

COMPOSICIÓN Y MÉTODO DE CONTROL DE INCRUSTACIONES EN SISTEMAS EVAPORATIVOS REGULADOS

[0001] Esta solicitud reivindica el beneficio de solicitud provisional de EE.UU. No. 61/948,829, presentada el 06 de marzo de 2014, cuyo contenido se incorpora aquí como referencia.

CAMPO DE LA INVENCION

[0002] Esta invención se refiere a una composición que comprende un poliaminoácido y un polímero carboxílico aniónico para el control de incrustaciones en sistemas acuosos, por ejemplo, en intercambiadores de calor y equipos evaporativos, tales como los encontrados en mercados regulados. La invención también se refiere a un método para eliminar, limpiar, prevenir y/o inhibir la formación de incrustaciones tales como incrustaciones de calcio, magnesio, oxalato, sulfato y fosfato, de un sistema acuoso.

[0003] Estos sistemas tienen demandas únicas debido a su alta conductividad, niveles altos de material insoluble y regímenes bajos de pH.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0004] La formación de incrustaciones se deriva principalmente de la presencia de sales inorgánicas disueltas en el sistema acuoso que existe bajo condiciones de sobresaturación del proceso. Las sales se forman cuando el agua se calienta o enfría en equipos de transferencia de calor, tales como intercambiadores de calor, condensadores, evaporadores, torres de refrigeración, calderas y paredes de tubería. Los cambios de temperatura o de pH llevan a la producción de incrustaciones e incrustantes por medio de la acumulación de materiales sólidos no deseados en interfaces. La acumulación de incrustaciones sobre superficies calientes hacen que el coeficiente de transferencia de calor disminuya con el tiempo y que con el tiempo, y bajo incrustantes excesivos, no sea posible el cumplimiento de las tasas de producción. En última instancia, la única opción es a menudo parar el proceso y realizar una limpieza. Esto requiere un corte en la producción, así como el uso de ácidos corrosivos y agentes quelantes. La pérdida económica debido a incrustantes es uno de los problemas más grandes en todos los sectores que trabajan con equipos de transferencia de calor. Las incrustaciones son responsable de fallas en equipos, pérdidas de producción, reparaciones costosas, mayores costos de operación y cortes de mantenimiento.

[0005] Con el fin de evitar las incrustaciones, se emplean a menudo una serie de inhibidores de incrustaciones en el campo para prevenir, retrasar, inhibir o controlar de otro modo el proceso de incrustaciones. La presencia de inhibidores de incrustaciones puede tener un efecto significativo sobre la nucleación; tasa de crecimiento de cristales y

morfología, incluso cuando el aditivo se encuentra presente en concentraciones muy bajas. Sin embargo, estos efectos no son fáciles de predecir, dado que los cambios sutiles en el pH, la temperatura o tipos de incrustaciones pueden tener un impacto considerable.

[0006] En la industria de alimentos y bebidas (tales como cerveza, vino, licores concentrados, jugos vegetales, jugos de frutas, etanol combustible y refinado de azúcar), uno de los componentes de incrustaciones más comunes es el oxalato de calcio. El oxalato es un componente natural en la vida de las plantas y puede ocurrir en niveles altos. Durante el curso del procesamiento, el oxalato se extrae y convierte en parte de las aguas de proceso. En los evaporadores, una pequeña cantidad de oxalato se concentrará y comenzará las incrustaciones tras la sobresaturación. En el laboratorio hemos encontrado que los niveles de calcio entre 75-100 ppm (partes por millón) son suficientes para provocar precipitación de incrustaciones de oxalato. El oxalato de calcio, también conocido como beerstone, y el sílice son los principales componentes de incrustaciones de compuesto formados en las etapas posteriores del proceso de evaporación en molinos de azúcar y forman una de las incrustaciones más difíciles de eliminar, ya sea por medios mecánicos o químicos. La eliminación de las incrustaciones es tanto costosa como consumidor de tiempo debido a la naturaleza adherente del depósito.

