

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 359**

51 Int. Cl.:
A24B 15/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07823034 .9**
96 Fecha de presentación: **05.11.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2092838**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.08.2009**

54 Título: **Mezclas tabaco-catalizador par la reducción de los compuestos tóxicos presentes en el humo del tabaco**

30 Prioridad:
07.11.2006 ES 200602816

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.06.2012

73 Titular/es:
**UNIVERSIDAD DE ALICANTE
CARRETERA SAN VICENTE DEL RASPEIG S/N
03690 SAN VICENTE DEL RASPEIG, ES**

72 Inventor/es:
**MARCILLA GOMIS, Antonio;
BELTRAN RICO, María Isabel;
GOMEZ SIURANA, Amparo;
NAVARRO MARTINEZ, Rosa;
BERENQUER MUÑOZ, Deseada y
MARTINEZ CASTELLANOS, Isabel**

74 Agente/Representante:
Temño Cenicerros, Ignacio

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).

ES 2 383 359 T3

DESCRIPCIÓN

Mezclas tabaco-catalizador para la reducción de los compuestos tóxicos presentes en el humo del tabaco

- 5 La presente invención se enmarca en el campo de la industria de preparación de artículos para fumar. Más concretamente, esta invención se refiere al uso de mezclas tabaco-catalizador para la reducción de los compuestos tóxicos presentes en el humo del tabaco.

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

10

En la sociedad actual, el hábito de fumar tabaco presenta un problema global con consecuencias muy negativas sobre la salud de los seres humanos y un impacto muy significativo sobre los departamentos o ministerios de salud pública. El humo que se genera en la combustión del tabaco contiene una serie de compuestos tóxicos y cancerígenos que son inhalados por los fumadores, tanto activos como pasivos, y que hacen que el tabaco suponga una de las principales causas de mortalidad a escala mundial.

15

En el tabaco y en el humo que se genera en su combustión se han identificado más de 4000 compuestos diferentes [R.R. Baker y L.J. Bishop, *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 74 (2005), 145], entre los cuales, al menos 60 se reconocen como tóxicos y cancerígenos. Entre estos compuestos se encuentran alquitrane, monóxido y dióxido de carbono, acetaldehído, fenoles, acetona, formaldehído, benceno, tolueno y nicotina. La nicotina es el principal componente adictivo presente en el tabaco. En el cuerpo humano la nicotina se transforma en un metabolito denominado cotinina, que, dado que este compuesto se ha encontrado únicamente en personas fumadoras y en fumadores pasivos, se usa como un índice de referencia para medir el grado de exposición al humo del tabaco.

20

- 25 El proceso de fumar un cigarrillo genera la aparición de dos tipos de humo, la denominada "corriente principal", que consiste en el humo que inhala y exhala el fumador directamente del cigarrillo; y la corriente secundaria que consiste en el humo que se elimina a través del cigarrillo encendido, que se diluye en el aire circundante y es inhalado por los fumadores pasivos. La corriente principal corresponde al humo que se genera en la combustión del tabaco y atraviesa el cigarrillo desde el extremo encendido, para salir por el extremo del filtro. Dado que esta es la corriente que inhalan los fumadores, es de gran interés eliminar o reducir las sustancias tóxicas que contiene.

30

Se han propuesto distintos procedimientos y aditivos con el fin de reducir la toxicidad del humo del tabaco. La mayor parte de estos usan diferentes tipos de materiales de zeolitas o aluminosilicatos. Una de las primeras propuestas se hizo por Seeofer y col. [Seeofer, F., Kausch, E., "Removal of nitric oxide and carbon monoxide from tobacco smoke", documento US 4.182.348, 8 de enero de 1980], que usa un compuesto con la fórmula $M_2M'RuO_6$, en la que M es un metal divalente, M' es un lantano u otro actínido trivalente, Ru actúa con valencia 5, y M y M' pueden formar una capa de perovskita con los iones de Ru. Una vez que este compuesto se mezcla con el tabaco o se incorpora al papel o al filtro, contribuye a la eliminación de NO y CO del humo del tabaco. En el mismo sentido, Rongved [Rongved, P., "Catalytic cigarette smoke cleaning device and process", documento US 5.671.758A, 30 de septiembre de 1997] también describe un tipo de relleno que permite reducir las sustancias tóxicas, tales como CO, de los gases de combustión del tabaco, por adición de catalizadores sólidos, inertes, estables y no contaminantes, junto con o cerca del tabaco. Entre estos catalizadores, se propone el uso de pentóxido de vanadio, trióxido de molibdeno y óxidos de rodio.

40

- 45 Entre las primeras patentes, también puede encontrarse la creada por Rosen [Rosen, W.E., "Method of treating tobacco", documento US 3.840.026, 8 de octubre de 1974], propone el uso de un material absorbente, con un contenido de humedad elevado, y en una proporción comprendida entre el 1 y el 50%, con el fin de reducir los productos no deseables generados en la combustión del tabaco. El tipo de material pertenece al grupo de tierra de infusorios, diatomeas y silicatos de calcio o magnesio.

50

Más recientemente, Li y col. [Li, P., Hajaligol, M., "Oxidant/catalyst nanoparticles to reduce carbon monoxide in the mainstream smoke of a cigarette", documento US 20030075193, 24 de abril de 2003] han descrito el uso de nanopartículas de Fe_2O_3 , CuO, TiO_2 , CeO_2 , Ce_2O_3 , Al_2O_3 , Y_2O_3 dopado con Zr, Mn_2O_3 dopado con Pb, así como de mezclas de éstos materiales, para aumentar el grado de conversión de CO a CO_2 . Esta patente también describe el procedimiento para la preparación de los cigarrillos, que incluye a) la adición del aditivo a base de nanopartículas a la mezcla de tabaco, b) la adición de más aditivos a la mezcla de tabaco en una máquina de fabricación de cigarrillos para preparar un cigarrillo y c) la colocación del envoltorio de papel alrededor del tabaco para dar forma al cigarrillo final. En una continuación de esta patente [Li, P., Hajaligol, M., "Oxidant/catalyst nanoparticles to reduce tobacco smoke constituents such as carbon monoxide", documento US 200313118759, 17 de julio de 2003], los mismos autores ponen de manifiesto la capacidad de los aditivos descritos para reducir la cantidad generada de otros constituyentes del tabaco, como por ejemplo, aldehídos, 1,3-butadieno, isopreno, acroleína, acrilonitrilo, HCN, otoluidina, 2-naftilamina, óxidos de nitrógeno, benceno, N-nitrosornicotina, fenol, catecol o benzantraceno). En una patente diferente, Li y col. [Li, P., Rasouli, F., Hajaligol, M., "Manganese oxide mixtures in nanoparticle form to lower the amount of carbon monoxide and/or nitric oxide in the mainstream smoke of a cigarette", documento US 6.782.892, 31 de agosto de 2004] han demostrado que la coprecipitación de óxido de manganeso con alguna de las nanopartículas que se han estudiado previamente también contribuye a aumentar el grado de conversión de óxido

