(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 280 414**

(51) Int. Cl.:
A62D 1/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA REVISADA T4

(86) Número de solicitud europea: **01985472 .8**
(86) Fecha de presentación : **27.09.2001**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1341586**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **10.09.2003**

(54) Título: **Composiciones retardantes del fuego que contienen polifosfato amónico y aditivos de hierro para inhibición de la corrosión.**

(30) Prioridad: **28.11.2000 US 723567**

(45) Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **16.09.2007**

(45) Fecha de la publicación de la mención de la traducción revisada BOPI: **16.03.2008**

(45) Fecha de publicación de la traducción revisada de patente europea: **16.03.2008**

(73) Titular/es: **ICL Performance Products L.P.**
622 Emerson Road, Suite 500
St. Louis, Missouri 63141-1160, US

(72) Inventor/es: **Vandersall, Howard, L. y**
Kegeler, Gary, H.

(74) Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 280 414 T4

DESCRIPCIÓN

Composiciones retardantes del fuego que contienen polifosfato amónico y aditivos de hierro para inhibición de la corrosión.

Campo de la invención

La presente invención se refiere a composiciones retardantes del fuego de corrosión inhibida. Más específicamente, la invención se refiere a concentrados de polifosfato amónico y a otras soluciones que contienen compuestos de hierro en suspensión y/o solubles con tendencia a la corrosión reducida.

Antecedentes

Es habitual la aplicación aérea de composiciones retardantes del fuego para combatir la propagación de fuegos fortestales. Las composiciones retardantes del fuego para encauzar y controlar fuegos forestales son de dos tipos generales, concentrados en polvo seco que se mezclan con agua antes de su uso y concentrados líquidos, que se diluyen con agua en el momento de transferirlos a un vehículo de aplicación. Se prefieren los concentrados retardantes del fuego que se suministran en forma líquida ya que pueden transportarse y almacenarse antes de su utilización en forma líquida en lugar de ser mezclados a partir de los ingredientes secos.

Los líquidos de polifosfato amónico se han utilizado como ignífugos de aplicación aérea. Estos líquidos presentan ciertas ventajas en comparación con otras composiciones de extinción de incendios ya que pueden ser transportadas y almacenadas antes de su utilización en forma líquida. Sin embargo, los retardantes del fuego concentrados líquidos preparados a partir de éstos son sumamente corrosivos para el aluminio y el latón y medianamente corrosivos para otros materiales de construcción utilizados en la manipulación, almacenamiento y equipos de aplicación. Tal como se utiliza en la presente memoria, todos los metales incluyen sus aleaciones. Por consiguiente, el aluminio incluye aluminio 2024T3, 6061 y 7074, el acero incluye el acero 1010 y 4130 y el latón incluye el latón amarillo y el naval. Dado que los retardantes del fuego forestales son transportados con más frecuencia por la llama y se aplican con aire, es imperativo que los daños por corrosión a los materiales de construcción de los aviones de alas fijas y helicópteros sean mínimos.

Por consiguiente, el Department of Agriculture ("USDA") Forest Service de los Estados Unidos ha establecido, en la "Specification 5100-304b (julio de 1999) Superseding Specification 5100-00304a (febrero de 1986)", titulada "Specification for Long-Term Retardant, Windland, Aircraft or Ground Application" (en adelante, "Forest Service Specifications"), incorporada a la presente memoria como referencia en su totalidad, las velocidades de corrosión máximas permisibles para el aluminio 2024T3, el acero 4130, el latón amarillo y el magnesio Az-31-B. Por ejemplo, la corrosividad de los retardantes del fuego forestales, concentrados, para aluminio, acero, latón amarillo y magnesio no deben superar 127 μm (5,0 milipulgadas ("milésimas de pulgada")) al año determinadas por el ensayo de "Corrosión uniforme" expuesto en el apartado 4.3.5.1 de las USDA, Forest Service Specifications mencionadas anteriormente. Las Forest Service Specifications identifican la cantidad máxima aceptable de corrosión cuando tanto el concentrado retardante como sus soluciones diluidas se exponen a cada metal indicado anteriormente a temperaturas comprendidas entre 21,1ºC (70º Fahrenheit ("F")) y 48,8ºC (120ºF) en configuraciones tanto total como parcialmente sumergidas. La corrosividad máxima permisible de las disoluciones diluidas del retardante del fuego aplicado con aire para el aluminio es de 50,8 μm (2,0 milésimas de pulgada) al año (μmpa) (("mpa")) y la corrosividad máxima para el latón y el acero es de 50,8 μmpa (2,0 mpa) qg se sumerge parcialmente y de 5,0 cuando se ensaya en estado parcialmente sumergido. En configuraciones parcialmente sumergidas, la mitad de la probeta está dentro de la solución y la mitad se expone a los vapores en el espacio aéreo por encima de la solución.

En un esfuerzo para encauzar los problemas de corrosividad hallados por la utilización de polifosfatos amónicos de calidad fertilizante se incorporó el ferrocianuro sódico a las composiciones corrosivas. Se ha demostrado que el ferrocianuro sódico es un inhibidor de la corrosión eficaz en las composiciones retardantes del fuego que contienen soluciones fertilizantes de polifosfato amónico. Sin embargo, aunque el ferrocianuro sódico es eficaz como inhibidor de la corrosión varios inconvenientes de su utilización hacen inaceptable su incorporación en las composiciones retardantes del fuego en los fuegos forestales. Específicamente, en el mejor de los casos, la seguridad ambiental y toxicológica de los ferro(i)cianuros es cuestionable. Cuando está expuesto a condiciones ácidas y/o radiaciones ultravioleta de los rayos solares naturales, el radical ferro(i)cianuro se degrada fácilmente liberando hierro libre y cianuro y/o cianuro de hidrógeno, que son tóxicos para el hombre, los animales y la vida acuática. Además, el hierro libre que emana ya sea de la descomposición de una parte del radical ferro(i)cianuro, o es introducido de otros componentes o impurezas en la composición, reaccionará posteriormente con el ferro(i)cianuro restante no descompuesto para formar ferricianuro ("azul de Tumbull") o ferrocianuro ("azul de Prusia"), que emite una coloración azul oscura persistente, tiñendo todo lo que se pone en contacto. En consecuencia, no pueden utilizarse ferricianuro ni ferricianuro en los retardantes del fuego que estén expuestos a decolorarse y volverse invisibles con el transcurso del tiempo, por ejemplo, en composiciones retardantes fugaces. La magnitud de las preocupaciones anteriores aumenta ya que los retardantes del fuego para tierras agrestes se aplican generalmente con aire de manera no totalmente controlada. Debido a la presencia de variables tales como la cubierta vegetal, humo o el tiro del viento que impacta con la trayectoria de la solución de caída libre, las soluciones retardantes del fuego para tierras agrestes aplicadas con aire puede caer sobre o cerca de gente, animales y en masas de agua o sobre el suelo donde podría introducirse en el suministro de agua.

Por consiguiente, hay necesidad de proporcionar retardantes de fuego para tierras agrestes seguros y aceptables para la extinción o control de fuegos forestales que no sean corrosivos para el equipo asociado al transporte, manipulación y aplicación del retardante y que sean adecuados tanto desde un punto de vista ambiental como toxicológico, impidiendo de este modo los inconvenientes anteriores.

Sumario de la invención

Para superar los inconvenientes anteriores, un objetivo de la invención consiste en producir una composición retardante del fuego para tierras agrestes que tenga una tendencia reducida para corroer varios metales, y no se descomponga por exposición a los rayos solares o a condiciones ácidas, dando como resultado la producción de subproductos tóxicos que podrían ser peligrosos desde un punto de vista tanto ambiental como toxicológico.

Otro objetivo de la invención consiste en proporcionar una composición retardante del fuego que es compatible con el concepto de un sistema de color fugaz o que se decolora, capaz de volverse invisible en el transcurso del tiempo por exposición a la luz natural.

Los anteriores y otros objetivos están comprendidos por la presente invención, que proporciona una composición retardante del fuego de corrosión inhibida que comprende:

por lo menos una composición retardante del fuego compuesta de por lo menos un polifosfato amónico;

por lo menos un agente de suspensión; y

un sistema de inhibición de la corrosión que comprende por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado de entre un grupo de compuestos inhibidores de la corrosión constituido por azoles, pirofosfato férrico insoluble, pirofosfato férrico soluble, oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato férrico amónico, ortofosfato férrico insoluble, ortofosfato férrico soluble, oxalato férrico amónico, sulfato férrico amónico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato ferroso amónico, 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 la que dicho sistema inhibidor de la corrosión está presente en una cantidad menor eficaz para reducir considerablemente la corrosividad de dicha composición retardante del fuego.

En un segundo aspecto, la presente invención proporciona un método de preparación de una composición retardante del fuego de corrosión inhibida, adaptada a la aplicación con aire para fuegos forestales, método que comprende las etapas siguientes:

(a) formar una composición concentrada intermedia:

(i) por lo menos un retardante del fuego compuesto de por lo menos un polifosfato amónico;

(ii) por lo menos un agente de suspensión; y

(iii) un sistema inhibidor de la corrosión que comprende por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado de entre un grupo de compuestos inhibidores de la corrosión constituido por azoles, pirofosfato férrico insoluble, pirofosfato férrico soluble, oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato férrico amónico, ortofosfato férrico insoluble, ortofosfato férrico soluble, oxalato férrico amónico, sulfato férrico amónico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato ferroso amónico, 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 la que dicho sistema inhibidor de la corrosión está presente en una cantidad menor eficaz para reducir considerablemente la corrosividad de dicha composición retardante del fuego; y

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

Incluso todavía un tercer aspecto, la invención proporciona un método para extinguir fuegos forestales que comprende la aplicación con aire a una vegetación forestal de una composición extintora del fuego que comprende:

agua; y

una composición retardante del fuego de corrosión inhibida que comprende:

por lo menos una composición retardante del fuego compuesta de por lo menos un polifosfato amónico;

por lo menos un agente de suspensión; y

un sistema inhibidor de la corrosión que comprende por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado de entre un grupo de compuestos inhibidores de la corrosión constituido por azoles, pirofosfato férrico insoluble, pirofosfato férrico soluble, oxalato ferroso insoluble, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato férrico amónico, ortofosfato férrico insoluble, ortofosfato férrico soluble, oxalato férrico amónico, sulfato férrico amónico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato ferroso amónico, 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 el que dicho sistema inhibidor de la corrosión está presente en una cantidad menor eficaz para reducir considerablemente la corrosividad de dicha composición retardante del fuego.

