

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 540 084**

51 Int. Cl.:

C09K 21/14 (2006.01)

A62D 1/00 (2006.01)

C23F 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2001 E 01998612 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2015 EP 1343855**

54 Título: **Composiciones igniretardantes con corrosividad de aluminio reducida**

30 Prioridad:

28.11.2000 US 723567

16.10.2001 US 978602

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

08.07.2015

73 Titular/es:

**ICL PERFORMANCE PRODUCTS LP (100.0%)
622 Emerson Road, Suite 500
St. Louis, MO 63141-1160, US**

72 Inventor/es:

VANDERSALL, HOWARD L.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 540 084 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 igniretardantes con corrosividad de aluminio reducida

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a composiciones igniretardantes de corrosión inhibida. Más específicamente, la invención se refiere a composiciones que comprenden concentrados de polifosfato amónico y otras soluciones que contienen compuestos de hierro suspendidos y/o solubles y al menos un biopolímero.

Antecedentes

10 La aplicación aérea de composiciones igniretardantes para combatir la propagación de incendios de terreno forestal es habitual. La composición de los concentrados igniretardantes diseñados para manejar y controlar los incendios de terreno forestal es de dos tipos generales, los que, cuando se mezclan o diluyen con agua hasta una concentración de uso final, dan como resultado una solución espesada de goma, y los que no contienen un espesante de goma y, por lo tanto, dan como resultado soluciones de tipo acuoso, que no se modifican reológicamente. Estas soluciones igniretardantes de tipo acuoso exhiben características de goteo inferiores. La primera se puede suministrar en forma de polvos secos o en forma de suspensiones o pastas denominadas generalmente fluidos. Los concentrados que dan como resultado suspensiones de tipo acuoso cuando se diluyen con agua pueden contener también componentes suspendidos, pero se denominan generalmente concentrados líquidos. Algunos prefieren los concentrados igniretardantes que se suministran como fluidos o líquidos debido a que se pueden diluir sencilla y fácilmente hasta la concentración de uso final con poco material de mezcla y mano de obra.

20 Los líquidos de polifosfato amónico se han usado como igniretardantes aplicados de forma aérea. Estos líquidos tienen ciertas ventajas en comparación con otras composiciones supresoras de incendios dado que se pueden transportar y almacenar antes de su uso en forma líquida en lugar de mezclarse a partir de ingredientes secos. Sin embargo, los igniretardantes líquidos concentrados y las soluciones preparadas a partir de los mismos son extremadamente corrosivos para el aluminio y latón y moderadamente corrosivos para otros materiales de construcción usados en los equipos de manipulación, almacenamiento y aplicación. Como se usa en el presente documento, todos los metales incluyen las aleaciones de los mismos. Por lo tanto, el aluminio incluye aluminio 2024T3, 6061 y 7074, y el acero incluye acero 1010 y 4130 y el latón incluye latón amarillo y naval. Dado que los igniretardantes de terreno forestal se transportan principalmente para el fuego y se aplican de forma aérea, es imperativo que se minimice el daño corrosivo a los materiales de construcción de aeronaves de alas fijas y helicópteros.

30 Por lo tanto, el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos ("USDA") ha establecido, en las "Especificación 5100-304b (enero 2000) que sustituye a la Especificación 5100-00304a (febrero 1986)", titulada "Especificación para aplicación terrestre o en aeronaves en incendios de terreno forestal de retardantes a largo plazo" (en lo sucesivo en el presente documento, "Especificaciones del Servicio Forestal"), las tasas de corrosión máximas admisibles para aluminio 2024T3, acero 4130, latón amarillo y magnesio Az-31-B. Por ejemplo, la corrosividad de los retardantes de incendios forestales, en concentrado frente a aluminio, acero y latón amarillo no debe exceder de 0,127 mm (milímetros) por año según se determina mediante el ensayo de "Corrosión Uniforme" expuesto en la Sección 4.3.5.1 de las Especificaciones del Servicio Forestal del USDA mencionadas anteriormente. Si el producto se aplica desde helicópteros equipados con tanque fijo, la corrosividad de los igniretardantes frente al magnesio no debe exceder de 0,127 mm por año. Las Especificaciones del Servicio Forestal identifican la cantidad de corrosión máxima aceptable cuando tanto el concentrado igniretardante como sus soluciones diluidas se exponen a cada metal indicado anteriormente a temperaturas de 21 °C y 49 °C en configuraciones tanto total como parcialmente sumergidas. La corrosividad máxima admisible de las soluciones diluidas de igniretardante aplicadas de forma aérea frente al aluminio es 0,0508 mm por año ("mmpy"), y la corrosividad máxima frente al latón y acero es 0,127 mm por año cuando están parcialmente sumergidos, y 0,0508 mm por año cuando se someten a ensayo en condiciones parcialmente sumergidas. En la configuración parcialmente sumergida, una mitad de la muestra está dentro de la solución y la otra mitad se expone a los vapores en el espacio de aire sobre la solución.

50 En un esfuerzo por abordar los problemas de corrosividad encontrados en el uso de polifosfatos amónicos de calidad fertilizante, se incorporó ferrocianuro sódico a las composiciones corrosivas. El ferrocianuro sódico ha probado ser un inhibidor de la corrosión eficaz en las composiciones igniretardantes que contienen soluciones fertilizantes de polifosfato amónico. Sin embargo, aunque el ferrocianuro sódico es eficaz como inhibidor de la corrosión, varias desventajas de su uso hacen indeseable su incorporación a las composiciones retardadoras de incendios de terreno forestal. Específicamente, la seguridad medioambiental y toxicológica de ferrocianuros y ferricianuros es, cuanto menos, cuestionable. Cuando se exponen a condiciones ácidas y/o radiación ultravioleta de la luz solar natural, los radicales ferrocianuro y ferricianuro se degradan fácilmente liberando hierro libre y cianuro y/o cianuro de hidrógeno, que son tóxicos para seres humanos, animales y vida acuática. Además, el hierro libre que emana de la descomposición de una parte de los radicales ferrocianuro y ferricianuro, o que se introduce desde otros componentes o impurezas en la composición, reacciona posteriormente con el ferrocianuro y el ferricianuro no descompuestos remanentes para formar ferricianuro ferroso ("Azul de Turnbull") o ferrocianuro férrico ("Azul de Prusia"), que emiten una coloración persistente azul-negro o añil-azul, tiñendo todo aquello con lo que entran en

contacto. Por lo tanto, no se puede usar ferricianuro ni ferrocianuro en igniretardantes que se espera que se desvanezcan y se vuelvan invisibles a lo largo del tiempo, por ejemplo, en composiciones retardantes pasajeras.

5 La magnitud de las preocupaciones anteriores aumentan dado que los igniretardantes de terreno forestal se aplican generalmente de forma aérea de una forma menos que completamente controlada. Debido a la presencia de variables tales como la cobertura vegetal, el humo o la deriva del viento que producen un impacto en la trayectoria de la solución en caída libre, las soluciones igniretardantes de terreno forestal aplicadas de forma aérea pueden caer sobre o acerca de personas, animales y en cuerpos de agua, o en suelos donde podrían entrar en el suministro de agua.

10 Además, las propiedades reológicas de las soluciones igniretardantes de terreno forestal durante períodos de cizalladura extrema o relajada, y su elasticidad se reconocen como propiedades importantes. Las propiedades reológicas de las soluciones retardantes de incendios forestales y de terrenos de maleza son importantes debido a que afectan significativamente el rendimiento del retardante durante y después de la descarga aérea y la posterior distribución en la escalera combustible. El grado de dispersión, integridad de la nube retardante, magnitud de la deriva inducida por el viento, así como la continuidad de la cobertura, retención y penetración del complejo combustible se encuentran entre las características relacionadas con el rendimiento impactadas. Las soluciones igniretardantes, que exhiben un aumento en las propiedades elásticas y de viscosidad, son más deseadas debido a que se ven menos afectadas por las fuerzas extremas encontradas en la aplicación aérea, por ejemplo los efectos del viento, gravedad, y la fuerza de cizalladura debida al momento hacia adelante.

20 Históricamente, las soluciones igniretardantes de terreno forestal, que se preparan para aplicación, han sido de tres tipos reológicos generales: (1) soluciones fertilizantes líquidas no espesadas con poca viscosidad eficaz y elasticidad; (2) soluciones acuosas de sulfato amónico espesadas con arcilla con alta viscosidad aparente, pero poca viscosidad eficaz y ninguna elasticidad; y (3) soluciones de fosfato y/o sulfato amónico espesadas con goma, pseudoplásticas y elásticas, de alta viscosidad, que mantienen un nivel de viscosidad y un carácter elástico aumentados incluso cuando se someten a grandes cantidades de cizalladura.

25 El documento de Publicación de Patente de Estados Unidos N° US 4.822.524 describe una composición igniretardante para aplicación a la vegetación que suprime la propagación del incendio de terreno forestal, que consiste básicamente en polifosfato amónico y goma de xantano, en una cantidad eficaz minoritaria para mejorar la estabilidad a largo plazo, características de adhesión y/o una tendencia reducida a la corrosión moderada del acero.

30 Las gomas de guar, polisacáridos naturales que se extraen del haba de guar, se han usado en igniretardantes aplicados de forma aérea para mejorar las propiedades reológicas de las soluciones retardantes. Los espesantes de goma de guar funcionan de una forma aceptable cuando la composición igniretardante basado en polifosfato amónico se diluye relativamente pronto después de la preparación. La tasa de degradación del espesante de goma de guar varía con la composición del polifosfato amónico de calidad fertilizante y puede ser tan corta como de pocas horas a una semana. Sin embargo, cuando el retardante concentrado se almacena durante más de aproximadamente una semana, la tasa de viscosidad disminuye hasta un nivel inaceptable. Por ejemplo, los experimentos han mostrado que un concentrado igniretardante almacenado durante un mes antes de la dilución muestra poca tendencia a aumentar la viscosidad durante varias horas y no alcanza su nivel de viscosidad esperado durante quizá una semana. Dado que los incendios de terreno forestal se producen de forma no previsible y se requiere una respuesta rápida para tratarlos, este tipo de comportamiento es inaceptable.

40 También se han usado espesantes de biopolímeros de xantano convencionales que tienen tamaños de partícula que exceden de aproximadamente 100 μm (micrómetros) para alterar las características reológicas de los igniretardantes aplicados de forma aérea. Algunos biopolímeros de xantano convencionales disponibles en el mercado incluyen, pero no se limitan a, Kelzan® y Kelzan S® de CP Kelco, Wililmington, DE, y Xanthan AC® de Jungbunzlauer International AG, Basel, Suiza. Sin embargo, como las gomas de guar, los espesantes de biopolímero de xantano convencional rinden inaceptablemente en composiciones líquidas de polifosfato amónico. Incluso cuando se preparan recientemente, los concentrados de igniretardante de polifosfato amónico que contienen estos biopolímeros de xantano convencionales tienen una capacidad disminuida para aumentar la viscosidad de la solución de forma oportuna tras la posterior dilución con agua. Como tal, el uso de espesantes de biopolímero de xantano convencionales es menos deseado para mejorar las características reológicas de las composiciones igniretardantes basadas en polifosfato amónico para aplicación aérea.

50 Por lo tanto, existe la necesidad de proporcionar igniretardantes de terreno forestal seguros y aceptables para la supresión o la gestión de incendios de terreno forestal que no sean corrosivos para el equipo asociado al transporte, manipulación y aplicación del retardante, tengan características de aplicación reológicas favorables y de aplicación aérea y sean medioambiental y toxicológicamente favorables, evitando de ese modo las desventajas anteriores.

55 **Sumario de la invención**

Con el fin de superar las desventajas anteriores, es un objeto de la invención producir una composición igniretardante de terreno forestal que tiene una tendencia reducida a corroer diversos metales, características reológicas y de aplicación aérea favorables, y no se ve afectada negativamente por la exposición a la luz solar o

condiciones ácidas, dando como resultado la liberación de productos secundarios tóxicos que podrían ser peligrosos tanto medioambiental como toxicológicamente.

5 Es otro objeto de la invención proporcionar una composición igniretardante que es compatible con el concepto de un sistema de color transitorio o que se desvanece, capaz de volverse invisible con el tiempo con la exposición a la luz solar natural.

10 La presente invención cumple los objetos anteriores y otros objetos como se define en la reivindicación 1. Una composición igniretardante de corrosión inhibida incluye al menos una composición igniretardante que incluye al menos un polifosfato amónico, al menos un biopolímero que tiene un diámetro de partícula menor de aproximadamente 100 µm (micrómetros), y un sistema inhibidor de la corrosión que incluye al menos un compuesto
15 inhibidor de la corrosión seleccionado entre un grupo de compuestos que consiste en azoles, pirofosfato férrico insoluble, pirofosfato férrico soluble (mezcla o combinación de citrato sódico y pirofosfato férrico insoluble), oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato amónico férrico, ortofosfato férrico insoluble, ortofosfato férrico soluble, oxalato amónico férrico, sulfato amónico férrico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato amónico ferroso, bromuro ferroso, gluconato ferroso, yoduro ferroso, acetato férrico, fluoroborato férrico, hidróxido férrico, oleato férrico, fumarato ferroso, óxido ferroso, lactato férrico, resinato férrico, y cualquier combinación de los mismos; en la que el sistema inhibidor de la corrosión está presente en una cantidad eficaz minoritaria para reducir básicamente la corrosividad de la composición igniretardante.

20 En un segundo aspecto, la presente invención proporciona un procedimiento para preparar las composiciones igniretardantes de corrosión inhibida descritas anteriormente como se define en la reivindicación 17. El procedimiento incluye las etapas de formar una composición de concentrado intermedio adecuada para transporte y almacenamiento que incluye la composición igniretardante de corrosión inhibida de la invención descrita anteriormente; en el que el sistema inhibidor de la corrosión está presente en una cantidad eficaz minoritaria para reducir básicamente la corrosividad de la composición igniretardante de la invención y diluir el concentrado intermedio con agua para formar las composiciones igniretardantes de corrosión inhibida de la invención.

25 En un tercer aspecto, la presente invención proporciona un procedimiento para suprimir los incendios de terreno forestal que incluye aplicar de forma aérea a la vegetación de un terreno forestal, delante del incendio de terreno forestal, una composición supresora de fuego que está comprendida por agua y las composiciones igniretardantes de corrosión inhibida de la invención descritas anteriormente.

30 En un cuarto aspecto, la presente invención proporciona un procedimiento de inhibición de la corrosión que incluye proporcionar un material corrosible y ponerlo en contacto con una cantidad eficaz del sistema inhibidor de la corrosión de la invención descrito anteriormente.

Breve descripción de las figuras

No aplicable.

Descripción de la invención

35 De acuerdo con la presente invención, se proporciona una composición igniretardante como se define en la reivindicación 1. Se ha descubierto que se puede preparar una composición igniretardante que tiene una tendencia reducida a corroer diversos metales, incluyendo aluminio, que es superior a los igniretardantes conocidos en las características reológicas de aplicación aérea y es toxicológica y medioambientalmente segura. Los igniretardantes de corrosión inhibida de la invención incluyen al menos una composición igniretardante compuesta por al menos un
40 polifosfato amónico y un sistema inhibidor de la corrosión compuesto por al menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado entre un grupo de compuestos inhibidores de la corrosión que consiste en azoles, pirofosfato férrico insoluble, pirofosfato férrico soluble, oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato amónico férrico, ortofosfato férrico insoluble, ortofosfato férrico soluble, oxalato amónico férrico, sulfato amónico férrico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato amónico ferroso, bromuro ferroso, gluconato ferroso, yoduro ferroso, acetato férrico, fluoroborato férrico, hidróxido férrico, oleato férrico insoluble, fumarato ferroso, óxido ferroso, lactato férrico, resinato férrico, y cualquier combinación de los mismos.
45 Generalmente, el sistema inhibidor de la corrosión está presente en una cantidad eficaz minoritaria para reducir básicamente la corrosividad de la composición igniretardante.

