \AA}$ y $3,99 \text{ \AA}$.

El micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro que se obtiene mediante el procedimiento según la invención es excepcionalmente apropiado para el desarrollo de formulaciones farmacéuticas. De manera especialmente preferida, puede encontrar aplicación en la preparación de polvos de inhalación.

40 Estos polvos de inhalación contienen al menos aproximadamente 0,029%, preferiblemente menos de 4,81% y, de forma especialmente preferida, menos de 2,89% del micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro que se puede obtener de acuerdo con el procedimiento según la invención descrito anteriormente, mezclado con un coadyuvante fisiológicamente aceptable y, eventualmente, otros coadyuvantes o, también, otros principios activos. Cuando está mezclado con otras sustancias, el micronizado prácticamente anhidro obtenido por el procedimiento descrito según la invención se puede distinguir por propiedades especiales que influyen sobre las propiedades de la formulación tales como, por ejemplo, una estabilidad mejorada o, por ejemplo, una estabilidad química y físico-química mejorada.

45 Como coadyuvantes fisiológicamente aceptables que se pueden utilizar en el desarrollo de polvos de inhalación que contienen el micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro, se pueden citar, por ejemplo: monosacáridos (por ejemplo, glucosa o arabinosa), disacáridos (por ejemplo, lactosa, sacarosa, maltosa o trehalosa), oligo- y polisacáridos (por ejemplo, dextranos), polialcoholes (por ejemplo, sorbita, manita, xilita), sales (por ejemplo, cloruro sódico, carbonato de calcio), o mezclas de estos coadyuvantes entre sí. Preferiblemente, se usan mono- o disacáridos, en donde se prefiere utilizar lactosa, glucosa o trehalosa, preferiblemente lactosa o glucosa en particular, pero no exclusivamente en forma de sus hidratos. En el sentido de la invención, se prefiere especialmente como coadyuvante la lactosa y, muy en particular, la lactosa monohidrato.

- Estos polvos de inhalación pueden contener aproximadamente 0,049 hasta aproximadamente 0,96%, preferiblemente aproximadamente 0,096 hasta aproximadamente 0,77% y, de forma especialmente preferida, aproximadamente 0,19 hasta aproximadamente 0,48% de micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro, obtenido según el procedimiento según la invención descrito anteriormente y que posee las características específicas del micronizado que se puede obtener de este modo.
- Las composiciones farmacéuticas o los polvos de inhalación que contienen el micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro que se obtiene de acuerdo con el procedimiento según la invención, se pueden distinguir, además, por que el coadyuvante tiene un tamaño medio de partícula de 10 a 50 μm , una fracción de finos al 10% de 0,5 hasta 6 μm , así como una superficie específica de 0,1 hasta 2 m^2/g .
- En este caso, por el concepto de tamaño medio de partícula en el sentido que se usa en este documento, se entiende el valor al 50% de la distribución de volumen medida con un difractor láser según el método de dispersión en seco. De manera análoga, por fracción de finos al 10% se entiende, en el sentido empleado en este documento, el valor al 10% de la distribución de volumen medida con un difractor láser. En otras palabras, en el sentido de la presente invención, el valor de la fracción de finos al 10% es el tamaño de partícula por debajo del cual se encuentra 10% de la cantidad de partículas (referido a la distribución de volumen).
- Por superficie específica se entiende la superficie de polvo específica para la masa, calculada a partir de la isoterma de absorción de N_2 que se observa en el punto de ebullición del nitrógeno líquido (método de Brunauer, Emmett y Teller).
- Los datos porcentuales mencionados en el contexto de la presente invención se refieren en todos los casos al porcentaje en peso, en tanto no se indique específicamente lo contrario.
- En polvos de inhalación especialmente preferidos, el coadyuvante se distingue por un tamaño medio de partícula de 12 hasta 35 μm , de forma especialmente preferida de 13 hasta 30 μm . Adicionalmente, se prefieren en especial los polvos de inhalación en los que la fracción de finos al 10% es de aproximadamente 1 a 4 μm , preferiblemente aproximadamente 1,5 hasta 3 μm .
- Composiciones farmacéuticas alternativas que contienen el bromuro de tiotropio prácticamente anhidro se distinguen, además, por que el coadyuvante está compuesto por una mezcla de coadyuvantes más gruesos, con un tamaño medio de partícula de 17 hasta 50 μm y, de forma especialmente preferida, de 20 hasta 30 μm , y coadyuvantes más finos, con un tamaño medio de partícula de 2 hasta 8 μm y, de forma especialmente preferida, de 3 hasta 7 μm . Se prefieren los polvos de inhalación en los que la fracción de coadyuvantes más finos en la cantidad total de coadyuvante, asciende a 3 hasta 15% y, de forma especialmente preferida, a 5 a 10%.
- Si en el contexto de la presente invención se hace referencia al término mezcla, se debe entender siempre una mezcla obtenida por mezclado de componentes previamente definidos de manera específica. En consonancia, por ejemplo para la mezcla de coadyuvantes formada por fracciones de coadyuvantes más gruesos y más finos, se debe entender solamente la mezcla obtenida por mezclado de un componente coadyuvante más grueso con un componente coadyuvante más fino.
- Las fracciones de coadyuvantes más gruesos y más finos pueden estar compuestas por sustancias químicamente idénticas o por sustancias químicamente diferentes; se prefieren los polvos de inhalación en los que la fracción de coadyuvantes más gruesos y la fracción de coadyuvantes más finos están compuestas por el mismo compuesto químico.
- Para la administración de este tipo de polvos de inhalación por medio de cápsulas que contienen polvo se utilizan, preferiblemente, cápsulas cuya cubierta está formada por gelatina, derivados de celulosa, almidones, derivados del almidón, quitosano o materias plásticas sintéticas.
- Si se usa gelatina como material de la cápsula, se le puede usar en mezclas con otros aditivos seleccionados del grupo formado por polietilenglicol (PEG), preferiblemente PEG 3350, glicerol, sorbitol, propilenglicol, copolímeros en bloque de PEO-PPO y otros polialcoholes y poliéteres. De forma especialmente preferida, se utilizan en el marco de la presente invención gelatinas mezcladas con PEG, preferiblemente PEG 3350. De manera especialmente preferida, una cápsula de gelatina según la invención contiene PEG en una proporción de 1 a 10% (% en peso), preferiblemente 3 a 8%. Las cápsulas de gelatina especialmente preferidas contienen PEG en una proporción de 4 a 6%, en donde se prefiere muy en especial una proporción de PEG de aproximadamente 5%.
- Si se usan derivados de celulosa como material de la cápsula, se prefiere el empleo de hidroxipropilmetilcelulosa, hidroxipropilcelulosa, metilcelulosa, hidroximetilcelulosa e hidroxietilcelulosa. De manera especialmente preferida, se utiliza como material de la cápsula en este caso hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) y, de forma especialmente preferida, HPMC 2910.