En un cuarto aspecto, la presente invención proporciona un procedimiento para la inhibición de la corrosión que comprende proporcionar un material corrosible y poner en contacto dicho material corrosible con por lo menos un agente de suspensión y una cantidad eficaz de un sistema inhibidor de la corrosión que se compone de por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado de entre un grupo de compuestos inhibidores de la corrosión constituido por azoles, pirofosfato férrico insoluble, pirofosfato férrico soluble, oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato férrico amónico, ortofosfato férrico insoluble, ortofosfato férrico soluble, oxalato férrico amónico, sulfato férrico amónico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato ferroso amónico, 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 un quinto aspecto, la presente invención proporciona un nutriente para plantas agrícolas de corrosión inhibida que comprende:

por lo menos un nutriente para plantas agrícolas;

por lo menos un agente de suspensión; y

un sistema inhibidor de la corrosión que comprende por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado de entre un grupo de compuestos inhibidores de la corrosión constituido por azoles, pirofosfato férrico insoluble, pirofosfato férrico soluble, oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato férrico amónico, ortofosfato férrico insoluble, ortofosfato férrico soluble, oxalato férrico amónico, sulfato férrico amónico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato ferroso amónico, 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 el que dicho sistema inhibidor de la corrosión está presente en una cantidad menor eficaz para reducir considerablemente la corrosividad de dicho nutriente para plantas agrícolas.

Descripción de la invención

Según la presente invención, se ha descubierto que puede prepararse una composición retardante del fuego que tiene una tendencia reducida a corroer varios metales, incluyendo el aluminio, que es superior en seguridad toxicológica y ambiental a los retardantes del fuego conocidos. El retardante del fuego de corrosión inhibida de la invención incluye por lo menos una composición retardante del fuego compuesta de, por lo menos, polifosfato amónico, por lo menos un agente de suspensión y un sistema inhibidor de la corrosión compuesto de por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado de entre un grupo de compuestos inhibidores de la corrosión constituido por azoles, pirofosfato férrico insoluble, pirofosfato férrico soluble, oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato férrico amónico, ortofosfato férrico insoluble, ortofosfato férrico soluble, oxalato férrico amónico, sulfato férrico amónico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato ferroso amónico, 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. Generalmente, el sistema inhibidor de la corrosión está presente en una cantidad menor eficaz para reducir considerablemente la corrosividad de la composición retardante del fuego.

Las composiciones retardantes del fuego de la invención de corrosión inhibida, especialmente adaptadas a la aplicación con aire para fuegos forestales, se preparan formando una composición de concentrado intermedio que comprende por lo menos una composición retardante del fuego compuesta de por lo menos un polifosfato amónico, por lo menos un agente de suspensión y el sistema inhibidor de la corrosión descrito anteriormente. El concentrado intermedio se diluye a continuación con agua para formar la composición retardante del fuego de la invención de corrosión inhibida. Generalmente, el sistema inhibidor de la corrosión está presente en el retardante del fuego de la invención de corrosión inhibida en una cantidad menor eficaz para reducir considerablemente la corrosividad de la composición retardante del fuego.

Según la presente invención, el retardante del fuego de la invención de corrosión inhibida incluye un retardante del fuego compuesto de por lo menos polifosfato amónico. El polifosfato amónico se denomina también fosfato poliamónico y puede incluir tanto el orto- como el polifostato, otros fosfatos amónicos, tales como el piro- y metafosfatos, los equivalentes metálicos alcalinos de los mismos, así como una mezcla de polímeros de fosfato.

Las soluciones de polifosfato amónico que se utilizan como fertilizante agrícola y retardantes del fuego forestales (vegetativos) se fabrican neutralizando soluciones acuosas de ácido fosfórico en proceso húmedo, que contiene en general aproximadamente del 68% a aproximadamente el 74% de pentóxido de fósforo con amoniaco anhidro de tal manera que se experimentan tanto a temperaturas como a presiones altas. 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 fosfatos cíclicos o de metafosfatos. La fracción de ácido que no polimeriza, desde luego, permanece como ácido ortofosfórico. La amoniación de esta mezcla de especies de fosfato se produce en el reactor, también, produciendo una solución acuosa que contiene especies de fosfato amónico, orto, piro, tripoli, tetrapoli y alguno de cadena superior y cíclico. Estos fosfatos condensados generalmente presentan un aumento de la solubilidad en agua en comparación con los ortofosfatos y, por consiguiente, pueden prepararse soluciones mucho más concentradas cuando están presentes. Las concentraciones relativas de varias especies dependen principalmente de la temperatura y presión conseguida dentro del reactor. Las soluciones comerciales contienen generalmente del aproximadamente el 34% hasta aproximadamente el 37% de pentóxido de fósforo. Concentraciones de pentóxido de fósforo superiores aproximadamente al 37% acercan los límites de solubilidad en agua produciendo soluciones que no son estables, en las que pueden precipitar los sólidos durante el almacenamiento a temperatura ambiente. Las soluciones de este tipo se denominan generalmente concentrados líquidos 10-34-0 ó 11-37-0, la denominación numérica se refiere al porcentaje de su composición en nutrientes vegetales, es decir, nitrógeno amoniacal, pentóxido de fósforo y óxido de potasio.

Obsérvese que los fosfatos condensados que están presentes en soluciones de concentrado líquido están sometidos a hidrólisis que produce la polimerización. La dtq de degradación hidrolítica aumenta con el tiempo, la temperatura y la acidez relativa de la solución. Por consiguiente los concentrados de polifosfato amónico y sus soluciones pueden variar en la composición de la especie a medida que se reciben y a medida que avanza el tiempo durante su almacenamiento ulterior.

Estos concentrados líquidos pueden contener además pequeñas cantidades de sulfato diamónico y una multitud de impurezas metálicas y de metales alcalinos. La cantidad y calidad de estas impurezas varía con la composición del mineral de fosfato, el procedimiento utilizado y el alcance de la purificación que se realiza durante la fabricación del ácido fosfórico por el procedimiento húmedo. Ya que estas soluciones se fabrican principalmente como nutrientes, los parámetros del control de calidad de mayor interés son los porcentajes de sus nutrientes (nitrógeno y fósforo) contenidos y la transparencia, solubilidad y color de la solución más bien que la pureza por si misma.

El sistema inhibidor de la corrosión de la invención se compone de por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado de entre el grupo de compuestos inhibidores de la corrosión constituido por azoles, pirofosfato férrico insoluble, pirofosfato férrico soluble, oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato férrico amónico, ortofosfato férrico insoluble, ortofosfato férrico soluble, oxalato férrico amónico, sulfato férrico amónico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato ferroso amónico, 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 forma de realización preferida, el sistema inhibidor de la corrosión se compone de por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión y por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión insoluble. La combinación de dichos compuestos solubles e insolubles que contienen hierro parece proporcionar la combinación óptima de inhibición de la corrosión.

Una cantidad menor de sistema inhibidor de la corrosión de la invención eficaz para reducir considerablemente la corrosividad de la composición retardante del fuego está incluida en la composición retardante del fuego de corrosión inhibida de la invención. Una cantidad menor eficaz de sistema inhibidor de la corrosión es aquella cantidad que reduce considerablemente la corrosividad del retardante del fuego. Como entiende cualquier experto en la materia, lo que constituye una reducción considerable en la corrosividad es muy dependiente del retardante específico del fuego utilizado en la composición retardante del fuego de la invención, así como de la composición específica del sistema inhibidor de la corrosión y puede determinarse fácilmente sin excesiva experimentación.

En una forma de realización, el sistema inhibidor de la corrosión de la invención está presente en una cantidad menor eficaz en la composición retardante del fuego de corrosión inhibida, en el concentrado, para obtener por lo menos una corrosividad máxima del aluminio hasta 127 μmpa (5,0 mpa), del latón amarillo hasta 127 μmpa (5,0 mpa) y del acero hasta 127 μmpa (5,0 mpa) determinadas por el "Ensayo de corrosión uniforme" publicado en el apartado 4.5.6.1.2 de la "Specification 5100-304b (julio de 1999) Superseding Specification 5100-304a (febrero de 1986)", titulada "Specification for Long-Term Retardant, WindLand Fire, Aircraft or Ground Application", publicada por el USDA.

En una forma de realización específica, el sistema inhibidor de la corrosión de la invención está comprendido en el intervalo entre aproximadamente 0,01% y aproximadamente 10,0% del retardante del fuego de corrosión inhibida. En otra forma de realización específica, el sistema inhibidor de la corrosión de la invención está comprendido en

el intervalo entre aproximadamente 0,3% y aproximadamente 6,0% del retardante del fuego de corrosión inhibida. Incluso en forma de realización específica, el sistema inhibidor de la corrosión de la invención está comprendido en el intervalo entre aproximadamente 0,6% y aproximadamente 5,0% del retardante del fuego de corrosión inhibida.

Antes de su utilización, y en una forma de 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 a un ritmo de aplicación suficiente para reducir la inflamabilidad de los combustibles vegetales al nivel deseado. El agua utilizada en la composición de la invención puede ser agua del grifo o aguas de otras fuentes de agua convenientes.

En una forma de 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 los requisitos de eficacia del retardante del fuego de la Forest Service Specification del USDA. Esta concentración, que se determina por el ensayo de eficacia del retardo de la combustión descrito en la Forest Service Specification 5100-304b, del USDA, "4.5.2. Ensayo de eficacia por retardo de la combustión", dependerá generalmente del porcentaje de pentóxido de fósforo presente en la composición concentrada y el alcance de su disponibilidad para retardar las reacciones. La composición retardante del fuego de la invención de corrosión inhibida se diluye de manera típica hasta una cantidad eficaz para conseguir la máxima cobertura de vegetación a un ritmo de aplicación suficiente para reducir los combustibles inflamables a un nivel deseado. El USDA mínimo, Forest Service Specifications, para la eficacia del retardo de la combustión, especificado en la Especificación 5100-304b, se obtiene generalmente cuando el concentrado retardante del fuego de la invención de corrosión inhibida se diluye con aproximadamente 1 a aproximadamente 8 volúmenes de agua.

Para suprimir los fuegos forestales, las composiciones retardantes del fuego de la invención de corrosión inhibida se diluyen con agua y se aplican sobre la vegetación amenazada, delante de fuego forestal que se acerca. Se libera amoniaco tanto del fosfato amónico como del sulfato amónico a temperaturas inferiores a la temperatura de ignición del combustible. Ambos ácidos fosfórico y sulfúrico son en principio ácidos retardantes del fuego eficaces. El ácido fosfórico permanecerá presente y eficaz con el combustible vegetal hasta temperaturas superiores a 600ºC. Sin embargo. el punto de ebullición del ácido sulfúrico es mucho más bajo y la cantidad presente disminuirá a medida que aumenta la temperatura del combustible. De este modo, por lo menos una parte del ácido sulfúrico está todavía presente a la temperatura de ignición del combustible. Los ácidos minerales resultantes reaccionan posteriormente con los componentes celulósicos de los combustibles vegetales sobre los que se aplican. Su descomposición térmica se altera por ello de tal manera que ya no sirven como combustibles. Estas reacciones están descritas en la patente U.S. nº 4.839.065 de Vandershall.

