(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 773 322**

(51) Int. Cl.:

C06B 45/24 (2006.01)
C06B 25/20 (2006.01)
F42B 5/16 (2006.01)
C07C 49/245 (2006.01)
C06B 23/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.09.2014** **PCT/AU2014/000902**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2015** **WO15035457**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2014** **E 14844396 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019** **EP 3044191**

(54) Título: **Modificador de velocidad de combustión**

(30) Prioridad:

12.09.2013 AU 2013903511

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.07.2020

(73) Titular/es:

THALES AUSTRALIA LIMITED (100.0%)
7 Murray Rose Avenue
Sydney Olympic Park, NSW 2127, AU

(72) Inventor/es:

WARRENDER, GARRY y
JONES, ASHLEY

(74) Agente/Representante:

GARCÍA GONZÁLEZ, Sergio

ES 2 773 322 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

Modificador de velocidad de combustión

Campo

La invención se refiere, en general, a modificadores de velocidad de combustión y propelentes que comprenden un modificador de velocidad de combustión. La invención también se refiere a procedimientos para producir un propelente que comprende un modificador de velocidad de combustión, así como un cartucho de municiones que comprende el propelente.

Antecedentes

El rendimiento del propelente se determina a partir de su capacidad para convertir la energía química en energía mecánica a través de la evolución del calor y los gases que aplican presión a la base de un proyectil que lo mueve por el calibre de un cañón. Muchos factores influyen en este procedimiento. La composición química es una característica importante y otra es la morfología del grano (forma y tamaño) que tiene un profundo efecto en la velocidad de combustión. Para llegar a un diseño de propelente optimizado, debe entenderse que los materiales, las condiciones de procesamiento, las propiedades físicas y las propiedades químicas están interconectados para determinar el rendimiento del propelente. El objetivo es lograr una combustión eficiente con capacidad de carga optimizada para suministrar un rendimiento balístico mejorado. Además, también son importantes otros aspectos, tales como mejorar la vida útil del propelente o asegurar la consistencia balística sobre temperaturas extremas. También se reconoce que se requieren nuevas formulaciones de propelentes y procedimientos de producción para mejorar la eficiencia y cumplir con los requisitos más estrictos de seguridad, toxicidad e impacto ambiental.

Para mejorar el rendimiento del propelente y evitar la acumulación de presión peligrosamente alta, usualmente se agrega un medio retardador de combustión (o modificador de velocidad de combustión) al propelente para regular la velocidad de combustión en la parte inicial del procedimiento balístico. Esto se logra usualmente revistiendo un producto químico sobre un grano propelente. El producto químico puede penetrar hasta cierto punto en la matriz de grano y actúa para retrasar la reacción de combustión (al interrumpir la reacción en cadena de la combustión) o el producto químico es un enfriador de la llama de la explosión. Los medios retardadores de combustión que operan al interrumpir la reacción en cadena de la combustión lo hacen al estabilizar los radicales libres. Esta estabilización extiende la vida útil de los radicales, disminuye la tasa de los procesos de radicales y, posteriormente, hay una combustión menor o más lenta.

Un ejemplo de medio retardador de velocidad de combustión es el dinitrotolueno (DNT). El DNT es un medio retardador de combustión eficaz porque es relativamente fácil de aplicar, estable durante largos períodos y es químicamente compatible con propelentes como la nitrocelulosa, que es el principal componente energético de la mayoría de los propelentes de armas pequeñas. Sin embargo, es altamente tóxico y se sospecha que es un carcinógeno, lo que lo convierte en un producto químico preocupante. La legislación reciente (como el Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de Productos Químicos (REACH) en la Unión Europea) ha dado como resultado que el uso de DNT esté altamente regulado con el potencial de que el DNT sea eventualmente prohibido en Europa. Debido a sus características, DNT presenta problemas ambientales asociados, ya que se acumula dentro y alrededor de los edificios de las fábricas, migra muy lentamente al suelo y se descompone lentamente.

El documento de patente US 5908770 divulga la preparación microbiológica de 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona.

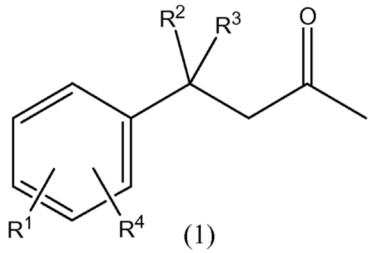
El documento de patente WO 2011/153655 divulga propelentes a base de nitrocelulosa con un revestimiento de ftalato de dibutilo como modificador de velocidad de combustión.

Otros modificadores de velocidad de combustión disponibles actualmente, como el dibutilftalato (DBP), también están en la lista de sustancias preocupantes y es probable que estén prohibidos. Se anticipa que los materiales como DNT y DBP también tendrán una restricción más estricta a medida que otros países adopten regulaciones de seguridad y ambientales más estrictas.

Por lo tanto, existe la necesidad de un modificador de velocidad de combustión alternativo al DNT y otros modificadores de velocidad de combustión actualmente en uso.

Sumario

Por consiguiente, en un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un propelente que comprende un material energético y un compuesto de fórmula 1



(1)

en la que

R^1 se selecciona del grupo que consiste en H, -OH, -O(alquilo C_{1-4}), -alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo $C_{1-4})_2$, $-NO_2$, $-NHNH_2$, -N(alquilo $C_{1-4})NH_2$ y -CN;
R^2 se selecciona del grupo que consiste en -H, -OH, -O-(alquilo C_{1-4}), -alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo $C_{1-4})_2$, $-NO_2$, $-NHNH_2$, -N(alquilo $C_{1-4})NH_2$ y -CN;
R^3 se selecciona del grupo que consiste en –H y alquilo C_{1-4}; y
R^4 se selecciona del grupo que consiste en -H, -OH, -O(alquilo C_{1-4}),-alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo $C_{1-4})_2$, $-NO_2$, $-NHNH_2$, -N(alquilo $C_{1-4})NH_2$ y -CN; y en la que al menos uno de R^1, R^2 y R^4 es OH.

El presente solicitante ha llevado a cabo una considerable investigación y desarrollo durante un período extenso de tiempo para desarrollar un nuevo modificador de velocidad de combustión que tenga propiedades de modificación de la velocidad de combustión, lo que lo convierte en un sustituto adecuado para el DNT en propelentes para municiones.

El solicitante ha desarrollado este nuevo modificador de velocidad de combustión basado en 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona y sus derivados en la fórmula 1. El solicitante ha descubierto que este nuevo modificador de velocidad de combustión tiene propiedades de modificación de la velocidad de combustión tan buenas como el DNT, pero sin los inconvenientes de toxicidad y carcinogenicidad. De hecho, el nuevo modificador de velocidad de combustión tiene propiedades de modificación de la velocidad de combustión sorprendentemente mejores que incluso el DNT preferido de la industria, lo que lo hace adecuado para su uso en propelentes y cartuchos de municiones.

De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona el uso del compuesto de fórmula 1 como un modificador de velocidad de combustión.

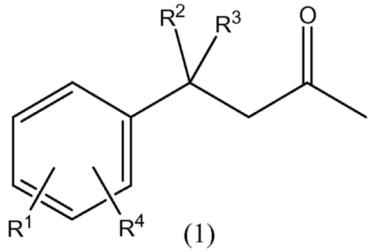
En algunas realizaciones, el compuesto de fórmula 1 es 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona. Aunque se prefiere este compuesto, se aprecia que los compuestos relacionados estructuralmente y con las propiedades físicas también pueden proporcionar modificadores de velocidad de combustión alternativos adicionales al DNT.

El trabajo de prueba realizado por el presente solicitante muestra que el propelente es químicamente estable. EL trabajo de prueba también muestra que el propelente es balísticamente estable.

En un tercer aspecto, se proporciona un cartucho de munición que comprende el propelente de acuerdo con el primer aspecto.

El cartucho de munición usualmente comprende una vaina, el propelente descrito anteriormente, un fulminante y un proyectil.

De acuerdo con un cuarto aspecto, se proporciona un procedimiento para preparar un propelente, que comprende revestir gránulos de un material energético con un compuesto de fórmula 1



(1)

en la que

R^1 se selecciona del grupo que consiste en H, -OH, -O(alquilo C_{1-4}), -alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo $C_{1-4})_2$, $-NO_2$, $-NHNH_2$, -N(alquilo $C_{1-4})NH_2$ y -CN;
R^2 se selecciona del grupo que consiste en -H, -OH, -O-(alquilo C_{1-4}), -alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -

N(alquilo $C_{1-4})_2$, $-NO_2$, $-NHNH_2$, -N(alquilo $C_{1-4})NH_2$ y -CN;
R^3 se selecciona del grupo que consiste en –H y alquilo C_{1-4}; y
R^4 se selecciona del grupo que consiste en -H, -OH, -O(alquilo C_{1-4}),-alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo $C_{1-4})_2$, $-NO_2$, $-NHNH_2$, -N(alquilo $C_{1-4})NH_2$ y -CN; y en la que al menos uno de R^1, R^2 y R^4 es OH.

Estos aspectos se describen con mayor detalle en la descripción detallada dada a continuación.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá con mayor detalle, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a las siguientes Figuras:

La Figura 1 es una ilustración esquemática que muestra la composición de un propelente de acuerdo con una realización de la invención.
La Figura 2 es un gráfico que muestra la eficacia del revestimiento para 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona en gránulos de material energético a diferentes escalas de procesamiento.
La Figura 3 es un gráfico que muestra la velocidad de presión v para un cartucho que comprende un gránulo de material energético revestido a 84 °C con 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona disparado desde un cañón de prueba ,308 Winchester.
La Figura 4 es un gráfico que muestra la velocidad vs. la presión para un cartucho que comprende un gránulo de material energético revestido a 78 °C con 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona disparado desde un cañón de prueba ,308 Winchester.
La Figura 5 es un gráfico que muestra la velocidad vs. la presión para material energético de tamaño de gránulo pequeño revestido con 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona que se desempeña de manera similar a un gránulo más grande establecido revestido con DNT, cuando se dispara desde un cañón de prueba ,308 Winchester.
La Figura 6 es un gráfico que muestra la extensión de rendimiento de velocidad vs. presión de un grano pequeño revestido con 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona en calibres que, de lo contrario, no se usarían en granos pequeños cuando se dispararan en un ,30/06 Springfield.
La Figura 7 es un gráfico que muestra las ganancias de rendimiento de velocidad vs. presión del gránulo propelente de tamaño mediano cuando se dispara en un cañón de prueba ,30/06 Springfield.
La Figura 8 es un gráfico que muestra la velocidad vs. la presión para el material energético revestido con varias cantidades de 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona, cuando se dispara en el ,308 Winchester.
La Figura 9 es un gráfico que muestra la velocidad vs. la presión para el mismo material energético revestido utilizado para desarrollar la Figura 8 con varias cantidades de 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona, pero en el ,300 Winchester Magnum.
La Figura 10 es un gráfico que muestra el flujo de calor para formulaciones de propelentes basadas en las mismas dimensiones de grano que incorporan 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona en comparación con un propelente de tipo DNT estándar.
La Figura 11 es una serie de gráficos que muestran la estabilidad balística de las formulaciones de propelentes basadas en las mismas dimensiones de grano que incorporan 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona en comparación con un propelente de tipo DNT estándar.
La Figura 12 presenta dos gráficos que muestran la dispersión térmica balística de la presión y la velocidad de munición envejecida disparada en una plataforma de prueba de 5,56 mm.

