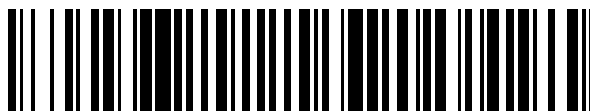


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 542**

51 Int. Cl.:

**C10L 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2009 E 09789314 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2013 EP 2342310**

54 Título: **Composiciones de combustible para motores a reacción**

30 Prioridad:

**25.02.2009 US 393024**  
**17.09.2008 US 97813 P**  
**05.12.2008 US 196726 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.04.2013**

73 Titular/es:

**AMYRIS, INC. (100.0%)**  
**5885 Hollis Street Suite 100**  
**Emeryville CA 94608, US**

72 Inventor/es:

**RYDER, JASON, A.**

74 Agente/Representante:

**PONTI SALES, Adelaida**

**ES 2 400 542 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

Composiciones de combustible para motores a reacción.

5 **[0001]** En la presente memoria descriptiva se proporcionan, entre otras cosas, composiciones de combustible y procedimientos de uso de las mismas. En algunas formas de realización, las composiciones de combustible comprenden al menos un componente de combustible producido de forma fácil y eficaz, al menos en parte, a partir de un microorganismo. En algunas formas de realización, las composiciones de combustible proporcionadas en la presente memoria descriptiva comprenden una alta concentración de al menos un componente de combustible  
10 diseñado por bioingeniería. Las composiciones de combustible proporcionadas en la presente memoria descriptiva comprenden limonano y farnesano.

**[0002]** Los biocombustibles incluyen combustibles derivados de biomasa, por ejemplo, de organismos vivos recientes o de sus subproductos metabólicos, como estiércol de animales. Los biocombustibles son convenientes porque pueden ser fuentes de energía renovables, a diferencia de otros recursos naturales como petróleo, carbón y combustibles nucleares. Es preciso todavía introducir un biocombustible que sea adecuado para su uso como combustible para motores a reacción. La presente invención proporciona dichos biocombustibles.

20 **[0003]** En la presente memoria descriptiva se proporcionan, entre otras cosas, composiciones de combustible que comprenden limonano y farnesano y procedimientos de uso de los mismos. En algunas formas de realización, la composición de combustible comprende un componente de combustible producido de forma fácil y eficaz, al menos en parte, a partir de un microorganismo.

25 **[0004]** En un aspecto, en la presente memoria descriptiva se proporciona una composición de combustible que comprende limonano y farnesano en la que cada uno entre el limonano y el farnesano está en una cantidad que es de al menos el 5% en volumen, basándose en el volumen total de la composición de combustible. En algunas formas de realización, la densidad de la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva a 15°C está entre 775 kg/m<sup>3</sup> y 840 kg/m<sup>3</sup> o es de 775 kg/m<sup>3</sup> a 840 kg/m<sup>3</sup>. En algunas formas de realización, la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva comprende además p-cimeno en una cantidad que es de al menos el 0,5% en volumen, basándose en el volumen total de la composición de combustible. En otras formas de realización, la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva comprende además un combustible a base de petróleo o un combustible sintético, por ejemplo, un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch, en una cantidad que es de al menos el 10% en volumen, basándose en el volumen total de la composición de combustible.

35 **[0005]** En otro aspecto, en la presente memoria descriptiva se proporciona una composición de combustible que comprende (a) limonano en una cantidad que está entre el 15% y el 60% en volumen o es del 15% al 60% en volumen; (b) farnesano en una cantidad que está entre el 5% y el 45% en volumen o es del 5% al 45% en volumen; (c) p-cimeno en una cantidad que es del 0,5% al 25% en volumen; y (d) un combustible a base de petróleo o un combustible sintético, por ejemplo, un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch, en una cantidad que es de al menos el 20% en volumen, en la que las cantidades están basadas en el volumen total de la composición de combustible.

45 **[0006]** En otro aspecto, en la presente memoria descriptiva se proporciona una composición de combustible que comprende (a) limonano en una cantidad que está entre el 15% y el 30% en volumen o es del 15% al 30% en volumen; (b) farnesano en una cantidad que está entre el 10% y el 30% en volumen o es del 10% al 30% en volumen; (c) p-cimeno en una cantidad que es del 0,5% al 20% en volumen; (d) un combustible a base de petróleo o un combustible sintético, por ejemplo, un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch, en una cantidad que es de al menos el 40% en volumen; y (e) un aditivo para combustible, en el que las cantidades están basadas en el volumen total de la composición de combustible.

55 **[0007]** En algunas formas de realización, la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva tiene una densidad de 750 kg/m<sup>3</sup> a 840 kg/m<sup>3</sup> a 15°C. En algunas formas de realización, la composición de combustible tiene una diferencia entre las temperaturas T<sub>90</sub> y T<sub>10</sub> de al menos 10°C. En algunas formas de realización, la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva tiene una densidad de 750 kg/m<sup>3</sup> a 840 kg/m<sup>3</sup> a 15°C, y la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva tiene una diferencia entre las temperaturas T<sub>90</sub> y T<sub>10</sub> de al menos 10°C.

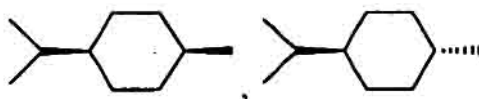
60 **[0008]** En otro aspecto, en la presente memoria descriptiva se proporciona una composición de combustible que consiste esencialmente en limonano, farnesano y cimeno.

**[0009]** En otro aspecto, en la presente memoria descriptiva se proporciona un vehículo que comprende un motor de combustión interna; un depósito de combustible conectado al motor de combustión interna; y una

composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva en el depósito de combustible, en la que la composición de combustible se usa para alimentar el motor de combustión interna. En algunas formas de realización, el motor de combustión interna es un motor a reacción.

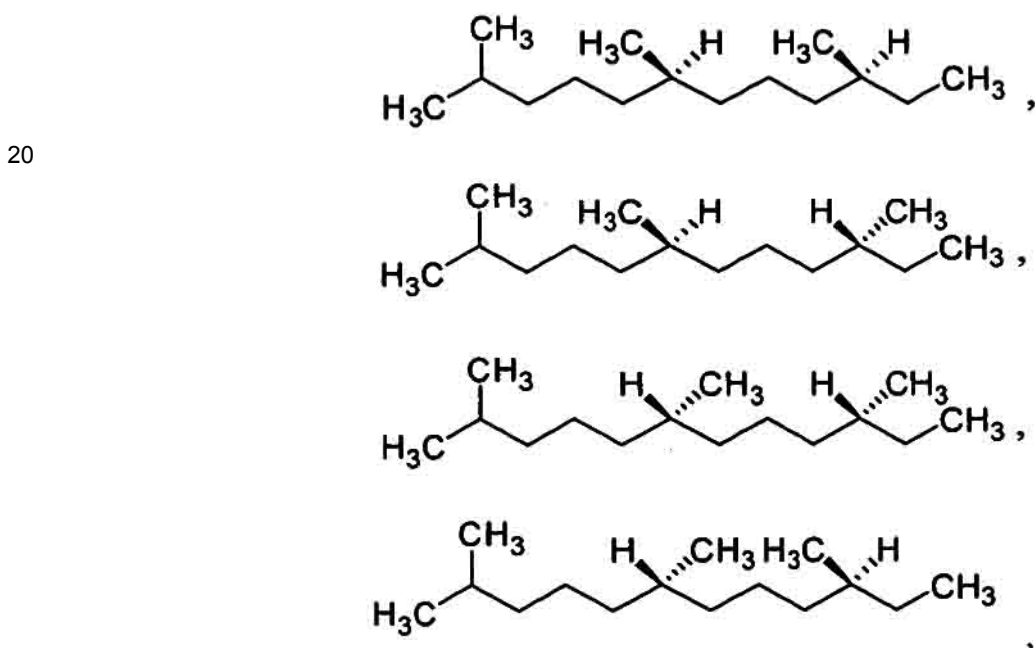
5 **[0010]** En otro aspecto, en la presente memoria descriptiva se proporciona un procedimiento de alimentación de un motor que comprende la etapa de combustión de una composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva en el motor. En algunas formas de realización, el motor es un motor a reacción.

10 **[0011]** En algunas formas de realización, el limonano en las composiciones de combustible desveladas en la presente memoria descriptiva es o comprende



o una combinación de los mismos.

15 **[0012]** En algunas formas de realización, el farnesano en las composiciones de combustible desveladas en la presente memoria descriptiva es o comprende



o una combinación de los mismos.

25 **[0013]** En algunas formas de realización, las composiciones de combustible desveladas en la presente memoria descriptiva son un combustible a base de petróleo o un combustible sintético. En formas de realización adicionales, el combustible a base de petróleo en las composiciones de combustible desveladas en la presente memoria descriptiva se selecciona entre queroseno, Jet A, Jet A-1, Jet B y combinaciones de los mismos. En otras formas de realización, el combustible sintético es o comprende un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch. En formas de realización adicionales, el combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch es o comprende combustible sintético para motores a reacción SASOL CTL. En algunas formas de realización, las composiciones de combustible desveladas en la presente memoria descriptiva cumplen la especificación ASTM D 30 1655 para Jet A, Jet A-1 o Jet B. En otras formas de realización, la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva cumple la especificación de Defensa Estándar 91-91 para combustible sintético para 35 motores a reacción SASOL CTL.

**[0014]** En algunas formas de realización, las composiciones de combustible desveladas en la presente memoria descriptiva comprenden además un aditivo para combustible. En otras formas de realización, el aditivo para combustible es de al menos un aditivo seleccionado entre el grupo que consiste en un compuesto oxigenado, un

antioxidante, un potenciador de la estabilidad térmica, un estabilizador, un potenciador del flujo en frío, un potenciador de combustión, un antiespumante, un aditivo antiturbidez, un inhibidor de corrosión, un potenciador de la lubricidad, un inhibidor de congelación, un aditivo de limpieza de inyectores, un supresor de humos, un aditivo de reducción del arrastre, un desactivador de metal, un dispersante, un detergente, un desemulsionante, un colorante, un marcador, un disipador estático, un biocida y combinaciones de los mismos. En formas de realización adicionales, el aditivo para combustible es un antioxidante.

**[0015]** La Figura 1 muestra curvas de destilación para Jet A y ciertas mezclas de Jet A y AMJ-300. La Figura 2 muestra curvas de destilación para Jet A y ciertas mezclas de Jet A y AMJ-310.

**[0016]** La Figura 3 muestra curvas de destilación para algunas formas de realización de las composiciones de combustible desveladas en la presente memoria descriptiva.

**[0017]** La Figura 4 muestra el flujo de combustible relativo requerido para ejecutar el encendido a diferente caída de presión en el inyector (dP/P) para algunas formas de realización de composiciones de combustible desveladas en la presente memoria descriptiva. La comparación se realiza con referencia al flujo de combustible requerido para ejecutar el encendido para Jet A-1.

**[0018]** La Figura 5 muestra flujo de combustible relativo requerido para ejecutar un apagado por mezcla pobre a diferente caída de presión en el inyector (dP/P) para algunas formas de realización de composiciones de combustible desveladas en la presente memoria descriptiva. La comparación se realiza con referencia al flujo de combustible requerido para ejecutar un apagado por mezcla pobre para Jet A-1.

**[0019]** Las especificaciones ASTM D 1655, publicadas por ASTM International, establecen ciertos requisitos mínimos de aceptación para Jet A, Jet A-1 y Jet B.

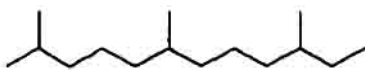
**[0020]** "Compuesto diseñado por bioingeniería" se refiere a un compuesto preparado por una célula hospedadora, lo que incluye cualquier arquea, bacteria o células o microorganismos eucariotas.

**[0021]** "Biocombustible" se refiere a cualquier combustible que procede de una biomasa, es decir, organismos vivos recientes o sus subproductos metabólicos, como el estiércol de las vacas. Es una fuente de energía renovable, a diferencia de otros recursos naturales como petróleo, carbón y combustibles nucleares.

**[0022]** "Densidad" se refiere a una medida de masa por volumen a una temperatura en particular. El procedimiento aceptado generalmente para medir la densidad de un combustible es la Norma ASTM D 4052, que se incorpora en la presente memoria descriptiva como referencia.

**[0023]** "Prueba Doctor" se utiliza para la detección de mercaptanos en combustibles a base de petróleo como combustible para motores a reacción y queroseno. Esta prueba puede proporcionar también información sobre el sulfuro de hidrógeno y azufre elemental que pudieran estar presentes en los combustibles. El procedimiento aceptado generalmente para medir el punto de congelación de un combustible es la Norma ASTM D 4952, que se incorpora en la presente memoria descriptiva como referencia.

**[0024]** "Farnesano" se refiere a un compuesto que tiene la fórmula



o un estereoisómero del mismo. En algunas formas de realización, el farnesano comprende un estereoisómero de farnesano sustancialmente puro. En otras formas de realización, el farnesano comprende una mezcla de estereoisómeros, como por ejemplo enantiómeros y diaestereoisómeros, de farnesano. En formas de realización adicionales, la cantidad de cada uno de los estereoisómeros en la mezcla de farnesano es independientemente del 0,1% en peso al 99,9% en peso, del 0,5% en peso al 99,5% en peso, del 1% en peso al 99% en peso, del 5% en peso al 95% en peso, del 10% en peso al 90% en peso, del 20% en peso al 80% en peso, basándose en el peso total de la mezcla de farnesano.