Las composiciones retardantes del fuego de la invención también contienen agentes en suspensión. Los agentes en suspensión reducen de manera eficaz el ritmo de separación y sedimentación durante el almacenamiento de larga duración. De este modo, como apreciaría un experto en la materia, la cantidad de agente de suspensión depende de su eficacia relativa por unidad aplicada, de la longitud de almacenaje deseada y de los aditivos adicionales incorporados en las composiciones de la invención. Tal como se utiliza en la presente memoria, los agentes de suspensión útiles en las composiciones de la invención incluyen arcillas coloidales, por ejemplo, Attapulgus, tierra de Fuller, sepiolita, montmorillonita y arcilla caolín. Tal como se utiliza en la presente memoria, la arcilla Attapulgus incluye, pero no se limita a attapulgita y palygorskita. Tal como se utiliza en la presente memoria, la arcilla 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 retardante del fuego de corrosión inhibida de la invención puede contener o mezclarse con otros componentes funcionales tales como agentes colorantes, tensioactivos, estabilizantes, agentes cubrientes, otros inhibidores de la corrosión, cualquier combinación de los mismos, o con otros componentes funcionales.

Por ejemplo, y en una forma de realización de la invención, la composición retardante a del fuego de corrosión inhibida de la invención incluye por lo menos un pigmento muy coloreado. El pigmento coloreado se incorpora para ayudar a la identificación visual de la vegetación tratada y sin tratar. Los pigmentos muy coloreados adecuados incluyen óxido de hierro, que produce muchos colores como el marrón y el rojo, pigmentos de dióxido de titanio, que producen un color blanco o un colorante sensible al ultravioleta dispersado en plástico biodegradable. Sin embargo, para determinados usos, como a lo largo de los bordes de las carreteras o en los parques, puede desearse excluir cualquier colorante de la mezcla. Por consiguiente, como apreciaría un experto en la materia, la cantidad de colorante o pigmento incorporado en las composiciones de la invención depende del grado de dilución y visibilidad contemplado por el usuario. La visibilidad se obtiene normalmente con el óxido de hierro rojo cuando está presente en la solución diluida en el intervalo entre aproximadamente 0,15% y aproximadamente 0,4%, dependiendo de las características del colorante y de las características vegetales y topográficas de aquello sobre lo que se aplica. La cantidad que debe incorporarse en el concentrado oscilará, desde luego, con la velocidad de dilución requerida para proporcionar una eficacia del retardo del fuego adecuada.

En otra forma de realización, la presente invención incluye por lo menos uno de entre el óxido de hierro rojo o el óxido de hierro marrón o una combinación de los mismos. En otra forma de realización todavía, la presente invención incluye un agente colorante fugaz, cuyo color palidece por exposición a los elementos. En una forma de realización adicional, la presente invención incluye pigmentos cubrientes, que normalmente son no muy coloreados, pero que

tienen capacidad para cubrir y ocultar lo que está depositado encima de modo que un pigmento muy coloreado se vuelve más visible.

Pueden añadirse también tensioactivos para aumentar la visibilidad, mediante la generación de una espuma, y para mejorar la penetración de la solución retardante en combustibles porosos. Por consiguiente, como apreciaría cualquier experto en la materia, la cantidad y tipo de tensioactivo incorporado en las composiciones de la invención depende del grado de dilución y visibilidad contemplado por el usuario.

Se ha descubierto que los azoles son inhibidores de la corrosión eficaces para el latón. En una forma de realización de la invención, las composiciones de la invención comprenden por lo menos un azol. Tal como se utiliza en la presente memoria, un azol es cualquiera de un grupo de compuestos químicos con un anillo de cinco elementos que contiene uno o más átomos de nitrógeno. Azoles adecuados para su utilización en retardantes de fuego de corrosión inhibida de la invención incluyen, pero no se limitan a toliltriazol, benzotriazol, mercaptobenzotiazol, dimercaptotiadiazol, 1,2-bencisotiazolina-3,1,2-bencimidazolona,4,5,6,7-tetrahidrobenzotriazol, tolilimidazol, 2-(5-etil-2-piridil) bencimidazol, ftalimida, cualquiera de las sales metálicas alcalinas de los mismos. La cantidad de azol o de otro inhibidor de la corrosión depende del metal corrosible para el que se desea resistencia a la corrosión, el nivel de resistencia deseada y la concentración específica de la composición retardante del fuego empleada, incluyendo los compuestos que inhiben contenidos en la misma.

Sin embargo, en una forma de realización de la invención, los concentrados retardantes del fuego de corrosión inhibida comprenden por lo menos un azol, presente en una cantidad menor para obtener una corrosividad del latón amarillo hasta un máximo de 127 μmpa (5,0 mpa) determinada por la "Prueba de corrosión uniforme" publicada en el apartado 5.4.6.1 de la "Specification 5100-304b (julio de 1999) Superseding Specification 5100-003040a (Febrero de 1986)", titulada "Specification for Long Term Retardant, Wildland Fire, Aircraft or Ground Application", publicada por el USDA. En una forma de realización específica de la invención, el concentrado retardante del fuego de la invención comprende en el intervalo entre aproximadamente 0,01% y aproximadamente 1,0% de toliltriazol. Incluso en otra forma de realización específica, la composición de la invención incluye en el intervalo entre aproximadamente 0,2% y aproximadamente 0,6% de toliltriazol. Incluso en otra forma de realización específica, la composición de la invención incluye en el intervalo entre aproximadamente 0,3% y aproximadamente 0,5% de toliltriazol.

En una forma de realización, la composición retardante del fuego descrita anteriormente se utiliza como nutriente de plantas agrícolas. El sistema que inhibe la corrosión está presente en una cantidad eficaz menor para reducir considerablemente la corrosividad del nutriente de plantas agrícolas. Como puede apreciar un experto en la materia, la cantidad eficaz oscila dependiendo del nutriente vegetal específico formulado. Sin embargo, un experto en la materia puede determinar la cantidad sin excesiva experimentación.

Se proporcionar también un método de inhibición de la corrosión que utiliza el sistema de inhibición de la corrosión de la invención descrito anteriormente. Según el método de la invención, se proporciona un material corrosible y se pone en contacto con por lo menos un agente se suspensión, y la cantidad eficaz del sistema inhibidor de la corrosión de la invención para reducir considerablemente la corrosividad del nutriente vegetal agrícola.

Puede utilizarse cualquier material corrosible según el método de inhibición de la corrosión. En una forma de realización, el material corrosible se selecciona de entre el grupo de materiales corrosibles constituido por acero, latón, aluminio y cualquiera de sus aleaciones.

Antes de su utilización, y en una forma de realización de la invención, el sistema inhibidor de la corrosión se mezcla con agua antes o durante el contacto con el material corrosible. El agua utilizada en la composición de la invención puede ser agua del grifo o aguas de otras fuentes de agua convenientes.

En una forma de realización, el sistema inhibidor de la corrosión incluye por lo menos un aditivo seleccionado de entre el grupo de aditivos que incluye agentes colorantes, tensioactivos, estabilizantes, agentes cubrientes, inhibidores de la corrosión y cualquier combinación de los mismos.

En una forma de realización de la presente invención, dicha composición de concentrado intermedio se diluye de modo que la corrosividad máxima del aluminio es de 2,0 milésimas de pulgada al año y la corrosividad máxima del latón y del acero es de 2,0 milésimas de pulgada al año cuando se determina en estado totalmente sumergido y de 5,0 milésimas de pulgada al año cuando se determina en estado parcialmente sumergido, tal como se especifica y determina por la prueba de "Corrosión uniforme "publicada en el apartado 4.5.6.1 de la "Specification SICC-304b (julio de 1999) Superseding Specification 5100-304a (Febrero de 1986)", titulada "Specification for Long Term Retardant, Wildland Fire, Aircraft or Ground Application", publicada por el United Status Departement of Agriculture, Forest Service.

Todas las referencias y patentes citadas en la presente memoria se incorporan por la presente como referencia en su totalidad para su oportuna enseñanza. Por consiguiente, cualquiera referencia citada en la presente memoria y no incorporada específicamente como referencia se incorpora, no obstante, como referencia en su totalidad como si formara parte de la presente memoria.

Los ejemplos siguientes ilustran las formas de realización específicas de la invención sin limitar el alcance de la invención en modo alguno. En cada ejemplo, se mezclaron mecánicamente muestras de concentrados retardantes del

fuego de polifosfato amónico con compuestos que contienen hierro, como se indica, y en algunos casos, con un azol, como se indica en cada tabla. En la presente invención puede utilizarse cualquiera técnica de mezclado mecánico que sea bien conocida en la materia. Las soluciones diluidas retardantes del fuego, se diluyen con agua, como se indica. La fila "Requisitos" ilustra el nivel de corrosión del aluminio 2024-T3 por las Forest Service Specifications 5100-304b del USDA, es decir, la corrosividad máxima permisible para la aceptación del producto para su utilización en composiciones retardantes del fuego forestales. Las muestras resultantes fueron para corrosividad según las Forest Specifications 5100-304b del USDA.

Ejemplo 1

Corrosividad en aluminio de la solución de polifosfato amónico puro

La Tabla 1 las características de la corrosión de los concentrados líquidos de polifosfato amónico calidades 10-34-0 y 11-37-0 fertilizantes inalterados, puros obtenidos de tres fuentes diferentes. Las corrosividades de las muestras se expresaron en μm (milésimas de pulgada) de pérdida de metal en la superficie metálica expuesta extrapoladas desde 90 hasta 365 días (μmpa) (mpa) y determinadas utilizando las USDA, Forest Service Specifications mencionadas anteriormente para determinar la corrosividad. Se determinaron a cada temperatura y estado indicado tanto el retardante concentrado como sus soluciones diluidas.

Se prepararon soluciones diluidas mezclando cuatro a cinco volúmenes de agua con un volumen de solución concentrada. De este modo, las soluciones diluidas estaban comprendidas en el intervalo entre aproximadamente el 15% y aproximadamente el 20% en volumen de concentrado.

