

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 790**

51 Int. Cl.:

**A24B 15/16** (2006.01)

**A24F 47/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.06.2012 PCT/EP2012/060411**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.12.2012 WO12164077**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2012 E 12729909 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 2713779**

54 Título: **Fuente de calor combustible para un artículo para fumar**

30 Prioridad:

**02.06.2011 EP 11250578**

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

**06.11.2019**

73 Titular/es:

**PHILIP MORRIS PRODUCTS S.A. (100.0%)  
Quai Jeanrenaud 3  
2000 Neuchâtel, CH**

72 Inventor/es:

**GLADDEN, THOMAS;  
POGET, LAURENT;  
JOCHNOWITZ, EVAN;  
ROUDIER, STÉPHANE;  
MALGAT, ALEXANDRE y  
BONNELY, SAMUEL**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 729 790 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**

Fuente de calor combustible para un artículo para fumar

5 La presente invención se refiere a una fuente de calor combustible para su uso en un artículo para fumar y para un artículo para fumar que comprende una fuente de calor combustible de conformidad con la invención.

10 Se han propuesto en la técnica una cantidad de artículos para fumar en los que el tabaco se calienta en lugar de quemarse. Un objetivo de tales artículos para fumar calentados es reducir los constituyentes del humo perjudiciales conocidos producidos por la combustión y la degradación pirolítica del tabaco en los cigarrillos convencionales. Típicamente en los artículos para fumar calentados, un aerosol se genera por la transferencia de calor desde un elemento combustible carburante o fuente de calor, a un material generador de aerosol físicamente separado, el cual puede localizarse dentro, alrededor o aguas abajo de la fuente de calor. Durante el uso la fuente de calor combustible del artículo para fumar calentado se enciende y compuestos volátiles liberados del material generador de aerosol por 15 transferencia de calor proveniente de la fuente de calor combustible se arrastran en el aire aspirado a través del artículo para fumar calentado. A medida que los compuestos liberados se enfrían, estos se condensan para formar un aerosol que se inhala por el consumidor.

20 Por ejemplo, el documento US-A-4,714,082 describe artículos para fumar que comprenden un elemento combustible carburante de alta densidad, un medio generador de aerosol físicamente separado y un miembro conductor del calor. El miembro conductor del calor entra en contacto con el elemento combustible y el medio generador de aerosol alrededor de al menos una porción de sus superficies periféricas y conduce el calor del elemento combustible que se quema al medio generador de aerosol. En los artículos para fumar del documento US-A-4,714,082, el miembro conductor del calor preferentemente se hunde del extremo de en encendido del elemento combustible y forma un 25 recipiente conductor que encierra los medios generadores de aerosol a lo largo de toda su longitud.

30 El documento WO-A2-2009/022232 describe un artículo para fumar que comprende una fuente de calor combustible, un sustrato generador de aerosol aguas abajo de la fuente de calor combustible, y un elemento conductor del calor alrededor de y en contacto con una porción trasera de la fuente de calor combustible y una porción frontal adyacente del sustrato generador de aerosol. En los artículos para fumar del documento WO-A2-2009/022232, el sustrato generador de aerosol se extiende al menos alrededor de 3 mm aguas abajo más allá del elemento conductor del calor.

35 Ventajosamente, la temperatura de combustión de una fuente de calor combustible para su uso en un artículo para fumar calentado no debería ser tan alta como para provocar la combustión o la degradación térmica del material formador de aerosol durante el uso del artículo para fumar calentado. Sin embargo, la temperatura de combustión de la fuente de calor combustible debería ser ventajosamente alta como para generar suficiente calor para liberar suficientes compuestos volátiles del material formador de aerosol como para producir un aerosol aceptable, especialmente durante las primeras caladas. Para evitar un retraso entre que un consumidor enciende la fuente de calor combustible y que se produce un aerosol aceptable, la fuente de calor combustible debe alcanzar 40 rápidamente una temperatura de combustión adecuada después de su ignición.

45 Se han propuesto en la técnica diversas fuentes de calor de combustible a base de carbono y de combustible que no es a base de carbono para su uso en artículos para fumar calentados. Las fuentes de calor de combustible a base de carbono y de combustible que no es a base de carbono y métodos para producir dichas fuentes de calor se describen, por ejemplo, en US-A-5,076,297 y US-A-5,146,934.

50 Aunque muchas fuentes de calor combustible a base de carbono se conocen en la técnica, estas fuentes de calor a menudo son difíciles de encender con un encendedor de cigarrillos de llama amarilla convencional. Además, cuando se usa en un artículo para fumar calentado, las fuentes de calor combustible a base de carbono conocidas a menudo no generan suficiente calor después de la ignición de la misma para producir un aerosol aceptable durante las primeras caladas.

55 Se ha propuesto en la técnica incluir agentes oxidantes y otros aditivos en fuentes de calor combustible que contienen fuentes de calor combustible a base de carbono para mejorar la ignición y las propiedades de combustión de la misma. Sin embargo, generalmente tales aditivos solo se han incluido en pequeñas cantidades relativas al peso total de la fuente de calor combustible a base de carbono. Por ejemplo, el documento EP-A1-0 627 174 describe que oxidantes tales como percloratos, cloratos, nitratos y permanganatos pueden incluirse en las fuentes de calor carbonosas descritas en la presente en una cantidad de entre aproximadamente 0,05 % y 10 % en peso de la fuente de calor y preferentemente entre aproximadamente 0,2% y 4%.

60 El documento US-A-5,247,949 describe fuentes de calor para su uso en artículos para fumar que comprenden carburo metal, óxido metálico de baja valencia y carbono. El documento US-A-5,246,018 describe fuentes de calor para su uso en artículos para fumar que comprenden carburo metal, óxido metálico de baja valencia y carbono.

65 Sigue existiendo una necesidad por una fuente de calor combustible que genere suficiente calor para producir un aerosol aceptable durante las primeras caladas de un artículo para fumar calentado, pero no mucho calor como

resultado de la combustión o degradación térmica del material generador de aerosol. Además, existe la necesidad por una fuente de calor combustible que sea mecánica y químicamente estable a temperatura y humedad ambiente, y que se puede encender con facilidad y rapidez con un encendedor de cigarrillos de llama amarilla convencional.

5 De conformidad con la invención se proporciona una fuente de calor combustible para un artículo para fumar que comprende carbono y al menos un auxiliar de ignición seleccionado del grupo que consiste en sales de nitrato de metal que tienen una temperatura de descomposición térmica de menos de aproximadamente 600°C, cloratos, peróxidos, materiales termales, magnesio, zirconio, y sus combinaciones, en donde la al menos un auxiliar de ignición está presente en una cantidad de al menos aproximadamente 20 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible. La fuente de calor combustible tiene una primera porción y una segunda porción opuesta, en donde al menos parte de la fuente de calor combustible entre la primera porción y la segunda porción se envuelve en una envoltura resistente a la combustión que es uno o ambas de conductora de calor y esencialmente impermeable al oxígeno. La fuente de calor combustible es esencialmente cilíndrica y la primera porción de la fuente de calor combustible es una primera cara de extremo de la fuente de calor combustible y la segunda porción de la fuente de calor combustible es una segunda cara de extremo opuesta de la fuente de calor combustible. Tras la ignición de la primera porción de la fuente de calor combustible, la segunda porción de la fuente de calor combustible aumenta la temperatura hasta una primera temperatura y durante la combustión posterior de la fuente de calor combustible, la segunda porción de la fuente de calor combustible mantiene una segunda temperatura inferior a la primera temperatura.

20 Como se usa en la presente descripción, el término "auxiliar de ignición" se usa para denotar un material que libera uno o ambos de energía y oxígeno durante la ignición de la fuente de calor combustible.

25 Como se usa en la presente descripción, los términos "primera porción" y "segunda porción" se utilizan para denotar dos regiones separadas de la fuente de calor combustible.

Como se usa en la presente descripción, el término "envoltura resistente a la combustión" se usa para denotar una envoltura que permanece esencialmente intacta durante la combustión de la fuente de calor combustible.

30 Como se usa en la presente descripción, el término "envuelto" se usa para denotar que la envoltura resistente a la combustión está alrededor de y en contacto directo con la periferia de la fuente de calor combustible.

De conformidad con la invención se proporciona además un artículo para fumar que comprende una fuente de calor combustible de conformidad con la invención.

35 En particular, de conformidad con la invención, se proporciona un artículo para fumar que comprende: una fuente de calor combustible de conformidad con la invención; y un sustrato generador de aerosol.

40 De conformidad con la invención, se proporciona además un artículo para fumar que comprende una fuente de calor combustible de conformidad con la invención; y un sustrato generador de aerosol aguas abajo de la fuente de calor combustible, en donde la primera porción de la fuente de calor combustible es un extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible y la segunda porción de la fuente de calor combustible es un extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible.

45 Como se usa en la presente descripción, los términos "aguas arriba" y "frontal", y "aguas abajo" y "trasera" se usan para describir las posiciones relativas de los componentes, o las porciones de los componentes, de los artículos para fumar de conformidad con la invención con relación a la dirección del aire aspirado a través del artículo para fumar durante su uso.

50 Preferentemente, al menos una parte trasera de la fuente de calor combustible se envuelve en la envoltura resistente a la combustión.

55 Preferentemente, al menos una parte trasera de la fuente de calor combustible y al menos una parte frontal del sustrato generador de aerosol se envuelven en la envoltura resistente a la combustión. En tales modalidades, la envoltura resistente a la combustión está alrededor de y en contacto directo con la periferia de al menos una parte trasera de la fuente de calor combustible y la periferia de al menos una parte frontal del sustrato generador de aerosol.

60 Preferentemente, una parte trasera del sustrato generador de aerosol no se envuelve en la envoltura resistente a la combustión.

Preferentemente, una parte frontal de la fuente de calor combustible no se envuelve en la envoltura resistente a la combustión.

65 Tras la ignición de la primera porción de la misma, las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención se someten a un proceso de combustión de dos etapas. En una primera fase inicial las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención muestran una "explosión" en la temperatura y en una segunda etapa posterior las

- fuentes de calor combustible se someten a combustión sostenida a una temperatura más baja. Este proceso de combustión de dos etapas se refleja en el perfil de temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención. La segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención aumenta inicialmente la temperatura hasta una primera temperatura de "explosión" y luego disminuye posteriormente la temperatura hasta una segunda temperatura "constante" inferior a la primera temperatura. La diferencia entre la primera temperatura y la segunda temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención establece la magnitud de la "explosión" en la temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible durante la primera etapa de combustión de las fuentes de calor combustible.
- Se apreciará que la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención puede o no quemarse durante la primera y segunda etapa de combustión de las fuentes de calor combustible.
- La "explosión" inicial en la temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención surge debido a una propagación muy rápida del calor a lo largo de toda la totalidad de las fuentes de calor combustible tras la ignición de la primera porción de la misma. La propagación muy rápida del calor puede ser el resultado de una reacción en cadena en la cual una parte de las fuentes de calor combustible que se enciende, dispara la ignición de una parte no encendida adyacente de las fuentes de calor combustible.
- Durante el uso de los artículos para fumar de conformidad con la invención, el rápido aumento de la temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención a la primera temperatura de "explosión" eleva rápidamente la temperatura del sustrato generador de aerosol de los artículos para fumar a un nivel en el que se generan compuestos orgánicos volátiles y compuestos saborizantes a partir del sustrato generador de aerosol. Esto garantiza que los artículos para fumar de conformidad con la invención produzcan un aerosol sensorialmente aceptable en la primera calada. La consiguiente disminución de la temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención a la segunda temperatura "constante" asegura que la temperatura del sustrato generador de aerosol de los artículos para fumar no alcance un nivel al cual se produce la combustión o degradación térmica del sustrato generador de aerosol.
- El control de la temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención de la manera descrita anteriormente permite ventajosamente que los artículos para fumar de conformidad con la invención no solo produzcan un aerosol sensorialmente aceptable durante las primeras caladas, sino que la combustión o degradación térmica del sustrato generador de aerosol también se evita esencialmente.
- Las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención comprenden al menos un auxiliar de ignición, en donde la al menos un auxiliar de ignición está presente en una cantidad de al menos aproximadamente 20 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible.
- La cantidad de una o ambas de energía y oxígeno liberadas por el al menos un auxiliar de ignición durante el encendido de la fuente de calor combustible debe ser suficiente para provocar que la fuente de calor combustible se someta al proceso de combustión de dos etapas descrito anteriormente.
- Se apreciará que la cantidad de al menos un auxiliar de ignición que debe incluirse en una fuente de calor combustible de conformidad con la invención para lograr el proceso de dos etapas descrita anteriormente variará en función del mínimo de un auxiliar de ignición incluido en la fuente de calor combustible.
- En general, mientras mayor sea la cantidad de uno o ambos de la energía y el oxígeno liberado al menos por el único auxiliar de ignición por unidad de masa de este, menor será la cantidad de al menos el único auxiliar de ignición que debe incluirse en una fuente de calor combustible de conformidad con la invención para lograr el proceso de combustión de dos etapas descrito anteriormente.
- En algunas modalidades, al menos el único auxiliar de ignición está presente, preferentemente, en una cantidad de al menos aproximadamente 25 por ciento, con mayor preferencia, al menos aproximadamente 30 por ciento, con la máxima preferencia, al menos aproximadamente 40 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible.
- Preferentemente, la al menos un auxiliar de ignición se presenta en una cantidad de menos de aproximadamente 65 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible.
- En algunas modalidades, al menos el único auxiliar de ignición está presente, preferentemente, en una cantidad de menos de aproximadamente 60 por ciento, con mayor preferencia, menos de aproximadamente 55 en peso en seco de la fuente de calor combustible, con la máxima preferencia, menos de aproximadamente 50 en peso en seco de la fuente de calor combustible.
- A menos que se indique de cualquier otra manera, las temperaturas de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención dada en la descripción siguiente de la invención son temperaturas de las fuentes de calor combustible medidas de forma aislada. Como se usa en la presente descripción, los términos "aislamiento" y

“aislado” se usan para describir una fuente de calor combustible de conformidad con la invención cuando se separan del resto de un artículo para fumar de conformidad con la invención.

5 Las temperaturas de las fuentes de calor combustible aisladas de conformidad con la invención dadas en la descripción siguiente se miden usando un termopar insertado a una corta distancia de entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 2 mm dentro de una región distal de la segunda porción de la fuente de calor combustible.

10 Como se usa en la presente descripción, el término "región distal" se usa para denotar una región de la segunda porción de la fuente de calor combustible situada más lejos de la primera porción de la fuente de calor combustible que se enciende.

Preferentemente, la primera temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención es al menos aproximadamente 400°C.

15 Preferentemente, la primera temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención es menor que o igual aproximadamente 1200 °C.

20 Preferentemente, la primera temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención está entre aproximadamente 400 °C y aproximadamente 1200 °C.

La segunda temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención es menor que la primera temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención.

25 Preferentemente, la segunda temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención es al menos aproximadamente 200 °C.

Preferentemente, la segunda temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención es menor que o igual aproximadamente 1000 °C.

30 Preferentemente, la segunda temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención está entre aproximadamente 200 °C y aproximadamente 1000 °C.

35 Preferentemente, la primera temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención es al menos aproximadamente 400°C y la segunda temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención es al menos aproximadamente 200°C.

40 Preferentemente, la primera temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención es menor o igual a aproximadamente 1200°C y la segunda temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención es menor o igual a aproximadamente 1000°C.

45 Preferentemente, la segunda temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención está entre aproximadamente 200°C y aproximadamente 1000°C menor que la primera temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible. Con mayor preferencia la segunda temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención es entre aproximadamente 200°C y aproximadamente 500°C menor que la primera temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible.

50 La “explosión” inicial en la temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención se inicia preferentemente a baja temperatura mediante la ignición de la primera porción de las fuentes de calor combustible usando un encendedor de energía u otro medio de ignición.

55 Preferentemente, la temperatura de ignición de la primera porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención está entre aproximadamente 200°C y aproximadamente 1000°C, con mayor preferencia entre aproximadamente 300°C y aproximadamente 800°C, con la máxima preferencia entre aproximadamente 300°C y aproximadamente 500°C.

60 En modalidades particularmente preferidas de la invención, la primera porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención puede encenderse con un encendedor de cigarrillos de llama amarilla convencional en 15 segundos o menos, con mayor preferencia en 10 segundos o menos, con la máxima preferencia en 5 segundos o menos.

65 Como se usa en la presente descripción, el término "encendido" se usa para referirse a que al menos parte de la primera porción de la fuente de calor combustible se quema de manera sostenible y a que la combustión se propaga a otras partes de la fuente de calor combustible.

La temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención no se ve influenciada directamente por la temperatura del encendedor u otros medios de ignición utilizados para encender la primera porción de la misma.

5 Tras la ignición de la primera porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención, la segunda porción de las fuentes de calor combustible preferentemente aumenta la temperatura hasta la primera temperatura a una velocidad de entre aproximadamente 100°C/segundo y aproximadamente 1000°C/segundo, con mayor preferencia a una velocidad de entre aproximadamente 400°C/segundo y aproximadamente 800°C/segundo.

10 Tras la ignición de la primera porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención, la segunda porción de las fuentes de calor combustible preferentemente aumenta en la temperatura hasta la primera temperatura dentro de aproximadamente L/20 segundos y aproximadamente 2L segundos, con mayor preferencia entre aproximadamente L/10 segundos y aproximadamente L segundos, con la máxima preferencia dentro de aproximadamente L/10 segundos y aproximadamente L/2 segundos. Como se usa en la presente descripción, "L" se usa para denotar la distancia en mm entre la primera porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención que se enciende y la segunda porción opuesta de las fuentes de calor combustible.

15 Por ejemplo, cuando la distancia en mm entre la primera porción y la segunda porción de una fuente de calor combustible de conformidad con la invención es aproximadamente 10 mm, tras la ignición de la primera porción de la fuente de calor combustible, la segunda porción de la fuente de calor combustible aumenta preferentemente en la temperatura hasta la primera temperatura dentro de aproximadamente 0,5 segundos y aproximadamente 20 segundos, con mayor preferencia dentro de aproximadamente 1 segundo y aproximadamente 10 segundos, con la máxima preferencia dentro de aproximadamente 1 segundo y aproximadamente 5 segundos.

25 Como se describió anteriormente, que se ha incrementado rápidamente a la primera temperatura de "explosión", la temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención luego disminuye a la segunda temperatura "constante". Preferentemente, la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención disminuye la temperatura desde la primera temperatura hasta la segunda temperatura dentro de aproximadamente 1 segundo y aproximadamente 30 segundos, con mayor preferencia entre aproximadamente 1 segundo y aproximadamente 20 segundos, con la máxima preferencia entre aproximadamente 1 segundo y aproximadamente 15 segundos. En modalidades particularmente preferidas de la invención, la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención disminuye de la temperatura desde la primera temperatura hasta la segunda temperatura dentro de aproximadamente 1 segundo y aproximadamente 10 segundos, con mayor preferencia dentro de aproximadamente 1 segundo y aproximadamente 5 segundos.

35 Preferentemente, la temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención permanece esencialmente estable a la segunda temperatura durante al menos aproximadamente 3 minutos, con mayor preferencia durante al menos 4 minutos, con la máxima preferencia durante al menos 5 minutos.

40 Como se usa en la presente descripción, el término "esencialmente estable" se usa para describir una variación de temperatura de aproximadamente o igual a aproximadamente 50°C.

45 La primera y segunda temperaturas de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención como se mide dentro de los artículos para fumar de conformidad con la invención pueden ser la misma que la primera y segunda temperaturas de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención como se mide de forma aislada.

50 Sin embargo, se apreciará que durante el uso en los artículos para fumar de conformidad con la invención, la temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención puede verse afectada por, por ejemplo, la composición, cantidad, forma, dimensiones y ubicación del sustrato generador de aerosol y otros componentes de los artículos para fumar. En consecuencia, la primera y segunda temperaturas de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención como se mide dentro de los artículos para fumar de conformidad con la invención pueden diferir de la primera y segunda temperaturas de la segunda porción de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención como se mide de forma aislada.

55 Las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden producirse con dimensiones diferentes en dependencia de su uso previsto.

60 Preferentemente, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención son fuentes de calor combustibles alargadas. Preferentemente, las fuentes de calor combustibles alargadas de conformidad con la invención tienen esencialmente forma de varilla.

65 Las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención son esencialmente cilíndricas. La primera porción de las fuentes de calor combustible cilíndricas de conformidad con la invención es una primera cara de extremo de las fuentes de calor combustible cilíndricas y la segunda porción de las fuentes de calor combustible cilíndricas de conformidad con la invención es una segunda cara de extremo opuesta de las fuentes de calor combustible cilíndricas.

