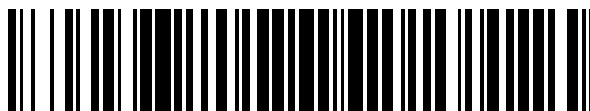


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 779**

51 Int. Cl.:

C06B 25/24 (2006.01)

C06B 39/00 (2006.01)

C06B 45/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2012 E 12745598 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2015 EP 2751053**

54 Título: **Composiciones propulsoras que incluyen fósforo rojo estabilizado, un método para prepararlas y un elemento de artillería que las incluye**

30 Prioridad:

31.08.2011 US 201113222751

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

20.10.2015

73 Titular/es:

**ORBITAL ATK, INC. (100.0%)
45101 Warp Drive
Dulles, VA 20166, US**

72 Inventor/es:

**HAFNER, MATTHEW T.;
BALANGUE, RUBEN;
CLARK, DANNY D. y
WESTBROOK, III, JOHN WILLIAMS**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 548 779 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 propulsoras que incluyen fósforo rojo estabilizado, un método para prepararlas y un elemento de artillería que las incluye

Campo técnico

- 5 La presente descripción se refiere a composiciones propulsoras que incluyen fósforo rojo estabilizado y encapsulado. Más específicamente, la presente descripción se refiere a composiciones propulsoras que incluyen el fósforo rojo estabilizado y encapsulado y al menos un aglutinante energético, a un método para preparar dichas composiciones propulsoras y a un elemento de artillería que incluye dichas composiciones propulsoras.

Antecedentes

- 10 Los propulsores que incluyen dos componentes base, tales como una nitrocelulosa (NC) y un plastificante energético, se conocen comúnmente como los llamados propulsores de "doble base" y son ampliamente utilizados en municiones, tales como para rifle y pistola, cartuchos, motores de cohete, granadas de mortero, cartuchos de escopeta y misiles. Ejemplos de plastificantes energéticos que se pueden combinar con la nitrocelulosa para formar el propulsor de doble base incluyen, aunque sin limitación, nitroglicerina, trinitrato de butanotriol y dinitrato de diglicol. La nitrocelulosa insensibiliza el plastificante energético altamente inestable, evitando que detone el propulsor de doble base como un explosivo de alta potencia. El plastificante energético gelatiniza la nitrocelulosa, aumentando la densidad de energía del propulsor de doble base. Por ejemplo, los propulsores de doble base convencionales pueden incluir, como ingredientes principales, entre aproximadamente 10% en peso y aproximadamente 90% en peso de nitrocelulosa y entre aproximadamente 10% en peso y aproximadamente 90% en peso de nitroglicerina. Dichos propulsores de doble base se pueden cargar dentro de un cartucho o vaina de proyectil usado en un elemento de artillería, junto con una composición fulminante usada para iniciar o prender el propulsor de doble base. Los propulsores de doble base también se pueden utilizar en motores de cohete y misiles, donde están dispuestos dentro de una vaina para proporcionar el empuje al quemarse.

- 25 Para aplicaciones balísticas, es deseable que los propulsores se quemen a una velocidad controlada y predecible sin pérdida de rendimiento. El control de las propiedades balísticas del propulsor, tal como la velocidad de combustión, permite el funcionamiento adecuado del elemento de artillería o motor de cohete. Cuando la velocidad de combustión del propulsor es demasiado alta, las presiones dentro del cartucho, vaina del proyectil o vaina del motor de cohete pueden exceder la capacidad de diseño, dando como resultado el daño o destrucción del cartucho, la vaina del proyectil o la vaina del motor de cohete. Por otro lado, si la velocidad de combustión del propulsor es demasiado baja, el propulsor puede no proporcionar suficiente velocidad para propulsar un proyectil del elemento de artillería o del motor de cohete con una trayectoria deseada.

- 35 Para adaptar las propiedades balísticas del propulsor, tales como la velocidad de combustión y la velocidad, se pueden incluir en el propulsor materiales que controlan las propiedades balísticas, denominados "modificadores balísticos". Se han utilizado diversas sales organometálicas y diversos óxidos para modificar las propiedades balísticas de los propulsores, tales como los propulsores de doble base. Ejemplos de dichos modificadores balísticos incluyen compuestos a base de plomo, tales como, sales de plomo y óxidos de plomo (por ejemplo, salicilato de plomo, β -resorcilato de plomo y estearato de plomo). El uso de compuestos a base de plomo como modificadores balísticos plantea una preocupación por el medio ambiente y por la seguridad del personal debido a la naturaleza tóxica del plomo cuando es introducido en la atmósfera por la fabricación de propulsores, encendido y desecho del motor de cohete. La presencia de estos modificadores balísticos a base de plomo es, por tanto, perjudicial para el medio ambiente cuando se quema el propulsor.

Los propulsores convencionales también pueden contener perclorato de amonio (AP), que por combustión produce la sustancia tóxica ácido clorhídrico (HCl). Los iones cloruro liberados del ácido clorhídrico en la atmósfera superior pueden reaccionar con el ozono y destruirlo.

- 45 Han sido investigados otros compuestos no tóxicos como potenciales sustitutos de los modificadores balísticos a base de plomo en los propulsores. Por ejemplo, compuestos a base de cobre y bario han demostrado modificar las propiedades balísticas de los propulsores. Sin embargo, las características de comportamiento de los propulsores se deterioran por el uso de estos compuestos a base de cobre y bario. Los propulsores sólidos que contienen sales de cobre como modificador balístico pueden presentar un mal envejecimiento. Las sales de bario, al ser muy solubles en agua, son problemáticas en los procesos de fabricación convencionales usados para preparar los propulsores.

- 55 El fósforo rojo ha sido investigado como un componente en composiciones fulminantes para aplicaciones militares. El fósforo rojo es un alótropo del fósforo que tiene un retículo de grupos dispuestos tetraédricamente de cuatro átomos de fósforo unidos en cadenas. El fósforo blanco es otro alótropo que es mucho más reactivo y tóxico que el fósforo rojo. Los dos alótropos tienen las características físicas únicas de tener diferentes números CAS, registrados por Chemical Abstract Service ("CAS"). El fósforo rojo es relativamente estable en el aire y es más fácil de manipular que otros alótropos del fósforo. Sin embargo, si el fósforo rojo se expone a oxígeno (O₂), agua (H₂O) o sus mezclas a temperaturas elevadas, tales como durante el almacenamiento, el fósforo rojo reacciona con el oxígeno y el agua, liberando fosfina (PH₃) gaseosa y ácidos fosfóricos (H₃PO₂, H₃PO₃ o H₃PO₄). Como es bien sabido, la fosfina es

tóxica y los ácidos fosfóricos son corrosivos. Para mejorar la estabilidad del fósforo rojo en ambientes ricos en oxígeno o agua, se han utilizado agentes supresores de polvo, estabilizantes o resinas microencapsulantes. Los agentes supresores de polvo son compuestos orgánicos líquidos. Los estabilizantes son típicamente sales inorgánicas, tales como óxidos metálicos. Las resinas microencapsulantes son resinas termoendurecibles, tales como resinas epoxi o resinas fenólicas. Actualmente, las resinas microencapsulantes no se utilizan en aplicaciones militares. La especificación militar para el fósforo ha sido retirada y no se espera que sea actualizada para incluir la encapsulación.

La patente de EE.UU. N° 7.857.921 de Busky *et al.*, describe una composición fulminante que incluye un fósforo rojo estabilizado y encapsulado y combinaciones de al menos un oxidante, al menos una composición explosiva secundaria, al menos un metal ligero o al menos un aglutinante resistente a los ácidos. El fósforo rojo estabilizado y encapsulado puede incluir partículas de fósforo rojo, un revestimiento de óxido metálico y una capa de polímero.

El documento DE 10138745 A1 de Buck Neue Technologien GmbH describe una composición de llamarada que comprende fósforo rojo estabilizado y encapsulado y nitrocelulosa.

Descripción de la invención

En algunas realizaciones, la presente descripción incluye composiciones propulsoras. Por ejemplo, dicha composición propulsora puede incluir nitrocelulosa, un fósforo rojo estabilizado y encapsulado, y al menos uno de polibutadieno terminado en hidroxilo, polibutadieno terminado en carboxi, un polímero de glicidil-azida, un oxetano y un polímero de oxirano.

En otra realización, las composiciones propulsoras de la presente descripción pueden incluir un propulsor que comprende un aglutinante energético y un plastificante energético y un fósforo rojo estabilizado y encapsulado.

Todavía en otra realización, la presente descripción incluye un elemento de artillería. El elemento de artillería puede incluir una composición propulsora que comprenda un fósforo rojo estabilizado y encapsulado, y un aglutinante energético que comprenda nitrocelulosa y al menos uno de otro explosivo, y un fulminante.

En una realización adicional, la presente descripción incluye un método para preparar una composición propulsora. Dicho método puede incluir combinar un fósforo rojo estabilizado y encapsulado con un propulsor que comprenda nitrocelulosa y un plastificante energético.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es una vista en sección transversal de un cartucho de artillería que incluye una realización de la composición propulsora de la presente descripción;

Las FIGS. 2A a 4D son gráficos de barras que muestran una comparación de las propiedades balísticas determinadas para una composición propulsora convencional y una realización de una composición propulsora de la presente descripción; y

La FIG. 5 es un gráfico de barras que muestra una comparación de la velocidad determinada para la composición propulsora convencional y una realización de la composición propulsora de la presente descripción.

Modo(s) de realizar la invención

Se describen composiciones propulsoras que incluyen al menos un aglutinante energético combinado con fósforo rojo estabilizado y encapsulado. Las composiciones propulsoras se pueden utilizar, por ejemplo, en un elemento de artillería o un sistema de armas, tales como, un cartucho, una vaina de escopeta, un proyectil de artillería, un motor de cohete o un misil. En la combustión, las composiciones propulsoras de la presente descripción pueden presentar una presión máxima reducida en comparación con los propulsores convencionales, mientras que se mantiene o mejora una presión media de las composiciones propulsoras de la presente descripción. Por tanto, las composiciones propulsoras pueden proporcionar una reducción deseable en la tensión mecánica del elemento de artillería o sistema de armas manteniendo mientras la velocidad. La adición del fósforo rojo estabilizado y encapsulado puede modificar las propiedades balísticas de las composiciones propulsoras, reduciendo o eliminando la necesidad de modificadores balísticos (por ejemplo, a base de plomo) convencionales. Las composiciones propulsoras pueden, por tanto, estar sustancialmente exentas de plomo, reduciendo o eliminando los problemas ambientales asociados a las composiciones a base de plomo. Las composiciones propulsoras pueden incluir ingredientes que tengan baja toxicidad (por ejemplo, ecológicos), exentos de metales pesados, estables al envejecimiento y no corrosivos. Estos ingredientes pueden incluir elementos que estén biológicamente disponibles, tengan una alta tolerancia a la concentración y sean activos en ciclos conocidos en el medio ambiente o la biosfera. Cuando se queman, las composiciones propulsoras pueden generar productos y subproductos de combustión no tóxicos y no corrosivos. Usando fósforo rojo estabilizado y encapsulado en las composiciones propulsoras, se puede usar una menor cantidad de la composición propulsora de la presente descripción en el elemento de artillería con relación a la cantidad de propulsor convencional utilizado en el elemento de artillería para conseguir una velocidad deseada del elemento de artillería. Ahora bien, se puede conseguir un aumento en el comportamiento de la velocidad del elemento de artillería usando

la misma cantidad de la composición propulsora de la presente descripción con relación a la cantidad de propulsor convencional.

