

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SOLICITUD FASE NACIONAL - PCT

1 Título de la Invención(200 caracteres o espacios máximos)

COMPOSICIONES PARA TRATAMIENTO DE AGUAS Y MÉTODOS PARA USO DE LAS MISMAS

2 Datos del Solicitante / Titular

Nombre:	AGUAS DE MANIZALES S.A. E.S.P.	Dirección Electrónica:	ccaro@pons.com.co
Dirección:	Av. Kevin Angel 59-181 Manizales (CO)	Domicilio/País de constitución:	COLOMBIA - CALDAS - MANIZALES
Identificación: ☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☒ NIT Número: 0000-		Tipo Empresa: ☐ GRAN EMPRESA ☒ OTRO ☐ MICROEMPRESA ☐ UNIVERSIDADES ☐ MEDIANA EMPRESA ☐ PEQUEÑA EMPRESA ☐ PERSONAL ☐ ENTIDADES DE ANIMO DE LUCRO	

3 Solicitantes

	Apellidos - Nombres o Razón Social	Tipo	Identificación
1.	AGUAS DE MANIZALES S.A. E.S.P.	NI	0000
2.	CUERO RENGIFO RAUL	CC	0000

3.	LONDOÑO MURILLO JULIANA		CC	0000
4	Datos del Inventor			
Nombre:		RAUL CUERO RENGIFO	Dirección Electrónica:	ccaro@pons.com.co
Dirección:		7219 Prairie Village, Cypress, TX 77433 (US)	Domicilio/País de constitución:	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA - TEXAS - CYPRESS
Identificación: ☒ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE Número: 0000-		☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT		
5	Inventor(es)			
Apellidos - Nombres		Domicilio		
1.	CUERO RENGIFO RAUL	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA		
2.	LONDOÑO MURILLO JULIANA	COLOMBIA		
6	Datos Inventor(es)			
País de Residencia		Departamento/Estado	Ciudad	Dirección
1.	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	TEXAS	CYPRESS	7219 Prairie Village, Cypress, TX 77433 (US)
2.	COLOMBIA	CALDAS	CHINCHINA	Calle 10 No. 9a-52, Chinchina Caldas (CO)
7	Datos del Representante Legal / Apoderado			

Nombre:	CLAUDIA LUCIA CARO RAMIREZ	Dirección Electrónica:	CCARO@PONS.COM.CO
Dirección:	CALLE 94 A NR. 11 A -32 OF 306	Domicilio/País de constitución:	COLOMBIA - BOGOTA D.C. - BOGOTA D.C.
Identificación: ☒ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ NIT ☐ PASAPORTE Número: 40017374-			
Presentación de Poder			
Año de Radicación			
Número de Radicación			
8	Datos Solicitud: PCT / WO		
Número Solicitud:	PCT/US2014/039642	Fecha Solicitud:	28/05/2014
Número Publicacion:	WO/2014/193868	Fecha Publicacion:	12/04/2014
9	Declaraciones de prioridad	☒ SI ☐ NO	
1.	(33) País de origen ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	Codigo del país US	(31) No. Solicitud 61/828,376
			(32) Fecha 29/05/2013
10	Reivindicaciones		
Número reivindicaciones:		19	Pago Reivindicaciones: Si
11	Reducción de tasas.		
Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente. ☐ SI ☒ NO Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.			
☐ Micro, pequeñas y medianas empresas ☐ Universidades públicas o privadas ☐ Entidades sin ánimo de lucro			

Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos

12 Documentos Anexos

- ☒ Reivindicaciones
- ☒ Descripción
- ☐ Dibujos y/o Figuras
- ☐ Resumen
- ☐ Certificado Depósito Material Biológico
- ☐ Uso de Conocimiento tradicional
- ☐ Listado de secuencias
- ☐ Artes finales 12 x 12 cm
- ☐ Poderes, si fuere el caso
- ☐ Copia de la primera solicitud si se reivindica prioridad
- ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad
- ☐ Otros Anexos

COMPOSICIONES PARA TRATAMIENTO DE AGUAS Y MÉTODOS PARA USO DE LAS MISMAS

Referencia cruzada a una solicitud relacionada

- 5 Esta solicitud reivindica prioridad de la Solicitud Provisional de los Estados Unidos Serie Nº 61/828,376 presentada el 29 de mayo de 2013. La solicitud se incorpora aquí en su totalidad para todas sus enseñanzas.

Antecedentes

Muchos procesos comerciales generan aguas residuales y/o llevan a la contaminación
10 de aguas subterráneas, lagos, corrientes y ríos. Los desechos de minería tales como lodos contienen una gran proporción de agua, y las aguas de enfriamiento para altos hornos utilizados en el procesamiento de hierro y acero están contaminadas frecuentemente con hidrocarburos aromáticos policíclicos, amoníaco, cianuro, ácidos, hierro y especies químicas relacionadas. La industria química produce grandes
15 cantidades de aguas residuales que pueden estar contaminadas con intermediarios de síntesis química, plastificantes y productos terminados incluyendo productos farmacéuticos, pesticidas y similares. El agua de la agricultura y de la industria de procesamiento de alimentos puede contener grandes cantidades de materia orgánica, así como especies microbianas potencialmente nocivas tales como las encontradas en
20 los tractos intestinales de animales sacrificados para la producción de carne. Adicionalmente, las aguas residuales municipales pueden contener microorganismos, detergentes, surfactantes, trazas de productos farmacéuticos y otros contaminantes. Adicionalmente, las aguas residuales deben ser almacenadas, lo cual puede ser costoso y puede requerir un gran compromiso de espacio, o además deben ser
25 procesadas de tal manera que sean seguras antes de descargarlas de regreso al ambiente.

Los contaminantes en las aguas residuales pueden impactar negativamente la salud humana. Puesto que la mayoría de los animales de ganadería son tratados profilácticamente con antibióticos, se están haciendo más comunes las bacterias
30 resistentes a antibióticos. Pueden encontrar su camino en los suministros de agua a

través de procesamientos defectuosos en plantas de empaque de carne. La resistencia a los antibióticos es una amenaza seria a la salud pública y es responsable de muchas hospitalizaciones y muertes cada año. Los patógenos originados en el agua, por otro lado, son especialmente problemáticos en países en desarrollo sin instalaciones adecuadas para sanitación y/o tratamiento de aguas, así como en áreas remotas donde los residentes deben confiar en aguas de pozo para beber, lavar y cocinar. Otros contaminantes en suministros de agua incluyen carcinógenos (por ejemplo pesticidas, plastificantes, hidrocarburos aromáticos policíclicos), metales pesados y perturbadores del sistema endocrino; son responsables de un amplio rango de problemas de salud tanto en humanos como en animales domésticos. Aun ausentes los contaminantes antes mencionados, el material en partículas puede hacer que el agua potable sea turbia y pueden interferir con el sabor y olor del agua. Adicionalmente, el material orgánico disuelto puede proveer nutrientes a algas y otros microorganismos acuáticos, llevando así a explosiones de algas tóxicas, las cuales evitan el uso recreativo de las aguas y pueden causar daño a peces y otras poblaciones marinas.

Ya hay en el mercado para el usuario doméstico una variedad de dispositivos diseñados para purificar agua. Estos incluyen filtros para refrigeradores, grifos, jarras de agua y similares, así como sistemas completos para casas que hacen uso de desinfección ultravioleta, ósmosis reversa y técnicas relacionadas. Sin embargo, estos dispositivos frecuentemente son costosos de instalar, requieren partes de reemplazo costosas a intervalos regulares, y no son soluciones prácticas para los problemas de calidad del agua en áreas que carecen de suministros de agua municipales y/o fuentes de electricidad resistentes y confiables.