60

65

nítrico a nítrógeno. En la misma línea que las patentes anteriores, Li y col. [Li, P., Rasouli, F., Hajaligol, M., "Catalysts to reduce carbon monoxide and nitric oxide from the mainstream smoke of cigarette", documento WO 2004/110184, 23 de diciembre de 2004] también describen un aditivo que consiste en un catalizador que contiene nanopartículas de un metal y/o un óxido metálico soportadas sobre un material fibroso, que aumenta la conversión de monóxido de carbono en dióxido de carbono y de óxido nítrico en nitrógeno, mientras que una patente diferente [Rasouli, F., Li, P., Zhang, W.-J., Gedevanishvili, S., "Use of oxyhydroxide compounds in cigarette paper for reducing carbon monoxide in the mainstream smoke of a cigarette", documento WO 2005/039326, 6 de mayo de 2005], propone el uso de aditivos a base de hidroperóxidos de metales de transición o de tierras raras o mezclas de estos materiales. Todas estas patentes también describen el papel y los procedimientos usados para la preparación de los cigarrillos, así como las condiciones en que éstos se fumaron.

En 2004, Li y col. [Li, P., Rasouli, F., Hajaligol, M., "Application of nanoparticle iron oxide in cigarette for simultaneous CO and NO removal in the mainstream smoke", *Beitrag zur Tabakforschung International* 21 (1) (2004), 1] describieron el uso de un aditivo formado por nanopartículas de óxido de hierro, que se genera *in situ* mientras se está quemando el cigarrillo, y que es capaz de aumentar el grado de conversión de CO y NO a CO₂ y N₂, respectivamente. Por otro lado, también pueden usarse sales orgánicas de potasio como aditivos que permiten reducir el CO, la nicotina y las partículas de materia seca libre de nicotina (NFDPM) [Li, C., Parr y, A., "Potassium organic salts as burn additives in cigarettes", *Beitrag zur Tabakforschung International* 20 (5) (2003), 341].

También se ha descubierto que otras patentes o publicaciones científicas describen el uso de zeolitas como aditivos del tabaco. Cvetkovic y col. [Cvetkovic, N., Adnadjevic, B., Nikolic, M., "Catalytic reduction of NO and NO_x content in tobacco smoke", *Beitrag zur Tabakforschung International* 20 (1) (2002), 43] usan un catalizador basado en zeolita Cu-ZSM-5 con el fin de reducir la cantidad de NO y NO_x en la corriente principal del humo del tabaco. Este aditivo puede incorporarse al filtro o mezclarse directamente con el tabaco y de acuerdo con el mecanismo propuesto por los autores; son las propiedades de adsorción del aditivo y la difusividad en el mismo lo que determina su actividad. Hay también otros autores que proponen el uso de ciertos aditivos, basándose en su capacidad de absorción. Por ejemplo, Jianhua y col. [Jianhua, Z., Ying, W., Yilun, W., "Mesoporous solid alkali, mesoporous functional material, its preparation method and application", CN 1460641, 2003-12-10] describen el uso de un catalizador sólido alcalino y de un material funcional basado en un tamiz molecular mesoporoso a base de silicio (por ejemplo MCM-41 o zeolitas NaA, NaY y ZSM-5), que contiene un lantanoide, actinoide o metal de transición, para la reducción de nitrosaminas por absorción selectiva. El uso de zeolitas para la reducción de NFDPM e hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAH) se ha puesto de manifiesto también por Radojicic et al. [Radojicic, V., Nikolic, M., Adnadjevic, B., Jovanovic, A., "Selective reduction of PAH content in cigarette tobacco smoke by catalytic cracking process", *Physical Chemistry*, 2004].

Otras invenciones que están relacionadas con las mencionadas anteriormente son, por ejemplo, Shahryar y col. [Shahryar R., Firooz Rasouli M., Hajaligol R.M., "Tobacco cut filler including metal oxide supported particles", documento US 2005/0126583, 15 de junio de 2005], que describe el procedimiento para preparar aditivos hechos de partículas que incluyen óxidos metálicos soportados. En este estudio, el aditivo se forma por combinación de las partículas y una solución del precursor del óxido metálico con la composición de la materia l para fumar. Otras patentes, como la de Stanbridge [Stanbridge K.A., "Incorporating additives into cigarette rods", documento GB 2229079, 19 de septiembre de 1990], centran su objetivo en el procedimiento usado para mezclar los aditivos al tabaco. En este caso, el aditivo se deposita en la corriente de tabaco durante el proceso de elaboración del cigarrillo, usando un dispositivo que permite depositar el material, en forma de polvo o en forma líquida, en suspensión o como espuma. Por otro lado, cualquiera de los aditivos mencionados también puede añadirse directamente al tabaco usando las máquinas de liar cigarrillos descritas por Pascual [Pascual U.A., "Máquinas de liar cigarrillos y liar tabaco", documento U 200202253, 18 de septiembre de 2002].

El documento EP 740907 describe el uso de materiales zeolíticos, naturales y sintéticos, como aditivos para reducir los compuestos tóxicos en el humo del tabaco. Esta invención reivindica un artículo para fumar que está compuesto por un filtro, el tabaco y un envoltorio de papel. Los aditivos, que tienen características diferentes dependiendo del destino del aditivo, se añaden al filtro, así como al tabaco. Por lo tanto, mientras que el aditivo que se introduce en el filtro es hidrófobo, para mezclar con el tabaco se prefieren materiales hidrófilos. Estos aditivos hidrófilos se usan saturados en agua y consisten en zeolitas X, Y, L, mordenita y BETA, y se añaden al tabaco usando, o no, agentes de adhesión, tales como gel de sílice. A temperaturas elevadas, estos materiales actúan como catalizadores y tienen efectos positivos de cara a la reducción de los compuestos tóxicos generados durante la combustión del tabaco, sin afectar a su sabor.

Otra patente similar [Meier, M.W., "Process for treating tobacco with catalytically active material for reducing toxic components in tobacco smoke", documento EP 1.234.511, 26-02-2001] se centra en el proceso de preparación de los cigarrillos usando los aditivos que se han mencionado anteriormente sin necesidad de usar agentes de adhesión. El procedimiento consiste en 1) distribuir el material catalíticamente activo dentro del tabaco y 2) presionar dicho material sobre el tabaco.

Por lo tanto, es deseable disponer de aditivos para su mezcla con el tabaco para reducir la cantidad de sustancias tóxicas y cancerígenas presentes en el humo del tabaco. Aditivos que por otro lado eviten, o al menos minimicen,

algunos de los inconvenientes conocidos de la técnica.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

5 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, esta invención proporciona el uso de un aditivo de acuerdo con la reivindicación 1 que se mezcla con el tabaco para reducir la cantidad de sustancias tóxicas y cancerígenas presentes en el humo del tabaco.