5 Si como material de la cápsula se emplean materias plásticas sintéticas, estas se seleccionan preferiblemente del grupo formado por polietileno, policarbonato, poliéster, polipropileno y tereftalato de polietileno. Como materiales plásticos sintéticos para las cápsulas de inhalación según la invención se prefieren especialmente polietileno, policarbonato o tereftalato de polietileno. Si se emplea polietileno como uno de los materiales especialmente preferidos para la cápsula, se usa preferiblemente polietileno con una densidad de entre 900 y 1000 kg/m³, preferiblemente de 940 a 980 kg/m³ y, de forma especialmente preferida, de aproximadamente 960 a 970 kg/m³ (polietileno de alta densidad).

10 Las materias plásticas sintéticas en el sentido de la invención se pueden procesar de manera múltiple por medio de procedimientos de preparación conocidos en el estado de la técnica. En el sentido de la invención, se prefiere el procesamiento técnico de moldeo por inyección de las materias plásticas. De manera especialmente preferida, la técnica de moldeo por inyección se lleva a cabo renunciando al uso de agentes de desmoldeo. Este procedimiento de preparación está bien definido y se distingue por tener una reproducibilidad especialmente buena.

15 Un aspecto adicional hace referencia a las cápsulas anteriormente mencionadas, que contienen el polvo de inhalación citado más arriba. Estas cápsulas pueden contener aproximadamente 1 hasta 20 mg, preferiblemente aproximadamente 3 hasta 15 mg y, de forma especialmente preferida, aproximadamente 4 hasta 12 mg de polvo de inhalación. Las formulaciones preferidas contienen 4 hasta 6 mg de polvo de inhalación. Son igualmente importantes las cápsulas para inhalación que contienen las formulaciones en una cantidad de 8 hasta 12 mg.

20 Adicionalmente, las composiciones farmacéuticas que contienen bromuro de tiotropio prácticamente anhidro pueden distinguirse por contener, además del micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro, otros principios activos.

Estos principios activos se seleccionan preferiblemente del grupo de los betamiméticos, corticosteroides, inhibidores de PDE4, antagonistas de LTD4, inhibidores de EGFR, agonistas de la dopamina, antihistamínicos H1 o, también, antagonistas de PAF.