En el arte se conocen diversos métodos para tratar aguas municipales, aguas de pozo y aguas residuales. Por ejemplo, pueden usarse tabletas de cloro y/o yodo para desinfectar pequeñas cantidades de agua para uso personal. Mientras que son efectivas para matar bacterias, esas tabletas no retiran metales pesados, materia orgánica ni material en partículas del agua. Adicionalmente, dependiendo del contenido mineral del agua, la desinfección basada en cloro y yodo puede llevar a decoloración y/o cambios en el sabor que hacen que el agua tratada no sea paladeable.

Se han propuesto varios sistemas poliméricos como floculantes o agentes de clarificación para ser usados en el tratamiento de aguas. Sin embargo, estos frecuentemente tienen efectos colaterales indeseados. Por ejemplo, los sistemas de ion metálico/polisacárido que contienen iones plata pueden ser no deseables para el
5 tratamiento de agua potable debido al costo y a la tendencia de los iones plata a bioacumularse, produciendo decoloración en la piel e incluso envenenamiento por plata. Los coagulantes que contienen aluminio pueden contribuir a toxicidades en el desarrollo y/o neurológicas en ambientes ácidos. Otros sistemas de purificación de agua basados en polímeros requieren de numerosos componentes adicionales tales
10 como arcillas, desinfectantes basados en cloro, ingredientes que alteran el pH, sales metálicas y similares. El alto número de ingredientes o componentes en tales sistemas incrementa los gastos asociados con la purificación del agua así como el nivel de experiencia requerido de los operarios que llevan a cabo la purificación. Adicionalmente, algunos polímeros utilizados en los procesos de purificación de agua
15 experimentan problemas de solubilidad o son requeridos en cantidades altas para ser efectivos.

Sería así deseable desarrollar un sistema no costoso, seguro y fácil de usar para purificar agua de pozo, suministros de agua municipales y/o aguas residuales.

Descripción

20 Se describen aquí compuestos y composiciones útiles para eliminar contaminantes del agua, así como métodos para hacer y usar los compuestos y composiciones. Las composiciones contienen una fuente de iones galio y un polisacárido, los cuales no son costosos y son seguros para el ambiente. En un aspecto, los métodos descritos aquí incluyen poner en contacto agua contaminada con la fuente de iones de galio y
25 polisacáridos, permitiendo que se formen flóculos o precipitados que contienen los contaminantes, y separando los flóculos o precipitados del agua.

Las ventajas de la invención se definen en parte en la descripción que sigue, y en parte serán obvias a partir de la descripción, o pueden ser aprendidas a partir de la práctica de los aspectos descritos a continuación. Las ventajas descritas más adelante serán
30 realizadas y alcanzadas por medio de los elementos y combinaciones particularmente señalados en las reivindicaciones anexas. Debe entenderse que tanto la descripción

general antecedente como la descripción detallada que sigue son de ejemplo y explicativas únicamente y no restrictivas.

Descripción detallada

Antes de que se divulguen y describan los presentes compuestos, composiciones,
5 artículos, dispositivos y/o métodos, debe entenderse que los aspectos descritos a continuación no están limitados a compuestos, métodos sintéticos o usos específicos, puesto que los mismos pueden, desde luego, variar. También debe entenderse que la terminología usada aquí tiene como propósito describir aspectos particulares solamente y no está prevista para ser limitante.

10 En esta especificación y en las reivindicaciones que siguen, se hará referencia a un cierto número de términos que se definirán con los siguientes significados:

Debe anotarse que, tal como se usa en la especificación y en las reivindicaciones anexas, las formas singulares "un" "una" y "el/la" incluye referentes plurales a menos que el contexto dicte claramente otra cosa. Así, por ejemplo, la referencia a "un
15 polisacárido" incluye mezclas de dos o más polisacáridos.

"Opcional" o "opcionalmente" significa que el evento o circunstancia descrito subsecuentemente puede o puede no ocurrir y que la descripción incluye casos donde el evento o circunstancia ocurre y casos en donde no. Por ejemplo, la expresión "tratado opcionalmente por una técnica de purificación de agua adicional" significa que
20 una técnica de purificación de agua adicional puede o puede no ser ejecutada.

Tal como se utiliza aquí, el término "aproximadamente" se utiliza para proveer flexibilidad a un punto final de un rango numérico proveyendo que un valor dado puede estar "un poco por encima" o "un poco por debajo" del punto final sin afectar el resultado deseado. Pueden expresarse rangos aquí, como desde "aproximadamenteò
25 un valor particular, y/o hasta ñaproximadamenteò otro valor particular. Cuando se expresa tal rango, otro aspecto incluye desde el un valor particular y/o hasta otro valor particular. De manera similar, cuando se expresan valores como aproximaciones, mediante el uso de la palabra antecedente "aproximadamente", se entenderá que el valor particular forma otro aspecto. Se entenderá adicionalmente que los puntos finales

de cada uno de los rangos son significativos tanto en relación con el otro punto final e independientemente del otro punto final.

"Mezclar" o "mezclas" se refiere a una combinación de dos o más componentes juntos en donde no hay reacción química o interacción física. Los términos "mezclar" y
5 "mezclas" también pueden incluir la reacción química o interacción física entre cualquiera de los componentes descritos aquí al mezclar o producir la composición. Los componentes pueden ser mezclados solos, en agua, en otro solvente o en una combinación de solventes.

"Aguas residuales" tal como se utiliza aquí es agua contaminada, en donde la
10 contaminación resulta directa o indirectamente de la actividad humana.
"Contaminantes" incluyen, pero no se limitan a, microorganismos y sus esporas, detergentes y surfactantes, fertilizantes, metales pesados, aceite o petróleo, productos farmacéuticos y otros compuestos orgánicos, pesticidas, aceites usados para cocinar o lubricar, residuos biodegradables, altos niveles de ácido o álcali, aguas de alcantarilla,
15 subproductos de procesos industriales y similares.

"Bacterias coliformes" son bacterias en forma de barra, Gram-negativas, no formadoras de esporas. Pueden encontrarse en agua, plantas, en los tractos intestinales de animales de sangre caliente, en el suelo, y en otros lugares, y son capaces de fermentar la lactosa. La presencia de bacterias coliformes en una muestra de alimento
20 o agua se utiliza frecuentemente como un indicador de que otros microorganismos de origen fecal, incluyendo microorganismos patógenos, pueden estar presentes en la muestra. Los géneros de bacterias coliformes incluyen *Escherichia*, *Salmonella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* y *Hafnia*. Las bacterias "Coliformes fecales" son aquellas bacterias coliformes asociadas específicamente con las heces de
25 animales de sangre caliente e incluyen organismos tales como, por ejemplo, *Escherichia coli*.

Tal como se utiliza aquí, "unidades formadoras de colonias" o "CFUs" son estimados del número de células bacterianas o fúngicas viables en una muestra. Con el fin de determinar el recuento CFU de una muestra, se introduce una muestra en una caja de
30 petri mediante cualquiera de un cierto número de métodos conocidos en el arte. La caja de petri contiene un medio de cultivo adecuado. Un practicante experimentado sabrá

cómo seleccionar un medio de cultivo apropiado dependiendo del organismo que se va a contar. Después de la introducción en la caja petri, la caja es incubada durante un período de tiempo dado y se cuentan las colonias bacterianas que se hayan formado. CFU/placa ("conteo en placas") pueden convertirse en CFU/g o CFU/mL puesto que la
5 cantidad original de muestra introducida en la caja petri es conocida.

En los métodos divulgados aquí, el crecimiento microbiano también puede establecerse mediante métodos de "turbidez". Cuando los microorganismos son cultivados en cultivos líquidos, con el tiempo, hacen que el medio de cultivo se haga nuboso o "turbio".

