
UN VOLUMEN DE REFERENCIA

PRIMERA EDICIÓN · 2026



El Manual del Quitosano

La molécula, sus derivados y sus aplicaciones industriales.

EDITADO POR STEVE NICE · CHUCK COLLINS, PhD

© 2026 SHIELD NUTRACEUTICALS / CHITOSAN GLOBAL

El Manual del Quitosano

La molécula, sus derivados y sus aplicaciones industriales.

© 2026 Shield Nutraceuticals / Chitosan Global

Todos los derechos reservados.

Ninguna parte de este manual puede ser reproducida, distribuida ni transmitida en forma alguna ni por medio alguno — incluidos el fotocopiado, la grabación u otros métodos electrónicos o mecánicos — sin el permiso previo por escrito del editor, con excepción de citas breves incluidas en reseñas críticas y ciertos otros usos no comerciales permitidos por la ley de derechos de autor.

Primera Edición · 2026

Volumen I of I

Printed in the Estados Unidos of America

Shield Nutraceuticals, Inc.

chitosanglobal.com · shieldnutra.com

steve@chitosanglobal.com · chuck@shieldnutra.com

+1 423·202·6145

Prólogo.

Este manual está escrito como referencia científica para las industrias que enfrentan la resistencia antimicrobiana, la contaminación plástica y la reconstrucción de la agricultura moderna. El quitosano es una herramienta nueva y poderosa capaz de resolver problemas de contaminación química en todas sus formas. Estos compuestos pueden debilitar el organismo y provocar limitaciones prematuras si no se controlan. La carga tóxica proveniente de químicos eternos, microplásticos, metales pesados y demás, presentes en el agua, el suelo y el aire, puede abordarse con quitosano.

Este trabajo se presenta como una introducción a las formas en que el quitosano será usado para desintoxicar el ambiente, los productos y nuestros cuerpos. *El quitosano es tan beneficioso para nosotros y para el planeta que, en un plazo de diez años, predecimos que estará sobre o dentro de la mayoría de los productos que se aplican o ingieren en mascotas y personas.*
— Steve Nice

SHIELD NUTRACEUTICALS / CHITOSAN GLOBAL

UNA NOTA SOBRE LA OFERTA MUNDIAL

A medida que la demanda de quitosano se dispare a finales de 2027, el suministro mundial de residuos de marisco se agotará muy rápidamente a menos que surja un método sostenible para satisfacer esa demanda. Creemos haber visto esa solución. El quitosano de fabricación verde y bien caracterizado, obtenido de hongos o de exoesqueletos de insectos, hace posible la transición de un mundo que usa ingredientes tóxicos a uno seguro, limpio y ambientalmente responsable.

UNA NOTA SOBRE LA CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA

La mayoría de la producción mundial de quitosano aún proviene de residuos de marisco. Esa materia prima es variable, en gran medida sin caracterizar, y conlleva un riesgo documentado de metales pesados y mercurio residuales. Las importaciones a granel desde China e India requieren caracterización por terceros antes de poder utilizarse para alimentación animal, suplementos dietéticos o aplicaciones médicas.

ESTE MANUAL ES UNA REFERENCIA

Tras años de lectura e investigación sobre el quitosano, sus usos, variedades y fuentes, decidimos ayudar a acortar el camino a cualquiera que trabaje en este ámbito. Disfrute el descubrimiento y compártalo.

Con gratitud.

Este manual es el resultado de las contribuciones de un equipo distribuido de científicos, agrónomos, veterinarios, ingenieros y operadores que trabajan en Estados Unidos, India y América Latina.

Agradecemos a los productores, ganaderos, gerentes de planta e ingenieros municipales de agua que nos permitieron probar el quitosano derivado de insectos y hongos frente a los problemas reales de sus industrias.



Promecens Entosystems Pvt. Ltd., Pune, India, es el fabricante de Chitosan FG, AG, IG, WS, AS y Native Chitosan a partir de hongos y mosca soldado negra.

«El amor es el único motor de la supervivencia.»