**[0025]** "Punto de inflamabilidad" se refiere a la menor temperatura a la que los vapores por encima de un líquido inflamable prenderán en el aire con la aplicación de una fuente de ignición. Generalmente, todos los líquidos inflamables tienen una presión de vapor, que es una función de la temperatura del líquido. Cuando la temperatura aumenta, la presión de vapor del líquido disminuye. Cuando la presión de vapor aumenta, la concentración del líquido evaporado en el aire aumenta. En la temperatura del punto de inflamabilidad, se ha evaporado justo la cantidad suficiente del líquido para hacer que el espacio de vapor-aire sobre el líquido esté por encima del límite de

inflamabilidad inferior. Por ejemplo, el punto de inflamabilidad de la gasolina es aproximadamente  $-43^{\circ}\text{C}$  que es el motivo por el cual la gasolina es tan altamente inflamable. Por motivos de seguridad, es deseable tener puntos de inflamabilidad muy superiores para el combustible que se contempla para su uso en motores a reacción. Los procedimientos generalmente aceptados para medir el punto de inflamabilidad de un combustible son la Norma ASTM D 56, la Norma ASTM D 93, la Norma ASTM D 3828-98, todas las cuales se incorporan en la presente memoria descriptiva como referencia.

**[0026]** "Punto de congelación" se refiere a la temperatura a la cual se funde el último cristal de cera, cuando se calienta un combustible que previamente se ha enfriado hasta que se forman cristales de cera. El procedimiento aceptado generalmente para medir el punto de congelación de un combustible es la Norma ASTM D 2386.

**[0027]** "Combustible" se refiere a uno o más hidrocarburos, uno o más alcoholes, uno o más ésteres grasos o una mezcla de los mismos. Preferentemente, se usan hidrocarburos líquidos. El combustible puede usarse para alimentar motores de combustión interna como motores alternativos (por ejemplo, motores de gasolina y motores diésel), motores Wankel, motores a reacción, algunos motores de cohetes, motores de misiles y motores de turbinas de gas. En algunas formas de realización, combustible comprende normalmente una mezcla de hidrocarburos como alcanos, cicloalcanos e hidrocarburos aromáticos. En otras formas de realización, combustible comprende limonano.

**[0028]** "Aditivo para combustible" se refiere a componentes químicos añadidos a un combustible para alterar las propiedades del combustible, por ejemplo, para mejorar el rendimiento del motor, la manipulación del combustible, la estabilidad del combustible, o para el control de contaminantes. Entre los tipos de aditivos se incluyen, pero no se limitan a, antioxidantes, potenciadores de la estabilidad térmica, potenciadores de cetanos, potenciadores de la estabilidad térmica, potenciadores del flujo en frío, potenciadores de combustión, antiespumantes, aditivos antiturbidez, inhibidores de corrosión, potenciadores de la lubricidad, inhibidores de congelación, aditivos de limpieza de inyectores, supresores de humos, aditivos de reducción del arrastre, desactivadores de metales, dispersantes, detergentes, desemulsionantes, colorantes, marcadores, disipadores estáticos, biocidas y combinaciones de los mismos. El término "aditivos convencionales" se refiere a aditivos para combustibles conocidos para el experto en la materia, como los descritos anteriormente, y no incluye el limonano.

**[0029]** "Componente de combustible" se refiere a cualquier compuesto o a una mezcla de compuestos que se usan para formular una composición de combustible. Existen "componentes de combustible mayores" y "componentes de combustible menores". Un componente de combustible mayor está presente en una composición de combustible en al menos el 50% en volumen; y un componente de combustible menor está presente en una composición de combustible en menos del 50%. Los aditivos para combustibles son componentes de combustibles menores. En algunas formas de realización, el limonano puede ser un componente mayor o un componente menor, o estar en una mezcla con otros componentes de combustible.

**[0030]** "Composición de combustible" se refiere a un combustible que comprende al menos dos componentes de combustible.

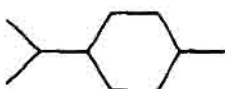
**[0031]** "Isoprenoide" y "compuesto isoprenoide" se usan indistintamente en la presente memoria descriptiva y se refieren a un compuesto derivable de difosfato de isopentenilo.

**[0032]** "Material de partida isoprenoide" se refiere a un compuesto isoprenoide a partir del cual puede prepararse limonano.

**[0033]** "Combustible para motores a reacción" se refiere a un combustible adecuado para su uso en un motor a reacción.

**[0034]** "Queroseno" se refiere a un destilado fraccionado específico del petróleo (también conocido como "petróleo bruto"), generalmente entre  $150^{\circ}\text{C}$  y  $275^{\circ}\text{C}$  a presión atmosférica. Los petróleos brutos están compuestos principalmente por hidrocarburos de las clases parafínica, nafténica y aromática.

**[0035]** "Limonano" se refiere a un compuesto de la fórmula siguiente

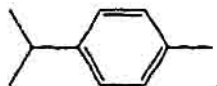


o estereoisómeros del mismo. En algunas formas de realización, el limonano comprende un estereoisómero de limonano sustancialmente puro. En otras formas de realización, el limonano comprende una mezcla de estereoisómeros, como enantiómeros y diaestereoisómeros, de limonano. En formas de realización adicionales, la

cantidad de cada uno de los estereoisómeros en la mezcla de limonano es independientemente del 0,1% en peso al 99,9% en peso, del 0,5% en peso al 99,5% en peso, del 1% en peso al 99% en peso, del 5% en peso al 95% en peso, del 10% en peso al 90% en peso, del 20% en peso a 80% en peso, basándose en el peso total de la mezcla de limonano.

5 **[0036]** "Combustible para misiles" se refiere a un combustible adecuado para su uso en un motor para misiles.

10 **[0037]** "p-cimeno" se refiere al siguiente compuesto



15 **[0038]** "Combustible a base de petróleo" se refiere a un combustible que incluye un destilado por fraccionamiento de petróleo.

15 **[0039]** "Combustible sintético" se refiere a cualquier combustible líquido obtenido de carbón, gas natural o biomasa.

20 **[0040]** "Punto de humo" se refiere al punto en que un combustible o composición de combustible se calienta hasta que se descompone y despiden humo. El procedimiento aceptado generalmente para medir el punto de humo de un combustible es la Norma ASTM D 1322.

25 **[0041]** "Viscosidad" se refiere a una medida de la resistencia de un combustible o composición de combustible para deformarse bajo esfuerzo de cizalla. El procedimiento aceptado generalmente para medir la viscosidad de un combustible es la Norma ASTM D 445.

30 **[0042]** Según se usa en la presente memoria descriptiva, una composición que es un compuesto "sustancialmente puro" está sustancialmente libre de uno o más de otros compuestos, es decir, la composición contiene más del 80% en volumen, más del 90% en volumen, más del 95% en volumen, más del 96% en volumen, más del 97% en volumen, más del 98% en volumen, más del 99% en volumen, más del 99,5% en volumen, más del 99,6% en volumen, más del 99,7% en volumen, más del 99,8% en volumen, o más del 99,9% en volumen del compuesto; o menos del 20% en volumen, menos del 10% en volumen, menos del 5% en volumen, menos del 3% en volumen, menos del 1% en volumen, menos del 0,5% en volumen, menos del 0,1% en volumen, o menos del 0,01% en volumen del uno o más de otros compuestos, basándose en el volumen total de la composición.

35 **[0043]** Según se usa en la presente memoria descriptiva, una composición que está "sustancialmente libre" de un compuesto significa que la composición contiene menos del 20% en volumen, menos del 10% en volumen, menos del 5% en volumen, menos del 4% en volumen, menos del 3% en volumen, menos del 2% en volumen, menos del 1% en volumen, menos del 0,5% en volumen, menos del 0,1% en volumen, o menos del 0,01% en volumen del compuesto, basándose en el volumen total de la composición.

40 **[0044]** Según se usa en la presente memoria descriptiva, el término "estereoquímicamente puro" significa una composición que comprende un estereoisómero de un compuesto y que está sustancialmente libre de otros estereoisómeros de ese compuesto. Por ejemplo, una composición estereoméricamente pura de un compuesto que tiene un centro quiral estará sustancialmente libre del enantiómero opuesto del compuesto. Una composición estereoméricamente pura de un compuesto que tiene dos centros quirales estará sustancialmente libre de otros diastereómeros del compuesto. Un compuesto estereoméricamente puro típico comprende más del 80% en peso de un estereoisómero del compuesto y menos del 20% en peso de otros estereoisómeros del compuesto, más preferentemente más del 90% en peso de un estereoisómero del compuesto y menos del 10% en peso de los otros estereoisómeros del compuesto, más preferentemente todavía más del 95% en peso de un estereoisómero del compuesto y menos del 5% en peso de los otros estereoisómeros del compuesto, y con la máxima preferencia más del 97% en peso de un estereoisómero del compuesto y menos del 3% en peso de los otros estereoisómeros del compuesto.

55 **[0045]** Según se usa en la presente memoria descriptiva, el término "enantioméricamente puro" significa una composición estereoméricamente pura de un compuesto que tiene un centro quiral.

60 **[0046]** Según se usa en la presente memoria descriptiva, el término "racémico" o "racemato" significa el 50% de un enantiómero y el 50% del enantiómero correspondiente con respecto a todos los centros quirales en la molécula. La invención comprende todas las mezclas enantioméricamente puras, enantioméricamente enriquecidas,

diaestereoméricamente puras, diaestereoméricamente enriquecidas y racémicas de los compuestos de la invención.

**[0047]** Además de las definiciones anteriores, algunos compuestos descritos en la presente memoria descriptiva tienen uno o más dobles enlaces que pueden existir como isómero Z o E. En algunas formas de realización, los compuestos descritos en la presente memoria descriptiva están presentes como isómeros individuales sustancialmente libres de otros isómeros y alternativamente, como mezclas de varios isómeros, por ejemplo, mezclas racémicas de estereoisómeros.

**[0048]** En un aspecto, la invención proporciona una composición de combustible que comprende:

(a) limonano en una cantidad que es de al menos el 5% en volumen, basándose en el volumen total de la composición de combustible; y

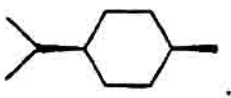
(b) farnesano en una cantidad que es de al menos el 5% en volumen, basándose en el volumen total de la composición de combustible.

**[0049]** En algunas formas de realización, la densidad de la composición de combustible a 15°C está entre 775 kg/m<sup>3</sup> y 840 kg/m<sup>3</sup>. En algunas formas de realización, la diferencia entre T<sub>90</sub> (temperatura de recuperación del 90%) y T<sub>10</sub> (temperatura de recuperación del 10%) de la composición de combustible es de más del 10°C, es de más de 20°C, es de más de 30°C, es de más de 40°C o es de más de 50°C. En algunas formas de realización, la densidad de la composición de combustible a 15°C está entre 775 kg/m<sup>3</sup> y 840 kg/m<sup>3</sup>, y la diferencia entre T<sub>90</sub> y T<sub>10</sub> de la composición de combustible es de más de 10°C, es de más de 20°C, es de más de 30°C, es de más de 40°C o es de más de 50°C.

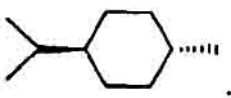
**[0050]** En algunas formas de realización, la cantidad de limonano es del 5% al 90%, del 5% al 80%, del 5% al 70% o del 5% al 50% en peso o volumen, basándose en el peso o volumen total de la composición de combustible. En algunas formas de realización, la cantidad de limonano es de al menos el 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90% o 95% en peso o volumen, basándose en el peso o volumen total de la composición de combustible. En algunas formas de realización, la cantidad se indica en % en peso basándose en el peso total de la composición de combustible. En otras formas de realización, la cantidad se expresa en % en volumen basándose en el volumen total de la composición de combustible.

**[0051]** En otras formas de realización, el limonano está presente en una cantidad de como máximo el 10%, como máximo el 15%, como máximo el 20%, como máximo el 25%, como máximo el 30%, como máximo el 35%, como máximo el 40%, como máximo el 45%, como máximo el 50%, como máximo el 60%, como máximo el 70%, como máximo el 80%, o como máximo el 90% en peso o volumen, basándose en el peso o volumen total de la composición de combustible. En formas de realización adicionales, el limonano está presente en una cantidad del 5% a aproximadamente el 90%, del 7,5% al 85%, del 10% al 80%, del 15% al 80%, del 20% al 75%, del 25% al 60%, o del 30% al 50% en peso o volumen, basándose en el peso o volumen total de la composición de combustible. En algunas formas de realización, la cantidad se expresa en % en peso basándose en el peso total de la composición de combustible. En otras formas de realización, la cantidad se expresa en % en volumen basándose en el volumen total de la composición de combustible.