De acuerdo con otro aspecto, esta invención proporciona una composición que consiste en cualquier forma de tabaco, es decir, rubio, negro, hoja, picadura, tabaco de liar (RYO), tabaco de pipa (MYO) o cualquier otro artículo susceptible de ser fumado, con al menos un aditivo de acuerdo con la reivindicación 3.

En base a un aspecto diferente, esta invención proporciona un kit que administra la cantidad adecuada de catalizador para la preparación *in situ* de la mezcla tabaco-aditivo que se ha descrito anteriormente. El kit incluye y

15 compartimentos separados para tabaco y aditivo en las proporciones adecuadas, así como instrucciones para la preparación de la mezcla.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION:

20 De acuerdo con la realización de esta invención, se describe el uso de un aditivo perteneciente al grupo formado por los siguientes materiales usados para reducir la presencia de compuestos tóxicos y cancerígenos en el humo del tabaco.

El aditivo se selecciona entre Na-MCM-41, Na-Fe-MCM-41, Na-Ce-MCM-41, Na-Zr-MCM-41, sus mezclas con

25 óxidos de Fe, Ce o Zr y mezclas de éstos materiales.

Las composiciones de la invención se caracterizan por contener los materiales que se han descrito anteriormente como aditivos. Por lo tanto, de acuerdo con la realización de la invención, el aditivo se selecciona entre un grupo formado por:

30 a) formas de ácido, sodio e intercambiadas con hierro de aluminosilicato mesoporoso MCM-41: Na-MCM-41, Na-Fe-MCM-41;

b) mezclas de los materiales que se han mencionado anteriormente.

35 El aditivo se selecciona entre Na-MCM-41, Na-Fe-MCM-41, Na-Ce-MCM-41, Na-Zr-MCM-41, mezclas de estos con óxidos de Fe, Ce o Zr, y mezclas de éstos materiales. El aditivo se selecciona entre el grupo formado por las formas sódica e intercambiada con zeolitas de hierro o aluminosilicatos, óxidos de Fe, Ce o Zr mezclados con alguno de los materiales anteriores, y sus mezclas.

40 En una realización de esta invención, la composición se caracteriza porque el aditivo se encuentra en concentraciones comprendidas entre el 0,5 y el 15% en peso con respecto al tabaco. Preferiblemente, se encuentra en concentraciones comprendidas entre el 2 y el 7% en peso con respecto al tabaco.

45 Como ya se ha dicho, y a diferencia de otras aplicaciones que también usan zeolitas o materiales relacionados; en esta patente, los aditivos considerados en forma de polvo se añaden y se mezclan directamente con la picadura de tabaco sin necesidad de usar ningún tipo de agente adhesivo o cualquier otro tipo de tecnología específica para la preparación de las mezclas. Entre los aditivos de esta invención, no se incluye ningún componente tóxico ni materiales fibrosos. Por otro lado, el uso de los aditivos pertenecientes al grupo de materiales que se ha mencionado

50 anteriormente permite obtener reducciones importantes en la generación de una cantidad considerablemente elevada de compuestos tóxicos y cancerígenos generados al fumar tabaco (CO, nicotina, alquitranes, aldehídos, etc.), a diferencia de lo que se reivindica en los documentos del estado de la técnica, que se refieren únicamente a la reducción de unos pocos compuestos (NO y NO_x, en el caso de Cvetkovic y col., nitrosaminas en el caso de Jianhua y col. o NFDMP e hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAH) en el caso de Radojicic y col.). Por otro lado, como

55 ya se ha indicado, los materiales propuestos en esta patente provocan una reducción muy importante de la cantidad de compuestos tóxicos y cancerígenos presentes en el humo del tabaco, debido a su papel como catalizadores de craqueo en los procesos de pirólisis y combustión del tabaco, más que a sus propiedades de absorción, que es la base del mecanismo propuesto por algunos de los autores anteriores [Cvetkovic y col. y Jianhua y col.).

60 Se debe destacar que el uso de los aditivos y de la metodología propuestos en esta patente produce resultados que son significativamente mejores que los conseguidos en algunas de las patentes mencionadas, que también proponen el uso de algún material enumerado en el grupo que se ha mencionado anteriormente. Por ejemplo, los resultados descritos por Meier y col. [Meier M. W., Joshi, W., Scanlan, F., documento EP 0 7 40 907] para la generación de alquitranes y nicotina cuando se usan las formas de ácido y sódica de la zeolita BE TA ponen de

65 manifiesto diferencias mínimas con respecto al cigarrillo de referencia, fumado sin aditivos, mientras que los resultados observados al usar el procedimiento descrito en esta patente producen una reducción importante de

estas sustancias. Este hecho supone uno de los objetivos principales de esta invención. Esta mejora es todavía más notable cuando se comparan los resultados de Meier y col. con los obtenidos con otros materiales propuestos en este documento, por ejemplo con MCM-41. Por otro lado, esta patente describe y hace especial hincapié en el hecho de que se produce una reducción drástica de ciertas sustancias tóxicas muy importantes, por ejemplo, en CO, que no se menciona en ninguna de las patentes revisadas que usan materiales relacionados con los propuestos en este trabajo.

El procedimiento propuesto puede usarse de manera altamente satisfactoria con cualquier tipo de preparación de tabaco (ru bio, negro, hoja, picadura, tabaco de liar, tabaco de pipa y cualquier otro artículo susceptible de ser fumado). No obstante lo anterior, la aplicación de unas gotas de agua, etanol o cualquier otro agente humectante puede facilitar el proceso de fabricación. Además, como ya se ha mencionado, usando el procedimiento descrito, se obtienen reducciones de los compuestos tóxicos que son sensiblemente superiores que los descritos en otras patentes relacionadas. Cabe destacar que incluso en estas patentes, que proponen la posibilidad de usar los aditivos con o sin agentes de adhesión [Meier M. W., Jost, W., Scanlan, F., documento EP 0 740 907], al describir los diferentes ejemplos, éstos se mezclan con el tabaco vaporizándolos en forma de suspensión de la zeolita con C-Gel y LC-674, mientras que esta invención mezcla las zeolitas directamente con la picadura de tabaco y, a lo sumo, se usan unas gotas de etanol para humedecer el catalizador.

Por otro lado, la patente de Meier y col. reconoce explícitamente que en el producto para fumar, el catalizador se añade al tabaco usando un adhesivo. Este hecho es muy importante, ya que la presencia del adhesivo o la mezcla del elemento activo con otros componentes puede provocar efectos indeseables de difusión interparticular o incluso un bloqueo parcial o total de los poros del catalizador con la consiguiente pérdida de eficacia.