50 Se añade una pequeña cantidad de al menos un biopolímero a las composiciones igniretardantes de la invención. Cuando se añaden pequeñas cantidades de biopolímeros a las composiciones igniretardantes de la invención, se experimenta una reducción adicional en la corrosividad del aluminio. Como se muestra en las Tablas 7a y 7b posteriores, las composiciones igniretardantes de corrosión inhibida de la invención que contienen biopolímeros cumplen los requisitos de corrosión en soluciones tanto concentradas como diluidas. Generalmente, las composiciones igniretardantes de la invención, en concentrado, comprenden un intervalo de aproximadamente un
55 0,01 % a aproximadamente un 5,0 % de biopolímero. Sin embargo, como entenderán los expertos en la materia, también son eficaces las composiciones que comprenden concentraciones de biopolímero que están fuera de este intervalo. Además, se pueden incorporar biopolímeros que tienen diámetros de partícula que están fuera del intervalo anterior en las composiciones de la invención sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, las

composiciones igniretardantes que contienen biopolímeros que tienen tamaños de partícula mayores de aproximadamente 100 µm (micrómetros) junto con biopolímeros que tienen tamaños de partícula menores de aproximadamente 100 µm (micrómetros) serían obvias para los expertos en la materia.

5 En una realización específica de la invención, la composición igniretardante concentrada comprende aproximadamente un 1,0 % de biopolímero. En otra realización específica de la invención, la composición igniretardante concentrada comprende aproximadamente un 3,0 % de biopolímero.

10 El biopolímero puede ser cualquier biopolímero que tenga un tamaño de partícula menor de aproximadamente 100 µm (micrómetros). Los biopolímeros adecuados para su uso en la presente invención incluyen, pero no se limitan, biopolímeros de ramsano, xantano y welano que tienen un diámetro medio de partícula menor de aproximadamente 100 µm (micrómetros). Los espesantes de xantano convencionales que tienen diámetros medios de partícula que exceden de aproximadamente 100 µm (micrómetros) rinden inaceptablemente en contacto con composiciones líquidas de polifosfato amónico. Sin embargo, los presentes inventores han descubierto que la reducción del diámetro de partícula de los biopolímeros mejora la capacidad de los biopolímeros para aumentar rápidamente la viscosidad de la composición igniretardante tras la posterior dilución con agua y generalmente exhibe una inhibición a la corrosión aumentada.

15 Por ejemplo, una goma de xantano, con un diámetro de partícula promedio en peso en el intervalo de aproximadamente 100 a aproximadamente 180 µm (micrómetros) rinde inaceptablemente en la composición igniretardante de la presente invención, mientras que una goma de xantano químicamente idéntica con un diámetro de partícula medio en el intervalo de aproximadamente 20 a aproximadamente 70 µm (micrómetros) rinde aceptablemente.

20 En una realización, las composiciones igniretardantes de corrosión inhibida de la invención incluyen al menos un biopolímero de xantano que tiene un diámetro medio de partícula menor de aproximadamente 100 µm (micrómetros). A diferencia de las composiciones igniretardantes de la técnica anterior que comprenden espesantes de goma de guar y biopolímeros de xantano convencionales que tienen diámetros medios de partícula mayores de aproximadamente 100 µm (micrómetros), la tasa de viscosidad de las composiciones igniretardantes de la invención que incluyen biopolímeros de xantano muestran un desarrollo de la viscosidad que no se ve afectado por la longitud del tiempo que el biopolímero está en contacto con la solución igniretardante de polifosfato amónico. Algunos biopolímeros de xantano adecuados para su uso en la presente invención se encuentran en Biopolímeros de goma de xantano natural para control científico del agua, quinta edición.

25 Las composiciones igniretardantes de corrosión inhibida de la invención, especialmente adaptadas para la aplicación aérea a incendios de terreno forestal, se preparan por formación de una composición de concentrado intermedio que comprende la composición igniretardante descrita anteriormente que contiene el sistema inhibidor de la corrosión descrito anteriormente. El concentrado intermedio se diluye a continuación con agua para formar la composición igniretardante de corrosión inhibida de la invención. Generalmente, el sistema inhibidor de la corrosión está presente en el igniretardante de corrosión inhibida de la invención en una cantidad eficaz minoritaria para reducir básicamente la corrosividad de la composición igniretardante.

30 De acuerdo con la presente invención, los igniretardantes de corrosión inhibida de la invención incluyen un igniretardante compuesto por al menos un polifosfato amónico. El polifosfato amónico también se denomina fosfato poliamónico y puede incluir tanto orto como polifosfato, otros fosfatos amónicos tales como piro y metafosfatos, los equivalentes de metales alcalinos de los mismos, así como una mezcla de polímeros de fosfato.

35 Las soluciones de polifosfato amónico que se usan como fertilizante agrícola y igniretardantes de terreno forestal (vegetativo) se fabrican por neutralización de soluciones acuosas de ácido fosfórico procesado en húmedo, que contienen generalmente de aproximadamente un 68 % a aproximadamente un 74 % de pentóxido de fósforo con amoniaco anhidro de forma tal que se experimentan tanto alta temperatura como presión. Cuando se preparan de esta manera, una parte del ácido ortofosfórico impuro polimeriza o condensa, dando como resultado la formación de pirofosfato, polifosfatos de cadena corta y, en la mayoría de los casos, pequeñas cantidades de metafosfatos o fosfatos cíclicos. La parte del ácido que no polimeriza, por supuesto, permanece como ácido ortofosfórico. La amoniación de esta mezcla de especies de fosfato también se produce dentro del reactor, dando como resultado una solución acuosa que contiene especies de orto, piro, tripoli, tetrapolifosfato amónico y algunas especies de fosfato amónico cíclicas y de cadena superior. Estos fosfatos condensados exhiben generalmente un aumento de solubilidad en agua en comparación con los ortofosfatos y, por lo tanto, se pueden preparar soluciones más altamente concentradas cuando están presentes. Las concentraciones relativas de las diversas especies dependen principalmente de la temperatura y la presión conseguidas en el reactor. Las soluciones comerciales contienen generalmente de aproximadamente un 34 % a aproximadamente un 37 % de pentóxido de fósforo. Las concentraciones de pentóxido de fósforo superiores a aproximadamente un 37 % se aproximan a los límites de la solubilidad en agua dando como resultado soluciones que no son estables, a partir de las cuales pueden precipitar sólidos durante el almacenamiento a temperatura ambiente. Las soluciones de este tipo se denominan generalmente concentrados líquidos 10-34-0 o 11-37-0; la denominación numérica se refiere al porcentaje de su composición nutriente de plantas, es decir, nitrógeno amoniacal, pentóxido de fósforo y óxido potásico.

Se debe indicar que los fosfatos condensados que están presentes en las soluciones concentradas líquidas están sometidos a hidrólisis, lo que da como resultado una despolimerización. La tasa de degradación hidrolítica aumenta con el tiempo, la temperatura, y la acidez relativa de la solución. Por lo tanto, los concentrados de polifosfato amónico y sus soluciones pueden variar en la composición de las especies según se reciben, y a medida que pasa el tiempo durante su almacenamiento posterior.

Estos concentrados líquidos pueden contener además pequeñas cantidades de sulfato diamónico y un anfitrión de metal e impurezas de metales alcalinos. La cantidad y la calidad de estas impurezas varían con la composición de la mena de fosfato, el procedimiento utilizado y el grado de purificación que se realiza durante la fabricación del ácido fosfórico procesado en húmedo. Dado que estas soluciones se fabrican principalmente como nutrientes, los parámetros de control de calidad de mayor interés son los porcentajes de los nutrientes contenidos - nitrógeno y fósforo - y la claridad, estabilidad y color de la solución en lugar de la pureza en sí misma.

El sistema inhibidor de la corrosión de la invención está comprendido por al menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado entre un grupo de compuestos inhibidores de la corrosión que consiste en azoles, pirofosfato férrico insoluble, pirofosfato férrico soluble, oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato amónico férrico, ortofosfato férrico insoluble, ortofosfato férrico soluble, oxalato amónico férrico, sulfato amónico férrico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato amónico ferroso, bromuro ferroso, gluconato ferroso, yoduro ferroso, acetato férrico, fluoroborato férrico, hidróxido férrico, oleato férrico, fumarato ferroso, oxalato ferroso, óxido ferroso, lactato férrico, resinato férrico, y cualquier combinación de los mismos. En una realización preferente, el sistema inhibidor de la corrosión está comprendido por al menos un compuesto inhibidor de la corrosión soluble y al menos un compuesto inhibidor de la corrosión insoluble. La combinación de tales compuestos de hierro inhibidores de la corrosión solubles e insolubles parece proporcionar la combinación óptima de inhibición de la corrosión.

Se incluye una cantidad minoritaria del sistema inhibidor de la corrosión de la invención eficaz para reducir básicamente la corrosividad de la composición igniretardante en las composiciones igniretardantes de corrosión inhibida de la invención. Una cantidad eficaz minoritaria del sistema inhibidor de la corrosión es la cantidad que reduce básicamente la corrosividad del igniretardante. Como entenderán los expertos en la materia, lo que constituye una reducción sustancial en la corrosividad depende en mayor medida del igniretardante específico usado en la composición igniretardante de la invención, así como de la composición específica del sistema inhibidor de la corrosión, y se puede determinar fácilmente por los expertos en la materia sin excesiva experimentación.

En una realización, el sistema inhibidor de la corrosión de la invención está presente en una cantidad eficaz minoritaria en la composición igniretardante de corrosión inhibida, en concentrado, para obtener un retardante que tiene al menos uno de una corrosividad máxima para el aluminio de 0,127 mm por año el latón amarillo de 0,127 mm por año, y el acero de 0,127 mm por año (5,0 mpy), según se determina mediante el "Ensayo de Corrosión Uniforme" establecido en la Sección 4.5.6.1.2 de la "Especificación 5100-304b (enero 2000) que sustituye a la Especificación 5100-304a (febrero 1986)", titulada "Especificación para aplicación terrestre o en aeronaves en incendios de terreno forestal de retardantes a largo plazo", publicada por el USDA.

En una realización específica, el sistema inhibidor de la corrosión de la invención está comprendido en el intervalo de aproximadamente un 0,01 % a aproximadamente un 10,0 % del igniretardante de corrosión inhibida total. En otra realización específica, el sistema inhibidor de la corrosión de la invención está comprendido en el intervalo de aproximadamente a aproximadamente un 6,0 % del igniretardante de corrosión inhibida total. En aún otra realización específica, el sistema inhibidor de la corrosión de la invención está comprendido en el intervalo de aproximadamente un 0,6 % a aproximadamente un 5,0 % del igniretardante de corrosión inhibida total.

Antes de su uso, y en una realización de la invención, las composiciones de corrosión inhibida de la invención se mezclan con agua para formar soluciones diluidas que contienen la cantidad de pentóxido de fósforo requerida para conseguir la cantidad máxima de cobertura de vegetación con una tasa de aplicación suficiente para reducir la inflamabilidad de los combustibles vegetativos hasta el nivel deseado. El agua usada en la composición de la invención puede ser agua corriente, o agua de otras fuentes de agua convenientes. Generalmente, las composiciones se diluyen una parte de concentrado en el intervalo de aproximadamente tres a siete partes de agua. En una realización específica, las composiciones de la invención se diluyen una parte de concentrado en el intervalo de aproximadamente cuatro a seis partes de agua. Sin embargo, se debería observar que las composiciones de la invención se pueden diluir fuera de los intervalos anteriores, por ejemplo cuando se desea una penetración mejorada del retardante. En una realización específica, las composiciones igniretardantes de la invención comprenden menos de aproximadamente un 1,18 % de biopolímero en solución diluida.

En una realización específica, las composiciones de la invención se mezclan con agua para formar soluciones diluidas que contienen la cantidad de pentóxido de fósforo requerida para cumplir con los requisitos de eficacia de igniretardantes de las Especificaciones del Servicio Forestal del USDA. Esta concentración, que se determina mediante el ensayo de retardo de la combustión descrito en las Especificaciones 5100-304b del Servicio Forestal del USDA, "4.5.2. Ensayo de Eficacia de Retardo de la Combustión", dependerá generalmente del porcentaje de pentóxido de fósforo presente en la composición concentrada, y del grado de su disponibilidad para reacciones de retardo. La composición igniretardante de corrosión inhibida de la invención se diluye por lo general hasta una

cantidad eficaz para conseguir la cobertura máxima de vegetación con una tasa de aplicación suficiente para reducir los combustibles inflamables hasta un nivel deseado. El mínimo de las Especificaciones del Servicio Forestal del USDA, para eficacia de retardo de combustión, según se especifica en las Especificaciones 5100-304b, se obtiene generalmente cuando el concentrado igniretardante de corrosión inhibida de la invención se diluye con aproximadamente 1 a aproximadamente 8 volúmenes de agua.

Para suprimir los incendios de terreno forestal, las composiciones igniretardantes de corrosión inhibida de la invención se diluyen con agua y se aplican a la vegetación amenazada, delante de la aproximación del incendio de terreno forestal. El amoniaco tanto del fosfato amónico como del sulfato amónico se libera a temperaturas inferiores a la temperatura de ignición del combustible. Los ácidos fosfórico y sulfúrico son ambos inicialmente ácidos de retardo de fuego inicialmente eficaces. El ácido fosfórico permanecerá presente y eficaz en el combustible vegetativo hasta temperaturas que exceden 600 °C. Sin embargo, el punto de ebullición de ácido sulfúrico es mucho menor, y la cantidad presente disminuirá a medida que aumente la temperatura del combustible. Por lo tanto, al menos una parte del ácido sulfúrico se pierde antes de la temperatura de ignición del combustible. Los ácidos minerales resultantes reaccionan posteriormente con los componentes celulósicos de los combustibles vegetales a los que se aplican. Su descomposición térmica se ve de ese modo alterada de una forma tal que ya no servirán más como combustible. Estas reacciones se describen en el documento de Patente de Estados Unidos N° 4.839.065 de Vandersall.

Las composiciones igniretardantes de la invención también pueden contener agentes de suspensión. Los agentes de suspensión reducen eficazmente la tasa de separación y asentamiento durante el almacenamiento a largo plazo. Por lo tanto, como entenderán los expertos en la materia, la cantidad de agente de suspensión depende de su eficacia relativa por unidad aplicada, el tiempo de almacenamiento deseado y los aditivos adicionales incorporados a la composición de la invención. Como se usa en el presente documento, los agentes de suspensión útiles en las composiciones de la invención incluyen arcillas coloidales, por ejemplo, las arcillas de Attapulgis, tierra de Fuller, sepiolita, montmorillonita, y caolín. Como se usa en el presente documento, las arcillas de Attapulgis incluyen, pero no se limita a, atapulgita y poligorskita. Como se usa en el presente documento, la arcilla de caolín incluye, pero no se limita a, caolinita, $[Al_2Si_2O_7 \cdot 2(H_2O)]$ y $[Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2(H_2O)]$.

Como resulta evidente para los expertos en la materia, el igniretardante de corrosión inhibida de la invención puede contener o se puede mezclar con otros componentes o aditivos funcionales tales como agentes de suspensión, agentes colorantes, tensioactivos, estabilizantes, agentes opacificantes, otros inhibidores de la corrosión, cualquier combinación de los mismos, o con otros componentes funcionales.