25 Los polvos de inhalación que, además del micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro, contienen uno o múltiples de los principios activos anteriormente mencionados se pueden obtener de manera análoga a los procedimientos de preparación conocidos en el estado de la técnica. En este sentido, se hace referencia, por ejemplo, a la divulgación de las Solicitudes Internacionales de Patente WO 02/30390, WO 03/017970 o, también, WO 03/017979.

30 Los polvos de inhalación que contienen el micronizado prácticamente anhidro se pueden aplicar, por ejemplo, mediante inhaladores que dosifican una única dosis a partir de un depósito por medio de una cámara de medición (por ejemplo, según el documento US 4570630A) o a través de otros dispositivos (por ejemplo, según el documento DE 36 25 685 A). Preferiblemente, los polvos de inhalación están generalmente envasados en cápsulas (las denominadas inhaletas) que se utilizan en los inhaladores tal como se describe, por ejemplo, en el documento WO 94/28958.

35 Adicionalmente, se da a conocer un kit de inhalación que está compuesto por una o múltiples cápsulas que contienen polvos de inhalación anteriormente descritas, en combinación con el inhalador según la Figura 1. Las cápsulas que contienen polvos de inhalación se aplican, de forma especialmente preferida, con un inhalador, tal como se representa en la Figura 1.

40 Este inhalador se distingue por una carcasa 1 que contiene dos ventanas 2, una tapa 3, en la que se encuentran aberturas de entrada de aire y que está provista de un tamiz 5 sujeto por una carcasa de tamiz 4, una cámara de inhalación 6 conectada con la tapa 3, en la que está previsto un pulsador 9 que se puede desplazar contra un muelle 8, que está provisto de dos agujas 7 afiladas, una boquilla 12 que es rebatible sobre la carcasa 1 en torno a un eje 10, conectada a la tapa 3 y a un tapón 11, así como orificios de perforación 13 para ajustar la resistencia al flujo.

45 Estos polvos de inhalación que contienen micronizado de bromuro de tiotropio se distinguen por un alto grado de homogeneidad en lo que respecta a la exactitud de la dosificación unitaria. Esta se encuentra en un intervalo de <8%, preferiblemente <6% y, de forma especialmente preferida, <4%.

Las siguientes realizaciones experimentales que se describen de manera detallada sirven para explicar más ampliamente la presente invención, aunque no limitan en modo alguno el alcance de la invención a las siguientes formas de realización que aparecen como ejemplos.

Parte experimental

A) Caracterizaciones y Métodos de medición

A.1) Caracterización del micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro

5 El micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro obtenido según la metodología señalada se analizó extensamente con ayuda de la difracción de rayos X de polvo.

En el marco de la presente invención, el difractograma de rayos X de polvo se obtuvo por medio de un difractómetro de polvo Stadi P X-Ray de Stoe & Cie, Detector Sensible a la Posición OED; Radiación CuK α ; 40 kV/40 mA; monocromador: Germanio; 1,5406Å; Método de Transmisión; Paquete de Software Powdat.

En la Tabla 1 siguiente se enumeran los picos característicos y las intensidades normalizadas.

10

Tabla 1:

d [Å]	Intensidad [%]
10,05	46,30
7,52	39,87
6,79	28,41
6,50	17,50
6,28	35,03
5,96	30,59
5,78	13,78
5,66	100,00
5,37	26,01
5,26	45,06
5,15	19,88
5,03	85,00
4,92	15,53
4,83	8,68
4,73	23,69
4,52	34,07
4,34	35,63
4,26	9,39
4,13	16,35
4,06	8,90
3,99	51,41
3,90	11,56
3,84	21,49
3,76	35,19
3,69	41,38
3,59	27,74
3,54	29,64
3,43	30,28
3,30	42,77
3,15	14,26
3,06	21,37
3,00	6,28
2,95	16,87
2,89	22,11
2,84	30,20
2,72	9,82
2,61	9,54
2,52	9,13
2,50	9,13
2,46	8,22
2,41	6,85
2,37	8,49
2,30	7,92

A.2) Determinación de contenido de agua según el método de Karl-Fischer (bromuro de tiotropio):

5	Titulador:	Titrimo 701 KF con 703 Ti Stand (Metrohm), con electrodo de doble platina; titulación biamperométrica
	Sustancia de calibración:	Tartrato disódico dihidrato (por ejemplo, Riedel de Haen; contenido de agua de 15,66%)
	Solución tituladora:	Reactivo Karl Fischer p.a. (por ejemplo, J.T. Baker; solución estabilizada para titulación electroquímica)
	Disolvente:	Metanol p.a. (por ejemplo, J.T. Baker)

10 Método de medición:

Cantidad de muestra: aprox. 300 mg

Tiempo de agitación: 60 seg.