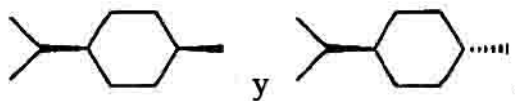
**[0052]** En algunas formas de realización, el limonano en las composiciones de combustible desveladas en la presente memoria descriptiva es o comprende



**[0053]** En otras formas de realización, el limonano en las composiciones de combustible desveladas en la presente memoria descriptiva es o comprende



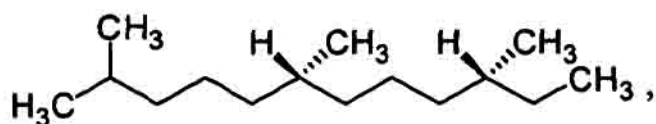
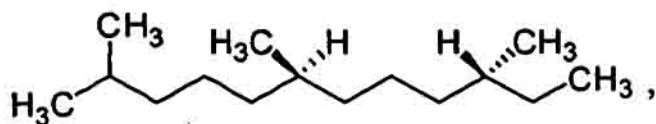
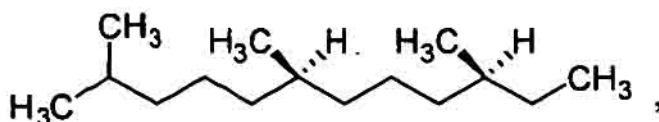
**[0054]** En otras formas de realización más, el limonano en las composiciones de combustible desveladas en la presente memoria descriptiva es o comprende una mezcla que comprende:



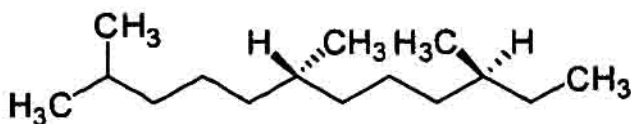
5 **[0055]** En algunas formas de realización, el limonano se obtiene de un material de partida isoprenoide. En algunas formas de realización, el material de partida isoprenoide está formado por células hospedadoras mediante la conversión de una fuente de carbono en el material de partida isoprenoide.

10 **[0056]** En algunas formas de realización, la cantidad de farnesano es del 5% al 70%, del 5% al 60%, del 5% al 50%, del 5% al 40%, del 5% al 30%, del 10% al 30%, del 5% al 25%, del 10% al 25%, del 5% al 35%, o del 10% al 35% en peso o volumen, basándose en el peso o volumen total de la composición de combustible. En otras formas de realización, la cantidad de farnesano es como máximo el 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, o 60% en peso o volumen, basándose en el peso o volumen total de la composición de combustible. En formas de realización adicionales, la cantidad de farnesano es de al menos el 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, o 60% en peso o volumen, basándose en el peso o volumen total de la composición de combustible. En algunas formas de realización, la cantidad se expresa en % en peso basándose en el peso total de la composición de combustible. En otras formas de realización, la cantidad se expresa en % en volumen basándose en el volumen total de la composición de combustible.

20 **[0057]** En otras formas de realización, el farnesano en las composiciones de combustible desveladas en la presente memoria descriptiva es o comprende



25 y



o una combinación de los mismos.

30 **[0058]** En algunas formas de realización, el farnesano se obtiene de un material de partida isoprenoide. En algunas formas de realización, el material de partida isoprenoide está hecho por células hospedadoras mediante la conversión de una fuente de carbono en el material de partida isoprenoide.

35 **[0059]** En otras formas de realización, las composiciones de combustible desveladas en la presente memoria descriptiva comprenden además cimeno en una cantidad que es de al menos el 0,5% en peso o volumen, basándose en el peso o volumen total de la composición de combustible. En algunas formas de realización, el cimeno desvelado en la presente memoria descriptiva puede ser cualquier compuesto orgánico aromático de ocurrencia natural que comprenda un anillo bencénico sustituido por un grupo metilo y un grupo isopropilo. En otras



formas de realización, cimeno es *p*-cimeno, *m*-cimeno, *o*-cimeno o una combinación de los mismos. En algunas formas de realización, las composiciones de combustible desveladas en la presente memoria descriptiva comprenden además un compuesto aromático en una cantidad que es de al menos el 0,5% en peso o volumen, basándose en el peso o volumen total de la composición de combustible. En algunas formas de realización, el compuesto aromático es o comprende *p*-cimeno. El cimeno disponible comercialmente puede obtenerse de Acros Organics, Sigma-Aldrich o Internacional Laboratory USA.

**[0060]** En formas de realización adicionales, la cantidad de *p*-cimeno es del 0,5% al 40% en volumen o peso, del 0,5% al 35% en volumen o peso, del 0,5% al 30% en volumen o peso, del 0,5% al 25% en volumen o peso, del 0,5% al 20% en volumen o peso, del 0,5% al 15% en volumen o peso, basándose en el volumen total o peso de la composición de combustible. En otras formas de realización, la cantidad de *p*-cimeno es del 1% al 35% en volumen o peso, basándose en el volumen total o peso de la composición de combustible. En otras formas de realización más, la cantidad de *p*-cimeno es del 1% al 25%, del 5% al 25%, del 1% al 20%, del 5 al 20%, o del 10% al 20% en volumen o peso, basándose en el volumen total o peso de la composición de combustible.

**[0061]** En algunas formas de realización, la cantidad total de compuestos aromáticos (incluyendo cualquier cimeno) en las composiciones de combustible es del 1% al 50% en peso o volumen, basándose en el peso o volumen total de la composición de combustible. En otras formas de realización, la cantidad total de compuestos aromáticos en las composiciones de combustible es del 15% al 35% en peso o volumen, basándose en el peso o volumen total de las composiciones de combustible. En formas de realización adicionales, la cantidad total de compuestos aromáticos en las composiciones de combustible es del 15% al 25% en peso o volumen, basándose en el peso o volumen total de las composiciones de combustible. En otras formas de realización, la cantidad total de compuestos aromáticos en las composiciones de combustible es del 5% al 10% en peso o volumen, basándose en el peso o volumen total de la composición de combustible. En otras formas de realización adicionales, la cantidad total de compuestos aromáticos en las composiciones de combustible es de menos del 25% en peso o volumen, basándose en el peso o volumen total de las composiciones de combustible.

**[0062]** En otras formas de realización, la composición de combustible comprende además un combustible a base de petróleo. La cantidad del combustible a base de petróleo en la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva puede ser del 5% al 90%, del 5% al 85%, del 5% al 80%, del 5% al 70%, del 5% al 60%, o del 5% al 50%, basándose en la cantidad total de la composición de combustible. En algunas formas de realización, la cantidad del combustible a base de petróleo es de menos del 95%, menos del 90%, menos del 85%, menos del 75%, menos del 70%, menos del 65%, menos del 60%, menos del 55%, menos del 50%, menos del 45%, menos del 40%, menos del 35%, menos del 30%, menos del 25%, menos del 20%, menos del 15%, menos del 10%, basándose en la cantidad total de la composición de combustible. En otras formas de realización, el combustible a base de petróleo es de al menos el 20%, al menos el 30%, al menos el 40%, al menos el 50%, al menos el 60%, al menos el 70%, al menos el 80% basándose en la cantidad total de la composición de combustible. En algunas formas de realización, la cantidad es en % en peso basándose en el peso total de la composición de combustible. En otras formas de realización, la cantidad es en % en volumen basándose en el volumen total de la composición de combustible.

**[0063]** En algunas formas de realización, el combustible a base de petróleo es queroseno. El queroseno convencional generalmente es una mezcla de hidrocarburos, que tiene un punto de ebullición de 140°C a 320°C (es decir, de 285°F a 610°F).

**[0064]** En otras formas de realización, el combustible a base de petróleo es un combustible para motores a reacción. En la presente memoria descriptiva puede usarse cualquier combustible para motores a reacción conocido para el experto en la materia. La American Society for Testing y Materials ("ASTM") y el Ministerio de Defensa del Reino Unido ("MOD") han asumido papeles destacados en la definición y el mantenimiento de especificaciones para combustibles de turbinas de aviación civil o combustible para motores a reacción. Las especificaciones respectivas publicadas por estas dos organizaciones son muy similares pero no idénticas. Otros muchos países publican sus propias especificaciones nacionales para combustible para motores a reacción pero son casi o completamente idénticas a la especificación ASTM o MOD. ASTM D 1655 es la Norma de Especificación para Combustibles de Turbinas de Aviación e incluye especificaciones para combustibles Jet A, Jet A-1 y Jet B. La Norma de Defensa 91-91 es la especificación MOD para Jet A-1.

**[0065]** Jet A-1 es el combustible para motores a reacción más común y es producido según un conjunto normalizado internacionalmente de especificaciones. En los Estados Unidos en exclusiva, se usa también una versión de Jet A-1 conocida como Jet A. Otro combustible para motores a reacción que se usa comúnmente en aviación civil se denomina Jet B. Jet B es un combustible más ligero en la región de nafta-queroseno que se usa por su mejor rendimiento en tiempo frío. Jet A, Jet A-1 y Jet B se especifican en la especificación ASTM D 1655.

**[0066]** Alternativamente, los combustibles para motores a reacción son clasificados por las autoridades

militares de todo el mundo con un sistema diferente de números JP. Algunos son casi idénticos a sus equivalentes civiles y difieren sólo por las cantidades de algunos aditivos. Por ejemplo, Jet A-1 es similar a JP-8 y Jet B es similar a JP-4.

5 **[0067]** En algunas formas de realización, la composición de combustible comprende además un combustible sintético. En la presente memoria descriptiva puede usarse cualquier combustible sintético obtenido de carbón, gas natural o biomasa. En formas de realización adicionales, el combustible sintético comprende un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch, un combustible basado en el proceso Bergius, un combustible basado en el proceso Mobil, un combustible basado en el proceso Karrick, o una combinación de los mismos. En otras formas de realización adicionales, el combustible sintético comprende un combustible basado en un proceso de carbón a líquidos (combustible CTL), un combustible basado en un proceso de gas a líquidos (combustible GTL), un combustible basado en un proceso de biomasa a líquidos (combustible BTL), un combustible basado en un proceso de carbón y biomasa a líquidos (combustible CBTL), o una combinación de los mismos.

15 **[0068]** En algunas formas de realización, el combustible sintético comprende además un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch. En otras formas de realización, el combustible sintético comprende además un combustible basado en el proceso Bergius. En otras formas de realización más, el combustible sintético comprende además un combustible basado en el proceso Mobil. En otras formas de realización más, el combustible sintético comprende además un combustible basado en el proceso Karrick.

20 **[0069]** En algunas formas de realización, el combustible sintético comprende además un combustible CTL. En otras formas de realización, el combustible sintético comprende además un combustible GTL. En otras formas de realización más, el combustible sintético comprende además un combustible BTL. En otras formas de realización más, el combustible sintético comprende además un combustible CBTL.

25 **[0070]** En algunas formas de realización, el combustible sintético es un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch. En algunas formas de realización, el combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch es o comprende varias formas de hidrocarburos líquidos producidos por una reacción química catalizada de una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno.

30 **[0071]** En la presente memoria descriptiva puede usarse cualquier catalizador de Fischer-Tropsch. Algunos ejemplos no limitativos de catalizadores adecuados para la preparación del combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch son cobalto, hierro, níquel y rutenio.

35 **[0072]** En algunas formas de realización, la composición de combustible comprende además un combustible sintético. La cantidad del combustible sintético en la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva puede ser del 5% al 90%, del 5% al 85%, del 5% al 80%, del 5% al 70%, del 5% al 60%, o del 5% al 50%, basándose en la cantidad total de la composición de combustible. En algunas formas de realización, la cantidad del combustible sintético es de menos del 95%, menos del 90%, menos del 85%, menos del 75%, menos del 70%, menos del 65%, menos del 60%, menos del 55%, menos del 50%, menos del 45%, menos del 40%, menos del 35%, menos del 30%, menos del 25%, menos del 20%, menos del 15%, menos del 10%, basándose en la cantidad total de la composición de combustible. En otras formas de realización, el combustible sintético es de al menos el 20%, al menos el 30%, al menos el 40%, al menos el 50%, al menos el 60%, al menos el 70%, al menos el 80% basándose en la cantidad total de la composición de combustible. En algunas formas de realización, la cantidad es en % en peso basándose en el peso total de la composición de combustible. En otras formas de realización, la cantidad es en % en volumen basándose en el volumen total de la composición de combustible.

45 **[0073]** Un ejemplo útil no limitativo de un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch conocido como combustible sintético para motores a reacción SASOL CTL se usa en Sudáfrica y está especificado en la Norma de Defensa 91-91.

50 **[0074]** En algunas formas de realización, la composición de combustible comprende además un aditivo para combustible. En algunas formas de realización, el aditivo para combustible es del 0,1% al 50% en peso o volumen, basándose en el peso o volumen total de la composición de combustible. El aditivo para combustible puede ser cualquier aditivo para combustible conocido para el experto en la materia. En formas de realización adicionales, el aditivo para combustible se selecciona entre el grupo que consiste en compuestos oxigenados, antioxidantes, potenciadores de la estabilidad térmica, estabilizadores, potenciadores del flujo en frío, potenciadores de combustión, antiespumantes, aditivos antiturbidez, inhibidores de corrosión, potenciadores de la lubricidad, inhibidores de congelación, aditivos de limpieza de inyectores, supresores de humos, aditivos de reducción del arrastre, desactivadores de metales, dispersantes, detergentes, desemulsionantes, colorantes, marcadores, disipadores estáticos, biocidas y combinaciones de los mismos.

60 **[0075]** La cantidad de un aditivo para combustible en la composición de combustible desvelada en la

presente memoria descriptiva puede ser del 0,1% a menos del 50%, del 0,2% al 40%, del 0,3% al 30%, del 0,4% al 20%, del 0,5% al 15% o del 0,5% al 10%, basándose en la cantidad total de la composición de combustible. En algunas formas de realización, la cantidad de un aditivo para combustible es de menos del 50%, menos del 45%, menos del 40%, menos del 35%, menos del 30%, menos del 25%, menos del 20%, menos del 15%, menos del 10%, menos del 5%, menos del 4%, menos del 3%, menos del 2%, menos del 1% o menos del 0,5%, basándose en la cantidad total de la composición de combustible. En algunas formas de realización, la cantidad es en % en peso basándose en el peso total de la composición de combustible. En otras formas de realización, la cantidad es en % en volumen basándose en el volumen total de la composición de combustible.