10 El nivel de turbidez puede ser leído pasando una luz a través de un contenedor que contiene una alícuota de medio de cultivo líquido. La luz es dispersada por el material en la alícuota de cultivo líquido y un medidor de turbidez puede convertir la dispersión de la luz en una señal que puede ser leída por un ordenador u otro sensor. En otros aspectos, los métodos de turbidez pueden ser utilizados para establecer la cantidad de
15 material en partículas no microbiano en una muestra líquida.

Un "oocisto" es una espora de un protozooario apicomplejo (por ejemplo, *Plasmodium*, *Cryptosporidium*, *Toxoplasma* y similares). El oocisto protege el cigoto en desarrollo; en algunos organismos, el oocisto existe durante períodos largos fuera de un huésped. En ciertos aspectos, el oocisto es la etapa infecciosa en el ciclo de vida del protozooario.

20 Tal como se utiliza aquí, "residuo" es un monómero dentro de una cadena polimérica, como un residuo de monosacárido en un polisacárido. Así, por ejemplo, el quitosano está constituido de residuos GlcN y NAG.

"Agitación" y "agitar" tal como se utilizan aquí, se refieren a batir, revolver, someter a vórtex, mecer u otros métodos para perturbar un recipiente que contiene una solución
25 en suspensión, con el fin de asegurar una mezcla exhaustiva de los componentes. En algunos aspectos, la agitación puede evitar la precipitación de componentes de una solución o suspensión. La agitación puede ser continua o puede ocurrir durante períodos de tiempo breves seguida por períodos de descanso.

"Floculación" se refiere al proceso en donde un material suspendido cae desde una
30 suspensión. El material suspendido puede ser retirado entonces por una técnica

conocida en el arte tal como, por ejemplo, filtración, decantación, sedimentación, centrifugación u otra técnica. El material suspendido se denomina "flocs", "flocos", "flocas", "flocos" o "flóculos". Un "floculante" o "agente clarificante" es un compuesto químico que puede ser agregado a una suspensión para ayudar en la formación de flóculos.

- 5 "Sedimentación" tal como se utiliza aquí es un método para la separación de flóculos desde una suspensión. En sedimentación, un reservorio de líquido es mantenido en quietud durante largo tiempo, permitiendo que la gravedad actúe sobre los flóculos. Los flóculos entonces se depositan en el fondo del reservorio del líquido. En algunos aspectos, el líquido es retirado de los sólidos depositados. En otros aspectos, se
10 utilizan medios mecánicos para retirar de manera continua los sólidos depositados.

Tal como se utiliza aquí, "decantación" es un proceso para separar un sólido sedimentado o precipitado desde una capa superyacente de líquido. La decantación puede ser llevada por vertimiento simple desde cualquier matraz o recipiente o puede usarse un recipiente especial ("decantador"). Una solución o suspensión puede ser
15 centrifugada opcionalmente para formar materiales sólidos en forma de pella antes de la decantación.

Tal como se utiliza aquí, "precipitación" es un proceso en el cual se agrega un agente químico a una solución. Este agente químico reacciona con un componente de la solución, haciendo que se forme un sólido ("precipitado"). El precipitado puede formar
20 una suspensión en el líquido portador, o, si es de suficiente tamaño y densidad, puede depositarse en el fondo del contenedor que contiene la solución, donde puede ser retirado mediante una técnica tal como filtración, decantación o similares.

Una "prueba de jarra" tal como se utiliza aquí es un método para establecer múltiples regímenes de tratamiento de aguas en paralelo. Una prueba de jarra puede llevarse a
25 cabo obteniendo múltiples recipientes idénticos ("jarras") y llenándolos con alícuotas de agua de la misma fuente. Una especie tal como un floculante puede ser agregada a cada jarra. En un aspecto, diferentes cantidades del mismo floculante pueden ser agregadas a cada jarra para determinar la dosificación óptima. En otro aspecto, las jarras son batidas vigorosamente o agitadas de alguna otra manera para ayudar en la
30 dispersión del floculante y la formación de flóculos. En un aspecto adicional, la calidad del agua en las jarras es establecida después de un período de agitación.

Referencias en la especificación y en las reivindicaciones concluyentes a partes en peso, de un elemento o componente particular en una composición o artículo, denota la relación en peso entre el elemento o componente y cualesquiera otros elementos o componentes en la composición o artículo para los cuales se expresa una parte en peso. Así, en un compuesto que contiene 2 partes en peso de componente X y 5 partes en peso de componente Y, X y Y están presentes en una relación en peso de 2:5 y están presentes en tal relación independientemente de si hay componentes adicionales contenidos en el compuesto.

Un porcentaje en peso de un componente, a menos que se establezca específicamente lo contrario, se basa en el peso total de la formulación o composición en la cual está incluido el componente.

Concentraciones, cantidades y otros datos numéricos pueden ser expresados o presentados aquí en un formato de rango. Debe entenderse que tal formato de rango es utilizado únicamente para conveniencia y brevedad y que así debe ser interpretado de manera flexible para incluir no solamente los valores numéricos explícitamente citados como límites del rango, sino también incluir todos los valores o subrangos numéricos individuales abarcados dentro de los rangos como si cada valor numérico y subrango se citaran explícitamente. Como ilustración, un rango numérico de aproximadamente 1 a 5" debe interpretarse incluyendo no solamente los valores citados explícitamente de aproximadamente 1 a aproximadamente 5, sino también incluyendo valores y subrangos individuales dentro del rango indicado. Así, incluidos en este rango numérico están los valores individuales tales como 2, 3 y 4 y subrangos como 1-3, 2-4 y 3-5, así como 1, 2, 3, 4 y 5, individualmente. El mismo principio aplica a rangos que citan solamente un valor numérico como un mínimo o máximo. Adicionalmente, tal interpretación debería aplicarse independientemente del alcance del rango o las características que están siendo descritas.

Se divulgan materiales y componentes que pueden ser utilizados para, pueden ser utilizados en conjunción con, pueden ser utilizados en la preparación para, o son productos de las composiciones y métodos divulgados. Estos y otros materiales son divulgados aquí, y se entiende que cuando se divulgan combinaciones, subconjuntos, interacciones, grupos, etc. de estos materiales, a la vez que puede no divulgarse

explícitamente una referencia específica de cada una de las diversas combinaciones y permutaciones individuales y colectivas de estos compuestos, cada una está contemplada y descrita específicamente aquí. Por ejemplo, si se divulga y discute un polisacárido y se discute un número de diferentes fuentes de iones galio, todas y cada una de las combinaciones y permutaciones de polisacárido y sal de galio que sean posibles están contempladas específicamente a menos que se indique específicamente lo contrario. Por ejemplo, si una clase de moléculas A, B y C es divulgada, así como una clase de moléculas D, E y F y un ejemplo de una combinación de molécula A-D es divulgado, entonces si cada uno no es citado individualmente, cada uno es contemplado individual y colectivamente. Así, en este ejemplo, cada una de las combinaciones A-E, A-F, B-D, B-E, B-F, C-D, C-E y C-F está contemplada específicamente y debería ser considerada como divulgada a partir de la divulgación de A, B, y C; D, E, y F; y la combinación de ejemplo de A-D. De la misma manera, cualquier subconjunto o combinación de estos también se contempla y divulga específicamente. Así como por ejemplo, el subgrupo de A-E, B-F y C-E está contemplado específicamente y debería ser considerado como divulgado a partir de la divulgación de A, B, y C; D, E, y F; y la combinación de ejemplo A-D. Este concepto se aplica a todos los aspectos de esta divulgación incluyendo, pero no limitándose a, las etapas y métodos para hacer y usar las composiciones divulgadas. Así, si hay una variedad de etapas que puedan ser ejecutadas, se entiende que cada una de estas etapas adicionales puede ser llevada a cabo con cualquier realización o combinación específica de realizaciones de los métodos divulgados y que cada una de tales combinaciones está contemplada específicamente y debería ser considerada como divulgada.