De conformidad con una modalidad particularmente preferida de la invención, se proporciona una fuente de calor combustible cilíndrica para un artículo para fumar que comprende carbono y al menos un auxiliar de ignición seleccionado del grupo que consiste en sales de nitrato metálico que tienen una temperatura de descomposición térmica de menos de aproximadamente 600 °C, cloratos, peróxidos, materiales térmicos, magnesio, zirconio y sus combinaciones, en los que al menos un auxiliar de ignición está presente en una cantidad de al menos aproximadamente el 20 por ciento en peso de la fuente de calor combustible, la fuente de calor combustible cilíndrica tiene una cara de extremo aguas arriba y una cara de extremo aguas abajo opuesta, en donde al menos parte de la fuente de calor combustible cilíndrica entre la cara de extremo aguas arriba y la cara de extremo aguas abajo está envuelta en una envoltura resistente a la combustión que es una o ambas de conducción de calor y esencialmente impermeable al oxígeno y en donde al encenderse la cara de extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible cilíndrica, la cara de extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible cilíndrica aumenta de temperatura a una primera temperatura y en donde durante la combustión posterior de la fuente de calor combustible cilíndrica la cara de extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible cilíndrica mantiene una segunda temperatura más baja que la primera temperatura.

Preferentemente, las fuentes de calor combustibles alargadas de conformidad con la invención son de sección transversal esencialmente circular, oval o elíptica.

Preferentemente, las fuentes de calor combustibles alargadas de conformidad con la invención tienen un diámetro de entre aproximadamente 5 mm a aproximadamente 9 mm; con mayor preferencia, de entre aproximadamente 7 mm y aproximadamente 8 mm. Como se usa en la presente descripción, el término "diámetro" denota la dimensión transversal máxima de fuentes de calor combustibles alargadas de conformidad con la invención.

Preferentemente, las fuentes de calor combustibles alargadas de conformidad con la invención son de diámetro esencialmente uniforme. Sin embargo, las fuentes de calor combustibles alargadas de conformidad con la invención pueden estrecharse alternativamente de manera que el diámetro del extremo aguas abajo de las fuentes de calor combustibles alargadas es mayor que el diámetro de un extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible.

Preferentemente, las fuentes de calor combustibles alargadas de conformidad con la invención tienen una longitud de entre aproximadamente 7 mm y aproximadamente 17 mm, con mayor preferencia de entre aproximadamente 11 mm y aproximadamente 15 mm, con la máxima preferencia de entre aproximadamente 11 mm y aproximadamente 13 mm. Como se usa en la presente descripción, el término "longitud" denota la máxima dimensión longitudinal de las fuentes de calor combustibles alargadas y los artículos para fumar de conformidad con la invención entre el extremo aguas arriba y el extremo aguas abajo de estos.

Las fuentes de calor combustible alargadas de conformidad con la invención pueden envolverse en una envoltura resistente a la combustión a lo largo de esencialmente toda su longitud. Alternativamente, las fuentes de calor combustible alargadas de conformidad con la invención pueden envolverse en una envoltura resistente a la combustión a lo largo de una porción de su longitud.

Preferentemente, al menos una parte aguas abajo de las fuentes de calor combustible alargadas de conformidad con la invención se envuelve en la envoltura resistente a la combustión.

Preferentemente, una parte aguas arriba de las fuentes de calor combustible alargadas de conformidad con la invención no se envuelve en la envoltura resistente a la combustión.

Las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención pueden envolverse en una envoltura resistente a la combustión que es conductor del calor.

Durante el uso en los artículos para fumar de conformidad con la invención, el calor generado durante la combustión de las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención envuelto en una envoltura resistente a la combustión conductora del calor puede transferirse por conducción al sustrato generador de aerosol de los artículos para fumar a través de la envoltura resistente a la combustión conductora del calor. Esto puede afectar de manera significativa a la temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible. El drenaje de calor ejercido por la transferencia de calor por conducción puede disminuir significativamente la temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible. Esto aumenta la diferencia entre la primera temperatura y la segunda temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible y, por tanto, la magnitud de la "explosión" en la temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible.

Durante el uso, en tales modalidades el drenaje de calor ejercido por transferencia de calor por conducción a través de la envoltura resistente a la combustión conductora del calor puede mantener la segunda temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustible significativamente por debajo de la temperatura de autoignición de la segunda porción de las fuentes de calor combustible.

Alternativa o adicionalmente, las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención pueden envolverse en

una envoltura resistente a la combustión que limita oxígeno que restringe o impide el acceso de oxígeno a la al menos parte de las fuentes de calor combustible envueltas en la envoltura resistente a la combustión que limita el oxígeno. Por ejemplo, las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención pueden envolverse en una envoltura resistente a la combustión esencialmente impermeable al oxígeno.

5 En tales modalidades, la al menos parte de las fuentes de calor combustible envueltas en la envoltura resistente a la combustión que limita el oxígeno esencialmente carece de acceso al oxígeno. Por lo tanto, en tales modalidades, la al menos parte de las fuentes de calor combustible envueltas en la envoltura resistente a la combustión que limita el oxígeno no combustiona durante la segunda etapa de combustión de las fuentes de calor combustible.

10 Preferentemente, las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención se envuelven en una envoltura resistente a la combustión que es tanto conductor del calor como una restricción de oxígeno.

15 Las envolturas resistentes a la combustión adecuadas para uso en la invención incluyen, pero no se limitan a: envolturas de lámina metálica tales como, por ejemplo, envolturas de lámina de aluminio, envolturas de lámina de acero, envolturas de lámina de hierro y envolturas de lámina de cobre; envolturas de lámina de aleación metálica; envolturas de lámina de grafito; envolturas de fibra de vidrio; envolturas de fibra cerámica; y ciertas envolturas de papel.

20 Preferiblemente, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención tienen una composición sustancialmente homogénea.

Sin embargo, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden ser, alternativamente, fuentes de calor combustibles compuestas.

25 Preferentemente, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención tienen un contenido de carbono de al menos aproximadamente 35 por ciento, con mayor preferencia, de al menos aproximadamente 40 por ciento, con la máxima preferencia, de al menos aproximadamente 45 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible.

30 En algunas modalidades, las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención pueden ser fuentes de calor combustible a base de carbono.

35 Como se usa en la presente descripción, el término "fuente de calor a base de carbono" se usa para describir una fuente de calor que comprende principalmente carbono.

Las fuentes de calor combustible a base de carbono de conformidad con la invención preferentemente tienen un contenido de carbono de al menos aproximadamente 50 por ciento, con mayor preferencia de al menos aproximadamente 60 por ciento, con la máxima preferencia de al menos aproximadamente 80 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible basada en carbono.

40 Preferiblemente, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención tienen una porosidad de entre aproximadamente el 20% y aproximadamente el 80%, con mayor preferencia de entre aproximadamente el 40% y el 60%.

45 Las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención comprenden preferiblemente al menos un auxiliar de ignición que libera energía durante el encendido de la primera parte de las fuentes de calor combustibles.

50 En tales modalidades, la liberación de energía por al menos un auxiliar de ignición después del encendido de la primera parte de las fuentes de calor combustibles provoca directamente una "explosión" de temperatura durante la primera etapa de combustión de las fuentes de calor combustibles. Esto se refleja en el perfil de temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustibles.

55 Como se usa en la presente descripción, el término "auxiliar de ignición" no incluye las sales de metal alcalinas de ácidos carboxílicos (tales como sales de metal alcalinas de citrato, sales de metal alcalinas de acetato y sales de metal alcalinas de succinato), sales de metal alcalinas de haluros (tales como sales de metal alcalinas de cloruro), sales de metal alcalinas de carbonato o sales de metal alcalinas de fosfato. Como se ilustra en la Figura 9, incluso cuando están presentes en una gran cantidad en relación con el peso total de la fuente de calor combustible, tales sales de quemado de metal alcalino no liberan suficiente energía durante la ignición de una fuente de calor combustible para causar una "explosión" de temperatura durante la ignición. La primera etapa de la combustión. de las fuentes de calor combustible.

60 Las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender uno o más auxiliares de ignición que consisten en un solo elemento o compuesto que libera energía después del encendido de la primera parte de las fuentes de calor combustibles. Por ejemplo, en ciertas modalidades las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender uno o más materiales energéticos que consisten en un único



elemento o compuesto que reacciona exotérmicamente con el oxígeno en el momento del encendido de la primera porción de las fuentes de calor combustibles. Los ejemplos de materiales energéticos adecuados incluyen magnesio y zirconio.

5 Alternativa o adicionalmente, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender uno o más auxiliares de ignición que comprenden dos o más elementos o compuestos que reaccionan entre sí para liberar energía después del encendido de las fuentes de calor combustibles. Por ejemplo, en ciertas modalidades las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender una o más termitas o compuestos de termitas que comprenden un agente reductor tal como, por ejemplo, un metal, y un agente oxidante tal como, por ejemplo, un óxido metálico, que reaccionan entre sí para liberar energía en el momento del encendido de la primera porción de las fuentes de calor combustibles. Los ejemplos de metales adecuados incluyen, pero no se limitan a, magnesio, y los ejemplos de óxidos metálicos adecuados incluyen, pero no se limitan a, óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )

15 En otras modalidades, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender uno o más auxiliares de ignición que comprenden otros materiales que experimentan reacciones exotérmicas en el momento del encendido de la primera porción de la fuente de calor combustible.

20 Las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención comprenden preferiblemente al menos un auxiliar de ignición que libera oxígeno durante el encendido de la primera parte de las fuentes de calor combustibles.

25 En tales modalidades, la liberación de oxígeno por al menos un auxiliar de ignición después del encendido de la primera parte de las fuentes de calor combustibles indirectamente produce una "explosión" de la temperatura durante la primera etapa de la combustión de las fuentes de calor combustibles aumentando la velocidad de combustión de las fuentes de calor combustibles. Esto se refleja en el perfil de temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustibles.

30 Por ejemplo, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender uno o más agentes oxidantes que se descomponen para liberar oxígeno después del encendido de la primera porción de las fuentes de calor combustibles. Las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender agentes oxidantes orgánicos, agentes oxidantes inorgánicos o sus combinaciones. Los ejemplos de agentes oxidantes adecuados incluyen: nitratos tales como, por ejemplo, nitrato de potasio, nitrato de calcio, nitrato de estroncio, nitrato de sodio, nitrato de bario, nitrato de litio, nitrato de aluminio y nitrato de hierro; cloratos tales como, por ejemplo, clorato de sodio y clorato de potasio; peróxidos orgánicos tales como, por ejemplo, peróxido de benzoilo y peróxido de acetona; y peróxidos inorgánicos tales como, por ejemplo, peróxido de hidrógeno, peróxido de estroncio, peróxido de magnesio, peróxido de calcio, peróxido de bario, peróxido de zinc y peróxido de litio.

40 Las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender uno o más auxiliares de ignición que consisten en un solo elemento o compuesto que libera oxígeno después del encendido de la primera parte de las fuentes de calor combustibles. Alternativa o adicionalmente, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender uno o más auxiliares de ignición que comprenden dos o más elementos o compuestos que reaccionan entre sí para liberar oxígeno después del encendido de las fuentes de calor combustibles.

45 Las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender uno o más auxiliares de ignición que liberan energía y oxígeno después del encendido de la primera parte de las fuentes de calor combustibles. Por ejemplo, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender uno o más agentes oxidantes que se descomponen exotérmicamente para liberar oxígeno después del encendido de la primera porción de las fuentes de calor combustibles.

50 Alternativa o adicionalmente, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender uno o más primeros auxiliares de ignición que liberan energía después del encendido de la primera parte de las fuentes de calor combustibles y uno o más segundos auxiliares de ignición, que son diferentes a los de uno o más primeros auxiliares de ignición, que liberan oxígeno después del encendido de la primera parte de las fuentes de calor combustibles.

55 En una modalidad, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención comprenden al menos una sal de nitrato metálico que tiene una temperatura de descomposición térmica de menos de aproximadamente 600 °C, con mayor preferencia de menos de aproximadamente 400 °C.

60 Preferiblemente, al menos una sal de nitrato metálico tiene una temperatura de descomposición de entre aproximadamente 150 °C y aproximadamente 600 °C, con mayor preferencia de entre aproximadamente 200 °C y aproximadamente 400 °C.

65 En tales modalidades, cuando la primera porción de las fuentes de calor combustibles multicapa se expone a un encendedor convencional de llama amarilla u otro medio de ignición, la al menos una sal de nitrato metálico se

descompone para liberar oxígeno y energía. Esto provoca un aumento inicial en la temperatura de las fuentes de calor combustibles y también ayuda con la ignición de la fuente de calor combustible. Después de la descomposición total de la al menos una sal de nitrato metálico, las fuentes de calor combustibles continúan la combustión a una temperatura menor.

5 La inclusión de al menos una sal de nitrato metálico resulta ventajosamente en la ignición de las fuentes de calor combustibles que se inicia internamente, y no solamente en un punto sobre su superficie. Preferentemente, la al menos una sal de nitrato metálico se distribuye esencialmente homogéneamente a lo largo de las fuentes de calor combustibles.

10 Como se explicó anteriormente, durante el uso, la explosión de la temperatura de las fuentes de calor combustibles después de encender la primera parte del mismo que resulta de la descomposición de al menos una sal de nitrato metálico se refleja en el aumento de la temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustibles a la primera "explosión" de temperatura. Durante el uso en artículos para fumar de conformidad con la invención, esto asegura ventajosamente que se transfiere suficiente calor desde las fuentes de calor combustibles al material formador de aerosol de los artículos para fumar para producir un aerosol aceptable durante las primeras caladas del mismo.

15 Como también se explicó anteriormente, la disminución posterior de la temperatura de las fuentes de calor combustibles después de la descomposición de la al menos una sal de nitrato metálico también se refleja en la disminución posterior de la temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustibles a la segunda temperatura. Durante el uso en artículos para fumar de conformidad con la invención, se asegura ventajosamente que el sustrato generador de aerosol de los artículos para fumar no se degrada térmicamente ni se queme.

20 La magnitud y duración del aumento en la temperatura que resulta de la descomposición de la al menos una sal de nitrato metálico puede controlarse ventajosamente a través de la naturaleza y cantidad de la al menos una sal de nitrato metálico en la fuente de calor combustible multicapa.

25 Preferentemente, al menos una sal de nitrato metálico está presente en la fuente de calor combustible en una cantidad de entre aproximadamente 20 por ciento y aproximadamente 50 por ciento por peso en seco de la fuente de calor combustible.

30 Preferentemente, la al menos una sal de nitrato metálico se selecciona a partir del grupo que consiste en nitrato de potasio, nitrato de sodio, nitrato de calcio, nitrato de estroncio, nitrato de bario, nitrato de litio, nitrato de aluminio y nitrato de hierro.

35 Preferiblemente, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención comprenden al menos dos sales de nitrato metálico diferentes.

40 En una modalidad, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención comprenden nitrato de potasio, nitrato de calcio y nitrato de estroncio. Preferiblemente, el nitrato de potasio está presente en una cantidad de entre aproximadamente el 5 por ciento y aproximadamente el 15 por ciento en peso en seco de las fuentes de calor combustibles, el nitrato de calcio está presente en una cantidad de entre aproximadamente el 2 por ciento y aproximadamente el 10 por ciento en peso en seco de las fuentes de calor combustibles y el nitrato de estroncio está presente en una cantidad de entre aproximadamente el 15 por ciento en peso y aproximadamente el 25 por ciento en peso en seco de las fuentes de calor combustibles.

45 En otra modalidad, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención comprenden al menos un peróxido o superóxido que genera activamente oxígeno a una temperatura de menos de aproximadamente 600 °C, con mayor preferencia a una temperatura de menos de aproximadamente 400 °C.

50 Preferentemente, el al menos un peróxido o superóxido genera activamente oxígeno a una temperatura de entre aproximadamente 150 °C y aproximadamente 600 °C, con mayor preferencia a una temperatura de entre aproximadamente 200 °C y aproximadamente 400 °C, con la máxima preferencia a una temperatura de aproximadamente 350 °C.

55 Durante el uso, cuando la primera porción de las fuentes de calor combustibles se expone a un encendedor de llama amarilla convencional u otro medio de encendido, el al menos un peróxido se descompone para liberar oxígeno. Esto provoca un aumento inicial en la temperatura de las fuentes de calor combustibles y también ayuda con la ignición de la fuente de calor combustible. Después de la descomposición total de al menos un peróxido, las fuentes de calor combustibles continúan quemando a una temperatura más baja.

60 La inclusión de al menos un peróxido resulta ventajosamente en la ignición de la fuente de calor combustible que se inicia internamente, y no solamente en un punto sobre su superficie. Preferiblemente, el al menos un peróxido se distribuye de manera sustancialmente homogénea a lo largo de las fuentes de calor combustibles.

65 Como se explicó anteriormente, durante el uso, el aumento de la temperatura de las fuentes de calor combustibles después del encendido de la primera porción del mismo que resulta de la descomposición de al menos un peróxido

se refleja en el aumento de la temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustibles para la primera "explosión" de temperatura. Durante el uso de artículos para fumar de conformidad con la invención, se asegura ventajosamente que se transfiere suficiente calor desde las fuentes de calor combustibles al material formador de aerosol de los artículos para fumar de conformidad con la invención para producir un aerosol aceptable durante las primeras caladas de los mismos.

Como también se explicó anteriormente, la disminución posterior de la temperatura de las fuentes de calor combustibles después de la descomposición de al menos un peróxido también se refleja en la disminución posterior de la temperatura de la segunda porción de las fuentes de calor combustibles a la segunda temperatura "constante". Durante el uso en artículos para fumar de conformidad con la invención, se asegura ventajosamente que el sustrato generador de aerosol de los artículos para fumar no se degrada térmicamente ni se queme.

La magnitud y la duración del aumento de temperatura resultante de la descomposición de al menos un peróxido puede controlarse ventajosamente a través de la naturaleza y la cantidad de al menos un peróxido en las fuentes de calor combustibles.

El al menos un peróxido está presente preferiblemente en las fuentes de calor combustibles en una cantidad de entre aproximadamente el 20 por ciento y aproximadamente el 50 por ciento en peso en seco de las fuentes de calor combustibles, con mayor preferencia en una cantidad de entre aproximadamente el 30 por ciento y aproximadamente el 50 por ciento por peso en seco de las fuentes de calor combustibles.

Los peróxidos adecuados para inclusión en las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención incluyen, pero no se limitan a, peróxido de calcio, peróxido de estroncio, peróxido de magnesio, peróxido de bario, peróxido de litio y peróxido de zinc.

Preferentemente, el al menos un peróxido se selecciona a partir del grupo que consiste en peróxido de calcio, peróxido de estroncio, peróxido de magnesio, peróxido de bario y sus combinaciones. La inclusión de al menos un peróxido es particularmente preferida cuando las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención son fuentes de calor combustible a base de carbono.

Las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden formarse de uno o más materiales que contienen carbono adecuados. Los materiales que contienen carbono adecuados se conocen bien en la técnica e incluyen, pero no se limitan a, polvo de carbono.

Si se desea, uno o más aglutinantes pueden combinarse con uno o más materiales que contienen carbono. El único o más agentes aglutinantes pueden ser aglutinantes orgánicos, aglutinantes inorgánicos o una de sus combinaciones. Los aglutinantes orgánicos conocidos adecuados incluyen, pero no se limitan a: gomas, tales como por ejemplo, goma guar; celulosas modificadas y derivados de celulosa, tales como por ejemplo, metilcelulosa, carboximetilcelulosa, hidroxipropilcelulosa e hidroxipropilmetilcelulosa; harina de trigo; almidones; azúcares; aceites vegetales; y sus combinaciones.

Los aglutinantes inorgánicos adecuados conocidos incluyen, pero no se limitan a: arcillas tales como, por ejemplo, bentonita y kaolinita; derivados de silicato de aluminio tales como, por ejemplo, cemento, silicatos de aluminio con álcali activado; silicatos de álcali tales como, por ejemplo, silicatos de sodio y silicatos de potasio; derivados de piedra caliza tales como, por ejemplo, cal y cal hidratada; compuestos de tierra alcalina y derivados tales como, por ejemplo, cemento de magnesia, sulfato de magnesio, sulfato de calcio, fosfato de calcio y fosfato de dicalcio; y compuestos de aluminio y derivados tales como, por ejemplo, sulfato de aluminio.

En una modalidad, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden formarse a partir de una mezcla de: polvo de carbono; celulosa modificada, tal como, por ejemplo, carboximetilcelulosa; harina tal como, por ejemplo, harina de trigo; y azúcar tal como, por ejemplo, azúcar cristalina blanca derivada de la remolacha.

En otra modalidad, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención se forman a partir de una mezcla de polvo de carbono, celulosa modificada, tal como, por ejemplo, carboximetilcelulosa; y opcionalmente bentonita.