Como se usa en la presente memoria, el término "velocidad de combustión" significa e incluye una velocidad a la que una composición propulsora libera energía durante la combustión.

- 5 Como se usa en la presente memoria, el término "presión máxima" significa e incluye la fuerza ejercida por un propulsor ardiendo dentro de una cámara, tal como dentro de una vaina de motor de cohete.

Como se usa en la presente memoria, el término "un propulsor de una sola base" significa e incluye una composición que incluye un aglutinante energético, tal como nitrocelulosa (NC), y al menos un aditivo, tal como, un plastificante, un modificador balístico, un estabilizante, un supresor de destellos, etc.

- 10 Como se usa en la presente memoria, el término "propulsor de doble base" significa e incluye una composición que incluye al menos un aglutinante energético, tal como nitrocelulosa, y al menos un plastificante energético, tal como un éster nitrato. Por ejemplo, el propulsor de doble base puede incluir nitrocelulosa plastificada con el éster nitrato nitroglicerina (NG).

- 15 Como se usa en la presente memoria, el término "propulsor de múltiples bases" significa e incluye un propulsor que incluye al menos un aglutinante energético, tal como nitrocelulosa, al menos un plastificante energético y un combustible energético distinto de la nitrocelulosa, tal como nitroguanidina.

- 20 Una composición propulsora de la presente descripción puede incluir un aglutinante energético y una forma estabilizada y encapsulada de fósforo rojo. Como se utiliza en la presente memoria, el término "estabilizado y encapsulado" se refiere a fósforo rojo que tienen mejor estabilidad a la oxidación con relación al fósforo rojo que carece de estabilización y encapsulación. Por ejemplo, cuando el fósforo rojo estabilizado y encapsulado se expone a un ambiente que incluye oxígeno (O₂), agua (H₂O) o sus mezclas, el fósforo rojo estabilizado y encapsulado no reacciona fácilmente con el oxígeno ni el agua, en contraste con el fósforo rojo que carece de estabilización. El fósforo rojo estabilizado y encapsulado puede tener una mayor vida útil en la composición propulsora en comparación con el fósforo rojo que carece de estabilización. El fósforo rojo estabilizado y encapsulado puede constituir hasta aproximadamente 25 10% en peso de un peso total de la composición propulsora, más particularmente, entre aproximadamente 0,1% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 5% en peso del peso total de la composición propulsora.

- 30 El fósforo rojo se puede estabilizar revistiéndolo con un óxido metálico, tal como un hidróxido metálico, tal como revistiendo las partículas del fósforo rojo. El óxido metálico se puede precipitar sobre una superficie del fósforo rojo. El revestimiento del óxido metálico actúa como estabilizante tamponando las trazas de ácidos que se forman por oxidación del fósforo rojo. El óxido metálico puede ser hidróxido de aluminio, hidróxido de bismuto, hidróxido de cadmio, hidróxido de cerio, hidróxido de cromo, hidróxido de germanio, hidróxido de magnesio, hidróxido de manganeso, hidróxido de niobio, hidróxido de silicio, hidróxido de estaño, hidróxido de titanio, hidróxido de zinc, hidróxido de zirconio o sus mezclas. El óxido metálico puede estar presente en el fósforo rojo estabilizado y encapsulado en una cantidad total entre aproximadamente 0,1% en peso y aproximadamente 5% en peso y, más particularmente, 35 aproximadamente 2% en peso, basada en la cantidad de fósforo rojo.

- Una vez estabilizado, el fósforo rojo puede ser encapsulado revistiéndolo con un polímero, tal como una resina termoendurecible. El encapsulamiento de las partículas del fósforo rojo estabilizado reduce su superficie activa y proporciona al fósforo rojo estabilizado repelencia al agua y resistencia a los ácidos. Ejemplos de polímeros que se pueden usar para encapsular el fósforo rojo estabilizado incluyen, aunque sin limitación, resina epoxi, resina de melamina, resina de fenol-formaldehído, resina de poliuretano o sus mezclas. El polímero puede estar presente en el fósforo rojo estabilizado y encapsulado en una cantidad total entre aproximadamente 1% en peso y aproximadamente 40 5% en peso, basada en la cantidad de fósforo rojo. El óxido de metal y el polímero pueden estar presentes en una cantidad total entre aproximadamente 1,1% en peso y aproximadamente 8% en peso, basada en la cantidad de fósforo rojo. 45

- El fósforo rojo puede ser revestido con el óxido metálico mezclando una suspensión acuosa de las partículas del fósforo rojo con una sal metálica soluble en agua. El pH de la suspensión acuosa se puede ajustar haciendo precipitar el óxido de metal sobre el fósforo rojo. Se puede preparar una solución acuosa de un producto de condensación preliminar del polímero y añadirse, con mezclamiento, al fósforo rojo revestido. La solución y el fósforo rojo revestido se pueden hacer reaccionar durante un periodo de tiempo que varía desde aproximadamente 0,5 horas hasta aproximadamente 50 3 horas, a una temperatura que varía desde aproximadamente 40°C hasta aproximadamente 100°C, permitiendo que el producto de condensación preliminar polimerice y endurezca alrededor del fósforo rojo revestido. A continuación, las partículas del fósforo rojo estabilizado y encapsulado se pueden filtrar y secar a una temperatura elevada, tal como a una temperatura que varíe desde aproximadamente 80°C hasta aproximadamente 120°C, en una corriente de nitrógeno. El fósforo rojo estabilizado y encapsulado está comercialmente disponible, por ejemplo, 55 de Clariant GmbH (Frankfurt, Alemania). En una realización, el fósforo rojo estabilizado y encapsulado es Red Phosphorus HB 801 (TP), que está disponible en Clariant GmbH.

El al menos un aglutinante energético utilizado para formar la composición propulsora puede incluir, por ejemplo,

nitrocelulosa (por ejemplo, nitrocelulosa con plastisol), nitrato de ciclodextrina (CDN), poli(nitrato de vinilo) (PVN), polímeros de dinitropropilacrilato, nitroetilenos poliméricos y sus mezclas y combinaciones. Se pueden ajustar cantidades relativa de la forma estabilizada y encapsulada de fósforo rojo y del aglutinante energético para lograr propiedades deseadas de la composición propulsora en la combustión.

- 5 La composición propulsora puede incluir además al menos un plastificante energético, tal como al menos un éster nitrato. Ejemplos de dichos plastificantes energéticos incluyen, aunque sin limitación, nitroglicerina, trinitroglicerina (TNG), trinitrato de metriol (MTN), trinitrato de trimetiloleatano (TMETN), dinitrato de diglicol, dinitrato de trietilenglicol (TEGDN), trinitrato de butanotriol (BTTN), dinitrato de dietilenglicol (DEGDN), dinitrato de propilenglicol (PGDN), dinitrato de etilenglicol (EGDN), butil-2-nitratoetil-nitramina, metil-2-nitratoetil-nitramina y etil-2-nitratoetil-nitramina. El aglutinante energético puede estar plastificado con el plastificante energético, aumentando la densidad de energía de la composición propulsora.

10 A modo de ejemplo y no de limitación, el aglutinante energético puede estar presente en una cantidad entre aproximadamente 10% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 90% en peso del peso total de la composición propulsora, y el plastificante energético puede estar presente en una cantidad entre aproximadamente 10% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 90% en peso del peso total de la composición propulsora. La composición propulsora puede incluir opcionalmente al menos un aditivo, tal como, agentes de procesamiento y modificadores químicos.

15 Por ejemplo, la composición propulsora puede incluir opcionalmente al menos un líquido inerte. Ejemplos de dichos líquidos inertes incluyen, aunque sin limitación, acetatos de alquilo, ftalatos (por ejemplo, ftalato de dibutilo, ftalato de diisooamilo, ftalato de dietilo, ftalato de dioctilo, ftalato de dipropilo y ftalato de dimetilo), adipatos (por ejemplo, adipato de poliéster, adipato de di-2-etil-hexilo, adipato de di-n-propilo y adipato de diisooctilo), triacetina, ésteres del ácido cítrico, ésteres del ácido fosfórico y uretano. Por ejemplo, el al menos un líquido inerte puede estar presente en una cantidad entre aproximadamente 0% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 20% en peso del peso total de la composición propulsora. Como ejemplo no limitativo, la composición propulsora puede incluir como líquidos inertes entre aproximadamente 0% en peso y aproximadamente 10% en peso de cada uno de ftalato de dibutilo y adipato de poliéster.

20 La composición propulsora puede incluir opcionalmente al menos un compuesto de carbono, tal como grafito, fibras de carbono y/o negro de carbono. Como ejemplo no limitativo, el negro de carbono puede ser un negro de carbono de alta superficie específica que tiene una superficie específica mayor o igual a aproximadamente 25 m²/g. Por ejemplo, el al menos un compuesto de carbono puede estar presente en una cantidad entre aproximadamente 0% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 5% en peso del peso total de la composición propulsora. Como ejemplo no limitativo, entre aproximadamente 0,02% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 1% en peso del peso total de la composición propulsora puede incluir grafito como el al menos un compuesto de carbono.

25 La composición propulsora puede incluir opcionalmente al menos un disolvente. Ejemplos de dichos disolventes incluyen, aunque sin limitación, acetona, dinitrotolueno, metiletilcetona, acetato de etilo, acetato de butilo, acetato de propilo, metil-t-butil-éter, metil-t-amil-éter y tetrahidrofurano. Por ejemplo, al menos un disolvente puede estar presente en una cantidad entre aproximadamente 0% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 5% en peso del peso total de la composición propulsora. Como ejemplo no limitativo, entre aproximadamente 0% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 1% en peso del peso total de la composición propulsora puede incluir acetato de etilo como el al menos un disolvente.

30 La composición propulsora puede incluir opcionalmente al menos un estabilizante. Ejemplos de dichos estabilizantes incluyen, aunque sin limitación, 1,3-dietil-1,3-difenilurea (llamados "etil-centralita" o "carbamita"), difenilamina, N-nitrosodifenilamina, carbonatos (por ejemplo, carbonato de calcio), N-metil-p-nitroanilina (MNA) y sus combinaciones. Por ejemplo, el al menos un estabilizante pueden estar presente en una cantidad entre aproximadamente 0% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 15% en peso del peso total de la composición propulsora. Como ejemplo no limitativo, entre aproximadamente 0% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 10% en peso del peso total de la composición propulsora puede incluir 1,3-dietil-1,3-difenilurea, entre aproximadamente 0,3% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 1,5% en peso del peso total de la composición propulsora puede incluir difenilamina, entre aproximadamente 1% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 1,5% en peso del peso total de la composición propulsora puede incluir N-nitrosodifenilamina y entre aproximadamente 0% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 1% en peso del peso total de la composición propulsora puede comprender carbonato de calcio.

35 La composición propulsora puede incluir opcionalmente al menos un tensioactivo, tal como colofonia. Por ejemplo, el al menos un tensioactivo puede estar presente en una cantidad entre aproximadamente 0% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 5% en peso del peso total de la composición propulsora.