El periodo de agitación antes de iniciar la titulación sirve para garantizar la disolución completa de la muestra.

15 El dispositivo calcula el contenido de agua de la muestra y lo expresa como porcentaje.

A.3) Determinación del tamaño de partícula mediante difracción láser (difracción de Fraunhofer)

Método de medición:

20 Para determinar el tamaño de partícula, el polvo se introduce a través de una unidad de dispersión en un espectrómetro de difracción láser.

Instrumento de medición: Espectrómetro de difracción láser (HELOS), Cía. Sympatec

Software: WINDOX Versión 4.2/

Unidad de dispersión: RODOS / presión de dispersión: 3,0 bar

Parámetros del instrumento:

25 Detector: Detector multielementos (31 anillos semicirculares)

Método: Dispersión por aire

Amplitud de encendido: 100 mm

Intervalo de medición: RS 0,5/0,9 - 175 µm

Modo de valoración: Modo HRLD

30 Dispensor en seco RODOS:

Inyector: 4 mm

Presión: 3 bar

Depresión del inyector: máxima (~100 mbar)

Aspiración: Nilfisk (avance 5 seg)

35 Dosificador: Vibri

Velocidad de aportación: 40% (incremento manual hasta 100%)

Altura del lecho: 2 mm

Número de revoluciones: 0

A.4) Determinación de la superficie específica (Método multipunto de B.E.T.)

Método de medición:

- 5 La determinación de la superficie específica se lleva a cabo exponiendo la muestra de polvo a una atmósfera de nitrógeno/helio a presiones diferentes. Por el enfriamiento de la muestra, se produce una condensación de las moléculas de nitrógeno sobre la superficie de las partículas. La cantidad de nitrógeno condensado se determina por la variación de la conductividad térmica de la mezcla de nitrógeno/helio, y la superficie de la muestra se determina por el requerimiento superficial de nitrógeno. La superficie específica se calcula a partir de este valor y del peso neto de la muestra.
- 10

Aparatos y materiales:

- Instrumento de medición: BET multipunto; TriStar 3000 de Micromeretics
- Calefactor: VacPrep; Micromeretics
- Gas de medición y secado: Nitrógeno (5,0) / Helio (4,6) 70/30, Cía. Messer Griesheim
- 15 Medio de refrigeración: Nitrógeno líquido

B. Ejemplos

B.1) Preparación del micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro

- 20 Para la micronización según los ejemplos citados a continuación, se utiliza el pulverizador de chorros opuestos AFG100 (Hosokawa-Alpine, Augsburg, Alemania).

En cada caso, se micronizan 500 g de bromuro de tiotropio monohidrato, con un tamaño medio de partícula de 450 μm , en el pulverizador de chorros opuestos AFG100, bajo las condiciones siguientes:

- 25 a) Presión de molienda 4,0 bar, velocidad de rotación de la rueda de clasificación 18.000 rpm, tamaño de tobera 1,9 mm
- b) Presión de molienda 6,0 bar, velocidad de rotación de la rueda de clasificación 18.000 rpm, tamaño de tobera 1,9 mm
- c) Presión de molienda 8,0 bar, velocidad de rotación de la rueda de clasificación 16.000 rpm, tamaño de tobera 1,3 mm

- 30 El micronizado obtenido se distingue por un tamaño medio de partícula de 1,6 hasta 1,8 μm , así como por un contenido de agua de <1,0 a 0,5%.

B.2) Preparación de una formulación en polvo que contiene el micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro (Referencia)

Utillaje

- 35 Para la preparación de polvos de inhalación que contienen el micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro se pueden utilizar, por ejemplo, las máquinas y dispositivos siguientes:

Recipiente mezclador o mezclador de polvo:

Mezclador de ruedas Rhön de 200 l; Tipo DFW80N-4; Fabricante: Compañía Engelsmann, D-67059 Ludwigshafen (Alemania).

- 40 Granulador de tamizado:

Quadro Comil; Tipo: 197-S; Fabricante: Compañía Joisten & Kettenbaum, D-51429 Bergisch-Gladbach (Alemania).

B.2.1) Mezcla de polvo A:

Para la preparación de la mezcla de polvo se utilizan 299,41 g de coadyuvante y 0,59 g de micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro. En los 300 g de polvo de inhalación obtenido de esta forma, la parte de principio activo asciende a 0,2% (referido al tiotropio).