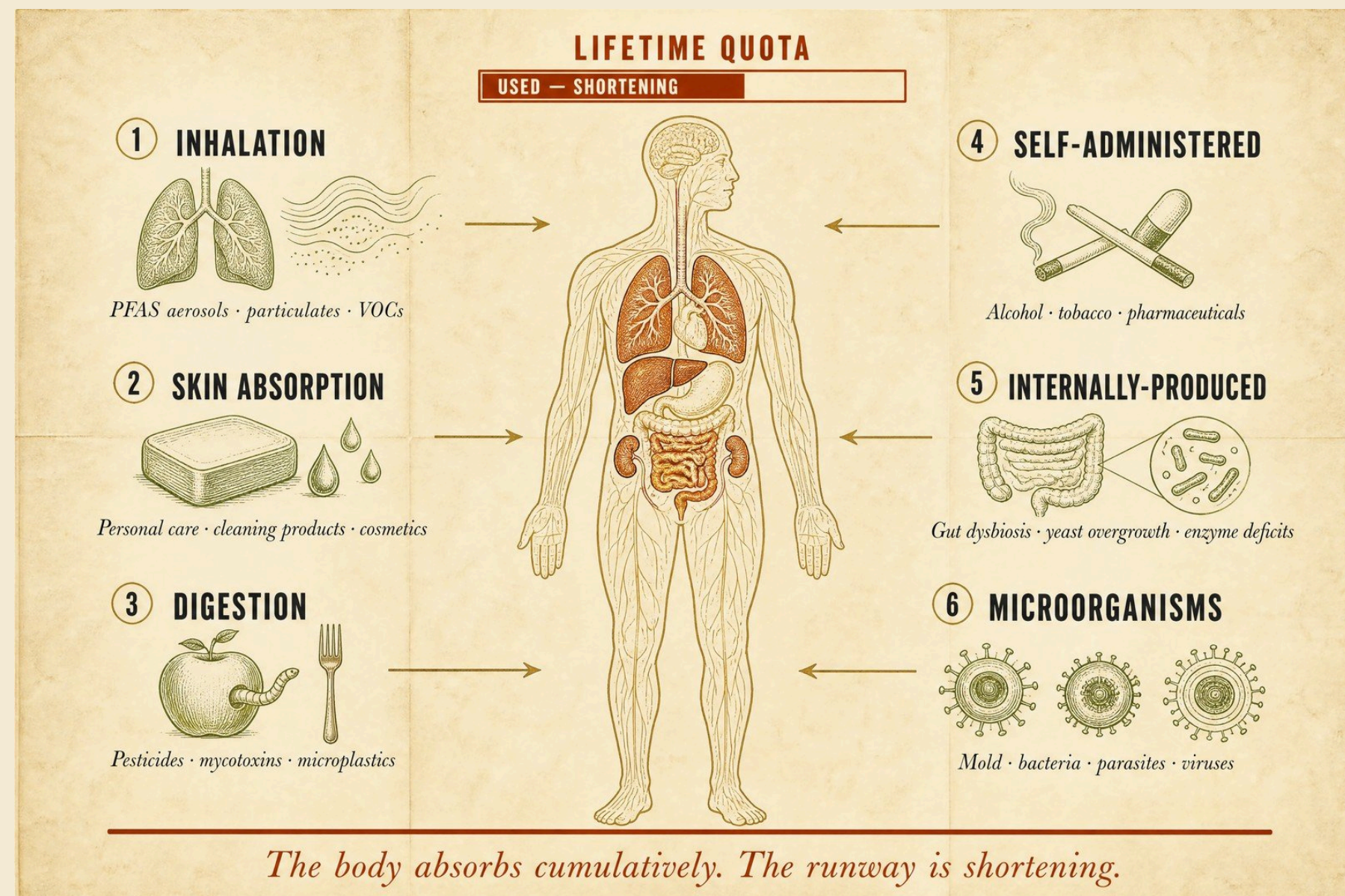
— LEONARD COHEN

ETSU Innovation Lab

Agradecemos de manera especial a la **East Tennessee State University** y al **ETSU Innovation Lab** por su apoyo sostenido a Shield Nutraceuticals y a Chitosan Global, desde los primeros trabajos de caracterización del quitosano derivado de insectos hasta los programas de investigación aplicada que dieron forma al catálogo de derivados.