**[0076]** A continuación se describen en mayor detalle ejemplos ilustrativos de aditivos para combustibles. Los potenciadores de la lubricidad son un ejemplo. En algunos aditivos, la concentración del potenciador de la lubricidad en el combustible se encuentra en el intervalo de 1 ppm a 50.000 ppm, preferentemente de 10 ppm a 20.000 ppm, y más preferentemente de 25 ppm a 10.000 ppm. Algunos ejemplos no limitativos de potenciadores de la lubricidad incluyen ésteres de ácidos grasos.

**[0077]** Los estabilizadores mejoran la estabilidad en almacenamiento de la composición de combustible. Algunos ejemplos no limitativos de estabilizadores incluyen aminas primarias de alquilos terciarios. El estabilizador puede estar presente en la composición de combustible a una concentración del 0,001% en peso al 2% en peso, basándose en el peso total de la composición de combustible, y en una forma de realización del 0,01% en peso al 1% en peso.

**[0078]** Los potenciadores de combustión aumentan la velocidad de combustión en masa de la composición de combustible. Algunos ejemplos no limitativos de potenciadores de combustión incluyen ferroceno (diciclopentadienil-hierro), potenciadores de combustión con base de hierro (por ejemplo, TURBOTECT™ ER-18 de Turbotect (USA) Inc., Tomball, Texas), potenciadores de combustión con base de bario, potenciadores de combustión con base de cerio y potenciadores de combustión con base de hierro y magnesio (por ejemplo, TURBOTECT™ 703 de Turbotect (USA) Inc., Tomball, Texas). El potenciador de combustión puede estar presente en la composición de combustible a una concentración del 0,001% en peso al 1% en peso, basándose en el peso total de la composición de combustible, y en una forma de realización del 0,01% en peso al 1% en peso.

**[0079]** Los antioxidantes impiden la formación de depósitos de goma en los componentes del sistema de combustible causados por la oxidación de combustibles en almacenamiento y/o inhiben la formación de compuestos de peróxido en ciertas composiciones de combustible que pueden usarse en la presente memoria descriptiva. El antioxidante puede estar presente en la composición de combustible a una concentración del 0,001% en peso al 5% en peso, basándose en el peso total de la composición de combustible, y en una forma de realización del 0,01% en peso al 1% en peso.

**[0080]** Los disipadores estáticos reducen los efectos de la electricidad estática generada por el movimiento de los combustibles a través de sistemas de transferencia de combustibles de alta velocidad de flujo. El disipador estático puede estar presente en la composición de combustible a una concentración del 0,001% en peso al 5% en peso, basándose en el peso total de la composición de combustible, y en una forma de realización del 0,01% en peso al 1% en peso.

**[0081]** Los inhibidores de corrosión protegen de la corrosión a los metales ferrosos en los sistemas de manipulación de combustible como tuberías, y depósitos de almacenamiento de combustible. En circunstancias en las que se desea una lubricidad adicional, pueden usarse inhibidores de corrosión que también mejoran las propiedades de lubricación de la composición. El inhibidor de corrosión puede estar presente en la composición de combustible a una concentración del 0,001% en peso al 5% en peso, basándose en el peso total de la composición de combustible, y en una forma de realización del 0,01% en peso al 1% en peso.

**[0082]** Los inhibidores de congelación del sistema de combustible (también referidos como aditivo anticongelante) reducen el punto de congelación del agua que precipita de los combustibles para motores a reacción debido al enfriamiento a altitudes elevadas e impiden la formación de cristales de hielo que limitan el flujo de combustible al motor. Algunos inhibidores de congelación del sistema de combustible pueden actuar también como biocida. El inhibidor de congelación del sistema de combustible puede estar presente en la composición de combustible a una concentración del 0,001% en peso al 5% en peso, basándose en el peso total de la composición de combustible, y en una forma de realización del 0,01% en peso al 1% en peso.

**[0083]** Los biocidas se usan para combatir el crecimiento microbiano en la composición de combustible. El biocida puede estar presente en la composición de combustible a una concentración del 0,001% en peso al 5% en peso, basándose en el peso total de la composición de combustible, y en una forma de realización del 0,01% en peso al 1% en peso.

**[0084]** Los desactivadores de metales suprimen el efecto catalítico de algunos metales, en particular el cobre, en la oxidación del combustible. El desactivador de metal puede estar presente en la composición de combustible a una concentración del 0,001% en peso al 5% en peso, basándose en el peso total de la composición de combustible, y en una forma de realización del 0,01% en peso al 1% en peso.

**[0085]** Los potenciadores de la estabilidad térmica se usan para inhibir la formación de depósitos en las zonas de alta temperatura del sistema de combustible de aviación. El potenciador de la estabilidad térmica puede estar presente en la composición de combustible a una concentración del 0,001% en peso al 5% en peso, basándose en el peso total de la composición de combustible, y en una forma de realización del 0,01% en peso al 1% en peso.

**[0086]** En algunas formas de realización, la composición de combustible tiene un punto de inflamabilidad mayor que 32°C, mayor que 33°C, mayor que 34°C, mayor que 35°C, mayor que 36°C, mayor que 37°C, mayor que 38°C, mayor que 39°C, mayor que 40°C, mayor que 41°C, mayor que 42°C, mayor que 43°C, o mayor que 44°C. En otras formas de realización, la composición de combustible tiene un punto de inflamabilidad mayor que 38°C. En algunas formas de realización, el punto de inflamabilidad de la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva se mide según la Norma ASTM D 56. En otras formas de realización, el punto de inflamabilidad de la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva se mide según la Norma ASTM D 93. En formas de realización adicionales, el punto de inflamabilidad de la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva se mide según la Norma ASTM D 3828-98. En otras formas de realización adicionales, el punto de inflamabilidad de la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva se mide según cualquier procedimiento convencional para un experto en la materia para medir el punto de inflamabilidad de combustibles.

**[0087]** En algunas formas de realización, la composición de combustible tiene una densidad a 15°C de 750 kg/m<sup>3</sup> a 850 kg/m<sup>3</sup>, de 750 kg/m<sup>3</sup> a 845 kg/m<sup>3</sup>, de 750 kg/m<sup>3</sup> a 840 kg/m<sup>3</sup>, de 760 kg/m<sup>3</sup> a 845 kg/m<sup>3</sup>, de 770 kg/m<sup>3</sup> a 850 kg/m<sup>3</sup>, de 770 kg/m<sup>3</sup> a 845 kg/m<sup>3</sup>, de 775 kg/m<sup>3</sup> a 850 kg/m<sup>3</sup> o de 775 kg/m<sup>3</sup> a 845 kg/m<sup>3</sup>. En otras formas de realización, la composición de combustible tiene una densidad a 15°C de 780 kg/m<sup>3</sup> a 845 kg/m<sup>3</sup>. En otras formas de realización más, la composición de combustible tiene una densidad a 15°C de 775 kg/m<sup>3</sup> a 840 kg/m<sup>3</sup>. En otras formas de realización más, la composición de combustible tiene una densidad a 15°C de 750 kg/m<sup>3</sup> a 805 kg/m<sup>3</sup>. En algunas formas de realización, la densidad de la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva se mide según la Norma ASTM D 4052. En formas de realización adicionales, la densidad de la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva se mide según cualquier procedimiento convencional para un experto en la materia para medir la densidad de combustibles.

**[0088]** En algunas formas de realización, la composición de combustible tiene un punto de congelación que es menor que -30°C, menor que -40°C, menor que -50°C, menor que -60°C, menor que -70°C, o menor que -80°C. En otras formas de realización, la composición de combustible tiene un punto de congelación de -80°C a -30°C, de -75°C a -35°C, de -70°C a -40°C o de -65°C a -45°C. En algunas formas de realización, el punto de congelación de la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva se mide según la Norma ASTM D 2386. En formas de realización adicionales, el punto de congelación de la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva se mide según cualquier procedimiento convencional para un experto en la materia para medir el punto de congelación de combustibles.

**[0089]** En algunas formas de realización, la composición de combustible tiene una densidad a 15°C de 750 kg/m<sup>3</sup> a 850 kg/m<sup>3</sup>, y un punto de inflamabilidad igual o mayor que 38°C. En algunas formas de realización, la composición de combustible tiene una densidad a 15°C de 750 kg/m<sup>3</sup> a 850 kg/m<sup>3</sup>, un punto de inflamabilidad igual o mayor que 38°C, y un punto de congelación menor que -40°C. En algunas formas de realización, la composición de combustible tiene una densidad a 15°C de 750 kg/m<sup>3</sup> a 840 kg/m<sup>3</sup>, un punto de inflamabilidad igual o mayor que 38°C, y un punto de congelación menor que -40°C.

**[0090]** En algunas formas de realización, la composición de combustible tiene un punto de ebullición inicial que está comprendido entre 140°C y 170°C. En otras formas de realización, la composición de combustible tiene un punto de ebullición final está comprendido entre 180°C y 300°C. En otras formas de realización más, la composición de combustible tiene un punto de ebullición inicial está comprendido entre 140°C y 170°C, y un punto de ebullición final está comprendido entre 180°C y 300°C. En algunas formas de realización, la composición de combustible cumple la especificación de destilación de ASTM D 86.

**[0091]** En algunas formas de realización, la composición de combustible tiene una temperatura de Prueba de Oxidación Térmica de Combustibles de Motores a Reacción (JFTOT) que es igual o mayor que 245°C. En otras formas de realización, la composición de combustible tiene una temperatura JFTOT que es igual o mayor que 250°C, igual o mayor que 255°C, igual o mayor que 260°C, o igual o mayor que 265°C.

**[0092]** En algunas formas de realización, la composición de combustible tiene una viscosidad a  $-20^{\circ}\text{C}$  que es menor que  $6\text{ mm}^2/\text{seg}$ , menor que  $7\text{ mm}^2/\text{seg}$ , menor que  $8\text{ mm}^2/\text{seg}$ , menor que  $9\text{ mm}^2/\text{seg}$  o menor que  $10\text{ mm}^2/\text{seg}$ . En algunas formas de realización, la viscosidad de la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva se mide según la Norma ASTM D 445.

**[0093]** En algunas otras formas de realización, la composición de combustible tiene una densidad a  $15^{\circ}\text{C}$  de entre  $750$  y  $840\text{ kg/m}^3$ , tiene un punto de inflamabilidad que es igual o mayor que  $38^{\circ}\text{C}$ ; y un punto de congelación que es menor que  $-40^{\circ}\text{C}$ . En otras formas de realización más, el combustible a base de petróleo es Jet A y la composición de combustible cumple la especificación ASTM D 1655 para Jet A. En algunas formas de realización, la composición de combustible es un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch que cumple la especificación ASTM D 1655 para Jet A. En otras formas de realización más, el combustible a base de petróleo es Jet A-1 y la composición de combustible cumple la especificación ASTM D 1655 para Jet A-1. En algunas formas de realización, la composición de combustible es un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch que cumple la especificación ASTM D 1655 para Jet A-1. En otras formas de realización más, el combustible a base de petróleo es Jet B y la composición de combustible cumple la especificación ASTM D 1655 para Jet B. En algunas formas de realización, la composición de combustible es un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch que cumple la especificación ASTM D 1655 para Jet B.

**[0094]** En otro aspecto, en la presente memoria descriptiva se proporcionan composiciones de combustible que comprenden (a) limonano en una cantidad que está entre el 15% y el 60% en volumen; (b) farnesano en una cantidad que está entre el 5% y el 45% en volumen; (c) p-cimeno en una cantidad que es del 0,5% al 25% en volumen; y (d) un combustible a base de petróleo o un combustible sintético, por ejemplo, un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch, en una cantidad que es de al menos el 20% en volumen, en la que todas las cantidades están basadas en el volumen total de la composición de combustible y la composición de combustible tiene una densidad de  $750\text{ kg/m}^3$  a  $840\text{ kg/m}^3$  a  $15^{\circ}\text{C}$ , y una diferencia entre las temperaturas  $T_{90}$  y  $T_{10}$  de al menos  $10^{\circ}\text{C}$ .

**[0095]** En otras formas de realización, la diferencia entre las temperaturas  $T_{90}$  y  $T_{10}$  es de al menos  $20^{\circ}\text{C}$ , es de al menos  $30^{\circ}\text{C}$ , es de al menos  $40^{\circ}\text{C}$ , es de al menos  $50^{\circ}\text{C}$ , es de al menos  $60^{\circ}\text{C}$ , es de al menos  $70^{\circ}\text{C}$  o es de más de  $75^{\circ}\text{C}$ .

**[0096]** En otro aspecto, en la presente memoria descriptiva se proporcionan composiciones de combustible que comprenden (a) limonano en una cantidad que está entre el 15% y el 30% en volumen; (b) farnesano en una cantidad que está entre el 10% y el 30% en volumen; (c) p-cimeno en una cantidad que es del 0,5% al 20% en volumen; (d) un combustible a base de petróleo o un combustible sintético, por ejemplo, un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch, en una cantidad que es de al menos el 40% en volumen; y (e) un aditivo para combustible, en la que todas las cantidades están basadas en el volumen total de la composición de combustible y la composición de combustible tiene una densidad de  $750\text{ kg/m}^3$  a  $840\text{ kg/m}^3$  a  $15^{\circ}\text{C}$ , un punto de inflamabilidad igual o mayor que  $38^{\circ}\text{C}$ , un punto de congelación menor que  $-40^{\circ}\text{C}$ , y una diferencia entre las temperaturas  $T_{90}$  y  $T_{10}$  de al menos  $10^{\circ}\text{C}$ . En algunas formas de realización, el aditivo para combustible es de al menos un aditivo seleccionado entre el grupo que consiste en un compuesto oxigenado, un antioxidante, un potenciador de la estabilidad térmica, un estabilizador, un potenciador del flujo en frío, un potenciador de combustión, un antiespumante, un aditivo antiturbidez, un inhibidor de corrosión, un potenciador de la lubricidad, un inhibidor de congelación, un aditivo de limpieza de inyectores, un supresor de humos, un aditivo de reducción del arrastre, un desactivador de metal, un dispersante, un detergente, un desemulsionante, un colorante, un marcador, un disipador estático, un biocida y combinaciones de los mismos. En otras formas de realización, el aditivo para combustible es un antioxidante.