Independientemente de todo lo que se ha mencionado anteriormente, pueden usarse diferentes tipos de equipos para la preparación de los cigarrillos que facilitan, e incluso pueden mejorar, la incorporación del aditivo a la picadura de tabaco, como por ejemplo, mezcladores rápidos u orbitales, lechos fluidizados y lechos arrastrados, entre otros, así como tamices para separar y recircular el aditivo que no se haya adherido a las fibras del tabaco. Por otro lado, para otras preparaciones diferentes de los cigarrillos convencionales, donde la preparación de las mezclas tabaco-aditivo debe realizarse de manera manual por parte del propio fumador, puede usarse con recipientes separados para tabaco y aditivo. Este kit o dispensador proporciona la cantidad adecuada de catalizador para la preparación de tabaco ru bio, negro, hoja, picadura, tabaco de liar, tabaco de pipa y cualquier otro artículo susceptible de ser fumado. Este kit puede consistir en un blister, en el que cada cavidad contiene la cantidad seleccionada (entre 5 y 70 mg, con el fin de obtener una dosis de entre el 0,5 y el 15% de aditivo con respecto al tabaco, preferiblemente entre el 2 y el 7% en peso, que habitualmente se consumirá en porciones de alrededor de 1 g de tabaco), cápsulas individuales que contengan estas cantidades, un recipiente que incluye una cucharilla calibrada o graduada o cualquier otro tipo de dispensador calibrado.

Esta invención describe el uso de unos catalizadores que reúnen unas características adecuadas desde este punto de vista, ya que poseen una morfología no fibrosa, aproximadamente esférica y un tamaño de partícula o agregados tal que, en las proporciones descritas en los ejemplos, no se observan en los filtros secundarios usados y, por lo tanto, constituye una garantía de que no atraviesan el filtro convencional. Para otro tipo de aplicaciones puede resultar necesario ajustar el tamaño de partícula con el fin de garantizar este comportamiento.

Como se ha puesto de manifiesto en la sección anterior, se han descrito diferentes procedimientos para reducir la cantidad de sustancias tóxicas y cancerosas procedentes de la combustión del tabaco, que están presentes en las corrientes principal y secundaria del humo que se genera al fumar tabaco.

Esta patente describe el uso de ciertas zeolitas y otros aluminosilicatos y sólidos mesoporosos, en sus formas neutra, ácida o intercambiada con iones metálicos, así como de modificaciones y/o mezclas de estos materiales con iones metálicos no tóxicos o con óxidos de estos metales, como aditivos del tabaco para reducir drásticamente la cantidad de compuestos tóxicos y/o cancerosos que se generan al fumar y que aparecen en las corrientes principal y secundaria del humo del tabaco. Estos aditivos también reducen la fracción de productos condensables y no condensables que se generan durante la combustión del tabaco sin alterar sustancialmente sus características organolépticas, mientras que la cantidad de residuo sólido (coque) en las cenizas aumenta.

Estos aditivos, en forma de polvo, pueden añadirse y mezclarse directamente con el tabaco sin necesidad de usar ningún tipo de adhesivo o tecnología especial. Estos son útiles y pueden usarse para este fin con cualquier tipo de presentación del tabaco para fumar directamente (paquetes de cigarrillos convencionales, puros, cigarros, etc.), así como con aquellas formas que requieran una manipulación previa con el fin de obtener el producto que puede fumarse (MYO, RYO, tabaco de pipa, etc.).

Por lo tanto, un objeto de esta invención se refiere al uso de aditivos para la eliminación directa de gran parte de estos compuestos no deseables de los gases y productos condensables que forman parte del humo del tabaco en productos directamente consumibles (paquetes de cigarrillos convencionales, puros, cigarros, etc.), así como de un kit que incorpora recipientes separados para tabaco y aditivo. Este kit o dispensador puede usarse preferiblemente para aquellas formas que requieran una manipulación previa para obtener el artículo que puede fumarse (tabaco de

liar-RYO-, tabaco para rellenar tubo-MYO-, tabaco de pipa, etc.).

Los aditivos usados en esta invención presentan las características morfológicas y estructurales típicas de los tamices moleculares. Por lo tanto, la zeolita USY presenta relaciones Si/Al menores y un tamaño de poro mayor que la zeolita ZSM-5, y una estructura caracterizada por que tiene cavidades internas voluminosas que son esencialmente esféricas ("supercages") unidas tetraédricamente a través de las aberturas de los poros, definidas por anillos de 12 átomos de oxígeno (anillos de 12 miembros o 12MR) [Boxiong S., Chunfei W., Rui W., Binbin G. and Cai L., "Pyrolysis of scrap tyres with zeolite USY", *Journal of Hazardous Materials*, in Press (2006)]. La zeolita ZSM-5 presenta un sistema de anillos de 10 miembros (10MR), con un arreglo tridimensional de canales sinusoidales y circulares interconectados, con tamaños de poro de $5,3 \times 5,6 \text{ \AA}$ y $5,1 \times 5,5 \text{ \AA}$ e intersecciones entre los canales de $0,9 \text{ nm}$ [N. Kumar, "Synthesis, modification and application of high silica catalysts in the transformation of light hydrocarbons to aromatic hydrocarbons", N. Kumar, Ph.D. thesis, Åbo Akademi University, Åbo/Turku, Finland, 1996]. La zeolita BET A presenta una estructura con orificios del tipo 12MR [J.M. Newsum, M.M.J. Treacy, W.T. Koetsier, *Proc. R. Soc. Lond. A*, 420 (1988), 375]. Esta zeolita presenta una estructura altamente desordenada que consiste en el crecimiento aleatorio de polimorfos A y B, con simetrías tetragonal y monoclinica, respectivamente, normalmente en una proporción aproximada de 60:40 [Q. Li, A. Navrotsky, F. Rey, A. Corma, *Micropor. Mater.*, 59 (2003), 177]. Presenta dos tipos de canales rectos, en las direcciones *a/a'* y *b/b'* con diámetros de $7,3 \times 6,8 \text{ \AA}$ para el sistema tetragonal y de $7,3 \times 6,0 \text{ \AA}$ para el sistema monoclinico, y un canal sinusoidal en la dirección *c/c'*, de $5,5 \times 5,5 \text{ \AA}$. La intersección de estos canales forma un sistema de poros que son fácilmente accesibles [J.C. Jansen, E.J. Creyghton, S.L. Njo, H. Koningsveld and H. Bekkum, *Catal. Today*, 38 (1997), 205].