La composición propulsora puede incluir opcionalmente al menos un oxidante. Ejemplos de dichos oxidantes incluyen, aunque sin limitación, compuestos de nitrato (por ejemplo, nitrato de potasio, nitrato de litio, nitrato de berilio,

5 nitrato de sodio, nitrato de magnesio, nitrato de calcio, nitrato de rubidio, nitrato de estroncio y nitrato de cesio), perclorato de amonio (AP), nitrato de amonio (AN), nitrato de hidroxilamonio (HAN), dinitramida de amonio (AND), dinitrato de potasio (KDN), perclorato de potasio (KP) y sus combinaciones. El al menos un oxidante puede estar presente como un polvo o en forma de partículas. Por ejemplo, el al menos un agente oxidante puede estar presente en una cantidad entre aproximadamente 0% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 50% en peso del peso total de la composición propulsora. Como ejemplo no limitativo, la composición propulsora puede incluir entre aproximadamente 0% en peso y aproximadamente 1,5% en peso del nitrato de potasio como el al menos un oxidante.

10 La composición propulsora puede incluir opcionalmente al menos un supresor del destello, tal como sulfato de potasio. Como ejemplo no limitativo, entre aproximadamente 0% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 1,5% en peso del peso total de la composición propulsora puede incluir sulfato de potasio como el al menos un supresor del destello.

15 La composición propulsora puede incluir opcionalmente al menos un combustible inorgánico, tal como un compuesto de metal o de óxido de metal. Ejemplos de dichos combustibles inorgánicos incluyen, aunque sin limitación, estaño, hierro, aluminio, cobre, boro, magnesio, manganeso, silicio, titanio, cobalto, zirconio, hafnio, wolframio, cromo, vanadio, níquel, óxidos de hierro (por ejemplo, Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , etc.), óxido de aluminio (Al_2O_3), óxido de magnesio (MgO), óxido de titanio (TiO_2), óxido de cobre (CuO), óxido de boro (B_2O_3), dióxido de silicio (SiO_2) y óxidos de manganeso (por ejemplo, MnO , MnO_2 , etc.). Los combustibles inorgánicos pueden estar presentes en forma de polvo o como un material en partículas. Por ejemplo, el al menos un combustible inorgánico puede estar presente en una cantidad entre aproximadamente 0% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 50% en peso del peso total de la composición propulsora. Como ejemplo no limitativo, entre aproximadamente 0% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 1,5% en peso del peso total de la composición propulsora puede incluir óxido de estaño como el al menos un combustible un inorgánico.

25 Por tanto, la composición propulsora puede incluir opcionalmente al menos uno de un líquido inerte, un oxidante, un supresor destello, un combustible de metal, un compuesto de carbono, un disolvente, un estabilizante, un tensioactivo y un combustible inorgánico.

Por ejemplo, el fósforo rojo estabilizado y encapsulado se puede utilizar para modificar un propulsor convencional de una sola base, de doble base o de múltiples bases que incluye el al menos un aglutinante energético, tal como nitrocelulosa.

30 Como ejemplo no limitativo, la composición propulsora se puede preparar mezclando o combinando de otro modo el fósforo rojo estabilizado y encapsulado con un propulsor de una sola base que incluya nitrocelulosa. El propulsor de una sola base puede ser, por ejemplo, un polvo IMR® (por ejemplo, IMR 3031™, IMR 4007SSC™, IMR 4064®, IMR 4198™, IMR 4227™, IMR 4320™, IMR 4350™, IMR 4576™, IMR 4759™, IMR 4831™, IMR 4895™, SR7625™, IMR 7828™, PB™ e IMR 7828SSC™), o una pólvora que no produce humo convencional (por ejemplo, H4227®, H4895®, H4198®, VARGET®, H4350®, H50MBG®, H4831®, H4831SC®, H1000®, RETUMBO®, H322® y BENCHMARK®), cada uno de los cuales está comercialmente disponible en Hodgdon Powder Company, Inc. (Shawnee Mission, KS). Por ejemplo, el propulsor de una sola base puede incluir entre aproximadamente 80% en peso y aproximadamente 100% en peso de nitrocelulosa, entre aproximadamente 1% en peso y aproximadamente 2% en peso de difenilamina, entre aproximadamente 4% en peso y aproximadamente 12% en peso de dinitrotolueno, aproximadamente 0,5% en peso de sulfato de potasio y menos de aproximadamente 1% en peso de grafito.

45 Como ejemplo no limitativo, la composición propulsora se puede preparar mezclando o combinando de otro modo el fósforo rojo estabilizado y encapsulado con un propulsor de doble base que incluya nitrocelulosa plastificada con el plastificante energético. El propulsor de doble base puede ser, por ejemplo, una pólvora propulsora para uso militar (por ejemplo, M1, M2, M7, M8, M9, WC 844, WC 860 y SMP 842). El propulsor de doble base puede incluir, por ejemplo, entre aproximadamente 10% en peso y aproximadamente 90% en peso de nitrocelulosa y entre aproximadamente 10% en peso y aproximadamente 90% en peso del plastificante energético, y más particularmente, entre aproximadamente 40% en peso y aproximadamente 70% en peso de nitrocelulosa y entre aproximadamente 30% en peso y aproximadamente 60% en peso del plastificante energético.

50 Por ejemplo, el propulsor de doble base puede ser el propulsor BALL POWDER®, que está comercialmente disponible en St. Marks Powder, Inc. (St. Marks, FL), y que incluye entre aproximadamente 0% en peso y aproximadamente 42% en peso de nitroglicerina, entre aproximadamente 0% en peso y aproximadamente 10% en peso de ftalato de dibutilo, entre aproximadamente 0% en peso y aproximadamente 10% en peso de adipato de poliéster, entre aproximadamente 0% en peso y aproximadamente 10% en peso de etil-centralita, entre aproximadamente 0% en peso y aproximadamente 5% en peso de colofonia, entre aproximadamente 0% en peso y aproximadamente 2% en peso de acetato de etilo, entre aproximadamente 0,3% en peso y aproximadamente 1,5% en peso de difenilamina, entre aproximadamente 0% en peso y aproximadamente 1,5% en peso de N-nitrosodifenilamina, entre aproximadamente 0% en peso y aproximadamente 1,5% en peso de nitrato de potasio, entre aproximadamente 0% en peso y aproximadamente 3% en peso de sulfato de potasio, entre aproximadamente 0% en peso y aproximadamente 1,5% en peso de dióxido de estaño, entre aproximadamente 0,02% en peso y aproximadamente 1% en peso de grafito, entre aproximadamente 0% en peso y aproximadamente 1% en peso de carbonato de calcio y el resto hasta 100% en

peso de nitrocelulosa.

Como otro ejemplo no limitativo, el propulsor de doble base puede ser la pólvora que no produce humo RELOADER® 50 o la pólvora que no produce humo RELOADER® 15, cada una de las cuales está comercialmente disponible en Alliant Powder, Inc. (Radford, VA). La pólvora que no produce humo RELOADER® 50 incluye nitroglicerina, nitrocelulosa y el estabilizador ARKARDIT II (es decir, 3-metil-1,1-difenilurea comercialmente disponible en Synthetia, a.s. (República Checa). La pólvora que no produce humo RELOADER® 15 incluye nitroglicerina, nitrocelulosa, difenilamina, ftalato de diisooamilo y etil-centralita.

A modo de ejemplo y sin limitación, la composición propulsora puede incluir entre aproximadamente 0,1% en peso y aproximadamente 5% en peso del fósforo rojo estabilizado y encapsulado (por ejemplo, Red Phosphorus HB 801 (TP)) y entre aproximadamente 99,5% en peso y aproximadamente 95% en peso del propulsor de doble base (por ejemplo, propulsor BALL POWDER®).

Como otro ejemplo no limitativo, la composición propulsora se puede preparar combinando el fósforo rojo estabilizado y encapsulado con un propulsor de múltiples bases que incluya nitrocelulosa plastificada con al menos un plastificante energético, tal como nitroglicerina, además de un combustible energético. El combustible energético puede incluir al menos una de nitroguanidina y una nitramina (por ejemplo, 4,10-dinitro-2,6,8,12-tetraoxa-4,10-diazatetraciclo-[5.5.0.0^{5,9}.0^{3,11}]-dodecano (TEX), 1,3,5-trinitro-1,3,5-triazaciclohexano (RDX), 1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetraaza-ciclooctano (HMX), 2,4,6,8,10,12-hexanitro-2,4,6,8,10,12-hexaazatetraciclo[5.5.0.0^{5,9}.0^{3,11}]dodecano (CL-20), 3-nitro-1,2,4-triazol-5-ona (NTO), 1,3,5-triamino-2,4,6-trinitrobenceno (TATB), 1,1-diamino-2,2-dinitro-etano (DADNE), dinitramida de amonio (AND) y 1,3,3-trinitroazetidina (TNAZ)). El combustible energético puede estar presente en la composición propulsora en una cantidad entre aproximadamente 10% en peso del peso total de la composición propulsora y aproximadamente 60% en peso del peso total de la composición propulsora.

Como otro ejemplo no limitativo, la composición propulsora se puede preparar combinando el fósforo rojo estabilizado y encapsulado con un propulsor de múltiples bases modificado por un material compuesto, que incluya nitrocelulosa como aglutinante para inmovilizar las partículas del oxidante (por ejemplo, perclorato de amonio), las partículas del combustible inorgánico (por ejemplo, aluminio) o aglutinantes y plastificantes. Dichos aglutinantes y plastificantes pueden incluir al menos uno de polibutadieno terminado en hidroxilo (HTPB); polibutadieno terminado en carboxi (CTB); polímero de glicidil-azida (GAP); aglutinantes a base de polímeros de glicidil-azida; polímeros de oxetano (por ejemplo, 3-nitratometil-3-metil-oxetano (NMMO), 3,3-bis(azidometil)oxetano (BAMO) y 3-azidometil-3-metil-oxetano (AMMO)); y polímeros de oxirano (por ejemplo, poli(nitrato de glicidilo) (PGN), polímeros a base de poli(nitrato de glicidilo), polímero de policaprolactona (PCP), terpolímero de polibutadieno-acrilonitrilo-ácido acrílico (PBAN), polietilenglicol (PEG), polímeros a base de polietilenglicol y terpolímero de dietilenglicol-trietilenglicol-ácido nitraminodiácido (9DT-NIDA)).

La composición propulsora se puede preparar usando técnicas convencionales, que no se describen con detalle en esta memoria. Por ejemplo, propulsores de doble base y múltiples bases se pueden preparar a partir de nitrocelulosa utilizando procesos sin disolvente convencionales o procesos de moldeo por colada. Se puede usar nitrocelulosa peletizada (denominada también nitrocelulosa con plastisol), que está disponible de varias fuentes, incluyendo el *U.S. Department of the Navy*, para preparar los propulsores de doble base y de múltiples bases. La nitrocelulosa peletizada incluye nitrocelulosa configurado en forma de pelets, así como nitrocelulosa con otras configuraciones, incluyendo aunque sin limitación configuraciones granulares y/o similares a partículas (por ejemplo, esféricas). Los pelets de nitrocelulosa pueden tener diámetros medios entre aproximadamente 1 µm y aproximadamente 50 µm, más particularmente, entre aproximadamente 1 µm y aproximadamente 20 µm.

Los propulsores de una sola base se pueden preparar usando técnicas de mezclado en suspensión convencionales en las que la nitrocelulosa se combina con los otros ingredientes.