**[0097]** En otras formas de realización, la composición de combustible descrita anteriormente cumple la especificación ASTM D 1655 para Jet A-1. En otras formas de realización, la composición de combustible cumple la especificación ASTM D 1655 para Jet A. En otras formas de realización más, la composición de combustible cumple la especificación ASTM D 1655 para Jet B.

**[0098]** En otro aspecto, en la presente memoria descriptiva se proporcionan composiciones de combustible que consiste esencialmente en limonano, farnesano y cimeno.

#### Aplicaciones de composiciones de combustible

**[0099]** La composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva puede almacenarse en o ser recibida por un contenedor de combustible como un depósito de combustible. Un depósito de combustible es generalmente un contenedor seguro para líquidos inflamables. En algunas formas de realización, el depósito de combustible es una parte de un sistema de motor de combustión en la que un combustible es almacenado y propulsado por una bomba de combustible o liberado en forma de gas presurizado en un motor de combustión. En la presente memoria descriptiva puede usarse cualquier depósito de combustible que pueda almacenar o recibir uno o

más combustibles líquidos. Algunos ejemplos no limitativos de contenedores de combustible adecuados incluyen depósitos de combustible en vehículos como depósitos de combustible en automóviles y depósitos de combustible en aeronaves; depósitos de combustible sobre el suelo o en el suelo (por ejemplo, en una estación de suministro de combustible), depósitos en vehículos de transporte como camiones cisterna, trenes cisterna y barcos cisterna. En algunas formas de realización, el depósito de combustible puede estar conectado a otros equipos o dispositivos como herramientas eléctricas, generadores y motores de combustión interna.

**[0100]** Los depósitos de combustible pueden tener diversos tamaños y complejidad desde pequeños depósitos de plástico de un encendedor de butano al depósito externo criogénico multicámara del Transbordador Espacial. El depósito de combustible puede estar hecho de plásticos como polietilenos (por ejemplo, HDPE y UHDPE) o de un metal como acero o aluminio.

**[0101]** En algunas formas de realización, la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva se almacena en el depósito de combustible de una aeronave y es impulsada por una bomba de combustible o liberada en forma de gas presurizado en un motor de combustión interna para alimentar a una aeronave. El depósito de combustible de la aeronave puede ser un depósito de combustible integral, un depósito de combustible extraíble rígido, un depósito de combustible flexible o una combinación de los mismos.

**[0102]** En algunas formas de realización, el depósito de combustible es un depósito integral. El depósito integral es generalmente una zona en el interior de la estructura de la aeronave que ha sido sellada herméticamente para permitir el almacenamiento de combustible. Un ejemplo de este tipo es el "ala húmeda" usada generalmente en aeronaves grandes. La mayoría de las grandes aeronaves de transporte usan generalmente el depósito integral que almacena combustible en las alas y/o la cola del avión.

**[0103]** En algunas formas de realización, el depósito de combustible es un depósito extraíble rígido. El depósito extraíble rígido se instala generalmente en un compartimento diseñado para dar cabida al depósito. Estos depósitos están hechos generalmente de metal, y pueden extraerse para su inspección, sustitución o reparación. La aeronave no depende del depósito para su integridad estructural. Estos depósitos se encuentran generalmente en aeronaves generales más pequeñas.

**[0104]** En algunas formas de realización, el depósito de combustible es un depósito flexible. El depósito flexible consiste generalmente en bolsas cauchutadas reforzadas instaladas en una sección de la estructura de la aeronave diseñada para dar cabida al peso del combustible. El depósito flexible puede desplegarse e instalarse en el compartimento a través del orificio de llenado de combustible o del panel de acceso, y puede fijarse por medio de botones o cierres metálicos en el interior del compartimento. El depósito flexible se encuentra generalmente en muchas aeronaves ligeras de alto rendimiento y en algunos turbopropulsores pequeños.

**[0105]** La composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva puede usarse para alimentar cualquier equipo como, por ejemplo, un generador de emergencia o un motor de combustión interna, que requiera un combustible como los combustibles para motores a reacción o combustibles para misiles. Un aspecto de la presente invención proporciona un sistema de combustible para proporcionar un motor de combustión interna con un combustible en el que el sistema de combustible comprende un depósito de combustible que contiene la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva. Opcionalmente, el sistema de combustible puede comprender además un sistema de refrigeración del motor que tiene un refrigerante de motor recirculante, un tubo de combustible que conecta el depósito de combustible con el motor de combustión interna, y/o un filtro de combustible dispuesto en el tubo de combustible. Algunos ejemplos no limitativos de motores de combustión interna incluyen motores alternativos (por ejemplo, motores de gasolina y motores diésel), motores Wankel, motores a reacción, algunos motores de cohetes y motores de turbinas de gas.

**[0106]** En algunas formas de realización, el depósito de combustible está provisto de dicho sistema de refrigeración de manera que se permita la transferencia de calor desde el refrigerante de motor recirculante a la composición de combustible contenida en el depósito de combustible. En otras formas de realización, el sistema de combustible comprende además un segundo depósito de combustible que contiene un segundo combustible para un motor a reacción y un segundo tubo de combustible que conecta el segundo depósito de combustible con el motor. Opcionalmente, los tubos de combustible primero y segundo pueden estar provistos de válvulas de accionamiento electromagnético que pueden abrirse o cerrarse independientemente entre sí o de forma simultánea. En formas de realización adicionales, el segundo combustible es Jet A.

**[0107]** En otro aspecto, se proporciona una configuración de motor que comprende un motor de combustión interna, un depósito de combustible que contiene la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva, un tubo de combustible que conecta el depósito de combustible con el motor de combustión interna. Opcionalmente, la configuración de motor puede comprender además un filtro de combustible y/o un sistema de refrigeración del motor que comprende un refrigerante de motor recirculante. En algunas formas de realización, el

motor de combustión interna es un motor diésel. En otras formas de realización, el motor de combustión interna es un motor a reacción.

**[0108]** Cuando se usa la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva, es conveniente eliminar las partículas que se originan de la composición de combustible antes de inyectarlo en el motor. Por tanto, es conveniente seleccionar un filtro de combustible adecuado para su uso en el sistema de combustible desvelado en la presente memoria descriptiva. El agua en combustibles usada en un motor de combustión interna, incluso en pequeñas cantidades, puede ser muy perjudicial para el motor. Por tanto, es conveniente que el agua presente en la composición de combustible pueda eliminarse antes de la inyección en el motor. En algunas formas de realización, el agua y las partículas pueden eliminarse mediante el uso de un filtro de combustible que usa una centrífuga de turbina, en la que agua y las partículas se separan de la composición de combustible en una medida que permite la inyección de la composición de combustible filtrada en el motor, sin riesgo de daños en el motor. Naturalmente, pueden usarse también otros tipos de filtros de combustible que puedan eliminar el agua y/o las partículas.

**[0109]** Otro aspecto de la invención proporciona un vehículo que comprende un motor de combustión interna, un depósito de combustible que contiene la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva, un tubo de combustible que conecta el depósito de combustible con el motor de combustión interna. Opcionalmente, el vehículo puede comprender además un filtro de combustible y/o un sistema de refrigeración del motor que comprende un refrigerante de motor recirculante. Algunos ejemplos no limitativos de vehículos incluyen automóviles, motocicletas, trenes, barcos y aeronaves.

**[0110]** En otro aspecto, se proporciona un vehículo que comprende un motor de combustión interna, un depósito de combustible que contiene la composición de combustible desvelada en la presente memoria descriptiva y un tubo de combustible que conecta el depósito de combustible con el motor de combustión interna. Opcionalmente, el vehículo puede comprender además un filtro de combustible y/o un sistema de refrigeración del motor que comprende un refrigerante de motor recirculante. Algunos ejemplos no limitativos de vehículos incluyen automóviles, motocicletas, trenes, barcos y aeronaves.

#### Procedimientos para preparar limonano, farnesano y cimeno

**[0111]** Además de los Ejemplos de la presente memoria descriptiva, los materiales de partida isoprenoides pueden prepararse por cualquier procedimiento conocido en la técnica lo que incluye procedimientos biológicos, síntesis químicas y procedimientos híbridos. Cuando el material de partida isoprenoide está hecho biológicamente, pueden usarse células hospedadoras que se modifican para producir el producto deseado. El limonano puede prepararse mediante la hidrogenación de una diversidad de materiales de partida isoprenoides como limoneno,  $\beta$ -felandreno,  $\gamma$ -terpineno, terpinoleno. Se han descrito procedimientos para preparar limoneno,  $\beta$ -felandreno,  $\gamma$ -terpineno, terpinoleno así como su hidrogenación en limonano mediante la Publicación PCT n° WO-2007/140.339, las solicitudes de EE.UU. n° 11/986.484 y 11/986.485 y las solicitudes internacionales n° PCT/US-2007/024.270 y PCT/US-2007/024.266. El farnesano puede prepararse por la hidrogenación de materiales de partida isoprenoides  $\alpha$ - y  $\beta$ -farneseno. Los procedimientos para preparar  $\alpha$ - y  $\beta$ -farnesenos y su hidrogenación en farnesano se describe en la patente de EE.UU. n° 7.399.323. El cimeno puede prepararse por hidrogenación de limonano y también se describe en las solicitudes de EE.UU. n° 11/986.484 y 11/986.485, y las solicitudes internacionales n° PCT/US-2007/024.270 y PCT/US-2007/024.266.

#### Procedimientos comerciales

**[0112]** En la presente memoria descriptiva se describe además un procedimiento comercial que comprende: (a) obtención de un biocombustible que comprende limonano producido a partir de un material de partida isoprenoide realizando una reacción de fermentación de un azúcar con una célula hospedadora recombinante, en la que la célula hospedadora recombinante produce el material de partida isoprenoide; y (b) marketing y/o venta de dicho biocombustible.

**[0113]** Se desvela además un procedimiento para marketing o distribución del biocombustible desvelado en la presente memoria descriptiva para los vendedores, proveedores y/o usuarios de un combustible, un procedimiento que comprende la publicidad y/o la oferta para venta del biocombustible desvelado en la presente memoria descriptiva. En formas de realización adicionales, el biocombustible desvelado en la presente memoria descriptiva puede tener características físicas o de marketing mejoradas con respecto al combustible natural o a una alternativa de biocombustible que contiene etanol.

**[0114]** Se describe además un procedimiento para establecer una sociedad o colaboración con o una concesión de licencia a una empresa de refinado de petróleo establecida para mezclar el biocombustible desvelado en la presente memoria descriptiva en combustibles a base de petróleo como una gasolina, combustible para motores a

reacción, queroseno, combustible diésel o una combinación de los mismos, y un procedimiento para establecer una sociedad o colaboración con o una concesión de licencia a una empresa de refino de petróleo establecida para procesar (por ejemplo, hidrogenado, hidrocrack, crack, purificación adicional) los biocombustibles desvelados en la presente memoria descriptiva, modificándolos con ello de tal manera que se les confieren propiedades beneficiosas para los biocombustibles. La empresa de refino de petróleo establecida puede usar el biocombustible desvelado en la presente memoria descriptiva como materia prima para ulterior modificación química, cuyo producto final podría usarse como un combustible o un componente de mezcla de una composición de combustible.

**[0115]** Se desvela también un procedimiento para establecer una sociedad o colaboración con o una concesión de licencia a un productor de combustibles sintéticos establecido para mezclar el biocombustible desvelado en la presente memoria descriptiva en combustibles sintéticos como un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch, turbodiésel, combustible sintético CTL para motores a reacción o una combinación de los mismos, así como un procedimiento para establecer una sociedad o colaboración con o una concesión de licencia a un productor de combustibles sintéticos establecido para procesar (por ejemplo, hidrogenado, hidrocrack, crack, purificación adicional) los biocombustibles desvelados en la presente memoria descriptiva, modificándolos con ello de tal manera que se les confieren propiedades beneficiosas para los biocombustibles. El productor de combustibles sintéticos establecido puede usar el biocombustible desvelado en la presente memoria descriptiva como materia prima para ulterior modificación química, cuyo producto final podría usarse como un combustible o un componente de mezcla de una composición de combustible.

**[0116]** Se describe además un procedimiento para establecer una sociedad o colaboración con o una concesión de licencia a un productor de azúcar a partir de un recurso renovable (por ejemplo, maíz, caña de azúcar, bagazo o material lignocelulósico) para usar dichas fuentes de azúcar renovables para la producción de los biocombustibles desvelados en la presente memoria descriptiva. Por ejemplo, pueden usarse maíz y caña de azúcar, las fuentes tradicionales de azúcar. Por ejemplo, puede usarse material lignocelulósico económico (desechos agrícolas, residuos de maíz o cultivos de biomasa como pasto varilla y cortadera) como fuente de azúcar. El azúcar obtenido de dichas fuentes económicas puede suministrarse en la producción del biocombustible desvelado en la presente memoria descriptiva, de acuerdo con los procedimientos de la presente invención.