Se describen aquí compuestos y composiciones útiles para retirar contaminantes del agua, así como métodos para hacer y usar los compuestos y composiciones. Cada componente usado en las composiciones y métodos descritos aquí se provee a continuación.

I. Polisacárido

Los métodos descritos aquí involucran poner en contacto agua con un polisacárido. Tal como se utiliza aquí un "polisacárido" es un polímero compuesto de monosacáridos

enlazados covalentemente. Los monosacáridos en el polisacárido pueden ser idénticos, o el polisacárido puede estar compuesto de una mezcla de unidades monosacárido. El polisacárido puede ser natural o sintético, o puede ser un polisacárido natural que ha sido modificado químicamente. "Polisacárido" tal como se utiliza aquí incluye también
5 mezclas de dos o más polisacáridos.

En un aspecto, el polisacárido incluye, por ejemplo, quitosano, glucosamina (GlcN), *N*-acetil-D-glucosamina (NAG), o cualquier combinación de los mismos. En un aspecto, el polisacárido es quitosano que es acetilado hasta un grado específico de acetilación con el fin de potenciar la floculación, precipitación y sedimentación de contaminantes del
10 agua.

En un aspecto, el quitosano va desde aproximadamente 60% a aproximadamente 100% acetilado, desde aproximadamente 70% hasta aproximadamente 90% acetilado, desde aproximadamente 70% hasta aproximadamente 80% acetilado, o aproximadamente 80% acetilado. En otro aspecto, el quitosano útil aquí es extraído de
15 caparazones de artrópodos o crustáceos, hongos y/o microorganismos utilizando técnicas conocidas en el arte. En otro aspecto, el quitosano es extraído de caparazones de cangrejo. En otro aspecto, el quitosano es extraído de caparazones de gambas. En los ejemplos se proveen procedimientos de ejemplo para producir y aislar el quitosano.

20 El peso molecular del quitosano puede variar. Por ejemplo, el quitosano puede comprender 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, o cualquier rango de los mismos GlcN y/o unidades NAG. En otro aspecto, el quitosano puede incluir 5 a 7 GlcN y/o unidades NAG.

En un aspecto, el quitosano es agregado al agua que contiene los contaminantes. En
25 un aspecto, el quitosano va de 0.0001 a 0.5% en peso del agua a que va a ser tratada. En otro aspecto, el quitosano puede ser agregado al agua en diferentes concentraciones tales como, por ejemplo, 0.0001%, 0.0005%, 0.001%, 0.002%, 0.005%, 0.01%, 0.02%, 0.05%, 0.1%, 0.2%, 0.5% o, un rango del mismo por peso con respecto al agua que va a ser tratada.

30 II. Fuentes de iones galio

Los métodos descritos aquí involucran poner en contacto agua con una fuente de iones galio. Tal como se utiliza aquí, una fuente de iones galio es cualquier compuesto de galio que cuando se introduce en agua produce iones Ga^{+3} .

En un aspecto, la fuente de iones galio es introducida en el agua disolviendo una sal de galio en el agua. En otro aspecto, la fuente de iones galio es un compuesto de galio con un ión contraión compuesto de uno o más átomos de nitrógeno. Un ejemplo de tal compuesto es $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$.

En un aspecto, la fuente de iones galio va de 0.0001 a 0.5% en peso del agua que va a ser tratada. En otro aspecto, la fuente de iones galio puede ser agregada al agua en diferentes concentraciones tales como, por ejemplo 0.0001%, 0.0005%, 0.001%, 0.002%, 0.005%, 0.01%, 0.02%, 0.05%, 0.1%, 0.2%, 0.5%, o cualquier rango de los mismos en peso con respecto al agua. Debe anotarse que el galio y los iones galio (III) se reconocen generalmente por tener baja toxicidad o por ser no tóxicos a humanos y animales.

15 **III. Tratamiento del agua**

En ciertos aspectos, el agua que va a ser tratada es agua residual como se define más arriba. Agua residual puede incluir, por ejemplo, agua de perforaciones, agua de fractura, agua de sentina, alcantarillados, agua usada en procesos industriales, escorrentías agrícolas, residuos mineros, aguas residuales municipales, o cualquier otra fuente de agua que contenga contaminantes resultantes de actividades humanas (incluyendo prácticas agrícolas tales como cría de animales y procesamiento de carnes). En otros aspectos, el agua es agua de pozo o es de un suministro de aguas municipales.

El agua es tratada poniendo en contacto el agua con una fuente de iones galio y un polisacárido. En un aspecto, el agua es puesta en contacto primero con la fuente de iones galio y luego puesta en contacto con un polisacárido. En otro aspecto, el agua es puesta en contacto primero con un polisacárido y luego puesta en contacto con la fuente de iones galio.

En aún otro aspecto, el agua que va a ser tratada es puesta en contacto

simultáneamente con un polisacárido y una fuente de iones galio.

En un aspecto, el polisacárido de la fuente de iones galio son disueltos separadamente en contenedores diferentes. En un aspecto, el kit incluye

- (a) una primera composición que comprende un polisacárido y agua; y
- 5 (b) una segunda composición que comprende una fuente de iones galio y agua.

En otro aspecto, el polisacárido y las fuentes de iones galio son mezclados antes de ser disueltos en un solvente. En otro aspecto, la fuente de iones galio y el polisacárido son disueltos separadamente en un solvente y luego mezclados. En estos aspectos, el polisacárido y la fuente de iones galio están en una composición. En algunos aspecto,
10 el solvente es agua. En otros aspectos, está presente un cosolvente tal como ácido acético glacial. Aquí, el ácido acético glacial es de la composición de quitosano. El uso de ácidos adicionales tales como, por ejemplo, ácido nítrico, no es requerido. Así, en un aspecto, las composiciones compuestas de la sal de galio (por ejemplo, nitrato de galio) y quitosano no requieren la adición de ácido nítrico u otros ácidos para ser usados en
15 combinación uno con otro.

En ciertos aspectos, la fuente de iones galio, polisacárido y agua que va a ser tratada son mezclados para formar una composición. En estos aspectos, la composición es agitada por un método conocido en el arte tal como, por ejemplo, batir, revolver, someter a vórtex, mecer, u otro método. En algunos aspectos, la agitación ocurre en
20 dos etapas.

En un aspecto, la primera etapa de agitación involucra batir, y el batido se lleva a cabo a 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 150, 300, 400, 500 rpm, o cualquier rango de los mismos. En este aspecto, la primera etapa de agitación dura de 1 minuto a 10 minutos.

En otro aspecto, la segunda etapa de agitación inmediatamente sigue a la primera
25 etapa de agitación. En algunos aspectos, la segunda etapa de agitación también involucra batir, y el batido se lleva a cabo a 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, rpm, o cualquier rango de los mismos. En estos aspectos, la segunda etapa de agitación dura de 10 minutos a 30 minutos.

En un aspecto adicional, una etapa de floculación y/o precipitación sigue a una o ambas de las etapas de agitación. En este aspecto, la composición que contiene el agua que va a ser tratada, la fuente de iones galio, y el polisacárido se deja en reposo durante 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 60, 120, o cualquier rango de los mismos en minutos
5 tiempo durante el cual los flóculos o precipitados se depositan en el fondo del contenedor como resultado de la acción de la gravedad.