Según las Forest Service Specifications para la determinación de la corrosión de retardantes del fuego se obtuvo una probeta de una pulgada de anchura, cuatro pulgadas de longitud y un octavo de pulgada de espesor de procedencia habitual. La probeta se limpia, se saca y se pesa según las Forest Service Specifications estándar del USDA y se suspende en una vasija de caras planas de un cuarto rellena bien 50% (parcialmente) o 100% (totalmente) llena utilizando una pieza de un hilo de nilón. Cuando se suspende en una vasija parcialmente llena, la probeta se sumergió el 50%(dos pulgadas) en la solución de prueba saliendo el otro 50% de la solución al espacio de aire por encima de ella. Cuando la vasija estaba llena con aproximadamente 800 ml de solución, la probeta metálica estaba sumergida totalmente en la solución. Las vasijas se cerraron a continuación con una tapa roscada y dos o tres vasijas (celdas) de corrosión idénticas de cada una de las probetas parcial o totalmente sumergidas se guardaron a 21,1ºC (70ºF) y 48,8ºC (120ºC) durante noventa días. Al final del periodo de almacenamiento de noventa días, se abrieron las vasijas y las probetas se extrajeron y se limpiaron según las Forest Service Specifications del USDA. A continuación se volvió a pesar la probeta, después se secó y se determinó su pérdida de peso comparando sus pesos inicial y final. La pérdida de peso calculada y la densidad de la probeta metálica se utilizaron para extrapolar a μm (0,001 mm) (milésimas de pulgada (0,001 pulgadas)) de aluminio que se perdería durante un periodo de un año en las condiciones de la prueba. Se calcularon las velocidades de corrosión de las probetas tanto parcial como totalmente sumergidas utilizando la superficie total de la probeta. Se promedian a continuación las muestras de cada estado y se anotan como velocidad de corrosión. Los resultados se presentan en la Tabla 1.

(Tabla pasa a página siguiente)

Tabla 1

Muestras de polifosfato amónico	Corrosividad del aluminio cuando se determina en la configuración indicada (mpa)							
	Concentrado puro				Solución diluida			
	(70) 21,1°C total	(70) 21,1°C parcial	(120) 48,8°C total	(120) 48,8°C parcial	(70) 21,1°C total	(70) 21,1°C parcial	(120) 48,8°C total	(120) 48,8°C parcial
Requisitos	(≤5,0) 127,0	(≤5,0) 127,0	(≤5,0) 127,0	(≤5,0) 127,0	(≤2,0) 50,8	(≤2,0) 50,8	(≤2,0) 50,8	(≤2,0) 50,8
Muestra 1	(8,7) 221,0	(4,3) 109,2	(134,3) 3411,2	(77,8) 1976,1	(8,4) 213,4	(6,5) 165,1	(24,9) 632,5	(5,7) 144,8
Muestra 2	(12,4) 315,0	(6,6) 167,6	(106,6) 2707,6	(78,5) 1993,9	15,2 (386,1)	(8,4) 213,4	(10,1) 256,5	(5,6) 142,2
Muestra 3			(146,0) 3708,4				(5,8) 147,3	
Muestra 4	(8,1) 205,8	(4,1) 104,1	(140,7) 3573,8	(67,4) 1712,0	(5,8) 147,3	(6,3) 160,0	(11,4) 289,6	(7,8) 198,1
Muestra 5			(129,4) 3286,8				(11,0) 279,4	
Muestra 6			(170,0) 4318,0				(10,8) 274,3	
Muestra 7			(168,5) 4279,9				(7,4) 188,0	
Muestra 8	(10,2) 259,1	(5,3) 134,6	(165,0) 4191,0	(88,6) 2250,4	(12,3) 312,4	(6,4) 162,6	(21,8) 553,7	(13,3) 337,8
Muestra 9	(10,9) 276,9	(5,5) 139,7	(161,4) 4099,6	(85,3) 2166,6	(12,0) 304,8	(7,0) 177,8	(39,0) 990,6	(14,8) 376,0
Muestra 10			(130,0) 3302				(21,1) 535,9	
Muestra 11			(126,2) 3205,5				(22,8) 579,1	
Muestra 12	(4,3) 109,2		(109,4) 2778,8		(11,0) 279,4		(6,4) 162,6	
Muestra 13			(149,4) 3794,8				(33,7) 856,0	
Muestra 14	(9,5) 241,3		(155,6) 3952,2		(12,7) 322,6		(35,8) 909,3	
Muestra 15	(12,7) 327,6	(6,0) 152,4	(201,0) 5105,4	(96,5) 2451,1	(12,8) 325,1	(7,5) 190,5	(35,8) 909,3	(19,3) 490,2
Muestra 16	(13,1) 332,7	(7,1) 180,3	(159,0) 4038,6	(86,7) 2202,2	(11,2) 284,5	(6,5) 165,1	(42,7) 1084,6	(21,8) 553,7
Muestra 17			(151,5) 3848,1				(13,3) 337,8	
Muestra 18			(136,3) 3462,0				(29,2) 741,7	
Muestra 19	(12,0) 304,8	(6,3) 160,0	(144,8) 3677,9	(94,5) 2400,3	(17,7) 449,6	(10,4) 264,2	(10,5) 266,7	(7,0) 177,8
Muestra 20	(9,9) 251,46		(115,8) 2941,3		(13,8) 350,5		(12,4) 315,0	
Muestra 21	(15,2) 386,1		(176,9) 4493,3		(12,7) 322,6		(35,1) 891,5	
Muestra 22	(10,9) 276,9	(5,5) 139,7	(172,6) 4384,0	(74,8) 1899,9	(13,1) 332,7	(7,2) 182,9	(42,9) 1089,7	(18,3) 464,8
Promedio	(10,6) 269,2	(5,6) 142,2	(147,7) 3751,6	(83,3) 2115,8	(12,2) 309,9	(7,4) 188,0	(22,0) 558,8	(12,6) 320,0
Intervalo (Inf-Sup.)	(4,3-15,2) 109,2-386,1	(4,1-7,1) 104,1-180,3	(106,6-201,0) 2707,6-5105,4	(67,4-94,5) 1712,0-2400,3	(5,8-17,7) 147,3-449,6	(6,3-10,4) 160,0-264,2	(5,8-42,9) 147,3-1089,7	(5,6-21,8) 142,2-553,7

La corrosividad de las soluciones de polifosfato amónico en el aluminio 2024-T3 fue relativamente baja cuando la temperatura se mantenía a aproximadamente 21,1ºC (70ºF). Sin embargo, ninguna de las muestras de las soluciones de polifosfato amónico puro cumplen las Forest Service Specifications para la corrosividad de los retardantes del fuego. Además, los resultados demostraron que aumentando la temperatura de la solución a 48,8ºC (120ºF) aumentaba drásticamente la corrosión de la probeta de aluminio por las muestras de polifosfato amónico puro; es decir, en exceso de un orden de magnitud.

Ejemplo 2

Corrosividad en aluminio de la solución de polifosfato amónico que contiene óxido de hierro al 1,2% (Fe_2O_3) y arcilla de attapugus al 1,4%

Las características de la corrosión de las soluciones de polifosfato amónico puro, calidad fertilizante que contienen cantidades adicionales (<3%) de una mezcla de un colorante de óxido de hierro y arcilla Attapulgus se ilustran en la Tabla 2. Cada muestra se preparó mezclando polifosfato amónico puro concentrado obtenido a partir de varias fuentes con arcilla Attapulgus al 1,4%, y óxido de hierro rojo al 1,2% o óxido de hierro marrón al 1,2%, como se indica. Además, se mezcló también toliltriazol al 0,3% en las muestras 11, 15, 16, 18 y 19 y 0,5% de toliltriazol en la muestra 20. Se diluyeron a continuación alícuotas de estas muestras de concentrado mezclando 1,0 volúmenes de concentrado con 42,5 volúmenes de agua del grifo. Se determinó a continuación la corrosividad en el concentrado y sus soluciones y se diluyó según las Forest Service Specifications. Los resultados se presentan en la Tabla 2.

(Tabla pasa a página siguiente)

Tabla 2

Muestras de polifosfato amónico amónico	Tipo de óxido de hierro	Velocidad de corrosión (µmpa) (milésimas de pulgada por año)							
		Concentrado puro				Solución diluida			
		(70) 21,1ºC total	(70) 21,1ºC parcial	(120) 48,8ºC total	(120) 48,8ºC parcial	(70) 21,1ºC total	(70) 21,1ºC parcial	(120) 48,8ºC total	(120) 48,8ºC parcial
Corrosión de 10-34-0 puro media de la Tabla 1	ninguna	(10,6) 269,24	(5,6) 142,2	(147,7) 3751,6	(83,3) 2115,8	(12,2) 309,9	(7,4) 188,0	(22,0) 558,8	(12,6) 320,0
Requisitos		(≤5,0) 127,0	(≤5,0) 127,0	(≤5,0) 127,0	(≤5,0) 127,0	(≤2,0) 50,8	(≤2,0) 50,8	(≤2,0) 50,8	(≤2,0) 50,8
Muestra 1	Óxido de hierro marr.[1]			(1,4) 35,6				(4,4) 111,8	
Muestra 2	Óxido de hierro marr.[1]			(0,7) 17,8				(3,7) 94,0	
Muestra 3	Óxido de hierro marr.[1]			(1,4) 35,6				(2,3) 58,4	
Muestra 4	Óxido de hierro marr.[1]			(6,4) 162,6				(10,1) 256,5	
Muestra 5	Óxido de hierro rojo[2]	(4,6) 116,8	(3,6) 91,4	(7,3) 185,4	(5,0) 127,0	(6,7) 170,2	(4,4) 111,8	(4,0) 101,6	(3,6) 91,4
Muestra 6	Óxido de hierro rojo[2]	(3,5) 88,9	(1,9) 48,3	(6,7) 170,2	(9,0) 228,6	(4,3) 109,2	(3,9) 99,1	(2,5) 63,5	(3,3) 83,8
Muestra 7	Óxido de hierro rojo[2]			(2,3) 58,4				(4,5) 114,3	
Muestra 8	Óxido de hierro rojo[2]	(3,5) 88,9	(3,8) 96,5	(1,7) 43,2	(1,6) 40,6	(2,8) 71,1	(4,3) 109,2	(3,5) 88,9	(3,6) 91,4
Muestra 9	Óxido de hierro rojo[2]			(3,0 76,2				(3,1) 78,7	
Muestra 10	Óxido de hierro rojo[2]			(15,3) 388,6				(11,7) 297,2	
Muestra 11	Óxido de hierro rojo[2]			(32,1) 815,3				(7,1) 180,3	
Muestra 12	Óxido de hierro rojo[2]			(8,3) 210,8				(3,8) 96.5	
Muestra 13	Óxido de hierro rojo[2]			(26,3) 668,0				(3,9) 99,1	
Muestra 14	Óxido de hierro rojo[2]			(19,7) 500,4				(3,8) 96.5	
Muestra 15	Óxido de hierro rojo[2]			(4,3) 109,2				(0,8) 20,3	
Muestra 16	Óxido de hierro rojo[2]			(6,7) 170,2				(5,3) 134,6	
Muestra 17	Óxido de hierro rojo[2]			(2,3) 58,4				(4,2) 106,7	
Muestra 18	Óxido de hierro rojo[2]	(1,4) 35,6		(8,0) 203,2		(2,7) 68,6		(2,0) 50,8	
Muestra 19	Óxido de hierro rojo[2]	(5,0) 127,0	(3,5) 88,9	(8,5) 215,9	(13,7) 348,0	(5,7) 144,8	(4,2) 106,7	(5,4) 137,2	(4,1) 104,1
Muestra 20	Óxido de hierro rojo[2]	(4,4) 111,8	(2,4) 61,0	(11,2) 284,5	(2,8) 71,1	(4,1) 104,1	(4,0) 101,6	(2,3) 58,4	(2,8) 71,1
Muestra 21	Óxido de hierro rojo[2]			(2,0) 50,8				(1,9) 48,3	
Muestra 22	Óxido de hierro rojo[2]			(7,8) 198,1				(11,1) 288,9	
Promedio		(3,7) 97,0	(3,0) 76,2	(8,3) 210,8	(6,4) 112,6	(4,4) 111,8	(4,2) 106,7	(4,6) 116,8	(3,5) 88,9
Intervalo		(1,4-5,0) 35,6-127,0	(1,9-3,8) 48,3-96.5	(0,7-32,1) 17,8-815,3	(1,6-3,7) 40,6-348,0	(2,7-5,7) 68,6-144,8	(3,9-4,3) 99,1-109,2	(2,5-11,7) 63,5-297,2	(2,8-4,1) 71,1-104,1