[0007] Los métodos conocidos para el tratamiento de incrustaciones de calcio en sistemas evaporativos se componen de un número de mecanismos de quelantes. Más comúnmente, polímeros que contienen ácidos carboxílicos, fosfonato que contiene polímeros, agentes quelantes tales como ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) o ácidos orgánicos pequeños tales como ácido cítrico. También se ha utilizado ácido poliaspártico en algunas aplicaciones.

[0008] En algunos casos, estos materiales se mezclaron con el fin de aumentar el rendimiento. Fosfonatos y policarboxilatos (US 4575425), mezclas de cítricos, glucónicos y gluconolactonas (US 3328304), poliacrilamidas y alginatos o fosfonatos (US 3483033), ácidos fosfónicos y EDTA (US 20100000579 A1), mezclas de agentes quelantes que incluyen EDTA (WO 2012/142396 A1) y ácidos hidroxicarboxílicos con ácido cítrico (US 20120277141 A1). Muchas de estas composiciones muestran ser efectivas hasta cierto punto, pero a menudo requieren dosis altas o materiales que no tienen aprobación regulatoria adecuada para productos alimenticios y bebidas.

[0009] Los ácidos poliaspárticos han mostrado algún nivel de eficacia en la inhibición de incrustaciones de calcio en aplicaciones de azúcar, pero requieren modificaciones sintéticas para lograr un mayor rendimiento (US 5.747.635). También se han aplicado poliacrilatos a incrustaciones similares (US 4.452.703). El uso de estos materiales se ha limitado a dosis que produjeron residuos muy bajos de 3,6 a 5,0 ppm. Ninguno de estos

materiales parece ser lo suficientemente efectivo en dosis tan bajas para ser útiles en aplicaciones a gran escala.

[0010] El ácido poliaspártico ha demostrado previamente sinergia con copolímeros aniónicos fosfonados. Esta sinergia se limita a aguas de torres de refrigeración e incrustaciones de fosfato. (US 6207079 B1, US 6503400 B2). Estos sistemas difieren de la aplicación actual en que el nivel de sales presente en las patentes '079 y '400 es considerablemente más bajo, el pH es más alto, y la mejora inesperada se muestra sólo para fosfatos. Los procesos evaporativos en el mercado regulado de alimentos y bebidas deben lidiar con conductividades altas que varían de aproximadamente 10000 microsegundos por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) a aproximadamente 20000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El pH puede variar de aproximadamente 2.0 (limón/lima, arándano, vino, arándano rojo) a aproximadamente 9.0 (leche, azúcar) con niveles altos de sólidos ($> 10\%$). Las aguas de refrigeración se encuentran normalmente muy por debajo de 8000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y tienen un $\text{pH} > 7.2$. La materia vegetal puede traer a menudo niveles altos de fosfato y sulfato, tan altos como aproximadamente 10000-20000 ppm, con cantidades significativas de calcio, magnesio y otros metales que no se encuentran normalmente presentes en tales niveles altos en otros sistemas de agua circulante.

[0011] El uso del presente tratamiento de polímero tendrá el beneficio de minimizar el uso de energía, aumentar la producción, disminuir el tiempo y químicos utilizados para la limpieza y, por lo tanto, disminuir la necesidad de interrupciones e inactividad. Un beneficio adicional del presente tratamiento de polímero es el mantenimiento reducido de intercambiadores de calor y evaporadores.

[0012] La composición actual también tiene un mejor rendimiento en la prevención de la formación de otras incrustaciones y depósitos. La formación de depósitos es un proceso complicado que a menudo se puede producir cuando un tipo de incrustaciones se combina con otro para formar un depósito más grande. Mediante la inhibición de incrustaciones de oxalato se esperarían beneficios en la reducción de depósitos orgánicos, tales como emplazamientos y adherentes, así como incrustaciones inorgánicas tales como silicatos.