El material MCM-22 [M.K. Rubin, P. Chu, Patente de Estados Unidos 4954 325, 1990] es un aluminosilicato, de preparación relativamente reciente, que se obtuvo por vez primera por Rubin y col. en 1990. La estructura del MCM-22 consiste en dos sistemas independientes de poros, uno de ellos compuesto por canales bidimensionales con aberturas de poro de 10 miembros (10MR) y el otro consiste en un sistema de supercavas con aberturas de 12 miembros (12MR). Debido a esta estructura porosa, el MCM-22 combina el comportamiento de ambos sistemas, el 10MR y el 12MR, que le confieren algunas propiedades catalíticas únicas. El material MCM-41 es también un aluminosilicato mesoporoso que se sintetizó por primera vez por Beck y col. en 1992 [J. S. Beck, J. C. Vartuli, G. J. Kennedy and C. T. Kresge, S. E. Schramm, *Chem. Mater.*, 6 (1994), 1816]. El MCM-41 presenta una disposición hexagonal de mesoporos con un sistema de poros altamente regular de un tamaño variable entre $1,5$ y 10 nm , lo que le confiere un área superficial considerablemente grande. Esta propiedad es de gran importancia con respecto a la reducción de los efectos nocivos del tabaco.

Todos estos materiales se describen en detalle en la bibliografía en la que se refiere a los procedimientos para obtener el material, así como a sus características fisicoquímicas y estructurales.

Dentro del grupo de materiales que se menciona en esta patente, las formas no ácidas, cuando se usan como aditivos del tabaco de la manera descrita en esta aplicación, proporcionan excelentes resultados desde el punto de vista de la reducción de los productos tóxicos y peligrosos presentes en el humo del tabaco, ya que evitan los efectos negativos asociados a la posible hidrólisis de los materiales lignocelulósicos presentes en el tabaco que pueden producirse cuando se usan formas ácidas en ambientes con un grado de humedad elevado.

La Tabla 1 muestra las características químicas y estructurales de algunos de los aditivos que se estudian en esta aplicación, como ejemplos representativos de este tipo de materiales. Para todos ellos, la relación Si/Al, la superficie externa y otras características pueden modificarse dentro de unos intervalos relativamente amplios con diferentes finalidades sin que con ello se modifique sustancialmente el comportamiento y las propiedades generales del material.

Otro aspecto importante es el tamaño y la forma de las partículas del catalizador. Tamaños de partícula pequeños mejoran el contacto con el sólido y los gases desprendidos, pero pueden atravesar más fácilmente los filtros o el lecho de tabaco y pasar a los pulmones. Por lo tanto, es preciso tener en cuenta este aspecto y reducir o eliminar la posibilidad de que esto ocurra. En cualquier caso, es muy importante que este tipo de aditivos no contengan compuestos o elementos tóxicos ni que presenten una morfología fibrosa que podría resultar lesiva para la salud. Los materiales usados presentan tamaños de partícula de alrededor de $0,1-2 \text{ \mu m}$, que en muchos casos se encuentran formando agregados que miden $20-30 \text{ \mu m}$. En las condiciones experimentales usadas en los ejemplos descritos en esta invención, los materiales descritos con estos tamaños de partícula permiten conseguir resultados altamente satisfactorios desde el punto de vista de la reducción de compuestos tóxicos presentes en el humo del tabaco, sin que se observe una presencia significativa de partículas capaces de atravesar los filtros del cigarrillo. No obstante, para otros tipos de tabaco susceptibles de ser fumados será necesario optimizar el tamaño de partícula de los aditivos de forma que estos se encuentren presentes con un tamaño lo suficientemente pequeño como para producir buenos resultados, pero no tan pequeño como para atravesar los filtros del cigarrillo o el lecho de tabaco.

Tanto en la descripción como en las reivindicaciones, la palabra "comprende" y sus sinónimos no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o etapas.

Para los expertos en el campo, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de

la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos se proporcionan a modo de ilustración y no pretenden limitar esta invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE UNA REALIZACIÓN DE LA INVENCION

5

Ejemplo 1. Estudio comparativo de fumado de cigarrillos con y sin aditivo.

Con el fin de demostrar la función de los aditivos propuestos en esta patente, se fumaron los siguientes: a) cigarrillos comerciales de referencia y b) cigarrillos que tenían aditivos añadidos usando una máquina de fumar que funcionaba de acuerdo con las siguientes variables de operación:

Condiciones de fumado de cigarrillos y de análisis de los productos generados

- 15 • Se fuman simultáneamente 5 cigarrillos siguiendo las especificaciones enumeradas en la norma ISO 3308 (caladas de 2 s de duración, 35 ml de volumen aspirado, frecuencia de caladas de 60 s y pérdida de presión en la calada de menos de 300 Pa).
- Los cigarrillos se mantienen a temperatura ambiente y con una humedad relativa del 60%, manteniéndolos en un desecador provisto de una disolución saturada de nitrito sódico, al menos durante 48 h antes de que se fumen.
- 20 • Durante el proceso de fumar, el humo, incluyendo el CO, CO₂ y otros productos no condensables, atraviesa el filtro del cigarrillo y se introduce en una trampa u bicada inmediatamente detrás de éste. Los productos no condensables se recogen en una bolsa Tedlar para gases, que se conserva para su posterior análisis por cromatografía de gases (CG) y los productos condensables se recogen en el filtro del cigarrillo y en la trampa posterior. Esta bolsa tiene los productos condensables que serían directamente inhalados por los fumadores.
- La presión de aspiración de la máquina de fumar es de alrededor de 150 cm de H₂O.
- 25 • Los productos condensables retenidos en la trampa posterior del filtro se extraen con 2-propanol, asegurándose que se extraen todos los compuestos retenidos en la trampa. A continuación, el material extraído se seca con sulfato sódico y se conserva para su posterior análisis por CG.
- La determinación del contenido en CO y CO₂ en la fracción no condensable se obtiene por CG usando un detector de conductividad térmica (GC-TCD) y una columna Porapak Q, en una unidad SHIMADZU GC-14A que usa un
- 30 calibrado basado en patrones externos. Las condiciones del análisis son:

Gas vehículo: He

Temperatura del inyector: 100 °C

Temperatura del detector: 110 °C

35 Volumen inyectado: 250 µl

- El resto de componentes no condensables se analizarán por CG con un detector de ionización de llama (GC-FID) usando una columna GAS-PRO en las siguientes condiciones:

40 Gas vehículo: He

Temperatura del inyector: 150 °C

Temperatura del detector: 230 °C

Volumen inyectado: 150 µl

- 45 • Los compuestos condensables (extraídos con 2-propanol) se analizan con un detector de espectrometría de masas de CG (GC-MS) usando una columna HP-5MS en las siguientes condiciones:

Gas vehículo: He

Temperatura del inyector: 50 °C

50 Temperatura del detector: 230 °C

Volumen inyectado: 1 µl

- Para la determinación de las cantidades obtenidas para cada compuesto, se realiza una integración de los picos cromatográficos y se usan los factores de respuesta correspondientes.