En lugar de, o además de uno o más aglutinantes, otros aditivos también pueden combinarse con uno o más materiales que contienen carbono para mejorar las propiedades de las fuentes de calor combustibles. Los aditivos adecuados incluyen, pero sin limitarse a estos, aditivos para promover la consolidación de las fuentes de calor combustibles (por ejemplo, auxiliares de sinterización, tales como carbonato de calcio), aditivos para promover la combustión de las fuentes de calor combustibles (por ejemplo, sales de potasio y sales calcinadas de metales alcalinos, por ejemplo, sales de potasio tales como cloruro de potasio y citrato de potasio) y aditivos para promover la descomposición de uno o más gases producidos por las fuentes de calor combustibles, por ejemplo, catalizadores, tales como óxido de cobre (CuO), óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), polvo de silicato y óxido de hierro y óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

El uno o más materiales que contienen carbono se mezclan preferiblemente con uno o más aglutinantes y otros aditivos, cuando se incluyen, y se forman previamente en una forma deseada. La mezcla de uno o más materiales

que contienen carbono, uno o más aglutinantes y otros aditivos pueden formarse previamente con la forma deseada mediante el uso de cualquier método conocido de conformación de cerámicas tales como, por ejemplo, colada de barbotina, extrusión, moldeo por inyección y compactación con troquel o presión. Preferentemente, la mezcla se forma previamente con la forma deseada por extrusión o presión.

5 Preferentemente, la mezcla de uno o más materiales que contienen carbono, uno o más aglutinantes y otros aditivos se forma en una varilla cilíndrica. Sin embargo, se apreciará que la mezcla de uno o más materiales que contienen carbono, uno o más aglutinantes y otros aditivos puede formarse previamente en otras formas deseadas.

10 Después de la formación, la varilla cilíndrica u otra forma deseada preferentemente se seca para reducir su contenido de humedad.

15 En una primera modalidad del proceso de producción de la fuente de calor, la varilla cilíndrica seca se piroliza en una atmósfera no oxidante a una temperatura suficiente para carbonizar el uno o más aglutinantes, cuando están presentes, y elimina sustancialmente cualquier componente volátil en la varilla cilíndrica u otra forma. Preferiblemente, la varilla cilíndrica u otra forma deseada se piroliza en una atmósfera de nitrógeno a una temperatura de entre aproximadamente 700 °C y aproximadamente 900 °C. de conformidad con la invención, se puede incorporar al menos una sal de nitrato metálico en las fuentes de calor combustibles incluyendo al menos un precursor de nitrato metálico en la mezcla de uno o más materiales que contienen carbono, uno o más aglutinantes y otros aditivos y luego convirtiendo los al menos un precursor de nitrato metálico en al menos una sal de nitrato metálico *en el lugar*, tratando la varilla cilíndrica preformada pirolizada u otra forma con una solución acuosa de ácido nítrico.

20 El al menos un precursor metálico de nitrato puede ser cualquier metal o compuesto que contiene metal tal como, por ejemplo, óxido metálico o carbonato metálico, que reacciona con ácido nítrico para formar una sal de nitrato metálico. Los precursores adecuados de sal de nitrato metálico incluyen, pero no se limitan a carbonato de calcio, carbonato de potasio, óxido de calcio, carbonato de estroncio, carbonato de litio y dolomita (carbonato de calcio y magnesio).

25 Preferiblemente, la concentración de la solución acuosa de ácido nítrico está entre aproximadamente 20 por ciento y aproximadamente 50 por ciento en peso, con mayor preferencia entre aproximadamente 30 por ciento y aproximadamente 40 por ciento en peso. Además de convertir el al menos un precursor de nitrato metálico en al menos una sal de nitrato metálico, el tratamiento de las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención con ácido nítrico mejora ventajosamente la porosidad de las fuentes de calor combustibles, activa la estructura de carbono aumentando el área superficial de la misma y da como resultado una distribución sustancialmente homogénea de la al menos una sal de nitrato metálico en todas las fuentes de calor combustibles.

30 La solución acuosa de ácido nítrico puede comprender además una o más sales de nitrato metálico solubles en agua que tienen una temperatura de descomposición térmica de menos de aproximadamente 400 °C. Por ejemplo, la solución acuosa de ácido nítrico puede comprender además nitrato de potasio. Además de convertir el al menos un precursor de nitrato metálico en al menos una sal de nitrato metálico, el tratamiento de las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención con ácido nítrico que comprende una o más sales de nitrato metálico sustancialmente solubles en agua se infiltran ventajosamente las fuentes de calor combustibles con el uno o más nitratos sustancialmente solubles en agua.

35 Alternativa o adicionalmente, al menos una sal de nitrato metálico puede incorporarse en las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención mediante la infiltración directa de la forma preformada pirolizada con una solución que comprende al menos una sal de nitrato metálico.

40 Preferiblemente, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención se infiltran con una solución acuosa de al menos una sal de nitrato metálico. En una modalidad particularmente preferida de la invención, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención se infiltran con una solución acuosa que comprende nitrato de potasio, nitrato de calcio y nitrato de estroncio.

45 Las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención están preferiblemente infiltradas con soluciones acuosas que comprenden al menos una sal de nitrato metálico. Preferiblemente, la al menos una sal de nitrato metálico tiene una solubilidad en agua de al menos aproximadamente 30 g/100 ml a 25°C.

50 Sin embargo, se apreciará que las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden infiltrarse alternativamente con soluciones no acuosas que comprenden al menos una sal de nitrato metálico.

55 En una segunda modalidad del proceso de producción de la fuente de calor, uno o más materiales que contienen carbono, uno o más aglutinantes, otros aditivos y al menos un auxiliar de ignición se mezclan y forman una forma deseada mediante, por ejemplo, prensado o extrusión, sin una etapa de pirolización. Este método se usa preferiblemente cuando el al menos un auxiliar de ignición comprende uno o más materiales seleccionados del grupo que consiste en peróxidos, termitas, magnesio y zirconio.

60 Preferiblemente, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención tienen una masa de entre

aproximadamente 300 mg y aproximadamente 500 mg, con mayor preferencia de entre aproximadamente 400 mg y aproximadamente 450 mg antes de la infiltración con una solución que comprende al menos una sal de nitrato metálico.

5 La porosidad de las fuentes de calor combustibles tiene un impacto sustancial en sus propiedades de ignición y combustión. Las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención tienen preferiblemente una porosidad de entre aproximadamente el 20 por ciento y aproximadamente el 80 por ciento, con mayor preferencia de entre aproximadamente el 20 por ciento y el 60 por ciento. Cuando la fuente de calor combustible comprende al menos una sal de nitrato metálico, esto ventajosamente permite que el oxígeno se difunda en la masa de la fuente de calor combustible a una velocidad suficiente para mantener la combustión cuando al menos una sal de nitrato metálico se descompone y continúa la combustión.

15 La porosidad requerida puede lograrse fácilmente durante la producción de fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención utilizando métodos y tecnología convencionales, y puede medirse por porosimetría de Hg y picnometría de He de una manera conocida.

20 Por ejemplo, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención que tienen una porosidad de entre aproximadamente el 20 por ciento y aproximadamente el 80 por ciento pueden prepararse por pirólisis de una mezcla que comprende un material que contiene carbono y uno o más formadores de poros conocidos adecuados. Los formadores de poros conocidos adecuados incluyen, pero no se limitan a, granos de maíz, celulosa, estearato, carbonatos, perlas de polietileno y polipropileno, pellets de madera y corcho.

Alternativa o adicionalmente, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden tratarse con un ácido con el fin de lograr una porosidad deseada.

25 Ventajosamente, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención tienen una densidad aparente de entre aproximadamente 0,6 g/cm<sup>3</sup> y aproximadamente 1,0 g/cm<sup>3</sup>.

30 Las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender fuentes de calor combustibles ciegas. Como se usa en el presente documento, el término "fuente de calor combustible ciega" se usa para denotar una fuente de calor combustible que no contiene ningún canal de flujo de aire longitudinal. Como se usa en la presente descripción, el término "canal de flujo de aire longitudinal" se usa para denotar un orificio que pasa a través de una porción interna de la fuente de calor combustible y se extiende a lo largo de toda la longitud de la fuente de calor combustible.

35 Alternativamente, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender al menos un canal de flujo de aire longitudinal. Por ejemplo, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención comprenden uno, dos o tres canales de flujo de aire longitudinales. En tales modalidades, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención comprenden preferiblemente un único canal de flujo de aire longitudinal, con mayor preferencia un solo canal de flujo de aire longitudinal sustancialmente central. El diámetro del único canal de flujo de aire longitudinal es preferentemente de entre aproximadamente 1,5 mm y aproximadamente 3 mm.

45 La superficie interna de al menos un canal de flujo de aire longitudinal de fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención puede estar parcial o totalmente revestida. Preferiblemente, el revestimiento cubre la superficie interna de todos los canales de flujo de aire longitudinales.

50 Preferiblemente, el revestimiento comprende una capa de material en forma de partículas sólido y es sustancialmente impermeable al aire. Ventajosamente, el revestimiento sustancialmente impermeable al aire es de baja conductividad térmica. El revestimiento puede formarse a partir de uno o más materiales adecuados que son esencialmente estables térmicamente y no combustibles a la temperatura de combustión de las fuentes de calor combustibles. Los materiales adecuados se conocen en la técnica e incluyen por ejemplo: arcillas; óxidos metálicos, tales como óxido de hierro, alúmina, dióxido de titanio, sílice, sílice-alúmina, zirconia y dióxido de cerio; zeolitas; fosfato de zirconio; y otros materiales de cerámica o sus combinaciones. Los materiales de revestimiento preferidos incluyen arcillas, vidrios y óxido de hierro. Si se desea, pueden incorporarse en el material de revestimiento ingredientes catalíticos, tales como ingredientes que promueven la oxidación de monóxido de carbono a dióxido de carbono. Los ingredientes catalíticos adecuados incluyen, por ejemplo, platino, paladio, metales de transición y sus óxidos.

55 Preferentemente, el revestimiento tiene un grosor de entre aproximadamente 30 micrones y aproximadamente 200 micrones, con mayor preferencia de entre aproximadamente 50 micrones y aproximadamente 150 micrones.

60 El revestimiento puede aplicarse a la superficie interna del al menos un canal de flujo de aire de la fuente de calor combustible mediante cualquier método adecuado, tal como los métodos descritos en US-A-5,040,551. Por ejemplo, la superficie interna de cada canal de flujo de aire longitudinal puede rociarse, humedecerse o pintarse con una solución o una suspensión del revestimiento. Alternativamente, el revestimiento puede proporcionarse mediante la inserción de un revestimiento en uno o más canales de flujo de aire longitudinales. Por ejemplo, un tubo hueco sustancialmente impermeable al aire puede insertarse en cada canal de flujo de aire longitudinal.

65

En una modalidad, el revestimiento se aplica a la superficie interna de al menos un canal de flujo de aire longitudinal de las fuentes de calor combustibles por el proceso descrito en el documento WO-A2-2009/074870 como las fuentes de calor combustibles son extruido.

5 Opcionalmente, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender uno o más, preferentemente hasta e incluyendo seis ranuras longitudinales que se extienden a lo largo de la parte o de toda la periferia de la fuente de calor combustible. Si se desea, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender una o más ranuras longitudinales y al menos un canal de flujo de aire longitudinal. Alternativamente, las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden ser fuentes de calor combustibles ciegas que comprenden una o más ranuras longitudinales.

10 Las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención son particularmente adecuadas para su uso en artículos para fumar del tipo descrito en el documento WO-A-2009/022232. Sin embargo, se apreciará que las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden usarse además en artículos para fumar que tienen diferentes construcciones.

15 Los artículos para fumar de conformidad con la invención pueden comprender una fuente de calor combustible de conformidad con la invención y un sustrato generador de aerosol localizado inmediatamente aguas abajo de la fuente de calor combustible. En tales modalidades, el sustrato generador de aerosol puede apoyarse en la segunda porción de la fuente de calor combustible.

20 Alternativamente, los artículos para fumar de conformidad con la invención pueden comprender una fuente de calor combustible de conformidad con la invención y un sustrato generador de aerosol situado aguas abajo de la fuente de calor combustible, en donde el sustrato generador de aerosol está separado de la fuente de calor combustible.

25 Preferiblemente, los artículos para fumar de conformidad con la invención comprenden una fuente de calor combustible de conformidad con la invención envuelta en una envoltura resistente a la combustión conductora de calor y que restringe el oxígeno.

30 Preferiblemente, al menos una parte trasera de la fuente de calor combustible de los artículos para fumar de conformidad con la invención está envuelta en la envoltura resistente a la combustión.

35 Los artículos para fumar de conformidad con la invención pueden comprender una fuente de calor combustible de conformidad con la invención que está envuelta en una envoltura resistente a la combustión a lo largo de sustancialmente toda su longitud.

40 Sin embargo, preferiblemente, solo una parte trasera de la fuente de calor combustible de los artículos para fumar de conformidad con la invención está envuelta en la envoltura resistente a la combustión, de manera que una parte frontal de la fuente de calor combustible no está envuelta en la envoltura resistente a la combustión.

45 Preferiblemente, la parte frontal de la fuente de calor combustible no envuelta en la envoltura resistente a la combustión tiene entre aproximadamente 4 mm y aproximadamente 15 mm de longitud, con mayor preferencia entre aproximadamente 4 mm y aproximadamente 8 mm de longitud.

50 Preferiblemente, la parte trasera de la fuente de calor combustible envuelta en la envoltura resistente a la combustión tiene entre aproximadamente 2 mm y aproximadamente 8 mm de longitud, con mayor preferencia entre aproximadamente 3 mm y aproximadamente 5 mm de longitud.

55 Preferiblemente, al menos una parte trasera de la fuente de calor combustible y al menos una parte frontal del sustrato generador de aerosol de artículos para fumar de conformidad con la invención se envuelven en la envoltura resistente a la combustión. En tales modalidades, la envoltura resistente a la combustión está alrededor de y en contacto directo con la periferia de al menos una parte trasera de la fuente de calor combustible y la periferia de al menos una parte frontal del sustrato generador de aerosol de los artículos para fumar. Como se describió anteriormente, donde la envoltura resistente a la combustión es conductora del calor, la envoltura resistente a la combustión proporciona así un enlace térmico entre estos dos componentes de los artículos para fumar.

Al menos una parte trasera de la fuente de calor combustible y todo el sustrato generador de aerosol de los artículos para fumar de conformidad con la invención puede envolverse en la envoltura resistente a la combustión.

60 Sin embargo, preferiblemente solo una parte frontal del sustrato generador de aerosol de artículos para fumar de conformidad con la invención está envuelta en la envoltura resistente a la combustión, de manera que una parte trasera del sustrato generador de aerosol no está envuelta en la envoltura resistente a la combustión.

65 Preferiblemente, la parte trasera del sustrato generador de aerosol no envuelto en la envoltura resistente a la combustión tiene al menos aproximadamente 3 mm de longitud. En otras palabras, el sustrato generador de aerosol se extiende preferiblemente al menos aproximadamente 3 mm aguas abajo de la envoltura resistente a la combustión.

Preferentemente, el sustrato generador de aerosol tiene una longitud de entre aproximadamente 5 mm y aproximadamente 20 mm, con mayor preferencia, entre aproximadamente 8 mm y aproximadamente 12 mm. Preferiblemente, la parte frontal del sustrato generador de aerosol envuelto en la envoltura resistente a la combustión tiene entre aproximadamente 2 mm y aproximadamente 10 mm de longitud, con mayor preferencia entre aproximadamente 3 mm y aproximadamente 8 mm de longitud, con la máxima preferencia entre aproximadamente 4 mm y aproximadamente 6 mm de longitud. Preferiblemente, la parte trasera del sustrato generador de aerosol no envuelto en la envoltura resistente a la combustión tiene entre aproximadamente 3 mm y aproximadamente 10 mm de longitud. En otras palabras, el sustrato generador de aerosol se extiende preferiblemente entre aproximadamente 3 mm y aproximadamente 10 mm aguas abajo de la envoltura resistente a la combustión. Con mayor preferencia, el sustrato generador de aerosol se extiende al menos aproximadamente 4 mm aguas abajo de la envoltura resistente a la combustión.

Preferentemente, el sustrato generador de aerosol de los artículos para fumar de conformidad con la invención comprende al menos un formador de aerosol y un material capaz de emitir compuestos volátiles en respuesta al calentamiento. El aerosol puede ser visible o invisible e incluye vapores, así como gases y gotas de líquido de vapores condensados.

El al menos un formador de aerosol puede ser cualquier compuesto o mezcla de compuestos conocidos adecuados que, en uso, facilitan la formación de un aerosol denso y estable y que es sustancialmente resistente a la degradación térmica a la temperatura de operación. Los formadores de aerosol adecuados se conocen bien en la técnica e incluyen, por ejemplo, alcoholes polihídricos, ésteres de alcoholes polihídricos, tales como mono-, di- o triacetato de glicerol, y ésteres alifáticos de ácidos mono-, di- o policarboxílicos, tales como dodecanodioato de dimetilo y tetradecanodioato de dimetilo. Los formadores de aerosol preferidos para su uso en los artículos para fumar de conformidad con la invención son alcoholes polihídricos o sus mezclas, tales como trietilenglicol, 1,3-butanodiol y, con mayor preferencia, glicerina.

Preferentemente, el material capaz de emitir compuestos volátiles en respuesta al calentamiento es una carga de material de origen vegetal, con mayor preferencia una carga de material de origen vegetal homogeneizado. Por ejemplo, el sustrato generador de aerosol puede comprender uno o más materiales derivados de plantas que incluyen, pero no se limitan a: tabaco; té, por ejemplo, té verde; menta; laurel; eucalipto; albahaca; salvia; verbena; y estragón. El material de origen vegetal puede comprender aditivos que incluyen, pero no se limitan a, humectantes, saborizantes, aglutinantes y sus mezclas. Preferentemente, el material de origen vegetal consiste esencialmente en material de tabaco, con la máxima preferencia material de tabaco homogeneizado.

Los artículos para fumar de conformidad con la invención, preferentemente comprenden, además, una cámara de expansión aguas abajo del sustrato generador de aerosol. La inclusión de una cámara de expansión permite ventajosamente el enfriamiento adicional del aerosol generado por la transferencia de calor desde la fuente de calor combustible hacia el sustrato generador de aerosol. La cámara de expansión permite ventajosamente además que la longitud total de los artículos para fumar de conformidad con la invención se ajuste a un valor deseado, por ejemplo, a una longitud similar a la de los cigarrillos convencionales, mediante la selección apropiada de la longitud de la cámara de expansión. Preferentemente, la cámara de expansión es un tubo hueco alargado.

Los artículos para fumar de conformidad con la invención pueden comprender además una boquilla aguas abajo del sustrato generador de aerosol, y donde esté presente, aguas abajo de la cámara de expansión. La boquilla puede, por ejemplo, comprender un filtro que tiene uno o más segmentos. El filtro puede comprender uno o más segmentos de acetato de celulosa, papel u otros materiales de filtración conocidos adecuados. Preferentemente, la boquilla integral es de baja eficiencia de filtración, con mayor preferencia de muy baja eficiencia de filtración. Alternativa o adicionalmente, el filtro puede comprender uno o más segmentos que comprenden absorbentes, adsorbentes, saborizantes, y otros modificadores de aerosol y aditivos usados en filtros para cigarrillos convencionales o sus combinaciones.

Si se desea, la ventilación puede proporcionarse en un lugar aguas abajo de la fuente de calor combustible de los artículos para fumar de conformidad con la invención. Por ejemplo, cuando esté presente, la ventilación puede proporcionarse en un lugar a lo largo de la boquilla integral de los artículos para fumar de conformidad con la invención.

Los artículos para fumar de conformidad con la invención pueden ensamblarse mediante el uso de métodos y maquinarias conocidos.

La invención se describirá además, a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

la Figura 1 muestra una sección transversal longitudinal esquemática de un artículo para fumar de conformidad con una modalidad de la invención;

la Figura 2a muestra un gráfico de la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con una primera modalidad de la invención después del encendido de su extremo

aguas arriba.