5 A través de un tamiz manual con un ancho de malla de 0,315 mm se depositan en un recipiente de mezcla adecuado aprox. 40 a 45 g de coadyuvante. A continuación, se incorporan por tamizado, de forma alternativa, micronizado de bromuro de tiotropio en porciones de aprox. 90 a 110 mg, y coadyuvante en porciones de aproximadamente 40 a 45 g, formando capas. La adición del coadyuvante y del principio activo tiene lugar en 7 o 6 capas.

10 A continuación, se mezclan los componentes tamizados (mezcladura: 900 revoluciones). La mezcla final se hace pasar otras dos veces por el tamiz manual y, seguidamente, se vuelve a mezclar (mezcladura: 900 revoluciones).

Según el procedimiento descrito en el Ejemplo 1, se pueden obtener estos polvos de inhalación que, tras envasar en las correspondientes cápsulas de material sintético, dan lugar, por ejemplo, a las cápsulas de inhalación siguientes:

Ejemplo 2.1.1:

15	Micronizado de bromuro de tiotropio:	0,0109 mg
	Lactosa monohidrato ¹⁾ :	5,4891 mg
	<u>Cápsulas de polietileno:</u>	<u>100,0 mg</u>
	Total:	105,5 mg
	¹⁾ El coadyuvante se distingue por los parámetros siguientes:	
	Tamaño medio de partícula:	17,9 µm;
20	Fracción de finos al 10%:	2,3 µm;
	Superficie específica:	0,61 m ² /g.

Ejemplo 2.1.2:

25	Micronizado de bromuro de tiotropio:	0,0109 mg
	Lactosa monohidrato ¹⁾ :	5,4891 mg
	<u>Cápsulas de polietileno:</u>	<u>100,0 mg</u>
	Total:	105,5 mg
	¹⁾ El coadyuvante se distingue por los parámetros siguientes:	
	Tamaño medio de partícula:	18,5 µm;
	Fracción de finos al 10%:	2,2 µm;
30	Superficie específica:	0,83 m ² /g.

Ejemplo 2.1.3:

35	Micronizado de bromuro de tiotropio:	0,0109 mg
	Lactosa monohidrato ¹⁾ :	5,4891 mg
	<u>Cápsulas de polietileno:</u>	<u>100,0 mg</u>
	Total:	105,5 mg
	¹⁾ El coadyuvante se distingue por los parámetros siguientes:	
	Tamaño medio de partícula:	21,6 µm;
	Fracción de finos al 10%:	2,5 µm;
	Superficie específica:	0,59 m ² /g.

40 Ejemplo 2.1.4:

45	Micronizado de bromuro de tiotropio:	0,0109 mg
	Lactosa monohidrato ¹⁾ :	5,4891 mg
	<u>Cápsulas de polietileno:</u>	<u>100,0 mg</u>
	Total:	105,5 mg
	¹⁾ El coadyuvante se distingue por los parámetros siguientes:	
	Tamaño medio de partícula:	16,0 µm;
	Fracción de finos al 10%:	2,0 µm;
	Superficie específica:	0,79 m ² /g.

Ejemplo 2.1.5:

50	Micronizado de bromuro de tiotropio:	0,0217 mg
	Lactosa monohidrato ¹⁾ :	5,4783 mg
	<u>Cápsulas de polietileno:</u>	<u>100,0 mg</u>
	Total:	105,5 mg

^{*)} El coadyuvante se distingue por los parámetros siguientes:

Tamaño medio de partícula:	17,9 µm;
Fracción de finos al 10%:	2,3 µm;
Superficie específica:	0,61 m ² /g.

5 Ejemplo 2.1.6:

Micronizado de bromuro de tiotropio:	0,0217 mg
Lactosa monohidrato ^{*)} :	5,4783 mg
Cápsulas de polietileno:	100,0 mg
Total:	105,5 mg

10 ^{*)} El coadyuvante se distingue por los parámetros siguientes:

Tamaño medio de partícula:	18,5 µm;
Fracción de finos al 10%:	2,2 µm;
Superficie específica:	0,83 m ² /g.