**[0117]** Se describe además un procedimiento para establecer una sociedad o colaboración con o una concesión de licencia a un productor químico que produzca y/o use azúcar de un recurso renovable (por ejemplo, maíz, caña de azúcar, bagazo o material lignocelulósico) para usar azúcar obtenido de una fuente renovable para la producción del biocombustible desvelado en la presente memoria descriptiva.

**[0118]** Los siguientes ejemplos se proporcionan sólo con fines ilustrativos y no limitan en ningún modo el ámbito de la presente invención.

**[0119]** La práctica de la presente invención puede emplear, salvo que se indique lo contrario, técnicas convencionales de la industria de la biosíntesis y similares, que están dentro de la técnica. Dado que dichas técnicas no se describen completamente en la presente memoria descriptiva, se puede encontrar amplia referencia a las mismas en la literatura científica.

**[0120]** En los ejemplos siguientes se han hecho esfuerzos para garantizar la precisión en lo que respecta a los números usados (por ejemplo, cantidades, temperatura, y así sucesivamente), pero pueden contemplar variaciones y desviaciones, y en el caso de que exista algún error tipográfico en los números referidos en la presente memoria descriptiva, el experto en la materia al que se dirige esta invención puede deducir la cantidad correcta a la vista del resto de la descripción en la presente memoria descriptiva. Salvo que se indique lo contrario, la temperatura se refiere en grados Celsius, y la presión es o está cerca de la presión atmosférica al nivel del mar. Todos los reactivos, salvo que se indique lo contrario, se obtuvieron comercialmente. Los siguientes ejemplos se proporcionan sólo con fines ilustrativos y no limitan en ningún modo el ámbito de la presente invención.

### **Ejemplo 1**

**[0121]** Este ejemplo describe la hidrogenación de  $\alpha$ -farneseno a farnesano. Se añadió  $\alpha$ -farneseno (204 g, 1 mol, 255 ml) a un vaso de alta presión Parr de 500 ml que contenía Pd/C al 10% (5 g, 5% en peso de  $\alpha$ -farneseno). Se selló el vaso de reacción y se evacuó al vacío durante 5 minutos y después de ese tiempo se sometió a presión la mezcla de reacción con  $H_2$  a 241 kPa a 25°C. Se agitó la mezcla de reacción hasta que no se observaron gotas en la presión de  $H_2$  (aproximadamente 16 horas). Se retiró el gas  $H_2$  en exceso en vacío seguido por ventilación en atmósfera de  $N_2$ . La cromatografía de capa fina ("TLC",  $R_f = 0,95$ , hexano, tinción de p-anisaldehído o yodo) indicó la desaparición completa del reactivo. Se filtró al vacío el contenido de la reacción sobre lecho gel de sílice (60 Å de Aldrich) seguido por lavado del gel de sílice con hexano (2 l). Se concentró el filtrado en un evaporador rotatorio. A continuación se secó el producto aislado adicionalmente en alto vacío para eliminar cualquier hexano residual para producir farnesano como un líquido incoloro (195 g, 244 ml, 95%).  $^1H$ -RMN ( $CDCl_3$ , 500MHz):  $\delta$  1,56-1,11(m, 17H),



0,88-0,79 (solapamiento t y d, 15H).

### **Ejemplo 2**

5 **[0122]** Este ejemplo describe la hidrogenación de  $\beta$ -farneseno en farnesano.

10 **[0123]** En un reactor de 7,56 l, a 4 kg (4,65 l = 1,23 gal) de farneseno líquido se añadieron 75 g de catalizador Pd/C al 10% en peso (seco). Esto produjo una carga de catalizador inicial de 16,13 g / l. Se selló el vaso, se purgó con gas nitrógeno, y a continuación se evacuó al vacío. Se inició la agitación y se añadió gas hidrógeno comprimido  
10 continuamente a 790 kPa (100 psig). Se calentó el reactor a 80°C. El tiempo de reacción total fue de aproximadamente 48 horas. Usando GC-FID se midió la concentración final de farnesano que resultó ser del 99,76%. Se enfrió el reactor, se purgó y se abrió. A continuación se filtró la mezcla de reacción a través de un cartucho de filtro de 0,5 micrómetros en dos frascos de vidrio de 3,78 litros.

15 **[0124]** Si se desea, el producto puede purificarse adicionalmente por destilación. A continuación se indica un protocolo de destilación de ejemplo de 1 l. Se cargó aproximadamente 1 l de farnesano en un matraz de base redonda de 2 l con una cabeza de destilación refrigerada por agua junto con una columna Vigreux sujeta a la junta. Se agitó el líquido y se evacuó a 14 Torr. En este punto, se calentó el líquido a 155°C y se envolvió el matraz en lana de vidrio junto con papel de aluminio. Durante el calentamiento, el líquido viró de transparente a amarillo claro.  
20 Empezó a formarse vapor sobre la cabeza a 120°C. Se recogieron aproximadamente 950 ml del farnesano transparente antes de que se detuviera la destilación.

### **Ejemplo 3**

25 **[0125]** Este ejemplo describe la hidrogenación de limoneno en limonano principalmente.

30 **[0126]** A un vaso de reacción se añaden limoneno y catalizador Pd/C al 10% [paladio, 10% en peso en carbón activo, Aldrich #205699] en carga de 6 g/l. Se sella el vaso y se purga con gas nitrógeno, a continuación se evacuó al vacío. Para iniciar la reacción, se agita el vaso mientras se añade gas hidrógeno comprimido a 653 kPa (80 psig). La reacción ligeramente exotérmica continúa a temperatura ambiente. La conversión final es de aproximadamente el 100%, marcada por el fin del consumo de hidrógeno y verificada por cromatografía de gases con detección de ionización de llama. La mezcla producto-catalizador se separa por filtración por gravedad a través de gel de sílice de 60 Å. Se espera que la concentración del producto final sea principalmente limonano con menos del 5% de p-cimeno.

35 **[0127]** Este ejemplo describe la hidrogenación de limoneno principalmente en limonano con algo de p-cimeno.

40 **[0128]** En el vaso de reacción, se añade limoneno y catalizador Pd/C al 10% [paladio, 10% en peso sobre carbón activo, Aldrich #205699] en carga de 6 g/l. Se sella el vaso, se purga con gas nitrógeno, a continuación se evacuó al vacío. Se agita el vaso mientras se aumenta la temperatura a 105°C. Se añade una carga inicial de gas hidrógeno a 653 kPa (80 psig) y suma aproximadamente 0,05 mol de hidrógeno por mol de limoneno. Debido al consumo del hidrógeno, la presión descenderá a cero. Después de 12 horas de tiempo de reacción, se reduce la temperatura a 75°C y se añade continuamente hidrógeno comprimido a 653 kPa (80 psig). La conversión final es de aproximadamente el 100%, marcado por el final del consumo de hidrógeno y verificado por cromatografía de gases con detección de ionización de llama. La mezcla de producto-catalizador se separa por filtración por gravedad a través de un gel de sílice de 60 Å. Se espera que la concentración del producto final esté entre aproximadamente el 80% y aproximadamente el 90% de limonano y entre aproximadamente el 10% y aproximadamente el 20% de p-cimeno.

### **Ejemplo 5**

55 **[0129]** Este ejemplo describe la hidrogenación de limoneno en limonano y p-cimeno.

60 **[0130]** En el vaso de reacción, se añaden limoneno y catalizador Pd/C al 10% [paladio, 10% en peso sobre carbón activo, Aldrich #205699] en carga de 6 g/l. Se sella el vaso, se purga con gas nitrógeno, a continuación se evacuó al vacío. Se agita el vaso mientras se aumenta la temperatura a 120°C. Se añade una carga inicial de gas hidrógeno a 653 kPa (80 psig) y suma aproximadamente 0,05 mol hidrógeno por mol limoneno. Debido al consumo del hidrógeno, la presión descenderá a cero. La carga inicial de hidrógeno permite la formación de 4-isopropil-1-metilciclohex-1-eno que a continuación se convierte fácilmente en p-cimeno. Después de 12 horas de tiempo de reacción, la temperatura se reduce a 75°C y se añade continuamente hidrógeno comprimido a 653 kPa (80 psig). La

conversión final es de aproximadamente el 100%, marcada por el fin del consumo del hidrógeno y verificado por cromatografía de gases con detección de ionización de llama. La mezcla de producto-catalizador se separa por filtración por gravedad a través de un gel de sílice de 60 Å. Se espera que la concentración final del producto esté entre aproximadamente el 70% y el 80% de limonano y entre aproximadamente el 20% y aproximadamente el 30% de p-cimeno.

**Ejemplo 6**

**[0131]** Se sometieron a ensayo tres composiciones de combustible referidas como AMD-200, AMJ-300 y AMJ-310 en varias pruebas de ASTM para D 1655 para Jet A. AMD-200 comprende el 99,76% de farnesano. AMJ-300 comprende el 97,1% de limonano y el 1,6% de p-cimeno. AMJ-300 incluye el 1,3% de compuestos no identificados, de los cuales se cree que el 0,9% es 2,6-dimetiloctano. AMJ-310 comprende el 81,0% de limonano y el 17,5% de p-cimeno se mezcla con el 0%, el 50% y el 80% de Jet A. AMJ-310 incluye el 1,5% de compuestos no identificados, de los cuales se cree que el 0,9% es 2,6-dimetiloctano. Los componentes de AMD-200, AMJ-300 y AMJ-310 se identificaron por cromatografía de gases/detector de ionización de llama (GC/FID).

**[0132]** Tal como se muestra en la Tabla 1, las propiedades de destilación de AMJ-300 y AMJ-310 son similares porque el limonano y el cimeno tienen temperaturas de ebullición similares.

Tabla 1

Propiedad	Unidades		Espec. Jet A	Procedimiento de prueba ASMT	Jet A (Combustible de base)	AMJ-300	AMJ-310	AMD-200
Temperatura de destilación								
Punto de ebullición inicial, temperatura	°C			D86	153	154	168	242
10% recuperado, temperatura	°C	máx.	205	D86	176	168	168	243
50% recuperado, temperatura	°C	máx.	informar	D86	209	168	168	244
90% recuperado, temperatura	°C	máx.	informar	D86	252	168	169	244
Punto de ebullición final, temperatura	°C	máx.	300	D86	284	193	201	271
Recuperación de destilación	% vol.			D86	97,6	98,5	98,9	98,7
Residuo de destilación	% vol.	máx.	1,5	D86	1,4	1,0	0,7	1,3
Pérdida de destilación	% vol.	máx.	1,5	D86	1,0	0,5	0,4	0,0
Punto de inflamabilidad	°C	min.	38	D56	43	43	43	109
Densidad a 15°C	kg/m <sup>3</sup>	interv.	775 -840	D4052	811,0	800,9	809,6	773,7
Punto de congelación	°C	máx.	-40	D2386	-47	<-70	<-70	<-71
Calor de combustión neto	MJ/kg	min.	42,8	D4809	43,4192	42,28	44,99	44,2

**Ejemplo 7**

**[0133]** Las Figuras 1 y 2 muestran respectivamente curvas de destilación para diversas mezclas de AMJ-300 y AMJ-310 con diferentes cantidades de Jet A. Una composición de combustible (referida como AMJ-300) que comprende el 97,1% de limonano y el 1,6% de p-cimeno. AMJ-300 incluye el 1,3% de compuestos no identificados, de los cuales se cree que el 0,9% es 2,6-dimetiloctano. Se mezcló una composición de combustible (referida como AMJ-310) que comprendía el 81,0% de limonano y el 17,5% de p-cimeno con el 0%, el 50% y el 80% de Jet A. AMJ-

## ES 2 400 542 T3

310 incluye el 1,5% de compuestos no identificados, de los cuales se cree que el 0,9% es 2,6-dimetiloctano. Los componentes de AMJ-300 y AMJ-310 se identificaron mediante cromatografía de gases/detector de ionización de llama (GC/FID).

5 **[0134]** Con AMJ-300 y AMJ-310, las curvas de destilación se desvían de la de Jet A. Se cree que los dos combustibles se comportan esencialmente como si fueran combustibles de un único componente (con respecto al punto de ebullición dadas las semejanzas entre el limonano y el cimeno).

10 **[0135]** Para emular mejor la curva de destilación para Jet A (que puede comprender muchos centenares de compuestos), se añadió un compuesto con punto de ebullición superior que el limonano y el cimeno. Se mezclaron dos composiciones de combustible nuevas, Combustible A y Combustible B.

15 **[0136]** El Combustible B (también referido como AMJ-700) comprende el 50% de limonano, el 10% de cimeno y el 40% de farnesano. El Combustible A es el 50% de AMJ-700 y el 50% de Jet A que comprende así el 25% de limonano, el 5% de cimeno, el 20% de farnesano y el 50% Jet A. La Tabla 2 a continuación muestra las propiedades de D1655 para Jet A, Combustible A y Combustible B.

20 **[0137]** La Figura 3 muestra las curvas de destilación para los Combustibles A y B. Estos combustibles mezclados con Jet A pueden emular la curva de destilación de Jet A.