5 la Figura 2b muestra un gráfico de la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la primera modalidad de la invención durante la combustión posterior de la fuente de calor combustible;

10 la Figura 3a muestra un gráfico de la temperatura del sustrato generador de aerosol de un artículo para fumar de conformidad con la primera modalidad de la invención durante la combustión de la fuente de calor combustible del mismo;

La Figura 3b muestra un gráfico de la absorbancia a 320 nm del aerosol generado por el artículo para fumar de conformidad con la primera modalidad de la invención en función del número de caladas;

15 la Figura 4a muestra un gráfico de la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con una segunda modalidad de la invención después del encendido de su extremo aguas arriba;

20 la Figura 4b muestra un gráfico de la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la segunda modalidad de la invención durante la combustión posterior de la fuente de calor combustible;

la Figura 5a muestra un gráfico de la temperatura del sustrato generador de aerosol del artículo para fumar de conformidad con la segunda modalidad de la invención;

25 la Figura 5b muestra una gráfica de la absorbancia a 320 nm del aerosol generado por el artículo para fumar de conformidad con la segunda modalidad de la invención en función del número de caladas;

la Figura 6a muestra una vista en planta del extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con una tercera modalidad de la invención; y

30 la Figura 6b muestra una sección transversal longitudinal de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con una tercera modalidad de la invención;

35 la Figura 7 muestra un gráfico de la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con una cuarta modalidad de la invención tras el encendido del extremo aguas arriba del mismo;

40 la Figura 8 muestra un gráfico de la temperatura del extremo aguas abajo de las fuentes de calor combustibles de: (i) un artículo para fumar de conformidad con una quinta modalidad de la invención; (ii) un artículo para fumar de conformidad con una sexta modalidad de la invención; (iii) un primer artículo para fumar comparativo; y (iv) un segundo artículo para fumar comparativo después del encendido de los extremos aguas arriba de los mismos;

45 la Figura 9a muestra un gráfico de la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con una séptima modalidad de la invención después del encendido de su extremo aguas arriba;

la Figura 9b muestra un gráfico de la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la séptima modalidad de la invención durante la combustión posterior de la fuente de calor combustible;

50 la Figura 10 muestra un gráfico de la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con una octava modalidad de la invención tras el encendido del extremo aguas arriba del mismo;

55 la Figura 11 muestra un gráfico de la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con una novena modalidad de la invención después del encendido de su extremo aguas arriba; y

60 la Figura 12 muestra una gráfica de las fuentes de calor combustibles de: (i) un artículo para fumar de conformidad con la novena modalidad de la invención; (ii) un tercer artículo para fumar comparativo; y (iii) un cuarto artículo para fumar comparativo después del encendido de sus extremos aguas arriba; y

65 la Figura 13 muestra una gráfica de las fuentes de calor combustibles de: (i) un artículo para fumar de conformidad con la cuarta modalidad de la invención; (ii) un quinto artículo para fumar comparativo; y (iii) un sexto artículo para fumar comparativo después del encendido de sus extremos aguas arriba.

En los gráficos de las Figuras 2a, 2b, 3a, 4a, 4b, 5a, 7, 8, 9a, 9b, 10, 11, 12 y 13, el tiempo cero indica el tiempo de la



primera calada.

El artículo para fumar 2 que se muestra en la Figura 1 tiene una longitud total de 70 mm, un diámetro de 7,9 mm y comprende una fuente de calor combustible 4 de conformidad con la invención, un sustrato generador de aerosol 6, una cámara de expansión alargada 8 y una boquilla 10. Como se muestra en la Figura 1, la fuente de calor combustible 4, el sustrato generador de aerosol 6, la cámara de expansión alargada 8 y la boquilla están en alineación coaxial colindante y están envueltos en una envoltura externa de papel para cigarrillo 12 de baja permeabilidad al aire.

La fuente de calor combustible 4 tiene una longitud de 11 mm y un diámetro de 7,8 mm y comprende un canal de flujo de aire central 16 de sección transversal circular que se extiende longitudinalmente a través de la fuente de calor combustible 4. En la superficie interna del canal de flujo de aire central 16, que tiene un diámetro de 2 mm, se proporciona un revestimiento de vidrio 14 parcialmente impermeable, sustancialmente impermeable al aire y parcialmente sinterizado que tiene un grosor de 80 micrones.

El sustrato generador de aerosol 6, que tiene una longitud de 10 mm y un diámetro de 7,8 mm y tiene una densidad de 0,8 g/cm<sup>3</sup>, se encuentra inmediatamente aguas abajo de la fuente de calor combustible 4. El sustrato generador de aerosol 6 comprende un tapón cilíndrico de material de tabaco homogeneizado 18 que comprende glicerina como formador de aerosol y circunscrito por la envoltura del tapón de filtro 20. El material de tabaco homogeneizado 18 consiste en filamentos alineados longitudinalmente de material de tabaco extrudido.

Una envoltura resistente a la combustión 22 que consiste en un tubo de lámina de aluminio con un grosor de 20 micras, una longitud de 9 mm y un diámetro de 7,8 mm rodea y está en contacto con una parte trasera 4b de la fuente de calor combustible 4 de 4 mm de longitud y una parte frontal colindante 6a del sustrato generador de aerosol 6 de 5 mm de longitud. Como se muestra en la Figura 1, una parte frontal 4a de la fuente de calor combustible 4 de 7 mm de longitud y una parte trasera 6b del sustrato generador de aerosol 6 de 5 mm de longitud no están rodeadas por la envoltura resistente a la combustión 22.

La cámara de expansión alargada 8, que tiene una longitud de 42 mm y un diámetro de 7,8 mm, está ubicada aguas abajo del sustrato generador de aerosol 6 y comprende un tubo cilíndrico 24 de extremo abierto de cartón. La boquilla 10 del artículo para fumar 2, que tiene una longitud de 7 mm y un diámetro de 7,8 mm, está ubicada aguas abajo de la cámara de expansión 8 y comprende un tapón cilíndrico de estopa de acetato de celulosa de 26 con una eficiencia de filtración muy baja circunscrita por la envoltura del tapón de filtro 28. La boquilla 10 puede circunscribirse por un papel boquilla (no se muestra).

Durante el uso, el consumidor enciende la fuente de calor combustible 4 y luego aspira aire a través del canal de flujo de aire central 16 aguas abajo hacia la boquilla 10. La parte frontal 6a del sustrato generador de aerosol 6 se calienta principalmente por conducción a través de la parte trasera 4b que no se quema colindante de la fuente de calor combustible 4 y la envoltura resistente a la combustión 22. El aire aspirado se calienta a medida que pasa a través del canal de flujo de aire central 16 y luego calienta el sustrato generador de aerosol 6 por convección. El calentamiento del sustrato generador de aerosol 6 libera compuestos volátiles y semivolátiles que incluyen el formador de aerosol del sustrato generador de aerosol 18, que se arrastra en el aire aspirado calentado a medida que fluye a través del sustrato generador de aerosol. El aire calentado y los compuestos arrastrados pasan aguas abajo a través de la cámara de expansión 8, se enfrían y se condensan para formar un aerosol que pasa a través de la boquilla hacia dentro de la boca del consumidor (a aproximadamente temperatura ambiente).

Para hacer el artículo para fumar 2, una pieza rectangular de la envoltura resistente a la combustión 22 se pega al papel para cigarrillo 12. La fuente de calor combustible 4, el tapón del sustrato generador de aerosol 6 y la cámara de expansión 8 están adecuadamente alineados y posicionados en el papel para cigarrillo 12 con la envoltura resistente a la combustión 22 adjunta. El papel para cigarrillo 12 con la envoltura resistente a la combustión 22 se enrolla alrededor de la parte trasera 4b de la fuente de calor combustible 4, el sustrato generador de aerosol 6 y la cámara de expansión 8 y se pega. La boquilla 10 se une al extremo abierto de la cámara de expansión usando una tecnología de combinación de filtros conocida.

Los artículos para fumar de acuerdo con una primera modalidad de la invención que tienen la estructura mostrada en la Figura 1 y que se describieron anteriormente se ensamblaron usando fuentes de calor combustibles de acuerdo con una primera modalidad de la invención producida de acuerdo con el Ejemplo 1.

Los artículos para fumar de acuerdo con una segunda modalidad de la invención que tienen la estructura mostrada en la Figura 1 y que se describieron anteriormente se ensamblaron usando fuentes de calor combustibles de acuerdo con una segunda modalidad de la invención producida de acuerdo con el Ejemplo 2.

Los artículos para fumar de acuerdo con una tercera modalidad de la invención que tienen la estructura mostrada en la Figura 1 y que se describieron anteriormente se ensamblaron usando fuentes de calor combustibles de acuerdo con una tercera modalidad de la invención producida de acuerdo con el Ejemplo 3.

Los artículos para fumar de acuerdo con una cuarta modalidad de la invención que tienen la estructura mostrada en

la Figura 1 y que se describieron anteriormente se ensamblaron usando fuentes de calor combustibles de acuerdo con una cuarta modalidad de la invención producida de acuerdo con el Ejemplo 4.

5 Los artículos para fumar de acuerdo con una quinta modalidad de la invención que tienen la estructura mostrada en la Figura 1 y que se describieron anteriormente se ensamblaron usando fuentes de calor combustibles de acuerdo con una quinta modalidad de la invención producida de acuerdo con el Ejemplo 5.

10 Los artículos para fumar de acuerdo con una sexta modalidad de la invención que tienen la estructura mostrada en la Figura 1 y que se describieron anteriormente se ensamblaron usando fuentes de calor combustibles de acuerdo con una quinta modalidad de la invención producida de acuerdo con el Ejemplo 5.

15 Los primeros artículos para fumar comparativos que tienen la estructura mostrada en la Figura 1 y que se describieron anteriormente se ensamblaron utilizando las primeras fuentes de calor combustibles comparativas producidas de acuerdo con el Ejemplo 5.

Los segundos artículos para fumar comparativos que tienen la estructura mostrada en la Figura 1 y que se describieron anteriormente se ensamblaron utilizando las segundas fuentes de calor combustibles comparativas producidas de acuerdo con el Ejemplo 5.

20 Los artículos para fumar de acuerdo con una séptima modalidad de la invención que tienen la estructura mostrada en la Figura 1 y que se describieron anteriormente se ensamblaron usando fuentes de calor combustibles de acuerdo con una séptima modalidad de la invención producida de acuerdo con el Ejemplo 6.

25 Los artículos para fumar de acuerdo con una octava modalidad de la invención que tienen la estructura mostrada en la Figura 1 y que se describieron anteriormente se ensamblaron usando fuentes de calor combustibles de acuerdo con una octava modalidad de la invención producida de acuerdo con el Ejemplo 7.

30 Los artículos para fumar de acuerdo con una novena modalidad de la invención que tienen la estructura mostrada en la Figura 1 y que se describieron anteriormente se ensamblaron usando fuentes de calor combustibles de acuerdo con una novena modalidad de la invención producida de acuerdo con el Ejemplo 8.

35 Los terceros artículos para fumar comparativos que tienen la estructura mostrada en la Figura 1 y que se describieron anteriormente se ensamblaron utilizando fuentes de calor combustibles comparativos terceros producidos de acuerdo con el Ejemplo 9.

Los cuartos artículos para fumar comparativos que tienen la estructura mostrada en la Figura 1 y que se describieron anteriormente se ensamblaron utilizando las cuatro fuentes de calor combustibles comparativas producidas de acuerdo con el Ejemplo 9.

40 Los quintos artículos para fumar comparativos que tienen la estructura mostrada en la Figura 1 y que se describieron anteriormente se ensamblaron utilizando las quintas fuentes de calor combustibles comparativos producidas de acuerdo con el Ejemplo 10.

45 Los seis artículos para fumar comparativos que tienen la estructura mostrada en la Figura 1 y que se describieron anteriormente se ensamblaron utilizando las fuentes de calor de combustible comparativas sexto producidas de acuerdo con el Ejemplo 10.

#### Ejemplo 1

50 Las fuentes de calor combustibles de conformidad con una primera modalidad de la invención se prepararon mezclando 525 g de polvo de carbono, 225 g de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), 51,75 g de citrato de potasio, 84 g de celulosa modificada, 276 g de harina, 141,75 g de azúcar y 21 g de aceite de maíz con 579 g de agua desionizada para formar una suspensión acuosa.

55 La suspensión acuosa se sometió a extrusión luego a través de un troquel que tiene un orificio de troquel central de sección transversal circular con un diámetro de 8,7 mm para formar varillas cilíndricas que tienen una longitud de aproximadamente 20-22 cm y un diámetro de aproximadamente 9,1-9,2 mm. Se formó un único paso de flujo de aire longitudinal en las varillas cilíndricas por un mandril de sección transversal circular con un diámetro exterior de aproximadamente 2 mm montado centralmente en el orificio del troquel. Durante la extrusión de las varillas cilíndricas,  
60 se bombeó una suspensión de revestimiento de vidrio a través de un paso de alimentación que se extendía a través del centro del mandril para formar un revestimiento delgado de aproximadamente 150-300 micrones en la superficie interna del único paso de flujo de aire longitudinal.

65 Las varillas cilíndricas se secaron a aproximadamente 20-25 ° C, 40-50 por ciento de humedad relativa, durante aproximadamente 12 horas y aproximadamente 72 horas y luego se pirolizaron en una atmósfera de nitrógeno a 750 °C durante aproximadamente 240 minutos.

Después de la pirólisis, las varillas cilíndricas se cortan y se les da forma a un diámetro definido mediante el uso de una máquina de molienda para formar fuentes de calor combustible individuales que tienen una longitud de aproximadamente 11 mm, un diámetro de aproximadamente 7,8 mm, y una masa en seco de aproximadamente 400 mg.

Las fuentes de calor combustibles individuales se secaron a 130 °C durante aproximadamente 1 hora y luego se colocaron en una solución acuosa de ácido nítrico con una concentración del 38 por ciento en peso, que se saturó con nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>).

Después de aproximadamente 5 minutos, las fuentes de calor combustible individuales se retiran de la solución y se secan a 130 °C por aproximadamente 1 hora.

Después del secado, las fuentes de calor combustibles individuales se colocaron una vez más en una solución acuosa de ácido nítrico con una concentración del 38 por ciento en peso, que se saturó con nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>).

Después de aproximadamente 5 minutos, las fuentes de calor combustibles individuales se retiraron de la solución y se secaron a 130 °C durante aproximadamente 1 hora, luego a 160 °C durante aproximadamente 1 hora y finalmente a 200 °C durante aproximadamente 1 hora.

Las fuentes de calor combustibles individuales secas tenían un contenido de auxiliar de ignición (nitrato de potasio) de aproximadamente el 39 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible.

La temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con la primera modalidad de la invención después del encendido del extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible se midió en el artículo para fumar usando un termopar unido a la superficie del artículo para fumar en una posición (ilustrado por la línea P<sub>1</sub> en la Figura 1) de 1 mm aguas arriba del sustrato generador de aerosol del mismo. Los resultados se muestran en la Figura 2a.

La temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con la primera modalidad de la invención durante la combustión posterior de la fuente de calor combustible también se midió en el artículo para fumar utilizando un termopar unido a la superficie del artículo para fumar en una posición (ilustrada por la línea P<sub>1</sub> en la Figura 1) de 1 mm aguas arriba del sustrato generador de aerosol del mismo. Los resultados se muestran en la Figura 2b.

La temperatura del sustrato generador de aerosol del artículo para fumar de conformidad con la primera modalidad de la invención durante la combustión de la fuente de calor combustible se midió usando un termopar unido a la superficie del artículo para fumar en una posición (ilustrada por la línea P<sub>2</sub> en la Figura 1) de 2 mm aguas abajo de la fuente de calor combustible. Los resultados se muestran en la Figura 3a.

La absorbancia del aerosol generado durante cada calada del artículo para fumar de conformidad con la primera modalidad de la invención se midió usando un espectrómetro óptico UV-Visible con una célula óptica configurada para registrar datos en la región UV cercana a 320 nm. Los resultados, que son indicativos de la densidad del aerosol generado, se muestran en la Figura 3b.

Para generar los perfiles mostrados en las Figuras 2a-3b, las fuentes de calor combustibles de los artículos para fumar de conformidad con la primera modalidad de la invención se encendieron usando un encendedor de llama amarillo convencional. Las caladas de 55 ml (volumen de la calada) se toman entonces en 2 segundos (duración de la calada) cada 30 segundos (frecuencia de la calada) mediante el uso de una máquina para fumar.

#### Ejemplo 2

Las fuentes de calor combustibles de conformidad con una segunda modalidad de la invención se prepararon mezclando 639 g de polvo de carbón, 51,75 g de citrato de potasio, 195,5 g de óxido de cobre (CuO), 111 g de maíz, 84 g de celulosa modificada, 276 g de Harina, 21 g de aceite de maíz y 141,75 g de azúcar con 579 g de agua desionizada para formar una suspensión acuosa.

La suspensión acuosa se sometió a extrusión luego a través de un troquel que tiene un orificio de troquel central de sección transversal circular con un diámetro de 8,7 mm para formar varillas cilíndricas que tienen una longitud de aproximadamente 20-22 cm y un diámetro de aproximadamente 9,1-9,2 mm. Se formó un único paso de flujo de aire longitudinal en las varillas cilíndricas por un mandril de sección transversal circular con un diámetro exterior de aproximadamente 2 mm montado centralmente en el orificio del troquel. Durante la extrusión de las varillas cilíndricas, se bombeó una suspensión de revestimiento de vidrio a través de un paso de alimentación que se extendía a través del centro del mandril para formar un revestimiento delgado de aproximadamente 150-300 micrones en la superficie interna del único paso de flujo de aire longitudinal.

Las varillas cilíndricas se secaron a aproximadamente 20-25 ° C, 40-50 por ciento de humedad relativa, durante aproximadamente 12 horas y aproximadamente 72 horas y luego se pirolizó en una atmósfera de nitrógeno a 750 ° C durante aproximadamente 240 minutos.

5 Después de la pirólisis, las varillas cilíndricas se cortaron y rectificaron hasta un diámetro definido utilizando una máquina de molienda para formar fuentes de calor combustibles individuales que tienen una longitud de aproximadamente 11 mm, un diámetro de aproximadamente 7,8 mm y una masa seca de aproximadamente 425 mg. Los resultados de un análisis elemental de las fuentes de calor combustibles se dan en la Tabla 1 a continuación:

10

Elemento	Cantidad (por ciento en peso)
Calcio	1
Potasio	1,9
Cobre	16,6
Carbón	80

15

20

Tabla 1

El análisis de difracción de rayos X de las fuentes de calor combustibles indicó que la mayoría del CuO se reduce a metal Cu durante la pirólisis, con fases menores de Cu<sub>2</sub>O y CuO presentes.

25

Las fuentes de calor combustibles individuales se secaron a 130 ° C durante aproximadamente 1 hora y luego se colocaron en una solución acuosa que comprendía 34 por ciento en peso de nitrato de estroncio (Sr (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), 16 por ciento en peso de nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) y 11 por ciento en peso de nitrato de calcio (Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>\* 4H<sub>2</sub>O), que se precalentó a una temperatura de entre aproximadamente 80 ° C y aproximadamente 85 ° C.

30

Después de aproximadamente 15 minutos, las fuentes de calor combustibles individuales se retiraron de la solución y se colocaron en agua desionizada durante aproximadamente 5 a 30 segundos. Las fuentes de calor combustibles individuales se retiraron del agua desionizada y se secaron, primero a temperatura ambiente durante aproximadamente 1 hora y luego a 130 ° C durante aproximadamente 1 hora.

35

Las fuentes de calor combustibles individuales secas tenían un contenido de auxiliar de ignición (nitrato de estroncio, nitrato de potasio y nitrato de calcio) de aproximadamente el 33 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible.

40

La temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con la segunda modalidad de la invención después del encendido del extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible se midió en el artículo para fumar usando termopares unidos a la superficie del artículo para fumar en una posición (ilustrada por la línea P<sub>1</sub> en la Figura 1) de 1 mm aguas arriba del sustrato generador de aerosol del mismo. Los resultados se muestran en la Figura 4a.

45

La temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con la segunda modalidad de la invención durante la combustión posterior de la fuente de calor combustible también se midió en el artículo para fumar usando un termopar fijado a la superficie del artículo para fumar en una posición (ilustrada por la línea T1 en la Figura 1) de 1 mm aguas arriba del sustrato generador de aerosol del mismo. Los resultados se muestran en la Figura 4b.

50

La temperatura del sustrato generador de aerosol del artículo para fumar de conformidad con la segunda modalidad de la invención durante la combustión de la fuente de calor combustible se midió usando un termopar unido a la superficie del artículo para fumar en una posición (ilustrada por la línea P<sub>2</sub> en la Figura 1) de 2 mm aguas abajo de la fuente de calor combustible. Los resultados se muestran en la Figura 5a.

55

La absorbancia del aerosol generado durante cada calada del artículo para fumar de conformidad con la segunda modalidad de la invención se midió usando un espectrómetro óptico UV-Visible con una célula óptica configurada para registrar datos en la región UV cercana a 320 nm. Los resultados, que son indicativos de la densidad del aerosol generado, se muestran en la Figura 5b.

60

Para generar los perfiles mostrados en las Figuras 4a-5b, los extremos aguas arriba de las fuentes de calor combustibles de los artículos para fumar de conformidad con la segunda modalidad de la invención se encendieron usando un encendedor de llama amarillo convencional. Las caladas de 55 ml (volumen de la calada) se toman entonces en 2 segundos (duración de la calada) cada 30 segundos (frecuencia de la calada) mediante el uso de una máquina para fumar.

65

Las figuras 2a y 4a muestran que, después del encendido, la temperatura de los extremos aguas abajo de las fuentes de calor combustibles de los artículos para fumar de conformidad con las primera y segunda modalidades de la invención, respectivamente, aumenta rápidamente entre aproximadamente 650 °C y aproximadamente 750 °C. como resultado de la descomposición de las sales de nitrato metálico en su interior.