Su disposición a acoger a una pequeña empresa biotecnológica dentro de un entorno académico activo aportó las bases científicas para este trabajo.

Un cupo fijo. Un tiempo que se acorta.



Todo cuerpo humano absorbe tóxicos a lo largo de su vida a través del aire que respiramos, el agua que bebemos, los alimentos que comemos, la piel que tocamos y los medicamentos y hábitos que adoptamos.

La carga es **acumulativa**. Los PFAS, microplásticos, pesticidas, micotoxinas, metales pesados, químicos industriales y microbios patógenos **permanecen en los tejidos** mucho después de terminar la exposición. La vida moderna acorta el margen antes de la sobrecarga.

EL HILO CONDUCTOR DEL QUITOSANO

El quitosano captura y elimina estas toxinas acumulativas del **agua, el suelo y el aire** antes de que lleguen al cuerpo. Además, dentro del organismo, se une a microplásticos ingeridos, grasa dietética, bilis, colesterol ácido-ligado y metales pesados para prepararlos para la excreción.

Es el antimicrobiano y adsorbente principal que cierra el ciclo en todas las industrias que tocan a humanos y animales. *Por eso estamos en este negocio.*

UNA INTRODUCCIÓN · QUÉ ES EL QUITOSANO, DE DÓNDE VIENE Y POR QUÉ IMPORTA

Quitosano — Wow.

De dónde proviene el quitosano, por qué porta una carga positiva y cómo esa sola propiedad puede reducir la carga tóxica ambiental en personas y mascotas.



FUENTES

De dónde proviene el quitosano.

El **quitosano** (pronunciado *KI-to-san*) se obtiene a partir de la **quitina** (pronunciada *ki-TI-na*), el **segundo biopolímero más abundante de la Tierra**. La quitina forma los exoesqueletos de insectos y crustáceos y las paredes celulares de los hongos. La desacetilación enzimática de la quitina rinde quitosano.

FUENTE 01

Insectos



Exoesqueletos de mosca soldado negra. Biomasa disponible todo el año, cultivada en biorreactores controlados sobre corrientes de residuos orgánicos.

FUENTE 02

Hongos



Paredes celulares de hongos — especialmente *Agaricus* y *Lenzites betulina*. Vegano, kosher, halal, sin alérgenos de marisco.

FUENTE 03

Crustáceos



Cáscaras de camarón, cangrejo y langosta — la fuente tradicional. Ampliamente utilizada en grados industriales y agrícolas.