Ejemplo 2.1.7:

15 Micronizado de bromuro de tiotropio:	0,0217 mg
Lactosa monohidrato ^{*)} :	5,4783 mg
Cápsulas de polietileno:	100,0 mg
Total:	105,5 mg

^{*)} El coadyuvante se distingue por los parámetros siguientes:

20 Tamaño medio de partícula:	21,6 µm;
Fracción de finos al 10%:	2,5 µm;
Superficie específica:	0,59 m ² /g.

Ejemplo 2.1.8:

25 Micronizado de bromuro de tiotropio:	0,0217 mg
Lactosa monohidrato ^{*)} :	5,4783 mg
Cápsulas de polietileno:	100,0 mg
Total:	105,5 mg

^{*)} El coadyuvante se distingue por los parámetros siguientes:

30 Tamaño medio de partícula:	16,0 µm;
Fracción de finos al 10%:	2,0 µm;
Superficie específica:	0,79 m ² /g.

Ejemplo 2.1.9:

35 Micronizado de bromuro de tiotropio:	0,0054 mg
Lactosa monohidrato ^{*)} :	5,4944 mg
Cápsulas de polietileno:	100,0 mg
Total:	105,5 mg

^{*)} El coadyuvante se distingue por los parámetros siguientes:

40 Tamaño medio de partícula:	17,9 µm;
Fracción de finos al 10%:	2,3 µm;
Superficie específica:	0,61 m ² /g.

Ejemplo 2.1.10:

45 Micronizado de bromuro de tiotropio:	0,0054 mg
Lactosa monohidrato ^{*)} :	5,4946 mg
Cápsulas de polietileno:	100,0 mg
Total:	105,5 mg

^{*)} El coadyuvante se distingue por los parámetros siguientes:

Tamaño medio de partícula:	18,5 µm;
Fracción de finos al 10%:	2,2 µm;
Superficie específica:	0,83 m ² /g.

50 Ejemplo 2.1.11:

Micronizado de bromuro de tiotropio:	0,0054 mg
Lactosa monohidrato ^{*)} :	5,4946 mg
Cápsulas de polietileno:	100,0 mg

Total: 105,5 mg

⁷⁾ El coadyuvante se distingue por los parámetros siguientes:

Tamaño medio de partícula: 21,6 µm;

Fracción de finos al 10%: 2,5 µm;

5 Superficie específica: 0,59 m²/g.

Ejemplo 2.1.12:

Micronizado de bromuro de tiotropio: 0,0054 mg

Lactosa monohidrato⁷⁾: 5,4946 mg

Cápsulas de polietileno: 100,0 mg

10 Total: 105,5 mg

⁷⁾ El coadyuvante se distingue por los parámetros siguientes:

Tamaño medio de partícula: 16,0 µm;

Fracción de finos al 10%: 2,0 µm;

Superficie específica: 0,79 m²/g.

15 Ejemplo 2.1.13:

Micronizado de bromuro de tiotropio: 0,0054 mg

Lactosa monohidrato⁷⁾: 9,9946 mg

Cápsulas de polietileno: 100,0 mg

20 Total: 110,0 mg

⁷⁾ El coadyuvante se distingue por los parámetros siguientes:

Tamaño medio de partícula: 17,9 µm;

Fracción de finos al 10%: 2,3 µm;

Superficie específica: 0,61 m²/g.

Ejemplo 2.1.14:

25 Micronizado de bromuro de tiotropio: 0,0109 mg

Lactosa monohidrato⁷⁾: 9,9891 mg

Cápsulas de polietileno: 100,0 mg

Total: 110,0 mg

30 ⁷⁾ El coadyuvante se distingue por los parámetros siguientes:

Tamaño medio de partícula: 18,5 µm;

Fracción de finos al 10%: 2,2 µm;

Superficie específica: 0,83 m²/g.

Ejemplo 2.1.15:

35 Micronizado de bromuro de tiotropio: 0,0217 mg

Lactosa monohidrato⁷⁾: 9,9783 mg

Cápsulas de polietileno: 100,0 mg

Total: 105,5 mg

⁷⁾ El coadyuvante se distingue por los parámetros siguientes:

40 Tamaño medio de partícula: 18,5 µm;

Fracción de finos al 10%: 2,2 µm;

Superficie específica: 0,83 m²/g.

B.2.2) Mezcla de polvo B:

45 En los siguientes ejemplos, se utiliza como coadyuvante más grueso lactosa monohidrato (200 M). Esta se puede adquirir, por ejemplo, en la Compañía DMV International, 5460 Veghel/Holanda, bajo el nombre de producto Pharmatose 200M.

En los ejemplos siguientes, se utiliza como coadyuvante más fino lactosa monohidrato (5µ). Se puede obtener por procedimientos habituales (micronización) a partir de lactosa monohidrato 200M. La lactosa monohidrato 200M se puede adquirir, por ejemplo, en la Compañía DMV International, 5460 Veghel/Holanda, bajo el nombre de producto Pharmatose 200M.