[0013] Los ácidos poliaspárticos también han demostrado tener propiedades de inhibición de corrosión en una amplia gama de aplicaciones. Este beneficio adicional de la presente composición sobre el uso del poliacrilato por sí solo puede disminuir aún más el costo de mantenimiento e inactividad relacionada.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0014] La presente invención se refiere a una composición que comprende un ácido poliaspártico y un polímero carboxílico aniónico. La composición es capaz de estabilizar

eficazmente sales de calcio, magnesio, oxalato, sulfato, y fosfato, lo que conduce a la formación de incrustaciones en sistemas evaporativos. Esta composición muestra niveles altos de eficacia en aguas de alta conductividad que se encuentran en muchos sistemas evaporativos como el azúcar; biorefinación y otros sistemas regulados.

[0015] Las presentes composiciones proporcionan estabilización de sales tales como calcio, magnesio, oxalato, sulfato y fosfato al reaccionar conjuntamente para inhibir la formación de incrustaciones; previenen el crecimiento de contaminantes y actúan como un dispersante. En concreto, la composición es capaz de estabilizar el oxalato de calcio y prevenir la formación de incrustaciones en presencia de niveles altos de sulfato, fosfato, magnesio y otros cationes y aniones que se encuentran comúnmente durante etapas de evaporación u otros procesos que intervienen en el refinado de azúcar, biorrefinería, licor y cerveza, jugo de frutas y verduras, y productos lácteos, tales como la leche. El proceso actual consiste en tratar un sistema acuoso con a) un ácido poliacrílico de bajo peso molecular y b) un ácido poliaspártico en una proporción compatible con una dosis de uso en cumplimiento con los requisitos reglamentarios.

[0016] Las composiciones de la presente invención se consideran sinérgicas porque ningún material muestra individualmente ser un estabilizador de sal efectivo a los niveles reglamentarios aprobados, en donde la mezcla de poliacrilatos y poliaspartatos da un nivel de rendimiento inesperado y superior a cualquiera polímero por sí solo. Estas mezclas son capaces de estabilizar incrustaciones de calcio, oxalato y fosfato más de lo que cabría esperar en función del rendimiento individual de cada material. La mezcla de poliacrilato/poliaspartato es ventajosa sobre muchas otras mezclas existentes, ya que el ácido poliaspártico se sabe que es biodegradable y es un inhibidor de corrosión conocido. El término “mezcla” se utiliza de forma intercambiable con mezclado previo, y se utiliza para mostrar que los poliacrilatos y poliaspartatos se mezclan entre sí antes de añadirse al sistema acuoso. Sin embargo, los poliacrilatos y poliaspartatos pueden añadirse al sistema de forma simultánea o secuencialmente en diferentes puntos de adición, siempre que los poliacrilatos y poliaspartatos tengan tiempo de residencia entre sí.

[0017] Un aspecto de la composición actual es que los componentes de la composición son reconocidos como seguros por la Comisión Reguladora de tal manera que no pone en peligro el potencial uso final del producto. Los productos regulados pueden ser consumidos por seres humanos o animales de granja y la presencia del aditivo químico no pueden interferir con el uso o uso final del producto o subproductos tales como granos de destilería secos.

[0018] La invención también se refiere a un método para eliminar, limpiar, prevenir y/o inhibir la formación de incrustaciones tales como incrustaciones de calcio, magnesio,

oxalato, sulfato y fosfato, comprendiendo la adición de un poliacrilato y un poliaspartato a un sistema acuoso.

[0019] Objetos, ventajas y características adicionales de lo que se reivindica se expondrán a continuación en la presente descripción, y en parte serán evidentes para aquellos expertos en la materia tras el examen de lo que se va a exponer o pueden aprenderse por la práctica de la tecnología. Los objetos y ventajas de los conceptos inventivos descritos y reivindicados aquí se realizarán y alcanzarán por medio de las composiciones y métodos que se señalan particularmente en las reivindicaciones adjuntas, incluyendo los equivalentes funcionales de las mismas.