FUENTE 04

Algas



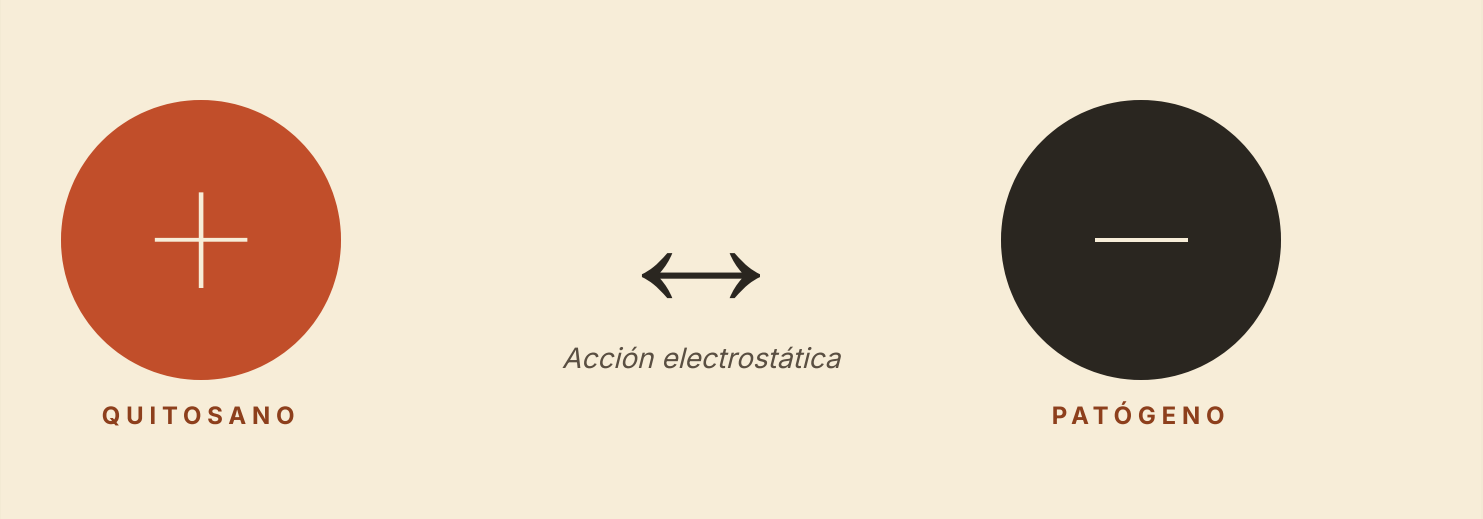
Ciertas algas verdes y pardas también contienen quitina. Una fuente emergente, amigable con el mar y bajo investigación activa.

Quitina — exoesqueletos de crustáceos, insectos, hongos y algas

Cargas opuestas se atraen.

Los microbios patógenos portan una **carga negativa (-)** en la parte externa de sus células. El quitosano porta una **carga positiva (+)**.

Cargas opuestas se atraen. El quitosano positivo se une a la superficie microbiana negativa y altera la pared celular mediante **acción electrostática**.



La mayoría de los microbios patógenos portan carga superficial negativa.

<i>E. coli</i> infecciones intestinales, intoxicación alimentaria	<i>Salmonella</i> aves, huevos, productos frescos	<i>Listeria</i> fiambres, queso, tolerante al frío del refrigerador	<i>MRSA</i> infecciones hospitalarias y de la piel
<i>Pseudomonas</i> biofilm, infecciones de heridas	<i>Shigella</i> disentería, transmisión por agua	<i>Candida</i> infecciones por levadura, candidiasis oral	Muchos más Bacterias Gram-negativas y Gram-positivas, levaduras y hongos.

Chitosan vs. Quats.

La industria tradicional usa **compuestos cuaternarios** — “Quats” — para eliminar microbios. Funcionan, pero conllevan compromisos reales. El quitosano es el biopolímero que los reemplaza.

COMPARACIÓN	QUATS TRADICIONALES · QUÍMICOS SINTÉTICOS	QUITOSANO · BIODEGRADABLE · BIOCOMPATIBLE · NO-TÓXICO
Fuente <i>De dónde proviene.</i>	Materias primas petroquímicas. Fabricado en reactores industriales a partir de precursores sintéticos.	Cáscaras, hongos o exoesqueletos de insectos — producido por desacetilación enzimática simple.
Impacto en la salud <i>Efecto en el tiempo.</i>	Preocupaciones documentadas sobre piel, pulmón y exposición prolongada. Los residuos enjuagados persisten.	Biocompatible y no tóxico. Seguro para contacto directo con alimentos, alimentación animal y uso médico.
Resistencia <i>Si los microbios pueden adaptarse.</i>	Sí. Las bacterias mutan para eludir los modos de acción químicos, y la resistencia a los Quats está hoy ampliamente extendida.	No. La acción es electrostática; no hay blanco bioquímico al cual mutar.