En algunas realizaciones, dichos propulsores de doble base y múltiples bases se pueden preparar utilizando una técnica de mezclado en suspensión convencional, en la que se trata nitrocelulosa para formar una suspensión y la suspensión se vierte a continuación, en un estado no curado, en moldes de colada o motores de cohete en una etapa de colada. La suspensión se puede preparar dispersando nitrocelulosa peletizada que tenga un diámetro medio entre aproximadamente 1 µm y aproximadamente 20 µm en un diluyente, tal como heptano. A continuación se puede añadir a la suspensión el plastificante energético (por ejemplo, nitroglicerina). En esta etapa, se pueden añadir a la suspensión agentes de tratamiento opcionales, tales como el líquido inerte, el disolvente, el estabilizante y el tensioactivo. Después de retirar una porción del heptano, el mezclado se realiza bajo condiciones de vacío para eliminar el heptano adicional de la suspensión. Opcionalmente, en esta etapa se puede añadir a continuación el fósforo rojo estabilizado y encapsulado y mezclarlo con la suspensión. También en esta etapa se pueden mezclar con la suspensión aditivos opcionales, tales como el compuesto de carbono, el oxidante, el supresor de destello y el combustible inorgánico. Como ejemplo no limitativo, después de mezclar completamente la composición propulsora, se puede añadir un reticulante adecuado (por ejemplo, un diisocianato) y la composición propulsora se puede colar y curar. Como otro ejemplo no limitativo, el fósforo rojo estabilizado y encapsulado se puede añadir opcionalmente a la suspensión durante o después de la adición del reticulante. La composición propulsora se puede combinar para formar una mezcla del fósforo rojo estabilizado y encapsulado y el propulsor de doble o múltiples bases o hasta que los ingredientes sean homogéneos. Por ejemplo, el fósforo rojo estabilizado y encapsulado se puede dispersar ho-

mogéneamente en el propulsor de doble o múltiples bases. Como ejemplo no limitativo, la composición propulsora se puede colar en las formas deseadas, o un bloque monolítico del propulsor colado se puede triturar para formar trozos del tamaño deseado.

5 En otras realizaciones, la composición propulsora se puede preparar mezclando un propulsor de una sola, de doble o de múltiples bases o el propulsor de múltiples bases modificada por un material compuesto con la cantidad deseada del fósforo rojo estabilizado y encapsulado. El mezclamiento se puede realizar hasta que se forme una composición propulsora que incluya una combinación o mezcla del fósforo rojo estabilizado y encapsulado y el propulsor de una sola, de doble o de múltiples bases o el propulsor de múltiples bases modificado con un material compuesto con la cantidad deseada de fósforo rojo estabilizado y encapsulado. Por ejemplo, el fósforo rojo estabilizado y encapsulado se puede dispersar homogéneamente en el propulsor de una sola, de doble o de múltiples bases o en el propulsor de múltiples bases modificado por un material compuesto.

10 Una vez producida, la composición propulsora se puede cargar en un cartucho para ser utilizado en diversos tipos de artillería, tales como munición para armas pequeñas, granada, detonador de mortero o iniciador de cordón detonante. Como ejemplos no limitativos, la composición propulsora se utiliza en un cartucho para armas de percusión central, un cartucho para armas de percusión anular o un cartucho de escopeta. La composición propulsora se puede cargar en el cartucho usando técnicas convencionales, tales como las utilizadas para cargar composiciones propulsoras de doble base convencionales, que no se describen con detalle en la presente memoria.

15 Por ejemplo, el cartucho puede ser un cartucho militar convencional para su usar en un rifle, tal como un rifle M14 y M16 o AK-47. Como se muestra en la FIG. 1, dicho cartucho 100 puede incluir un proyectil 102 dispuesto al menos parcialmente dentro de una vaina 104 que contiene la composición propulsora 106. El proyectil 102 puede incluir un penetrador 108, una camisa metálica 110 y una bala de metal 112. La composición propulsora 106 puede estar dispuesta dentro de la vaina 104 próxima a un fulminante 114. Los materiales adecuados para el penetrador 108, la camisa metálica 110, la bala de metal 112 y la vaina 104 son conocidos en la técnica y por lo tanto, no se describen con detalle en la presente memoria. La composición propulsora 106 puede incluir al menos un aglutinante energético y fósforo rojo estabilizado y encapsulado, como se ha descrito anteriormente. El fulminante 114 puede ser una composición fulminante convencional, ejemplos de las cuales se conocen en la técnica y, por lo tanto, no se describen con detalle en la presente memoria. Como ejemplo no limitativo, el fulminante 114 puede incluir una composición que incluye un fósforo rojo estabilizado y encapsulado, tal como una composición que incluye un fósforo rojo estabilizado y encapsulado, al menos un oxidante, al menos una composición explosiva secundaria, al menos un metal ligero y al menos un aglutinante resistente a los ácidos, tal como el descrito en la Patente de EE.UU. N° 7.857.921 de Busky et al.

20 La composición propulsora 106 puede estar distribuida uniformemente dentro de la vaina 104 del cartucho 100. La composición propulsora 106 puede estar colocada en una abertura dentro de la vaina 104, como se muestra en la FIG. 1. El fulminante 114 puede estar colocado sustancialmente adyacente a la composición propulsora 106 en el cartucho 100. Cuando se prende o quema, la composición propulsora 106 puede propulsar al proyectil 102 desde el cañón del arma de fuego o pieza de artillería de mayor calibre (tal como, sin limitación, pistola, rifle, rifle automático, ametralladora, mortero, obús, cañón automático, etc.) en donde esté dispuesto el cartucho 100.

25 Los siguientes ejemplos sirven para explicar con más detalle realizaciones de la composición propulsora. Estos ejemplos no deben ser interpretados como exhaustivos ni excluyentes en cuanto al alcance de esta descripción.

40 Ejemplos

Ejemplo 1 - Preparación de la composición propulsora

Se preparó una composición propulsora mezclando fósforo rojo estabilizado y encapsulado con un propulsor de doble base (propulsor BALL POWDER®) que incluía nitrocelulosa plastificada con nitroglicerina. Los componentes del propulsor de doble base (propulsor BALL POWDER®) se muestran en la Tabla 1.

45 Tabla 1 - Componentes del propulsor de doble base

Componente	Cantidad (% en peso)
Nitroglicerina	0-42
Ftalato de dibutilo	0-10
Adipato de poliéster	0-10
1,3-dietil-1,3-difenilurea	0-10

Componente	Cantidad (% en peso)
Colofonia	0-5
Acetato de etilo	0-2
Difenilamina	0,3-1,5
N-nitrosodifenilamina	0-1,5
Nitrato de potasio	0-1,5
Sulfato de potasio	0-1,5
Óxido de estaño	0-1,5
Grafito	0,02-1
Carbonato de calcio	0-1
Nitrocelulosa	Resto hasta 100

5 La composición propulsora se preparó de modo que incluyera aproximadamente 99% en peso del propulsor de doble base y aproximadamente 1% en peso del fósforo rojo estabilizado y encapsulado. La composición propulsora se mezcló por técnicas convencionales. La composición propulsora se denomina en la presente memoria "composición A".

Ejemplo 2 - Comportamiento de la composición propulsora

10 Se prepararon artículos de ensayo cargando cada uno de la composición propulsora del Ejemplo 1 (composición A) y el propulsor de doble base (propulsor BALL POWDER®) en cartuchos convencionales con un fulminante, tal como el que se muestra en la FIG. 1. El fulminante utilizado para encender la composición propulsora era bien un fulminante a base de plomo o un fulminante que incluye fósforo rojo estabilizados y encapsulado, al menos un oxidante, al menos una composición explosiva secundaria, al menos un metal ligero y al menos un aglutinante resistente a los ácidos, tal como el descrito en la Patente de EE.UU. N° 7.857.921 de Busky et al. Más específicamente, el fulminante incluía 64,8% en peso de nitrato de potasio, 25% en peso de fósforo rojo estabilizado y encapsulado, 5% en peso de tetranitrato de pentaeritritol (PETN), 5% en peso de aluminio y 0,25% en peso de goma de tragacanto.

15 En las figuras, el fulminante a base de plomo se denomina "fulminante LB", el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado se denomina "fulminante ERP" y el propulsor de doble base (propulsor BALL POWDER®) se denomina "DBP". El ensayo para la medida electrónica de la presión, la velocidad y el tiempo de acción (EPVAT) se realizó para un peso de carga de aproximadamente 27 granos (1,7469 gramos) para determinar las propiedades balísticas de la composición A y el propulsor de doble base en combinación con el fulminante a base de plomo o el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado. A continuación se compararon las propiedades balísticas para determinar los efectos de la utilización del fósforo rojo estabilizado y encapsulado en la composición propulsora de doble base y en el fulminante. Las propiedades balísticas se midieron en una posición a la mitad de la vaina, una posición en la boca de la vaina y una posición en orificio de salida.

25 Las FIGS. 2A a 2D son gráficos de barras que muestran una comparación de las propiedades balísticas de propulsores medidas en la posición a la mitad de la vaina. Se analizaron cada uno de los artículos de ensayo que incluían la composición A y el propulsor de doble base en combinación con el fulminante a base de plomo o el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado. Como se muestra en la FIG. 2A, la composición A mostró una presión máxima reducida en comparación con el propulsor de doble base convencional independientemente del tipo de fulminante utilizado. Así, el artículo de ensayo que incluía la composición A mostró una presión máxima reducida en comparación con el artículo de ensayo que incluía fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado con el propulsor de doble base (propulsor BALL POWDER®). Se determinó que la diferencia en los valores medios de la presión máxima entre los artículos de ensayo que incluían la composición A con el fulminante a base de plomo y los artículos de ensayo que incluían la composición A con el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado no era estadísticamente significativa, lo que sugiere que la reducción de la presión máxima puede estar en función de la cantidad de fósforo rojo estabilizado y encapsulado añadida al propulsor de doble base.

Con referencia a la FIG. 2B, el artículo de ensayo que incluía la composición A presentaba un tiempo reducido hasta la presión en milisegundos (ms) en comparación con el propulsor de doble base. Por tanto, la adición del fósforo rojo estabilizado y encapsulado al propulsor de doble base (composición A) proporcionó un cambio significativo en el tiempo hasta la presión máxima. La diferencia entre los tiempos hasta la presión máxima en la mitad de la vaina para los diferentes fulminantes no era significativa, lo que sugiere que el artículo de ensayo, que incluía la composición A proporciona un aumento en la velocidad de combustión, sin aumentar la presión máxima (FIG. 2A).

Como se muestra en la FIG. 2C, el artículo de ensayo que incluía la composición A presentaba un mayor impulso de presión (en MPa/ms y psi/ms) en comparación con el propulsor de doble base. El uso de fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado proporcionó una reducción significativa del impulso de presión. Sin embargo, la mayor reducción del impulso de presión fue proporcionada por el artículo de ensayo que incluía la composición A. La combinación de la composición A con el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado en el artículo de ensayo que la incluía proporcionó un impulso de presión sustancialmente menor que el del artículo de ensayo que incluía la combinación de la composición A con el fulminante a base de plomo.

Con referencia a la FIG. 2D, el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado proporcionó una reducción sustancial de la presión media cuando se utilizó en los artículos de ensayo que incluían tanto el fulminante de doble base convencional como la composición A. Sin embargo, el artículo de ensayo que incluía la composición A no proporcionó una reducción sustancial de la presión media en comparación con el propulsor de doble base convencional cuando se prendió bien con el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado o con el fulminante a base de plomo. La presión media proporcionada por cualquier propulsor cuando era prendido sólo por el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado no era significativamente diferente de las presiones medias con el ERP en el propulsor. Esto, combinado con la presión máxima reducida sugiere que el artículo de ensayo que incluía la composición A proporcionaba un aumento sustancial de la uniformidad de la velocidad de combustión.