Por ejemplo, y en una realización de la invención, la composición retardante de llama de corrosión inhibida de la invención incluye al menos un pigmento altamente coloreado. El pigmento coloreado se incorpora para ayudar a la identificación visual de la vegetación tratada y sin tratar. Algunos pigmentos altamente coloreados adecuados incluyen óxido de hierro, que produce numerosos colores tales como pardo y rojo, pigmentos de dióxido de titanio, que produce un color blanco, o un colorante sensible al ultravioleta disperso en plástico biodegradable. Sin embargo, para ciertos usos, tales como los bordes de las carreteras o los parques, puede ser deseable excluir cualquier colorante de la mezcla. Por lo tanto, como entenderán los expertos en la materia, la cantidad de colorante o pigmento incorporada a las composiciones de la invención dependerá del grado de dilución y visibilidad contemplados por el usuario. La visibilidad se obtiene habitualmente con óxido de hierro de color rojo cuando está presente en la solución diluida en el intervalo de aproximadamente un 0,15 % a aproximadamente un 0,4 %, dependiendo de las características del colorante y de las características vegetativas y topográficas de aquello sobre lo que se aplican. La cantidad incorporada en el concentrado variará, por supuesto, con la cantidad de dilución requerida para proporcionar la eficacia de retardo de fuego adecuada.

En otra realización, la presente invención incluye al menos uno de óxido de hierro de color rojo u óxido de hierro de color pardo, o una combinación de los mismos. En una realización más, la presente invención incluye un agente colorante pasajero, cuyo color se desvanece tras la exposición a los elementos. En una realización más, la presente invención incluye pigmentos opacificantes, que generalmente no están altamente coloreados, pero que tienen la capacidad de cubrir y ocultar aquello sobre lo que se depositan de modo que el pigmento altamente coloreado se hace más visible.

También se pueden añadir tensioactivos para aumentar la visibilidad, mediante la generación de una espuma, y para mejorar la penetración de la solución retardante en combustibles porosos. Por lo tanto, como entenderán los expertos en la materia, la cantidad y tipo de tensioactivo incorporado en las composiciones de la invención depende del grado de dilución y visibilidad contemplados por el usuario.

También se pueden añadir opcionalmente espesantes, por ejemplo, hidroxipropil guar, a las composiciones de la invención. La existencia de tales gomas en las composiciones de la invención no es necesaria para que se cumplan las características anticorrosivas o reológicas mejoradas. Si se emplean, la cantidad de las otras gomas en las composiciones de la invención variará dependiendo en parte de la naturaleza y la concentración de las sales igniretardantes presentes, la presencia de impurezas, y la presencia de otros componentes. Por lo tanto, y en una realización de la invención, las composiciones de la invención contienen espesantes, por ejemplo, hidroxipropil guar, otros espesantes de guar no derivados de éter. En otras realizaciones de la invención, la composición no contiene

espesantes, por ejemplo, hidroxipropil guar.

Se ha descubierto que los azoles son inhibidores de la corrosión eficaces para el latón. En una realización de la invención, las composiciones de la invención comprenden al menos un azol. Como se usa en el presente documento, un azol es cualquiera de un grupo de compuestos químicos con un anillo de cinco miembros que contiene uno o más átomos de hidrógeno. Algunos azoles adecuados para su uso en los igniretardantes de corrosión inhibida de la invención incluyen, pero no se limitan a, tolitriazol, benzotriazol, mercaptobenzotriazol, dimercaptotiadiazol, 1,2 benzoisotiazolina-3-1, 2-benzoimidazolona, 4,5,6,7-tetrahidrobenzotriazol, tolilimidazol, 2-(5-etil-2-piridil)benzoimidazol, ftalimida, cualquier sal de metal alcalino de los mismos y combinaciones de los mismos. La cantidad de azol u otro inhibidor de la corrosión depende del metal corrosible para el que se desea resistencia a la corrosión, el nivel de resistencia deseado, y la concentración específica de la composición igniretardante empleada, incluyendo los compuestos inhibidores de la corrosión contenidos en las mismas.

Sin embargo, en una realización de la invención, los concentrados igniretardantes de corrosión inhibida incluyen al menos un azol, presente en una cantidad eficaz minoritaria para obtener una corrosividad de latón amarillo hasta un máximo de 0,127 mm por año, según se determina mediante el "Ensayo de Corrosión Uniforme" establecido en la Sección 4.5.6.1 de la "Especificación 5100-304b (enero 2000) que sustituye a la Especificación 5100-304a (febrero 1986)", titulada "Especificación para aplicación terrestre o en aeronaves en incendios de terreno forestal de retardantes a largo plazo", publicada por el USDA. En una realización específica de la invención, los concentrados igniretardantes de la invención comprenden un intervalo de aproximadamente un 0,01 % a aproximadamente un 1,0 % de tolitriazol. En otra realización específica más, las composiciones de la invención incluyen un intervalo de aproximadamente un 0,2 % a aproximadamente un 0,6 % de tolitriazol. En aún otra realización específica, las composiciones de la invención incluyen un intervalo de aproximadamente un 0,3 % a aproximadamente un 0,5 % de tolitriazol.

También se proporciona un procedimiento para inhibir la corrosión usando el sistema inhibidor de la corrosión descrito anteriormente. De acuerdo con el procedimiento de la invención, se proporciona un material corrosible y se pone en contacto con una cantidad eficaz del sistema inhibidor de la corrosión de la invención para reducir básicamente la corrosividad del igniretardante.

En una realización de la invención, el material corrosible también se pone en contacto con al menos un agente de suspensión descrito anteriormente. En otra realización, el procedimiento para inhibir la corrosión incluye además la etapa de poner en contacto el material corrosible con al menos un biopolímero descrito anteriormente que tiene un tamaño de partícula menor de aproximadamente 100 µm (micrómetros). Por lo tanto, el procedimiento incluye proporcionar un material corrosible y poner en contacto el material corrosible con al menos un biopolímero descrito anteriormente que tiene un tamaño de partícula menor de aproximadamente 100 µm (micrómetros) y una cantidad eficaz del sistema inhibidor de la corrosión de la invención.

Se puede usar cualquier material corrosible de acuerdo con el procedimiento para inhibir la corrosión de la invención. En una realización, el material corrosible se selecciona entre un grupo de materiales corrosibles que consiste en acero, latón, aluminio, y cualquier aleación de los mismos.

Antes de su uso, y en una realización de la invención, el sistema inhibidor de la corrosión y el biopolímero, si está presente, se mezclan con agua antes de o durante el contacto con el material corrosible. El agua usada en la composición de la invención puede ser agua corriente o agua de cualquier otra fuente de agua conveniente.

En una realización, el sistema inhibidor de la corrosión de la invención incluye al menos un aditivo seleccionado entre un grupo de aditivos que incluye agentes de suspensión, agentes colorantes, tensioactivos, pigmentos opacificantes, estabilizantes, inhibidores de la corrosión y cualquier combinación de los mismos.

Aunque las composiciones igniretardantes de corrosión inhibida de la invención reducen la corrosividad del aluminio en ausencia de biopolímeros, los biopolímeros no son significativamente eficaces para reducir la corrosión del aluminio en ausencia del sistema inhibidor de la corrosión de la invención. Sin embargo, se ha descubierto que la composición igniretardante de corrosión inhibida de la invención que contiene biopolímeros muestra características reológicas mejoradas en ausencia del sistema inhibidor de la corrosión de la invención. Específicamente, se muestra una viscosidad aumentada en soluciones diluidas que comprenden la composición igniretardante de corrosión inhibida descrita anteriormente, en ausencia del sistema inhibidor de la corrosión de la invención. Por lo tanto, en una realización, la composición igniretardante de la invención comprende al menos una composición igniretardante descrita anteriormente comprendida por al menos un polifosfato amónico y al menos un biopolímero descrito anteriormente que tiene un diámetro de partícula de menos de aproximadamente 100 µm (micrómetros). Esta realización, que no incluye el sistema inhibidor de la corrosión de la invención descrito anteriormente, se denominará en lo sucesivo en el presente documento composición igniretardante de viscosidad aumentada de la invención.

Aunque se pueden utilizar agentes de suspensión en todas las composiciones igniretardantes de la invención, el uso de agentes de suspensión no es necesario para que se consigan las características reológicas mejoradas en las composiciones igniretardantes tanto concentradas como diluidas, o para que se consigan las características de inhibición de la corrosión de las composiciones igniretardantes de corrosión inhibida de la invención.

Las composiciones igniretardantes de viscosidad aumentada de la invención comprenden generalmente un intervalo de aproximadamente un 0,01 % a aproximadamente un 5,0 % de biopolímero, en la composición concentrada. Sin embargo, como entenderán los expertos en la materia, las composiciones que comprenden concentraciones de biopolímero fuera de este intervalo también son eficaces para aumentar la viscosidad de las composiciones igniretardantes. En una realización específica de la invención, la composición igniretardante de viscosidad aumentada de la invención, en concentrado, comprende aproximadamente un 1,0 % de biopolímero. En otra realización específica de la invención, la composición igniretardante, en concentrado, comprende aproximadamente un 3,0 % de biopolímero.

En una realización específica, las composiciones igniretardantes de viscosidad aumentada de la invención incluyen al menos un biopolímero de xantano descrito anteriormente. En una realización específica, las composiciones igniretardantes de la invención incluyen al menos una composición igniretardante comprendida por al menos un polifosfato amónico, un intervalo de aproximadamente un 0,01 % a aproximadamente un 5,0 % de al menos un biopolímero de xantano que tiene un tamaño de partícula menor de aproximadamente 100 µm (micrómetros), y al menos un aditivo o componente funcional descrito anteriormente.

Las composiciones igniretardantes de viscosidad aumentada de la invención se preparan de la misma manera que la composición igniretardante de corrosión inhibida de la invención descrita anteriormente. Por lo tanto, y en una realización de la invención, las composiciones igniretardantes de viscosidad aumentada de la invención se preparan mediante la formación de una composición de concentrado intermedio que comprende la composición igniretardante descrita anteriormente que contiene al menos un polifosfato amónico y al menos un biopolímero descrito anteriormente que tiene un tamaño de partícula menor de aproximadamente 100 µm, y dilución del concentrado intermedio con agua para formar la composición igniretardante de viscosidad aumentada de la invención. En una realización, las composiciones comprenden menos de aproximadamente un 1,18 % de biopolímero.

En una realización específica, las composiciones igniretardantes de la invención se preparan por formación de una composición de concentrado intermedio comprendida por al menos un igniretardante descrito anteriormente y al menos un biopolímero de xantano que tiene un diámetro medio de partícula menor de aproximadamente 100 µm (micrómetros), en la que las composiciones igniretardantes comprenden un intervalo de aproximadamente un 0,01 % a aproximadamente un 5,0 % de biopolímero de xantano, y dilución del concentrado intermedio con agua para formar una composición igniretardante de viscosidad aumentada de la invención.

También se proporciona un procedimiento para suprimir incendios de terreno forestal usando las composiciones igniretardantes de viscosidad aumentada de la invención. El procedimiento incluye las etapas de aplicar de forma aérea a la vegetación del terreno forestal una composición supresora de fuego que comprende agua y la composición igniretardante de viscosidad aumentada descrita anteriormente. En una realización específica, el procedimiento incluye aplicar de forma aérea a la vegetación del terreno forestal una composición supresora de fuego que comprende agua, al menos una composición de polifosfato amónico, menos de aproximadamente un 1,18 % de al menos un biopolímero de xantano que tiene un tamaño de partícula menor de aproximadamente 100 µm (micrómetros) y al menos un aditivo descrito anteriormente.

Los siguientes ejemplos que ilustran realizaciones específicas de la invención sin limitar el alcance de la invención de ningún modo. En cada ejemplo, las muestras de concentrados de igniretardante de polifosfato amónico se mezclaron mecánicamente con compuestos que contienen hierro, biopolímero, aditivos y, en algunos casos, con un azol, como se indica en cada tabla. En la presente invención se puede usar cualquier técnica de mezcla mecánica que sea conocida en la técnica. Las soluciones igniretardantes concentradas se diluyen con agua, según se indica. La fila "Requisitos" ilustra el nivel de corrosión de aluminio 2024-T3 permitido por las Especificaciones 5.100-304b del Servicio Forestal del USDA, es decir, la corrosividad máxima admisible para la aceptación del producto para uso en composiciones igniretardantes de terreno forestal. Las muestras se sometieron a ensayo para corrosividad de acuerdo con las Especificaciones 5100-304b del Servicio Forestal del USDA.

Ejemplo 1- corrosividad de aluminio de una solución de polifosfato amónico puro

La Tabla 1 ilustra las características de corrosión de concentrados líquidos puros de polifosfato amónico 10-34-0 y 11-37-0 de calidad fertilizante sin adulterar obtenidos de tres fuentes diferentes. Todas las muestras son 10-34-0 o 11-37-0, según se reciben, sin ninguna adición. La corrosividad de las muestras se expresó en milímetros (mm) (mils) de pérdida de metal en la superficie metálica expuesta extrapolada de 90 a 365 días (mpy) y se determinó usando las Especificaciones del Servicio Forestal del USDA mencionadas anteriormente para la determinación de la corrosividad. Se sometieron a ensayo tanto el retardante concentrado como sus soluciones diluidas a cada temperatura y condiciones indicadas.

Las soluciones diluidas se prepararon por mezcla de cuatro a cinco volúmenes de agua con un volumen de la solución concentrada. Por lo tanto, las soluciones diluidas estaban en el intervalo de aproximadamente un 15 % a aproximadamente un 20 % en volumen del concentrado.

De acuerdo con las Especificaciones del Servicio Forestal para el ensayo de corrosión de igniretardantes, se obtuvo un cupón de aluminio de 25,4 mm (una pulgada) de ancho, 101,6 mm (cuatro pulgadas) de largo y 3,175 mm (un

ES 2 540 084 T3

5 octavo de pulgada) de grosor de una fuente convencional. El cupón se limpió, se secó y se pesó de acuerdo con las Especificaciones del Servicio Forestal del USDA convencionales y se suspendió en un frasco de paredes lisas de un cuarto (0,9 l) lleno en un 50 % (parcialmente) o un 100 % (totalmente) usando un trozo de cuerda de nailon. Cuando se suspendió en un frasco parcialmente lleno, el cupón se sumergió un 50 % (dos pulgadas) en la solución de ensayo extendiéndose el otro 50 % por encima de la solución en el espacio de aire encima de la misma. Cuando el frasco se llenó con aproximadamente 800 ml de la solución, el cupón estaba totalmente sumergido en la solución. A continuación, los frascos se cerraron con un tapón de rosca y se almacenaron dos o tres frascos (celdas) de corrosión idénticos y los cupones totalmente sumergidos a 21 °C y 49 °C durante noventa días. Al final del período de almacenamiento de noventa días, los frascos se abrieron y los cupones se retiraron y se limpiaron de acuerdo con las Especificaciones del Servicio Forestal del USDA. A continuación, el cupón se pesó nuevamente después de secarse y se determinó su pérdida de peso por comparación de sus pesos inicial y final. La pérdida de peso calculada y la densidad del cupón de metal se usaron para extrapolar los milímetros de aluminio que se habrían perdido durante un período de un año en las condiciones de ensayo, suponiendo que la pérdida de peso se experimentara uniformemente en la superficie del cupón. La tasa de corrosión de los cupones tanto parcial como totalmente sumergidos se calculó usando el área superficial total del cupón. A continuación se promediaron las muestras en cada grupo de condiciones y se informaron como la tasa de corrosión. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