BENEFICIOS CLAVE · CUATRO RAZONES POR LAS QUE EL QUITOSANO REEMPLAZA A LOS QUATS

01 Unión selectiva. Los patógenos portan carga superficial negativa. El quitosano cargado positivamente se une a ellos electrostáticamente, ignorando el tejido neutro.	02 Modo de acción físico. El mecanismo es electrostático, no bioquímico. La carga positiva altera la pared celular microbiana al contacto.	03 Sin vía de resistencia. Como la acción es electrostática y no bioquímica, los microbios no tienen un blanco al que mutar y no pueden desarrollar resistencia.	04 Origen biocompatible. Derivado de mariscos, insectos, hongos y algas. Notificado como GRAS para alimentos; biocompatible para uso médico.
--	---	---	---

Autorizaciones regulatorias.

El quitosano viene en muchas formas y tiene muchas aplicaciones. **La mayoría de esas aplicaciones ya están aprobadas** bajo los marcos regulatorios de alimentos, piensos, cosméticos, tratamiento de agua y biopesticidas de los principales mercados. Sin embargo, algunas siguen dependiendo de autorizaciones **específicas de uso o de producto** — por ejemplo, un biopesticida exento por la EPA aún puede requerir registro por marca en estados individuales de EE. UU.

Es **responsabilidad del cliente** confirmar y, cuando corresponda, obtener las autorizaciones apropiadas para su producto terminado, patrón de uso y territorio. Chitosan Global suministra la materia prima y su Certificado de Análisis; el cliente gestiona el registro del producto terminado ante la autoridad competente.

DIVISIÓN DE RESPONSABILIDADES

Chitosan Global aporta

Certificado de Análisis, datos técnicos, materia prima notificada como GRAS, documentación y guía de formulación.

El cliente obtiene

Registro del producto terminado, revisión de etiqueta, aprobaciones estatales por marca y cualquier autorización específica del uso para la aplicación y el territorio objetivo.

DÓNDE EL QUITOSANO YA ESTÁ AUTORIZADO · Y DÓNDE PUEDE REQUERIRSE TRABAJO ESPECÍFICO DE PRODUCTO

Alimentos y alimentación animal

MARCOS AUTORIZADOS

EE. UU. FDA GRAS (GRN 170, GRN 397, GRN 443 para quitosano fúngico); dictamen EFSA de la UE sobre quitosano de camarón; Resolución OIV 336-2009 para clarificación de vinos; listados como aditivo para piensos en varias jurisdicciones.

TRABAJO DEL CLIENTE

Revisión de etiqueta del producto terminado, declaración de alérgenos y presentaciones estatales de contacto alimentario.

Biopesticida agrícola

MARCOS AUTORIZADOS

Exención de mínimo riesgo EE. UU. EPA 25(b) para quitosano y poli-D-glucosamina (40 CFR 152.25); estatus de sustancia básica de biocontrol en la UE; elicitador de defensa vegetal aprobado en Japón y Corea.

TRABAJO DEL CLIENTE

Registros estatales por marca (CA, NY y otros), expediente de eficacia, texto de etiqueta.

Cosméticos y cuidado personal

MARCOS AUTORIZADOS

Listado INCI como “Quitosano” y sus sales; entrada en CosIng de la UE; el marco MoCRA de instalaciones cosméticas en EE. UU. aplica a los productos terminados.

TRABAJO DEL CLIENTE

Registro de instalación MoCRA, expediente de sustentación de seguridad, etiquetado conforme a INCI.

Agua, uso médico y nuevos usos

MARCOS AUTORIZADOS

Listados NSF/ANSI 60 como coagulante para agua potable para los grados que califican; precedente FDA 510(k) para apósitos hemostáticos de quitosano; autorizaciones como clarificador para agua potable y piscinas en la mayoría de las jurisdicciones.

TRABAJO DEL CLIENTE

Presentación NSF específica de producto o de dispositivo médico, consulta con el regulador para uso novedoso.

Introducción.

El quitosano es un activo industrial global. Se obtiene de mariscos, insectos, hongos y ciertos tipos de algas, y su impacto medible abarca hoy desde la agricultura y el tratamiento de agua hasta la seguridad alimentaria, la salud animal y la medicina. Este manual está escrito para los CEO, formuladores e inversionistas que necesitan inteligencia científica y comercial accionable.