En ambas modalidades, la combustión del carbono en las fuentes de calor combustibles se propaga al mismo tiempo que la descomposición de las sales de nitrato metálico en el mismo, desde el extremo aguas arriba de las fuentes de calor combustibles, donde se coloca el encendedor de llama amarillo, a lo largo de toda la longitud de las fuentes de calor combustibles. Esto se muestra claramente por un cambio en el color en la superficie de las fuentes de calor combustibles debido al movimiento aguas abajo de un frente de deflagración desde el extremo aguas arriba al extremo aguas abajo de las fuentes de calor combustibles.

Después del aumento inicial de la temperatura que resulta de la descomposición de las sales de nitrato metálico, la temperatura de los extremos aguas abajo de las fuentes de calor combustibles de los artículos para fumar de conformidad con la primera y segunda modalidades de la invención, ventajosamente cae a una temperatura de aproximadamente 200 °C y aproximadamente 350 °C, como se muestra en la Figura 2b y la Figura 4b, respectivamente.

Como se muestra en las Figuras 3a y 3b y en las Figuras 6a y 6b, el aumento inicial de la temperatura y el encendido rápido de las fuentes de calor combustibles de los artículos para fumar de conformidad con las primera y segunda modalidades de la invención resultantes de la descomposición de las sales de nitrato metálico en ellas, eleva ventajosamente rápidamente la temperatura de los sustratos generadores de aerosol de los artículos para fumar a un nivel en el que se generan compuestos saborizantes y aromáticos volátiles orgánicos a partir de los sustratos generadores de aerosol en cantidades suficientes para producir un aerosol sensorialmente aceptable a partir de la primera calada.

Además, la disminución de la temperatura de las fuentes de calor combustibles de los artículos para fumar de conformidad con las primera y segunda modalidades de la invención después de la descomposición de las sales de nitrato metálicos en los mismos asegura ventajosamente que la temperatura de los sustratos generadores de aerosol de los artículos para fumar no alcanzar un nivel en el que se produzca la combustión o la degradación térmica de los sustratos generadores de aerosol.

### Ejemplo 3

Las fuentes de calor combustibles de conformidad con una tercera modalidad de la invención se prepararon mezclando 750 g de polvo de carbón, 51,75 g de citrato de potasio, 84 g de celulosa modificada, 276 g de harina, 141,75 g de azúcar y 21 g de aceite de maíz con 579 g de agua desionizada para formar una suspensión acuosa.

La suspensión acuosa se sometió a extrusión luego a través de un troquel que tiene un orificio de troquel central de sección transversal circular con un diámetro de 8,7 mm para formar varillas cilíndricas que tienen una longitud de aproximadamente 20-22 cm y un diámetro de aproximadamente 9,1-9,2 mm. Se formó un único paso de flujo de aire longitudinal en las varillas cilíndricas por un mandril de sección transversal circular con un diámetro exterior de aproximadamente 2 mm montado centralmente en el orificio del troquel. Durante la extrusión de las varillas cilíndricas, se bombeó una suspensión de revestimiento de vidrio a través de un paso de alimentación que se extendía a través del centro del mandril para formar un revestimiento delgado de aproximadamente 150-300 micrones en la superficie interna del único paso de flujo de aire longitudinal.

Las varillas cilíndricas se secaron a aproximadamente 20-25 °C, 40-50 por ciento de humedad relativa, durante aproximadamente 12 horas y aproximadamente 72 horas y luego se pirolizaron en una atmósfera de nitrógeno a 750 °C durante aproximadamente 240 minutos.

Después de la pirólisis, las varillas cilíndricas se cortaron y se formaron a un diámetro definido utilizando una máquina de molienda para formar fuentes de calor combustibles individuales que tienen una longitud de aproximadamente 11 mm, un diámetro de aproximadamente 7,8 mm y una masa seca de aproximadamente 425 mg y luego se secan a 130 °C durante aproximadamente 1 hora.

Como se muestra en las Figuras 6a y 6b, se formaron cuatro ranuras longitudinales separadas por igual con una longitud de 9 mm medida desde el extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible y un diámetro de entre 1,5 mm y aproximadamente 1,8 mm a lo largo de la superficie exterior circunferencial de cada fuente de calor combustible individual utilizando un taladro eléctrico. Una suspensión de aglutinante de nitrocelulosa al 1 por ciento y se aplicó 66 por ciento de zirconio en peso en acetona dentro de cada uno de los surcos longitudinales a lo largo de la superficie exterior circunferencial de las fuentes individuales de calor combustible usando una jeringa.

Las fuentes de calor combustibles individuales se secaron a 130 °C durante aproximadamente 1 hora.

Las fuentes de calor combustibles individuales secas tenían un contenido de auxiliar de ignición (zirconio) de

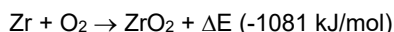
aproximadamente 20 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible.

La temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con la tercera modalidad de la invención después del encendido del extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible se midió en el artículo para fumar usando termopares unidos a la superficie del artículo para fumar en una posición (ilustrada por la línea P<sub>1</sub> en la Figura 1) de 1 mm aguas arriba del sustrato generador de aerosol del mismo.

La temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con la tercera modalidad de la invención durante la combustión posterior de la fuente de calor combustible también se midió en el artículo para fumar utilizando un termopar unido a la superficie del artículo para fumar en una posición (ilustrada por la línea P<sub>1</sub> en la Figura 1) de 1 mm aguas arriba del sustrato generador de aerosol del mismo.

En ambos casos, las fuentes de calor combustibles de los artículos para fumar de conformidad con la tercera modalidad de la invención se encendieron usando un encendedor de llama amarillo convencional. Las caladas de 55 ml (volumen de la calada) se toman entonces en 2 segundos (duración de la calada) cada 30 segundos (frecuencia de la calada) mediante el uso de una máquina para fumar.

Tras el encendido, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la tercera modalidad de la invención se eleva a aproximadamente 500 °C como resultado de la reacción con oxígeno del zirconio en las cuatro ranuras longitudinales dispuestas alrededor de la circunferencia de la fuente de calor combustible. Como se ilustra en el siguiente esquema de reacción, esta reacción es altamente exotérmica y produce partículas de óxido de zirconio inertes:



Aunque, que como se muestra en la Figura 6b, las cuatro ranuras longitudinales no se extienden desde el extremo aguas arriba hasta el extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible, se extienden por debajo de la envoltura resistente a la combustión del artículo para fumar de conformidad con la tercera modalidad de la invención. En esta modalidad, el calor generado por el encendido del extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible como resultado de la reacción del zirconio con oxígeno, por lo tanto, se transfiere directamente por conducción al sustrato generador de aerosol a través de la envoltura resistente a la combustión. Esto ventajosamente eleva rápidamente la temperatura del sustrato generador de aerosol del artículo para fumar de conformidad con la tercera modalidad de la invención a un nivel en el que se generan compuestos saborizantes y aromáticos volátiles orgánicos a partir de los sustratos generadores de aerosol en cantidades suficientes para producir un aerosol sensorialmente aceptable a partir de la primera calada.

La reacción exotérmica con oxígeno del zirconio en las cuatro ranuras longitudinales de la fuente de calor combustible es lo suficientemente energética como para que, al transferirse el calor al sustrato generador de aerosol del artículo para fumar a través de la envoltura resistente a la combustión, la energía se irradie radialmente a lo largo Toda la fuente de calor combustible. Esto inicia la combustión del carbono en la fuente de calor combustible.

Después del aumento inicial de la temperatura resultante de la reacción con el oxígeno del zirconio para formar óxido de zirconio, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la tercera modalidad de la invención también cae ventajosamente a una temperatura de entre aproximadamente 200 °C y aproximadamente 400 °C durante la combustión posterior de la fuente de calor combustible. La disminución de la temperatura de la fuente de calor combustible de conformidad con la tercera modalidad de la invención después de la reacción con el oxígeno del zirconio en su interior asegura ventajosamente que la temperatura del sustrato generador de aerosol del artículo para fumar de conformidad con la tercera modalidad de la invención no alcance un nivel en el que se produzca la combustión o la degradación térmica del sustrato generador de aerosol.

En la tercera modalidad de la invención descrita anteriormente, el zirconio se deposita en cuatro ranuras longitudinales separadas igualmente dispuestas alrededor de la circunferencia de la fuente de calor combustible. Sin embargo, se apreciará que el zirconio y otros materiales que liberan energía después del encendido del extremo aguas arriba de las fuentes de calor combustibles pueden depositarse o proporcionarse de otro modo en más de cuatro o menos de cuatro ranuras dispuestas alrededor de la circunferencia de las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención.

También se apreciará que las fuentes de calor combustibles de conformidad con la invención pueden comprender uno o materiales que liberan energía después del encendido del extremo aguas arriba de las fuentes de calor combustibles en otros lugares.

#### Ejemplo 4

Las fuentes de calor combustibles de conformidad con una cuarta modalidad de la invención se prepararon mezclando 135 g de polvo de carbón, 150 g de peróxido de calcio (75 por ciento de pureza) y 15 g de carboximetil celulosa con

180 g de agua desionizada para formar una mezcla granulada.

La mezcla granulada se sometió a extrusión luego a través de un troquel que tiene un orificio de troquel central de sección transversal circular con un diámetro de 7,6 mm para formar varillas cilíndricas que tienen una longitud de aproximadamente 20-25 cm y un diámetro de aproximadamente 7,8 mm. Se formó un único paso de flujo de aire longitudinal en las varillas cilíndricas por un mandril de sección transversal circular con un diámetro exterior de aproximadamente 2 mm montado centralmente en el orificio del troquel. Se aplicó una suspensión de revestimiento de arcilla a la superficie interna del único paso de flujo de aire longitudinal para formar un revestimiento delgado de aproximadamente 150-300 micrones en la superficie interna del único paso de flujo de aire longitudinal.

Las varillas cilíndricas se secaron a aproximadamente 20-25 ° C, 40-50 por ciento de humedad relativa, durante aproximadamente 12 horas y aproximadamente 48 horas. Después del secado, las varillas cilíndricas se cortaron para formar fuentes de calor combustibles individuales que tenían una longitud de aproximadamente 13 mm y un diámetro de aproximadamente 7,8 mm. Las fuentes de calor combustibles individuales se secaron a 130 °C durante aproximadamente 1 hora. Las fuentes de calor combustible individuales secas tenían una masa de aproximadamente 500 mg.

Las fuentes de calor combustibles individuales secas tenían un contenido de auxiliar de ignición (peróxido de calcio) de aproximadamente el 38 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible.

La temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con la cuarta modalidad de la invención después del encendido del extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible se midió en el artículo para fumar utilizando un termopar unido a la superficie del artículo para fumar en una posición (ilustrado por la línea P<sub>1</sub> en la Figura 1) de 1 mm aguas arriba del sustrato generador de aerosol del mismo. Los resultados se muestran en la Figura 7.

Para generar el perfil mostrado en la Figura 7, el extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la cuarta modalidad de la invención se encendió usando un encendedor de llama amarillo convencional. Las caladas de 55 ml (volumen de la calada) se toman entonces en 2 segundos (duración de la calada) cada 30 segundos (frecuencia de la calada) mediante el uso de una máquina para fumar.

La Figura 7 muestra que, después del encendido, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la cuarta modalidad de la invención aumenta rápidamente entre aproximadamente 500 °C y aproximadamente 600 °C como resultado de la descomposición del peróxido de calcio en el mismo.

La combustión del carbono en la fuente de calor combustible se propaga al mismo tiempo que la descomposición del peróxido de calcio en el mismo, desde el extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible, donde se coloca el encendedor de llama amarilla, a lo largo de toda la longitud de la fuente de calor combustible. Esto se muestra claramente mediante un cambio de color en la superficie de la fuente de calor combustible debido al movimiento aguas abajo de un frente de deflagración desde el extremo aguas arriba al extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible.

Después del aumento inicial de la temperatura resultante de la descomposición del peróxido de calcio, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la cuarta modalidad de la invención ventajosamente cae a una temperatura por debajo de aproximadamente 375°C.

El explosión inicial de temperatura y la ignición rápida de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la cuarta modalidad de la invención resultante de la descomposición del peróxido de calcio en la misma, eleva ventajosamente la temperatura del sustrato generador de aerosol del artículo para fumar a un nivel en el que se generan los compuestos orgánicos y saborizantes volátiles del sustrato generador de aerosol en cantidades suficientes para producir un aerosol sensorialmente aceptable como de la primera calada.

Además, la disminución de la temperatura de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la cuarta modalidad de la invención después de la descomposición del peróxido de calcio de manera ventajosa asegura ventajosamente que la temperatura del sustrato generador de aerosol del artículo para fumar no alcanza un nivel a la cual se produce la combustión o degradación térmica del sustrato generador de aerosol.

#### Ejemplo 5

Las fuentes de calor combustible de conformidad con una quinta modalidad de la invención y una sexta modalidad de la invención que tiene el contenido de auxiliar de ignición (peróxido de calcio) mostrado en la Tabla 2 se prepararon como en el Ejemplo 4 mediante la mezcla de los componentes mostrados en la Tabla 2 para formar una mezcla granulada.

Las primeras fuentes de calor combustible comparativas y las segundas fuentes de calor combustible comparativas que tienen el contenido de auxiliar de ignición (peróxido de calcio) mostrado en la Tabla 2 también se prepararon como

en el Ejemplo 4 mediante los componentes de mezcla mostrados en la Tabla 2 para formar una mezcla granulada.

La temperatura del extremo aguas abajo de las fuentes de calor combustibles de: (i) un artículo para fumar de conformidad con una quinta modalidad de la invención; (ii) un artículo para fumar de conformidad con una sexta modalidad de la invención; (iii) un primer artículo para fumar comparativo; y (iv) un segundo artículo para fumar comparativo después del encendido del extremo aguas arriba de las fuentes de calor combustible se midió en el artículo para fumar usando un termopar unido a la superficie del artículo para fumar en una posición (ilustrado por línea P<sub>1</sub> en la Figura 1) 1 mm aguas arriba del sustrato generador de aerosol de la misma. Los resultados se muestran en la Figura 8.

	Fuente de calor combustible			
	Quinta modalidad	Sexta modalidad	Primer comparativo	Segundo comparativo
Polvo de carbono (g)	45	55	60	65
Peróxido de calcio (75 por ciento de pureza) (g)	50	40	35	30
Carboximetilcelulosa (g)	5	5	5	5
Agua desionizada (g)	60	61	61	62
Contenido de auxiliar de ignición (peróxido de calcio) (porcentaje por peso en seco de la fuente de calor combustible)	38	30	26	23

Tabla 2

Para generar los perfiles que se muestran en la Figura 8, los extremos aguas arriba de las fuentes de calor combustibles de: (i) artículo para fumar de conformidad con una quinta modalidad de la invención; (ii) artículo para fumar de conformidad con la sexta modalidad de la invención; (iii) primer artículo para fumar comparativo; y (iv) segundo artículo para fumar comparativo se encendió utilizando un encendedor de llama amarilla convencional. Las caladas de 55 ml (volumen de la calada) se toman entonces en 2 segundos (duración de la calada) cada 30 segundos (frecuencia de la calada) mediante el uso de una máquina para fumar.

La Figura 8 muestra que después del encendido, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la quinta modalidad de la invención, que tiene un contenido de peróxido de calcio de aproximadamente 38 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible, aumenta rápidamente hasta entre aproximadamente 650 °C y aproximadamente 750 °C como resultado de la descomposición del peróxido de calcio en el mismo.

La Figura 8 muestra además que, después del encendido, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la sexta modalidad de la invención, que tiene un contenido de peróxido de calcio de aproximadamente 30 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible, aumenta rápidamente hasta entre aproximadamente 450 °C y aproximadamente 500 °C como resultado de la descomposición del peróxido de calcio en el mismo.

Sin embargo, después del encendido, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del primer artículo para fumar comparativo, que tiene un contenido de peróxido de calcio de aproximadamente 26 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible, y la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del segundo artículo para fumar comparativo, que tiene un contenido de peróxido de calcio de aproximadamente 23 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible, no muestra un "explosión" en la temperatura.

Como se muestra en la Figura 8, la reducción de la cantidad de peróxido de calcio en la fuente de calor combustible reduce la magnitud de la "explosión" en la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible obtenida después del encendido del extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible. Como también se muestra en la Figura 8, la reducción de la cantidad de peróxido de calcio en la fuente de calor combustible aumenta el tiempo que se toma el extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible para alcanzar la temperatura de "explosión" después del encendido del extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible.



Las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención deben comprender al menos un auxiliar de ignición seleccionado del grupo que consiste en sales de nitrato de metal que tienen una temperatura de descomposición térmica de menos de aproximadamente 600 °C, cloratos, peróxidos, materiales termales, magnesio, zirconio y combinaciones de estos en una cantidad de al menos aproximadamente 20 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible. Sin embargo, la Figura 8 ilustra que la cantidad de al menos un auxiliar de ignición que debe incluirse para la segunda porción de una fuente de calor combustible de conformidad con la invención para mostrar la "explosión" requerida en la temperatura después del encendido de la primera porción de la misma puede ser mayor que aproximadamente 20 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible, dependiendo de la cantidad específica de al menos un auxiliar de ignición incluido en la fuente de calor combustible.

#### Ejemplo 6

Las fuentes de calor combustible de conformidad con una séptima modalidad de la invención se prepararon mezclando 180 g de polvo de carbono, 90 g de peróxido de calcio (75 por ciento de pureza), 15 g de magnesio y 15 g de carboximetilcelulosa con 180 g de agua desionizada para formar una mezcla granulada.

La mezcla granulada se sometió a extrusión luego a través de un troquel que tiene un orificio de troquel central de sección transversal circular con un diámetro de 7,6 mm para formar varillas cilíndricas que tienen una longitud de aproximadamente 20-25 cm y un diámetro de aproximadamente 7,8 mm. Se formó un único paso de flujo de aire longitudinal en las varillas cilíndricas por un mandril de sección transversal circular con un diámetro exterior de aproximadamente 2 mm montado centralmente en el orificio del troquel. Se aplicó una suspensión de revestimiento de arcilla a la superficie interna del único paso de flujo de aire longitudinal para formar un revestimiento delgado de aproximadamente 150-300 micrones en la superficie interna del único paso de flujo de aire longitudinal.

Las varillas cilíndricas se secaron a aproximadamente 20-25 ° C, 40-50 por ciento de humedad relativa, durante aproximadamente 12 horas y aproximadamente 48 horas. Después del secado, las varillas cilíndricas se cortaron para formar fuentes de calor combustibles individuales que tenían una longitud de aproximadamente 13 mm y un diámetro de aproximadamente 7,8 mm. Las fuentes de calor combustibles individuales se secaron a 130 °C durante aproximadamente 1 hora. Las fuentes de calor combustible individuales secas tenían una masa de aproximadamente 500 mg.

Las fuentes de calor combustible individuales secas tenían un contenido de auxiliar de ignición (peróxido de calcio y magnesio) de aproximadamente 28 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible.

La temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con la séptima modalidad de la invención después del encendido del extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible se midió en el artículo para fumar usando un termopar unido a la superficie del artículo para fumar en una posición (ilustrada por la línea P<sub>1</sub> en la Figura 1) 1 mm aguas arriba del sustrato generador de aerosol de la misma. Los resultados se muestran en la Figura 9a.

La temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con la séptima modalidad de la invención durante la combustión posterior de la fuente de calor combustible se midió también en el artículo para fumar usando un termopar unido a la superficie del artículo para fumar en una posición (ilustrada por la línea P<sub>1</sub> en la Figura 1) de 1 mm aguas arriba del sustrato generador de aerosol de la misma. Los resultados se muestran en la Figura 9b.

Para generar los perfiles mostrados en las Figuras 9a y 9b, el extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la séptima modalidad de la invención se encendió usando un encendedor de llama amarillo convencional. Las caladas de 55 ml (volumen de la calada) se toman entonces en 2 segundos (duración de la calada) cada 30 segundos (frecuencia de la calada) mediante el uso de una máquina para fumar.

La Figura 9a muestra que después del encendido, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la séptima modalidad de la invención aumenta rápidamente hasta entre aproximadamente 600 °C y aproximadamente 700 °C como resultado de la descomposición del peróxido de calcio en la misma y la reacción exotérmica con oxígeno del magnesio en el mismo.

La combustión del carbono en la fuente de calor combustible se propaga al mismo tiempo que la descomposición del peróxido de calcio en la misma y la reacción con oxígeno del magnesio en la misma, desde el extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible, donde se coloca el encendedor de llama amarilla, a lo largo de toda la longitud de la fuente de calor combustible. Esto se muestra claramente mediante un cambio de color en la superficie de la fuente de calor combustible debido al movimiento aguas abajo de un frente de deflagración desde el extremo aguas arriba al extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible.