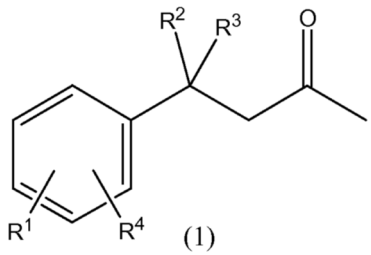
Descripción detallada

La invención se refiere en general a modificadores de velocidad de combustión y propelentes que comprenden un modificador de velocidad de combustión. La invención también se refiere a procedimientos para producir un propelente que comprende un modificador de velocidad de combustión, así como un cartucho de municiones que comprende el propelente.

A continuación, los inventores han descrito las características del procedimiento y el modificador de velocidad de combustión y propelente. Todas las características descritas a continuación se aplican independientemente a los procedimientos y los productos de la invención.

Compuestos

La presente invención implica el uso de un compuesto de fórmula 1



(1)

en la que

R^1 se selecciona del grupo que consiste en H, -OH, -O(alquilo C_{1-4}), -alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo $C_{1-4})_2$, $-NO_2$, $-NHNH_2$, -N(alquilo $C_{1-4})NH_2$ y -CN;
R^2 se selecciona del grupo que consiste en -H, -OH, -O-(alquilo C_{1-4}), -alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo $C_{1-4})_2$, $-NO_2$, $-NHNH_2$, -N(alquilo $C_{1-4})NH_2$ y -CN;
R^3 se selecciona del grupo que consiste en –H y alquilo C_{1-4}; y
R^4 se selecciona del grupo que consiste en -H, -OH, -O(alquilo C_{1-4}),-alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo $C_{1-4})_2$, $-NO_2$, $-NHNH_2$, -N(alquilo $C_{1-4})NH_2$ y -CN; y en la que al menos uno de R^1, R^2 y R^4 es OH.

En algunas realizaciones, R^1 se selecciona del grupo que consiste en OH, O-(alquilo C_{1-4}) y alquilo C_{1-4}. En otras realizaciones, R^1 se selecciona del grupo que consiste en OH y O-(alquilo C_{1-4}). En una realización particularmente preferente, R^1 es OH.

R^1 puede estar en cualquier posición alrededor del anillo aromático. Por ejemplo, R^1 puede estar en la posición orto, meta o para. En algunas realizaciones, R^1 está en la posición para.

En algunas realizaciones, R^2 se selecciona del grupo que consiste en H, OH, O-(alquilo C_{1-4}) y alquilo C_{1-4}. En otras realizaciones, R^2 se selecciona del grupo que consiste en H, OH y O-(alquilo C_{1-4}). En una realización particularmente preferente, R^2 es H.

En algunas realizaciones preferentes, R^3 es H.

En algunas realizaciones, R^4 se selecciona del grupo que consiste en H, OH, O-(alquilo C_{1-4}) y alquilo C_{1-4}. En otras realizaciones, R^4 se selecciona del grupo que consiste en H, OH y O-(alquilo C_{1-4}). En una realización particularmente preferente, R^4 es H.

R^4 puede estar en cualquier posición alrededor del anillo aromático. Por ejemplo, R^4 puede estar en la posición orto, meta o para. En algunas realizaciones, R^4 está en la posición orto o meta.

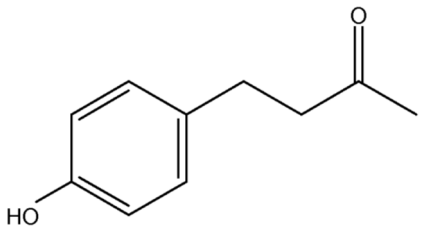
En una realización, R^1 es OH, R^2 es H, R^3 es H y R^4 es R^1 es H.

El término alquilo C_{1-4} se refiere a un grupo alquilo ramificado o no ramificado que tiene de uno a cuatro átomos de carbono inclusive. Los ejemplos de grupos alquilo C_{1-4} incluyen metilo, etilo, n-propilo, isopropilo, n-butilo, isobutilo, sec-butilo y terc-butilo. Esta definición se aplica a las referencias a alquilo C_{1-4} solo o como parte de un sustituyente como -O(alquilo C_{1-4}), -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo $C_{1-4})_2$ o -N(alquilo $C_{1-4})NH_2$.

El compuesto de fórmula 1 funciona como un modificador de velocidad de combustión. El modificador de velocidad de combustión puede ser específicamente un medio retardador de velocidad de combustión. El modificador de velocidad de combustión o el medio retardador de velocidad de combustión pueden denominarse alternativamente como un medio retardador de combustión.

El compuesto de fórmula 1 tiene preferentemente un punto de fusión de aproximadamente 50 a aproximadamente 90 °C. Por ejemplo, el punto de fusión puede ser de aproximadamente 55 a aproximadamente 85 °C, tal como de aproximadamente 60 a aproximadamente 80 °C, o de aproximadamente 65 a aproximadamente 75 °C. En algunas realizaciones, el compuesto de fórmula 1 tiene un punto de fusión de al menos aproximadamente 50 °C. Por ejemplo, el punto de fusión puede ser al menos aproximadamente 60 °C, tal como al menos aproximadamente 65 °C, o al menos aproximadamente 70 °C.

En algunas realizaciones, el compuesto de fórmula 1 es 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona.



Aunque se prefiere este compuesto, se aprecia que los compuestos relacionados estructuralmente y con las propiedades físicas también pueden funcionar de acuerdo con la 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona.

El solicitante realizó pruebas que demuestran la eficacia de la 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona como modificador de velocidad de combustión. Las pruebas mostraron que la 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona tiene propiedades de modificación de la velocidad de combustión sorprendentemente mejores que incluso el DNT preferido por la industria, pero sin los inconvenientes de toxicidad y carcinogenicidad. En particular, la 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona mejora el rendimiento del propelente de grano pequeño hasta el punto en que el rendimiento balístico del grano pequeño es similar a un gránulo significativamente más grande que está revestido con DNT. Esto permite cargar más propelente en una caja de cartucho, lo que resulta en un rendimiento mejorado. La aplicación de granos más pequeños para cargas más grandes mejora la eficiencia de la combustión de la carga total, lo que significa menos desperdicio de propelente, menos fogonazos de la boca y cargas de propelente de combustión más limpias, un resultado deseable para municiones comerciales y militares. Las formulaciones de granos anteriores que dependían del DNT como modificador de velocidad de combustión no podían suministrar estos resultados en la misma medida.

Las pruebas realizadas por el presente solicitante también revelaron que los propelentes que comprenden 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona eran más estables a la degradación térmica que la variante estándar de DNT. Además, las pruebas revelaron que la estabilidad de los propelentes aumentó en relación con la cantidad de 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona utilizada. Las pruebas balísticas de municiones que comprenden propelente que contiene 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona mostraron un rendimiento balístico consistente con municiones que contienen DNT.

En base a lo anterior, en una realización, un propelente que comprende un compuesto de fórmula 1 tiene una mayor estabilidad frente a la degradación térmica que un propelente equivalente que tiene DNT en lugar del compuesto de fórmula 1.

Material energético

El propelente de la presente invención comprende un material energético. El término material energético incluye cualquier material que pueda quemarse para generar un gas propelente para propulsar un proyectil.

En algunas realizaciones, el material energético se selecciona del grupo que consiste en polvo negro, perclorato de amonio, hexógeno, butanotrioltrinitrato, dinitrato de etilenoglicol, dinitrato de dietilenglicol, tetranitrato de eritritol, octógeno, hexanitroisowurtzitane, trinitrato de metriol, N-metilnitramina, tetranitrato de pentaeritritol, tetranitrobenzolamina, trinitrotolueno, nitroglicerina, nitrocelulosa, hexanitrato de manitol, dinitrato de trietilenglicol, guanidina, nitroguanidina, 3-nitro-1,2,4-triazol-5-ona, nitrato de amonio, dinitrato de propanodiol, hexamina, 5-aminotetrazol, metiltetrazol, feniltetrazol, poliglicidilnitrato, poliglicidilazida, poli [3-nitratometil-3-metiloxitano], poli[3-nitratometil-3-metiloxitano], poli[3-azidometil-3-metiloxitano], poli[3,3-bis(azidometil)oxitano], polímeros de ciclodextrina nitrada, nitrato de poliglicidilo y combinaciones de los mismos.

En algunas realizaciones específicas, el material energético se selecciona del grupo que consiste en nitroglicerina, nitrocelulosa y combinaciones de los mismos.

En algunas realizaciones, el propelente comprende un único material energético. Por ejemplo, el propelente solo puede comprender nitrocelulosa. En tales circunstancias, el material energético puede denominarse "base única" y el propelente puede denominarse "propelente de base única". En otras realizaciones, el propelente puede comprender dos materiales energéticos. Por ejemplo, el propelente puede comprender nitrocelulosa y nitroglicerina. En tales casos, el material energético puede denominarse "base doble" y el propelente puede denominarse "propelente de base doble". En otras realizaciones adicionales, el propelente puede comprender más de dos materiales energéticos. Por ejemplo, el propelente puede comprender nitrocelulosa, nitroguanidina y nitroglicerina. En tales circunstancias, el material energético puede denominarse "base múltiple" y el propelente puede denominarse "propelente de base múltiple".

En una realización, el material energético es nitrocelulosa.

El material energético puede estar en cualquier forma que sea adecuada para su incorporación en un cartucho de municiones para un arma de fuego.

En algunas realizaciones, el material energético está en forma de gránulos. El término "gránulo" también puede denominarse "grano" o "sedimento".

El material energético de los gránulos se puede preparar por cualquier procedimiento conocido en la técnica. Por ejemplo, se puede extrudir una suspensión o masa de material energético, o el material energético en forma de partículas se puede comprimir en un gránulo de material energético. En otra realización, las partículas de material energético pueden fusionarse y conformarse en aglomerados bombeando una suspensión a través de tubos de conformación. En algunas realizaciones, los aglomerados pueden tener una forma sustancialmente esférica. Los aglomerados pueden denominarse partículas.