DIBUJOS

[0020] La Fig. 1, muestra una medida de la velocidad a la que se deposita la incrustación en la superficie del electrodo de oro.

[0021] La Fig. 2, muestra un esquema general de las principales características del procedimiento para la determinación de ciclos de concentración (COC).

[0022] La Fig. 3, muestra la solubilidad del oxalato de calcio utilizando una prueba de inhibición dinámica de incrustaciones por evaporación.

[0023] La Fig. 4, muestra la solubilidad del oxalato de calcio en función del pH.

[0024] La Fig. 5, muestra la solubilidad del oxalato de calcio en función del pH. dos ciclos de concentración (COC).

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[0025] La presente invención se refiere a una composición y método para eliminar, limpiar, prevenir y/o inhibir la formación de incrustaciones de calcio, magnesio, oxalato, sulfato y fosfato y depósitos en un sistema acuoso. Además, se refiere a un método para controlar la formación de incrustaciones en sistemas acuosos y la inhibición de la deposición de incrustaciones sobre superficies tales como intercambiadores de calor y equipos evaporadores.

[0026] En una forma de realización, se añaden una composición que comprende un ácido poliaspártico y un polímero carboxílico aniónico y la composición a un sistema acuoso para controlar las incrustaciones. La composición puede añadirse a un sistema acuoso mezclado previamente, simultánea o secuencialmente. Por ejemplo, los productos químicos se pueden mezclar entre sí o pueden mezclarse previamente antes de introducirse al sistema, o el ácido poliaspártico y el polímero carboxílico pueden añadirse por separado,

pero simultáneamente, o pueden añadirse secuencialmente en varios puntos en un sistema, siempre y cuando los productos químicos puedan entrar en contacto entre sí para reaccionar. No importa el orden de adición.

[0027] En otra forma de realización, el componente (a) de la composición inhibidora de incrustaciones es un ácido poliaspártico. Esto incluye sales poliaspárticas y derivados de ácido poliaspártico, tales como los anhídridos utilizados para formar ácido poliaspártico. El ácido poliaspártico puede comprender también un copolímero de unidades de monómero aspárticas y succinato. Estos ácidos poliaspárticos tienen pesos moleculares que varían de aproximadamente 500 a aproximadamente 10000, puede ser de aproximadamente 1000 a aproximadamente 5000, y pueden ser de aproximadamente 1000 a aproximadamente 4000. El ácido poliaspártico puede utilizarse como una sal, tal como sal de sodio o potasio.

[0028] En otra forma de realización, el componente (b) es un polímero carboxílico aniónico o sal del mismo. El polímero carboxílico se analiza de cualquier producto formado por la polimerización de uno o más monómeros y puede incluir uno o más homopolímeros, copolímeros, terpolímeros o tetrapolímeros, etc. El polímero carboxílico aniónico tiene normalmente un peso molecular medio de aproximadamente 500 a aproximadamente 20000 y puede ser de aproximadamente 1000 a aproximadamente 50000. Estos polímeros y sus métodos de síntesis son bien conocidos en el arte.

[0029] En otra forma de realización, los monómeros que pueden proporcionar la fuente para la funcionalidad carboxílica para el polímero carboxílico aniónico incluyen ácido acrílico, ácido maleico, ácido metacrílico, inulina carboxi-metilo, ácido crotonico, ácido isocrotonico, ácido fumarico y ácido itaconico. Pueden polimerizarse numerosos comonómeros con el monómero que contiene la funcionalidad carboxílica. Ejemplos tales como vinilo, alilo, acrilamida, ésteres de (met) acrilato y ésteres de hidroxilo, tales como ésteres de hidroxipropilo, vinil pirrolidona, acetato de vinilo, acrilonitrilo, vinil metil éter, ácido sulfónico 2-acrilamido-2-metil-propano, ácido sulfónico de vinilo o alilo, ácido sulfónico de estireno y combinaciones de los mismos. La relación molar de ácido carboxílico funcionalizado a co-monómero puede variar en un amplio intervalo, tal como de aproximadamente 99:1 a 1:99 y puede ser de aproximadamente 95:5 a 25:75.