	Corrosividad de Aluminio cuando se somete a ensayo en la configuración indicada (mm/y)											
	Concentrado Puro						Solución Diluida					
Muestras de polifosfato amónico	21 °C total	21 °C parcial	49 °C total	49 °C parcial	21 °C total	21 °C parcial	49 °C total	49 °C parcial	21 °C total	21 °C parcial	49 °C total	49 °C parcial
Requisitos	≤ 0,127	≤ 0,127	≤ 0,127	≤ 0,127	≤ 0,051	≤ 0,051	≤ 0,051	≤ 0,051	≤ 0,051	≤ 0,051	≤ 0,051	≤ 0,051
Muestra 1	0,221	0,109	3,411	1,976	0,213	0,165	0,632	0,145				
Muestra 2	0,315	0,168	2,708	1,994	0,386	0,213	0,257	0,142				
Muestra 3			3,708				0,147					
Muestra 4	0,206	0,104	3,574	1,712	0,147	0,160	0,290	0,198				
Muestra 5			3,287				0,279					
Muestra 6			4,318				0,274					
Muestra 7			4,280				0,188					
Muestra 8	0,259	0,135	4,191	2,250	0,312	0,163	0,554	0,338				
Muestra 9	0,277	0,140	4,100	2,167	0,305	0,178	0,991	0,376				
Muestra 10			3,302				0,536					
Muestra 11			3,205				0,579					
Muestra 12	0,109		2,779		0,279		0,163					
Muestra 13			3,795				0,856					
Muestra 14	0,241		3,952		0,323		0,909					
Muestra 15	0,323	0,152	5,105	2,451	0,325	0,191	0,909	0,490				
Muestra 16	0,333	0,180	4,039	2,202	0,284	0,165	1,085	0,554				
Muestra 17			3,848				0,338					
Muestra 18			3,462				0,742					
Muestra 19	0,305	0,160	3,678	2,400	0,450	0,264	0,267	0,178				
Muestra 20	0,251		2,941		0,351		0,315					
Muestra 21	0,386		4,493		0,323		0,892					
Muestra 22	0,277	0,140	4,384	1,900	0,333	0,183	1,090	0,465				

(continuación)

		Corrosividad de Aluminio cuando se somete a ensayo en la configuración indicada (mm/y)											
		Concentrado Puro						Solución Diluida					
Muestras de polifosfato amónico	Promedio	21 °C total	21 °C parcial	49 °C total	49 °C parcial	21 °C total	21 °C parcial	49 °C total	49 °C parcial	21 °C total	21 °C parcial	49 °C total	49 °C parcial
		0,269	0,142	3,752	2,116	0,310	0,188	0,559	0,320	0,147-0,450	0,160-0,264	0,147-1,090	0,142-0,554
	Intervalo (Sup-Inf)	0,109-0,386	0,104-0,180	2,708-5,105	1,712-2,400								

5 La corrosividad de las soluciones de polifosfato amónico para el aluminio 2024T-3 fue relativamente baja cuando la temperatura se mantuvo aproximadamente a 21 °C. Sin embargo, ninguna de las muestras de las soluciones de polifosfato amónico puro cumplió las Especificaciones del Servicio Forestal para corrosividad de igniretardantes. Además, los resultados mostraron que al aumentar la temperatura de la solución a 49 °C aumentó drásticamente la corrosión del cupón de aluminio por parte de las muestras de polifosfato amónico puro, es decir, un exceso de un orden de magnitud.

Ejemplo 2- corrosividad de aluminio de solución de polifosfato amónico que contiene un 1,2 % de óxido de hierro (Fe₂O₃) y un 1,4 % de arcilla de atapulgita

10 Las características de corrosión de las soluciones de polifosfato amónico puro de calidad fertilizante que contiene cantidades adicionales (< 3 %) de una mezcla de colorante de óxido de hierro y arcilla de atapulgita se ilustran en la Tabla 2. Cada muestra se preparó por mezcla del polifosfato amónico concentrado puro obtenido de diversas fuentes con un 1,4 % de arcilla de atapulgita, y un 1,2 % de óxido de hierro de color rojo o un 1,2 % de óxido de hierro de color pardo, según se indica. Además, también se mezcló un 0,3 % de tolitriazol en las muestras 11, 15, 16, 18 y 19 y se mezcló un 0,5 % de tolitriazol en la muestra 20. A continuación se diluyeron alícuotas de estas
15 muestras concentradas por mezcla de 1,0 volúmenes de concentrado con 4,25 volúmenes de agua corriente. A continuación, los concentrados y sus soluciones se sometieron a ensayo para corrosividad y se diluyeron de acuerdo con las Especificaciones del Servicio Forestal. Los resultados se muestran en la Tabla 2

Tabla 2

Muestras de polifosfato amónico	Tipo de óxido de hierro	Tasa de corrosión (milímetros por año)													
		Concentrado Puro						Solución Diluida							
		21 °C total	21 °C parcial	49 °C total	49 °C parcial	21 °C total	21 °C parcial	49 °C total	49 °C parcial	21 °C total	21 °C parcial	49 °C total	49 °C parcial		
Corrosión de puro 10-34-0 Promedio de la Tabla 1	Ninguno	0,269	0,142	3,752	2,116	0,310	0,188	0,559	0,320	≤ 0,127	≤ 0,127	≤ 0,051	≤ 0,051	≤ 0,051	≤ 0,051
Requisitos															
Muestra 1	Óxido de hierro Pa. ⁽¹⁾			0,036										0,112	
Muestra 2	Óxido de hierro Pa. ⁽¹⁾			0,018										0,094	
Muestra 3	Óxido de hierro Pa. ⁽¹⁾			0,036										0,058	
Muestra 4	Óxido de hierro Pa. ⁽¹⁾			0,163										0,257	
Muestra 5	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾	0,117	0,091	0,185	0,127	0,170	0,112	0,107	0,091						
Muestra 6	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾	0,089	0,048	0,170	0,229	0,109	0,099	0,064	0,084						
Muestra 7	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾			0,058										0,114	
Muestra 8	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾	0,089	0,097	0,043	0,041	0,071	0,109	0,089	0,091						
Muestra 9	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾			0,076										0,079	
Muestra 10	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾			0,389										0,297	
Muestra 11	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾			0,815										0,180	
Muestra 12	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾			0,211										0,097	
Muestra 13	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾			0,668										0,099	

(continuación)

Muestras de polifosfato amónico	Tipo de óxido de hierro	Tasa de corrosión (milímetros por año)											
		Concentrado Puro						Solución Diluida					
		21 °C total	21 °C parcial	49 °C total	49 °C parcial	21 °C total	21 °C parcial	49 °C total	49 °C parcial	21 °C total	21 °C parcial	49 °C total	49 °C parcial
Muestra 14	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾			0,500								0,097	
Muestra 15	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾			0,109								0,020	
Muestra 16	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾			0,170								0,135	
Muestra 17	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾			0,058								0,107	
Muestra 18	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾	0,036		0,203				0,069				0,051	
Muestra 19	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾	0,127	0,089	0,216	0,348			0,145	0,107			0,137	0,104
Muestra 20	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾	0,112	0,061	0,284	0,071			0,104	0,102			0,058	0,071
Muestra 21	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾			0,051								0,048	
Muestra 22	Óxido de hierro Ro. ⁽²⁾			0,198								0,282	
Promedio		0,094	0,076	0,211	0,163			0,112	0,107			0,117	0,089
Intervalo		0,036-0,127	0,048-0,097	0,018-0,815	0,041-0,348			0,069-0,145	0,099-0,109			0,064-0,297	0,071-0,104

(1) Óxido de hierro de color pardo, número de lote 5594050A, Elementis Pigments N° 8690. (2) Óxido de hierro de color rojo, número de lote 5891719A, pigmento de color rojo Kroma precipitado de Elementis Pigments R03097

5 Los resultados indicaron que la adición de pequeñas cantidades de óxido de hierro y arcilla redujo la corrosión del aluminio totalmente sumergido en una solución a 21 °C de un 50 % a un 65 %. Además, el impacto de la mezcla en la corrosión a alta temperatura fue incluso más drástico que a baja temperatura. Cuando la celda de corrosión se almacenó a 49 °C, la tasa de corrosión de aluminio disminuyó en aproximadamente un 75 % a un 90 %. A ambas temperaturas, la tasa de corrosión de los cupones parcialmente sumergidos fue mayor de un 50 % de los valores totalmente sumergidos, lo que indicó que se produce una interferencia significativa o corrosión en fase vapor/aire cuando la mezcla está presente en la solución. Esto difiere de la corrosión de las soluciones de polifosfato amónico puro de la Tabla 1. Sin embargo, la adición de un 1,2 % de óxido de hierro insoluble y una arcilla de suspensión a las muestras de polifosfato amónico no redujo la tasa de corrosión del aluminio 2024-T3 de los concentrados o sus soluciones a los límites requeridos por las Especificaciones del Servicio Forestal del USDA.

10 **Ejemplo 3- corrosividad de aluminio de soluciones de fosfato amónico que contienen una mezcla de compuestos de hierro solubles e insolubles**

15 Los datos de las Tablas 3a y 3b ilustran la eficacia relativa de un número de sistemas inhibidores de la corrosión que contienen fuentes de hierro solubles en agua e insolubles en agua, y las mezclas de las mismas, en diversas fuentes y tipos de soluciones concentradas de polifosfato de aluminio y sus soluciones diluidas. Las muestras se prepararon por mezcla de soluciones de polifosfato amónico de tipo 10-34-0 o 11-37-0 de diversas fuentes con concentraciones variables de aditivos de óxido de hierro de color rojo u óxido de hierro de color pardo insolubles y aditivos de arcilla de atapulgita y variación de las concentraciones de los demás aditivos que contienen hierro, según se indica. Las soluciones se sometieron a mezcla de alta cizalladura con el fin de activar o hidratar la arcilla.

20 Cada concentrado y su solución diluida se sometió a ensayo para corrosividad de aluminio de acuerdo con los protocolos de las Especificaciones del Servicio Forestal. Los resultados se muestran en las Tablas 3a y 3b.

Tabla 3a

CORROSIÓN (mm/año)												
	Muestras de polifosfato amónico	Óxido de hierro insoluble añadido		Otros aditivos que contienen hierro			Tasa de corrosión del concentrado puro (mm/año)			Tasa de corrosión de la solución diluida (mm/año)		
		%	Tipo	(%)	Aditivo	Contenido de Fe.	21 °C	21 °C	49 °C	21 °C	21 °C	49 °C
				% Sol.	% insol.	Total	parcial	total	parcial	total	parcial	total
1	MUESTRA (de la Tabla 1)	0,0	Ninguno	0,0	0,00	0,231	0,132	3,571	2,019	0,274	0,175	0,406
2		1,2	Óxido de hierro	0,6	0,00	0,094	0,076	0,211	0,163	0,112	0,107	0,089
3		0,6	Óxido de hierro Pa.	3,0	0,42			0,188				0,013
4		0,6	Óxido de hierro Pa.	5,0	0,42			0,229				0,015
5		1,2	Óxido de hierro Pa.	3,0	0,84			0,056				0,025
6		1,2	Óxido de hierro Pa.	3-0	0,84			0,056				0,025
7		1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	0,84			0,145				0,033
8		1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	0,84							0,064
9		1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	0,84			0,274				0,041
10		1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	0,84			0,262				0,038
11		1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	0,84			0,460				0,041
2		1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	0,84	0,079	0,079	0,155	0,074	0,112	0,091	0,041
13		0,6	Óxido de hierro Pa.	0,6	0,42			3,015				0,036

(continuación)

CORROSIÓN (mm/año)													
Muestras de polifosfato amónico	Óxido de hierro insoluble añadido		Otros aditivos que contienen hierro				Tasa de corrosión del concentrado			Tasa de corrosión de la solución diluida			
	%	Tipo	(%)	Aditivo	Contenido de Fe.	21 °C	21 °C	49 °C	21 °C	21 °C	49 °C	49 °C	
					% insol.	Total	parcial	total	parcial	total	parcial	total	
1	MUESTRA (de la Tabla 1)	0,0	Ninguno	0,0	0,00	0,231	0,132	3,571	0,175	0,274	0,175	0,406	0,239
14		0,6	Óxido de hierro Pa.	3,0	0,42			0,140				0,015	
15		0,6	Óxido de hierro Pa.	3,0	0,42			0,170				0,015	
6		1,2	Óxido de hierro Pa.	1,8	0,84			0,023				0,013	
7		1,2	Óxido de hierro Pa.	1,8	0,84			0,389				0,084	
8		1,2	Óxido de hierro rojo	1,8	0,84			1,191				0,056	
9		1,2	Óxido de hierro Pa.	3,0	0,84			0,025				0,018	
20		1,2	Óxido de hierro Pa.	3,0	0,84			0,114				0,018	
21		1,2	Óxido de hierro Pa.	3,0	0,84			0,099				0,115	
22		1,2	Br. Ion oxide	3,0	0,84			0,025				0,018	
23		0,6	Óxido de hierro Pa.	5,0	0,42			0,201				0,020	
24		1,2	Óxido de hierro rojo	1,8	0,84			1,369				0,086	
25		1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	0,84			0,025				0,086	

(continuación)

CORROSIÓN (mm/año)												
Muestras de polifosfato amónico	Óxido de hierro insoluble añadido		Otros aditivos que contienen hierro			Tasa de corrosión del concentrado puro (mm/año)			Tasa de corrosión de la solución diluida (mm/año)			
	%	Tipo	(%)	Aditivo	Contenido de Fe.	% Sol.	21 °C	21 °C	49 °C	21 °C	21 °C	49 °C
1	0,0	Ninguno	0,0	Ninguno	0,00	0,00	0,231	0,132	3,571	0,274	0,175	0,406
26	1,2	Óxido de hierro rojo	1,2/3,0	pirofosfato	1,130	0,35			0,191			0,033
27			1,2/3,0	Pirofosfato férrico insol./sol.	0,29	0,35			0,051			0,030
28			1,2/3,0	Pirofosfato férrico insol./sol	0,29	0,35			0,058			0,018
29			3,0/3,0	Pirofosfato férrico insol./sol.	0,72	0,35			0,147			0,025
30		1,2/3,0	1,2/3,0	Pirofosfato férrico insol./ citrato de Fe sol.	0,29	0,66			0,053			0,030
31			1,2/3,0	Ortofosfato férrico insol./ pirofosfato férrico sol.	0,37	0,35			0,079			0,038

* Estas composiciones contienen un 0,3-0,5 % de toltriazol para inhibición de la corrosión de latón.