En una realización, el material energético se prepara extrudiendo una suspensión o masa de material energético para formar un extrusado y granulando el extrusado. El término "granulación" se refiere al procedimiento de dividir o cortar un extrusado en gránulos. En algunas realizaciones, la suspensión o la masa de material energético se extrude para formar un cordón extruido y el cordón extruido se corta a la longitud deseada para formar gránulos. Los gránulos pueden ser de cualquier tamaño adecuado para su uso en municiones.

Como consecuencia de las etapas de procesamiento descritas anteriormente, los gránulos también pueden denominarse aglomerados, granos o partículas.

Los gránulos pueden tener cualquier forma. En algunas realizaciones, los gránulos tienen una dimensión axial con una sección transversal consistente. Por ejemplo, el gránulo puede tener una sección transversal sustancialmente circular o la sección transversal puede ser elíptica o cualquier otra forma similar. En algunas realizaciones, los gránulos tienen forma cilíndrica.

Los gránulos pueden tener cualquier tamaño adecuado para su uso en municiones. En algunas realizaciones, los gránulos tienen una longitud de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 25 mm. Por ejemplo, los gránulos pueden tener aproximadamente 0,3 a aproximadamente 20 mm de longitud, tal como aproximadamente 0,5 a aproximadamente 12 mm de longitud, o aproximadamente 0,7 a aproximadamente 5 mm de longitud, o aproximadamente 1 a aproximadamente 2 mm de longitud.

En algunas realizaciones, los gránulos tienen un diámetro de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 20 mm. Por ejemplo, los gránulos pueden tener un diámetro de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 15 mm, tal como aproximadamente 0,4 a aproximadamente 12 mm, o aproximadamente 0,5 a aproximadamente 10 mm, o aproximadamente 0,6 a aproximadamente 5 mm, o aproximadamente 0,7 a aproximadamente 1 mm.

Los gránulos pueden tener una longitud mayor que el diámetro. En estas realizaciones, los gránulos pueden denominarse barras. En algunas realizaciones, la longitud de las barras puede ser de aproximadamente 6 a aproximadamente 14 mm, tal como de aproximadamente 8 a aproximadamente 12 mm. En algunas realizaciones, el diámetro de las barras puede ser de aproximadamente 0,6 a aproximadamente 1,2 mm, tal como de aproximadamente 0,7 a aproximadamente 1 mm.

Los gránulos se secan después de la granulación, durante lo cual se pueden contraer ligeramente. Esta contracción puede tenerse en cuenta al granular los gránulos o al comprimir las partículas de material energético. Los gránulos contraídos pueden tener cualquier tamaño adecuado para ser usado en municiones. En algunas realizaciones, los gránulos tienen una longitud de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 25 mm. Por ejemplo, los gránulos pueden tener aproximadamente 0,3 a aproximadamente 20 mm de longitud, tal como aproximadamente 0,5 a aproximadamente 12 mm de longitud, o aproximadamente 0,7 a aproximadamente 5 mm de longitud, o aproximadamente 1 a aproximadamente 2 mm de longitud.

En algunas realizaciones, los gránulos tienen un diámetro de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 20 mm. Por ejemplo, los gránulos pueden tener un diámetro de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 15 mm, tal como aproximadamente 0,4 a aproximadamente 12 mm, o aproximadamente 0,5 a aproximadamente 10 mm, o aproximadamente 0,6 a aproximadamente 5 mm, o aproximadamente 0,7 a aproximadamente 1 mm.

Cuando los gránulos contraídos son barras, la longitud de las barras puede ser de aproximadamente 6 a aproximadamente 14 mm, tal como de aproximadamente 8 a aproximadamente 12 mm. En algunas realizaciones, el diámetro de las barras puede ser de aproximadamente 0,6 a aproximadamente 1,2 mm, tal como de aproximadamente 0,7 a aproximadamente 1 mm.

En algunas realizaciones, los gránulos comprenden una perforación para mejorar las tasas de combustión más adelante en el ciclo de combustión y hacer que los gránulos sean más progresivos durante la combustión. Expresado de otra manera, en algunas realizaciones, los gránulos comprenden una o más perforaciones. Las

perforaciones aumentan el área superficial del gránulo y pueden dar como resultado una velocidad de combustión moderada adicional tras la aplicación del compuesto de fórmula 1. En algunas realizaciones, las perforaciones dan como resultado una velocidad de combustión moderada adicional en las primeras etapas del ciclo balístico.

El término "perforación" se refiere a una abertura en el gránulo. Los términos alternativos para "perforación" son canal, calibre y cavidad. La perforación puede extenderse a través del gránulo. En algunas realizaciones, la perforación se extiende axialmente a través del gránulo.

La perforación puede tener cualquier diámetro adecuado para el tamaño del gránulo. En algunas realizaciones, la perforación tiene un diámetro de aproximadamente 50 a aproximadamente 1000 µm. Por ejemplo, la perforación puede tener un diámetro de aproximadamente 50 a aproximadamente 700 µm, tal como aproximadamente 50 a aproximadamente 500 µm, o aproximadamente 100 a aproximadamente 300 µm.

Puede haber más de una perforación en cada gránulo. En algunas realizaciones, existe una perforación única. En otras realizaciones, existen múltiples perforaciones. En una realización particular, existe una única perforación central. En otras realizaciones, existen al menos 2 perforaciones, por ejemplo, al menos 3 perforaciones, o al menos 4 perforaciones, o al menos 5 perforaciones.

Cuando el material energético se fabrica por extrusión, el extrusado puede extrudirse con una o más perforaciones.

<u>El propelente</u>

El propelente comprende un material energético y un compuesto de fórmula 1. El material energético y el compuesto de fórmula 1 pueden combinarse de cualquier manera. En algunas realizaciones, el compuesto de fórmula 1 está en forma de un revestimiento sobre gránulos del material energético. Por lo tanto, en una realización, se proporciona un procedimiento para preparar un propelente que comprende gránulos de revestimiento de un material energético con un compuesto de fórmula 1.

El propelente puede comprender capas adicionales. Las capas adecuadas incluyen una capa de acabado, una capa de ignición y/o una capa de un segundo material energético.

En realizaciones en las que hay una capa de segundo material energético, el material energético que forma el núcleo del propelente se denominará un primer material energético. La capa del segundo material energético se puede seleccionar de la gama de materiales energéticos descritos anteriormente. La capa del segundo material energético es adecuadamente diferente del primer material energético.

En realizaciones en las que el propelente comprende una capa de ignición, la capa de ignición comprende un componente de ignición. El componente de ignición puede comprender una sal metálica de nitrato del grupo I.

En realizaciones en las que el propelente comprende una capa de acabado, la capa de acabado puede estar en forma de una capa de grafito. El grafito en la superficie es usualmente la etapa final de acabado, pero el grafito se puede completar antes o después del secado del propelente. En algunas realizaciones, la capa de acabado de grafito puede comprender un componente de ignición. Los ejemplos de componentes de ignición adecuados incluyen una o más sales metálicas de nitrato del grupo I.

La capa de acabado es generalmente la capa más externa del propelente. Las capas adicionales pueden ser capas completas alrededor del propelente o pueden ser capas parciales.

En una realización particular, el propelente es químicamente estable. En otra realización particular, el propelente es balísticamente estable. En una realización, el propelente es química y/o balísticamente más estable que un propelente equivalente que contiene DNT en lugar del compuesto de fórmula 1.

Revestimiento

El revestimiento del material energético puede llevarse a cabo mediante cualquier procedimiento conocido en la técnica. Por ejemplo, los gránulos de material energético pueden sumergirse en el compuesto de fórmula 1, o el compuesto de fórmula 1 puede revestirse por volteo o pulverizarse en los gránulos de material energético. El compuesto de fórmula 1 se puede aplicar como un líquido puro, polvo o como una solución.

En algunas realizaciones, el material energético está revestido con el compuesto de fórmula 1 en un recipiente. Los recipientes adecuados incluyen, pero no se limitan a, un revestidor volteador, granuladores, tubos de conformación, sinfines y mezcladores de cinta basados en la forma de medio tubo con cuchillas de mezcla helicoidal o sigmoidal.

En algunas realizaciones, el revestimiento se aplica a los gránulos de material energético en un recipiente conocido en la técnica como un "tambores de revestimiento" o "volteador". Este recipiente también puede ser conocido como un revestidor rotativo o un revestidor volteador. Dicho recipiente se denominará en la presente memoria descriptiva como "revestidor volteador". En estas realizaciones, los gránulos de material energético se añaden al revestidor volteador, el tambor del revestidor volteador se gira para provocar el volteo de los gránulos, y luego se agrega el compuesto de fórmula 1 para revestir los gránulos a medida que se voltean. En algunas realizaciones, el compuesto de fórmula 1 se agrega en una porción. En otras realizaciones, el compuesto de fórmula 1 se agrega en porciones para que los gránulos se revistan gradualmente. Se puede aplicar calor según se requiera para calentar los ingredientes en el revestidor volteador y fundir el compuesto de fórmula 1. El calor se puede aplicar mediante cualquier procedimiento conocido en la técnica. En algunas realizaciones, se usa calentamiento por vapor. En otras realizaciones, el calentamiento se efectúa mediante el revestimiento térmico del recipiente. La aplicación de calor permite que el compuesto de fórmula 1 cubra los gránulos, y puede mejorar la difusión del compuesto de fórmula 1 en las superficies de los gránulos de propelente.

En algunas realizaciones, los gránulos de material energético y el compuesto de fórmula 1 se mezclan en un recipiente bajo condiciones ambientales. Preferentemente, el recipiente es una máquina de revestimiento de tambor o una mezcladora de cinta. El recipiente puede tener cualquier tamaño adecuado para revestir una cantidad deseada de gránulos. Por ejemplo, el recipiente puede tener un tamaño adecuado para revestir varios cientos de kilogramos de gránulos por lote, o hasta una o más toneladas de gránulos por lote. El recipiente se cierra y se calienta, por ejemplo, agregando vapor, o mediante el uso de un recipiente revestido por calor. El calor (vapor) suaviza y funde el compuesto de fórmula 1 para permitirle formar un revestimiento sobre gránulos de material energético. Cualquier agrupación que se forme se rompe *in situ* a través del procedimiento de volteo y la presencia de humedad o solvente. Este procedimiento continúa hasta que se produce el producto revestido. La humedad o el solvente pueden estar presentes en cantidad suficiente para reducir la pegajosidad de los granos entre sí mientras se derrite el compuesto de fórmula 1 sobre los granos. En algunas realizaciones, el procedimiento continúa durante aproximadamente 150 minutos ("tiempo de ejecución"). Por ejemplo, el procedimiento puede continuar hasta aproximadamente 120 minutos, como hasta aproximadamente 90 minutos, o hasta aproximadamente 60 minutos, o hasta aproximadamente 30 minutos.