[0030] También es posible emplear polímeros de ácido carboxílico que contienen un fosfonato u otro fósforo que contiene funcionalidad en la cadena polimérica, preferiblemente ácidos policarboxílicos de fosfina tales como aquellos de la Patente de EE.UU. No. 4,692,317 y la Patente de EE.UU. No. 2,957,931.

[0031] Otros componentes opcionales incluyen tricarboxílico fosfonobutano, polifosfato, fosfato, ácido hidroxietilendifosfónico, (ácido fosfónico de (tri)metileno) amino, ácido cítrico, ácido glucónico y otros ácidos orgánicos pequeños.

[0032] El ácido policarboxílico y el ácido poliaspártico pueden considerarse los ingredientes activos de las composiciones de agentes duales de la invención y estos dos ingredientes juntos se conocen como “agentes activos” o “activos”. Por lo tanto, las concentraciones y cantidades que se utilizan en el presente documento se basan en activos.

[0033] La relación efectiva del polímero de ácido carboxílico a ácido poliaspártico es de 1:9 a 9:1 y puede ser de 1:3 a 1:1. Las composiciones tienen un intervalo efectivo de pH de aproximadamente 1,0 a aproximadamente 9,0, puede ser de aproximadamente 2,5 a aproximadamente 7, y puede ser de aproximadamente 3,0 a aproximadamente 5,0. La composición funciona sobre un amplio intervalo de temperaturas de aproximadamente 5°C a aproximadamente 175°C. La composición se dosifica a una dosis mínima de aproximadamente 0,1 ppm a aproximadamente 500,0 ppm, y puede ser de aproximadamente 1,0 ppm a aproximadamente 50,0 ppm con base en activos.

[0034] Los siguientes ejemplos ilustran formas de realización específicas de la invención. Es probable que muchas formas de realización similares y equivalentes de la invención se apliquen también fuera de aquellas descritas específicamente. Un experto en la materia apreciará que aunque en los siguientes ejemplos se describen condiciones y compuestos específicos, estos compuestos y condiciones no son una limitación de la presente invención.

EJEMPLOS

[0035] La invención se ha descrito con referencia a una forma de realización preferida, aquellos expertos en la materia entenderán que se pueden realizar cambios y sustituciones equivalentes para ciertos componentes sin apartarse del alcance de la invención. Además, se pueden realizar modificaciones para adaptarse a condiciones o materiales específicos sin apartarse del alcance de los mismos. Además, cualquier cambio futuro en los reglamentos en relación con los límites restringidos de dosis entran dentro del alcance de esta invención. Se pretende que la invención no se limite a una forma de realización particular descrita, sino que la invención incluirá todas las formas de realización que entran en el alcance de las reivindicaciones.

[0036] Ejemplo 1. Demuestra el beneficio de la dosificación con la presente invención a diferencia de los polímeros individuales por sí solos. Las dosis se dan en ppm en forma de sólidos para cada producto. El método de prueba utilizado se describe como sigue:

Método de prueba

[0037] La prueba se realizó utilizando una microbalanza de cristal de cuarzo para medir la velocidad a la que las incrustaciones se depositan sobre la superficie del electrodo