Las FIGS. 2E y 2F muestran una velocidad de la subida de presión estimada en dos etapas: 1) una primera etapa que mide los MPa/ms (psi/ms) hasta el 25% del valor máximo (FIG. 2E); y 2) una segunda etapa que mide los MPa/ms (psi/ms) del 25% al 75% del valor máximo (FIG. 2F).

Como se muestra en la FIG. 2E, para la primera etapa, los artículos de ensayo que incluían la composición A como propulsor y el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado parecía que presentaban mayores velocidades de aumento de presión en comparación con los artículos de ensayo sin el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado ni la composición A. Sin embargo, debido a las altas desviaciones, sólo el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado parecía que proporcionaba un aumento significativo de la velocidad de subida de la presión. Aunque no se desea estar vinculado a ninguna teoría particular, se cree que la falta de significancia del aumento en la velocidad de subida de la presión presentada por los artículos de ensayo que incluían la composición A es debida a una gran variación en las lecturas.

Como se muestra en la FIG. 2F, para la segunda etapa, los artículos de ensayo que incluían la composición A así como los artículos de ensayo que incluían el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado presentaban una velocidad sustancialmente reducida de la subida de presión en comparación con el artículo que incluía el propulsor de doble base y el fulminante a base de plomo. La diferencia entre las velocidades de subida de la presión para la primera y segunda etapas sugiere que el fósforo rojo estabilizado y encapsulado tiene una influencia moderadora sobre la velocidad de generación de presión cuando se quema un propulsor.

Como se muestra en las FIGS. 2A a 2F, los artículos de ensayo que incluían la composición A mostraron una presión máxima, un tiempo hasta la presión máxima y un impulso de presión reducidos en comparación con los artículos de ensayo que incluían el propulsor de doble base y el fulminante a base de plomo, pero el artículo de ensayo que incluía la composición A no presentó una presión media reducida en comparación con los artículos de ensayo que incluían el propulsor de doble base y el fulminante a base de plomo. El fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado solo no tenía la misma influencia significativa sobre el tiempo hasta la presión máxima que la composición A, pero sí sobre la presión máxima y el impulso de presión. El artículo de ensayo que incluía la composición A parecía tener una mayor velocidad de presurización durante el primer 25% de subida hasta la presión máxima. Sin embargo, la velocidad de presurización parecía ralentizarse en comparación con el propulsor de doble base con el fulminante a base de plomo entre el 25% y el 75% de la presión máxima en la mitad de la vaina. Aunque no se desea estar vinculado a ninguna teoría particular, se cree que los efectos del fósforo rojo estabilizado y encapsulado sobre las propiedades balísticas de la composición propulsora de doble base pueden depender de la masa, cuanto menor masa mayor velocidad de combustión en el momento de la ignición o próximo a él.

Las FIGS. 3A a 3D son gráficos de barras que muestran una comparación de las propiedades balísticas de propulsores medidas en la posición de la boca de la vaina. Los artículos de ensayo que incluían la composición A y el propulsor de doble base se analizaron cada uno en combinación con el fulminante a base de plomo o con el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado.

Como se muestra en la FIG. 3A, el artículo de ensayo que incluía fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado y composición A proporcionó una reducción estadísticamente significativa (entre aproximadamente 13,8 Mpa (2.000 psi) y aproximadamente 20,7 Mpa (3.000 psi)) de la presión máxima en comparación con el artículo

de ensayo que incluía el fulminante a base de plomo en combinación con el fulminante de doble base convencional.

Como se muestra en la FIG. 3B, cada uno de los artículo de ensayo que incluía el fósforo rojo estabilizado y encapsulado (es decir, la composición A y/o el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado) alcanzó la presión máxima más rápidamente que los artículos de ensayo sin el fósforo rojo estabilizado y encapsulado (es decir, el propulsor de doble base con el fulminante a base de plomo). El artículo de ensayo que incluía la composición A presentó un mayor tiempo hasta la presión máxima en comparación con el propulsor de doble base en combinación con el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado. El fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado proporcionó un mayor tiempo hasta la presión máxima en comparación con el fulminante a base de plomo convencional, pero presentó un tiempo reducido hasta la presión máxima en comparación con la composición A, independientemente de cuál fuera el fulminante utilizado. Estos resultados sugieren que la adición del fósforo rojo estabilizado y encapsulado a un propulsor de doble base convencional aumenta la velocidad de reacción sin aumentar la presión máxima.

Como se muestra en la FIG. 3C, los artículos de ensayo que incluían fósforo rojo estabilizado y encapsulado (es decir, la composición A y/o el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado) presentaban un impulso de presión reducido. El impulso de presión presentado por los artículos de ensayo que incluían la composición A se aumentó en comparación con el artículo de ensayo que incluía el propulsor de doble base convencional y el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado. La diferencia en el impulso de presión entre los dos artículos de ensayo que incluían la composición A no era significativa. Por tanto, la adición del fósforo rojo estabilizado y encapsulado a la composición propulsora de doble base convencional proporcionó un aumento significativo en el impulso de presión.

Como se muestra en la FIG. 3D, la presión media presentada por el artículo de ensayo que incluía el fulminante a base de plomo en combinación con la composición A se redujo significativamente en comparación con los dos artículos de ensayo que incluían el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado. El artículo de ensayo que incluía el fósforo rojo estabilizado y encapsulado tanto en el fulminante como en el propulsor (es decir, el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado y la composición A) presentaba una presión media significativamente reducida en comparación con el artículo de ensayo que incluía el fósforo rojo estabilizado y encapsulado solamente en el fulminante (es decir, el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado y el propulsor de doble base convencional). Estos datos sugieren una ampliación de la curva de presión frente al tiempo (curva p-t) puesto que la presión máxima y el tiempo hasta la presión máxima es menor para los artículos de ensayo que incluían la composición A.

Las propiedades balísticas medidas en la posición de la boca de la vaina demuestran que el artículo de ensayo que incluía la composición A proporciona una reducción significativa en la presión máxima, el tiempo hasta la presión máxima y el impulso de presión sin una reducción significativa en la presión media. Los datos anteriormente descritos muestran que los efectos de la adición del fósforo rojo estabilizado y encapsulado al propulsor de doble base da como resultado un mayor cambio en las propiedades balísticas que la adición del fósforo rojo estabilizado y encapsulado al fulminante solo. Aunque no se desea estar vinculado a ninguna teoría particular, se cree que la magnitud de la diferencia entre las propiedades balísticas de la composición A y el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado solo sugiere que los cambios en las propiedades balísticas que resultan de la adición del fósforo rojo estabilizado y encapsulado pueden ser dependientes de la masa.

Las FIGS. 4A a 4D son gráficos de barras que muestran una comparación de las propiedades balísticas de los artículos de ensayo que incluían propulsores medidos en la posición de la boca de la vaina. Se analizaron artículos de ensayo que incluían la composición A y el propulsor de doble base en combinación con el fulminante a base de plomo o el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado.

Como se muestra en la FIG. 4A, el artículo de ensayo que incluía la composición A presentaba una presión máxima significativamente reducida en comparación con los otros artículos de ensayo. Utilizando el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado en combinación con el propulsor de doble base no se redujo significativamente la presión máxima.

Como se muestra en la FIG. 4B, el artículo de ensayo que incluía la composición A presentaba un tiempo significativamente reducido hasta la presión máxima en comparación con los otros artículos de ensayo. Usando el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado en combinación con el propulsor de doble base no se redujo significativamente el tiempo hasta la presión máxima.

Como se muestra en la FIG. 4C, el artículo de ensayo que incluía la composición A presentaba un impulso de presión significativamente reducida en orificio de salida en comparación con los otros artículos de ensayo. Utilizando el fulminante a base de fósforo rojo estabilizado y encapsulado en combinación con el propulsor de doble base no se redujo significativamente el impulso de presión en comparación con el uso del fulminante a base de plomo en combinación con el propulsor de doble base convencional.

Como se muestra en la FIG. 4D, el artículo de ensayo que incluía la composición A presentaba una presión media significativamente reducida en comparación con los otros artículos de ensayo. Utilizando el fulminante a base de

fósforo rojo estabilizado y encapsulado en combinación con el propulsor de doble base no cambió significativamente la presión media en comparación con el uso del fulminante a base de plomo en combinación con el propulsor de doble base.

5 Por tanto, como en el caso de las presiones a la mitad de la vaina y en la boca de la vaina, los artículos de ensayo que incluían la composición A proporcionaban una reducción significativa en la presión máxima, el tiempo hasta la presión máxima y el impulso de presión en comparación con los artículos de ensayo que incluían el propulsor de doble base. Los artículos de ensayo que incluían la composición A proporcionaban adicionalmente una reducción de la presión media en el orificio de salida en comparación con los artículos de ensayo que incluían el propulsor de doble base. Estos datos sugieren que las reacciones que reducen la presión todavía están presentes cuando el proyectil pasa por el orificio de salida.

Ejemplo 3 - Velocidad de la composición propulsora

15 Se determinó la velocidad media para artículos de ensayo que incluían la composición A y el propulsor de doble base en combinación con uno del fulminante a base de plomo y del fulminante de fósforo rojo estabilizado y encapsulado. Como se muestra en la FIG. 5, la velocidad media proporcionada por el artículo de ensayo que incluía la composición A se redujo significativamente en comparación con la velocidad media proporcionada por el propulsor de doble base, independientemente del fulminante. El artículo de ensayo que incluía la combinación del fulminante a base de plomo con la composición A presentaba la velocidad más baja. Como la especificación para la velocidad tiene tanto un mínimo como un máximo, se cree que la composición A permite que la velocidad se adapte controlando la cantidad de fósforo rojo estabilizado y encapsulado añadido a un propulsor convencional, tal como un propulsor de doble base. Aunque no se desea estar vinculado a ninguna teoría particular, el aumento de los productos de reacción procedentes de la composición A puede dar como resultado un aumento en la pérdida de gases durante la combustión en comparación con la pérdida de gases del propulsor de doble base.

20 La adición del fósforo rojo estabilizado y encapsulado al propulsor de doble base modificó significativamente las propiedades balísticas medidas. Más específicamente, la presión máxima, el tiempo hasta la presión máxima y el impulso de presión se redujeron todos sin reducir significativamente la presión media. Aunque no se desea estar vinculado a ninguna teoría particular, se cree que esto sugiere que el fósforo rojo estabilizado y encapsulado se puede utilizar para reducir la tensión en un dispositivo de artillería o sistema de armas por combustión del propulsor. La adición del fósforo rojo estabilizado y encapsulado al propulsor de doble base también puede reducir la velocidad proporcionada por el propulsor.