Tabla 2

PROPIEDAD/ COMPOSICIÓN	Unidades		Espec. Jet A	Procedimiento de prueba ASTM	Jet A (Combustible base)	Combustible A	Combustible B
Aspecto			C y B*	D4176-2	C y B*	C y B*	C y B*
Acidez	mg KOH/g total	máx.	0,10	D3242	0 005	0,003	0,003
Aromáticos	% vol.	máx.	25	D1319	16,9	16,5	9,1
Azufre	%masa total	máx.	0,30	D4294	0,0685	0,0351	0,0006
Azufre, mercaptano	% masa	máx.	0,003	D3227	0,0019	0,0005	<0,0001
<b>VOLATILIDAD</b>							
Destilación física - Temperatura de destilación							
Punto de ebullición inicial, temperatura	°C			D86	153	163	171
10% recuperado, temperatura	°C	máx.	205	D86	176	177	177
50% recuperado, temperatura	°C	máx.	informar	D86	209	201	191
90% recuperado, temperatura	°C	máx.	informar	D86	252	247	244
Punto de ebullición final, temperatura	°C	máx.	300	D86	284	272	256
Recuperación de destilación	% vol.			D86	97,6	98,1	99
Residuo de destilación	% vol.	máx.	1,5	D86	1,4	1,4	0,6
Pérdida de destilación	% vol.	máx.	1,5	D86	1,0	0,5	0,4
Punto de inflamabilidad	°C	min.	38	D56	43	48	50

Densidad a 15°C	kg/m <sup>3</sup>	interv.	775 - 840	D4052	811,0	802,7	795,6
FLUIDEZ							
Punto de congelación	°C	máx.	-40	D2386	-47	-53,5	<-71

\*Nota: C y B significa claro y brillante.

### **Ejemplo comparativo A**

- 5 **[0138]** El Ejemplo comparativo A fue Jet A-1 proporcionado por el Laboratorio de Investigación de la Fuerza Aérea (Dayton, OH).

### **Ejemplo 8**

- 10 **[0139]** El Ejemplo 8 era AMJ-310. AMJ-310 que comprende el 81,0% de limonano y el 17,5% p-cimeno se mezcló con el 0%, el 50% y el 80% de Jet A. AMJ-310 incluye el 1,5% de compuestos no identificados, de los cuales se cree que el 0,9% es 2,6-dimetiloctano.

### **Ejemplo 9**

- 15 **[0140]** El Ejemplo 9 era una composición de combustible preparada mezclando el 50% de AMJ-310 y el 50% de JET A-1.

### **Ejemplo 10**

- 20 **[0141]** El Ejemplo 10 era una composición de combustible preparada mezclando el 50% de AMJ-700 y el 50% de JET A-1. AMJ-700 (Combustible B) comprende el 50% de limonano, el 10% de cimeno y el 40% de farnesano. El Combustible A es el 50% de AMJ-700 y el 50% de Jet A comprendiendo así el 25% de limonano, el 5% de cimeno, el 20% de farnesano y el 50% de Jet A.

### **Ejemplo 11**

- 25 **[0142]** El Ejemplo 11 era una composición de combustible preparada mezclando el 10% de AMJ-310 y el 90% de JET A-1.

- 30 **[0143]** Los Ejemplos 8 a 11 se sometieron a ensayo en una prueba de equipo de combustor clave, es decir, una prueba de encendido. El encendido tiene lugar cuando la velocidad de un motor produce aire de combustión suficiente para producir la proporción correcta de aire con el combustible suministrado. Debido al hecho de que el flujo de combustible depende altamente de las condiciones ambiente incluyendo la temperatura ambiente y la presión atmosférica ambiente, la cantidad de flujo de combustible al motor de turbina de gas es controlado activamente en función de la velocidad del motor de turbina de gas con el fin de conseguir la proporción correcta de combustible-aire para el encendido. La temperatura del combustible y del aire del combustor para todas las pruebas (T3) fue de -34°C (-30°F). La prueba de encendido se realizó para varias caídas de presión en el inyector, es decir, dP/P. Mientras la condición nominal de dP/P para la prueba del combustor está entre el 4,5 y el 4,7%, la condición de dP/P para la prueba de encendido se inició en una condición baja del 2%. Posteriormente, la condición de dP/P se aumentó a condiciones medias (4%) y altas (6%). Dado que dP/P es una medida del flujo de aire, una condición de dP/P más elevada equivale a un mayor flujo de aire. La cantidad de flujo de combustible para Jet A-1 requerido para ejecutar el encendido se estableció como línea de referencia, y se midieron los cambios en el flujo de combustible de los Ejemplos 8 a 11 requeridos para ejecutar el encendido.

- 35 **[0144]** La Figura 4 muestra el flujo de combustible requerido para ejecutar el encendido a diferentes proporciones de dP/P mediante los ejemplos 8 a 11 con respecto al flujo de combustible requerido para ejecutar el encendido para Jet A-1. Dado que el menor requisito de flujo de combustible de un cierto componente de combustible puede ser un resultado positivo, tal como se muestra en la Figura 4, los Ejemplos 8, 9 y 11 funcionan mejor que Jet A-1 en condiciones de dP/P medias y altas, pero ligeramente peor que Jet A-1 en condición de dP/P baja. El Ejemplo 10 funciona mejor que Jet A-1 en todas las condiciones de dP/P.

- 40 **[0145]** Se sometieron a ensayo cuatro composiciones de combustible referidas como Ejemplos 8 a 11 en una prueba de equipo de combustor, es decir, la prueba de apagado por mezcla pobre. La proporción de combustible/aire en el apagado por mezcla pobre (AMP) es un requisito de diseño para los inyectores de turbina de gas que deben cumplirse durante el procedimiento de desarrollo. Normalmente, la proporción de combustible/aire en AMP de un combustor debe mantenerse para evitar el apagado durante la rápida desaceleración del motor en altitud, así como para mantener la combustión durante el reencendido en altitud. La cantidad de flujo de combustible

para Jet A-1 requerida para apagado por mezcla pobre se estableció como línea de referencia, y se midieron los cambios en el flujo de combustible de los Ejemplos 8 a 11 requeridos para apagado por mezcla pobre.

5       **[0146]**       La Figura 5 muestra el apagado por mezcla pobre para algunas formas de realización de las  
composiciones de combustible desveladas en la presente memoria descriptiva con respecto a las de Jet A-1 según  
diferentes tasas de aumento de presión. Tal como se muestra en la Figura 5, los Ejemplos 8 a 11 funcionan mejor  
que Jet A-1 en condiciones de dP/P medias y altas, pero ligeramente peor que Jet A-1 en condición de dP/P baja. El  
Ejemplo 10 que comprende el 50% de limonano y el 40% de farnesano funciona mejor que los Ejemplos 8, 9 y 11 en  
condición de dP/P media.

10       **[0147]**       Debe observarse que la aplicación de las composiciones de combustible para motores a reacción  
desvelada en la presente memoria descriptiva no se limita a motores a reacción; pueden usarse en cualquier equipo  
que requiera un combustible para motores a reacción. Aunque existen especificaciones para la mayoría de los  
combustibles para motores a reacción, no todas las composiciones de combustible para motores a reacción  
desveladas en la presente memoria descriptiva deben cumplir todos los requisitos de las especificaciones. Se  
15       observa que los procedimientos para preparar y usar las composiciones de combustible para motores a reacción  
desveladas en la presente memoria descriptiva se describen con referencia a una serie de etapas. Estas etapas  
pueden llevarse a cabo en cualquier secuencia. Puede omitirse una o más etapas o combinarse entre sí, aunque  
siguen alcanzando sustancialmente los mismos resultados.

20       **[0148]**       Aunque la invención anterior se ha descrito en cierto detalle por medio de ilustración y ejemplo con  
fines de claridad de comprensión, para los expertos en la materia será evidente a la luz de las enseñanzas de esta  
invención que pueden hacerse ciertos cambios y modificaciones a la misma sin apartarse del ámbito de las  
reivindicaciones adjuntas.

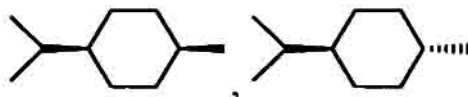
25

**REIVINDICACIONES**

1. Una composición de combustible que comprende:
- 5 (a) limonano en una cantidad que es de al menos el 5% en volumen, basándose en el volumen total de la composición de combustible; y
- (b) farnesano en una cantidad que es de al menos el 5% en volumen, basándose en el volumen total de la composición de combustible.
- 10 2. La composición de combustible según la reivindicación 1, en la que la densidad de la composición de combustible a 15°C es de 775 kg/m<sup>3</sup> a 840 kg/m<sup>3</sup>.
- 15 3. La composición de combustible según la reivindicación 1, en la que la composición de combustible comprende además p-cimeno, un combustible a base de petróleo o un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch, en la que el p-cimeno está en una cantidad que es de al menos el 0,5% en volumen, basándose en el volumen total de la composición de combustible.
- 20 4. La composición de combustible según la reivindicación 1, que comprende:
- (a) limonano en una cantidad que es del 15% al 60% en volumen;
- (b) farnesano en una cantidad que es del 5% al 45% en volumen;
- 25 (c) p-cimeno en una cantidad que es del 0,5% al 25% en volumen; y
- (d) un combustible a base de petróleo o un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch en una cantidad que es de al menos el 20% en volumen,
- 30 en la que todas las cantidades están basadas en el volumen total de la composición de combustible.
5. La composición de combustible según la reivindicación 4, en la que la composición de combustible tiene una densidad de 750 kg/m<sup>3</sup> a 840 kg/m<sup>3</sup> a 15°C, y una diferencia entre las temperaturas T<sub>90</sub> y T<sub>10</sub> de al menos 10°C.
- 35 6. La composición de combustible según la reivindicación 1, que comprende:
- (a) limonano en una cantidad que es del 15% al 30% en volumen;
- 40 (b) farnesano en una cantidad que es del 10% al 30% en volumen;
- (c) p-cimeno en una cantidad que es del 0,5% al 20% en volumen;
- (d) un combustible a base de petróleo o un combustible basado en el proceso Fischer-Tropsch en una cantidad que es de al menos el 40% en volumen; y
- 45 (e) un aditivo para combustible,
- en la que todas las cantidades están basadas en el volumen total de la composición de combustible.
- 50 7. La composición de combustible según la reivindicación 6, en la que la composición de combustible tiene una densidad de 750 kg/m<sup>3</sup> a 840 kg/m<sup>3</sup> a 15°C, y una diferencia entre las temperaturas T<sub>90</sub> y T<sub>10</sub> de al menos 10°C.
- 55 8. La composición de combustible según la reivindicación 1 ó 4, en la que la composición de combustible comprende además un aditivo para combustible.
9. La composición de combustible según la reivindicación 6 u 8, en la que el aditivo para combustible se selecciona entre el grupo que consiste en un compuesto oxigenado, un antioxidante, un potenciador de la estabilidad térmica, un estabilizador, un potenciador del flujo en frío, un potenciador de combustión, un antiespumante, un aditivo antiturbidez, un inhibidor de corrosión, un potenciador de la lubricidad, un inhibidor de congelación, un aditivo de limpieza de inyectores, un supresor de humos, un aditivo de reducción del arrastre, un desactivador de metal, un dispersante, un detergente, un desemulsionante, un colorante, un marcador, un disipador estático, un biocida y
- 60

combinaciones de los mismos.

10. La composición de combustible según la reivindicación 1, 4 ó 6, en la que el limonano es

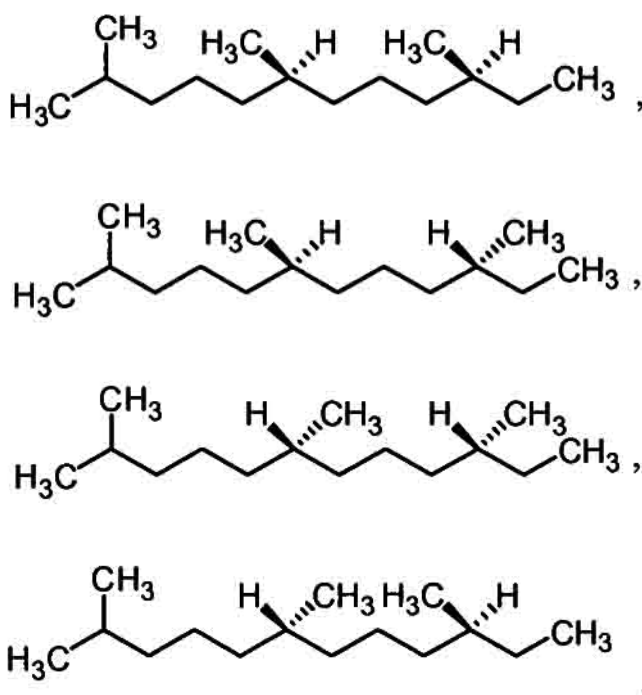


5

o una combinación de los mismos.

11. La composición de combustible según la reivindicación 1, 4 ó 6, en la que el farnesano es

10



15 o una combinación de los mismos.

12. La composición de combustible según la reivindicación 1, 4 ó 6, en la que la composición de combustible cumple la especificación ASTM D 1655 para Jet A, Jet A-1 o Jet B.

20 13. Un vehículo que comprende un motor de combustión interna, un depósito de combustible conectado con el motor de combustión interna, y una composición de combustible en el depósito de combustible, en el que la composición de combustible es la composición de combustible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 en la que la composición de combustible se usa para alimentar el motor de combustión interna.

25 14. Un procedimiento de alimentación de un motor que comprende la etapa de combustión de la composición de combustible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 en el motor.