(1) Óxido de hierro marrón, lote número 5594050A, Pigmentos Elementis nº 8690.
(2) Óxido de hierro marrón, lote número 5891719A, Pigmentos Elementis nº R03097 pigmento rojo Kroma precipitado

Los resultados indicaban que la adición de pequeñas cantidades de óxido de hierro y arcilla reducían la corrosión del aluminio totalmente sumergido en una solución a 21,1ºC (70ºC) del 50% al 65%. Además, el impacto de la mezcla sobre la corrosión a alta temperatura fue aún más drástico que a baja temperatura. Cuando se almacenó la celda de corrosión a 48,8ºC (120ºF) la velocidad de corrosión del aluminio disminuyó aproximadamente del 75% al 90%. A ambas temperaturas la velocidad de corrosión sobre las probetas parcialmente sumergidas fue mayor del 50% de los valores totalmente sumergidos lo que indicaba que tiene lugar una corrosión significativa en la interfase o en la fase vapor/aire cuando la mezcla está presente en la solución. Esto difiere de la corrosividad de las soluciones de polifosfato amónico puro de la Tabla 1. Sin embargo, la adición de óxido de hierro insoluble y de arcilla al 1,2% en suspensión a las muestras de polifosfato amónico no redujo la velocidad de corrosión del aluminio 2024-T3 de los concentrados o sus soluciones dentro de los límites requeridos por las Forest Service Specifications del USDA.

Ejemplo 3

Corrosividad en aluminio de soluciones de polifosfato amónico que contienen una mezcla de compuestos solubles e insolubles de hierro

Los datos de las Tablas 3a y 3b ilustran la eficacia relativa de numerosos sistemas inhibidores de la corrosión que contienen fuentes de hierro solubles e insolubles en agua, y mezclas de las mismas, en varias fuentes y tipos de concentrados de polifosfato amónico y sus soluciones diluidas. Las muestras se prepararon mezclando soluciones de polifosfato amónico de tipo 10-34-0 ó 11-37-0 de varias procedencias con concentraciones variables de aditivos insolubles de óxido de hierro rojo u óxido de hierro marrón y aditivos de arcilla Attapulgus y concentraciones variables de otros aditivos que contienen hierro, como se indica. La muestras 1, 2, 3 y 4 son concentrados de polifosfato amónico 10-34-0 de diferentes procedencias. Se sometieron las soluciones a mezclado con fuerte cizallamiento para activar o hidratar la arcilla.

Se hicieron pruebas de corrosividad del aluminio en cada concentrado y su solución diluida según los protocolos de las Forest Service Specifications. Los resultados se presentan en las Tablas 3a y 3b.

(Tabla pasa a página siguiente)

Tabla 3a

Corrosión (µmpa) (mpa)

	Polifosfato amónico	Óxido de hierro insoluble añadido		Otros aditivos que contienen hierro				Concentrado puro				Solución diluida			
						Contenido en Fe		21,1°C (70°F)	21,1°C (70°F)	48,8°C (120°F)	48,8°C (120°F)	21,1°C (70°F)	21,1°C (70°F)	48,8°C (120°F)	48,8°C (120°F)
	Muestra	%	Tipo	(%)	Aditivo	% insol.	% sol.	total	parcial	total	parcial	total	parcial	total	parcial
1	MUESTRA 1 (de la Tabla 1)	0,0	ninguno	0,0	ninguno	0,00	0,00	(9,1) 231,1	(5,2) 132,1	(140,6) 3571,2	(79,5) 2019,3	(10,8) 274,3	(6,9) 175.3	(16) 406,4	(9.4) 238,8
2		1,2	Óxido de hierro	0,0	ninguno	0,00	0,00	(3,7) 94,0	(3) 76,2	(8,3) 210,8	(6,4) 162,6	(4,4) 111,8	(4,2) 106,7	(4,6) 116,8	(3,5) 88,9
3		0,6	Óx. hierro mar.	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,42	0,35			(7,4) 188,0				(0,5) 12,7	
4		0,6	Óx. hierro mar.	5,0	Pirofosfato férrico sol.	0,42	0,58			(9,0) 228,6				(0,6) 15,2	
5		1,2	Óx. hierro mar	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35			(2,2) 55,9				(1,0) 25,4	
6		1,2	Óx. hierro mar.	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35			(2,2) 55,9				(1,0) 25,4	
7		1,2	Óx. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35			(5,7) 144,8				(1,3) 33,0	
8		1,2	Óx. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35			(10,9) 276,9				(2,5) 63,5	
9		1,2	Óx. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35			(10,8) 274,3				(1,6) 40,6	
10		1,2	Óx. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35			(10,3) 261,6				(1,5) 38,1	
11		1,2	Óx. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35			(18,1) 459,7				(1,6) 40,6	
12		1,2	Óx. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35	(3,1) 78,7	(3,1) 78,7	(6,1) 154,9	(2,9) 13,7	(4,4) 111,8	(3,6) 91,4	(1,6) 40,6	(3,4) 86,4
13		0,6	Óx. hierro mar.	0,6	Citrato férrico sol. *	0,42	0,13			(118,7) 3015,0				(1,4) 35,6	
14		0,6	Óx. hierro mar.	3,0	Citrato férrico sol	0,42	0,66			(5,5) 139,7				(0,6) 15,2	
15		0,6	Óx. hierro mar.	3,0	Citrato férrico sol. *	0,42	0,66			(6,7) 170,2				(0,6) 15,2	
16		1,2	Óx. hierro mar.	1,8	Citrato férrico sol. *	0,84	0,40			(0,9) 22,9				(0,5) 12,7	
17		1,2	Óx. hierro mar.	1,8	Citrato férrico sol. *	0,84	0,40			(15,3) 388,6				(3,3) 83,8	
18		1,2	Óx. hierro rojo	1,8	Citrato férrico sol. *	0,84	0,40			(46,5) 1181,1				(2,2) 55,9	
19		1,2	Óx. hierro mar.	3,0	Citrato férrico sol. *	0,84	0,66			(1,0) 25,4				(0,7) 17,8	
20		1,2	Óx. hierro mar.	3,0	Citrato férrico sol.	0,84	0,66			(4,5) 114,3				(0,7) 17,8	
21		1,2	Óx. hierro mar.	3,0	Citrato férrico sol	0,84	0,66			(3,9) 99,1				(0,6) 15,2	
22		1,2	Óx. hierro mar.	3,0	Citrato férrico sol.	0,84	0,66			(1,0) 25,4				(0,7) 17,8	
23		0,6	Óx. hierro mar.	5,0	Citrato férrico NH_4 sol.	0,42	0,88			(7,9) 206,7				(0,8) 20,3	
24		1,2	Óx. hierro rojo	1,8	Citrato férrico NH_4 sol.	0,84	0,32			(53,9) 1169,1				(3,4) 86,4	
25		1,2	Óx. hierro rojo	3,0	Sulfato ferroso $7H_2O$ sol.	0,84	0,60			(1,0) 25,4				(3,4) 86,4	
26		1,2	Óx. hierro rojo	1,2/3,0	Pirofosfato férrico insol./sol.	1,13	0,35			(7,5) 190,5				(1,3) 33,0	
27				1,2/3,0	Pirofosfato férrico insol./sol.	0,29	0,35			(2,0) 50,8				(1,2) 30,5	
28				1,2/3,0	Pirofosfato férrico insol./sol.	0,29	0,35			(2,3) 58,4				(0,7) 17,8	
29				3,0/3,0	Pirofosfato férrico insol./sol.	0,72	0,35			(5,8) 147,3				(1,0) 25,4	
30				1,2/3,0	Pirof. férrico insol./citrato Fe sol.	0,29	0,66			(2,1) 53,3				(1,2) 30,5	
31				1,2/3,0	Ortof. férrico insol./Pirof. férrico sol.	0,37	0,35			(3,1) 78,7				(1,5) 38,1	

*Estas composiciones contienen 0,3 a 0,5% de toliltriazol para la inhibición de la corrosión del latón.

Tabla 3b

CORROSIÓN (µmpa) (MILÉSIMAS DE PULGADA POR AÑO)