- Casos de uso reales, no abstracciones de laboratorio.
- Derivados certificados con CAS y Certificados de Análisis vinculados al lote.
- Alineación regulatoria: GRAS, FDA, EFSA, REACH, ISO.
- Protocolos respaldados por pilotos de Shield Nutraceuticals y Promecens Entosystems.

- I** **LA MOLÉCULA**
Orígenes, obtención, derivados y métodos analíticos. Capítulos 1–5.
- II** **APLICACIONES**
Agricultura, alimentos, salud animal y micotoxinas. Capítulos 6–8.
- III** **AGUA, AMBIENTE E INDUSTRIA**
Tratamiento de agua, suplementos, cuidado oral e industrial. Capítulos 9–12.
- IV–VI** **FABRICACIÓN, FRONTERA Y REFERENCIA**
Estudios piloto, cumplimiento, perspectiva de mercado, glosario, índice y referencias.

Editores y equipo.

EDITORS

Steve Nice

CO-FOUNDER & CEO, SHIELD NUTRACEUTICALS / CHITOSAN GLOBAL

Emprendedor enfocado en negocios que promueven productos y sistemas que ayudan a las personas. Cofundador y ex-CEO de BedinaBox.com — creador del primer colchón con certificación OekoTex en la historia de EE. UU. — y responsable de la eliminación del dibutil-estaño y de ftalatos peligrosos en la fabricación de espuma de poliuretano.

Charles Collins, PhD

VICE PRESIDENT, SHIELD NUTRACEUTICALS

Químico de disolución y profesor de ciencias farmacéuticas. Más de cuarenta años como farmacéutico. PhD en farmacocinética. Miembro fundador del equipo científico de Shield Nutraceuticals y coformulador de DigestShield.

CONTRIBUTING TEAM

Sheridan Nice

Co-Founder, Shield Nutraceuticals. Director, Serenity Knoll Farm & Cooking School. Graduate of La Varenne, Paris. 40 años as a professional chef.

Abhinav Chauhan

Socio. Fundador y CEO, Promecens Entosystems Pvt. Ltd., India. Científico interdisciplinario con paso por CSIR-IGIB, MIT, Cambridge, Pfizer, Novartis y el Peter Doherty Institute.

Jorge M. Estrada

VP, Global Sales. M.S. Bovine Nutrition, Kansas State. Agrónomo degree, Zamorano. 34 años' experience in high-tech agriculture.

Dr. W. Andrew “Andy” Clark, PhD

Scientific Advisory Board. PhD Nutritional Biochemistry. Registered Dietitian Nutritionist. Emeritus Professor. Pioneer in quitosano as an antimicrobial. Co-formulator of DigestShield.

Dr. Audrey Depelteau, DC

Consejo Asesor Científico. Quiropráctico con más de 26 años de experiencia clínica. Director de un laboratorio de incubación de negocios. Miembro fundador del equipo de ciencia y ESG.

Herbert Herman Alvarado

VP, Negocios Agroindustriales para LATAM. Más de 30 años en comercio de café, cacao y productos frescos en EE. UU., México, Ecuador y Guatemala. Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana; BS, Kansas State; MBA, Santa Clara University.

Mario Cabrera

VP, Pet Products. 20+ años across Nestlé, Shell, Sara Lee, Colgate-Palmolive/Hill's, Merck Animal Health, Boehringer-Ingelheim, Elanco, and Dechra.

Alvaro Corzo

VP, Joint Ventures en América Latina. Ingeniero agrónomo con más de 35 años en nutrición vegetal, bioestimulación, salud de suelos y agricultura regenerativa en América Latina y el Caribe.

Julio Vásconez

VP, International Markets. Agricultural Engineer, MBA. 36+ años in sustainable agribusiness. Specialist in cocoa, cut-flower production, traceability systems, and EUDR compliance.

Mitchell Drake

Ventas EE. UU. Emprendedor enfocado en agricultura regenerativa. Especialista en remediación de aguas de producción para petróleo y gas con quitosano y biochar.