15. El vehículo según la reivindicación 13, en el que el motor de combustión interna es un motor a reacción.

30

Figura 1

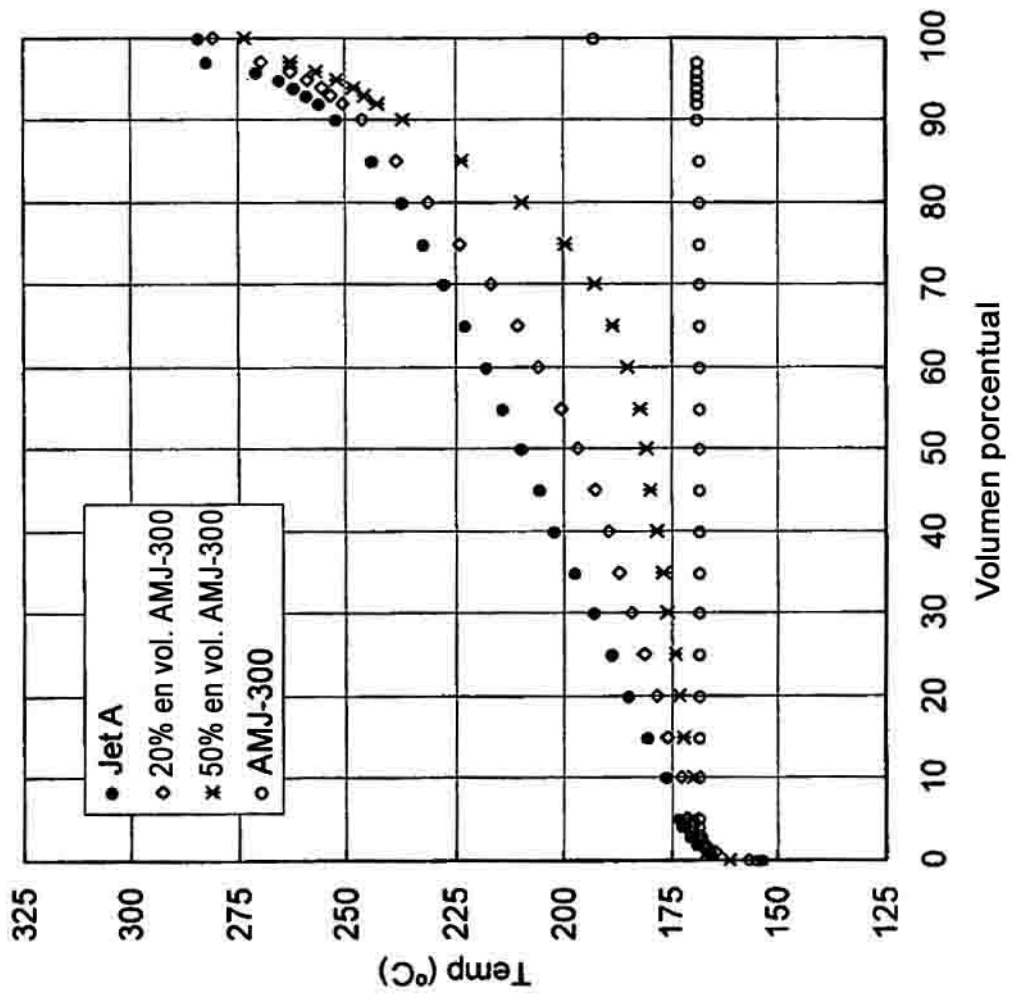




Figura 2

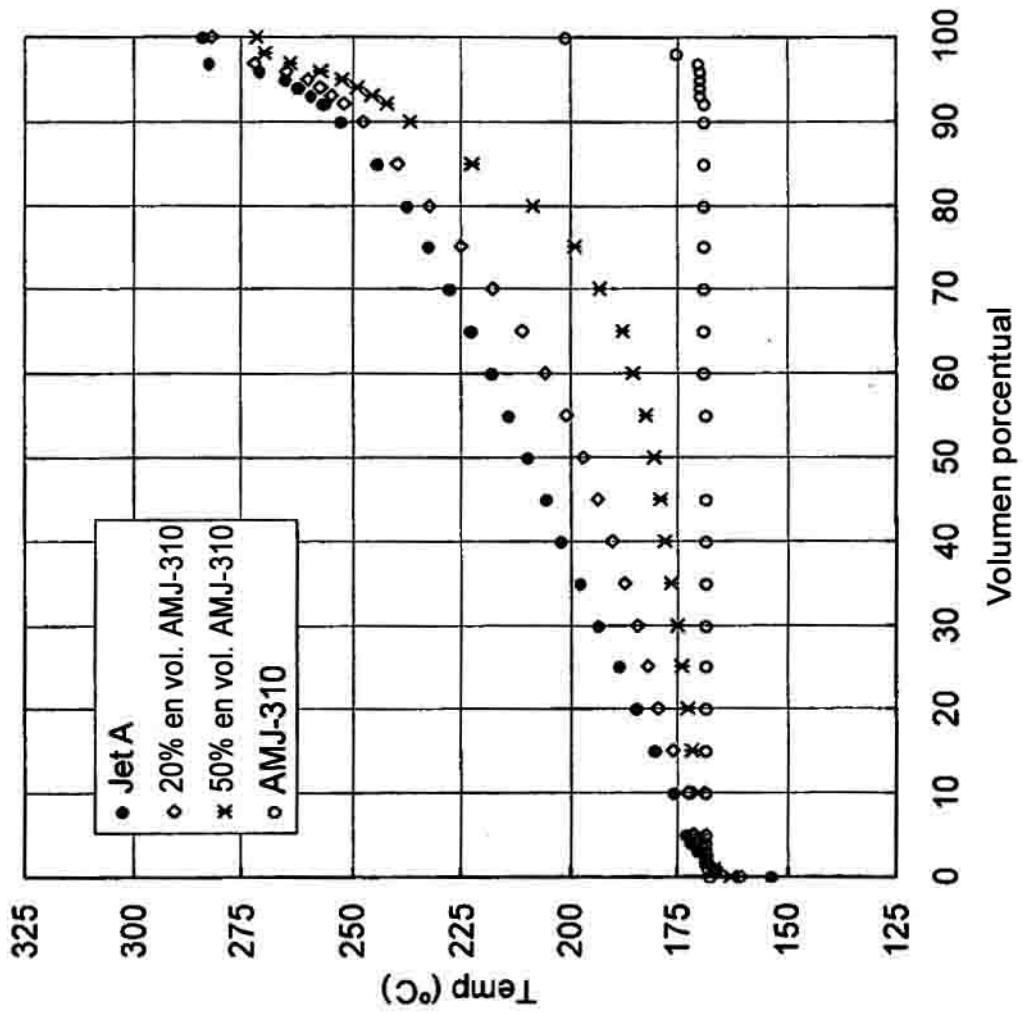


Figura 3

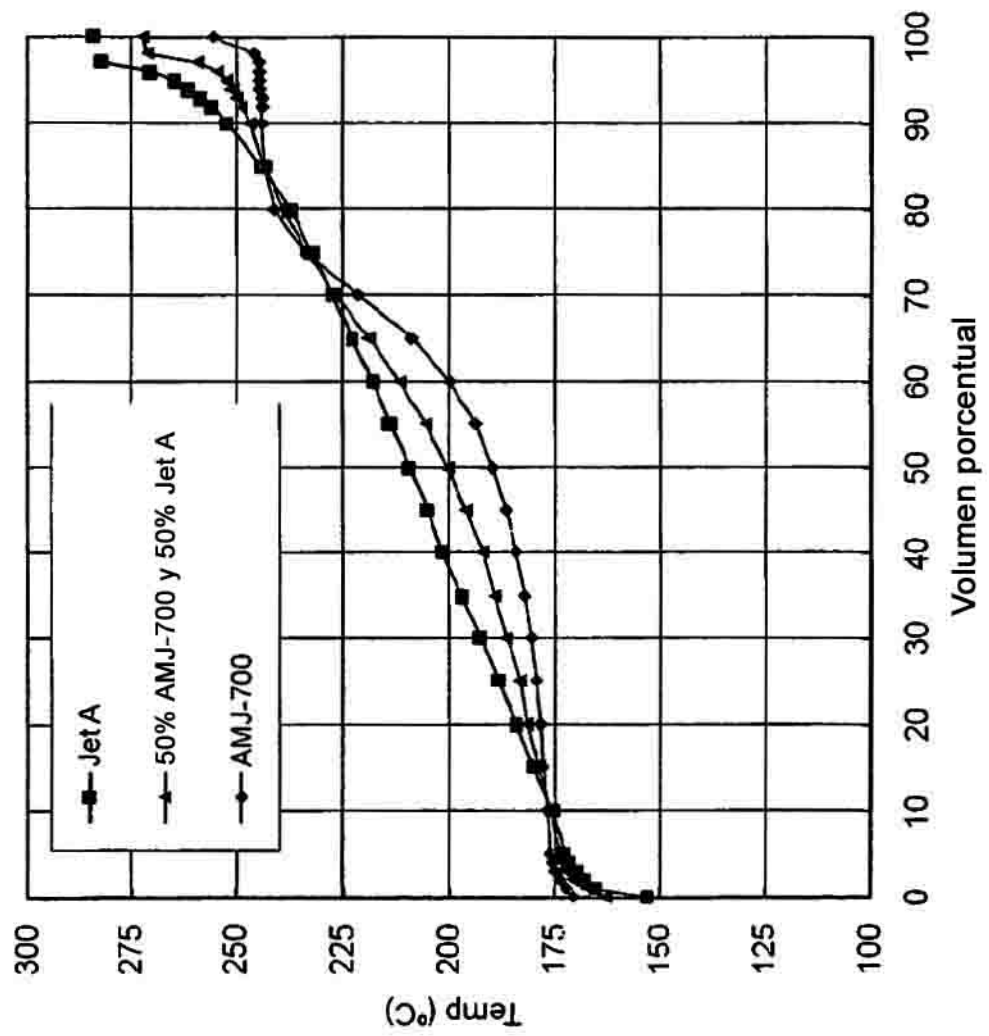


Figura 4

Encendido (arranque en frío)

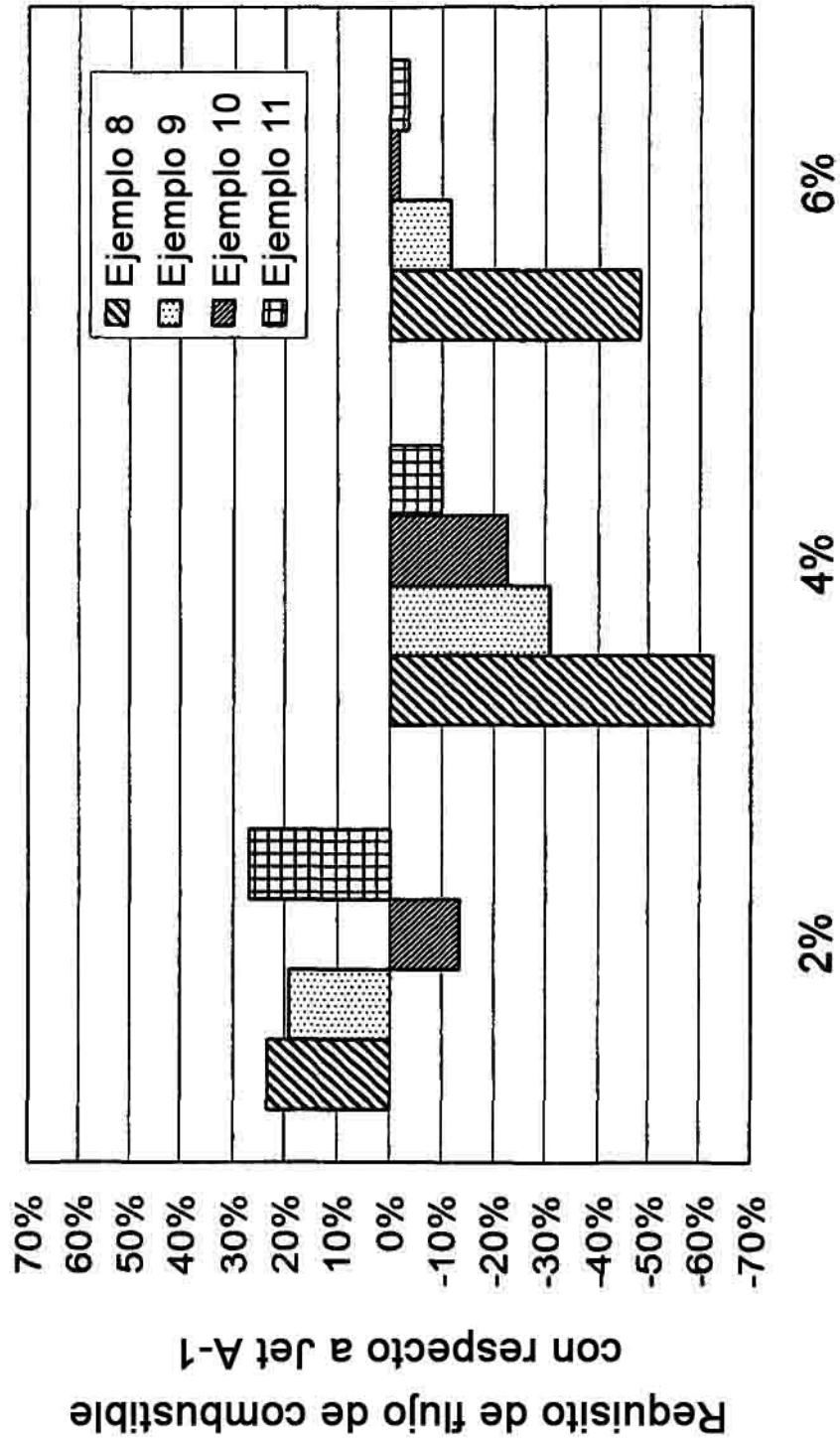


Figura 5  
Apagado por mezcla pobre