	Polifosfato amónico	Óxido de hierro insoluble añadido		Otros aditivos que contienen hierro		Contenido en Fe		Concentrado puro				Solución diluida			
								21,1°C (70°F)	21,1°C (70°F)	48,8°C (120°F)	48,8°C (120°F)	21,1°C (70°F)	21,1°C (70°F)	48,8°C (120°F)	48,8°C (120°F)
	Muestra	%	Tipo	(%)	Aditivo	% insol	% sol.	total	parcial	total	parcial	total	parcial	total	parcial
32	MUESTRA 1			1,2/3,0	Orto. férrico insol/piro. férrico sol.	0,37	0,35			(2,2) 55,9				(1,0) 25,4	
33				1,2/3,0	Orto. férrico insol/sol.	0,37	0,41			(1,9) 48,3				2,2) 55,9	
34				1,2/3,0	Orto. férrico insol/sol.	0,37	0,41			(1,9) 48,3				(1,5) 38,1	
35				1,2/4,0	Ortofosfato Fe(III) insol/ citrato Fe(III) NH_4	0,37	0,70			(2,3) 58,4				(1,4) 35,6	
36				1,2/4,0	Ortofosfato Fe(III) insol/ citrato Fe(III) NH_4	0,37	0,70			(1,8) 45,7				(1,2) 30,5	
37				1,2/3,0	Oxalato Fe·$2H_2O$ insol./ Pirofosfato férrico	0,37	0,35			(17,0) 431,8				(1.9) 48,3	
38				1,2/3,0	Oxalato Fe insol./ Sulfato Fe sol.	0,37	0,60			(37,4) 950,0				(5.8) 147,3	
39	MUESTRA 2	1,2	Óx. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35	(1,2) 30,5	(0,9) 22,9	(10,1) 256,5	(5,2) 132,1	(3,7) 94,0	(3,7) 94,0	(1,4) 35,6	(1,7) 43,2
40		1,2	Óx. hierro marr.	3,0	Citrato férrico sol.	0,84	0,66			(0,2) 5,1				(0,4) 10,2	
41	MUESTRA 3	0,6	Óx. hierro marr.	5,0	Citrato férrico sol.	0,42	1,10			(6,2) 157,5				(0,5) 12,7	
42		1,2	Óx. hierro marr.	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,45	(2,8) 71,1		(110,1) 2796,5	(70,2) 1783,1	(11,0) 279,4	(6,7) 170,2	(7,6) 193,0	(3,5) 88,9
43		1,2	Óx. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35			(33,2) 843,3				7,6) 193,0.	(3,4) 86,4
44	MUESTRA 4	1,2	Óx. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35	(3,7) 94,0		(76,5) 1943,1		(6,4) 162,6		(0,8) 20,3	
45	MUESTRA 5[1]	1,2	Óx. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35	(2,3) 58,4		(2,8) 71,1		(2,8) 71,1		(1,1) 27,9	
46		2,4	Óx. hierro rojo	4,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,46	(1,8) 45,7		(2,8) 71,1		(2,6) 66,0		(1,8) 45,7	
48		1,2	Óx. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	1,68	0,35	(1,4) 35,6		(2,1) 53,3		(2,7) 68,6		(1,2) 30,5	
49		1,2	Óx. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35			(4,0) 101,6				(2,1) 53,3	
50		1,2	Óx. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35	(1,6) 40,6		(2,4) 61,0	(1,7) 43,2	(2,0) 50,8	(3,2) 81,3	(1,1) 27,9	(2,0) 58,8
51		1,2	Óx. hierro rojo	3,0/3,0	Pirofosfato férrico insol./sol.	1,56	0,56	(0,6) 15,2		(5,4) 137,2		(1,6) 40,6		(0,9) 22,9	
52	MUESTRA 6[1]	1,2	Óx. hierro mar.	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35	(2,1) 53,3		(113,0) 2870,2	(52,7) 1338,6	(11,8) 299,7	(6,2) 157,5	(8,1) 205,7	(4,5) 114,3
53		1,2	Óx. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35			(21,0) 533,4				(5,6) 142,2	
54	MUESTRA 7[1]	1,2	Óx. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico sol.	0,84	0,35	(4,2) 106,7		83,0) 2108,2		(3,8) 96,5		(1,1) 27,9	

(1) Estas composiciones contienen 0,3 a 0,5% de toliltriazol para la inhibición de la corrosión del latón.
(2) Muestra de polifosfato amónico tipo 11-37-0

La fila 1 ilustra de forma comparativa las características de la corrosión media de soluciones concentradas y diluidas puras de la muestra 1, tomadas de la Tabla 1, y la fila 2 ilustra la corrosión de las soluciones concentradas y diluidas con 1,2% de óxido de hierro y 1,4% de arcilla Attapulgus, con la excepción de las formulaciones en la fila 9 que contenían 0,7% de arcilla Attapulgus y la formulación en la fila 11 que contenía 2,8% de arcilla Attapulgus, se mezclaron con la solución concentrada pura, véase la Tabla 2. Las muestras 1 a 4 eran muestras de polifosfato amónico de tipo 10-34-0 obtenidas de varias procedencias. Las muestras 5 a 7 eran muestras de polifosfato amónico de tipo 11-37-0 obtenidas de varias procedencias.

Los datos en las Tablas 1 y 2 ilustran que el ataque corrosivo era más grave cuando se exponía al concentrado retardante del fuego y sus soluciones a temperatura elevada (49ºC /120ºF) en la configuración totalmente sumergida. Por consiguiente, la evaluación de los sistemas inhibidores de la corrosión puso de relieve las pruebas en estas condiciones. Se realizaron pruebas periódicas en otras condiciones. Las filas 3 a la 6 ilustran la eficacia para inhibir la corrosión de las combinaciones de óxido de hierro marrón insoluble y polifosfato férrico soluble. Los resultados indicaron que las Forest Service Specificatins del USDA para corrosión de retardantes del fuego se cumplían cuando se utilizaba 1,2% de óxido de hierro marrón junto con 3% de pirofosfato férrico soluble. Además, los resultados indicaban que cantidades menores de óxido rehierro insoluble producían corrosión inaceptable en la solución retardante concentrada.

Las filas 7 a la 12 ilustran la eficacia de los sistemas inhibidores de la corrosión similares a los descritos en el párrafo anterior, excepto que el óxido de hierro rojo se sustituye por óxido de hierro marrón. Los resultados indican que el óxido de hierro rojo es eficaz para reducir la corrosión del aluminio del polifosfato amónico concentrado y diluido aunque quizás no tan completamente eficaz como el óxido de hierro marrón.

Las filas 13 a la 22 ilustran la eficacia para inhibir la corrosión de las mezclas de óxido de hierro insoluble y de citrato férrico soluble. Los resultados indicaban que el citrato férrico era un sustituto igualmente eficaz del polifosfato férrico soluble. Además los resultados indicaban que una mezcla de óxido de hierro marrón y 3% de citrato férrico soluble era capaz de reducir la corrosividad de las muestras de polifosfato amónico dentro de niveles aceptables para el cumplimiento de las Forest Service Specifications para corrosividad de retardantes del fuego.

Las filas 23 a la 24 ilustran la utilización de citrato férrico amónico como sustituto del citrato férrico. Los resultados indicaban que los compuestos férricos solubles eran tan eficaces como el citrato amónico para reducir la corrosión del aluminio por las soluciones de polifosfato amónico.

Las filas 27 a 38 ilustran la eficacia de los sistemas en los que solamente se utilizan compuestos que contienen hierro soluble e insoluble incoloro en lugar de los óxidos de hierro persistentes relativamente muy coloreados. Estos es importante cuando se desean auténticos retardantes fugaces, mediante los cuales el color palidece gradualmente cuando se expone a la luz natural y desaparece para que no manche de manera permanente aquello sobre lo que se aplica.

Las filas 26 a 38 ilustran la eficacia de las mezclas de polifosfato férrico soluble e insoluble. Se obtuvieron propiedades aceptables de corrosión del aluminio cuando se utilizaron 3,0% del anterior y 1,2% del último como sistema inhibidor de la corrosión en una solución de polifosfato amónico. Los resultados también indicaron que un aumento de la concentración de polifosfato férrico insoluble no reducía más la corrosividad del concentrado.

Las filas 27 a 38 ilustran la eficacia de la inhibición de la corrosión del aluminio de varios compuestos de hierro solubles e insolubles. Las filas 27 a 38 pusieron de manifiesto que, aunque eficaces, las sales ferrosas probadas fueron menos eficaces en cantidades de adición de hierro equivalentes en comparación con los compuestos de hierro.

Las filas 39 a 44 ilustran la eficacia de la inhibición de la corrosión del aluminio de varios compuestos de hierro solubles e insolubles cuando se utilizan junto con concentrados de polifosfato amónico 10-34-0 obtenidos de fuentes alternativas. Estos datos indican que la cantidad y proporción de inhibidor de la corrosión necesaria para reducir la corrosividad a un nivel aceptable necesitará optimizarse dependiendo de la procedencia y características del mismo.

Las filas 45 a 54 ilustran la eficacia de la inhibición de la corrosión del aluminio de los presentes compuestos cuando se utilización en varias fuentes de concentrado de polifosfato amónico de tipo 11-37-0 y sus soluciones diluidas.

Ejemplo 4

Características de la corrosión de las soluciones de polifosfato amónico que contienen compuestos de hierro solubles en agua

El Ejemplo 4 ilustra la eficacia del polifosfato férrico soluble en agua, citrato férrico y sulfato ferroso como inhibidores de la corrosión del aluminio en soluciones de polifosfato amónico. En cada muestra, se mezclaron los compuestos de hierro solubles indicados y 1,4% de arcilla Attapulgus con polifosfato amónico puro. Se extrajeron sucesivamente alícuotas del concentrado y se diluyeron con la cantidad prescrita de agua. La corrosividad del aluminio tanto de los retardantes del fuego concentrados como de sus soluciones diluidas se determinó según las Forest Service Specifications mencionadas anteriormente. Los resultados de esta prueba se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4

Muestras de polifosfato amónico	Hierro soluble añadido			*Corrosión del aluminio*[1]	
	(%)	Aditivo	Fe total (%)	Concentrado	*Solución diluida*
Muestra media de la Tabla 1	0		0	(106,6-170,0) 2707.6-4318	*(5,8-39,0) 147,3-99,1*
1	0,6	Pirofosfato férrico soluble	0,07	(150,6) 3825,2	*(1,5) 38,1*
2	3,0	Pirofosfato férrico soluble	0,35	(42,5) 1079,5	*(1,6) 40,6*
3	3,0	Pirofosfato férrico soluble	0,35	(75,4) 1915,2	*(1,2) 30,5*
4	3,0	Pirofosfato férrico soluble	0,35	(69,3) 1760,2	*(1,3) 33,0*
5	2,4	Citrato férrico soluble	0,53	(113,1) 2872,7	*(2,5) 63,5*
6	3,0	Citrato férrico soluble	0,66	(124,1) 3152,1	*(2,4) 61,0*
7	3,0	Citrato férrico soluble	0,66	(17,0) 431,8	*(1,1) 27,9*
8	*3,0*	*Sulfato ferroso·7H_2O*	*0,60*	*(27,9) 708,7*	*(3,1) 78,7*

(1) Probetas de aluminio 2024T3 probadas de la manera descrita en la especificación 5100-304b del Forest Service del USDA. Valores obtenidos cuando la celda de corrosión se mantuvo a 50ºC (120ºF) durante 90 días con la probeta totalmente sumergida en la misma. Los datos se expresan en µmpa (milipulgadas al año).

Los resultados indican que tanto el ión férrico como el ión ferroso solubles que contienen sales presentan utilidad como inhibidores de la corrosión del aluminio en soluciones de polifosfato amónico. Concentraciones relativamente pequeñas (0,35%) de hierro soluble procedente de un pirofosfato férrico soluble disminuyeron la velocidad de corrosión del aluminio totalmente sumergido expuesto a 48,8ºC (120ºF) a soluciones de retardante del fuego diluido dentro de los requisitos de la Forest Service Specification del USDA. Los datos ilustran que los compuestos que contienen hierro soluble son los más eficaces para controlar la corrosividad de las soluciones diluidas. Dado que la corrosividad tanto del concentrado como de sus soluciones diluidas es de importancia, las mezclas de compuestos de hierro solubles en agua e insolubles en agua proporcionan rendimiento superior.