Después de la explosión inicial de la temperatura resultante de la descomposición del peróxido de calcio y la reacción con oxígeno del magnesio, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la séptima modalidad de la invención cae ventajosamente hasta una temperatura de entre

aproximadamente 250 °C y aproximadamente 400 °C como se muestra en la Figura 9b.

El explosión inicial en la temperatura y la ignición rápida de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la séptima modalidad de la invención resultante de la descomposición del peróxido de calcio en la misma y la reacción con oxígeno del magnesio en la misma, eleva ventajosamente la temperatura del sustrato generador de aerosol a un nivel en el que se generan los compuestos orgánicos y saborizantes volátiles del sustrato generador de aerosol en cantidades suficientes para producir un aerosol sensorialmente aceptable como de la primera calada.

Además, la disminución de la temperatura de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la séptima modalidad de la invención después de la descomposición del peróxido de calcio en la misma y la reacción con oxígeno del magnesio de manera ventajosa asegura ventajosamente que la temperatura del sustrato generador de aerosol del artículo para fumar no alcanza un nivel a la cual se produce la combustión o degradación térmica del sustrato generador de aerosol.

#### Ejemplo 7

Las fuentes de calor combustibles de conformidad con una octava modalidad de la invención se prepararon mezclando 525 g de polvo de carbono, 225 g de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), 51,75 g de citrato de potasio, 84 g de celulosa modificada, 276 g de harina, 141,75 g de azúcar y 21 g de aceite de maíz con 579 g de agua desionizada para formar una suspensión acuosa.

La suspensión acuosa se sometió a extrusión luego a través de un troquel que tiene un orificio de troquel central de sección transversal circular con un diámetro de 8,7 mm para formar varillas cilíndricas que tienen una longitud de aproximadamente 20-22 cm y un diámetro de aproximadamente 9,1-9,2 mm. Se formó un único paso de flujo de aire longitudinal en las varillas cilíndricas por un mandril de sección transversal circular con un diámetro exterior de aproximadamente 2 mm montado centralmente en el orificio del troquel. Durante la extrusión de las varillas cilíndricas, se bombeó una suspensión de revestimiento de vidrio a través de un paso de alimentación que se extendía a través del centro del mandril para formar un revestimiento delgado de aproximadamente 150-300 micrones en la superficie interna del único paso de flujo de aire longitudinal.

Las varillas cilíndricas se secaron a aproximadamente 20-25 ° C, 40-50 por ciento de humedad relativa, durante aproximadamente 12 horas y aproximadamente 72 horas y luego se pirolizaron en una atmósfera de nitrógeno a 750 °C durante aproximadamente 240 minutos.

Después de la pirólisis, las varillas cilíndricas se cortan y se les da forma a un diámetro definido mediante el uso de una máquina de molienda para formar fuentes de calor combustible individuales que tienen una longitud de aproximadamente 11 mm, un diámetro de aproximadamente 7,8 mm, y una masa en seco de aproximadamente 400 mg.

Las fuentes de calor combustibles individuales se secaron a 130 °C durante aproximadamente 1 hora y luego se colocaron en una solución acuosa de ácido nítrico con una concentración del 38 por ciento en peso, que se saturó con nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ).

Después de aproximadamente 5 minutos, las fuentes de calor combustible individuales se retiran de la solución y se secan a 130 °C por aproximadamente 1 hora.

Después de secar las fuentes de calor combustible individuales se colocaron en una solución acuosa de clorato de sodio ( $\text{NaClO}_3$ ) con una concentración de 0,98 mol/l.

Después de aproximadamente 30 segundos, las fuentes de calor combustibles individuales se retiraron de la solución y se secaron durante 10 minutos a temperatura ambiente, luego a 120 ° C durante aproximadamente 1 hora.

Las fuentes de calor combustible individuales secas tenían un contenido de auxiliar de ignición (nitrato de calcio, nitrato de potasio y clorato de sodio) de entre aproximadamente 30 por ciento y aproximadamente 40 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible.

La temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con la octava modalidad de la invención después del encendido del extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible se midió en el artículo para fumar usando un termopar unido a la superficie del artículo para fumar en una posición (ilustrada por la línea P)<sub>1</sub> en la Figura 1) 1 mm aguas arriba del sustrato generador de aerosol de la misma. Los resultados se muestran en la Figura 10.

Para generar el perfil mostrado en la Figura 10, el extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la octava modalidad de la invención se encendió usando un encendedor de llama amarilla convencional. Las caladas de 55 ml (volumen de la calada) se toman entonces en 2 segundos (duración de

la calada) cada 30 segundos (frecuencia de la calada) mediante el uso de una máquina para fumar.

La Figura 10 muestra que después del encendido, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la octava modalidad de la invención aumenta rápidamente hasta entre aproximadamente 650 °C y aproximadamente 700 °C como resultado de la descomposición de las sales de nitrato de metal y de la sal de clorato de metal en la misma.

Después de la explosión inicial de la temperatura resultante de la descomposición de las sales de nitrato de metal y sal de clorato de metal, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la octava modalidad de la invención cae a una temperatura de por debajo de aproximadamente 500 °C.

#### Ejemplo 8

Las fuentes de calor combustible de conformidad con una novena modalidad de la invención se prepararon mezclando 35 g de polvo de carbono, 35,9 g de óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), 16,4 g de magnesio, 6 g de bentonita y 6,7 g de carboximetilcelulosa con 73,3 g de agua desionizada para formar una mezcla granulada.

La mezcla granulada se sometió a extrusión luego a través de un troquel que tiene un orificio de troquel central de sección transversal circular con un diámetro de 7,6 mm para formar varillas cilíndricas que tienen una longitud de aproximadamente 20-25 cm y un diámetro de aproximadamente 7,8 mm.

Las varillas cilíndricas se secaron a aproximadamente 20-25 °C, 40-50 por ciento de humedad relativa, durante aproximadamente 12 horas y aproximadamente 48 horas. Tras el secado, las varillas cilíndricas se cortaron para formar fuentes de calor combustible individuales que tienen una longitud de aproximadamente 11 mm y un diámetro de aproximadamente 7,8 mm. Las fuentes de calor combustible individuales se secaron a 130 °C durante aproximadamente 1 hora. Las fuentes de calor combustible individuales secas tenían una masa de aproximadamente 400 mg.

Las fuentes de calor combustible individuales secas tienen un auxiliar de ignición (óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y magnesio) de aproximadamente 52 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible.

La temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible de un artículo para fumar de conformidad con la novena modalidad de la invención después del encendido del extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible se midió en el artículo para fumar usando un termopar unido a la superficie del artículo para fumar en una posición (ilustrada por la línea  $P_1$  en la Figura 1) de 1 mm aguas arriba del sustrato generador de aerosol de la misma. Los resultados se muestran en la Figura 11.

Para generar el perfil mostrado en la Figura 11, el extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la novena modalidad de la invención se encendió usando un encendedor de llama amarilla convencional. Las caladas de 55 ml (volumen de la calada) se toman entonces en 2 segundos (duración de la calada) cada 30 segundos (frecuencia de la calada) mediante el uso de una máquina para fumar.

La Figura 11 muestra que después del encendido, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la novena modalidad de la invención aumenta rápidamente hasta entre aproximadamente 1000 °C y aproximadamente 1100 °C como resultado de la reacción exotérmica entre el óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y el magnesio del mismo.

Después del aumento inicial de la temperatura resultante de la reacción exotérmica entre el óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y el magnesio, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la novena modalidad de la invención cae a una temperatura de por debajo de aproximadamente 500 °C.

#### Ejemplo 9

Las terceras fuentes de calor combustible comparativas y las cuartas fuentes de calor combustible comparativas que tienen el contenido del auxiliar de ignición (óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y magnesio) mostrado en la tabla 2 se preparó como en el Ejemplo 8 mezclando los componentes mostrados en la Tabla 3 para formar una mezcla granulada.

La temperatura del extremo aguas abajo de las fuentes de calor combustibles de: (i) un artículo para fumar de conformidad con la novena modalidad de la invención; (ii) un tercer artículo para fumar comparativo; y (iii) un cuarto artículo para fumar comparativo después del encendido del extremo aguas arriba de las fuentes de calor combustible se midió en el artículo para fumar usando un termopar unido a la superficie del artículo para fumar en una posición (ilustrado por línea  $P_1$  en la Figura 1) de 1 mm aguas arriba del sustrato generador de aerosol de la misma. Los resultados se muestran en la Figura 12.

Para generar los perfiles mostrados en la Figura 12, los extremos aguas arriba de las fuentes de calor combustible del

(i) artículo para fumar de conformidad con la novena modalidad de la invención; (ii) tercer artículo para fumar comparativo; y (iii) el cuarto artículo para fumar comparativo se encendió utilizando un encendedor de llama amarilla convencional. Las caladas de 55 ml (volumen de la calada) se toman entonces en 2 segundos (duración de la calada) cada 30 segundos (frecuencia de la calada) mediante el uso de una máquina para fumar.

5

10

	Fuente de calor combustible	
	Tercer comparativo	Cuarto comparativo
Polvo de carbono (g)	40	45
Óxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) (g)	32,6	29,3
Magnesio (g)	14,9	13,4
Bentonita (g)	6	6
Carboximetilcelulosa (g)	6,5	6,3
Agua desionizada (g)	73,3	73,3
Auxiliar de ignición (óxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) y magnesio) (porcentaje por peso en seco de la fuente de calor combustible)	48	43

15

20

25

30

Tabla 3

35

La Figura 12 muestra que después del encendido, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la novena modalidad de la invención, que tiene un óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y el contenido de magnesio de aproximadamente 52 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible aumenta rápidamente a entre aproximadamente 1000 °C y aproximadamente 1100 °C como resultado de la reacción exotérmica entre el óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y el magnesio del mismo.

40

Sin embargo, después del encendido, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del tercer artículo para fumar comparativo, que tiene un óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y contenido de magnesio de aproximadamente 48 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible, y la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del cuarto artículo para fumar comparativo, que tiene un óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y el contenido de magnesio de aproximadamente 43 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible, no exhibir una "explosión" en la temperatura.

45

Como se muestra en la Figura 12, reducir el óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y el contenido de magnesio de la fuente de calor combustible reduce la magnitud de la "explosión" de la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible obtenida después del encendido del extremo aguas arriba de la fuente de calor combustible.

50

Las fuentes de calor combustible de conformidad con la invención deben comprender al menos un auxiliar de ignición seleccionado del grupo que consiste en sales de nitrato de metal que tienen una temperatura de descomposición térmica de menos de aproximadamente 600 °C, cloratos, peróxidos, materiales termales, magnesio, zirconio y combinaciones de estos en una cantidad de al menos aproximadamente 20 por ciento de peso en seco de la fuente de calor combustible. Sin embargo, la Figura 12 ilustra que la cantidad de al menos un auxiliar de ignición que debe incluirse para la segunda porción de una fuente de calor combustible de conformidad con la invención para mostrar la "explosión" requerida en la temperatura después del encendido de la primera porción de la misma puede ser mayor que aproximadamente 20 por ciento de peso en seco de la fuente de calor combustible, dependiendo de la cantidad específica de al menos un auxiliar de ignición incluido en la fuente de calor combustible.

55

Ejemplo 10

60

Se prepararon quinto fuentes de calor combustible comparativas y sexto fuentes de calor combustible comparativas como en el Ejemplo 4 mezclando los componentes mostrados en la Tabla 4 para formar una mezcla granulada.

65

	Fuente de calor combustible		
	Quinto comparativo	Sexto Comparativo	
5			
	Polvo de carbono (g)	285	135
	Carboximetilcelulosa (g)	15	15
10	Citrato potásico (g)	-	150
	Agua desionizada (g)	180	75
15	Contenido de sal (citrato potásico) de quemado metálico alcalino (porcentaje por peso en seco de la fuente de calor combustible)	-	50

20 La temperatura del extremo aguas abajo de las fuentes de calor combustibles de: (i) un artículo para fumar de conformidad con la cuarta modalidad de la invención; (ii) un quinto artículo para fumar comparativo; y (iii) un sexto artículo para fumar comparativo después del encendido del extremo aguas arriba de las fuentes de calor combustible se midió en el artículo para fumar usando un termopar unido a la superficie del artículo para fumar en una posición (ilustrado por línea P<sub>1</sub> en la Figura 1) de 1 mm aguas arriba del sustrato generador de aerosol de la misma. Los resultados se muestran en la Figura 13.

25 Para generar los perfiles mostrados en la Figura 13, los extremos aguas arriba de las fuentes de calor combustible del (i) artículo para fumar de conformidad con la cuarta modalidad de la invención; (ii) quinto artículo para fumar comparativo; y (iii) el sexto artículo para fumar comparativo se encendió utilizando un encendedor de llama amarilla convencional. Las caladas de 55 ml (volumen de la calada) se toman entonces en 2 segundos (duración de la calada) cada 30 segundos (frecuencia de la calada) mediante el uso de una máquina para fumar.

35 La Figura 13 muestra que después del encendido, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del artículo para fumar de conformidad con la cuarta modalidad de la invención, que tiene un contenido de peróxido de calcio de aproximadamente 38 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible, aumenta rápidamente hasta entre aproximadamente 750 °C y aproximadamente 800 °C como resultado de la descomposición del peróxido de calcio en el mismo,

40 Sin embargo, después del encendido, la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del quinto artículo para fumar comparativo, que no contiene auxiliar de ignición, y la temperatura del extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible del sexto artículo para fumar comparativo, que tiene un contenido de quemadura de metal alcalino (citrato de potasio) de aproximadamente 50 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible, no muestra una "explosión" en la temperatura.

45 Como se muestra en la Figura 13, en ausencia de al menos un auxiliar de ignición seleccionado del grupo que consiste en sales de nitrato de metal que tienen una temperatura de descomposición térmica de menos de aproximadamente 600 °C, cloratos, peróxidos, materiales termales, magnesio, zirconio, y combinaciones de estos en una cantidad de al menos aproximadamente 20 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible, la segunda porción de una fuente de calor combustible no muestra una "explosión" en la temperatura después del encendido de la primera porción de la misma.

50 Como también se muestra en la Figura 13, incluso cuando se incluye en una cantidad mucho mayor que al menos aproximadamente 20 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible, las sales de quemadura de citrato de metal alcalino no liberan suficiente energía en el encendido de la primera porción de una fuente de calor combustible para producir un "explosión" en la temperatura de la segunda porción de la misma.

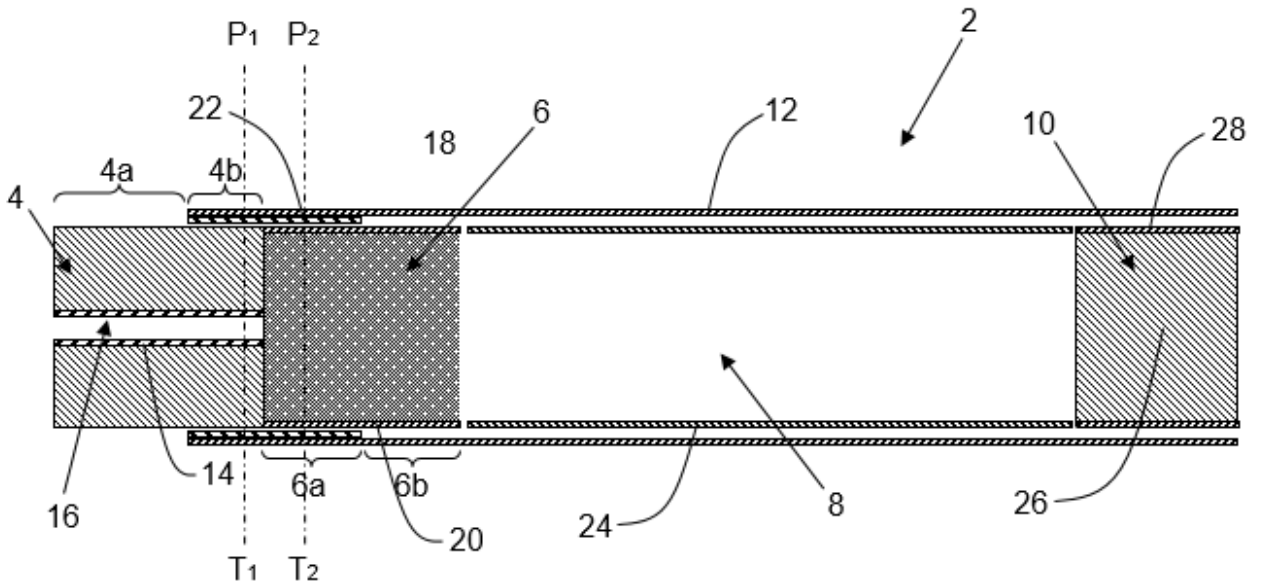
55

**REIVINDICACIONES**

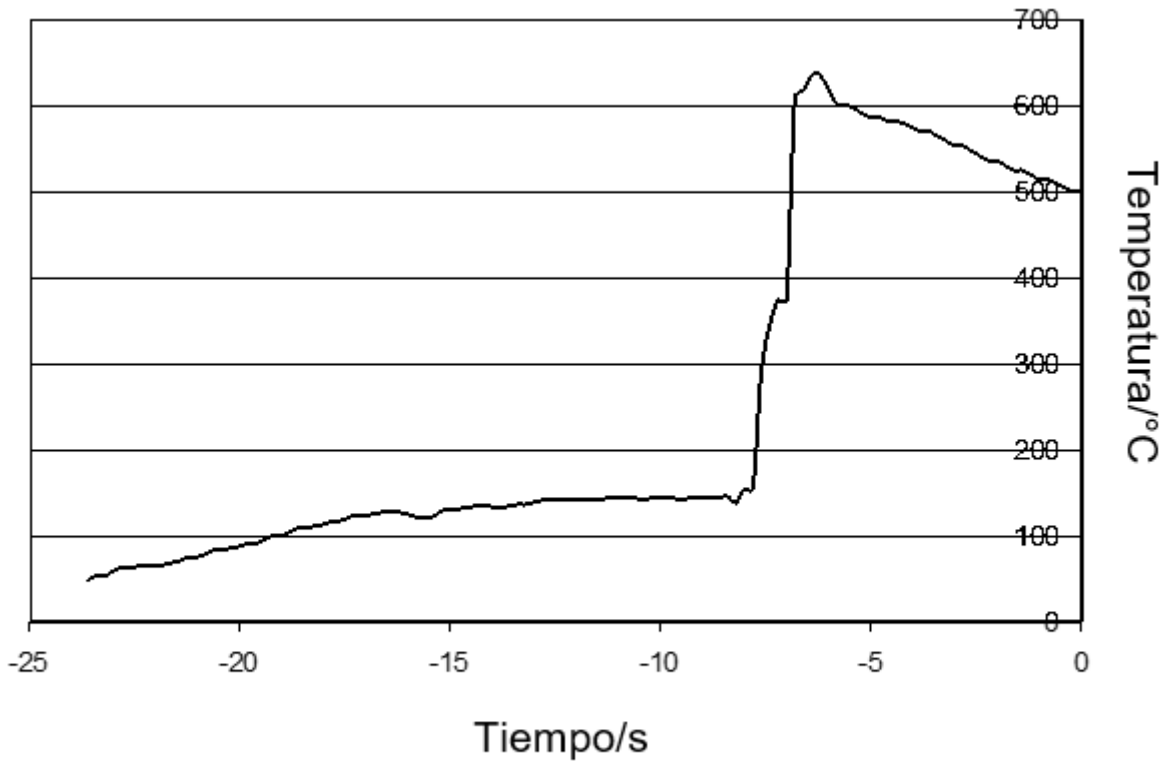
1. Una fuente de calor combustible (4) para un artículo para fumar (2) que comprende carbono y al menos un auxiliar de ignición seleccionado del grupo que consiste en sales de nitrato de metal que tienen una temperatura de descomposición térmica de menos de aproximadamente 600 °C, cloratos, peróxidos, materiales termales, magnesio, zirconio, y sus combinaciones, en donde la al menos un auxiliar de ignición está presente en una cantidad de al menos aproximadamente 20 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible, la fuente de calor combustible (4) que tiene una primera porción y una segunda porción opuesta, en donde al menos la parte (4b) de la fuente de calor combustible (4) entre la primera porción y la segunda porción se envuelve en una envoltura resistente a la combustión (22) que es uno o ambos de la porción de calor combustible y la segunda porción de la fuente de calor combustible (4) es una primera cara de extremo de la fuente de calor combustible (4) y la segunda porción de la fuente de calor combustible (4) es una cara del segundo extremo opuesta de la fuente de calor combustible (4), y la segunda porción de la fuente de calor combustible (4), y en donde la ignición de la primera porción de la fuente de calor combustible (4) la segunda porción de la fuente de calor combustible (4) aumenta de temperatura a una primera temperatura y en donde durante la combustión posterior de la fuente de calor combustible (4) la segunda porción de la fuente de calor combustible (4) mantiene una segunda temperatura menor que la primera temperatura.
2. Una fuente de calor combustible (4) de conformidad con la reivindicación 1, en donde al menos un auxiliar de ignición está presente en una de menos de aproximadamente 65 por ciento en peso en seco de la fuente de calor combustible.
3. Una fuente de calor combustible (4) de conformidad con la reivindicación 1 o 2, en donde al menos un auxiliar de ignición comprende un peróxido.
4. Una fuente de calor combustible (4) de conformidad con la reivindicación 1, 2 o 3 que comprende además uno o más aglutinantes.
5. Una fuente de calor combustible (4) de conformidad con la reivindicación 4, que comprende: uno o más aglutinantes orgánicos seleccionados del grupo que consisten en gomas, celulosas modificadas y derivados de celulosa, harina de trigo, almidones, azúcares, aceites vegetales y sus combinaciones; uno o más aglutinantes inorgánicos seleccionados del grupo que consiste en arcillas, derivados de aluminosilicato, aluminosilicatos activados con álcali, silicatos de álcali, derivados de piedra caliza, compuestos y derivados de tierras alcalinas, y compuestos de aluminio y derivados; o una de sus combinaciones.
6. Una fuente de calor combustible (4) de conformidad con cualquier reivindicación 1 a 5 en donde la temperatura de la segunda porción de la fuente de calor combustible permanece esencialmente estable a la segunda temperatura durante al menos aproximadamente 3 minutos,
7. Una fuente de calor combustible (4) de conformidad con cualquier reivindicación 1 a 6 en donde la primera temperatura está entre aproximadamente 400 °C y aproximadamente 1200 °C.
8. Una fuente de calor combustible (4) de conformidad con cualquier reivindicación 1 a 7 en donde la segunda temperatura está entre aproximadamente 200 °C y aproximadamente 1000 °C.
9. Una fuente de calor combustible (4) de conformidad con cualquier reivindicación 1 a 8 en donde la segunda temperatura está entre aproximadamente 200 °C y aproximadamente 1000 °C por debajo de la primera temperatura.
10. Una fuente de calor combustible (4) de conformidad con cualquier reivindicación 1 a 9 en donde la temperatura de ignición de la primera porción está entre aproximadamente 200 °C y aproximadamente 1000 °C.
11. Una fuente de calor combustible (4) de conformidad con cualquier reivindicación de la 1 a la 10 en donde la ignición de la primera porción de la fuente de calor combustible la segunda porción de la fuente de calor combustible aumenta de temperatura a la primera temperatura a una velocidad de entre aproximadamente 100 °C/segundo y aproximadamente 1000 °C/segundo.
12. Un artículo para fumar (2) que comprende una fuente de calor combustible (4) de conformidad con cualquier reivindicación 1 a 11.
13. Un artículo para fumar (2) que comprende: una fuente de calor combustible (4) de conformidad con cualquier reivindicación 1 a 11; y un sustrato generador de aerosol (6) está aguas abajo de la fuente de calor combustible (4), en donde la primera porción de la fuente de calor combustible es un extremo aguas arriba de la fuente de calor