En un aspecto, la primera etapa de agitación involucra batir a 100 rpm durante 2 minutos, la segunda etapa de agitación involucra batir a 40 rpm durante 20 minutos, y la etapa de precipitación y/o floculación se lleva a cabo durante 20 minutos.

- 10 En otro aspecto, pueden utilizarse filtración, sedimentación, centrifugación, decantación u otro método opcionalmente para eliminar precipitados o flóculos del agua tratada.

En algún aspecto, el pH de cualquier solución o composición en cualquier etapa del proceso de tratamiento puede ser ajustado. En un aspecto, el pH de la composición que contiene la fuente de iones galio, polisacárido y agua que va a ser tratada se ajusta
15 con el fin de optimizar la eliminación de contaminantes del agua. En un aspecto, el pH de la composición que contiene la fuente de iones galio, polisacárido y agua que va a ser tratada se ajusta a 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 7, 8 o 9 o cualquier rango de los mismos utilizando reguladores, ácidos, bases u otros compuestos conocidos en el arte. En otro aspecto, el pH del agua que va a ser tratado va de 2 a 5, de 2 a 4, de 3 a 4, o
20 aproximadamente 3.5. En un aspecto, el pH de la composición de quitosano va de 4.5 a 5. Subsecuentemente, se agrega la composición de iones galio a la composición de quitosano, y el pH de la solución final se ajusta a 5.5 a 6. El pH del agua que va a ser tratada no necesita ser ajustado cuando se utilizan las composiciones descritas aquí.

Las composiciones y métodos descritos aquí pueden ser utilizados por lotes o en un
25 sistema continuo. Procedimientos de ejemplo para la eliminación por lotes de contaminantes del agua se proveen en los ejemplos. En el caso de eliminación continua de contaminantes, el polisacárido de la fuente de iones galio (juntos como una composición o separadamente) pueden ser inyectados en una línea que contiene el agua que va a ser tratada. El agua tratada puede ser procesada subsecuentemente
30 (por ejemplo, filtrada, tratada con otra técnica de purificación de agua, etc.).

En ciertos aspectos, los compuestos, composiciones y métodos divulgados aquí son efectivos en la eliminación de al menos un contaminante del agua. El grado de eliminación del contaminante puede variar. En un aspecto, las composiciones y métodos descritos aquí pueden eliminar del 50% al 100% de uno o más contaminantes.

- 5 En un aspecto, las composiciones y métodos descritos aquí pueden ser útiles en eliminar físicamente un contaminante del agua. Por ejemplo, las composiciones descritas aquí pueden ser agregadas al agua, y se forma subsecuentemente un precipitado que puede ser eliminado fácilmente del agua. En un aspecto, los compuestos metálicos tales como óxidos de cobre, zinc, aluminio e hierro pueden ser
10 eliminados del agua que va a ser tratada utilizando las composiciones y métodos descritos aquí.

En otro aspecto, las composiciones y métodos descritos aquí pueden ser útiles en la eliminación de una o más especies microbianas en el agua. La expresión "eliminar una o más especies microbianas en el agua" incluye la muerte de las especies en el agua
15 y/o la eliminación física de las especies del agua (muertas o vivas). En un aspecto, las especies microbianas pueden ser hongos, algas, bacterias, protozoos, arqueas, virus, parásitos del agua (por ejemplo, género de *Plasmodium* que causa malaria) o combinaciones de los mismos. En ciertos aspectos, las especies microbianas son patogénicas para los humanos o animales.

- 20 En un aspecto, se eliminan hongos del agua utilizando los compuestos, composiciones y métodos divulgados aquí. En un aspecto adicional, los hongos son seleccionados de los géneros *Candida*, *Aspergillus*, *Cryptococcus*, *Histoplasma*, *Pneumocystis*, *Stachybotrys*, o una combinación de los mismos.

En otro aspecto, se eliminan algas del agua utilizando los compuestos, composiciones
25 y métodos divulgados aquí. En un aspecto adicional, las algas son seleccionadas de los géneros *Pseudochattonella*, *Vicicitus*, *Chattonella*, *Fibrocapsa*, *Heterosigma*, *Dinophysis*, *Phalacroma*, *Alexandrium*, *Coolia*, *Gambierdiscus*, *Gessnerium*, *Gonyaulax*, *Lingulodinium*, *Ostreopsis*, *Pyrodinium*, *Amphidinium*, *Cochlodinium*, *Gymnodium*, *Karenia*, *Karlodinium*, *Takayama*, *Azadinium*, *Heterocapsa*, *Pfiesteria*,
30 *Protoperidinium*, *Pseudopfiesteria*, *Procentrum*, *Chrysochromulina*, *Phaeocystis*,

Prymnesium, *Halamphora*, *Nitzschia*, *Pseudonitzschia*, o una combinación de los mismos.

En todavía otro aspecto, se eliminan protozoos del agua usando los compuestos, composiciones y métodos divulgados aquí. En un aspecto adicional, los protozoos son
5 seleccionados de los géneros *Entamoeba*, *Giardia*, *Cryptosporidium*, *Trichomonas*, *Toxoplasma*, *Plasmodium*, *Acanthamoeba*, *Dientamoeba*, *Naegleria*, *Balamuthia*, *Balantidium*, *Trypanosoma*, o un oocisto de los mismos, o una combinación de los mismos.

En aún otro aspecto, se eliminan virus del agua usando los compuestos,
10 composiciones y métodos divulgados aquí. En un aspecto adicional, los virus son seleccionados de las familias *Adenoviridae*, *Herpesviridae*, *Papillomaviridae*, *Polyomaviridae*, *Poxviridae*, *Hepadnaviridae*, *Parvoviridae*, *Astroviridae*, *Caliciviridae*, *Picornaviridae*, *Coronaviridae*, *Flaviviridae*, *Togaviridae*, *Retroviridae*, *Orthomyxoviridae*, *Arenaviridae*, *Bunyaviridae*, *Filoviridae*, *Paramyxoviridae*, *Rhabdoviridae*, *Reoviridae*, o
15 una combinación de los mismos.

En todavía otro aspecto, se eliminan bacterias del agua usando los compuestos, composiciones y métodos divulgados aquí. En un aspecto, las bacterias son bacterias Gram-positivas y son seleccionadas de los géneros *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Enterococcus*, *Listeria*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, o una combinación de los
20 mismos. En otro aspecto, las bacterias son bacterias Gram-negativas y son seleccionadas de los géneros *Bordetella*, *Borrelia*, *Brucella*, *Campylobacter*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Francisella*, *Haemophilus*, *Hafnia*, *Helicobacter*, *Klebsiella*, *Legionella*, *Leptospira*, *Neisseria*, *Pseudomonas*, *Rickettsia*, *Salmonella*, *Serratia*, *Shigella*, *Treponema*, *Vibrio*, *Yersinia*, o una combinación de los mismos. En
25 un aspecto, las bacterias Gram-negativas son bacterias coliformes. En un aspecto adicional, las bacterias Gram-negativas son bacterias coliformes fecales. En un aspecto todavía adicional, las bacterias coliformes fecales son *Escherichia coli*. En otro aspecto, las bacterias son bacterias sin tinción Gram y son seleccionadas de los géneros *Chlamydia*, *Chlamydophila*, *Mycobacterium*, *Mycoplasma*, o una combinación
30 de los mismos.

En ciertos aspectos, los compuestos, composiciones y métodos divulgados aquí pueden ser usados opcionalmente en conjunción con una o más técnicas de purificación de agua adicionales, estas técnicas pueden incluir, por ejemplo, cloración, aireación, coagulación, floculación, sedimentación, filtración, decantación, desalinización, ebullición, autoclave, destilación, irradiación con UV, irradiación con rayos X, intercambio de iones, ósmosis reversa, ozonización, oxidación Fenton o foto-Fenton de compuestos orgánicos, precipitación de hierro, tratamiento con peróxidos, o una combinación de los mismos. En un aspecto, el agua que va a ser tratada aquí puede ser tratada primero con los métodos divulgados aquí y luego ser tratado utilizando otra técnica. En un aspecto alternativo, el agua que va a ser tratada aquí puede ser tratada primero usando una o más técnicas y puede luego ser tratada por los métodos divulgados aquí.