B.2.2.1) Preparación de la mezcla de coadyuvantes

Como componente coadyuvante más grueso se utilizan 31,82 kg de lactosa monohidrato para inhalación (200M). Como componente coadyuvante más fino se usan 1,68 kg de lactosa monohidrato (5 µm). En los 33,5 kg de mezcla de coadyuvantes obtenida de este modo, la proporción del componente más fino asciende a 5%.

5 En un granulador de tamizado adecuado, con un tamiz con un ancho de malla de 0,5 mm, se depositan en un recipiente de mezcla apropiado aprox. 0,8 hasta 1,2 kg de lactosa monohidrato para inhalación (200M). A continuación, y de manera alternativa, se tamizan en forma de capas lactosa monohidrato (5 µm) en porciones de aprox. 0,05 hasta 0,07 kg y lactosa monohidrato para inhalación (200M), en porciones de 0,8 hasta 1,2 kg. La lactosa monohidrato para inhalación (200M) y la lactosa monohidrato (5 µm) se agregan en 31 o en 30 capas (tolerancia: ± 6 capas).

A continuación, se mezclan los componentes tamizados (mezcladura: 900 revoluciones).

B.2.2.2) Preparación de la mezcla final:

15 Para preparar la mezcla final, se usan 32,87 kg de la mezcla de coadyuvantes (2.1) y aproximadamente 0,125 kg del micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro. En los 33,0 kg de polvo de inhalación obtenidos de este modo, la proporción de principio activo asciende a 0,38%.

20 En un granulador de tamizado adecuado, con un tamiz con un ancho de malla de 0,5 mm, se depositan en un recipiente de mezcla apropiado aprox. 1,1 hasta 1,7 kg de la mezcla de coadyuvantes (B.2.1). A continuación, y de manera alternativa, se tamizan en forma de capas el micronizado de bromuro de tiotropio en porciones de aprox. 0,0029 kg, y la mezcla de coadyuvantes (B.2.1) en porciones de 0,6 hasta 0,8 kg. La adición de la mezcla de coadyuvantes y del principio activo se lleva a cabo en 46 o 45 capas (tolerancia: ± 9 capas).

A continuación, se mezclan los componentes tamizados (mezcladura: 900 revoluciones). La mezcla final se hace pasar todavía otras dos veces más por un granulador de tamizado y, seguidamente, se mezcla en cada caso (mezcladura: 900 revoluciones).

25 Con la mezcla obtenida según B.2.2.2 o con mezclas obtenidas de manera análoga, se obtienen cápsulas de inhalación con las siguientes composiciones:

Ejemplo 2.2.3:

	Micronizado de bromuro de tiotropio:	0,0217 mg
	Lactosa monohidrato (200M):	5,2029 mg
	Lactosa monohidrato (5 µm):	0,2754 mg
30	Cápsula de gelatina dura:	49,0 mg
	<hr/>	
	Total:	54,5 mg

Ejemplo 2.2.4:

	Micronizado de bromuro de tiotropio:	0,0217 mg
	Lactosa monohidrato (200M):	4,9279 mg
35	Lactosa monohidrato (5 µm):	0,5504 mg
	Cápsula de gelatina dura:	49,0 mg
	<hr/>	
	Total:	54,5 mg

Ejemplo 2.2.5:

	Micronizado de bromuro de tiotropio:	0,0217 mg
	Lactosa monohidrato (200M):	5,2029 mg
	Lactosa monohidrato (5 µm):	0,2754 mg
40	Cápsulas de polietileno:	100,0 mg
	<hr/>	
	Total:	105,50 mg

45 C) Técnicas de medición para determinar el tamaño de partícula de los componentes coadyuvantes, usados en el apartado B)

A continuación, se describe la forma en que puede llevarse a cabo la determinación del tamaño medio de partícula de los diferentes componentes coadyuvantes de la formulación que contiene el micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro, que se prepara según el apartado B).

C.1) Determinación del tamaño de partícula de la lactosa finamente dividida:

Dispositivos de medición y ajustes:

El uso de los instrumentos se realiza de acuerdo con las instrucciones de empleo del fabricante.