La temperatura a la que se debe calentar el recipiente (y, por lo tanto, la cantidad de vapor que se debe agregar) depende de la temperatura requerida para ablandar y fundir el compuesto de fórmula 1. En algunas realizaciones, el recipiente se calienta a una temperatura de al menos aproximadamente 50 °C. Por ejemplo, la temperatura puede ser al menos aproximadamente 60 °C, tal como al menos aproximadamente 65 °C, o al menos aproximadamente 70 °C, o al menos aproximadamente 80 °C. En algunas realizaciones, la temperatura es al menos aproximadamente 85 °C, por ejemplo, al menos aproximadamente 90 °C, o al menos aproximadamente 95 °C.

El revestimiento del compuesto de fórmula 1 no necesita permanecer como una capa externa separada en la superficie del gránulo de material energético. El compuesto de fórmula 1 puede difundirse o penetrar, parcial o totalmente, en una capa superficial o sub-superficial del material energético. En tales casos, el compuesto de fórmula 1 se extiende desde el interior del grano hasta la capa superficial. El compuesto de fórmula 1 puede distribuirse uniformemente desde la superficie o puede distribuirse de manera irregular dentro de los gránulos. El compuesto de fórmula 1 puede estar en una banda o región del gránulo que es en gran medida de tamaño uniforme por gránulo.

Si el compuesto de fórmula 1 se aplica de manera tal que se difunda en el material energético, el compuesto de fórmula 1 puede entrar en contacto con varios componentes propelentes.

Se entenderá que el término revestimiento se refiere a todas esas formas de revestimiento, incluido el revestimiento que permanece en la superficie del gránulo y el revestimiento que se ha difundido en la superficie. En particular, la expresión "revestimiento en la superficie de los gránulos" incluye el revestimiento que permanece en la superficie del gránulo y el revestimiento que se ha difundido en el gránulo.

Cuando se produce la difusión del compuesto de fórmula 1 en el gránulo de material energético, la capa de compuesto difuso de fórmula 1 puede denominarse banda retardada o región retardada. A continuación, cuando nos referimos al espesor de un revestimiento, este es el equivalente al espesor de la banda retardada para las realizaciones en las que el revestimiento se ha difundido a la superficie del gránulo.

El espesor del revestimiento (es decir, el espesor de la banda retardada) puede tener cualquier espesor que permita que el compuesto de fórmula 1 disminuya la velocidad de combustión del material energético de manera apropiada. En algunas realizaciones, el espesor del revestimiento es de aproximadamente 10 a aproximadamente 700 µm. Por ejemplo, el espesor puede ser de aproximadamente 15 a aproximadamente 500 µm, tal como aproximadamente de 20 a 400 µm, o de aproximadamente 50 a 300 µm.

La profundidad a la que el compuesto de fórmula 1 se difunde en el gránulo de material energético puede depender de cuánto tiempo el gránulo está en contacto con el compuesto, la concentración del compuesto que se aplica, la temperatura a la que se realiza el revestimiento y/o la interacción química entre la matriz de propelente y el compuesto. Por ejemplo, para obtener una banda retardada más delgada, se puede usar una rampa de temperatura inicial rápida y/o se puede usar un tiempo de ejecución más corto. Para obtener una banda retardada más gruesa, se puede usar una rampa de temperatura inicial más lenta y/o un tiempo de ejecución más largo. Además, cambiar la composición de la matriz de propelente puede cambiar la profundidad de penetración y, por lo tanto, el espesor de la banda retardada, en condiciones operativas predeterminadas.

Están disponibles medios adicionales para gestionar la difusión del compuesto en el gránulo, incluida la técnica no limitante de solvatación. Durante la solvatación, los compuestos de fórmula 1 pueden disolverse en varios solventes orgánicos y aplicarse a los gránulos como una solución que se difunde en los gránulos, llevando consigo el compuesto de fórmula 1 que se deposita dentro de los gránulos a una profundidad relacionada con la temperatura, solubilidad y concentración de la solución. Las técnicas de solvatación incluyen la aplicación a gránulos de propelente de soluciones de compuestos de fórmula 1, solventes para gestionar el transporte de compuestos de fórmula a las emulsiones de compuestos de fórmula 1.

Preferentemente, el compuesto de fórmula 1 se difunde en los gránulos de material energético con un perfil de concentración exponencial de tal manera que la curva de disminución exponencial se aproxima al perfil de concentración. En otras palabras, la concentración del modificador de velocidad de combustión está en un punto máximo por debajo de la superficie granular, y la concentración disminuye aproximadamente exponencialmente medida a medida que aumenta la profundidad de penetración en la región retardada y hacia afuera de la región retardada.

El compuesto de fórmula 1 está presente en el propelente en una cantidad que es suficiente para retardar la velocidad de combustión de la superficie exterior del gránulo de energía. material en comparación con la velocidad de combustión sin la presencia del compuesto. En algunas realizaciones, el compuesto de fórmula 1 está presente en cantidades de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 10% en peso del propelente. Por ejemplo, el compuesto de fórmula 1 puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 8%, tal como aproximadamente 0,5 a aproximadamente 6,5%, o aproximadamente 0,7 a aproximadamente 6%. Lo más preferentemente, el compuesto de fórmula 1 está presente en una cantidad de aproximadamente 1 a aproximadamente 5% en peso del propelente.

El compuesto de fórmula 1 puede revestir toda la superficie del gránulo. Alternativamente, el compuesto de fórmula 1 puede revestir parte de la superficie del gránulo. Por ejemplo, el compuesto de fórmula 1 puede revestir la superficie exterior del gránulo, o el compuesto de fórmula 1 puede revestir la superficie del gránulo dentro de la región perforada, o el compuesto de fórmula 1 puede revestir las superficies externa e interna del gránulo.

La aplicación del compuesto de fórmula 1 como revestimiento no impide la inclusión del compuesto como refrigerante en toda la composición.

En algunas realizaciones puede no haber revestimiento y el compuesto de fórmula 1 se dispersa uniformemente por todo el gránulo. En este caso, el compuesto de fórmula 1 puede funcionar como un modificador de velocidad de combustión.

En algunas realizaciones, el propelente puede comprender una segunda capa de un modificador de velocidad de combustión diferente. En algunas realizaciones, la segunda capa puede comprender un compuesto de fórmula 1 que es diferente al compuesto de fórmula 1 en la primera capa. En otras realizaciones, la segunda capa puede comprender cualquier modificador de velocidad de combustión conocido en la técnica. Ejemplos de modificadores de velocidad de combustión adecuados incluyen, pero no se limitan a, dinitrotolueno, acetil trietil citrato, trietil citrato, tri-n-butil citrato, tributil acetil citrato, acetil tri-n-butil citrato, acetil tri-n-hexil citrato, n-butiril tri-n-hexilcitrato, adipato de di-n-butilo, adipato de diisopropilo, adipato de diisobutilo, adipato de dietilhexilo, adipato de nonil undecilo, adipato de n-decil-n-octilo, adipato de dibutoxi etoxi etilo, adipato de dimetilo, adipato de hexil octil decilo, adipato de diisononilo, ftalato de dibutilo, ftalato de dietilo, ftalato de diamilo, ftalato de nonilundecilo, ftalato de bis(3,5,5-trimetilhexilo), di-n-propilladipato, sebacato de di-n-butilo, sebacato de dioctilo, sebacato de dimetilo, dietil difenilurea, dimetil difenil urea, di-n-butil ftalato, di-n-hexil ftalato, dinonil undecil ftalato, nonil undecil ftalato, dioctil tereftalato, dioctil isoftalato, diisononiléster de ácido 1,2-ciclohexano dicarbónico, dibutil maleato, dinonil maleato, diisooctil maleato, dibutil fumarato, dinonil fumarato, dimetil sebacato, dibutil sebacato, diisooctil sebacato, azelato de dibutilo, dibenzoato de dietilenglicol, trimelato de trioctilo, fosfato de trioctilo, estearato de butilo, metilfeniluretano, N-metil-N-feniluretano, etil difenil carbamato, alcanfor, goma arábiga, gelatina, colofonia, ésteres de colofonia modificada, resinas de ácidos dibásicos y alcoholes grasos alquílicos, poliésteres de peso molecular 1.500 - 30.000 a base de alcoholes dihidroxilados y ácidos dibásicos, y combinaciones de los mismos.

Aditivos

En algunas realizaciones, el propelente además comprende un aditivo seleccionado del grupo que consiste en plastificantes, estabilizadores, supresores de fogonazo, mejoradores de desgaste del cañón y combinaciones de los mismos.

En algunas realizaciones, el aditivo se incorpora dentro de los gránulos de material energético. En otras realizaciones, el aditivo se incorpora con el compuesto de fórmula 1. En otras realizaciones adicionales, el aditivo se puede incorporar dentro de los gránulos de material energético y con el compuesto de fórmula 1. Se puede lograr la incorporación del aditivo dentro de los gránulos de material energético agregando el aditivo a la suspensión o masa de material energético, que luego se forma en gránulos.

El término "plastificante" se refiere a un compuesto que imparte homogeneidad y plasticidad al material energético. En algunas realizaciones, el plastificante se puede seleccionar del grupo que consiste en dietilftalato, alcanfor, dibutilftalato, adipato de di-n-propilo, metilfenil uretano, estearato de calcio, estearato de butilo, nitroglicerina y combinaciones de los mismos.

El término "estabilizador" se refiere a cualquier compuesto que pueda usarse para estabilizar el material energético. En algunas realizaciones, el estabilizador se puede seleccionar del grupo que consiste en hidrogenocarbonato de sodio, carbonato de calcio, óxido de magnesio, akarditas, centralitas, 2-nitrosodifenilamina, difenilamina, N-metil-p-nitroanilina y combinaciones de los mismos.

El término "supresor de fogonazo" se refiere a cualquier compuesto que pueda usarse para suprimir el fogonazo de la boca de un arma de fuego. En algunas realizaciones, el supresor de fogonazo se puede seleccionar del grupo que consiste en sales de potasio de ácidos orgánicos, sulfato de potasio, carbonato de potasio, bicarbonato de potasio y combinaciones de los mismos.

El término "mejoradores de desgaste del cañón" se refiere a cualquier compuesto que pueda usarse para reducir el desgaste del cañón. En algunas realizaciones, el mejorador de desgaste del cañón se puede seleccionar del grupo que consiste en bismuto, óxido de bismuto, citrato de bismuto, subcarbonato de bismuto, plomo, carbonato de plomo, otras sales de plomo y bismuto y combinaciones de los mismos.