30

REIVINDICACIONES

1. Una composición propulsora, que comprende:
nitrocelulosa;
un fósforo rojo estabilizado y encapsulado; y
- 5 al menos uno de polibutadieno terminado en hidroxilo, polibutadieno terminado en carboxi, un polímero de glicidilazida, un oxetano y un polímero de oxirano.
2. La composición propulsora de la reivindicación 1, que comprende además al menos un plastificante energético que comprende un éster nitrato.
- 10 3. La composición propulsora de la reivindicación 2, en donde el al menos un plastificante energético comprende nitroglicerina.
4. La composición propulsora de la reivindicación 1, en donde el fósforo rojo estabilizado y encapsulado comprende fósforo rojo revestido con un óxido metálico y un polímero.
5. La composición propulsora de la reivindicación 1, en donde el fósforo rojo estabilizado y encapsulado está dispersado homogéneamente en la nitrocelulosa.
- 15 6. La composición propulsora de la reivindicación 1, en donde el fósforo rojo estabilizado y encapsulado está mezclado con la nitrocelulosa.
7. Una composición propulsora, que comprende:
un propulsor que comprende un aglutinante energético y un plastificante energético;
y
- 20 un fósforo rojo estabilizado y encapsulado.
8. La composición propulsora de la reivindicación 7, en donde el aglutinante energético comprende al menos uno de nitrocelulosa, nitrato de ciclodextrina, poli(nitrato de vinilo), un polímero dinitropropilacrilato y un nitroetileno polimérico.
- 25 9. La composición propulsora de la reivindicación 7, en donde el plastificante energético comprende al menos uno de nitroglicerina, trinitroglicerina, trinitrato de metriol, trinitrato de trimetiloletano, dinitrato de diglicol, dinitrato de trietilenglicol, trinitrato de butanotriol, dinitrato de dietilenglicol, dinitrato de propilenglicol, dinitrato de etilenglicol, butil-2-nitratoetil-nitramina, metil-2-nitratoetil-nitramina y etil-2-nitratoetil-nitramina.
10. La composición propulsora de la reivindicación 7, en donde el propulsor comprende un propulsor de doble base o un propulsor de múltiples bases.
- 30 11. La composición propulsora de la reivindicación 1 o la reivindicación 7, en donde el fósforo rojo estabilizado y encapsulado está presente en una cantidad entre aproximadamente 0,1% en peso y aproximadamente 10% en peso del peso total de la composición propulsora.
12. La composición propulsora de la reivindicación 1 o la reivindicación 7, que comprende además al menos uno de un líquido inerte, un oxidante, un supresor del destello, un combustible metálico, un compuesto de carbono, un disolvente, un estabilizante y un tensioactivo.
- 35 13. La composición propulsora de la reivindicación 7, en donde el propulsor comprende nitrocelulosa, nitroglicerina, ftalato de dibutilo, adipato de poliéster, etil-centralita, colofonia, acetato de etilo, difenilamina, N-nitrosodifenilamina, nitrato de potasio, sulfato de potasio, dióxido de estaño, grafito y carbonato de calcio.
14. Un método para preparar una composición propulsora que comprende combinar un fósforo rojo estabilizado y encapsulado con un propulsor que comprende nitrocelulosa y un plastificante energético.
- 40 15. El método de la reivindicación 14, que comprende además plastificar la nitrocelulosa con el plastificante energético que comprende al menos un éster nitrato.
16. Un elemento de artillería, que comprende:
la composición propulsora de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13; y
- 45 un fulminante.

17. El elemento de artillería de la reivindicación 16, en donde el fulminante comprende fósforo rojo estabilizado y encapsulado, al menos un oxidante, al menos una composición explosiva secundaria, al menos un metal y al menos un aglutinante resistente a los ácidos.

5 18. El elemento de artillería de la reivindicación 16, en donde el fulminante comprende fósforo rojo estabilizado por un eliminador de ácidos y un polímero.

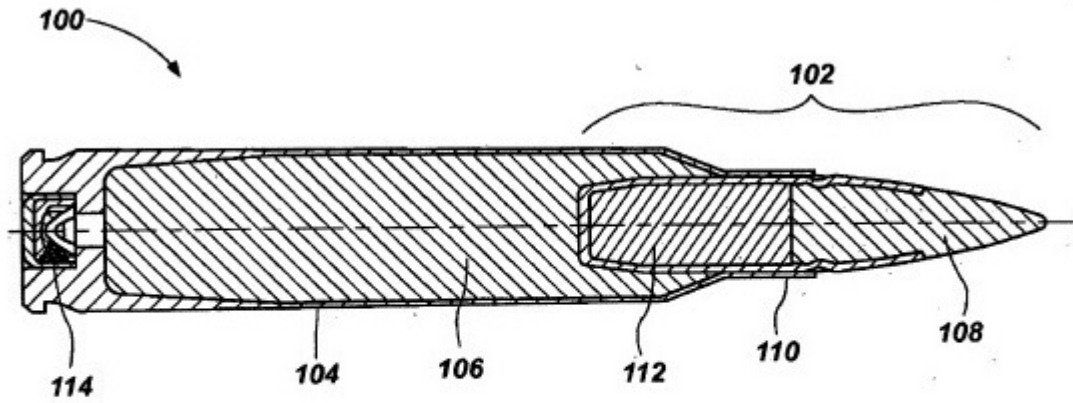
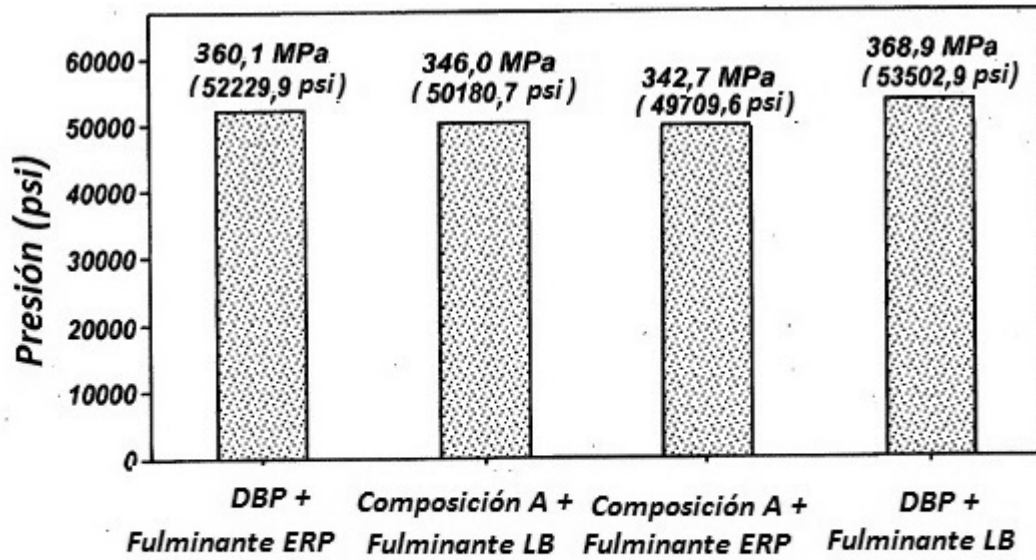


FIG. 1

Presión en la mitad de la vaina
Presión máxima (en MPa y psi)



psi = libras/pulgada²

FIG. 2A

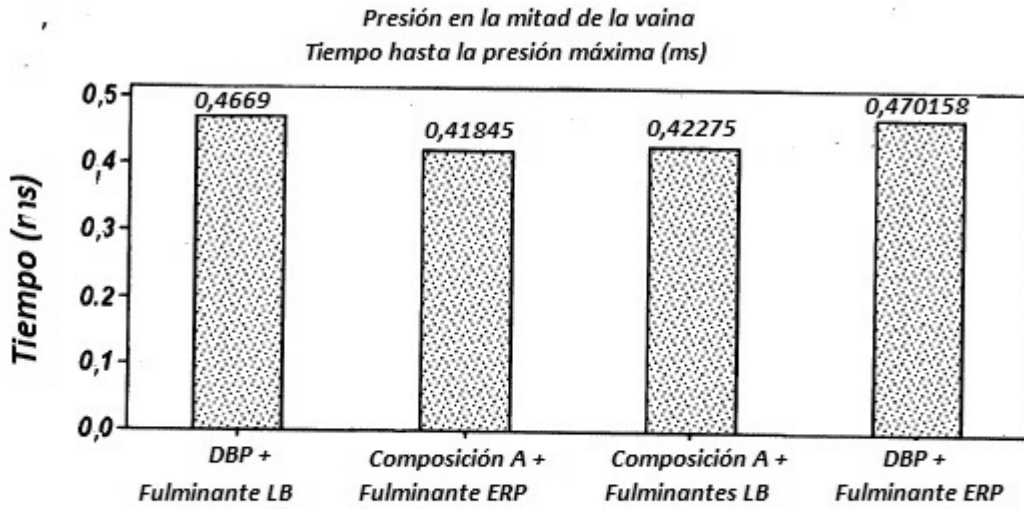


FIG. 2B

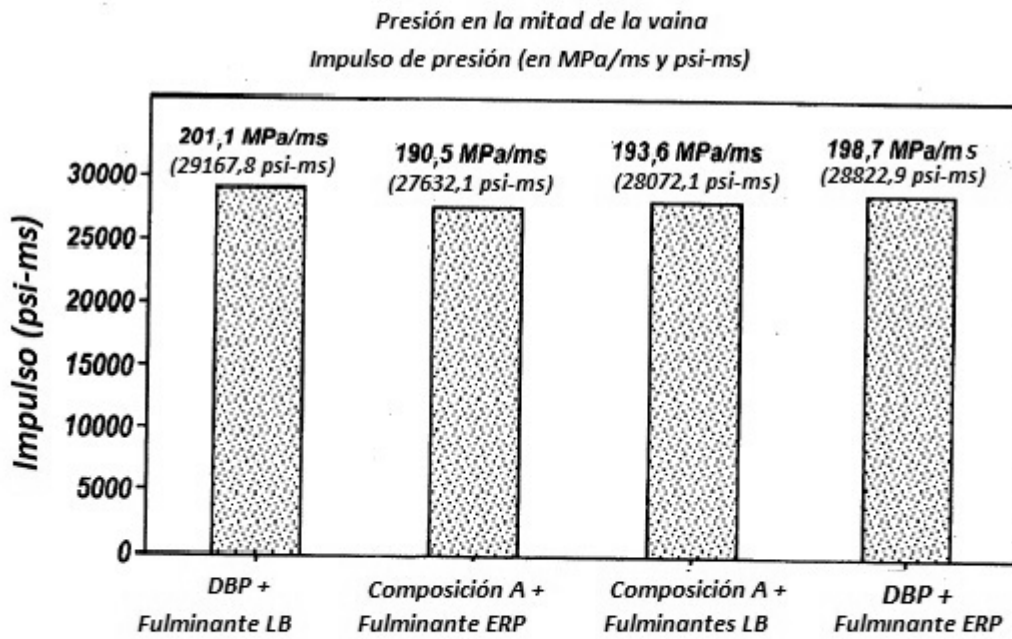


FIG. 2C

Presión en la mitad de la vaina

Presión media (en MPa y psi)

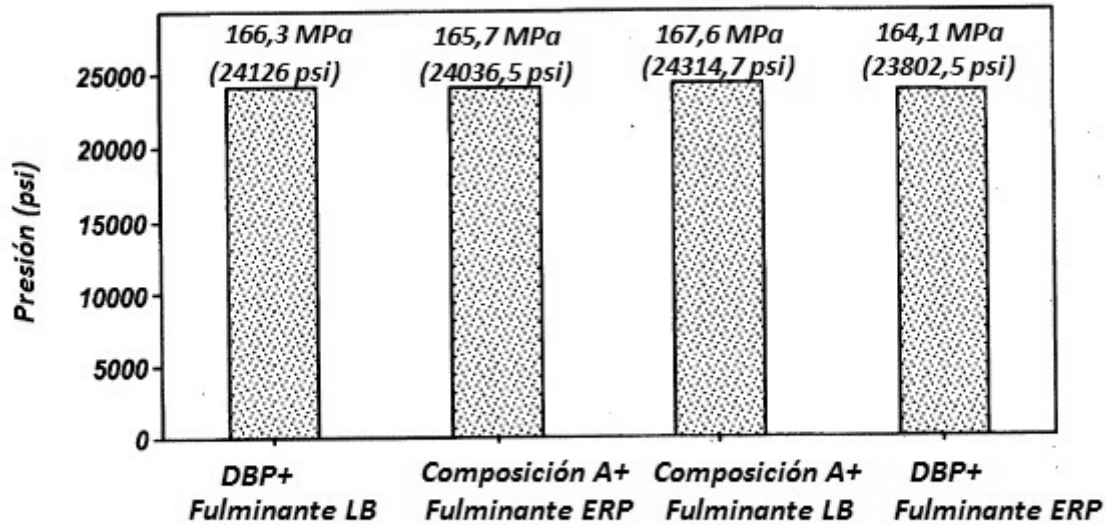


FIG. 2D

Velocidad en la mitad de la vaina de la subida de presión 1

Velocidad de la subida de presión (en MPa/ms y psi/ms)