	Dispositivo de medición:	Espectrómetro de difracción láser HELOS, (SympaTec)
5	Unidad de dispersión:	Dispensor en seco RODOS con embudo de aspiración, (SympaTec)
	Cantidad de muestra:	A partir de 100 mg
	Alimentación de producto:	Ranura de vibración Vibri, Cía. Sympatec
	Frecuencia de la ranura de vibración:	40 hasta 100%, creciente
10	Duración de la alimentación de producto:	1 hasta 15 seg (en el caso de 100 mg)
	Amplitud de encendido:	100 mm (intervalo de medición: 0,9 a 175 μ m)
	Tiempo de medición:	aprox. 15 seg (en el caso de 100 mg)
	Tiempo del ciclo:	20 mseg
15	Arranque/parada a:	1% en el canal 28
	Gas de dispersión:	Aire comprimido
	Presión:	3 bar
	Depresión:	máxima
	Modo de valoración:	HRLD
20	<u>Preparación de la muestra/alimentación de producto:</u>	

En un naípe se pesan al menos 100 mg de la sustancia de ensayo. Con ayuda de otro naípe, se desmenuzan todos los aglomerados de mayor tamaño. Entonces, el polvo se transfiere y se distribuye finamente a la mitad anterior de la ranura de vibración (a partir de aprox. 1 cm del borde anterior). Después del inicio de la medición, se varía la frecuencia de la ranura de vibración desde aprox. 40% hasta 100% (hacia el final de la medición). El tiempo durante el que se alimenta toda la muestra asciende a 10 hasta 15 seg.

25

C.2) Determinación del tamaño de partícula de la lactosa 200M:

Dispositivos de medición y ajustes:

El uso de los instrumentos se realiza de acuerdo con las instrucciones de empleo del fabricante.

	Dispositivo de medición:	Espectrómetro de difracción láser (HELOS), Sympatec
30	Unidad de dispersión:	Dispensor en seco RODOS con embudo de aspiración, Sympatec
	Cantidad de muestra:	500 mg
	Alimentación de producto:	Ranura de vibración Tipo VIBRI, Sympatec
	Frecuencia de la ranura de vibración:	18 hasta 100%, creciente
35	Amplitud de encendido (1):	200 mm (intervalo de medición: 1,8 a 350 μ m)
	Amplitud de encendido (2):	500 mm (intervalo de medición: 4,5 a 875 μ m)
	Tiempo de medición/Tiempo de espera:	10 seg
	Tiempo del ciclo:	10 mseg

Arranque/parada a: 1% en el canal 19
Presión: 3 bar
Depresión: máxima
Modo de valoración: HRLD

5

Preparación de la muestra/alimentación de producto:

10 Sobre un naipe se pesan aprox. 500 mg de la sustancia de ensayo. Con ayuda de otro naipe se desmenuzan todos los aglomerados de mayor tamaño. El polvo se transfiere al embudo de la ranura de vibración. Entre la ranura de vibración y el embudo se ajusta una distancia de 1,2 hasta 1,4 mm. Después del inicio de la medición, el ajuste de la amplitud de la ranura de vibración se incrementa desde 0 hasta 40% hasta obtener un flujo continuo de producto. A continuación, se reduce hasta una amplitud de aprox. 18%. Hacia el final de la medición, la amplitud se incrementa a 100%.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para preparar un micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro, que tiene un contenido de agua de $\leq 1,5\%$, caracterizado por que se tritura bromuro de tiotropio monohidrato cristalino en un pulverizador de chorros opuestos, con una función de clasificación separada, en donde las partículas de bromuro de tiotropio monohidrato se trituran en un lecho fluidizado de polvo, y por que el micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro tiene un tamaño de partícula característico X_{50} (valor mediano del tamaño de partícula) de entre $1,0 \mu\text{m}$ y $3,5 \mu\text{m}$, y una $Q_{(5,8)}$ (cantidad de partículas que, en relación con la distribución de volumen de las partículas, se encuentran por debajo de $5,8 \mu\text{m}$) mayor que 60% , en donde la aceleración de partículas se realiza en el chorro libre y, por el contrario, la trituración de las partículas se lleva a cabo tanto en chorro aislado como en chorros opuestos del pulverizador de chorro de gas.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que se utiliza bromuro de tiotropio monohidrato cristalino que se distingue por una endoterma máxima que aparece en el análisis térmico por DSC a $230 \pm 5^\circ\text{C}$ (con una velocidad de calentamiento de 10 K/min).
- 15 3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por que el micronizado de bromuro de tiotropio prácticamente anhidro tiene un contenido de agua de $\leq 1,2\%$.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que como gas de molienda se utilizan aire, aire deshumedecido, aire fraccionado, gases nobles o nitrógeno.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la presión de molienda se ajusta durante el proceso a un valor de 2 a 10 bar.
- 20 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el diámetro de tobera de las toberas de molienda opuestas asciende a 1,3 a 2,5 mm.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el proceso de molienda se lleva a cabo con una velocidad de rotación de la rueda de clasificación de 5.000 a 22.000 revoluciones por minuto.