Municiones

En una realización, se proporciona un cartucho de municiones que comprende el propelente. El cartucho de munición usualmente comprende una vaina, el propelente descrito anteriormente, un fulminante y un proyectil.

El propelente de la presente invención es adecuado para su uso en una amplia gama de armas de fuego. Es particularmente adecuado para su uso en armas de fuego de calibre ,22 - ,224, armas de fuego de calibre ,243, armas de fuego de calibre ,27, armas de fuego de calibre 6 mm, armas de fuego de calibre 7 mm, armas de fuego de calibre ,30, armas de fuego de calibre 8 mm, armas de fuego de calibre ,338 hasta armas de fuego de calibre ,50 e incluso es adecuado para armas de fuego de calibre mediano a grande.

La vaina puede estar fabricada de cualquier material que sea lo suficientemente resistente y grueso como para no romperse durante la combustión del propelente. La vaina puede tener cualquier tamaño y el tamaño dependerá del arma de fuego en la que se vaya a utilizar el cartucho. Los materiales y la construcción de la vaina convencional son bien conocidos en la técnica y se aplican a la presente solicitud.

El fulminante, o compuesto de cebado, puede estar compuesto de cualquier sustancia que sea capaz de producir calor para inflamar el propelente. Los ejemplos de compuestos de cebado incluyen, pero no se limitan a, azida de plomo (dextrinada), estireno de plomo, fulminato de mercurio y sus combinaciones. En algunas realizaciones, el compuesto de cebado es ASA (aluminio, estifnato de plomo, azida de plomo).

El proyectil puede ser cualquier objeto que se pueda ser proyectado desde la boca de un sistema de arma de fuego al quemar el propelente. Los ejemplos de proyectiles incluyen, entre otros, balas, monopostas, postas, perdigones, balines, bolas, tacos, cohetes y balas de cañón. En algunas realizaciones, el proyectil se selecciona del grupo que consiste en una bala, una monoposta y una bola.

Ventajas

Los compuestos de fórmula 1 contienen solo carbono, hidrógeno, oxígeno y, en algunos casos, moléculas de nitrógeno y no contienen elementos potencialmente tóxicos o peligrosos como los halógenos. Los compuestos son menos tóxicos que el DNT, son compatibles con materiales energéticos como la nitrocelulosa y son estables en el tiempo (tanto química como balísticamente). Los compuestos de fórmula 1 tienen propiedades de modificación de la velocidad de combustión tan buenas como el DNT, pero sin los inconvenientes de toxicidad y

carcinogenicidad. De hecho, los compuestos de fórmula 1 tienen propiedades de modificación de la velocidad de combustión sorprendentemente mejores que incluso el DNT preferido por la industria, lo que los hace adecuados para su uso en propelentes y cartuchos de municiones.

Ejemplos

La invención se describirá ahora con referencia a los siguientes ejemplos no limitantes.

Tabla 1

Modificador de velocidad de combustión	% p/p	Balance de propelente y oxígeno %	Gas @ STP (l/g)	Gas @ 2950K (l/g)
DNT	6,5	-34,0	0,96	9,47
4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona/glicerol	1,0	-30,5	0,94	9,26

El modificador de velocidad de combustión, 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona, se sometió a pruebas comparativas contra DNT. Los resultados de un conjunto de pruebas se exponen en la Tabla 1 anterior. El trabajo de prueba comparativo implicó la preparación de gránulos de material energético de nitrocelulosa que tienen una longitud promedio de aproximadamente 1,4 mm y un diámetro promedio de aproximadamente 0,7 mm. Los gránulos tenían una perforación central única de aproximadamente 50 µm de diámetro. Los gránulos se revistieron con DNT o 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona en las cantidades indicadas en la Tabla para formar propelente. Los resultados de la prueba mostraron que el balance de propelente y oxígeno para el propelente de 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona fue de -30,5% en comparación con -34,0% para el propelente de DNT.

Los resultados de la prueba también mostraron que el gas a temperatura y presión estándar para el propelente de 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona fue de 0,94 l/g en comparación con 0,96 l/g para el propelente de DNT y el gas a 2950K para el propelente de 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona fue 9,26 l/g en comparación con 9,47 l/g para el propelente de DNT.

Estos datos demuestran que la 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona es un buen sustituto del DNT. De hecho, la 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona se puede usar en cantidades más bajas que DNT y lograr un resultado similar.

Los propelentes se cargaron posteriormente en cartuchos y se dispararon bajo condiciones de prueba en cañones de prueba en un intervalo interior que mide la presión de la cámara conforme a la caja con piezómetros electrónicos y la velocidad del proyectil con pantallas electrónicas de detección de recorrido de disparo conectadas a un aparato analítico que procesa los datos brutos del sensor para cada disparo. Las comparaciones balísticas se pueden apreciar en las Figuras 5 a 7.

La Figura 1 es una ilustración esquemática que muestra la composición de un propelente de acuerdo con una realización de la invención. El propelente que se muestra en la Figura 1 tiene la forma de un gránulo que tiene una perforación central única. El material energético (1) se ha revestido en una capa del modificador de velocidad de combustión de la invención (3). El propelente puede comprender una segunda capa de un modificador de velocidad de combustión diferente (2) o esta región puede representar más material energético. En esta realización, el modificador de velocidad de combustión está revestido en la superficie exterior del gránulo y la superficie del gránulo dentro de la región perforada. El propelente además comprende una capa de ignición (4), que está opcionalmente cubierta con un esmalte superficial de grafito, pero puede contener otros materiales conocidos por los expertos en la técnica, por ejemplo, sales metálicas de nitrato.

El gránulo propelente de la Figura 1 puede prepararse extrudiendo una masa o suspensión de material energético con una única perforación central para formar un cordón extruido, y luego cortando el cordón extruido a la longitud requerida. El gránulo puede secarse, durante lo cual puede contraerse ligeramente. El gránulo puede revestirse luego en una primera capa de modificador de velocidad de combustión (y opcionalmente una segunda capa de un modificador de velocidad de combustión diferente) y finalmente revestirse con la capa de ignición.

La Figura 2 muestra la eficiencia de revestimiento de 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona (expresada como porcentaje) en un propelente de nitrocelulosa estándar (aproximadamente 1,5 mm de largo, 0,7 mm de diámetro y perforación de 140 µm) de 13,15% de nitrógeno a una escala de fabricación de 1 kg (escala de laboratorio de bajo volumen) y 2 kg (escala de laboratorio de alto volumen). Este gráfico muestra que un mayor volumen da como resultado una mejor eficiencia del revestimiento.

La Figura 3 es un gráfico de superposición para las tendencias balísticas de presión y velocidad para muestras de propelente tomadas en varios momentos de un revestimiento de producción con 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona

sobre gránulos de material energético de nitrocelulosa de aproximadamente 1,5 mm de largo, 0,8 mm diámetro y perforación de 140 µm a una temperatura de 84 °C. La construcción de municiones incluía la vaina Winchester y el fulminante de fusil grande junto con el proyectil de cola de barco de punta hueca Sierra de 168 granos.

La Figura 4 muestra un gráfico de superposición para las tendencias balísticas de presión y velocidad para muestras de propelente tomadas en varios momentos de un revestimiento de producción con 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona sobre gránulos de material energético de nitrocelulosa de aproximadamente 1,5 mm de largo, 0,8 mm diámetro y perforación de 140 µm a una temperatura de 78 °C. La construcción de municiones incluía la vaina Winchester y el fulminante de fusil grande junto con el proyectil de cola de barco de punta hueca Sierra de 168 granos.

La Figura 5 muestra una comparación de rendimiento entre un propelente de nitrocelulosa revestido con DNT disponible comercialmente de la técnica anterior (aproximadamente 1,5 mm de largo, 0,8 mm de diámetro y perforación de 140 µm - AR2206H) frente a un propelente experimental de nitrocelulosa (1,5 mm de largo, 0,7 mm de diámetro y perforación de 50) incluyendo un revestimiento de 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona. La construcción de municiones incluía la vaina Winchester y el fulminante de fusil grande junto con el proyectil de cola de barco de punta hueca Sierra de 168 granos.

La Figura 6 muestra un gráfico de comparación de rendimiento para la presión y la velocidad de un propelente de nitrocelulosa revestido con DNT disponible comercialmente de la técnica anterior (aproximadamente 1,5 mm de largo, 1,0 mm de diámetro, perforación de 180 µm - AR2209) contra un propelente de nitrocelulosa (1,5 mm de largo, 0,7 mm de diámetro y perforación de 50 µm) incluyendo un revestimiento de 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona. La munición comprendía la vaina Winchester, el fulminante de fusil grande Tulammo y el proyectil de cola de barco de punta hueca Sierra de 168 granos. El gráfico muestra una ventaja de rendimiento obtenida con el propelente experimental que solo se puede lograr reemplazando DNT en la composición del propelente con un compuesto de fórmula 1.

La Figura 7 muestra un gráfico de comparación de rendimiento para la presión y la velocidad de un propelente de nitrocelulosa revestido con DNT disponible comercialmente de la técnica anterior (aproximadamente 1,5 mm de largo, 1,15 mm de diámetro, perforación de 180 µm) contra un propelente de nitrocelulosa (1,5 mm de largo, 0,8 mm de diámetro y 140 perforación de µm) incluyendo un revestimiento de 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona. La munición comprendía la vaina Winchester, el fulminante de fusil grande Tulammo y el proyectil de cola de barco de punta hueca Sierra de 168 granos. El gráfico muestra que para la misma carga volumétrica de propelentes del tipo diferente, es posible una ventaja de rendimiento significativa con los propelentes fabricados con el compuesto de fórmula 1.

La Figura 8 muestra un gráfico de superposición de propelentes de nitrocelulosa experimentales (1,5 mm de largo, 0,7 mm de diámetro y perforación de 50 µm) que incluye un revestimiento de 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona ("HPK") en varios niveles (0,3% a 3,6%) en un sistema de calibre ,308 Winchester. La construcción de municiones incluía la vaina Winchester y el fulminante de fusil grande junto con el proyectil de cola de barco de punta hueca Sierra de 168 granos.

La Figura 9 muestra un gráfico de superposición de propelentes experimentales de nitrocelulosa (1,5 mm de largo, 0,8 mm de diámetro y perforación de 140 µm) que incluye un revestimiento de 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona ("HPK") en varios niveles (2,8% hasta 4%) en un sistema de calibre ,300 Winchester Magnum. La munición se construyó con la vaina Winchester, el fulminante de fusil grande Winchester y el proyectil de cola de barco de punta hueca Sierra de 180 granos. La Figura muestra cuán progresivo se vuelve el propelente mientras se aplica más 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona.