55

Condiciones de preparación de los cigarrillos

Con el fin de realizar todos los ensayos se prepararon cigarrillos en los que la fibra de tabaco se mezclaba manualmente con el catalizador usando unas gotas de etanol. Esta operación se realizó sobre un tamiz para separar el catalizador que no quedaba adherido al tabaco y de esta manera conseguir un porcentaje de catalizador nominal en las mezclas que correspondía a la cantidad de catalizador se pesó inicialmente, y un porcentaje real, que era el finalmente retenido por la muestra. Otros agentes alternativos al etanol que pueden servir para ayudar en el proceso de mezcla tabaco-catalizador son agua, glicerina y otros disolventes similares que no afectan a las propiedades del tabaco y que se evaporan con relativa facilidad. No obstante lo anterior, las mezclas también pueden realizarse de

65 manera satisfactoria sin necesidad de usar ninguna de estas sustancias.

Características de las muestras empleadas

A continuación se enumeran las características correspondientes a algunos de los ejemplos que permitieron ilustrar los resultados que pueden conseguirse usando los aditivos propuestos. Se enumera el porcentaje nominal para cada tipo de aditivo. El tabaco usado para los cigarrillos de referencia, así como para las diferentes mezclas con los aditivos, siempre ha sido un tabaco rubio comercial de la misma marca.

a) Ejemplos correspondientes a diferentes mezclas tabaco-aditivo

10

En todos los casos se usa un porcentaje nominal de un 10% en peso de aditivo. Los cigarrillos se preparan usando el procedimiento descrito en "condiciones de preparación de los cigarrillos" usando los siguientes aditivos enumerados:

Mezclas
Tabaco
Tabaco + H-MCM-22 al 10%
Tabaco + Na-MCM-22 al 10%
Tabaco + Na-Fe-MCM-22 al 10%
Tabaco + H-MCM-41 al 10%
Tabaco + Na-MCM41 al 10%
Tabaco + Na-Fe-MCM41 al 10%
Tabaco + Na-Fe-MCM-41 +CeO ₂ al 10%
Tabaco + H-USY al 10%
Tabaco + H-ZSM-5 al 10%
Tabaco + Beta al 10%
Tabaco + Na-Beta al 10%

15

b) Ejemplos correspondientes a mezclas tabaco-aditivo con diferente concentración de aditivo

El aditivo usado en todos los casos es Na-Fe-MCM-41. Se enumeran los porcentajes en peso de catalizador. Los cigarrillos se preparan usando el procedimiento descrito en "condiciones de preparación de los cigarrillos" y usando las siguientes concentraciones nominales (porcentaje en peso):

20

Mezclas	% aditivo
Na-Fe-MCM-41 al 1%	1
Na-Fe-MCM-41 al 4%	4
Na-Fe-MCM-41 al 7%	7
Na-Fe-MCM-41 al 10%	10

Resultados obtenidos: a) Ejemplos correspondientes a diferentes mezclas tabaco-aditivo

25 Las tablas 2, 3 y 4 enumeran los resultados obtenidos al fumar los cigarrillos usando las condiciones de preparación de los cigarrillos, las condiciones de fumado y de análisis de los productos generados y los ejemplos del grupo a), que corresponden a las diferentes mezclas tabaco-aditivo. Se enumeran los valores obtenidos para:

- CO y CO₂, en mg de compuesto/cigarrillo
- 30 - cantidad de algunos productos tóxicos en mg de compuesto/cigarrillo
- porcentaje de líquidos, gases y cenizas generados
- materia particulada total (TPM) en mg/cigarrillo, calculada como:

$$m_{TPM} = \frac{m_1 - m_0}{q}$$

35

en la que m₀ es la masa de la trampa posterior al filtro en mg antes de fumar
 m₁ es la masa de la trampa posterior al filtro en mg después de fumar q cigarrillos
 q es el número de cigarrillos fumados

40 Las tablas 2 a 4 ponen de manifiesto que los aditivos propuestos en sus formas de ácido, sódica e intercambiada con hierro, así como sus mezclas con óxidos de Ce y Zr, cuando se mezclan con el tabaco en las proporciones descritas proporcionan una reducción significativa de la cantidad de compuestos tóxicos que aparecen en el humo del tabaco. Esta reducción supone a su vez una disminución de los efectos potencialmente negativos que causa el humo del tabaco en los fumadores y en los fumadores pasivos, sin provocar ningún cambio apreciable en las
 45 propiedades organolépticas o en el sabor y en la consistencia del tabaco, y sin ninguna generación aparente de

compuestos no deseables. Por otro lado, no sólo se reducen los compuestos tóxicos, sino que, en general, también disminuye de manera apreciable la cantidad total de gases y de líquidos que se forman al fumar un cigarrillo (materia total particulada, TPM, más el líquido retenido en el filtro), mientras que aumenta el residuo sólido junto con las cenizas. Al finalizar el proceso de fumar, los aditivos quedan retenidos en las cenizas o en el tabaco que no se ha fumado.

Como se ha indicado anteriormente, el uso de estos aditivos provoca una reducción importante de las sustancias tóxicas presentes en el humo del tabaco, como por ejemplo CO, CO₂, nicotina, etc., así como de la cantidad total de productos líquidos y gaseosos. Por ejemplo, la Tabla 2 muestra los resultados obtenidos para la producción de CO y CO₂, expresada en mg de compuesto/cigarrillo, para un cigarrillo de referencia y para mezclas con algunos de los aditivos, que pueden considerarse representativos del resto. Como puede observarse, cuando se usan los aditivos propuestos, se obtuvieron reducciones del aproximadamente el 4-88% en la cantidad de CO generada con respecto al cigarrillo de referencia, mientras que la reducción en la formación de CO₂ puede alcanzar el 0-84%. Por otro lado, de acuerdo con los datos que se enumeran en la tabla 3, y como se ha explicado, los materiales estudiados también reducen la cantidad total de productos líquidos y gaseosos generados. Por ejemplo, se observan reducciones del orden del 37-97% en el TPM, mientras que el residuo sólido generado aumenta. A modo de ejemplo, la tabla 4 enumera los resultados obtenidos para la producción de algunos compuestos tóxicos y cancerosos que aparecen en el humo del tabaco. Como puede observarse en la mayoría de los casos, el uso de los aditivos propuestos proporciona una reducción de más del 50% en la mayor parte de los compuestos. Por ejemplo, cuando se utiliza Na-MCM-41 como aditivo, se observan las siguientes reducciones con respecto al cigarrillo de referencia: CO₂, 81,4%; CO, 84,4%; TPM, 97,1%; glicerina, 32,5%; neofitadieno, 72,1%; nicotina, 79,1%; acetona, 57,5%; acetaldehído, 70,3%; hidroquinona, 79,7%; propionaldehído, 49,3%; acroleína, 69,1%; crotonaldehído, 62,2%; isobutiraldehído, 66,7%; furano, 63,8% y benceno, 62,2%.