combustible y la segunda porción de la fuente de calor combustible es un extremo aguas abajo de la fuente de calor combustible.

- 5
14. Un artículo para fumar (2) de conformidad con la reivindicación 13 en donde al menos una parte trasera (4b) de la fuente de calor combustible se envuelve en la envoltura resistente a la combustión (22).
- 10
15. Un artículo para fumar (2) de conformidad con la reivindicación 14 en donde al menos una parte trasera (4b) de la fuente de calor combustible y al menos una parte frontal (6a) del sustrato generador de aerosol (6) se envuelven en la envoltura resistente a la combustión (22).
- 15
16. Un artículo para fumar (2) de conformidad con la reivindicación 15 en donde una parte trasera (6b) del sustrato generador de aerosol (6) no se envuelve en la envoltura resistente a la combustión (22).
17. Un artículo para fumar (2) de conformidad con cualquier reivindicación 13 a 16 en donde una parte frontal (4a) de la fuente de calor combustible (4) no se envuelve en la envoltura resistente a la combustión (22).
18. Un artículo para fumar (2) de conformidad con cualquier reivindicación 13 a 16 en donde la fuente de calor combustible (4) se envuelve en la envoltura resistente a la combustión (22) a lo largo de esencialmente toda su longitud.

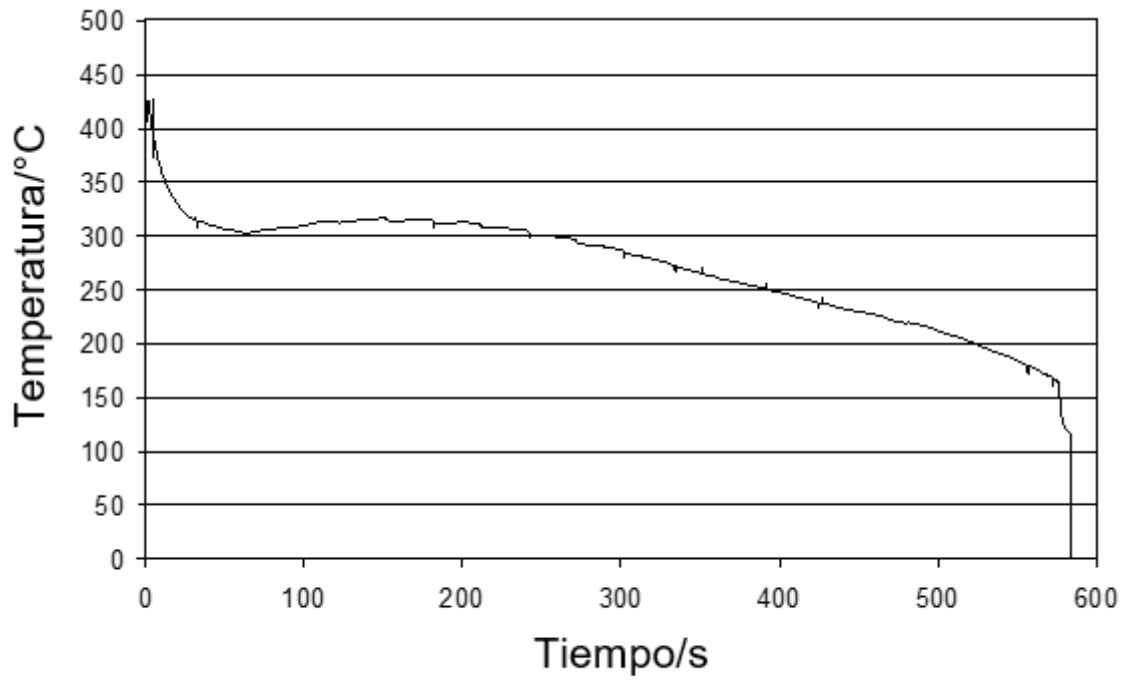


**Figura 1**

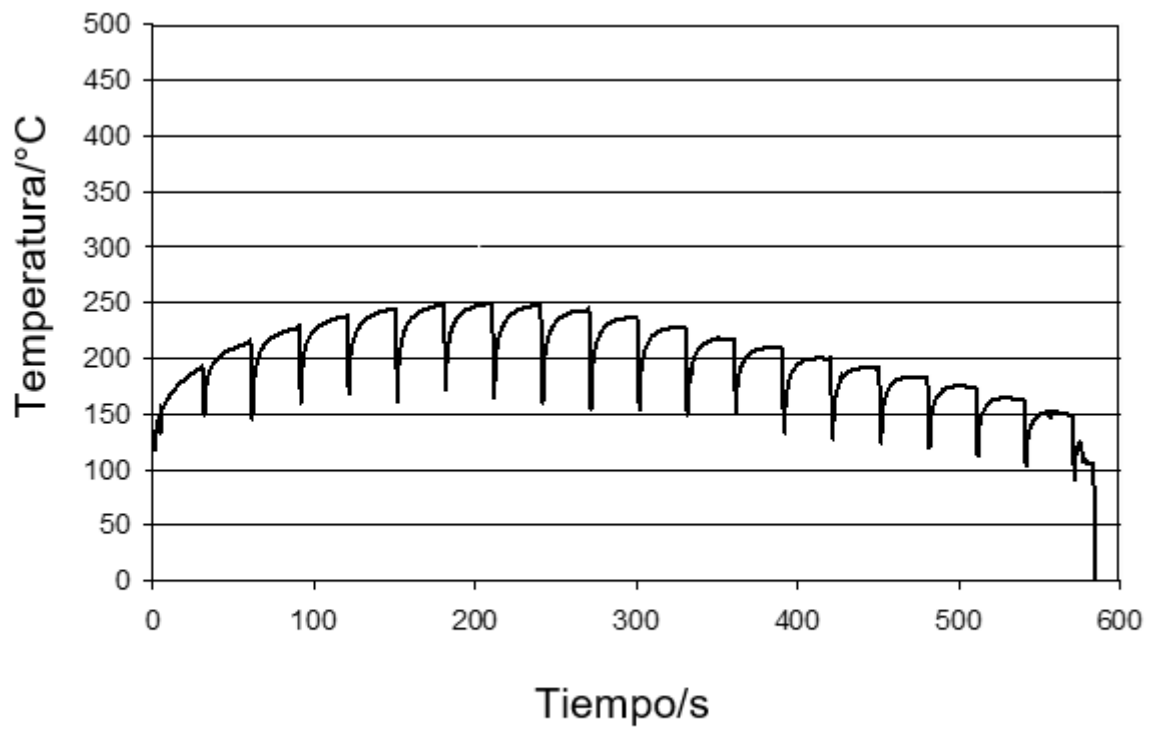


**Figura 2a**

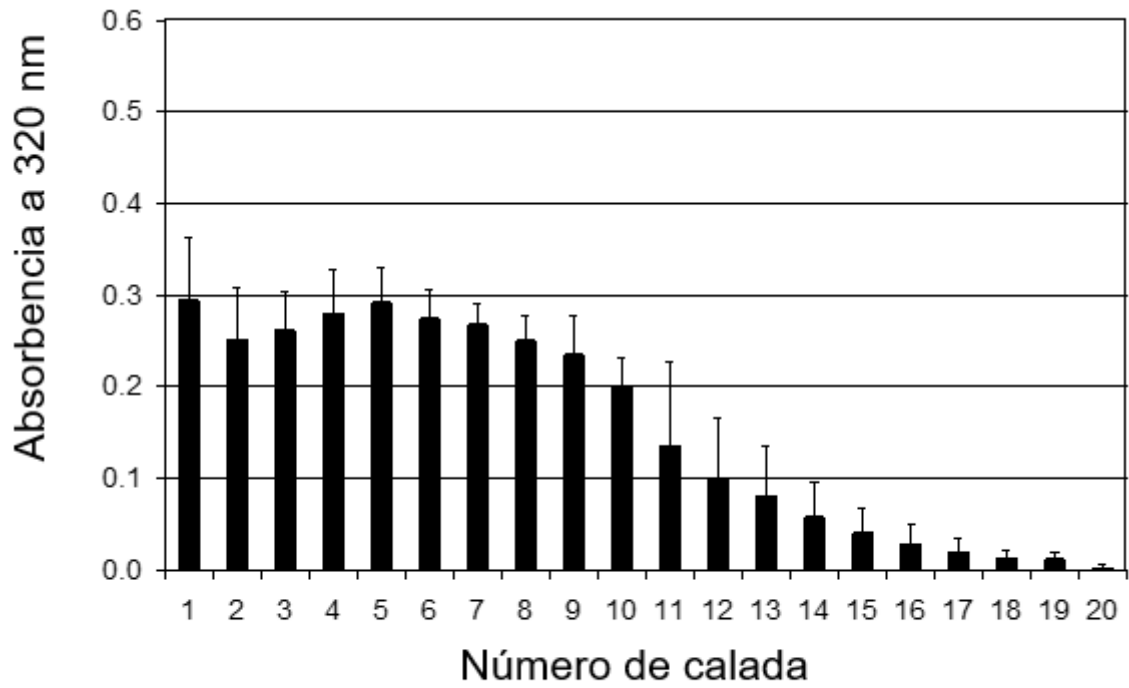




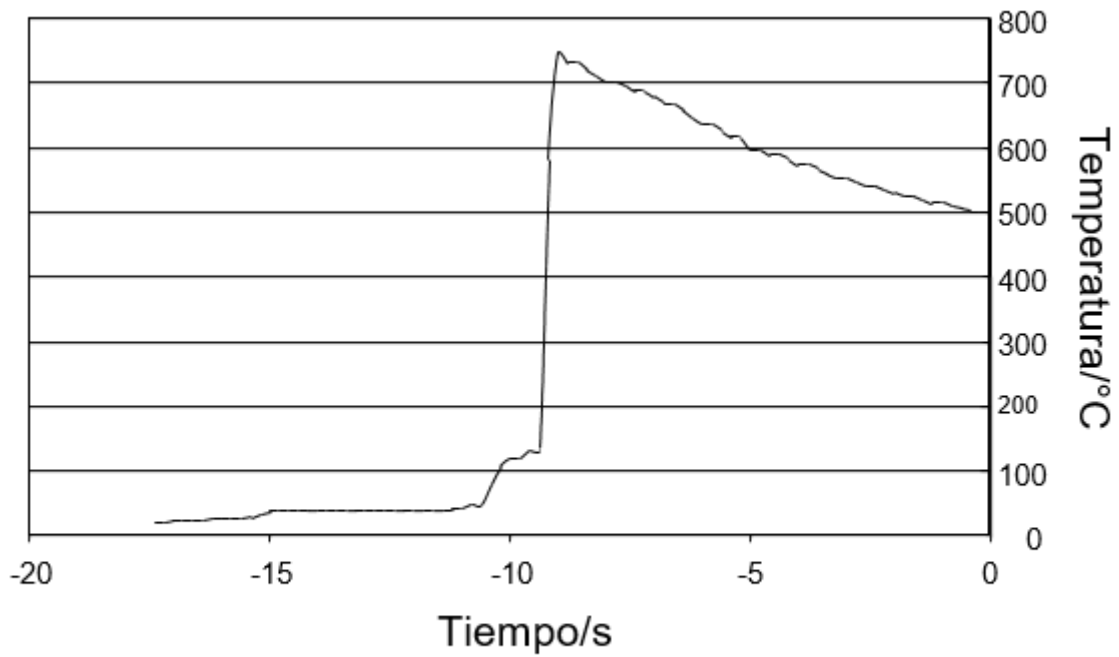
**Figura 2b**



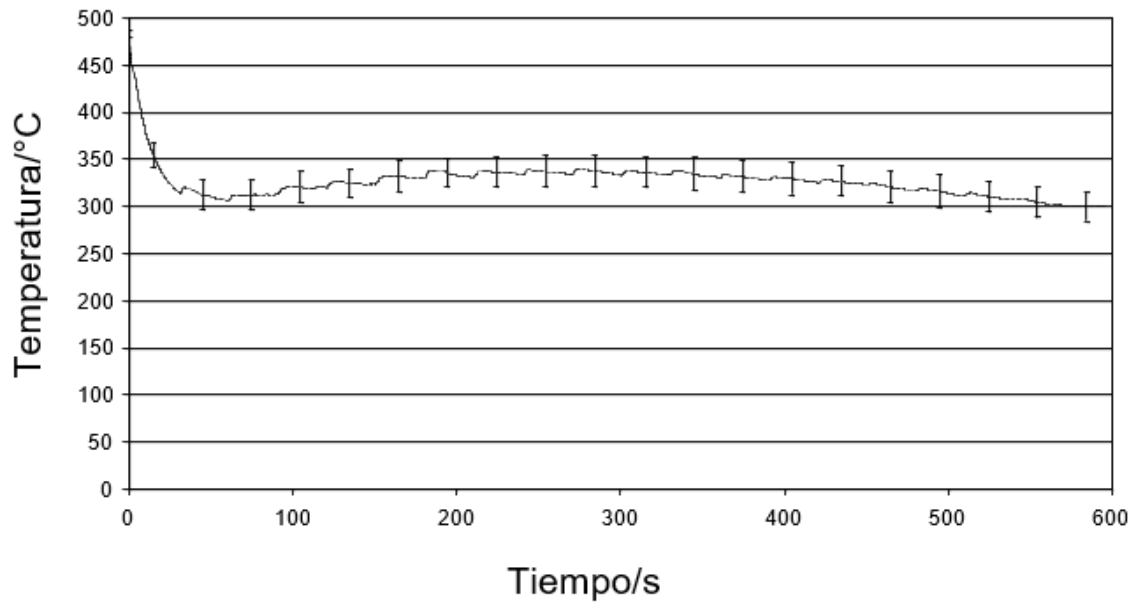
**Figura 3a**



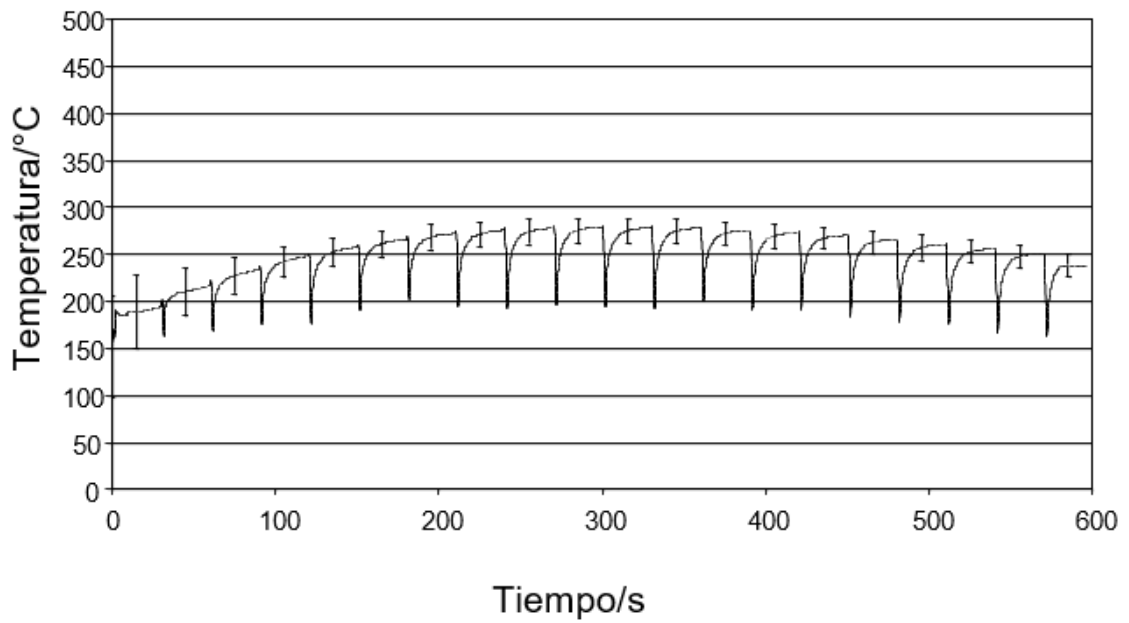
**Figura 3b**



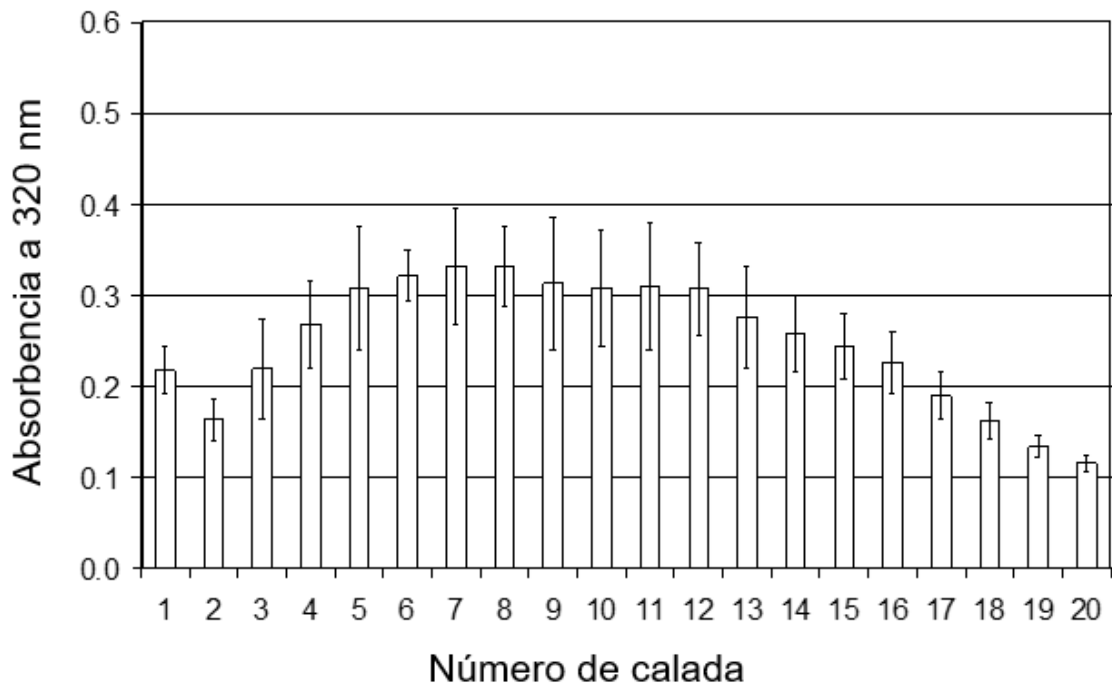
**Figura 4a**



**Figura 4b**



**Figura 5a**



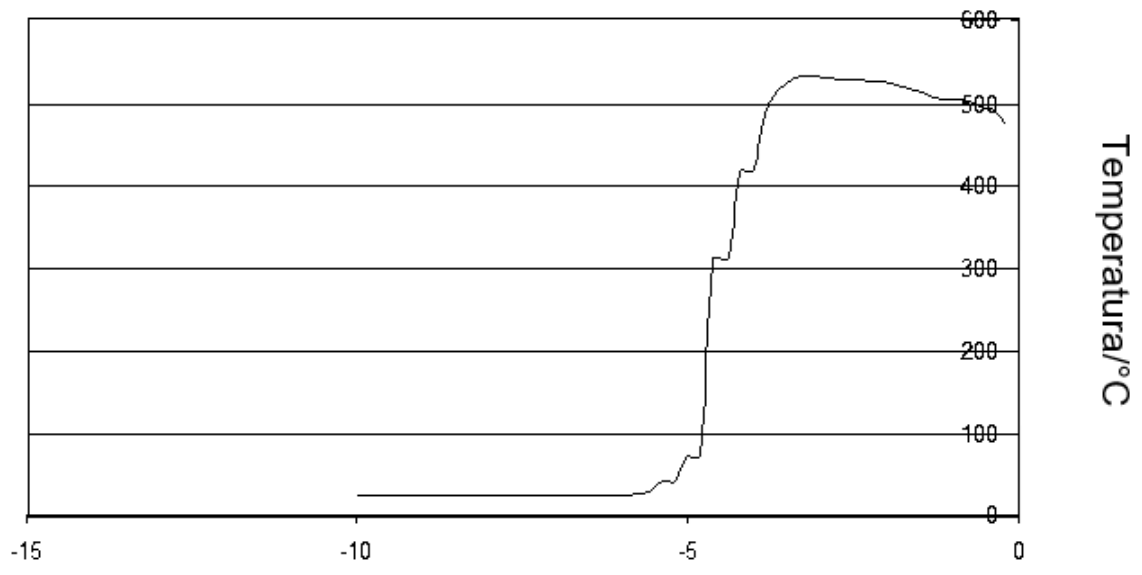
**Figura 5b**



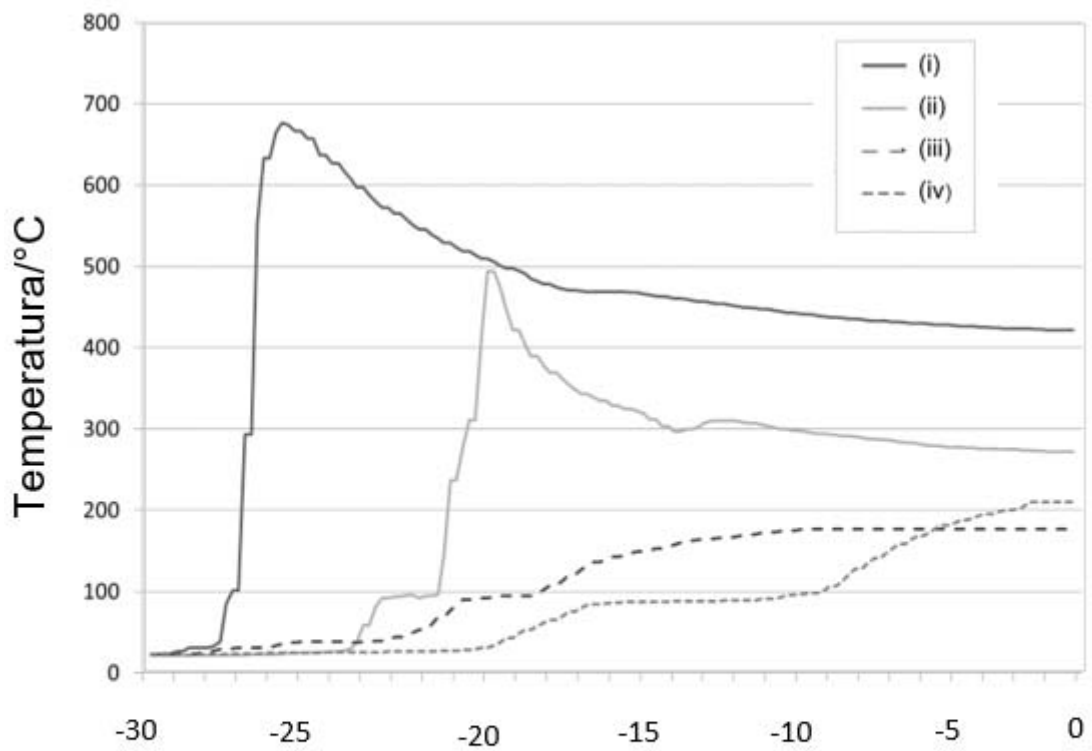
**Figura 6a**



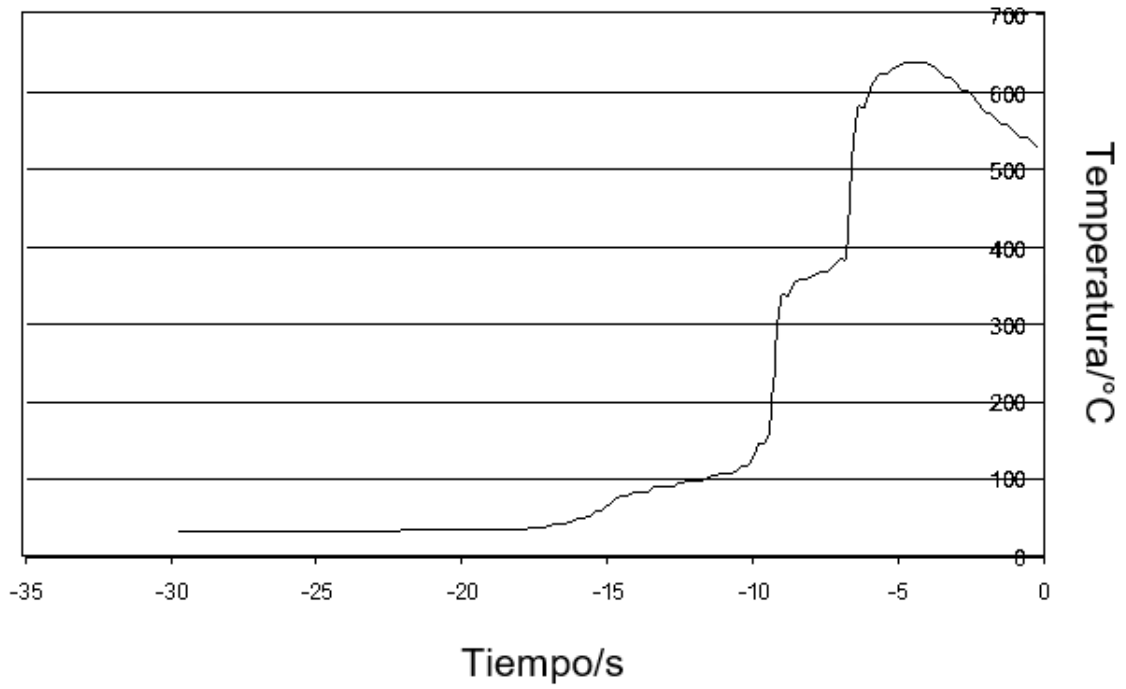
**Figura 6b**



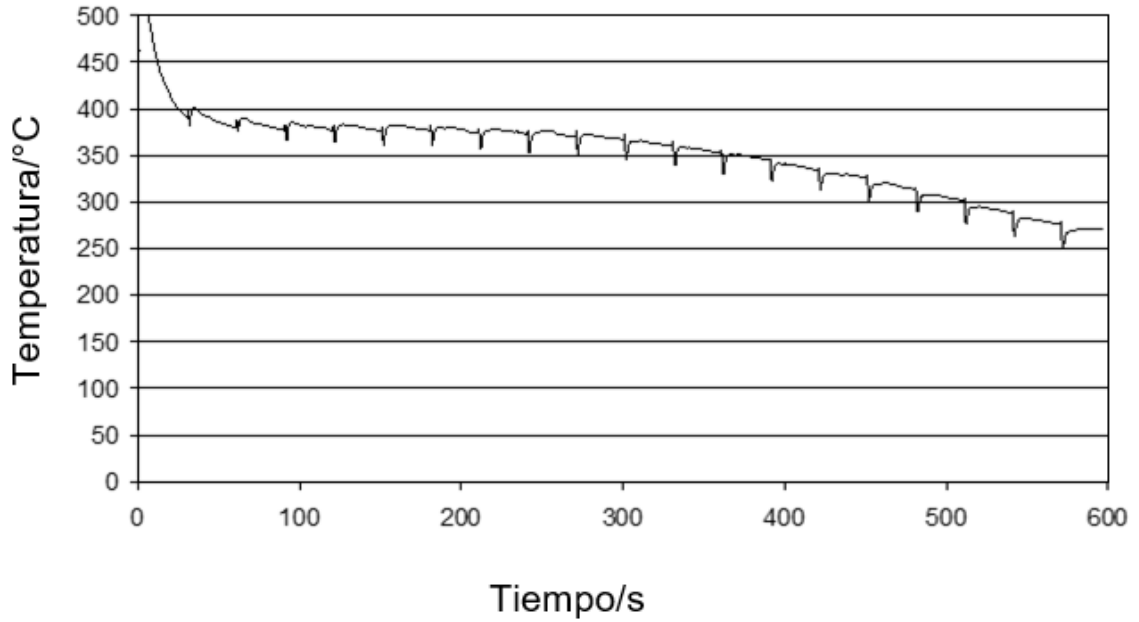
Tiempo/s  
**Figura 7**



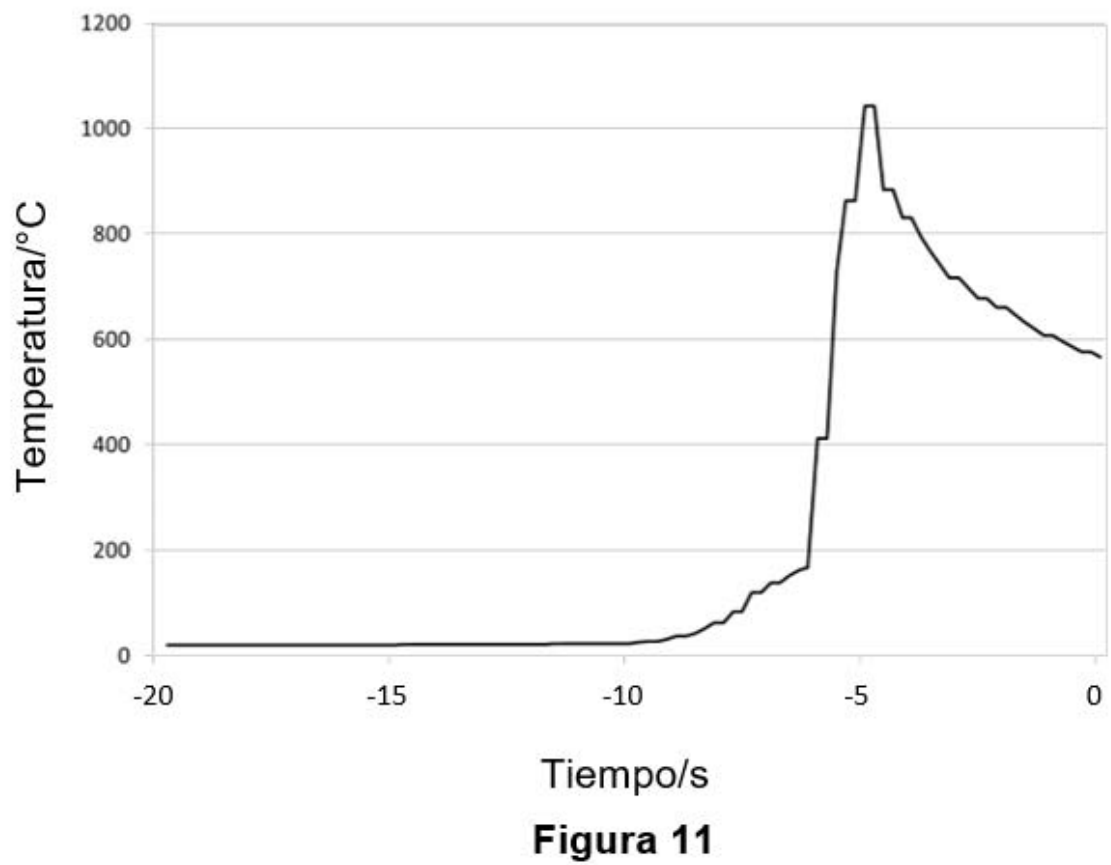
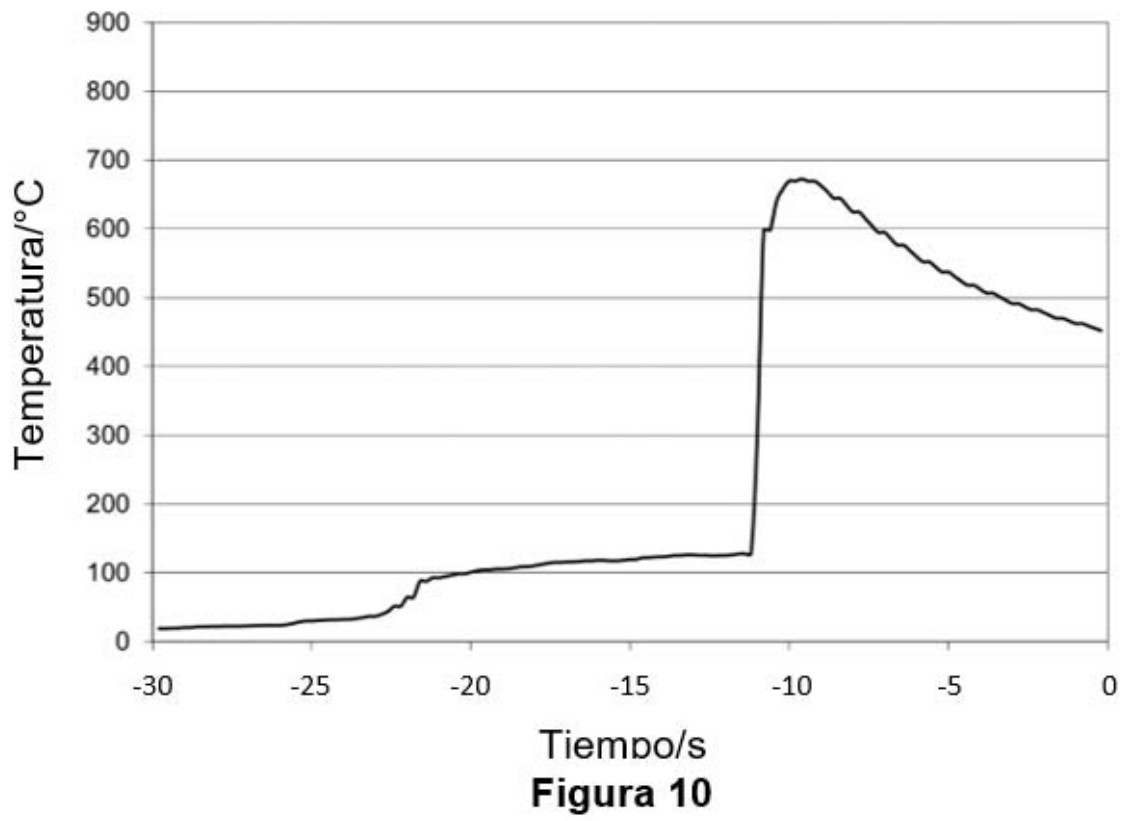
Tiempo/s  
**Figura 8**

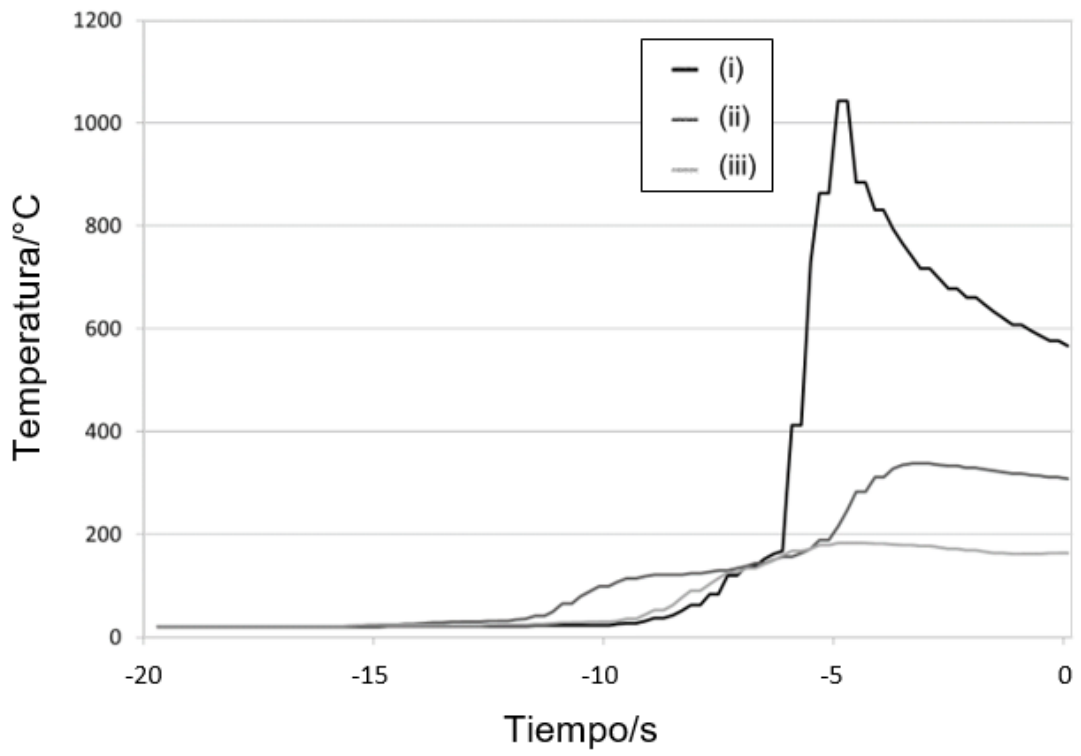


**Figura 9a**

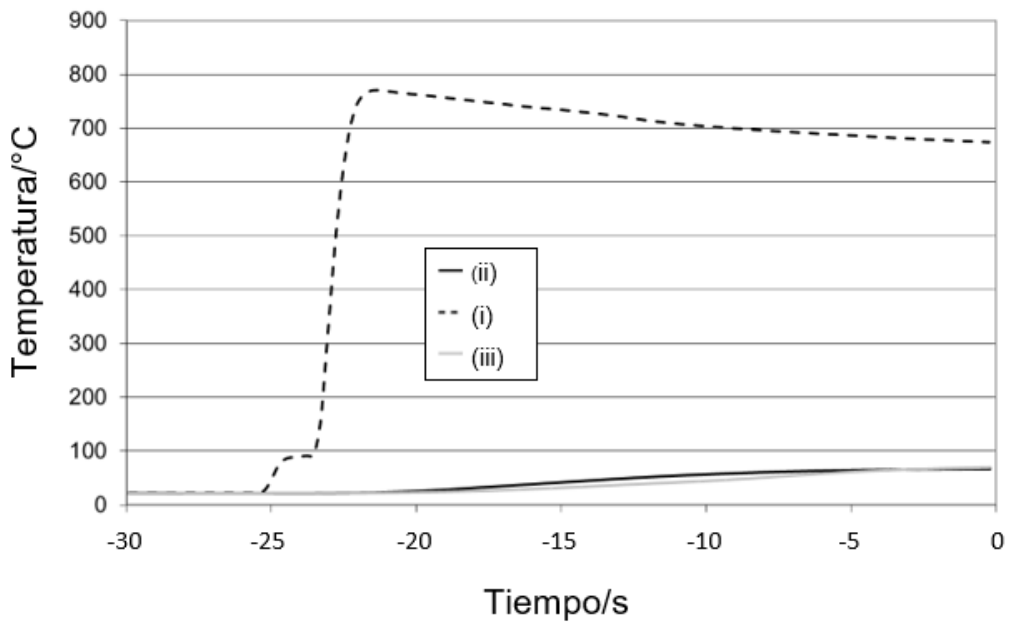


**Figura 9b**





**Figura 12**



**Figura 13**