Bart R. Dunsford, PhD

Director of Veterinary Health & Nutrition. BS Animal Science, Kansas State; MS Nutrition and PhD Veterinary Anatomy, Texas A&M. 20+ años across GTC Nutrition, Biowish, Penford, and Lallemand.

Dr. Clifford Wiegand, MD

Scientific Advisory Board. Retired Nephrologist.

Dr. Tom Rogers, MD

Scientific Advisory Board. Founder, Performance Medicine. Fellowship Trained and Board Certified in Integrative Medicine; Board Certified in Sports Medicine (A4M). MD, ETSU Quillen College of Medicine.

Dr. Noel Marshall, PhD

Consejo Asesor Científico. Investigación y ciencias aplicadas.

Dr. John Hott, PhD

Regulatory Expert. PhD, Analytical Química.

Robert Santos-Prowse, MS, RDN

Consejo Asesor Científico. Dietista-Nutricionista Registrada. MS en Nutrición Clínica, East Tennessee State University. Lideró la investigación y la orientación editorial para Shield Nutraceuticals.

Qué contiene este libro.

PRELIMINARES

Prólogo	3
Agradecimientos	4
La carga tóxica del cuerpo — la idea fundacional	5
Quitosano — Wow.	6
Autorizaciones regulatorias	10
Introducción	11
Editores y equipo	12
Índice	13
Acrónimos y abreviaturas	14

PARTE I · LA MOLÉCULA

Cap 1	Orígenes y cronología	15
Cap 2	Fuentes: hongo, marisco, BSF	20
Cap 3	Los nueve derivados principales	24
	La escalera de carga	24
	Protonación y la barrera de pK _a	25
	Grados de pH extendido (FG, AG, IG)	26
	Guía de selección para el formulador	37
	Catálogo de productos	38
Cap 4	Cómo leer un Certificado de Análisis	39

PARTE II · APLICACIONES

Cap 5	Protección de cultivos y mezclado agrícola	40
Cap 6	Seguridad alimentaria y Quitosano FG en productos frescos	45
Cap 7	Salud animal y nutrición de terneros	52
Cap 8	Nutrición de mascotas	57
Cap 9	Micotoxinas: Quitosano IG	59

PARTE III · AGUA, AMBIENTE E INDUSTRIA

Cap 10	Tratamiento de agua: reemplazo de alumbre, PFAS	64
Cap 11	Floculación: vino, whisky, lácteos, piscinas	68
Cap 12	Como suplemento dietético	72
	Grasas, microplásticos, PFAS, metales pesados	73
Cap 13	En cuidado oral	78
Cap 14	Fibra antimicrobiana y cosméticos	82

PARTE IV · FABRICACIÓN

Cap 15	Cómo se fabrica el quitosano	85
--------	------------------------------	----

PARTE V · LA FRONTERA

Cap 16	Quitosano de éter corona — captura de litio	88
--------	---	----

PARTE VI · REFERENCIA

Cap 17	Perspectiva hacia 2030	92
	Referencias I, II, III	96
	Glosario	99
	Índice temático (A–Z)	100