Todas las mezclas descritas también pueden prepararse mediante el uso de mezcladores rápidos, lechos fluidizados y arrastrados o cualquier otro tipo de equipo que favorezca la mezcla entre la fibra de tabaco y el aditivo. También pueden usarse tamices para separar y recircular el aditivo que no se hubiese fijado sobre las fibras del tabaco. Por otro lado, para otras preparaciones diferentes de los cigarrillos convencionales, donde la preparación de las mezclas tabaco-aditivo debe realizarse de manera manual por parte del fumador, puede usarse un dispensador que proporcione la cantidad adecuada de catalizador para la preparación de tabaco rubio, negro, hoja, picadura, tabaco de liar, tabaco de pipa y cualquier otro artículo susceptible de ser fumado. Este dispensador puede consistir en un blister, en el que cada cavidad contenga la cantidad seleccionada (entre 5 y 70 mg, con el fin de obtener entre el 0,5 y el 7% con respecto al tabaco, que habitualmente se consumirá en porciones de alrededor de 1 g de tabaco), cápsulas individuales que contengan estas cantidades, un recipiente que incluya una cucharilla calibrada o graduada o cualquier otro dispensador calibrado. Para preparar el producto listo para fumar (MYO, RYO, pipa u otras formas), el contenido del dispensador calibrado se vierte sobre la fibra de tabaco y se mezcla cuidadosamente con la mano. Este procedimiento garantiza excelentes resultados, tan buenos como los enumerados en las tablas 2 a 4.

Resultados obtenidos: b) Ejemplos correspondientes a mezclas tabaco-aditivo con diferente concentración de aditivo

Se ha estudiado también la influencia de la concentración del aditivo en las mezclas aditivo-tabaco. Para ello se prepararon mezclas con un porcentaje nominal de catalizador comprendido entre el 1 y el 10%, usando el procedimiento que se ha mencionado anteriormente. A modo de ejemplo, las tablas 5 y 6 muestran los resultados obtenidos cuando se usa Na-Fe-MCM-41 como aditivo. Como puede observarse, los mejores resultados se alcanzan cuando se usa la concentración máxima de aditivo, aunque las mezclas con un 3-7% también obtienen excelentes resultados y que pueden ajustarse dependiendo de la reducción de los compuestos tóxicos deseada.

Tabla 1. Valores típicos de diferentes propiedades de algunos de los aditivos estudiados en esta patente (^aBJH; ^bprocedimiento BET, isoterma de adsorción de N₂; ^cprocedimiento t, isoterma de adsorción de N₂; ^dmedido a P/P₀ = 0,995, isoterma de adsorción de N₂; ^eXRF, ^fTPD de NH₃, ^gRMN).

PROPIEDAD	BETA	H-ZSM-5	H-USY	H-MCM-41	Na-MCM-41	Na-Fe-MCM-41
Tamaño de poro (nm) ^a	0,66 x 0,67 0,56 x 0,56	0,55 0,74		1,9	1,9	1,8
Área BET (m ² /g) ^b 510		341	614	956	1174	1142
Área superficial externa (m ² /g) ^c 183		38	28	115	120	234
Volumen de poros (cm ³ /g) ^d 0,17		0,18	0,35	0,62 0,78		0,70
Relación Si/Al ^e 25		22	4,8	18	21	88
Acidez (mmol/g) 2,1		2,0	2,1	0,75	0,43	0,40
Acidez asociada a centros débiles ^f 1,1		1,2	2,1	0,75	0,43	0,25
Acidez asociada a centros fuertes ^f 0,97		0,88	-	-	-	0,15
T _{desorción} NH ₃ (°C) ^g centros ácidos débiles	190	166	154	380	380	251
T _{desorción} NH ₃ (°C) ^g centros ácidos fuertes	370	416	-	-	-	490

Tabla 1. Continuación

PROPIEDAD	H-MCM-22	Na-MCM-22	Na-Fe-MCM-22
Tamaño de poro (nm) ^a	0,71 x 0,71 x 1,81	0,71 x 0,71 x 1,81	0,71 x 0,71 x 1,81
Área BET (m ² /g) ^b	410	440	400
Área superficial externa (m ² /g) ^c	75	79	76
Volumen de poros (cm ³ /g) ^d	0,34	0,37	0,33
Relación Si/Al ^e	18	18	18
Acidez (mmol/g) ^f	1,2	0,95	1,2
Acidez asociada a centros débiles	0,82	0,79	0,82
Acidez asociada a centros fuertes	0,38	0,16	0,41
T _{desorción} NH ₃ (°C) ^g centros ácidos débiles	300	300	300
T _{desorción} NH ₃ (°C) ^g centros ácidos fuertes	500	500	500

Tabla 2. Contenido en CO₂ y CO en el humo del tabaco generado en condiciones controladas.

Muestra	CO₂ (mg/cigarrillo)	CO (mg/cigarrillo)
Tabaco 29,08		4,74
Tabaco + H-MCM-22 al 10%	9,79	1,49
Tabaco + H-MCM-41 al 10%	4,74	0,57
Tabaco + Na-MCM41 al 10%	5,41	0,74
Tabaco + Na-Fe-MCM41 al 10%	7,02	1,10
Tabaco + Na-Fe-MCM-41 +CeO ₂	19,55 3,62	
Tabaco + H-USY al 10%	19,24	1,90
Tabaco + H-ZSM-5 al 10%	30,00	2,99
Tabaco + H-Beta al 10%	10,0	1,0
Tabaco + Na-Beta al 10%	20,25	2,52

Tabla 3. TPM obtenido al fumar tabaco en condiciones controladas.

Muestra	TPM (mg/cigarrillo)
Tabaco 6,88	
Tabaco + H-MCM-22 al 10%	0,40
Tabaco + H-MCM-41 al 10%	0,82
Tabaco + Na-MCM41 al 10%	0,20
Tabaco + Na-Fe-MCM41 al 10%	1,12
Tabaco + Na-Fe-MCM-41 +CeO ₂	3,75
Tabaco + H-USY al 10%	3,00
Tabaco + H-ZSM-5 al 10%	3,95
Tabaco + H-Beta al 10%	4,31
Tabaco + Na-Beta al 10%	3,30

Tabla 4. Generación (mg compuesto/cigarillo) de diferentes compuestos tóxicos presentes en los gases y en los productos condensables retenidos en la trampa posterior al filtro al fumar tabaco en condiciones controladas.