Tabla 3b

CORROSIÓN (MM/AÑO)														
Muestras de polifosfato amónico	Óxido de hierro insoluble añadido		Otros aditivos que contienen hierro				Tasa de corrosión del concentrado diluido (mm/año)			Tasa de corrosión de la solución				
	%	Tipo	(%)	Aditivo	Contenido de Fe		21 °C	21 °C	49 °C	21 °C	21 °C	49 °C	49 °C	
					% insol.	% sol.	total	parcial	total	parcial	total	parcial	total	
32 MUESTRA 1			1,2/3,0	Ortofosfato férrico insol./pirofosfato férrico sol.	0,37	0,35			0,025		0,025			
33			1,2/3,0	Ortofosfato férrico insol./sol.	0,37	0,41			0,056		0,056			
34			1,2/3,0	Ortofosfato férrico insol./sol.	0,37	0,41			0,048		0,038			
35		1,2/4,0	1,2/4,0	Ortofosfato de Fe(III) insol./citrato de Fe(III) NH ₄ sol.	0,37	0,70			0,058		0,036			
36			1,2/4,0	Ortofosfato de Fe(III) insol./citrato de Fe(III) NH ₄ sol.	0,37	0,70			0,046		0,030			
37			1,2/3,0	Oxalato de Fe 2H ₂ O insol./pirofosfato férrico sol.	0,37	0,35			0,432		0,048			
38			1,2/3,0	Oxalato de Fe insol./sulfato de Fe sol.	0,37	0,60			0,950		0,147			
39 MUESTRA 2	1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35	0,030	0,023	0,257	0,132	0,094	0,094	0,036	0,043
40	1,2	Óxido de hierro Pa.	3,0	Citrato férrico sol.	0,84	0,66			0,005		0,010			
41 MUESTRA 3	0,6	Óxido de hierro Pa.	5,0	Citrato férrico sol.	0,42	1,10			0,157		0,013			
42	1,2	Óxido de hierro Pa.	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,45	0,071	0,069	2,797	1,783	0,279	0,170	0,193	0,089

(continuación)

CORROSIÓN (MM/AÑO)													
Muestras de polifosfato amónico	Óxido de hierro insoluble añadido		Otros aditivos que contienen hierro				Tasa de corrosión del concentrado puro (mm/año)			Tasa de corrosión de la solución diluida (mm/año)			
	%	Tipo	(%)	Aditivo	Contenido de Fe		21 °C	21 °C	49 °C	21 °C	21 °C	49 °C	49 °C
			% insol.	% sol.	% insol.	% sol.	total	parcial	total	total	parcial	total	parcial
43	1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35						0,193	
44 MUESTRA 4	1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35	0,094			1,943		0,020	
45 MUESTRA 5 ⁽²⁾	1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35	0,058			0,071		0,028	
46	1,2	Óxido de hierro rojo	4,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,46	0,046			0,071		0,046	
48	0,061	Óxido de hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	1,68	0,35	0,036			0,053		0,030	
49	1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35				0,102		0,053	
50	1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35	0,041	0,025	0,061	0,043	0,081	0,028	0,051
51	1,2	Óxido de hierro rojo	3,0/3,0	Pirofosfato férrico insol./sol.	1,56	0,56	0,015			0,137		0,023	
52 MUESTRA 6 ⁽²⁾	1,2	Óxido de hierro Pa.	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35	0,053	0,043	2,870	1,339	0,157	0,206	0,114
53	1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35				0,533		10,142	
54 MUESTRA 7 ⁽²⁾	1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35	0,107			2,108		0,028	

(1) Estas composiciones contienen un 0,3-0,5 % de tolitriazol para inhibición de la corrosión de latón.

(2) Muestra de polifosfato amónico de tipo 11-37-0.

Con fines comparativos, la línea 1 ilustra las características de corrosión promedio del concentrado puro y las soluciones diluidas de la Muestra 1, tomada de la Tabla 1, y la línea 2 ilustra la corrosión del concentrado y las soluciones diluidas cuando se mezclan con la solución concentrada pura un 1,2 % de óxido de hierro y un 1,4 % de arcilla de atapulgita, con la excepción de las formulaciones de la línea 9 que contenían un 0,7 % de arcilla de atapulgita y la formulación de la línea 11, que contenía un 2,8 % de arcilla de atapulgita, véase la Tabla 2. Las Muestras 1-4 fueron muestras de polifosfato amónico de tipo 10-34-0 obtenidas de diversas fuentes. Las Muestras 5-7 fueron muestras de polifosfato amónico de tipo 11-37-0 obtenidas de diversas fuentes.

Los datos de las Tablas 1 y 2 ilustran que el ataque corrosivo del aluminio fue el más intenso cuando se expusieron el concentrado igniretardante y sus soluciones a temperatura elevada (49 °C) en la configuración totalmente sumergida. Por lo tanto, la evaluación de los sistemas inhibidores de la corrosión se acentuó en el ensayo en estas condiciones. Se realizaron ensayos periódicos en otras condiciones. Las líneas 3 a 6 ilustran la eficacia de inhibición de la corrosión de combinaciones de óxido de hierro de color pardo insoluble y pirofosfato férrico soluble. Los resultados indicaron que se cumplieron las Especificaciones del Servicio Forestal del USDA para corrosividad de igniretardantes cuando se usó un 1,2 % de óxido de hierro de color pardo junto con un 3,0 % de pirofosfato férrico soluble. Además, los resultados indicaron que cantidades inferiores del óxido de hierro insoluble dieron como resultado una corrosión inaceptable en la solución retardante concentrada.

Las líneas 7 a 12 ilustran la eficacia de los sistemas inhibidores de la corrosión similares a los que se describen en el párrafo precedente, excepto en que se sustituye óxido de hierro de color rojo por óxido de hierro de color pardo. Los resultados indican que el óxido de hierro de color rojo es eficaz en la reducción de la corrosión del aluminio del polifosfato amónico concentrado y diluido aunque quizá no tan eficaz como el óxido de hierro de color pardo.

Las líneas 13-22 ilustran la eficacia de inhibición de corrosión de mezclas de óxido de hierro insoluble y citrato férrico soluble. Los resultados indicaron que el citrato férrico fue un sustituto igualmente eficaz para el pirofosfato férrico soluble. Además, los resultados indican que una mezcla de óxido de hierro de color pardo y un 3,0 % de citrato férrico soluble fue capaz de reducir la corrosividad de las muestras de polifosfato amónico a niveles aceptables para cumplir con las Especificaciones del Servicio Forestal para corrosividad de igniretardantes.

Las líneas 23 y 24 ilustran el uso de citrato amónico férrico como sustituto para el citrato férrico. Los resultados indicaron que los compuestos férricos solubles fueron tan eficaces como el citrato amónico en la reducción de la corrosión del aluminio por parte de las soluciones de polifosfato amónico.

Las líneas 27 a 38 ilustran la eficacia de los sistemas en los que se usan solo compuestos sin color solubles e insolubles que contienen hierro en lugar de los óxidos de hierro relativamente altamente coloreados persistentes. Esto es importante cuando se desean verdaderos retardantes pasajeros, en los que el color se desvanece gradualmente cuando se exponen a la luz solar natural y desaparece de modo que no tiñe permanentemente aquello sobre lo que se aplica.

Las líneas 26 a 38 ilustran la eficacia de mezclas de pirofosfato férrico soluble e insoluble. Se obtuvieron propiedades de corrosión de aluminio aceptables cuando se usaron un 3,0 % del primero y un 1,2 % del último como sistema inhibidor de la corrosión en una solución de polifosfato amónico. Los resultados también indican que un nivel aumentado de pirofosfato férrico insoluble no redujo más la corrosividad del concentrado.

Las líneas 27 a 38 ilustran la eficacia de inhibición de corrosión de aluminio de mezclas de diversos compuestos de hierro solubles e insolubles. Las líneas 37 y 38 revelaron que, aunque eficaces, las sales ferrosas sometidas a ensayo fueron menos eficaces en cantidades equivalentes de adición de hierro en comparación con los compuestos férricos.

Las líneas 39 a 44 ilustran la eficacia de inhibición de corrosión de aluminio de diversos compuestos de hierro solubles e insolubles cuando se usan junto con concentrados de polifosfato amónico 10-34-0 obtenidos de fuentes alternativas. Estos datos indican que la cantidad y la proporción de inhibidor de la corrosión necesarias para reducir la corrosividad hasta un nivel aceptable necesitarán optimizarse dependiendo de la fuente y las características de la misma.

Las líneas 45 a 54 ilustran la eficacia de inhibición de corrosión de aluminio de compuestos sujeto cuando se usan en diversas fuentes de concentrado de polifosfato amónico de tipo 11-37-0 y sus soluciones diluidas

Ejemplo 4- características de corrosión de soluciones de polifosfato amónico que contienen compuestos de hierro solubles en agua

El Ejemplo 4 ilustra la eficacia de pirofosfato férrico, citrato férrico y sulfato ferroso solubles en agua como inhibidores de la corrosión de aluminio en soluciones de polifosfato amónico. En cada muestra, se mezclaron los compuestos de hierro solubles indicados y un 1,4 % de arcilla de atapulgita con polifosfato amónico puro. Posteriormente, se extrajeron alícuotas del concentrado y se diluyeron con la cantidad prescrita de agua. La corrosividad de aluminio tanto de los igniretardantes concentrados como de sus soluciones diluidas se determinó de acuerdo con las Especificaciones del Servicio Forestal mencionadas anteriormente. Los resultados de este ensayo se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4

Muestras de polifosfato amónico	Hierro soluble añadido			Corrosión de aluminio ⁽¹⁾ (mm/año)	
	(%)	Aditivo	Fe total (%)	Concentrado	Solución diluida
Muestra promedio de la Tabla 1	0	Ninguno	0	2,708 - 4,318	0,147 -0,991
1	0,6	Pirofosfato férrico soluble	0,07	3,825	0,038
2	3,0	Pirofosfato férrico soluble	0,35	1,080	0,041
3	3,0	Pirofosfato férrico soluble	0,35	1,915	0,030
4	3,0	Pirofosfato férrico soluble	0,35	1,760	0,033
5	2,4	Citrato férrico soluble	0,53	2,873	0,064
6	3,0	Citrato férrico soluble	0,66	3,152	0,061
7	3,0	Citrato férrico soluble	0,66	0,432	0,028
8	3,0	Sulfato ferroso • 7H ₂ O	0,60	0,709	0,079

(1) Cupones de aluminio 2024T3 sometidos a ensayo de la forma descrita en las Especificaciones 5100-304b del Servicio Forestal del USDA. Valores obtenidos cuando la celda de corrosión se mantuvo a 50 °C durante 90 días con el cupón totalmente sumergido en la misma. Los datos se expresan en 3 mm/año.

Los resultados indican que las sales que contienen hierro soluble tanto férrico como ferroso muestran utilidad como inhibidores de la corrosión de aluminio en soluciones de polifosfato amónico. Las concentraciones relativamente bajas (0,35 %) de hierro soluble derivadas de un pirofosfato férrico soluble disminuyeron la tasa de corrosión del aluminio totalmente sumergido expuesto a soluciones a 49 °C del igniretardante diluido hasta cumplir los requisitos de las Especificaciones del Servicio Forestal del USDA. Los datos ilustran que los compuestos que contienen hierro soluble son los más eficaces en el control de la corrosividad de soluciones diluidas. Dado que la corrosividad tanto del concentrado como de sus soluciones diluidas tiene importancia, las mezclas de compuestos de hierro solubles e insolubles en agua proporcionan generalmente un rendimiento superior.

10 **Ejemplo 5- características de corrosión de soluciones de polifosfato amónico que contienen otros compuestos de hierro insolubles en agua**

15 La Tabla 5 ilustra la eficacia de ortofosfato férrico insoluble en agua, pirofosfato férrico insoluble y oxalato ferroso como inhibidores de la corrosión de aluminio en concentrados de polifosfato amónico y sus soluciones diluidas. Se mezcló un 1,4 % de arcilla de atapulgita con el polifosfato amónico concentrado, con la excepción de las Muestras 6 y 7 que contenían un 0,7 % y un 2,8 % de arcilla de atapulgita, respectivamente. Las Muestras 13, 18 y 24 contenían además un óxido de hierro insoluble como colorante de la solución. Los concentrados de igniretardante resultantes y sus soluciones diluidas se evaluaron en términos de corrosividad de aluminio de acuerdo con los requisitos de las Especificaciones del Servicio Forestal del USDA. Los resultados del ensayo se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5

Muestras de polifosfato amónico	Adición de óxido de hierro		Otros aditivos de Fe insol.		Fe total	Tasa de corrosión del concentrado puro (mm/año)				Tasa de corrosión de la solución diluida (mm/año)				
	%	Tipo	(%)	Aditivo		Contenido (%)	21 °C Total	21 °C parcial	49 °C total	49 °C Parcial	21 °C total	21 °C parcial	49 °C total	49 °C parcial
Tasa de corrosión (mm/año)														
1	10-34-0 puro ⁽¹⁾	0,0	Ninguno	0,0	Ninguno	0,00	0,231	0,132	3,571	2,019	0,274	0,175	0,406	0,239
2	Muestra 1	0,0	Ninguno	1,2	Pirofosfato férrico	0,29			0,074				0,043	
3	Muestra 2	0,0	Ninguno	2,4	Pirofosfato férrico	0,58			0,239				0,094	
4	Muestra 3	0,0	Ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72			0,089				0,028	
5	Muestra 4	0,0	Ninguno	3,0	Férrico	0,72			0,165				0,056	
6	Muestra 5	0,0	Ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72			0,053				0,036	
7	Muestra 6	0,0	Ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72			0,091				0,053	
8	Muestra 7	0,0	Ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72			0,025				0,043	
9	Muestra 8	0,0	Ninguno	2,4	Pirofosfato férrico	0,58			0,272				0,025	
10	Muestra 9	0,0	Ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72			0,140				0,160	
11	Muestra 10	0,0	Ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72	0,061		0,157		0,079		0,028	
12	Muestra 11	0,0	Ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72			0,086				0,033	
13	Muestra 12	0,0	Ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72			0,081				0,056	
14	Muestra 13 ⁽²⁾	1,2	Óxido de hierro rojo	0,0	Ninguno	0,84	0,094	0,076	0,211	0,163	0,112	0,107	0,117	0,089
15	Muestra 14	1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico	1,56	0,051	0,033	0,122	0,076	0,038	0,079	0,020	0,051
16	Muestra 15	1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico	1,56	0,041		0,157		0,041		0,025	
17	Muestra 16	1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico	1,56	0,064		0,018		0,064		0,015	

(continuación)

	Muestras de polifosfato amónico	Adición de óxido de hierro		Otros aditivos de Fe insol.		Fe total	Tasa de corrosión del concentrado puro (mm/año)						Tasa de corrosión de la solución diluida (mm/año)			
		%	Tipo	(%)	Aditivo		Contenido (%)	21 °C Total	21 °C parcial	49 °C total	49 °C Parcial	21 °C total	21 °C parcial	49 °C total	49 °C parcial	
18	Muestra 17	1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico	1,56	0,048	0,030	0,013	0,005	0,028	0,061	0,020	0,048		
19	Muestra 18	1,2	Óxido de hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico	1,56	0,053	0,069	0,028	0,020	0,043					
20	Muestra 19	0,0	Ninguno	1,2	Ortofosfato férrico	0,16		2,675								
21	Muestra 20	0,0	Ninguno	1,8	Ortofosfato férrico	0,55		2,758					0,097			
22	Muestra 21	0,0	Ninguno	2,4	Ortofosfato férrico	0,73		0,236					0,104			
23	Muestra 22	0,0	Ninguno	3,0	Ortofosfato férrico	0,92		0,058					0,107			
24	Muestra 23	1,2	Óxido de hierro pardo	3,0	Ortofosfato férrico	1,25		0,038					0,025			
25	Muestra 24	0,0	Ninguno	1,2	Oxalato ferroso	0,37		2,286					0,069			

(1) Promedio de valores de la Tabla 1.
(2) Véase la Tabla 2

5 La eficacia de inhibición de la corrosión del pirofosfato férrico insoluble se mostró mediante una comparación de las composiciones que contenían solo este componente, líneas 2-13, con la línea 1. La eficacia también se mostró mediante la comparación con un 1,2 % de óxido de hierro de color rojo, línea 14. Estas comparaciones ilustran la eficacia del pirofosfato férrico insoluble como inhibidor de la corrosión de aluminio para el polifosfato amónico concentrado y sus soluciones. Se mostró que era superior al óxido de hierro de color rojo cuando se comparó con un nivel de hierro férrico igual. Por lo tanto, el pirofosfato férrico insoluble sería preferente en numerosas aplicaciones dado que no está altamente coloreado como los óxidos de hierro convencionales, lo que da como resultado una decoloración altamente visible y persistente de aquello sobre lo que se aplica. En consecuencia, los sistemas inhibidores que contienen estos componentes serían adecuados para su uso en formulaciones de igniretardante de color pasajero.

10 Las líneas 15-19 ilustran la reducción adicional en la corrosión de aluminio que se obtuvo por combinación de óxido de hierro y pirofosfato férrico en el mismo sistema inhibidor de la corrosión. Los resultados indicaron que varias de estas formulaciones cumplieron las Especificaciones del Servicio Forestal del USDA para corrosividad de aluminio en formas tanto concentradas como diluidas.

15 Los datos contenidos en las líneas 20 y 23 ilustran la eficacia del ortofosfato férrico insoluble en la inhibición de la corrosión de aluminio expuesto a soluciones de polifosfato amónico. Los resultados indicaron que el resto pirofosfato puede ser algo superior al ortofosfato para inhibir la corrosión de aluminio.