La Figura 10 muestra una traza de Calorimetría de Flujo de Calor, de acuerdo con el procedimiento STANAG 4582 aceptado, para tres muestras de pequeños propelentes a base de nitrocelulosa (1,39 mm de largo, 0,7 mm de diámetro, perforación de 50 µm) que incluye un revestimiento de DNT al 6%, 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona al 2% y 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona al 6%, respectivamente. La Figura muestra que los propelentes que comprenden 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona eran más estables a la degradación térmica que la variante estándar de DNT. Las pruebas también revelaron que la estabilidad de los propelentes aumentó en relación con la cantidad de 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona utilizada.

La Figura 11 muestra la estabilidad balística de dos muestras de propelentes a base de nitrocelulosa (1,39 mm de largo, 0,7 mm de diámetro, perforación de 50 µm) que incluye un revestimiento de DNT al 6% y 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona al 2%, respectivamente. La Figura muestra que las variaciones balísticas con respecto a las muestras no envejecidas fueron similares para cada modificador de velocidad de combustión en la plataforma de prueba de 5,56 mm. La munición se configuró en el estilo SS109 con un proyectil Nammo BNT. La Figura también muestra que la variación balística real en las tres semanas de envejecimiento artificial fue baja.

La Figura 12 muestra la dispersión térmica balística de dos muestras de propelentes a base de nitrocelulosa (1,39 mm de largo, 0,7 mm de diámetro, perforación de 50 µm) que incluye un revestimiento de DNT al 6% y 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona al 2%, respectivamente, medida a -15 °C, 21 °C y 52 °C, en la plataforma de prueba de 5,56 mm. La munición se configuró en el estilo SS109 con un proyectil Nammo BNT. La Figura muestra que la dispersión térmica balística durante el período de tres semanas no se vio significativamente afectada por el envejecimiento.

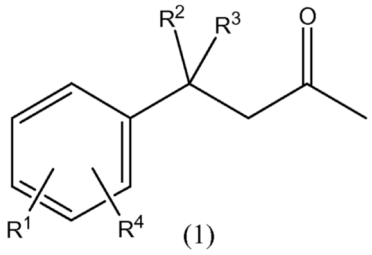
El uso de los términos "un", "uno", "una", "el" y "la" y referentes similares en el contexto de la descripción de la invención (especialmente en el contexto de las siguientes reivindicaciones) debe interpretarse para cubrir tanto el singular como el plural, a menos que se indique lo contrario en la presente memoria o que claramente quede contradicho por el contexto.

En las reivindicaciones siguientes y en la descripción anterior de la invención, excepto cuando el contexto requiera lo contrario debido a un lenguaje expreso o una implicación necesaria, la palabra "comprende" o variaciones tales como "comprende" o "que comprende" se usa en un sentido inclusivo, es decir, para especificar la presencia de las características indicadas, pero no para impedir la presencia o adición de características adicionales en diversas realizaciones de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un propelente que comprende:

un material energético; y
un compuesto de fórmula 1



en la que

R^1 se selecciona del grupo que consiste en H, -OH, -O(alquilo C_{1-4}), -alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo $C_{1-4})_2$, $-NO_2$, $-NHNH_2$, -N(alquilo $C_{1-4})NH_2$ y -CN;
R^2 se selecciona del grupo que consiste en -H, -OH, -O-(alquilo C_{1-4}), -alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo $C_{1-4})_2$, $-NO_2$, $-NHNH_2$, -N(alquilo $C_{1-4})NH_2$ y -CN;
R^3 se selecciona del grupo que consiste en –H y alquilo C_{1-4}; y
R^4 se selecciona del grupo que consiste en -H, -OH, -O(alquilo C_{1-4}),-alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo $C_{1-4})_2$, $-NO_2$, $-NHNH_2$, -N(alquilo $C_{1-4})NH_2$ y -CN; y en la que al menos uno de R^1, R^2 y R^4 es OH.

2. El propelente de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el material energético está en la forma de gránulos.

3. El propelente de acuerdo con la reivindicación 2, en el que los gránulos comprenden una perforación.

4. El propelente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el material energético se selecciona del grupo que consiste en polvo negro, perclorato de amonio, hexógeno, butanotrioltrinitrato, dinitrato de etilenoglicol, dinitrato de dietilenglicol, tetranitrato de eritritol, octógeno, hexanitroisowurtzitane, trinitrato de metriol, N-metilnitramina, tetranitrato de pentaeritritol, tetranitrobenzolamina, trinitrotolueno, nitroglicerina, nitrocelulosa, hexanitrato de manitol, dinitrato de trietilenglicol, guanidina, nitroguanidina, 3-nitro-1,2,4-triazol-5-ona, nitrato de amonio, dinitrato de propanodiol, hexamina, 5-aminotetrazol, metiltetrazol, feniltetrazol, poliglicidilnitrato, poliglicidilazida, poli [3-nitratometil-3-metiloxitano], poli[3-nitratometil-3-metiloxitano], poli[3-azidometil-3-metiloxitano], poli[3,3-bis(azidometil)oxitano], polímeros de ciclodextrina nitrada, nitrato de poliglicidilo y combinaciones de los mismos.

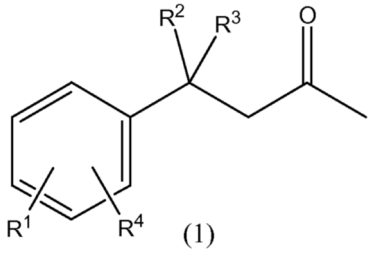
5. El propelente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el material energético es nitrocelulosa.

6. El propelente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que el compuesto de fórmula 1 está en forma de un revestimiento sobre la superficie de los gránulos.

7. El propelente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que además comprende una capa de grafito.

8. El propelente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el compuesto de fórmula 1 es 4-(4-hidroxifenil)butan-2-ona.

9. Uso de un compuesto de fórmula 1

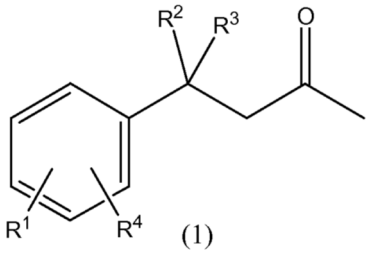


en la que

R^1 se selecciona del grupo que consiste en H, -OH, -O(alquilo C_{1-4}), -alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo C_{1-4})$_2$, -NO_2, -$NHNH_2$, -N(alquilo C_{1-4})NH_2 y -CN;
R^2 se selecciona del grupo que consiste en -H, -OH, -O-(alquilo C_{1-4}), -alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo C_{1-4})$_2$, -NO_2, -$NHNH_2$, -N(alquilo C_{1-4})NH_2 y -CN;
R^3 se selecciona del grupo que consiste en –H y alquilo C_{1-4}; y
R^4 se selecciona del grupo que consiste en -H, -OH, -O(alquilo C_{1-4}),-alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo C_{1-4})$_2$, -NO_2, -$NHNH_2$, -N(alquilo C_{1-4})NH_2 y -CN;
y en la que al menos uno de R^1, R^2 y R^4 es OH;

como un modificador de velocidad de combustión.

10. Un procedimiento para preparar un propelente, que comprende revestir gránulos de un material energético con un compuesto de fórmula 1 o dispersar un compuesto de fórmula 1 de manera uniforme a través de gránulos de material energético, en el que el compuesto de fórmula 1 es:



(1)

en la que

R^1 se selecciona del grupo que consiste en H, -OH, -O(alquilo C_{1-4}), -alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo C_{1-4})$_2$, -NO_2, -$NHNH_2$, -N(alquilo C_{1-4})NH_2 y -CN;
R^2 se selecciona del grupo que consiste en -H, -OH, -O-(alquilo C_{1-4}), -alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo C_{1-4})$_2$, -NO_2, -$NHNH_2$, -N(alquilo C_{1-4})NH_2 y -CN;
R^3 se selecciona del grupo que consiste en –H y alquilo C_{1-4}; y
R^4 se selecciona del grupo que consiste en -H, -OH, -O(alquilo C_{1-4}),-alquilo C_{1-4}, -NHalquilo C_{1-4}, -N(alquilo C_{1-4})$_2$, -NO_2, -$NHNH_2$, -N(alquilo C_{1-4})NH_2 y -CN;
y en la que al menos uno de R^1, R^2 y R^4 es OH.

11. El procedimiento según la reivindicación 10, en el que los gránulos de material energético se forman extrudiendo una suspensión o masa del material energético para formar un cordón extruido y cortar el cordón extruido.