En algunos aspectos, pueden medirse alícuotas de agua en diversas etapas de tratamiento por los compuestos, composiciones y métodos divulgados aquí para determinar el crecimiento bacteriano. En un aspecto, se extraen alícuotas, se mezclan con un medio adecuado y agar, y se siembran en cajas de petri. En estos aspectos, después de algún período de incubación, se llevan a cabo recuentos en las cajas y se calculan los números de unidades formadoras de colonia (CFUs) en las alícuotas. En un aspecto adicional, las alícuotas para diversos esquemas de tratamiento pueden necesitar ser diluidas antes de la siembra para establecer el crecimiento bacteriano. Los métodos para tomar alícuotas, sembrar y diluir son conocidos en el arte y pueden ser logrados por un experto que tenga habilidad normal en el arte utilizando solamente experimentación razonable y de rutina.

En otros aspectos, las alícuotas son mantenidas en cultivo líquido y el crecimiento bacteriano se estima midiendo la turbidez de las soluciones de cultivo líquido después de un intervalo de tiempo dado.

En un aspecto, los compuestos, composiciones y métodos divulgados aquí son utilizados para tratar aguas residuales antes de descargarlas al ambiente. En otro aspecto, los compuestos, composiciones y métodos divulgados aquí son utilizados para tratar agua, tal como, por ejemplo, un suministro municipal de agua, o agua de pozo, antes de ser utilizada por humanos o animales domésticos.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos se definen de manera que provean a aquellos de experiencia normal en el arte una divulgación y descripción completa de cómo los compuestos, composiciones y métodos descritos y reivindicados aquí son hechos y evaluados, y
5 pretenden ser puramente de ejemplo y no pretenden limitar el alcance de lo que los inventores consideran como su invención. Se han hecho esfuerzos para asegurar exactitud con respecto a los números (por ejemplo, cantidades, temperaturas, etc.), pero pueden presentarse algunos errores y desviaciones. A menos que se indique otra cosa, partes son partes en peso, la temperatura está en °C o es temperatura ambiente,
10 y la presión es o es cercana la atmosférica. Pueden utilizarse numerosas variaciones y combinaciones de condiciones de reacción, por ejemplo, concentraciones de componentes, solventes deseados, mezclas de solventes, temperaturas, presiones y otros rangos de reacción y condiciones para optimizar la pureza del producto y rendimiento obtenido del proceso descrito. Solamente se requerirá de experimentación
15 razonable y de rutina para optimizar tales procesos y condiciones.

Ejemplo 1: Preparación de quitosano

Las caparazones de gambas son sometidas a un proceso de lavado y secado en un horno y luego son molidas de tal manera que se obtiene un tamaño de partícula más pequeño. Una vez que las caparazones de gambas están en la forma de polvo, el polvo
20 es sometido a desproteínización utilizando hidróxido de sodio al 10% p/v en una relación de 1/5 por volumen con un agitador eléctrico (250 RPM). Después de dos horas a una temperatura de 80°C, el polvo fue filtrado, lavado con agua, y luego el proceso de desproteínización se repitió con NaOH al 10%.

Una vez desproteínizado, el producto fue lavado con agua hasta neutralidad. Luego el
25 producto fue tratado con ácido clorhídrico al 5% v/v (relación de 1/5 por volumen de producto a ácido) y se agitó durante dos horas a 250 rpm a temperatura ambiente. El producto fue lavado, y el proceso anterior fue repetido con HCl. El producto fue lavado con agua para eliminar cualquier ácido residual.

El producto neutralizado fue secado durante 18 horas en un horno a 100°C hasta
30 humedad del 3% y un rendimiento del 20% del compuesto 1. El producto seco fue

sometido a desacetilación utilizando una solución de NaOH al 50% con agitación vigorosa a 250 rpm durante 4 horas a una temperatura de 100°C. La relación de producto a NaOH fue de 1/8 peso a volumen. La solución de NaOH fue eliminada y el sólido fue lavado para eliminar cualquier base. El producto fue secado dando como
5 resultado un rendimiento de 65% con respecto al compuesto 1. El producto quitosano final tenía un porcentaje de humedad de 1%.

Ejemplo 2: Protocolo para el tratamiento del agua

Se transfirieron soluciones de nitrato de galio y quitosano a diferentes proporciones en botellas de medio esterilizado (100 mL o 1 L). Después de 5 minutos, se agregó agua
10 residual suficiente para llenar las botellas hasta sus marcas de volumen máximo respectivas. Estas mezclas fueron agitadas a 1000 rpm a temperatura ambiente.

Durante la agitación, se retiraron alícuotas de las muestras de tratamiento. Las alícuotas fueron diluidas y transferidas a placas de agar utilizando métodos microbiológicos y protocolos tales como los sembrados por dilución, sembrado por
15 vertimiento e inoculación en superficie. Se utilizó medio selectivo CromoCult® en conjunción con el agar para determinar los niveles de *E. coli* (colonias azul oscuro a violeta después de la incubación) y coliformes totales (colonias color salmón a rojo, después de la incubación, siguiendo las instrucciones provistas por el fabricante. Los cultivos en agar/CromoCult® fueron incubados a 37°C durante 24 horas.

20 Los números de unidades formadoras de colonia (CFUs) fueron leídos de las placas después de la incubación y fueron utilizados para determinar el porcentaje de desinfección para cada tratamiento.

Ejemplo 3: Protocolo para la prueba de jarra

La prueba de jarra fue utilizada para comparar simultáneamente condiciones múltiples
25 para el tratamiento de aguas residuales. Un volumen de trabajo de 2 L fue utilizado durante cada experimento de la prueba de jarra. Se evaluaron diferentes relaciones de galio a quitosano. Adicionalmente, se evaluaron diferentes regímenes de agitación y tiempos de sedimentación/precipitación. Para la agitación inicial, se probaron valores de 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 150, 300, 400 y 500 rpm. Para la segunda agitación, se

probaron valores de 10, 20, 30, 40, 50, 60 y 80 rpm.

Los valores de sedimentación/precipitación incluyeron 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 60 y 120 minutos. Los valores óptimos para cada parámetro fueron seleccionados de los listados más arriba y se llevaron a cabo experimentos adicionales utilizando estos valores
5 óptimos.

Mezclas de tratamientos para el agua residual fueron sometidos a una agitación rápida (100 rpm) durante 2 minutos, seguida por una agitación más lenta (40 rpm) durante 20 minutos, seguida por una etapa de sedimentación o precipitación final de 20 minutos. Adicionalmente a estas etapas, se midió la turbidez utilizando un medidor de turbidez
10 HANNA, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Ejemplo 4: Tratamientos experimentales

Los tratamientos probados siguiendo el procedimiento de los Ejemplos 2 y 3 incluyeron galio solo, quitosano solo y combinaciones de galio y quitosano, así como diversos controles. Se probaron diferentes concentraciones tanto de galio como de quitosano. El
15 nitrato de galio (III) fue comprado de Aldrich y utilizado como la fuente de galio.

La optimización del pH de la solución para desinfección y floculación también fue llevada a cabo. Se probaron los siguientes valores de pH: 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 7, 8 y 9. Se determinó que el pH 3.5 era el valor óptimo para las composiciones de quitosano + galio.