Muestra	Fenol	Glicerina	p-Cresol	Hidroquinona	Nicotina	Neofitadieno	Acetona	Propionaldehído	Acroleína
Tabaco 0,002	6	0,0120	0,0029	0,0158	0,3979 0,028	0	0,0920	0,0144	0,0136
Tabaco + H-MCM-22 al 10%	---	---	---	---	0,0238	0,0014	0,0075	---	---
Tabaco + H-MCM-41 al 10%	0,0001	0,0010	0,0004 0,000	7	0,0316	0,0018	0,0029	---	---
Tabaco + Na-MCM41 al 10%	---	0,0081	<0,0001 0,003	2	0,0814	0,0078	0,0391 0,007	3	0,0042
Tabaco + Na-Fe-MCM41 al 10%	---	---	---	0,0019 0,058	3	0,0038	0,0457	0,0077	0,0070
Tabaco + Na-Fe-MCM-41 + CeO ₂	0,0013 0,002	0	0,0014	0,0077	0,2270 0,016	4	0,0491	0,0075	0,0073
Tabaco + H-USY al 10%	---	0,0251	0,0010	0,0057 0,146	0	0,0188	0,0587 0,012	3	0,0079
Tabaco + H-ZSM-5 al 10%	0,0024	0,0347	0,0019 0,011	0	0,3059	0,0244	0,0968 0,033	6	0,0191
Tabaco + Beta al 10%	0,0026	0,0402	0,0014 0,010	8	0,2324	0,0173	0,0419 0,009	7	0,0090
Tabaco + Na-Beta	---	0,0299	0,0003	0,0046	0,1453	0,0107 0,0295		0,0057	0,0059

Tabla 4. Continuación

Muestra	Crotonaldehído	Isobutir-aldehído	Tolueno	Benceno	Acetonitrilo	Acetaldehído	Furano
Tabaco 0,004	5 0,0012	0,0060 --- <0,0001	0,0013	0,0037 0,015	6 ---	0,1225 0,0107	0,0116 0,0040
Tabaco + H-MCM-22 al 10%	---	---	---	0,0026	---	0,0069	0,0048
Tabaco + H-MCM-41 al 10%	0,0017	0,0020 0,000	2	0,0014	---	0,0364	0,0042
Tabaco + Na-MCM41 al 10%	0,0027	0,0025 0,000	4	0,0018	0,0023	0,0436	0,0052
Tabaco + Na-Fe-MCM-41 +CeO ₂	0,0019 0,002	5	0,0004	0,0017 0,005	6	0,0478	0,0053
Tabaco + H-USY al 10%	0,0017	0,0030 0,000	5	0,0024	0,0041	0,0578	0,0086
Tabaco + H-ZSM-5 al 10%	0,0045	0,0068 0,001	3	0,0047	0,0175	0,1237	0,0124
Tabaco + Beta al 10%	0,0029	0,0039 0,000	6	0,0024	0,0067	0,0764	0,0082
Tabaco + Na-Beta	0,0018 0,001	8	0,0005	0,0024 0,005	0	0,0621	0,0099

Tabla 5. TPM obtenido al fumar tabaco en condiciones controladas

Muestra	TPM (mg/cigarrillo)
Tabaco 6,88	
Tabaco + Na-Fe-MCM-41 al 1%	6,39
Tabaco + Na-Fe-MCM-41 al 4%	4,75
Tabaco + Na-Fe-MCM-41 al 7%	1,57
Tabaco + Na-Fe-MCM-41 al 10%	1,12

Tabla 6. Generación (mg compuesto/cigarillo) de diferentes compuestos tóxicos presentes en los gases y en los productos condensables retenidos en la trampa posterior al filtro al fumar tabaco en condiciones controladas.

Muestra	Fenol	Glicerina	p-Cresol	Hidroquinona	Nicotina	Neofitadieno	Acetona
Tabaco 0,002	6	0,0120	0,0029	0,0158 0,397	9	0,0280	0,0920
Tabaco + Na-Fe-MCM41 al 1%	0,0025	0,0083 0,004	6	0,0140	0,3900	0,0280	0,0900
Tabaco + Na-Fe-MCM41 al 4%	0,0021	0,0047 0,002	4	0,0103	0,3000	0,0217	0,0588
Tabaco + Na-Fe-MCM41 al 7%	0,0008	0,0031 0,000	4	0,0040	0,0905	0,0078	0,0260
Tabaco + Na-Fe-MCM41 al 10%	---	---	---	0,0019	0,0583	0,0038	0,0257

Tabla 6. Continuación

Muestra	Propionaldehído	Acroleína	Croton-aldehído	Isobutir-aldehído	Tolueno	Benceno
Tabaco 0,014	4	0,0136	0,0045 0,006	0	0,0013	0,0037
Tabaco + Na-Fe-MCM41 al 1%	0,0085 0,007	2	0,0028	0,0039	0,0006	0,0019
Tabaco + Na-Fe-MCM41 al 4%	0,0077 0,006	7	0,0018	0,0032	0,0007	0,0019
Tabaco + Na-Fe-MCM41 al 7%	0,0050 0,004	5	0,0013	0,0024	0,0006	0,0012
Tabaco + Na-Fe-MCM41 al 10%	0,0057 0,004	0	0,0010	0,0020	0,0004	0,0012

REIVINDICACIONES

1. El uso de un aditivo que se mezcla con el tabaco, caracterizado por que este aditivo se selecciona entre el siguiente grupo formado por:
- 5 Na-MCM-41, Na-Fe-MCM-41, Na-Ce-MCM-41, Na-Zr-MCM-41, sus mezclas con óxidos de Fe, Ce o Zr; y mezclas de estos materiales, para reducir las sustancias tóxicas y cancerosas presentes en el humo del tabaco.
2. Uso de aditivo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque los compuestos tóxicos y
- 10 canceroso se reducen en las corrientes principales y secundarias del humo del tabaco.
3. Composición que usa cualquier forma de tabaco, es decir, rubio, negro, hoja, picadura, tabaco de liar (RYO), tabaco de pipa (MYO) o cualquier otro artículo susceptible de ser fumado, con al menos un aditivo del grupo formado por:
- 15 Na-MCM-41, Na-Fe-MCM-41, Na-Ce-MCM-41, Na-Zr-MCM-41, sus mezclas con óxidos de Fe, Ce o Zr; y mezclas de estos materiales.
4. La composición de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada porque el aditivo se encuentra en
- 20 concentraciones comprendidas entre el 0,5 y el 15% en peso con respecto al tabaco.
5. La composición de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizada porque el aditivo se encuentra en concentraciones comprendidas entre el 2 y el 7% en peso con respecto al tabaco.
- 25 6. La composición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 3-5, caracterizado porque el aditivo tiene un tamaño de partícula comprendido entre 0,1-2 μm .
7. Kit para la preparación de la composición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores
- 30 3-6, caracterizado porque tiene compartimentos separados para tabaco y aditivo, en las proporciones adecuadas, así como instrucciones para preparar la mezcla.