de oro con aguas de prueba, que imitaban las condiciones encontradas en un evaporador de biorefinación típico. La solución de la prueba se compone de la siguiente manera: 1500 partes por millón (ppm) de magnesio, 750 ppm de oxalato, 3.755 ppm de sulfato, 6.415 ppm de fosfato en agua desionizada. Luego, se ajustó a un pH entre 3,6 y 3,8. Los inhibidores se dosificaron entonces a 25 ppm para el poliacrilato, a 25 ppm para el poliaspartato, o en el caso de la mezcla 10 ppm de poliacrilato y 15 ppm de poliaspartato. Luego, se insertó un electrodo de microbalanza de cristal de cuarzo (QCM) en la solución de prueba que se colocó después en un baño de maría a 50°Celsius (C) y se dejó equilibrar. En este punto, se utilizó una solución de reserva de calcio para añadir una cantidad suficiente de calcio a las aguas de prueba para dar lugar a una concentración final de 250 ppm de calcio. A continuación, se registró el cambio en frecuencia en el electrodo durante sesenta minutos. Los gradientes negativos más pronunciados indican una mayor acumulación de incrustaciones en la superficie del electrodo. Las pruebas se repitieron tres veces cada una y se promediaron. Las pruebas que se realizaron en ausencia de calcio o de oxalato no resultaron en algún cambio en frecuencia con un gradiente esencialmente de cero. La Figura 1, muestra que los resultados de las pruebas indican claramente que la composición que comprende la mezcla de poliacrilatos/poliaspartato, supera significativamente los polímeros individuales solos a la misma dosificación. Ejemplo 2. Ilustra la eficiencia de la mezcla de poliacrilatos/poliaspartato en comparación con los polímeros individuales solos, utilizando un método de prueba de inhibición dinámica de incrustaciones por evaporación. Las dosis se dan en partes por millón (ppm) en forma de sólidos para cada producto. El método de prueba utilizado se describe como sigue:

Método de prueba

[0038] La siguiente medición se realiza con una medición Druckmessgerät Haas V2.2 y unidad de control (DMEG), fabricado por Franz-Josef Haas haasfranz@yahoo.de. La Figura 2, ilustra la configuración del equipo y procedimiento de prueba.

[0039] Un flujo constante de volumen de 2 litros por hora (L/h) de una mezcla estequiométrica preparada a partir de una solución de dihidrato de cloruro de calcio y oxalato de sodio en agua desmineralizada se pasó a través de un capilar de metal en espiral (longitud: 1 metro (m), diámetro interior: 1,1 milímetros (mm), colocado en un baño de calentamiento a 40°C). La concentración de oxalato de calcio calculada fue de 15 miligramos por litro (mg/L) y el pH se ajustó a 4,0. Se añadió el producto de prevención de incrustaciones antes de que se añadiera el oxalato de sodio a la solución de cloruro de calcio. Los inhibidores se dosificaron a 25 ppm para el poliacrilato, 25 ppm para el poliaspartato, o una mezcla de 10 ppm de poliacrilato y 15 ppm de poliaspartato. El agua de prueba se bombeó en un circuito a partir de un matraz a través de un tubo capilar en un baño de maría, a través de una unidad de enfriamiento y de nuevo al matraz. En el baño de maría se produjo un intercambio de calor y el agua de prueba se calentó. Luego, se pasó el

agua de prueba a través de una unidad de enfriamiento, donde un flujo de aire ajustado de debajo causó la evaporación. Debido a la evaporación el agua de prueba se concentró. Durante el experimento, se tomaron muestras del agua de prueba. La muestra se filtró a través de un filtro de 0,45 micrómetros (pm), seguido de la determinación de concentración de iones de cloruro e iones de calcio.

[0040] Los ciclos de concentración (COC) se pueden calcular al dividir la concentración analizada de un compuesto por la concentración inicial. La concentración de cloruro describe la concentración del sistema a medida que la solubilidad del cloruro es alta. Una pérdida de calcio por precipitación, ya que el oxalato de calcio dará lugar a una desviación de los COC para el cloruro y los COC para el calcio. De esta manera, los COC máximos alcanzados sin incrustaciones pueden determinarse para cada producto en la misma dosis.

Las Figuras 3-5 y las Tablas 1-3, describen los resultados de las pruebas.

TABLA 1

	Ciclos máximos de concentración
PASP	3,1
PAA	2,5
Mezcla	4,9

[0041] Como se puede observar, los ciclos máximos de concentración (COC) alcanzados con el producto mezclado fueron significativamente mayores que con los polímeros individuales.