20 Los datos contenidos en la línea 24 indican que aumentar el contenido de hierro férrico del sistema inhibidor de la corrosión usando mezclas de ortofosfato férrico y óxido de hierro también fue una forma eficaz de cumplir las Especificaciones del Servicio Forestal del USDA para la corrosividad de aluminio.

Los datos contenidos en la línea 25 ilustran la eficacia de inhibición de corrosión de aluminio de pequeñas cantidades de hierro ferroso (Fe(II)) cuando se incorporaron a concentrados de polifosfato amónico y sus soluciones diluidas.

25 **Ejemplo 6- eficacia de los azoles como inhibidores de la corrosión en composiciones igniretardantes de polifosfato amónico**

30 El Ejemplo 6 ilustra la eficacia de los azoles como inhibidores de la corrosión de latón amarillo en formulaciones igniretardantes basadas en polifosfato amónico concentrado y en sus soluciones diluidas. Cada muestra se preparó por mezcla de un 1,4 % de arcilla de atapulgita, un 1,2 % de óxido de hierro rojo de color rojo y el inhibidor de corrosión de azol indicado con el polifosfato amónico concentrado puro. Posteriormente, los concentrados se diluyeron con agua de la forma que se describe en el presente documento. Las muestras se sometieron a ensayo a continuación de acuerdo con los requisitos de las Especificaciones del Servicio Forestal del USDA.

Tabla 6

IMPACTO DE LOS AZOLES EN LA CORROSIÓN DE LATÓN AMARILLO EXPUESTO A POLIFOSFATO AMÓNICO CONCENTRADO Y SUS SOLUCIONES DILUIDAS*								
Sistema inhibidor de la corrosión	Corrosión de latón amarillo expuesto (mm/año)							
	Retardante concentrado				Solución Diluida			
	21T**	21P	49T	49P	21T	21P	49T	49P
Ninguno	0,013	0,015	0,015	0,051	0,038	0,145	0,516	0,378
0,3 % de tolitriazol			0,005				0,008	
0,5 % de tolitriazol	0,0	0,003	0,003	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25 % de tolil-triazol sódico***			0,005				0,003	
0,255 % de tolil-triazol sódico+			0,005				0,003	
0,425 % de tolil-triazol sódico+			0,005				0,003	
0,5 % de tolil-triazol sódico***			0,003				0,005	
0,5 % de triazol sódico++	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,008	0,003

(continuación)

IMPACTO DE LOS AZOLES EN LA CORROSIÓN DE LATÓN AMARILLO EXPUESTO A POLIFOSFATO AMÓNICO CONCENTRADO Y SUS SOLUCIONES DILUIDAS*								
Sistema inhibitor de la corrosión	Corrosión de latón amarillo expuesto (mm/año)							
	Retardante concentrado				Solución Diluida			
	21T**	21P	49T	49P	21T	21P	49T	49P
1,0 % de triazol sódico++	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003

* 10-34-0 que contiene un 1,4 % de arcilla de atapulgita y un 1,2 % de óxido de hierro de color rojo además del aditivo inhibitor descrito.
 ** 21 y 49 se refieren a la temperatura de almacenamiento de la solución en °C, T y P se refieren a la inmersión total (T) o parcial (P) del cupón de metal en la solución retardante durante el almacenamiento.
 *** A partir de una solución acuosa al 50 % de tolitriazol sódico.
 + A partir de una solución acuosa al 85 % de tolitriazol sódico.
 ++ A partir de triazol sódico al 100 %.

5 Los resultados indicaron que los azoles, incluyendo tanto tolitriazoles como las sales de los mismos, son inhibidores de la corrosión eficaces para latón amarillo en concentrados y soluciones de polifosfato amónico. Estos datos y otros incluidos en los Ejemplos previos ilustran las ventajas del uso de azoles junto con los inhibidores que contienen hierro de la presente invención para reducir la corrosividad tanto de aluminio como de latón de las composiciones igniretardantes hasta límites deseables.

Ejemplo 7- impacto de un biopolímero de xantano en formulaciones de retardante concentradas líquidas basadas en 11-37-0

10 La Tabla 7 ilustra el impacto del xantano (Keltrol BT®) en la viscosidad y la corrosión de aluminio de los concentrados de igniretardante de polifosfato amónico y sus soluciones diluidas que contienen fuentes de hierro solubles en agua e insolubles en agua, un biopolímero de xantano que tiene un tamaño de partícula menor de aproximadamente 100 µm (micrómetros), aditivos y las mezclas de los mismos, según se indica. Las muestras se prepararon por mezcla de soluciones de polifosfato amónico de tipo 11-37-0 con diversas concentraciones de arcilla de atapulgita, tolitriazol, óxido de hierro, goma de xantano, pirofosfato férrico insoluble y pirofosfato férrico o citrato sódico solubles, según se indica. Las soluciones se sometieron a mezcla de alta cizalladura con el fin de activar o hidratar la arcilla, cuando fuera necesario. La dilución se consiguió por mezcla de cinco volúmenes de agua con un volumen del 11-37-0 concentrado o composiciones basadas en el mismo. Todas las referencias al xantano en las Tablas 7a y 7b se refieren a xantano de calidad comercial, Keltrol BT®, que tiene un diámetro medio de partícula menor de aproximadamente 100 µm (micrómetros).

20 Cada solución concentrada y diluida se sometió a ensayo para corrosividad de aluminio de acuerdo con los protocolos de las Especificaciones del Servicio Forestal y se sometió a ensayo la viscosidad de cada solución concentrada y diluida mediante procedimientos de ensayo de viscosidad que se conocen bien en la técnica. Los resultados se muestran en las Tablas 7a y 7b.

Tabla 7a

Componentes de la formulación N° (% en peso)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Polifosfato amónico (conc.)	100,0	99,0	97,1	96,1	94,1	93,1	91,1	90,1	91,1	90,1	97,5	94,5
Arcilla de Attapulguis			0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036		
Toltriazol			0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Óxido de hierro			1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Keltrol BT-goma de xantano		1,0		1,0		1,0		1,0		1,0	1,0	1,0
Pirofosfato férrico (insol.)					0,076	0,076	0,076	0,076	0,109	0,109		0,076
Pirofosfato férrico (sol.)							0,076	0,076				
Citrato sódico									0,043	0,043		
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Concentrado												
Viscosidad (cps)*												
Inicial	63	70	123	191	221	202	321	245	238	226	81	95
14 días	63	70	333	318	233	196	280	290	338	378	78	98
30 días	58	63	436	477	497	313	690	396	700	408	75	100
90 días	66	63	1000	1290	1310	1360	1200	740	1020	1510	66	88
Corrosión de aluminio (mm/año)												
21T	0,170	0,160	0,028	0,066	0,015	0,008	0,015	0,018	0,020	0,020	0,183	0,051
21P	0,091	0,089	0,015	0,041	0,015	0,010	0,013	0,015	0,015	0,015	0,099	0,030
49T	2,804	2,677	0,150	0,119	0,023	0,023	0,041	0,043	0,028	0,028	1,229	0,038
49P	1,791	1,750	0,061	0,076	0,020	0,013	0,013	0,015	0,018	0,020	0,627	0,030

(continuación)

	Requisitos de corrosión de USFS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Solución diluida (proporción de mezcla 5:1)													
Viscosidad (cps)*													
Inicial		5	163	8	163	8	177	8	187	8	192	165	173
14 días		11	48	11	155	-	156	8	185	-	-	229	169
30 días		6	20	8	147	8	155	10	175	8	160	148	160
90 días		6	12	10	118	8	53	8	113	10	107	73	103
Corrosión de aluminio (mm/año)													
21T	≤ 0,051	10,345	0,269	0,064	0,020	0,030	0,018	0,053	0,018	0,069	0,018	0,030	0,015
21P	≤ 0,051	0,198	0,157	0,086	0,064	0,053	0,041	0,051	0,041	0,051	0,038	0,069	0,112
49T	≤ 0,051	0,081	0,091	0,046	0,018	0,041	0,018	0,036	0,015	0,023	0,018	0,020	0,020
49P	≤ 0,051	0,137	0,112	0,086	0,053	0,058	0,038	0,061	0,038	0,051	0,033	0,048	0,064
* Muestras almacenadas a 32 °C con un cupón de acero suspendido en las mismas. La muestra se homogeneizó antes de medir la viscosidad.													

ES 2 540 084 T3

Tabla 7b

Componentes de la formulación N° (% en peso)	Requisitos de corrosión de USFS	M	N	O	P	Q	R	S
Polifosfato amónico (conc.)		97,0	94,1	91,1	88,1	88,1	95,5	92,5
Arcilla de attapulgita			1,4	1,4	1,4	1,4		
Toltriazol			0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Óxido de hierro			1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Keltrol BT-goma de xantano		3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Pirofosfato férrico (insol.)				3,0	3,0	4,3		3,0
Pirofosfato férrico (sol.)					3,0			
Citrato sódico						1,7		
Total		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Concentrado								
Viscosidad (cps)*								
Inicial		78	270	278	337	311	83	108
14 días		71	216	248	298	310	88	103
30 días		81	228	280	457	264	88	125
90 días		85	275	910	1010	760	80	163
Corrosión de aluminio (mpy)								
70T	≤ 5,0	5,6	2,5	0,7	0,7	0,7	6,3	1,4
70P	≤ 5,0	3,3	1,6	0,6	0,5	0,6	3,7	1,1
120T	≤ 5,0	95,9	1,1	0,7	0,6	0,7	25,4	1,2
120P	≤ 5,0	58,9	1,3	0,5	0,4	0,6	12,4	0,9
Solución diluida (proporción de mezcla 5:1)								
Viscosidad (cps)*								
Inicial		1010	1090	1050	1090	1050	1050	1090
14 días		960	1040	1030	1110	1010	1010	1050
30 días		997	1040	1010	1090	396	1010	1040
90 días		960	990	1000	1050	1040	960	1000
Corrosión de aluminio (mpy)								
70T	≤ 2,0	9,5	1,5	0,8	0,8	0,9	1,4	0,7
70P	≤ 2,0	6,1	2,5	1,6	1,7	1,7	2,3	1,4
120T	≤ 2,0	2,5	0,8	0,7	0,7	0,8	1,2	0,6
120P	≤ 2,0	3,2	1,3	1,2	0,9	1,1	1,8	1,3

* Muestras almacenadas a 90 °F con un cupón de acero suspendido en las mismas. La muestra se homogeneizó antes de medir la viscosidad.

- Los resultados indican que en ausencia de un inhibidor de la corrosión que contiene hierro, la adición de un 1,0 % de biopolímero de xantano no tiene ningún efecto significativo en la corrosión del polifosfato amónico puro concentrado o su solución diluida. Por referencia a las muestras A y C, los resultados indican que la adición de arcilla de atapulgita, tolitriazol, y óxido de hierro de calidad de pigmento da como resultado una reducción dramática en la corrosividad de 11-37-0 concentrado y sus soluciones diluidas.
- Por referencia a las muestras C y D, la adición de un 1,0 % de xantano a las composiciones 11-37-0 que contienen arcilla de atapulgita, tolitriazol y óxido de hierro reduce la corrosividad de aluminio de las soluciones tanto concentradas como diluidas. Como se indica, la corrosividad de aluminio de la solución concentrada se reduce hasta que la corrosión cumple los requisitos de las especificaciones, pero sus soluciones diluidas, aunque algo reducidas, son aún ligeramente inaceptables.
- Por referencia a las muestras E, G e I, la adición de un 3,0 % de pirofosfato férrico insoluble, un 3,0 % de cada uno de pirofosfato férrico soluble e insoluble o una mezcla de un 4,3 % de pirofosfato férrico insoluble, y un 1,7 % de citrato sódico reduce la corrosividad del aluminio de las soluciones 11-37-0 tanto concentradas como diluidas que contienen arcilla de atapulgita y óxido de hierro hasta aproximadamente el mismo grado que un 1,0 % de xantano.
- Por referencia a las muestras F, H y J, la adición de un 1,0 % de xantano a las composiciones de las muestras E, G e I, reduce la corrosividad del aluminio de las soluciones concentradas y diluidas resultantes hasta que cumplen las Especificaciones del Servicio Forestal en todas las condiciones y situaciones de ensayo.
- Los resultados también indican que el concentrado de polifosfato amónico 11-37-0 puro, Muestra A, exhibe una viscosidad de aproximadamente 0,065 Pa.s, mientras que su solución diluida tiene una viscosidad de 0,005-0,01 Pa.s. La adición de un 1,0 % de biopolímero de xantano a la solución de polifosfato amónico 11-37-0 concentrada no tuvo ningún efecto significativo en la viscosidad. Sin embargo, tras la dilución la viscosidad de la solución resultante aumentó inicialmente. La viscosidad de la solución disminuyó gradualmente de modo que fue insignificamente diferente que la de la solución pura después de un período de tiempo relativamente corto.
- Las Muestras M a S ilustran el impacto del aumento de la concentración del biopolímero de xantano de un 1,0 % a un 3,0 % en el concentrado líquido de igniretardante. Los datos indican que la adición de un 1,0 % de biopolímero a una composición de polifosfato amónico que contiene hierro da como resultado una reducción adicional en la corrosividad de aluminio. Sin embargo, el aumento de la concentración del biopolímero de xantano no parece ser más eficaz. Sin embargo, el biopolímero de xantano adicional parece aumentar la viscosidad de la solución hasta cumplir las Especificaciones del Servicio Forestal.
- Por referencia a la Muestra M, los resultados indican que un 3,0 % de biopolímero de xantano puede tener un ligero impacto tanto en la viscosidad como en la corrosividad de aluminio de las composiciones de polifosfato amónico 11-37-0 concentradas. El concentrado diluido exhibe una viscosidad estable en el intervalo de 1 Pa.s aunque, sin embargo, su corrosividad de aluminio se reduce solo ligeramente.
- Las Muestras K y R indican además que el biopolímero no tiene ningún impacto significativo en la viscosidad del producto concentrado, pero reduce la corrosividad de aluminio del mismo en un 50 % cuando se somete a ensayo a temperaturas elevadas.
- Por referencia a las muestras L y S, los resultados indican que los requisitos de corrosión de aluminio del Servicio Forestal se pueden cumplir en las formulaciones que no incluyen un agente de suspensión, tal como arcilla de atapulgita.
- Por referencia a las muestras H y P, la adición de pirofosfato férrico soluble a las formulaciones que contienen polifosfato férrico insoluble y biopolímeros de xantano no mejora más la corrosividad de aluminio.

Ejemplo 8- impacto de los biopolímeros de xantano con tamaño de partícula variable en la viscosidad de los igniretardantes concentrados líquidos

- La Tabla 8 ilustra el impacto de los biopolímeros de xantano que tienen diversos tamaños de partícula en las propiedades reológicas de los concentrados igniretardantes de polifosfato amónico. Las muestras se prepararon por mezcla de un 3,0 % de biopolímeros de xantano de diversos diámetros de tamaño de partícula promedio en peso, como se indica en la Tabla 8, con igniretardantes concentrados de tipo polifosfato amónico. La dilución se consiguió por mezcla de cinco volúmenes de agua con un volumen del igniretardante concentrado.
- Se sometió a ensayo la viscosidad de cada solución diluida mediante procedimientos de ensayo de viscosidad que se conocen bien en la técnica. Se sometió a ensayo el aumento rápido de viscosidad tras la dilución (Viscosidad diluida - 10 minutos). Se sometió a ensayo la viscosidad estable tras la dilución (Viscosidad diluida - 30 días). Se sometió a ensayo el aumento rápido de viscosidad de la solución después de un año (Después de 1 año ((cps<)). Se sometió a ensayo la viscosidad estable de la solución después de un año (Después de 1 Año ((cps)). Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 8.