12. El procedimiento de acuerdo la reivindicación 11, en el que el material energético se extruye con una perforación.

13. Un cartucho de municiones que comprende un propelente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

14. El cartucho de municiones según la reivindicación 13, que comprende una vaina, un fulminante y un proyectil.

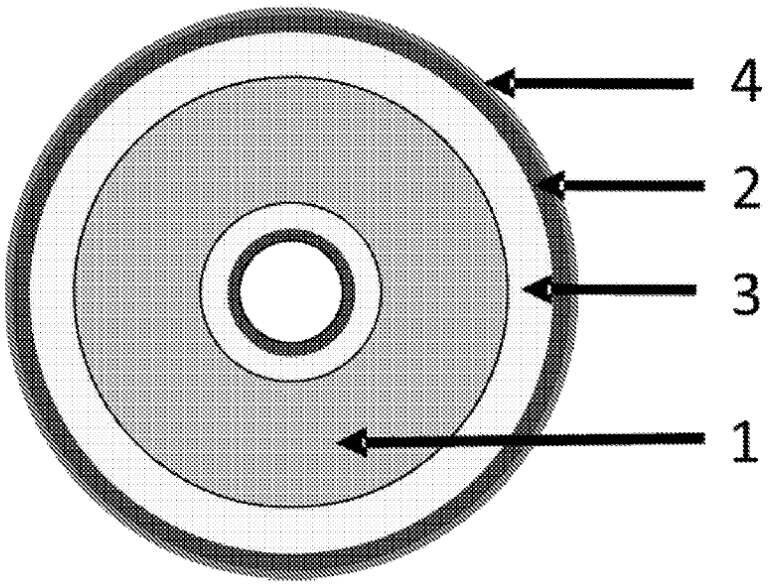


FIGURA 1

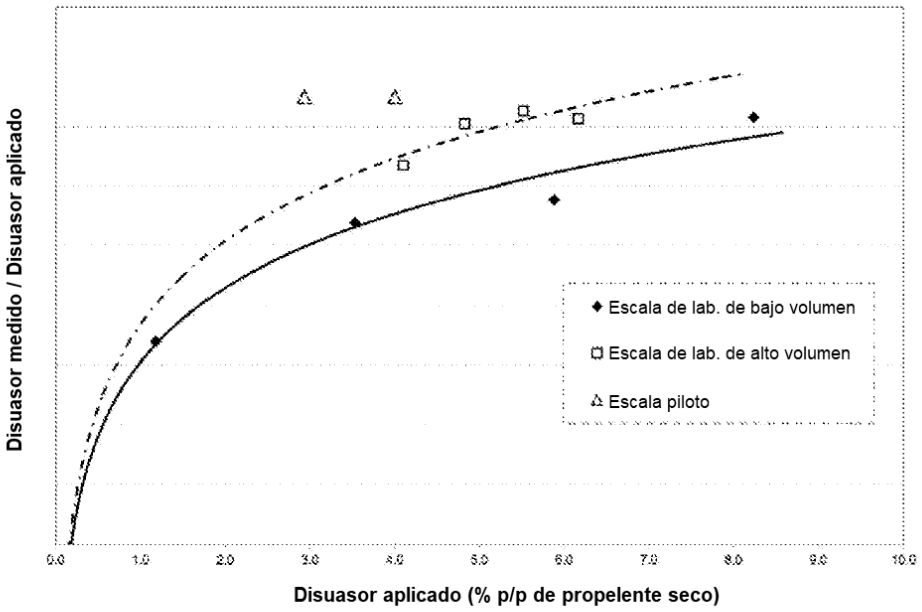


FIGURA 2

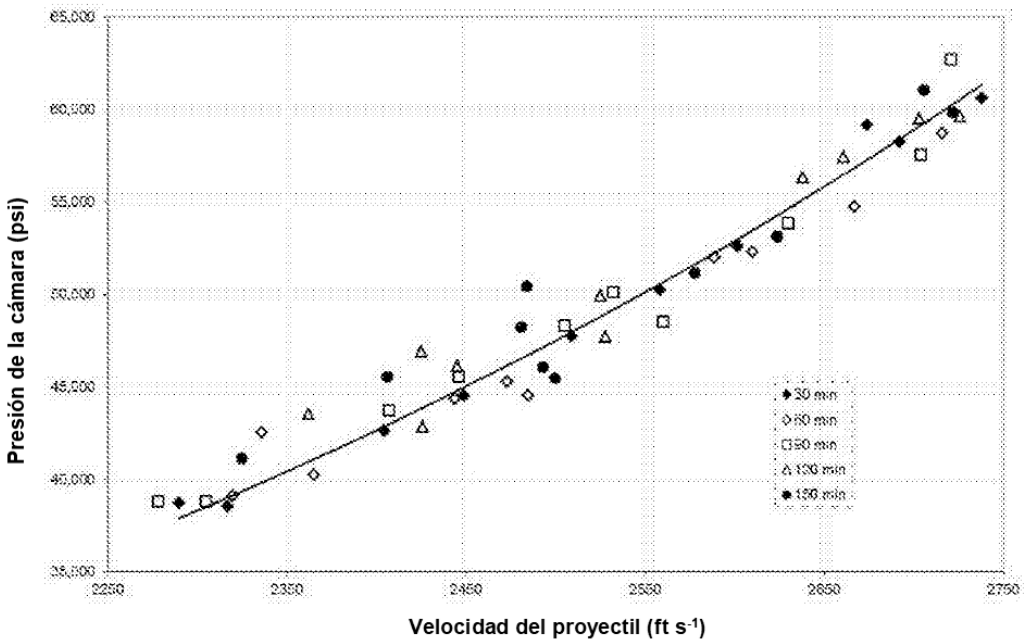