[0042] Ejemplo 3. Compara la eficiencia de una mezcla de poliacrilato/poliaspartato en comparación con los polímeros individuales utilizando un método de prueba de inhibición dinámica de incrustaciones por evaporación a un pH inferior y a una concentración de oxalato de calcio más alta que la que se describe en el ejemplo 2.

[0043] A excepción del pH y la concentración de calcio y el oxalato, la configuración de la prueba y el procedimiento fue la misma que la descrita en el ejemplo 2. El pH del agua de prueba se ajustó a pH 2,0. La concentración de oxalato de calcio calculada fue de 110 mg/L; el oxalato se añadió en una relación estequiométrica y el calcio en una relación estequiométrica de cinco veces. La siguiente tabla presenta los ciclos máximos de concentración (COC) observados para los inhibidores de incrustaciones. Los inhibidores se dosificaron de nuevo en 25 ppm para el poliacrilato, 25 ppm para el poliaspartato y en la mezcla 10 ppm de poliacrilato y 15 ppm de poliaspartato. Las dosis se dan en ppm en forma de sólidos.

TABLA 2

	Ciclos máximos de concentración
PASP	1,9
PAA	1,5
Mezcla	2,8

[0044] También puede observarse un efecto sinérgico a un pH inferior y a una concentración de oxalato de calcio superior. El producto mezclado se portó significativamente mejor que los polímeros individuales. El sistema podría estabilizarse a unos COC máximos más altos.

[0045] Ejemplo 4. Muestra el rendimiento de una mezcla de poliacrilato/poliaspartato en comparación con los polímeros individuales utilizando un método de prueba de inhibición estática de incrustaciones por evaporación a un pH de 6,5 y 9,0.

[0046] La solubilidad del oxalato de calcio en función del pH se muestra en la Figura 6.

[0047] Ejemplo 5, la solubilidad del cloruro y calcio a un pH de 6,5 y 9,0 es incluso superior a 7,5 mg/L en comparación con 1,2 mg/L en el pH previamente probado de 4,0. Por lo tanto, se esperan resultados similares en cuanto al funcionamiento de inhibición de incrustaciones. Se eligió una configuración de prueba para probar la eficacia de la estabilización a dos ciclos de concentración (COC). Se escogió un punto en la zona donde se espera un sistema estable, se analizó un segundo punto en el que se espera que el sistema sea inestable. De esta manera, puede identificarse un intervalo para cada composición en el que el sistema se vuelve inestable.

[0048] Se ajustó una solución de dihidrato de cloruro de calcio y oxalato de sodio en agua desmineralizada a pH 6,5, se agitaron, respectivamente, 9,0 en un vaso de precipitados usando un agitador magnético. La temperatura se fijó a 40°C. La concentración de oxalato de calcio calculada fue de 15 mg/L. Se añadió el producto de prevención de incrustaciones antes de que se añadiera el oxalato de sodio a la solución de cloruro de calcio. Los inhibidores se dosificaron en 25 ppm para el poliacrilato, 25 ppm para el poliaspartato, o en la mezcla 10 ppm de poliacrilato y 15 ppm de poliaspartato. Se utilizó un flujo de aire para provocar la evaporación. Debido a la evaporación el agua de prueba se concentró. Como se ha descrito antes, se tomó una muestra en dos puntos de medición. La muestra se filtró a través de un filtro de 0,45 µm, seguido por la determinación de concentración de cloruro y calcio utilizados para calcular los COC.

[0049] TABLA 3, presenta los intervalos de COC donde el sistema se vuelva inestable,

TABLA 3

	COC	
	pH6.5	pH9
PASP	3,0 - 3,9	3.0 - 4.0
PAA	2,3 - 3,4	2,8 - 3,6
Mezcla	4,6 - 7,8	4,5 - 7,5

[0050] Como puede verse a partir de este estudio, se observa un efecto sinérgico a pH 6,5 y 9,0. Podría alcanzarse un intervalo de COC significativamente mayor con el producto mezclado que con el polímero individual.