Ejemplo 5

Características de la corrosión de las soluciones de polifosfato amónico que contienen otros compuestos de hierro insolubles en agua

La Tabla 5 ilustra la eficacia del ortofosfato férrico insoluble en agua, pirofosfato férrico y oxalato ferroso como inhibidores de la corrosión del aluminio en concentrados de polifosfato amónico y sus soluciones diluidas. Se mezcló 1,4% de arcilla Attapulgus con polifosfato amónico concentrado, a excepción de las muestras 6 y 7 que contenían 0,7% y 0,8% de arcilla Attapulgus, respectivamente. Las muestras 13, 18 y 24 contenían, también, in óxido de hierro insoluble como colorante en solución. Los resultados de los concentrados retardantes del fuego y de sus soluciones diluidas se evaluaron desde el punto de vista de la corrosividad del aluminio según los requisitos de las Forest Service Specifications del USDA. Los resultados de esta prueba se presentan en la Tabla 5.

(Tabla pasa a página siguiente)

Tabla 5

	Polifosfato amónico	Adición de óxido de hierro		Otro aditivo con Fe insol.		Contenido en Fe total	Concentrado puro				Solución diluida			
							21,1°C (70°F)	21,1°C (70°F)	48,8°C (120°F)	48,8°C (120°F)	21,1°C (70°F)	21,1°C (70°F)	48,8°C (120°F)	48,8°C (120°F)
	Muestras	%	Tipo	(%)	Aditivo	%	total	parcial	total	parcial	total	parcial	total	parcial
							Velocidad de corrosión (milipulgadas por año) (µmpa)							
1	10-34-0[1]	0,0	ninguno	0,0	ninguno	0,00	(9,1) 231,1	(5,2) 132,1	(140,6) 3571,2	(79,5) 2019,3	(10,8) 274,3	(6,9) 175,3	(16,0) 406,4	(9,4) 238,8
2	Muestra 1	0,0	ninguno	1,2	Pirofosfato férrico	0,29			(2,9) 73,7				(1,7) 43,2	
3	Muestra 2	0,0	ninguno	2,4	Pirofosfato férrico	0,58			(9,4) 238,8				(3,7) 94,0	
4	Muestra 3	0,0	ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72			(3,5) 88,9				(1,1) 27,9	
5	Muestra 4	0,0	ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72			(6,5) 165,1				(2,2) 55,9	
6	Muestra 5	0,0	ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72			(2,1) 53,3				(1,4) 35,6	
7	Muestra 6	0,0	ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72			(3,6) 91,4				(2,1) 53,3	
8	Muestra 7	0,0	ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72			(1,0) 25,4				(1,7) 43,2	
9	Muestra 8	0,0	ninguno	2,4	Pirofosfato férrico	0,58			(10,7) 271,8				(1,0) 25,4	
10	Muestra 9	0,0	ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72			(5,5) 139,7				(6,3) 160,0	
11	Muestra 10	0,0	ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72	(2,4) 61,0		(6,2) 157,5		(3,1) 78,7		(1,1) 27,9	
12	Muestra 11	0,0	ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72			(3,4) 86,4				1,3) 33,0	
13	Muestra 12	0,0	ninguno	3,0	Pirofosfato férrico	0,72			(3,2) 81,3				(2,2) 55,9	
14	Muestra 13	1,2	Ox. hierro rojo	0,0	ninguno	0,84	(3,7) 94,0	(3,0) 76,2	(8,3) 210,8	(6,4) 162,6	(4,4) 111,8	(4,2) 106,7	(6,6) 116,8	(3,5) 88,9
15	Muestra 14	1,2	Ox. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico	1,56	(2,0) 50,8	(1,3) 33,0	(4,8) 121,9	(3,0) 76,2	(1,5) 38,1	(3,1) 78,7	(0,8) 20,3	(2,0) 50,8
16	Muestra 15	1,2	Ox. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico	1,56	(1,6) 40,6		(6,2) 157,5		(1,6) 40,6		(1,0) 25,4	
17	Muestra 16	1,2	Ox. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico	1,56	(2,5) 63,5		(0,7) 17,8		(2,5) 63,5		(0,6) 15,2	
18	Muestra 17	1,2	Ox. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico	1,56	(1,9) 48,3	(1,2) 30,5	(0,5) 12,7	(0,2) 5,1	(1,1) 27,9	(2,4) 61,0	(0,8) 20,3	(1,9) 48,3
19	Muestra 18	1,2	Ox. hierro rojo	3,0	Pirofosfato férrico	1,56	(2,1) 53,3		(2,7) 68,6		(1,1) 27,9		(0,8) 20,3	
20	Muestra 19	0,0	ninguno	1,2	Ortofosfato férrico	0,16			(105,3) 2674,6				(1,7) 43,2	
21	Muestra 20	0,0	ninguno	1,8	Ortofosfato férrico	0,55			(108,6) 2758,4				(3,8) 96,5	
22	Muestra 21	0,0	ninguno	2,4	Ortofosfato férrico	0,73			(9,3) 236,2				(4,1) 104,1	
23	Muestra 22	0,0	ninguno	3,0	Ortofosfato férrico	0,92			(2,3) 58,4				(4,2) 106,7	
24	Muestra 23	1,2	Ox. hierro marr.	3,0	Ortofosfato férrico	1,15			(1,5) 38,1				(1,0) 25,4	
25	Muestra 24	0,0	ninguno	1,2	Oxalato ferroso	0,37			(90,0) 2286				(2,7) 68,6	

(1) Valores medios de la Tabla 1.
(2) Véase la Tabla 2.

Se presentó la eficacia de inhibición de la corrosión del pirofosfato férrico insoluble en comparación con las composiciones que contenían solamente este componente, filas 2 a 13, con la fila 1. Se demostró también la eficacia en comparación 1,2% de óxido de hierro rojo, línea 14. Estas comparaciones ilustran la eficacia del pirofosfato férrico insoluble como inhibidor de la corrosión del aluminio para pirofosfato amónico concentrado y sus soluciones. Se demostró que es superior al óxido de hierro rojo cuando se compara a una concentración de hierro férrico igual. Por consiguiente, en muchas aplicaciones sería preferible el pirofosfato férrico insoluble ya que no es muy coloreado como los óxidos de hierro convencionales, lo que produce una decoloración muy visible y persistente de aquello sobre lo que se aplica. Por consiguiente, los sistemas inhibidores que contienen estos componentes serían adecuados para su utilización en formulaciones retardantes del fuego de color fugaz.

Las filas 15 a 19 ilustran la reducción ulterior en la corrosión del aluminio, que se obtuvo combinando óxido de hierro y polifosfato férrico en el mismo sistema de inhibición de la corrosión. Los resultados indicaron que varias de estas formulaciones cumplen las Forest Service Specifications del USDA para corrosividad del aluminio tanto en las formulaciones concentradas como en las diluidas.

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

Los datos contenidos en la fila 24 indican que aumentando el contenido en hierro férrico del sistema inhibidor de la corrosión utilizando mezclas de ortofosfato férrico y óxido de hierro fue también una manera eficaz de cumplir las Forest Service Specifications del USDA para corrosividad del aluminio.

La fila 25 de la Tabla 6 ilustra la eficacia en la inhibición de la corrosión del aluminio de pequeñas cantidades de hierro ferroso (Fe II) cuando se incorporan a concentrados de polifosfato amónico y a sus soluciones diluidas.

Ejemplo 6

Eficacia de los azoles como inhibidores de la corrosión en composiciones retardantes del fuego de polifosfato amónico

El Ejemplo 6 ilustra la eficacia de los azoles como inhibidores de la corrosión del latón amarillo en formulaciones retardantes del fuego a base de polifosfato amónico concentrado y en sus soluciones diluidas. Cada muestra se preparó mezclando 1,4% de arcilla Attapulgus, 1,2% de óxido de hierro y el inhibidor de la corrosión de azol indicado en polifosfato amónico concentrado puro. Posteriormente, los concentrados se diluyeron con agua de la manera descrita en la presente memoria. Se hicieron pruebas con las muestras a continuación según los requisitos de la Forest Service Specification del USDA.

(Tabla pasa a página siguiente)

Tabla 6

IMPACTO DE LOS AZOLES SOBRE LA CORROSIÓN DEL LATÓN AMARILLO EXPUESTO A POLIFOSFATO AMÓNICO CONCENTRADO Y SUS SOLUCIONES DILUIDAS*

Sistema inhibidor de la corrosión	Corrosión de latón amarillo expueto (mpa)							
	Retardante concentrado						Solución diluida	
	70T**	70P	120T	120P	70T	70P	120T	120P
ninguno	0,5	0,6	0,6	2,0	1,5	5,7	20,3	14,9
Toliltriazol al 0,3%			0,2				0,3	
Toliltriazol al 0,5%	0,0	0,1	0,10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	
Toliltriazol sódico al 0,25%***			0,2				0,1	
Toliltriazol sódico al 0,255% +			0,2				0,3	
Toliltriazol sódico al 0,425% +			0,2				0,1	
Toliltriazol sódico al 0,5%***			0,1				0,2	
Triazol sódico al 0,5% ++	0,1	0,1	0,10,1	0,1	0,1	0,3	0,1	
Triazol sódico al 1,0% ++	0,1	0,1	0,10,1	0,1	0,1	0,1	0,1	

* 10-34-0 que contiene arcilla Attapulgus al 1,4% y óxido de hierro rojo al 1,2% además del aditivo inhibidor descrito.

** 70 y 120 se refieren a la temperatura de aislamiento de la solución en °F, T y P se refieren a la inmersión total o parcial de la probeta metálica en la solución retardante durante el almacenamiento.

*** de una solución acuosa al 50% de toliltriazol sódico.

\+ de una solución acuosa al 85% de toliltriazol sódico.

++ de triazol sódico al 100%.

Los resultados indicaban que los azoles, incluyendo tanto los triazoles como las sales de los mismos son inhibidores de la corrosión eficaces para el latón amarillo en concentrados y soluciones de polifosfato amónico. Estos datos y otros comprendidos en los Ejemplos anteriores ilustran las ventajas de utilizar azoles junto con inhibidores que contienen hierro de partícula de la presente invención para reducir la corrosividad tanto del aluminio como del latón de las composiciones retardantes del fuego dentro de los límites deseables.