TABLA 8 - PROPIEDADES DE LOS IGNIRETARDANTES CONCENTRADOS LÍQUIDOS ESPESADOS CON

BIOPOLÍMERO DE XANTANO CON TAMAÑO DE PARTÍCULA VARIABLE

Biopolímero de xantano	Diam. Prom. en Peso (μm)	Viscosidad diluida		Tasa de hidratación**	Después de 1 Año (cps)	
		10 Minutos	30 Días		10 Minutos	30 Días
Rhodigel SM [®]	31	1433	1447	99	-40	-40
Jungbunzlauer ST [®]	38	1493	1543	98	+10	-53
Keltrol BT [®]	70	1147	1197	96	+126	+6
ADM malla 40	98	1070	1690	63	+337	+30
ADM dispersable	-105	250	1537	16	+897	+80
Kelzan [®] (sin revestir)	110	433	547	79	NA	NA
Kelzan S [®] (revestido)	150	120	463	26	-	-

** Viscosidad de 10 minutos como % de la viscosidad máxima conseguida.

5 Los resultados indican que las composiciones igniretardantes concentradas líquidas que comprenden biopolímeros que tienen diámetros de partícula promedio en peso de aproximadamente 31 a aproximadamente 70 μm (micrómetros) exhiben propiedades reológicas ideales. Sin embargo, los concentrados de igniretardante comprendidos por biopolímeros que tienen diámetros de partícula mayores de aproximadamente 100 μm (micrómetros) no exhiben propiedades reológicas deseables.

Ejemplo 9- impacto del tamaño de partícula de la viscosidad de biopolímeros en igniretardantes concentrados líquidos

10 La Tabla 9 ilustra el tamaño de partícula y el rendimiento de varios biopolímeros de tipo xantano en comparación con goma de hidroxipropil guar convencional en concentrados líquidos de igniretardante. Las muestras se prepararon por mezcla de un 3,0 % de biopolímeros de tipo xantano o goma de guar, como se indica a continuación de la Tabla 9, con igniretardantes de tipo polifosfato amónico concentrados. La dilución se consiguió por mezcla de aproximadamente cinco volúmenes de agua con un volumen de cada composición igniretardante diluida.

15 La viscosidad de cada muestra de solución de polifosfato amónico se sometió a ensayo mediante los procedimientos descritos en el Ejemplo 8. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 9.

TABLA 9 - IMPACTO DEL TAMAÑO DE PARTICULA EN EL RENDIMIENTO DE LOS BIOPOLÍMEROS DE XANTANO EN SOLUCIONES CONCENTRADAS LIQUIDAS

Tamaño del tamiz	Apertura del tamiz μm (micrómetros)	Goma del guar (para comparación)	Keltrol BT®	Kelzan® (sin revestir)	Kelzan S® Glyoxal revestido	Rhodagel SM®	ADM		Jungbunzlauer FST®
							Malla 40	Dispersable	
60	250		0,0	9,0	22,0	0,0	2,6	4,0	0,0
80	177		0,6	19,3	41,2	0,0	17,4	15,1	0,0
120	125		18,9	42,9	58,3	0,0	37,7	36,2	0,0
230	63		56,1	77,2	79,1	2,2	68,9	75,7	2,2
270	53		65,1	83,2	83,4	5,5	76,3	84,2	15,6
325	44		71,1	86,9	86,3	14,7	81,5	88,9	35,8
400	38		76,5	89,9	88,6	28,2	85,8	91,9	50,1
<400	<38		23,6	10,1	11,4	71,8	14,3	8,1	49,9
Diámetro de partícula (μm) (promedio en peso)	> 100		70	110	150	31	98	~105	38
Viscosidad de la solución diluida (cps) Concentrado reciente									
10 minutos	1597		1147	433	120	1433	1070	250	1493
30 días	63		1197	NA	463	1447	1690	1537	1543
Concentrado de un año									
10 minutos	~10		1283	NA	310*	1393	1407	1147	1503
30 días	~10		1200	NA	697*	1407	1720	1617	1490

* diluido 30 días después de la preparación del concentrado.

Los resultados indican que los concentrados de igniretardante que comprenden biopolímeros de tipo xantano en el intervalo de aproximadamente 31 a 70 µm (micrómetros) exhiben propiedades reológicas ideales. Sin embargo, los concentrados de igniretardante comprendidos por biopolímeros que tienen diámetros de partícula mayores de aproximadamente 100 µm (micrómetros) no exhiben propiedades reológicas deseables. Los concentrados de igniretardante que comprenden goma de guar que tiene un diámetro de tamaño de partícula mayor de aproximadamente 100 µm (micrómetros) también fracasaron al exhibir propiedades reológicas deseables. Específicamente, los concentrados de igniretardante basados en polifosfato amónico que contienen goma de guar parecen tener características reológicas altamente inestables, lo que hace el uso de la goma de guar indeseable en algunas realizaciones de la invención. Por lo tanto, en una realización de la invención las composiciones de la invención no incluyen goma de guar.

Ejemplo 10- impacto del tamaño de partícula y del tipo de biopolímero en la viscosidad de los biopolímeros en soluciones de polifosfato amónico

La Tabla 10 ilustra el tamaño de partícula y el rendimiento de biopolímeros de tipo xantano con biopolímeros de welano y ramsano en igniretardantes líquidos de tipo polifosfato amónico. Las muestras se prepararon por mezcla de aproximadamente un 91,1 % de solución concentrada líquida de polifosfato amónico, un 1,2 % de arcilla de atapulgita, un 0,3 % de tolitriazol, un 3,0 % de pirofosfato férrico insoluble y un 3,0 % del biopolímero indicado en las Tablas 10a y 10b. Los biopolímeros usados incluyeron Kelzan®, Kelzan S®, Keltrol BT®, Kelconcrete®, y un biopolímero de ramsano, todos los cuales están disponibles en el mercado en CP Kelco, Wilmington, DE. Kelzan® es un biopolímero de xantano convencional sin revestir, mientras que Kelzan S® es un biopolímero de xantano convencional con un revestimiento superficial aplicado. Keltrol BT® es un biopolímero de xantano que tiene un diámetro de tamaño de partícula menor de aproximadamente 100 µm (micrómetros). Kelconcrete es un biopolímero de tipo welano.

La viscosidad de cada concentrado se midió mediante los procedimientos que se describen en el Ejemplo 8. A continuación, cada muestra se diluyó con agua en una proporción de mezcla de 5 volúmenes de agua por volumen de concentrado. Se midió la viscosidad a los 10 minutos y 18 horas de la muestra diluida y las muestras se almacenaron en un laboratorio a una temperatura de aproximadamente 21 °C-23 °C (70 °F-74 °F) durante períodos de tiempo variables, se diluyeron de nuevo y se midió la viscosidad. La viscosidad de cada muestra se midió a 10 minutos, 1 hora, 24 horas, 7 días, 15 días, 21 días y 28 días después de la dilución. Los resultados se muestran a continuación en las Tablas 10a y 10b.

Tabla 10a

IMPACTO DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA Y DEL TIPO DE BIOPOLÍMERO EN LA VISCOSIDAD DE IGNIRETARDANTES DE TIPO POLIFOSFATO AMÓNICO						
Biopolímero		Kelzan®	Kelzan S®	Keltrol BT®	Kelconcrete®	Ramsano
Viscosidad concentrada (CPS)		196	198	189	195	199
Dilución inicial (CPS)						
	10 min.	433	140	1100	630	570
	18 h.	430	170	1060	1100	790
24 h después de la dilución						
Tiempo después de la preparación	10 min.	563	173	1093	543	500
	18 h.	557	203	1093	1027	800
7 días después de la dilución						
	10 min.	550	98	1040	576	507
	60 min.	555	150	1057	700	620
	24 h.	590	187	1057	1043	840

Tabla 10b

IMPACTO DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA Y DEL TIPO DE BIOPOLÍMERO EN LA VISCOSIDAD DE IGNIRETARDANTES DE TIPO POLIFOSFATO AMÓNICO						
Biopolímero		Kelzan®	Kelzan S®	Keltrol BT®	Kelconcrete®	Ramsano
Concentrado (CPS)	Viscosidad	196	198	189	195	199

(continuación)

IMPACTO DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA Y DEL TIPO DE BIOPOLÍMERO EN LA VISCOSIDAD DE IGNIRETARDANTES DE TIPO POLIFOSFATO AMÓNICO						
Biopolímero		Kelzan [®]	Kelzan S [®]	Keltrol BT [®]	Kelcocrete [®]	Ramsano
15 días después de la dilución						
	10 min.	490	160	1047	440	467
	60 min.	503	177	1077	617	550
	24 h.	540	217	1103	1010	823
21 días después de la dilución						
	10 min.	710	243	1083	410	550
	60 min.	747	247	1107	570	663
	24 h.	687	397	1043	937	837
28 días después de la dilución						
	10 min.	547	200	1043	937	837
	60 min.	563	237	1063	650	710
	24 h.	613	260	1057	1047	903

Los resultados indican que los biopolímeros de tipo welano y ramsano espesan más lentamente que los biopolímeros de tipo xantano pero son eficaces en el aumento de la viscosidad de las soluciones igniretardantes de tipo polifosfato amónico. Sin embargo, los biopolímeros de tipo xantano que tienen un diámetro de tamaño de partícula de menos de aproximadamente 100 µm (micrómetros), aumentan rápidamente la viscosidad de los igniretardantes de tipo polifosfato amónico después de la dilución. Los biopolímeros convencionales, por ejemplo los biopolímeros del tipo xantano que tienen diámetros de tamaño de partícula mayores de aproximadamente 100 µm (micrómetros), fracasan al desarrollar la viscosidad de los igniretardantes de forma oportuna. Por lo tanto, los biopolímeros convencionales tanto revestidos como sin revestir son inadecuados para su uso en el espesamiento de los igniretardantes de tipo polifosfato amónico. Además, los datos a largo plazo, es decir, la viscosidad medida 7, 15, 21 y 28 días después de la preparación de la muestra concentrada, indican que no existe ningún cambio particular en el rendimiento de los diversos biopolímeros durante el almacenamiento en los igniretardantes basados en polifosfato amónico.

15 Ejemplo 11- impacto del uso de niveles de biopolímeros y aditivos de hierro en la viscosidad de soluciones de polifosfato amónico

Se analizaron los niveles óptimos de uso de mezclas de biopolímero y pirofosfato férrico insoluble cuando se usan para reducir el nivel de corrosión de aluminio de igniretardantes de tipo polifosfato amónico líquidos y sus soluciones diluidas. Las formulaciones se prepararon usando igniretardantes de tipo polifosfato amónico con atapulgita, tolitriazol y, en algunos casos, óxido de hierro. También se añadieron biopolímeros que tienen diámetros de tamaño medio de partícula de menos de 100 µm (micrómetros) y pirofosfato férrico insoluble, cuando se indica. Cada formulación se preparó añadiendo los componentes secos por separado a los igniretardantes y mezclándolos usando una mezcladora de alta cizalladura a aproximadamente 1000 rpm durante aproximadamente un período de 2 horas. La alta cizalladura se usó para hidratar la arcilla y dispersar los componentes insolubles. Las soluciones diluidas se prepararon mezclando 1 parte de concentrado con 5 partes de agua corriente. Las formulaciones concentradas y sus soluciones diluidas se sometieron a ensayo de acuerdo con las cuatro condiciones de ensayo prescritas por las Especificaciones del Servicio Forestal de Estados Unidos, descritas en el presente documento. Los resultados se muestran a continuación en las Tablas 11a, 11b y 11c.

Tabla 11a

Componentes de la formulación (% en peso)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Polifosfato amónico	100,0	93,10	96,80	95,80	94,80	96,55	95,55	94,55	96,30	95,30	94,30	96,50	95,50	96,25	95,25
Arcilla de Attapulugus	-	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
Tolitriazol	-	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Óxido de hierro (rojo)	-	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Óxido de hierro (pardo)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,30	0,30	0,30
Keltrol BT	-	1,00	0,50	0,50	0,50	0,75	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,75	0,75
Pirofosfato férrico (Insol.)	-	3,00	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	1,00	2,00
Concentrado	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Viscosidad (cps)*															
Inicial	61	193	148	161	157	150	145	160	150	166	167	168	156	161	173
14 días	57	421	363	173	218	365	256	198	193	208	187	210	168	175	220
30 días	70	430	390	205	230	390	433	285	273	325	373	305	418	308	345
90 días	61	1850	1940	750	1150	1010	1360	1310	1010	860	1390	900	1430	1000	1050
Aluminio															
Corrosión (mpy)															
70T ≤ 5,0	4,8	0,4	3,6	0,9	0,6	3,8	1,0	0,6	3,6	1,3	0,9	2,9	1,2	2,7	1,0
70P ≤ 5,0	2,6	0,5	1,7	0,6	0,5	2,0	0,8	0,5	1,9	0,9	0,7	1,6	0,7	1,4	0,7
120T ≤ 5,0	112,4	0,7	18,9	1,2	1,0	15,2	1,1	0,9	11,9	1,5	1,1	7,1	1,2	5,3	0,9
120P ≤ 5,0	69,4	0,5	43,9	0,8	0,6	16,2	0,9	0,6	46,4	0,9	0,8	3,7	0,7	2,8	0,5

(continuación)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Componentes de la formulación (% en peso)															
Solución diluida (proporción de mezcla 5:1)															
Índice de refracción	14,5	14,5	14,6	15,0	15,4	15,4	15,4	15,3	15,0	15,6	15,4	15,0	14,9	15,0	15,0
Viscosidad (cps)*															
Inicial	5	146	50	50	53	105	98	100	153	172	159	53	52	109	103
14 días	5	130	30	43	40	85	78	85	138	155	143	50	45	91	97
30 días	5	132	31	37	33	90	80	84	125	145	126	33	61	73	79
90 días	5	90	18	13	19	23	43	23	28	70	40	15	15	23	29
Corrosión de aluminio (mpy)															
70T ≤ 2,0	11,3	0,7	1,3	1,0	1,0	1,4	1,1	0,8	1,2	0,8	0,8	1,2	1,3	1,5	1,0
70P ≤ 2,0	6,8	1,9	3,9	3,1	3,0	3,5	3,3	2,9	3,6	2,9	2,4	3,2	3,1	3,3	2,8
120T ≤ 2,0	5,1	0,8	0,9	0,6	0,6	0,8	0,7	0,4	0,7	0,5	0,7	1,2	1,3	0,7	0,5
120P ≤ 2,0	5,8	1,5	1,7	2,3	2,2	1,8	2,5	1,6	2,4	1,7	1,2	1,9	2,6	2,1	2,0
<i>Muestras almacenadas a 90 °F (32 °C) con cupón de acero suspendido en las mismas. Las muestras se homogeneizaron antes de medir la viscosidad.</i>															