20 También se probó el rendimiento de diversas soluciones de quitosano. El quitosano fue extraído de los exoesqueletos (cáscaras) de camarones o cangrejos; el quitosano de los exoesqueletos de camarones se comportó mejor. También se compararon diferentes grados de desacetilación del quitosano, incluyendo quitosano 20% desacetilado (80% acetilado) y 30% desacetilado (70% acetilado). El quitosano 20%
25 desacetilado exhibió resultados superiores.

Los tiempos de tratamiento también fueron optimizados. Las muestras fueron tomadas a 5, 10, 15 y 30 minutos así como a 24, 48 y 72 horas.

Ejemplo 5: Resultados de las pruebas de desinfección de aguas residuales

En la Tabla 1 se presentan las poblaciones bacterianas (expresadas en términos de CFUs) para tratamiento de aguas seleccionadas. Los datos muestran que la combinación quitosano + galio es más efectiva que el galio solo o el quitosano solo en la desinfección de aguas residuales. La combinación quitosano/galio desinfectó el agua residual en 30 minutos, mientras que el quitosano solo tomo 24 horas para desinfección total. El galio solo no mostro ninguna propiedad de desinfección. De la misma manera, la combinación quitosano/galio mostró una mejor floculación (98%) que el galio solo (90%) y el quitosano solo (62%) dentro del tiempo requerido para mostrar una floculación clara (42-48 minutos).

Efecto comparativo entre galio solo o quitosano solo, y el efecto de la comparación entre galio + quitosano en desinfección de aguas residuales							
Tratamiento	Población bacteriana $\bar{x}$ Tiempo de exposición al tratamiento						
	CFU $\bar{x}$ (Media $\pm$ SD)						
	5 minutos	10 minutos	15 minutos	30 minutos	24 Horas	48 Horas	72 Horas
Galio 0.05% + Quitosano 0.1%	4.6E+4 $\pm$ 0	9.3E+3 $\pm$ 5.7	3.9E+3 $\pm$ 0	0	0	0	0
Galio 0.05%	PCC	PCC	PCC	PCC	PCC	PCC	PCC
Quitosano 0.1%	6.8E+4 $\pm$ 0	2.68E+4 $\pm$ 5.7	1.39E+4 $\pm$ 5.7	2.12E+3 $\pm$ 2.3	0	0	0
Control (Agua residual no)	PCC	PCC	PCC	PCC	PCC	PCC	PCC

tratada)							
----------	--	--	--	--	--	--	--

PCC: Cubierta completa de placa

CFU: Unidad formadora de colonia/mL

SD: Desviación estándar

- 5 A lo largo de esta solicitud, se han citado como referencia diversas publicaciones. Las divulgaciones de esas publicaciones en su totalidad se incorporan aquí como referencia en esta solicitud con el fin de describir de manera más completa los compuestos, composiciones y métodos descritos aquí.

- 10 Pueden hacerse diversas modificaciones y variaciones a los compuestos, composiciones y métodos descritos aquí. Otros aspectos de los compuestos, composiciones y métodos descritos aquí serán evidentes a partir de la consideración de la especificación y práctica de los compuestos, composiciones y métodos divulgados aquí. Se entiende que la especificación y ejemplos se consideran solamente como ejemplo.

15

20

Lo que se reivindica:

1. Un método para eliminar un contaminante de agua que comprende (a) poner en contacto agua con (1) un polisacárido y (2) una fuente de iones galio para producir una primera composición.
- 5 2. El método de la reivindicación 1, en donde el agua es (1) puesta en contacto primero con el polisacárido, luego en contacto con la fuente de iones galio; (2) primero en contacto con la fuente de iones galio y luego en contacto con el polisacárido; o (3) en contacto simultáneamente con el polisacárido y la fuente de iones galio.
3. El método de la reivindicación 1, en donde el agua es puesta en contacto con una
10 composición que comprende un polisacárido y una fuente de iones galio.
4. El método de la reivindicación 1, en donde el polisacárido es quitosano.
5. El método de la reivindicación 4, en donde el quitosano es de 60% a 100% acetilado.
6. El método de la reivindicación 4, en donde el quitosano es de 70% a 80% acetilado.
7. El método de la reivindicación 4, en donde el quitosano tiene de 3 a 20 GlcN y/o
15 unidades NAG.
8. El método de la reivindicación 4, donde el quitosano tiene de 5 a 7 GlcN y/o unidades NAG.
9. El método de la reivindicación 1, en donde antes de la etapa (a), se ajusta el pH del agua hasta 2 a 5.
- 20 10. El método de la reivindicación 1, en donde
 - (i) el polisacárido comprende una primera composición que comprende el polisacárido y agua; y
 - (ii) la fuente de iones galio comprende una segunda composición que comprende la fuente de iones galio y agua.
- 25 11. El método de la reivindicación 10, en donde el polisacárido va de 0.0001 a 0.5 por

ciento en peso de la primera composición.

12. El método de la reivindicación 10, en donde la fuente de iones galio va de 0.001 a 0.05 por ciento en peso de la segunda composición.

13. El método de la reivindicación 10, en donde (1) el polisacárido es quitosano en una
5 cantidad que va de 0.05 a 0.2 por ciento en peso de la primera composición, y (2) la fuente de iones galio es $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$ en la cantidad de 0.01 a 0.1 por ciento en peso de la segunda composición.

14. El método de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente (b) agitar la primera composición y (c) separar materiales sólidos de la primera composición.

10 15. El método de la reivindicación 1, en donde el método elimina al menos una especie microbiana del agua.

16. El método de la reivindicación 15, en donde la especie microbiana comprende un hongo, alga, bacteria, protozoo, arquea, virus o cualquier combinación de los mismos.

17. El método de la reivindicación 1, en donde el agua es agua residual, agua de pozo
15 o un suministro de agua municipal.

18. El método de la reivindicación 1, en donde el agua ha sido tratada opcionalmente por al menos una técnica de purificación de agua.

19. El método de la reivindicación 18, en donde la técnica de purificación de agua adicional comprende cloración, aireación, coagulación, floculación, sedimentación,
20 filtración, decantación, desalinización, ebullición, autoclave, destilación, irradiación con UV, irradiación con rayos X, intercambio iónico, ósmosis reversa, ozonización, oxidación Fenton o foto-Fenton de contaminantes orgánicos, precipitación de hierro, tratamiento con peróxidos, o cualquier combinación de los mismos.

20. Una composición para eliminar un contaminante del agua, comprendiendo la
25 composición un polisacárido y una fuente de iones galio.

21. La composición de la reivindicación 20, en donde el polisacárido es quitosano.

22. La composición de la reivindicación 21, en donde el quitosano es de 60% a 100% acetilado.
23. La composición de la reivindicación 21, en donde el quitosano es de 70% a 80% acetilado.
- 5 24. La composición de la reivindicación 21, en donde el quitosano tiene de 3 a 20 GlcN y/o unidades NAG.
25. La composición de la reivindicación 21 donde el quitosano tiene de 5 a 7 GlcN y/o unidades NAG.
26. La composición de la reivindicación 20, en donde la fuente de iones galio
10 comprende $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$.
27. La composición de la reivindicación 20, en donde la composición es una composición acuosa.
28. La composición de la reivindicación 20, en donde el polisacárido va de 0.0001 a 0.5 por ciento en peso de la composición.
- 15 29. La composición de la reivindicación 20, en donde la fuente de iones galio va de 0.001 a 0.05 por ciento en peso de la composición.
30. La composición de la reivindicación 20, en donde la composición comprende (1) agua, (2) el polisacárido es quitosano en la cantidad que va de 0.05 a 0.2 por ciento en peso de la composición, y (3) la fuente de iones galio es $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$ en la cantidad de
20 0.01 a 0.1 por ciento en peso de la composición.
31. Un kit que comprende
- (i) una primera composición que comprende un polisacárido y agua; y
- (ii) una segunda composición que comprende una fuente de iones galio y agua.
32. El kit de la reivindicación 31, en donde el polisacárido es quitosano.
- 25 33. El kit de la reivindicación 32, en donde el quitosano es de 60% a 100% acetilado.