A la vista de lo expuesto anteriormente, se observa que se consiguen varios objetivos y características de la invención y se obtiene otras ventajas y resultados. Pueden introducirse variaciones y modificaciones a varias etapas y composiciones de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Composición retardante del fuego de corrosión inhibida que comprende:

por lo menos una composición retardante del fuego compuesta de por lo menos un polifosfato amónico;

por lo menos un agente de suspensión; y

un sistema de inhibición de la corrosión que se compone de por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado de entre un grupo de compuestos inhibidores de la corrosión constituido por azoles, pirofosfato férrico insoluble, pirofosfato férrico soluble, oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato férrico amónico, ortofosfato férrico insoluble, ortofosfato férrico soluble, oxalato férrico amónico, sulfato férrico amónico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato ferroso amónico, 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 la que dicho sistema inhibidor de la corrosión está presente en una cantidad menor eficaz para reducir considerablemente la corrosividad de dicha composición retardante del fuego.

2. Composición según la reivindicación 1, en la que dicho inhibidor de la corrosión es por lo menos un azol y dicho azol se selecciona de entre un grupo de azoles que comprenden toliltriazol, benzotriazol, mercaptobenzotiazol, dimercaptotiadiazol, 1,2-bencisotiazolina-3,1, 2-bencimidazolona, 4,5,6,7-tetrahidrobenzotriazol, tolilimidazol, 2-(5-etil-2-piridil) bencimidazol, ftalimida, cualquiera de las sales metálicas alcalinas de los mismos y combinaciones de los mismos.

3. Composición según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además por lo menos un aditivo seleccionado de entre un grupo de aditivos constituido por agentes colorantes, tensioactivos, estabilizantes, inhibidores de la corrosión, pigmentos opacificantes y cualquier combinación de los mismos.

4. Composición según la reivindicación 3, en la que dicho agente colorante es por lo menos un agente colorante seleccionado de entre un grupo de agentes colorantes constituido por agentes colorantes fugaces, pigmentos opacificantes y agentes colorantes muy coloreados.

5. Composición según la reivindicación 3 ó 4, en la que dicho agente de suspensión es por lo menos un agente de suspensión seleccionado de entre un grupo de agentes de suspensión constituido por arcilla Attagulpus, sepiolita, tierra de Fuller, montmorillonita y arcilla caolín.

6. Composición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que dicho sistema inhibidor de la corrosión está compuesto de por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión soluble y de por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión insoluble.

7. Composición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que dicho sistema inhibidor de la corrosión está presente en una cantidad menor eficaz en dicha composición retardante del fuego de corrosión inhibida, en concentrado, para obtener por lo menos una de entre corrosividad máxima del aluminio hasta 127 μm al año (5,0 milipulgadas al año), del latón amarillo hasta 127 μm al año (5,0 milipulgadas al año) y corrosividad del acero hasta 127 μm al año (5,0 milipulgadas al año) como se determinaba por el ensayo “Uniform Corrosion” expuesto en el apartado 4.5.6.1 de “Specification 5100-304b (july 1999) Superseding Specification 5100-003040a (february 1986)”, titulada “Specification for Long-Term Retardant, WindLand Fire, Aircraft or Ground Application”, publicada por el United Status Department of Agriculture, Forest Service.

8. Composición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende además agua.

9. Composición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que dicho sistema inhibidor de la corrosión está comprendido en un intervalo seleccionado de entre el grupo constituido por:

0,01% al 10% de dicha composición retardante del fuego de corrosión inhibida;

0,30% al 6,0% de dicha composición retardante del fuego de corrosión inhibida; y

0,6% al 5,0% de dicha composición retardante del fuego de corrosión inhibida.

10. Procedimiento para la preparación de una composición retardante del fuego de corrosión inhibida, adaptada a la aplicación aérea para fuegos forestales, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:

a) formar una composición concentrada intermedia que comprende:

i) por lo menos un retardante del fuego compuesto de por lo menos un polifosfato amónico;

ii) por lo menos un agente de suspensión; y

iii) un sistema inhibidor de la corrosión que comprende por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado de entre un grupo de compuestos inhibidores de la corrosión constituido por azoles, pirofosfato férrico insoluble, pirofosfato férrico soluble, oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato férrico amónico, ortofosfato férrico insoluble, ortofosfato férrico soluble, oxalato férrico amónico, sulfato férrico amónico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato ferroso amónico, 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 el que dicho sistema inhibidor de la corrosión está presente en una cantidad menor eficaz para reducir considerablemente la corrosividad de dicha composición retardante del fuego; y

b) diluir dicho concentrado intermedio con agua para formar dicha composición retardante del fuego de corrosión inhibida.

11. Procedimiento para la extinción de fuegos forestales que comprende la aplicación aérea a la vegetación forestales una composición extintora del fuego que comprende:

agua; y

una composición retardante del fuego de corrosión inhibida que comprende:

por lo menos una composición retardante del fuego compuesta de por lo menos un polifosfato amónico;

por lo menos un agente de suspensión; y

un sistema inhibidor de la corrosión que comprende por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado de entre un grupo de compuestos inhibidores de la corrosión constituido por azoles, pirofosfato férrico insoluble, pirofosfato férrico soluble, oxalato ferroso insoluble, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato férrico amónico, ortofosfato férrico insoluble, ortofosfato férrico soluble, oxalato férrico amónico, sulfato férrico amónico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato ferroso amónico, 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 el que dicho sistema inhibidor de la corrosión está presente en una cantidad menor eficaz para reducir considerablemente la corrosividad de dicha composición retardante del fuego.

12. Procedimiento para la inhibición de la corrosión que comprende proporcionar un material corrosible y poner en contacto dicho material corrosible con por lo menos un agente de suspensión y una cantidad eficaz de un sistema inhibidor de la corrosión que se compone de por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado de entre un grupo de compuestos inhibidores de la corrosión constituido por azoles, pirofosfato férrico insoluble, pirofosfato férrico soluble, oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato férrico amónico, ortofosfato férrico insoluble, ortofosfato férrico soluble, oxalato férrico amónico, sulfato férrico amónico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato ferroso amónico, 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.

13. Procedimiento según la reivindicación 10, 11 ó 12, en el que dicho inhibidor de la corrosión es por lo menos un azol y dicho azol se selecciona de entre un grupo de azoles que comprende toliltriazol, benzotriazol, mercaptobenzotiazol, dimercaptotiadiazol, 1,2-bencisotiazolina-3,1, 2-bencimidazolona, 4,5,6,7-tetrahidrobenzotriazol, tolilimidazol, 2-(5-etil-2-piridil) bencimidazol, ftalimida, cualquiera de las sales metálicas alcalinas de los mismos y combinaciones de los mismos.

14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que dicho sistema inhibidor de la corrosión se compone de por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión soluble y de por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión soluble.

15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que dicha composición concentrada intermedia comprende además por lo menos un aditivo seleccionado de entre un grupo de aditivos constituido por agentes colorantes, tensioactivos, estabilizantes, inhibidores de la corrosión, pigmentos opacificantes y cualquier combinación de los mismos.

16. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, en el que dicho sistema inhibidor de la corrosión comprende por lo menos un azol y dicho azol está presente en dicha composición retardante del fuego de corrosión inhibida, en concentrado, en una cantidad menor eficaz para obtener una corrosividad máxima del latón amarillo hasta 127 μm al año (5,0 milipulgadas al año) como se determina por el ensayo “Uniform Corrosion” expuesto en el aparta-

do 4.5.6.1 de "Specification 5100-304b (july 1999) Superseding Specification 5100-00304a (february 1986)", titulado "Specification for Long Term Retardant, WindLand Fire, Aircraft or Ground Application", publicada por el United States Department of Agriculture, Forest Service.

17. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, en el que dicho sistema inhibidor de la corrosión está presente en una cantidad menor eficaz para reducir la corrosividad de dicha composición retardante del fuego, en concentrado, hasta por lo menos una de entre corrosividad máxima del aluminio hasta 127 μm al año (5,0 milipulgadas al año), del latón amarillo hasta 127 μm al año (5,0 milipulgadas al año) y del acero hasta 127 μm al año (5,0 milipulgadas al año) como se determina por el ensayo "Uniform Corrosion" expuesto en el apartado 4.5.6.1 de "Specification 5100-304b (july 1999) Superseding Specification 5100-00304a (february 1986)", titulado "Specification for Long Term Retardant, WindLand Fire, Aircraft or Ground Application", publicada por el United States Department of Agriculture, Forest Service.

18. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, en el que dicha composición concentrada intermedia se diluye de tal manera que una corrosividad máxima del aluminio es de 50,8 μm al año (2,0 milipulgadas al año) y la corrosividad máxima del latón y del acero es de 50,8 μm al año (2,0 milipulgadas al año) cuando se determina en el estado totalmente sumergido y de es de 127 μm al año (5,0 milipulgadas al año) cuando se determina en el estado parcialmente sumergido, tal como se especifica y determina por el ensayo "Uniform Corrosion" expuesto en el apartado 4.5.6.1 de "Specification 5100-304b (july 1999) Superseding Specification 5100-00304a (february 1986)", titulado "Specification for Long Term Retardant, WindLand Fire, Aircraft or Ground Application", publicada por el United States Department of Agriculture, Forest Service.

19. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 18, en el que dicho agente colorante es por lo menos un agente colorante seleccionado de entre un grupo de agentes colorantes constituido por agentes colorantes fugaces, pigmentos opacificantes y agentes colorantes muy coloreados.

20. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 19, en el que dicho agente de suspensión es por lo menos un agente de suspensión seleccionado de entre un grupo de agentes de suspensión constituido por Attagulpus, sepiolita, tierra de Fuller, montmorillonita y arcilla caolín.

21. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 20, en el que dicho sistema inhibidor de la corrosión está en un intervalo seleccionado de entre el grupo constituido por:

0,01% al 10% de dicha composición retardante del fuego de corrosión inhibida;

0,30% al 6,0% de dicha composición retardante del fuego de corrosión inhibida; y

0,6% al 5,0% de dicha composición retardante del fuego de corrosión inhibida.

22. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 21, en el que dicho material corrosible es por lo menos un material seleccionado de entre el grupo de materiales corrosibles constituido por acero, latón y aluminio.

23. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 22, en el que dicho sistema inhibidor de la corrosión comprende además agua.

24. Nutriente para plantas agrícolas de corrosión inhibida que comprende:

por lo menos un nutriente para plantas agrícolas;

por lo menos un agente de suspensión; y

un sistema inhibidor de la corrosión que comprende por lo menos un compuesto inhibidor de la corrosión seleccionado de entre un grupo de compuestos inhibidores de la corrosión constituido por azoles, pirofosfato férrico insoluble, pirofosfato férrico soluble, oxalato ferroso, citrato férrico, sulfato ferroso, citrato férrico amónico, ortofosfato férrico insoluble, ortofosfato férrico soluble, oxalato férrico amónico, sulfato férrico amónico, bromuro férrico, oxalato férrico sódico, estearato férrico, sulfato férrico, acetato ferroso, sulfato ferroso amónico, 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 el que dicho sistema inhibidor de corrosión está presente en una cantidad menor eficaz para reducir considerablemente la corrosividad de dicho nutriente para plantas agrícolas.