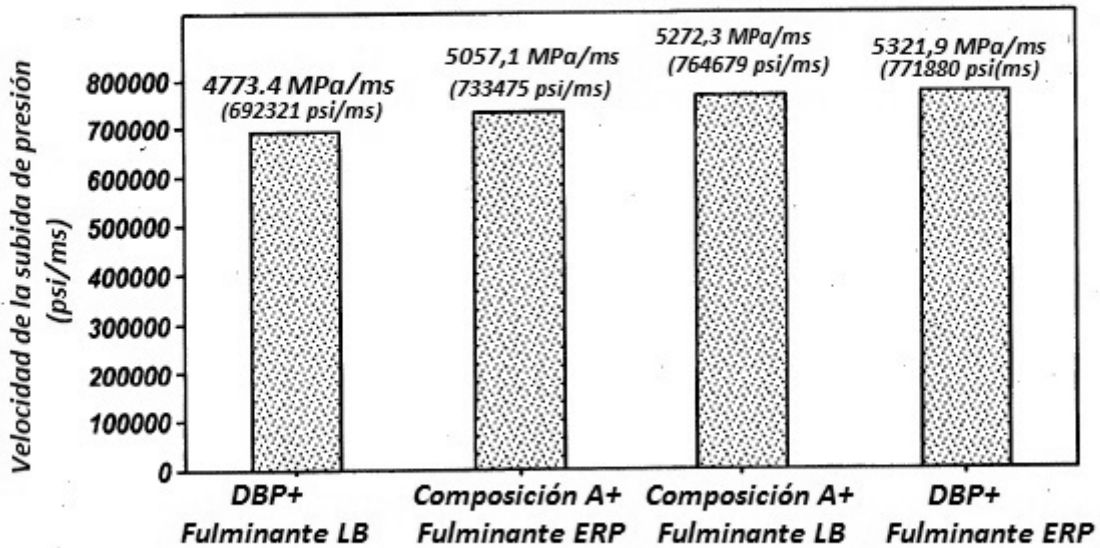


FIG. 2E

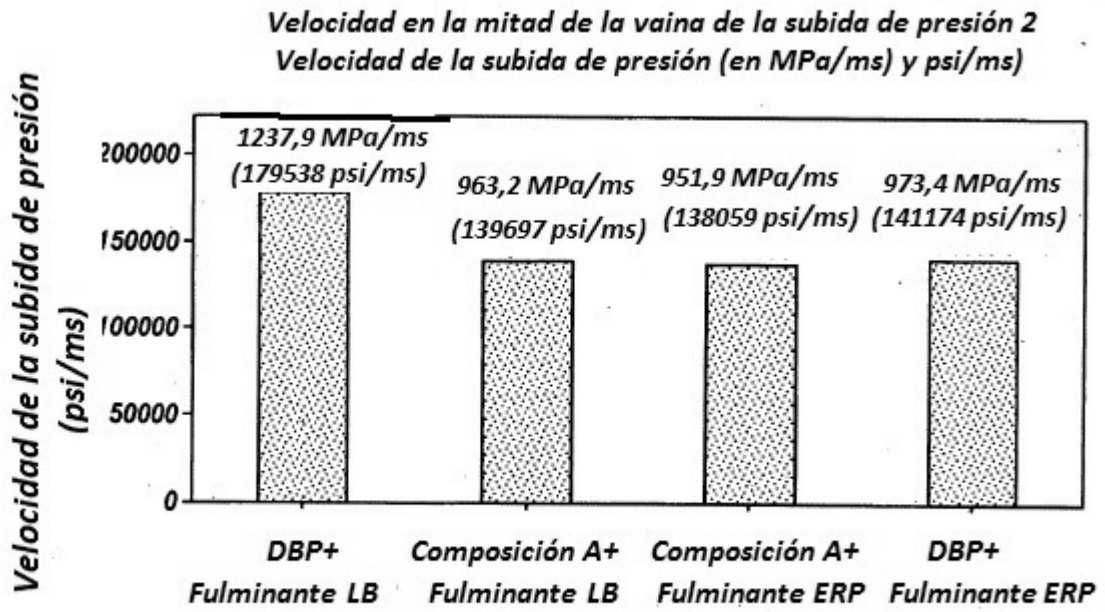


FIG. 2F

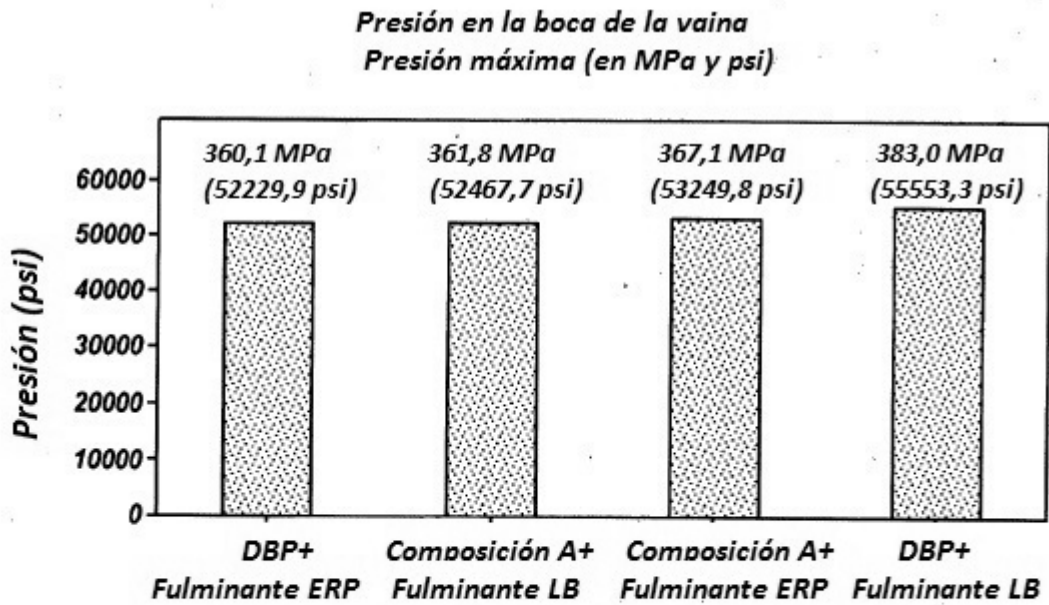


FIG. 3A

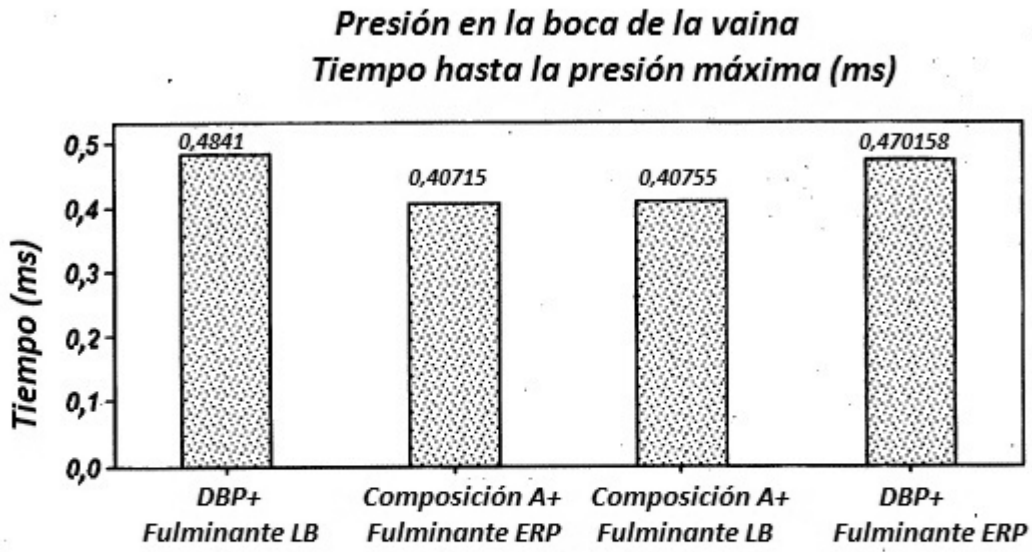


FIG. 3B

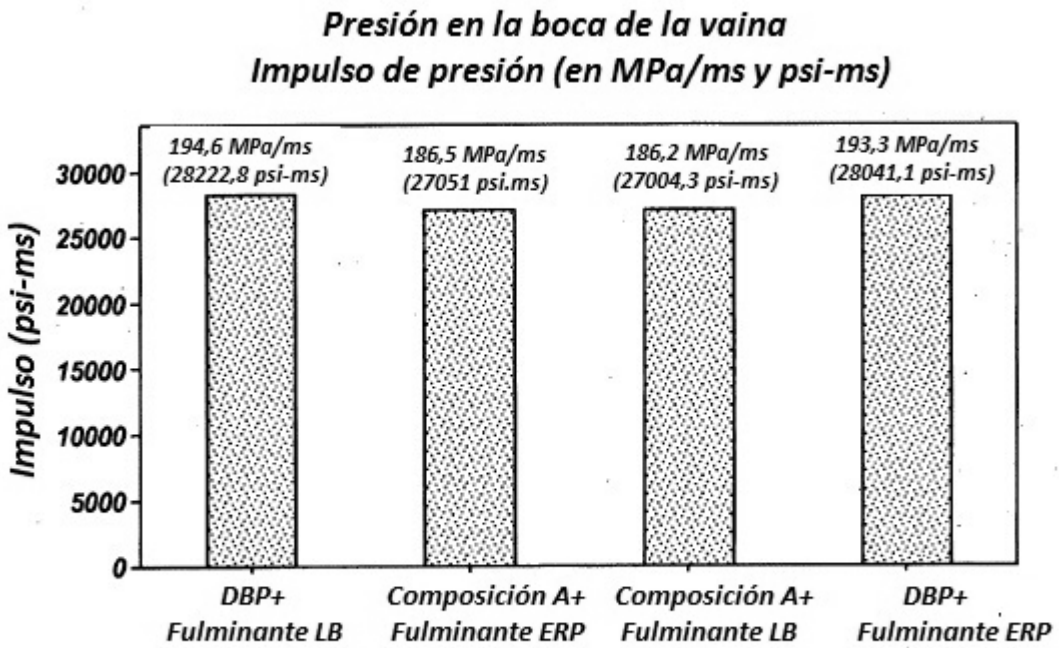


FIG. 3C

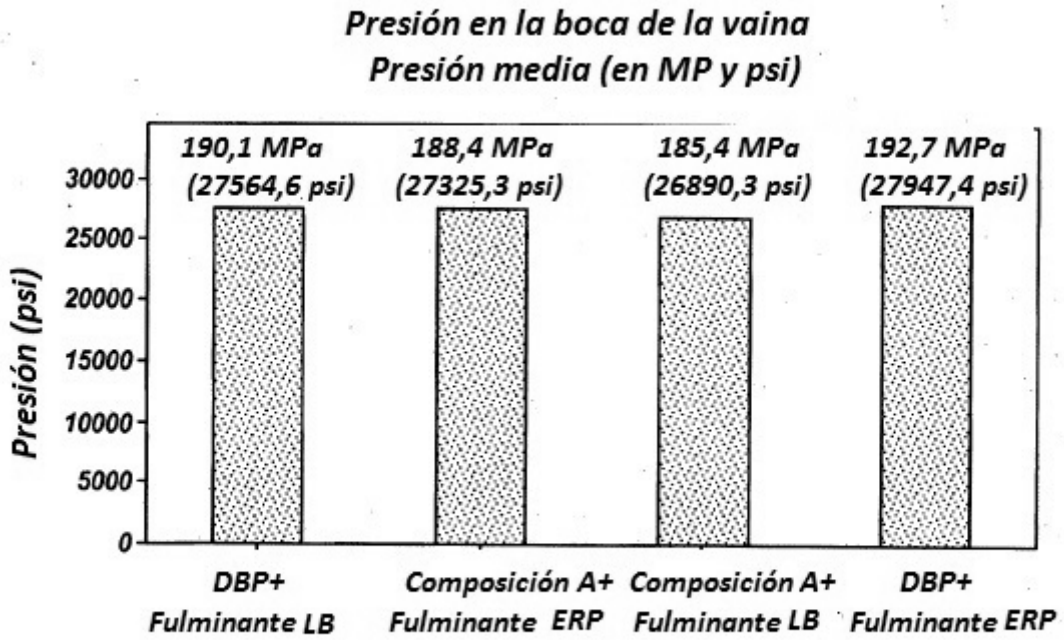


FIG. 3D

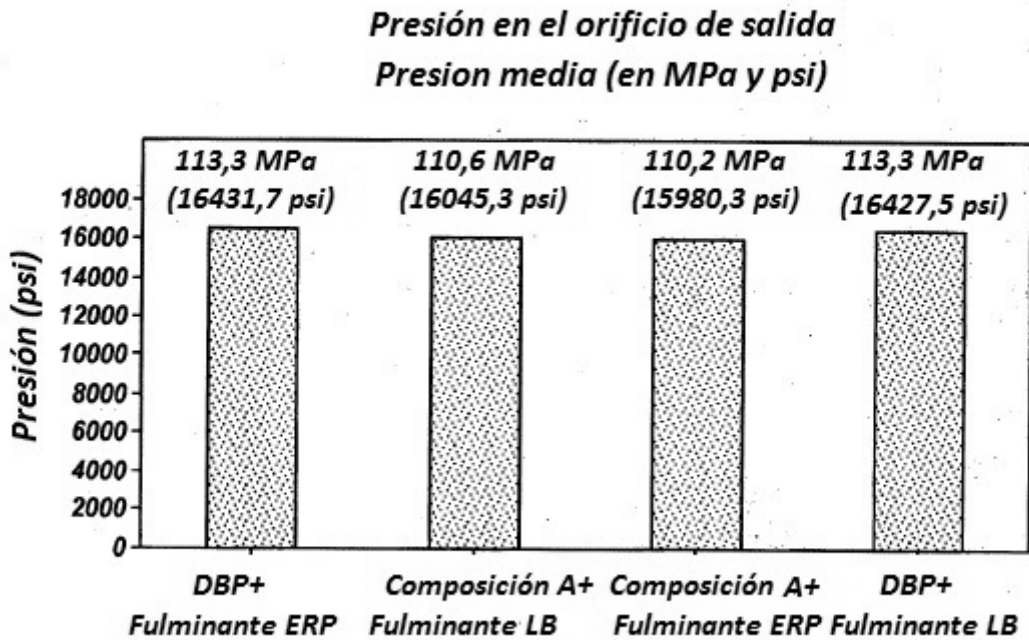


FIG. 4A

Presión en el orificio de salida