FIGURA 3

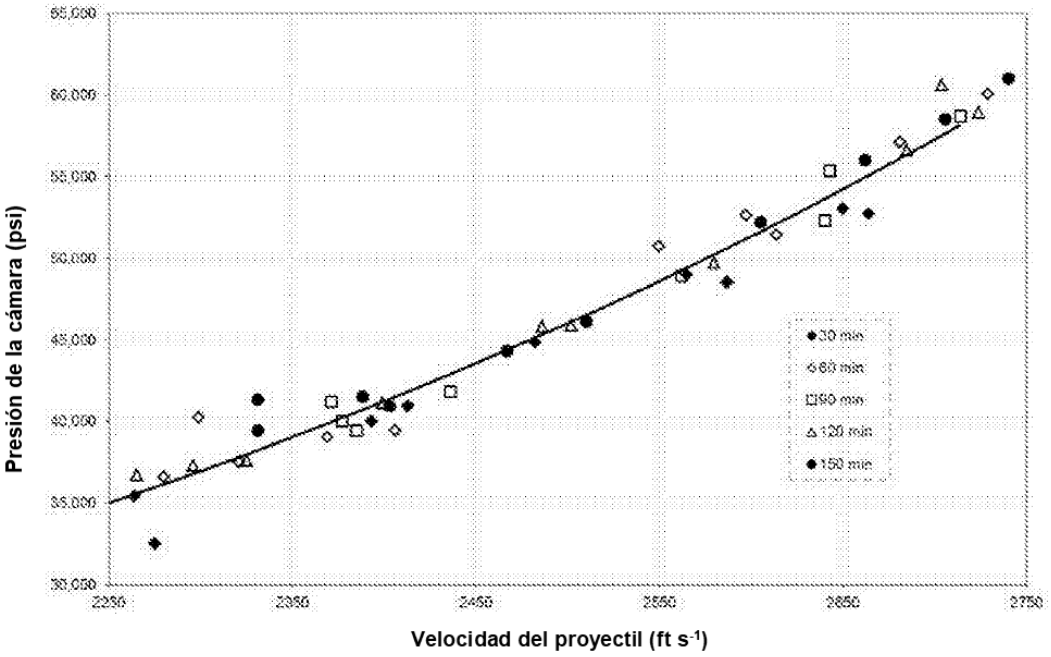


FIGURA 4

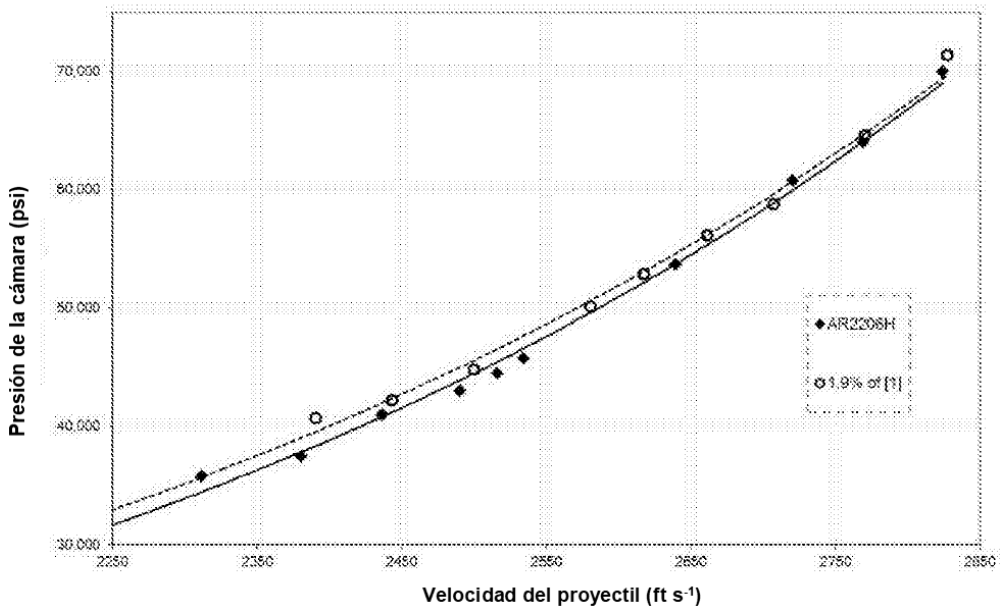


FIGURA 5

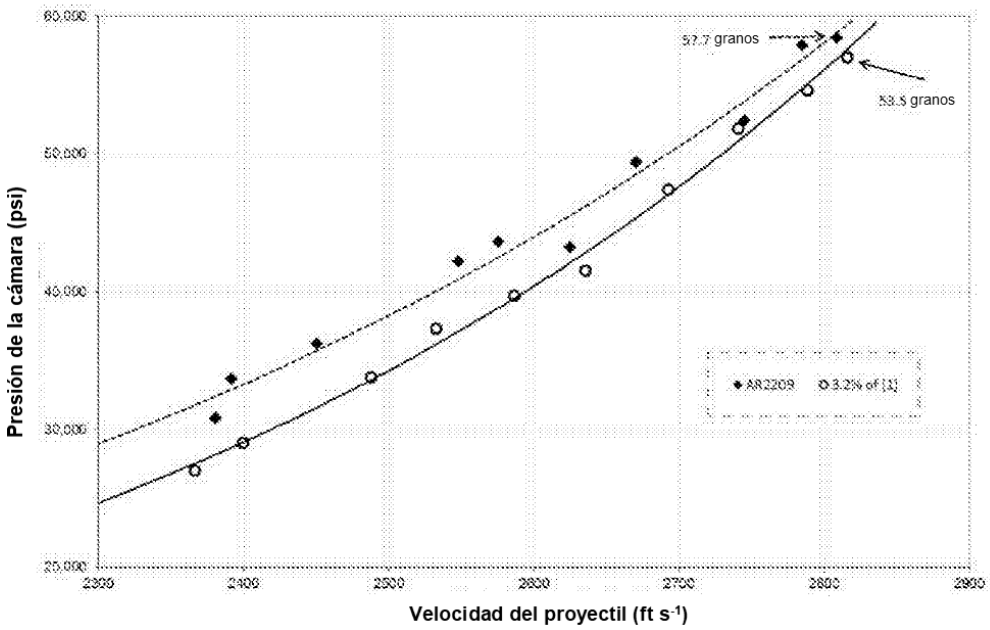


FIGURA 6

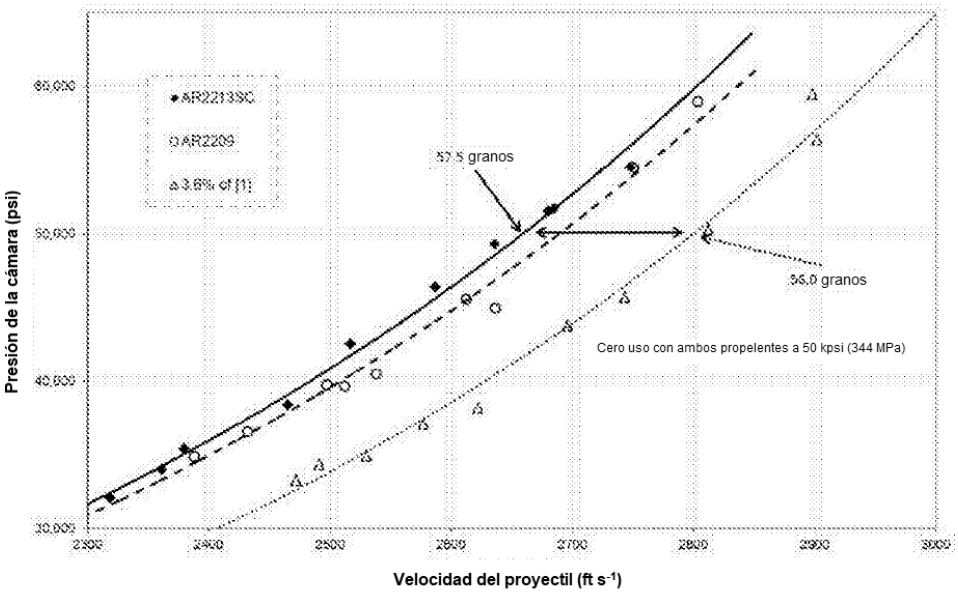


FIGURA 7

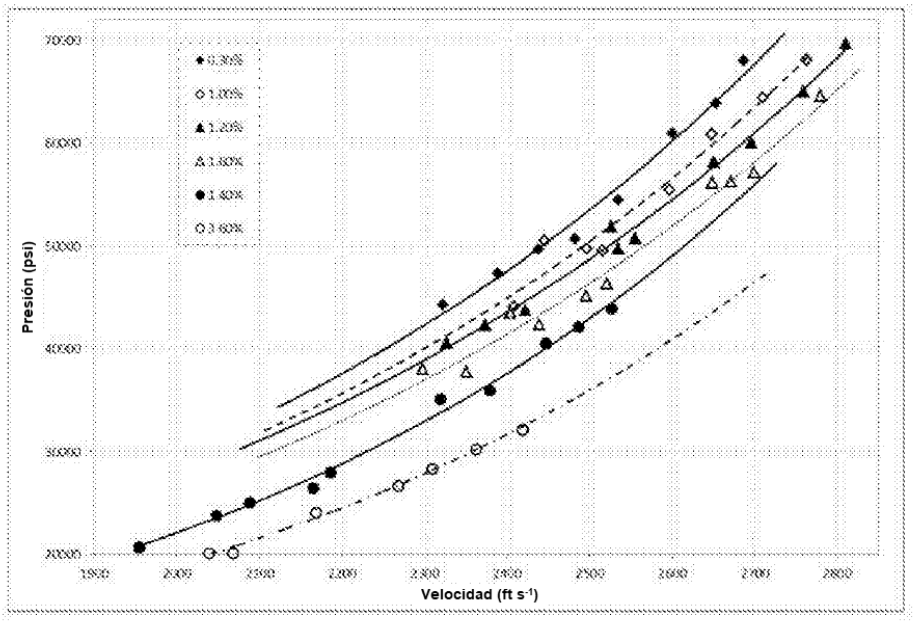


FIGURA 8

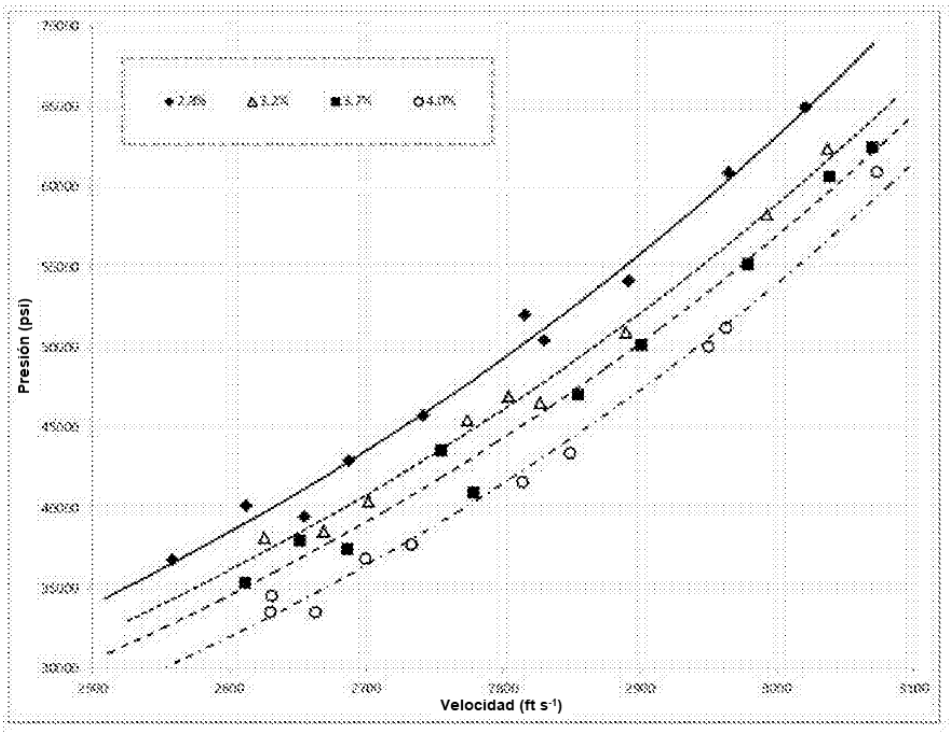


FIGURA 9

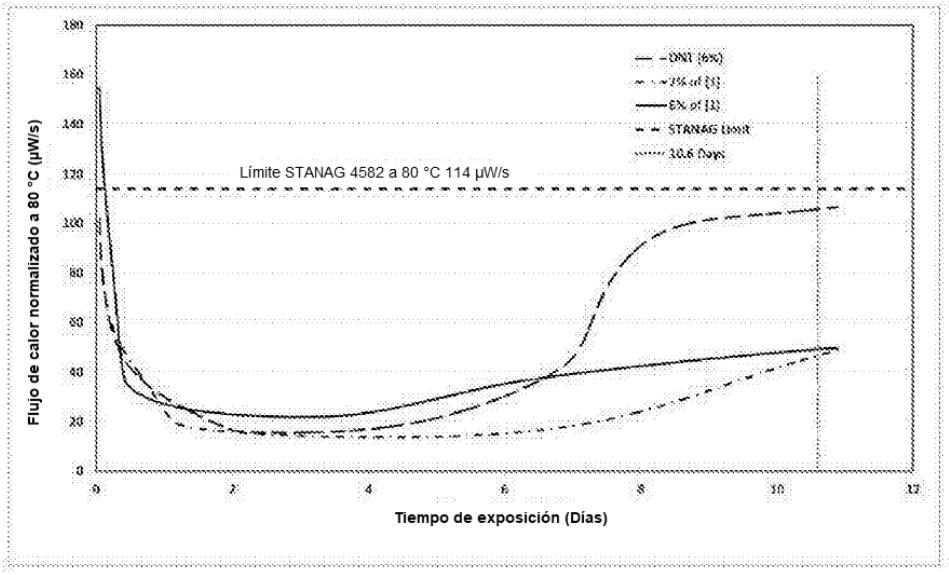


FIGURA 10

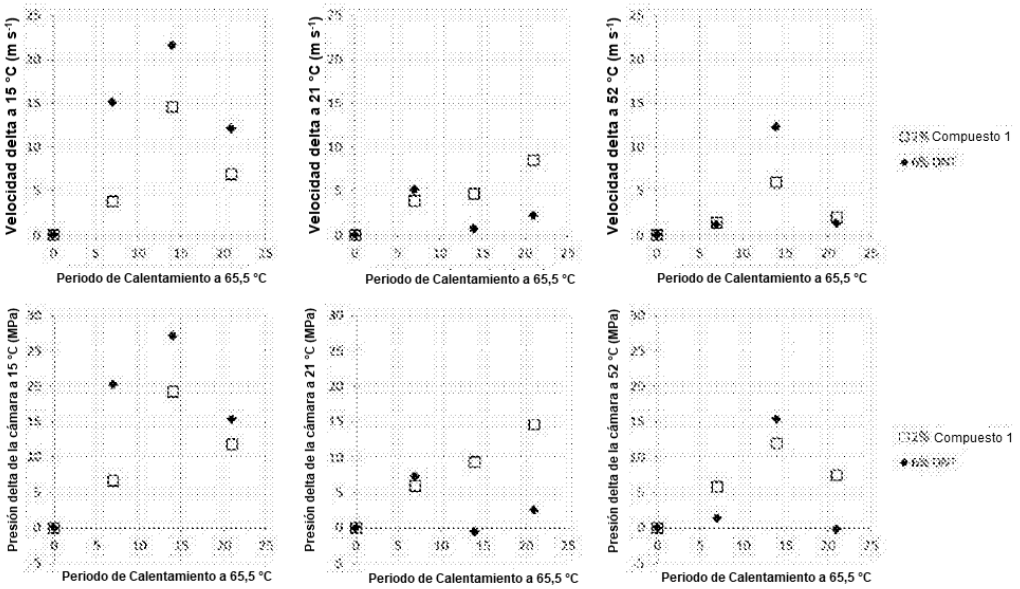


FIGURA 11

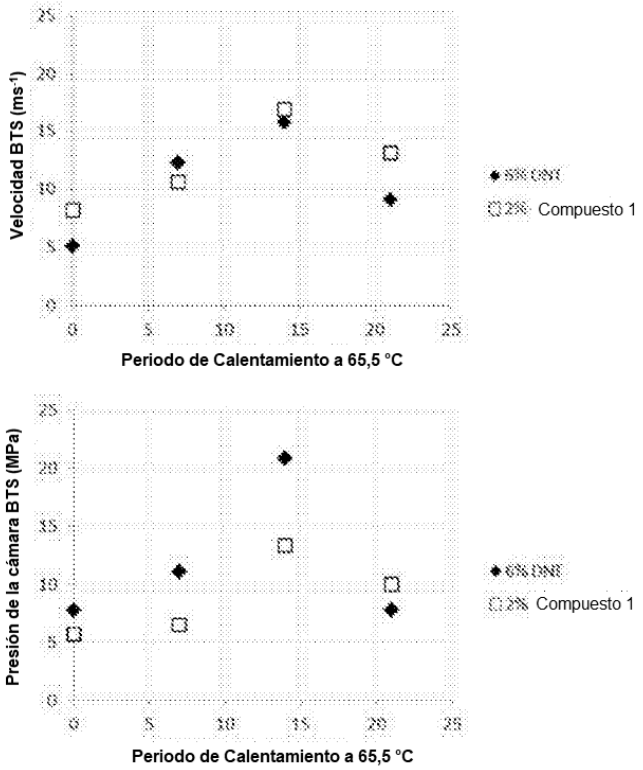


FIGURA 12