34. El kit de la reivindicación 32, en donde el quitosano es de 70% a 80% acetilado.
35. El kit de la reivindicación 32, en donde el quitosano tiene de 3 a 20 GlcN y/o unidades NAG.
36. El kit de la reivindicación 32 donde el quitosano tiene de 5 a 7 GlcN y/o unidades
5 NAG.
37. El kit de la reivindicación 31, en donde el polisacárido va de 0.0001 a 0.5 por ciento en peso de la primera composición.
38. El kit de la reivindicación 31, en donde la fuente de iones galio comprende $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$.
- 10 39. El kit de la reivindicación 31, en donde la fuente de iones galio va de 0.001 a 0.05 por ciento en peso de la segunda composición.
40. El kit de la reivindicación 31, en donde (1) el polisacárido es quitosano en la cantidad que va de 0.05 a 0.2 por ciento en peso de la primera composición, y (2) la fuente de iones galio es $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$ en la cantidad de 0.01 a 0.1 por ciento en peso de la
15 segunda composición.

RESUMEN

Se describen aquí compuestos y composiciones útiles para eliminar contaminantes del agua, así como métodos para hacer y usar los compuestos y composiciones. En un
5 aspecto, las composiciones contienen una fuente de iones galio y un polisacárido tal como quitosano, los cuales son no costosos y seguros para el ambiente.

10

15

20

Lo que se reivindica:

1. Un método para eliminar un contaminante de agua que comprende (a) poner en contacto agua con (1) un polisacárido y (2) una fuente de iones galio para producir una primera composición.
- 5 2. El método de la reivindicación 1, en donde el agua es (1) puesta en contacto primero con el polisacárido, luego en contacto con la fuente de iones galio; (2) primero en contacto con la fuente de iones galio y luego en contacto con el polisacárido; o (3) en contacto simultáneamente con el polisacárido y la fuente de iones galio.
3. El método de la reivindicación 1, en donde el agua es puesta en contacto con una
10 composición que comprende un polisacárido y una fuente de iones galio.
4. El método de la reivindicación 1, en donde el polisacárido es quitosano.
5. El método de la reivindicación 4, en donde el quitosano es de 60% a 100% acetilado.
6. El método de la reivindicación 4, en donde el quitosano es de 70% a 80% acetilado.
7. El método de la reivindicación 4, en donde el quitosano tiene de 3 a 20 GlcN y/o
15 unidades NAG.
8. El método de la reivindicación 4, donde el quitosano tiene de 5 a 7 GlcN y/o unidades NAG.
9. El método de la reivindicación 1, en donde antes de la etapa (a), se ajusta el pH del agua hasta 2 a 5.
- 20 10. El método de la reivindicación 1, en donde
 - (i) el polisacárido comprende una primera composición que comprende el polisacárido y agua; y
 - (ii) la fuente de iones galio comprende una segunda composición que comprende la fuente de iones galio y agua.
- 25 11. El método de la reivindicación 10, en donde el polisacárido va de 0.0001 a 0.5 por

ciento en peso de la primera composición.

12. El método de la reivindicación 10, en donde la fuente de iones galio va de 0.001 a 0.05 por ciento en peso de la segunda composición.

13. El método de la reivindicación 10, en donde (1) el polisacárido es quitosano en una
5 cantidad que va de 0.05 a 0.2 por ciento en peso de la primera composición, y (2) la fuente de iones galio es $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$ en la cantidad de 0.01 a 0.1 por ciento en peso de la segunda composición.

14. El método de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente (b) agitar la primera composición y (c) separar materiales sólidos de la primera composición.

10 15. El método de la reivindicación 1, en donde el método elimina al menos una especie microbiana del agua.

16. El método de la reivindicación 15, en donde la especie microbiana comprende un hongo, alga, bacteria, protozoo, arquea, virus o cualquier combinación de los mismos.

17. El método de la reivindicación 1, en donde el agua es agua residual, agua de pozo
15 o un suministro de agua municipal.

18. El método de la reivindicación 1, en donde el agua ha sido tratada opcionalmente por al menos una técnica de purificación de agua.

19. El método de la reivindicación 18, en donde la técnica de purificación de agua adicional comprende cloración, aireación, coagulación, floculación, sedimentación,
20 filtración, decantación, desalinización, ebullición, autoclave, destilación, irradiación con UV, irradiación con rayos X, intercambio iónico, ósmosis reversa, ozonización, oxidación Fenton o foto-Fenton de contaminantes orgánicos, precipitación de hierro, tratamiento con peróxidos, o cualquier combinación de los mismos.

20. Una composición para eliminar un contaminante del agua, comprendiendo la
25 composición un polisacárido y una fuente de iones galio.

21. La composición de la reivindicación 20, en donde el polisacárido es quitosano.

22. La composición de la reivindicación 21, en donde el quitosano es de 60% a 100% acetilado.
23. La composición de la reivindicación 21, en donde el quitosano es de 70% a 80% acetilado.
- 5 24. La composición de la reivindicación 21, en donde el quitosano tiene de 3 a 20 GlcN y/o unidades NAG.
25. La composición de la reivindicación 21 donde el quitosano tiene de 5 a 7 GlcN y/o unidades NAG.
26. La composición de la reivindicación 20, en donde la fuente de iones galio
10 comprende $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$.
27. La composición de la reivindicación 20, en donde la composición es una composición acuosa.
28. La composición de la reivindicación 20, en donde el polisacárido va de 0.0001 a 0.5 por ciento en peso de la composición.
- 15 29. La composición de la reivindicación 20, en donde la fuente de iones galio va de 0.001 a 0.05 por ciento en peso de la composición.
30. La composición de la reivindicación 20, en donde la composición comprende (1) agua, (2) el polisacárido es quitosano en la cantidad que va de 0.05 a 0.2 por ciento en peso de la composición, y (3) la fuente de iones galio es $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$ en la cantidad de
20 0.01 a 0.1 por ciento en peso de la composición.
31. Un kit que comprende
- (i) una primera composición que comprende un polisacárido y agua; y
- (ii) una segunda composición que comprende una fuente de iones galio y agua.
32. El kit de la reivindicación 31, en donde el polisacárido es quitosano.
- 25 33. El kit de la reivindicación 32, en donde el quitosano es de 60% a 100% acetilado.

34. El kit de la reivindicación 32, en donde el quitosano es de 70% a 80% acetilado.
35. El kit de la reivindicación 32, en donde el quitosano tiene de 3 a 20 GlcN y/o unidades NAG.
36. El kit de la reivindicación 32 donde el quitosano tiene de 5 a 7 GlcN y/o unidades
5 NAG.
37. El kit de la reivindicación 31, en donde el polisacárido va de 0.0001 a 0.5 por ciento en peso de la primera composición.
38. El kit de la reivindicación 31, en donde la fuente de iones galio comprende $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$.
- 10 39. El kit de la reivindicación 31, en donde la fuente de iones galio va de 0.001 a 0.05 por ciento en peso de la segunda composición.
40. El kit de la reivindicación 31, en donde (1) el polisacárido es quitosano en la cantidad que va de 0.05 a 0.2 por ciento en peso de la primera composición, y (2) la fuente de iones galio es $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$ en la cantidad de 0.01 a 0.1 por ciento en peso de la
15 segunda composición.