Tabla 11b

Comparación de Keltrol BT al 0,5, 0,75, y 1,0 %														
Componentes de la formulación (% en peso)	C	F	I	L	N	D	G	J	M	O	B	E	H	K
Polifosfato amónico	96,80	96,55	96,30	96,50	96,25	95,80	95,55	95,30	95,50	95,25	93,1	94,80	94,55	94,30
Arcilla de Attapulugus	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,4	1,40	1,40	1,40
Toliltriazol	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,3	0,30	0,30	0,30
Óxido de hierro (rojo)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-
Óxido de hierro (pardo)	-	-	-	0,30	0,30	-	-	-	0,30	0,30	-	-	-	-
Keltrol BT	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
Pirofosfato férrico (Insol.)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Concentrado														
Viscosidad (cps)*														
Inicial	148	150	150	168	161	161	145	166	156	173	193	157	160	167
14 días	363	365	193	210	175	173	256	208	168	220	421	218	198	187
30 días	390	390	273	305	308	205	433	325	418	345	430	230	285	373
90 días	1940	1010	1010	900	1000	750	1360	860	1430	1050	1850	1150	1310	1390
Corrosión de aluminio (mpy)														
70T ≤ 5,0	3,6	3,8	3,6	2,9	2,7	0,9	1,0	1,3	1,2	1,0	0,4	0,6	0,6	0,9
70P ≤ 5,0	1,7	2,0	1,9	1,6	1,4	0,6	0,8	0,9	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,7
120T ≤ 5,0	18,9	15,2	11,9	7,1	5,3	1,2	1,1	1,5	1,2	0,9	0,7	1,0	0,9	1,1
120P ≤ 5,0	43,9	16,2	46,4	3,7	2,8	0,8	0,9	0,9	0,7	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8
Solución diluida (proporción de mezcla 5:1)														
Índice de refracción	14,6	15,4	15,0	15,0	15,0	15,0	15,4	15,6	14,9	15,0	14,5	15,4	15,3	15,4

Tabla 11C

Comparación de pirofosfato férrico insoluble al 1,0, 2,0, 3,0 %														
Componentes de la formulación (% en peso)	C	D	E	L	M	F	G	H	N	O	B	I	J	K
Polifosfato amónico	96,80	95,80	94,80	96,50	95,50	96,55	95,55	94,55	96,25	95,25	93,1	96,30	95,30	94,30
Arcilla de Attapulugus	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,4	1,40	1,40	1,40
Toliltriazol	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Óxido de hierro (rojo)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-
Óxido de hierro (pardo)	-	-	-	0,30	0,30	-	-	-	0,30	0,30	-	-	-	-
Keltrol BT	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00
Pirofosfato férrico (Insol.)	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	3,00
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Concentrado														
Viscosidad (cps)*														
Inicial	148	161	157	168	156	150	145	160	161	173	193	150	166	167
14 días	363	173	218	210	168	365	256	198	175	220	421	193	208	187
30 días	390	205	230	305	418	390	433	285	308	345	430	273	325	373
90 días	1940	750	1150	900	1430	1010	1360	1310	1000	1050	1850	1010	860	1390
Corrosión de aluminio (mpy)														
70T ≤ 5,0	3,6	0,9	0,6	2,9	1,2	3,8	1,0	0,6	2,7	1,0	0,4	3,6	1,3	0,9
70P ≤ 5,0	1,7	0,6	0,5	1,6	0,7	2,0	0,8	0,5	1,4	0,7	0,5	1,9	0,9	0,7
120T ≤ 5,0	18,9	1,2	1,0	7,1	1,2	15,2	1,1	0,9	5,3	0,9	0,7	11,9	1,5	1,1
120P ≤ 5,0	43,9	0,8	0,6	3,7	0,7	16,2	0,9	0,6	2,8	0,5	0,5	46,4	0,9	0,8
Solución diluida (proporción de mezcla 5:1)														
Índice de refracción	14,6	15,0	15,4	15,0	14,9	15,4	15,4	15,3	15,0	15,0	14,5	15,0	15,6	15,4

5 Los resultados indican que la incorporación de cierta cantidad de óxido de hierro en los concentrados y las soluciones de igniretardante de la presente invención es necesaria para cumplir los requisitos de las Especificaciones del Servicio Forestal de Estados Unidos. Los concentrados de igniretardante que incluyen un 1,2 % de óxido de hierro, un 3 % de pirofosfato férrico y un 1 % de biopolímero, y sus soluciones diluidas cumplen los requisitos de las Especificaciones del Servicio Forestal de Estados Unidos. La viscosidad de los concentrados de igniretardante que contienen un 1 % de biopolímero aumentaron gradualmente de aproximadamente 0,15 a 0,20 Pa.s inmediatamente después de la fabricación hasta 1 a 2 Pa.s. Después de tres meses de almacenamiento a 32 °C, y después de dilución, la viscosidad de la solución estaba en el intervalo de 0,10 a 0,20 Pa.s.

REIVINDICACIONES

1. Una composición igniretardante de corrosión inhibida que comprende:
 - al menos un igniretardante que comprende un polifosfato amónico;
 - al menos un biopolímero que tiene un diámetro de partícula promedio en peso menor de 10 μm (micrómetros); y
 - un sistema inhibidor de la corrosión que comprende al menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado entre el grupo que consiste en azoles, pirofosfato férrico, oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato amónico férrico, ortofosfato férrico, oxalato amónico férrico, sulfato amónico férrico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato amónico ferroso, bromuro ferroso, gluconato ferroso, yoduro ferroso, acetato férrico, fluoroborato férrico, hidróxido férrico, oleato férrico, fumarato ferroso, óxido ferroso, lactato férrico, resinato férrico, y cualquier combinación de los mismos;
 - en la que dicho sistema inhibidor de la corrosión está presente en una cantidad minoritaria de un 0,01 % en peso a un 10 % en peso de dicha composición igniretardante para reducir la corrosividad de la composición igniretardante.
2. La composición de la reivindicación 1, en la que dichos azoles son seleccionados entre el grupo que consiste en tolitriazol, benzotriazol, mercaptobenzotriazol, dimercaptotiadiazol, 1,2 benzoisotiazolina-3-1, 2-benzoimidazolona, 4,5,6,7-tetrahidrobenzotriazol, tolilimidazol, 2-(5-etil-2-piridil)benzoimidazol, ftalimida, cualquier sal de metal alcalino de los mismos y combinaciones de los mismos.
3. La composición de cualquier reivindicación precedente, que comprende además al menos un aditivo seleccionado entre el grupo que consiste en agentes de suspensión, agentes de coloración pasajera, agentes de coloración no pasajera, tensioactivos, estabilizantes, inhibidores de la corrosión, pigmentos opacificantes y cualquier combinación de los mismos.
4. La composición de la reivindicación 3, en la que dicha composición comprende además un agente de coloración seleccionado entre el grupo que consiste en agentes de coloración pasajera, pigmentos opacificantes y pigmentos altamente coloreados.
5. La composición de la reivindicación 3 o la reivindicación 4, en la que dichos agentes de suspensión son seleccionados entre el grupo que consiste en arcilla de atapulgita, sepiolita, tierra de Fuller, montmorillonita, y arcilla de caolín.
6. La composición de cualquier reivindicación precedente, en la que dicho sistema inhibidor de la corrosión comprende al menos un compuesto inhibidor de la corrosión soluble en agua y al menos un compuesto inhibidor de la corrosión insoluble en agua.
7. La composición de cualquier reivindicación precedente, en la que dicho al menos un compuesto inhibidor de la corrosión es al menos un azol y dicho al menos un compuesto inhibidor de la corrosión es al menos un compuesto tolitriazol en una concentración de un 0,01 % a un 1,0 % en peso de la composición igniretardante de corrosión inhibida.
8. La composición de cualquier reivindicación precedente, que comprende además agua.
9. La composición de la reivindicación 1, en la que dicho sistema inhibidor de la corrosión constituye de un 0,30 % en peso a un 6,0 % en peso de dicha composición igniretardante de corrosión inhibida, o constituye de un 0,6 % en peso a un 5,0 % en peso de dicha composición igniretardante de corrosión inhibida.
10. La composición de cualquier reivindicación precedente, que comprende de un 0,01 % en peso a un 5,0 % en peso de dicho al menos un biopolímero.
11. La composición de cualquier reivindicación precedente, que comprende un 1,0 % en peso de dicho al menos un biopolímero.
12. La composición de cualquier reivindicación precedente, que comprende además un biopolímero de guar además de dicho al menos un biopolímero.
13. La composición de cualquier reivindicación precedente, en la que dicho al menos un biopolímero es seleccionado entre el grupo que consiste en biopolímeros de ramsano, xantano y welano.
14. La composición de la reivindicación 13, en la que dicho al menos un biopolímero es al menos un biopolímero de xantano que constituye un 1 % en peso de dicha composición igniretardante de corrosión inhibida.
15. La composición de cualquier reivindicación precedente, que comprende de un 2 % en peso a un 3 % en peso de pirofosfato férrico.
16. La composición de cualquier reivindicación precedente, que comprende de un 1 % en peso a un 2 % en peso de óxido de hierro, de un 2 % en peso a un 3 % en peso de pirofosfato férrico, un 1 % en peso de biopolímero de xantano, de un 1 % en peso a un 2 % en peso de arcilla atapulgita, y de un 0,01 % en peso a un 1 % en peso de

tolitriazol.

17. Un procedimiento de preparación de una composición igniretardante de corrosión inhibida, adaptada para aplicación aérea a incendios de terreno forestal, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

(a) formar una composición de concentrado intermedio que comprende:

- 5 (i) una composición igniretardante que comprende un polifosfato amónico;
 (ii) un sistema inhibidor de la corrosión que comprende al menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado entre el grupo que consiste en azoles, pirofosfato férrico, oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato amónico férrico, ortofosfato férrico, oxalato amónico férrico, sulfato amónico férrico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato amónico ferroso,
 10 bromuro ferroso, gluconato ferroso, yoduro ferroso, acetato férrico, fluoroborato férrico, hidróxido férrico, oleato férrico, fumarato ferroso, óxido ferroso, lactato férrico, resinato férrico, y cualquier combinación de los mismos; y
 (iii) al menos un biopolímero que tiene un diámetro de partícula promedio en peso menor de 100 µm (micrómetros);
 15 en la que dicho sistema inhibidor de la corrosión está presente en una cantidad de un 0,01 % en peso a un 10 % en peso de dicha composición igniretardante para reducir la corrosividad de dicha composición igniretardante; y

(b) diluir dicho concentrado intermedio con agua para formar dicha composición igniretardante de corrosión inhibida.

20 18. Procedimiento para suprimir incendios de terreno forestal que comprende aplicar de forma aérea a la vegetación del terreno forestal una composición supresora de fuego que comprende:

agua; y
 una composición igniretardante de corrosión inhibida que comprende:

- 25 al menos un igniretardante que comprende un polifosfato amónico;
 al menos un biopolímero que tiene un diámetro de partícula promedio en peso de menos de 100 µm (micrómetros) y
 un sistema inhibidor de la corrosión que comprende al menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado entre el grupo que consiste en azoles, pirofosfato férrico, oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato amónico férrico, ortofosfato férrico, oxalato amónico férrico, sulfato amónico férrico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato amónico ferroso,
 30 bromuro ferroso, gluconato ferroso, yoduro ferroso, acetato férrico, fluoroborato férrico, hidróxido férrico, oleato férrico, fumarato ferroso, óxido ferroso, lactato férrico, resinato férrico, y cualquier combinación de los mismos;

35 en el que dicho sistema inhibidor de la corrosión está presente en una cantidad de un 0,01 % en peso a un 10 % en peso de dicha composición igniretardante para reducir la corrosividad de dicha composición igniretardante.

19. Un procedimiento para inhibir la corrosión que comprende:

- proporcionar un material corrosible; y
 poner en contacto dicho material corrosible con una composición para inhibir la corrosión que comprende al menos un biopolímero que tiene un diámetro de partícula promedio en peso menor de 100 µm (micrómetros) y
 40 una cantidad de un sistema inhibidor de la corrosión de un 0,01 % en peso a un 10 % en peso de la composición para inhibir la corrosión, comprendiendo el sistema inhibidor de la corrosión al menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado entre el grupo que consiste en azoles, pirofosfato férrico, oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato amónico férrico, ortofosfato férrico, oxalato amónico férrico, sulfato amónico férrico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato amónico ferroso,
 45 bromuro ferroso, gluconato ferroso, yoduro ferroso, acetato férrico, fluoroborato férrico, hidróxido férrico, oleato férrico, fumarato ferroso, óxido ferroso, lactato férrico, resinato férrico y cualquier combinación de los mismos.

50 20. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 19, en el que dichos azoles son seleccionados entre el grupo que consiste en tolitriazol, benzotriazol, mercaptobenzotriazol, dimercaptotiadiazol, 1,2 benzoisotiazolina-3-1, 2-benzoimidazolona, 4,5,6,7-tetrahydrobenzotriazol, tollimidazol, 2-(5-etil-2-piridil)benzoimidazol, ftalimida, cualquier sal de metal alcalino de los mismos y combinaciones de los mismos.

21. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 20, en el que dicho sistema inhibidor de la corrosión comprende al menos un compuesto inhibidor de la corrosión soluble en agua y al menos un compuesto inhibidor de la corrosión insoluble en agua.

55 22. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 21, en el que dicho sistema inhibidor de la corrosión comprende además al menos un aditivo seleccionado entre el grupo que consiste en agentes de suspensión,

agentes de coloración, pigmentos opacificantes, tensioactivos, estabilizantes, inhibidores de la corrosión, y cualquier combinación de los mismos.

- 5 23. El procedimiento de la reivindicación 22, en el que dicho sistema inhibidor de la corrosión comprende además un agente de coloración seleccionado entre el grupo que consiste en agentes de coloración pasajera, pigmentos opacificantes, y pigmentos altamente coloreados.
24. El procedimiento de la reivindicación 22 o la reivindicación 23, en el que dichos agentes de suspensión son seleccionados entre el grupo que consiste en arcilla de atapulgita, tierra de Fuller, montmorillonita, sepiolita y arcilla de caolín.
- 10 25. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 24, en el que dicho al menos un biopolímero está presente en dicha composición para inhibir la corrosión o en dicha composición igniretardante en una concentración de un 0,01 % en peso a un 5,0 % en peso de dicho biopolímero.
26. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 25, en el que dicho al menos un biopolímero es seleccionado entre el grupo que consiste en biopolímeros de xantano, ramsano y welano
- 15 27. El procedimiento de la reivindicación 26, en el que dicho al menos un biopolímero es un biopolímero de xantano y está presente en dicha composición para inhibir la corrosión o en dicha composición igniretardante en una concentración de un 1,0 % en peso.
28. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 27, en el que dicha composición igniretardante de corrosión inhibida o dicha composición para inhibir la corrosión comprende de un 2 % en peso a un 3 % en peso de pirofosfato férrico.
- 20 29. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 28, en el que dicha composición igniretardante de corrosión inhibida o dicha composición para inhibir la corrosión comprende de un 1 % en peso a un 2 % en peso de óxido de hierro, de un 2 % en peso a un 3 % en peso de pirofosfato férrico, un 1 % en peso de biopolímero de xantano, de un 1 % en peso a un 2 % en peso de arcilla de atapulgita, y de un 0,01 % en peso a un 1 % en peso tolitriazol.
- 25 30. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 17, 18, o 20 a 29, en el que dicha composición igniretardante comprende además al menos un biopolímero de guar además de dicho al menos un biopolímero.
31. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 17, 18, 20 a 29, o 30, en el que dicho sistema inhibidor de la corrosión constituye de un 0,30 % en peso a un 6,0 % en peso de dicha composición igniretardante de corrosión inhibida.
- 30 32. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 19 o 20 a 29, en el que dicho material corrosible es seleccionado entre el grupo que consiste en acero, latón y aluminio.
33. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 19, 20 a 29, o 32, en el que dicho sistema inhibidor de la corrosión comprende además agua.
- 35 34. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 19, 20 a 29, 32 o 33, mediante el que no se pone en contacto goma de guar con dicho material corrosible.
- 35 35. El procedimiento de inhibición de la corrosión de la reivindicación 19, que comprende:
 proporcionar un material corrosible, y
 poner en contacto dicho material corrosible con una composición para inhibir la corrosión que comprende de un 0,01 % en peso a un 5,0 % en peso de al menos una goma de xantano que tiene un diámetro de partícula promedio en peso menor de 100 μm (micrómetros) y una cantidad de un sistema inhibidor de la corrosión que comprende pirofosfato férrico que es de un 0,01 % en peso a un 10 % en peso de la composición para inhibir la corrosión.
- 40