Tiempo hasta la presión máxima (ms)

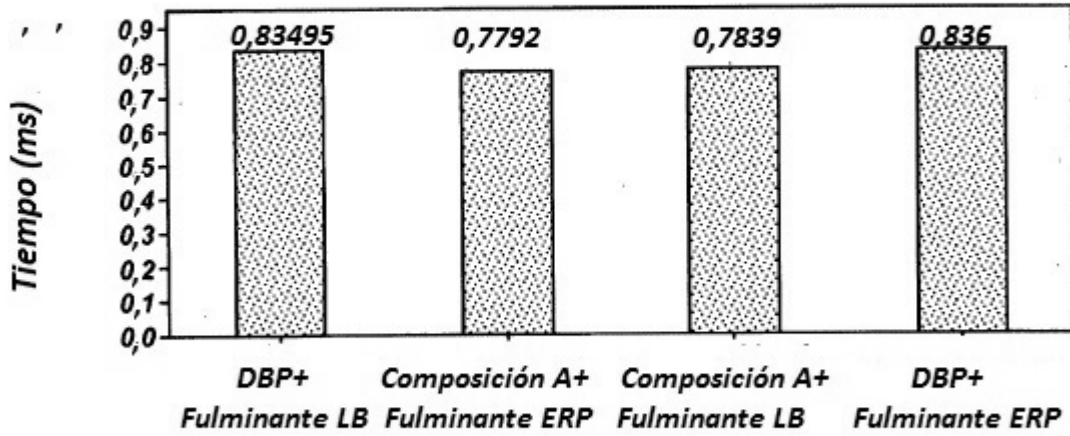


FIG. 4B

Presión en el orificio de salida
Impulso de presión (en kPa/ms y psi-ms)

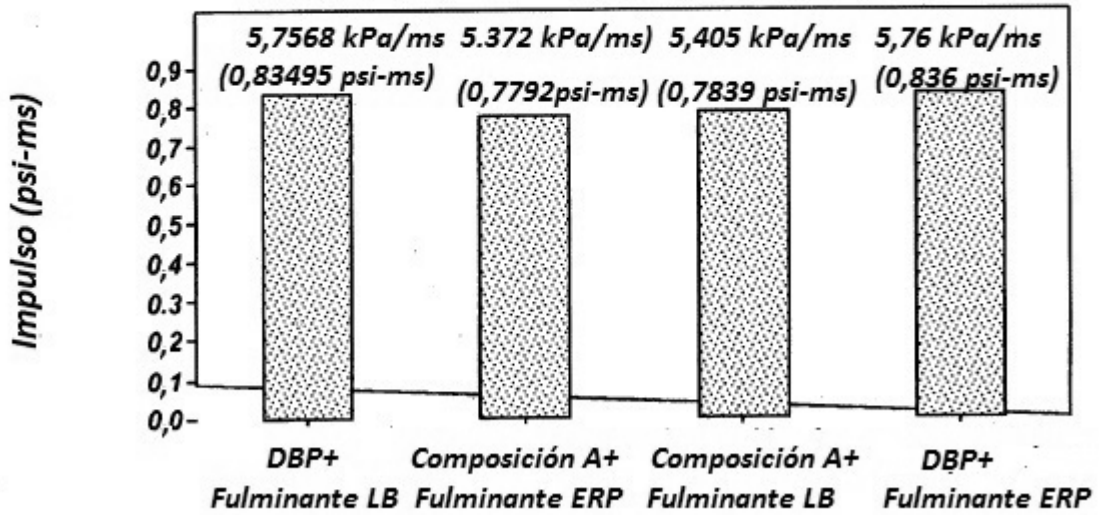


FIG. 4C

Presión en el orificio de salida
Presión media (en MPa y psi)

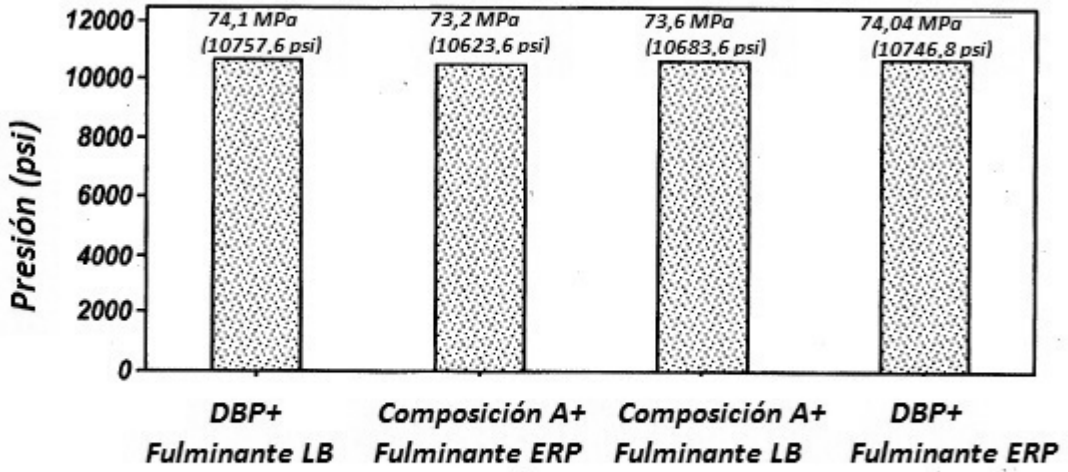


FIG. 4D

Velocidad media (en m/s y pies/s)

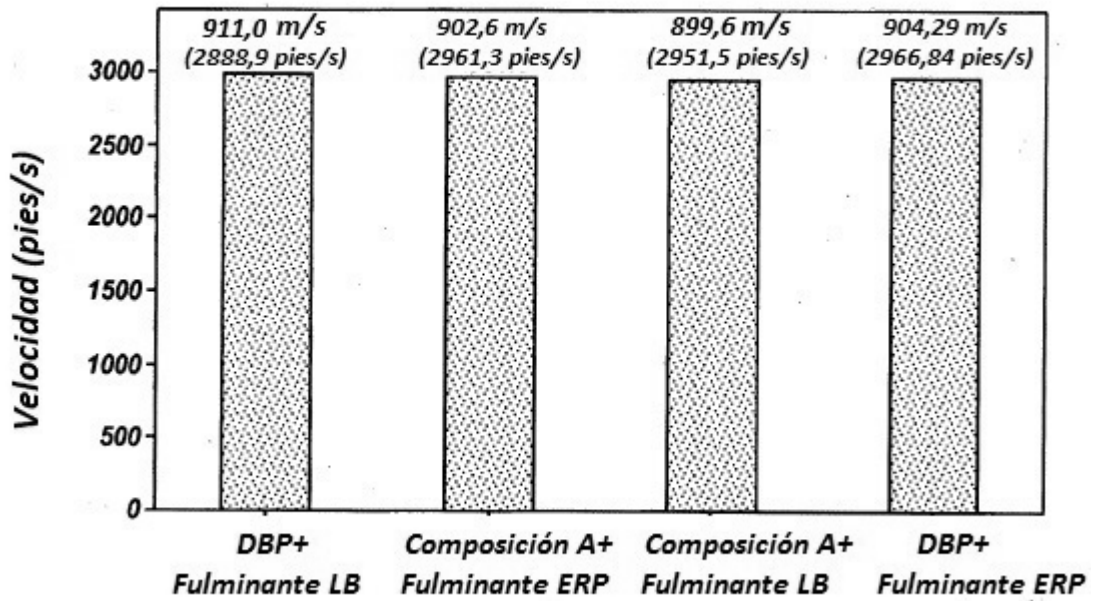


FIG. 5