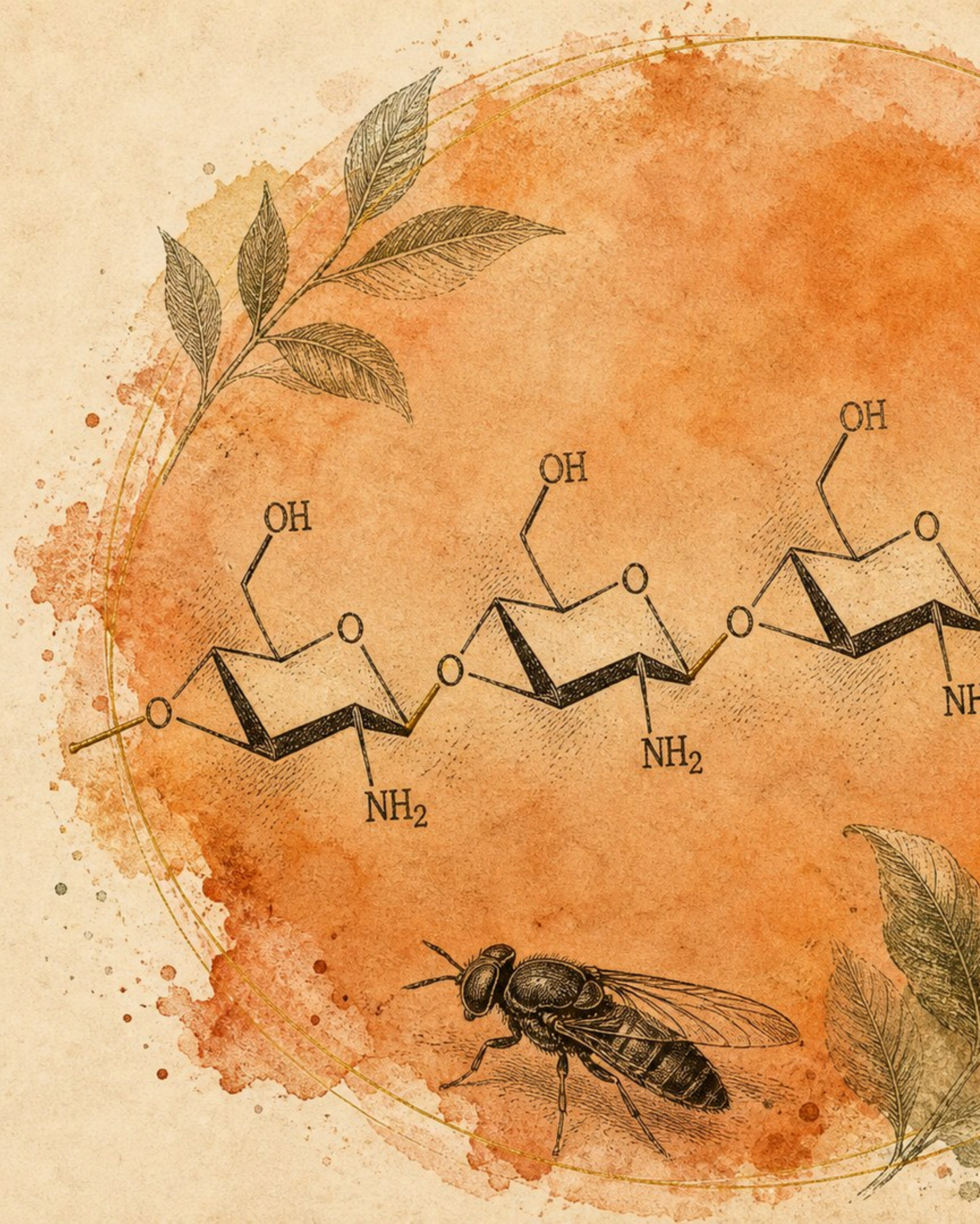
Acrónimos.

ACP	Fosfato de calcio amorfo
AFB ₁	Aflatoxina B ₁
BRD	Enfermedad respiratoria bovina
BSF	Mosca soldado negra (<i>Hermetia illucens</i>)
CAS	Número de registro Chemical Abstracts Service
CMC / CMCS	Chitosan carboximetilado
CoA / COA	Certificado de Análisis
COS	Oligosacárido de quitosano
DDA	Grado de desacetilación
DoQ	Grado de cuaternización
DS	Grado de sustitución
EFSA	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria
ETEC	<i>Escherichia coli</i> enterotoxigénica
FCR	Índice de conversión alimenticia
FG	Grado alimenticio (nivel de producto de Chitosan Global)
FHB	Fusariosis de la espiga
GRAS	Reconocido Generalmente Como Seguro (FDA de EE. UU.)
GRN	Aviso GRAS (expediente de la FDA)

HCl	Ácido clorhídrico / sal clorhidrato
IG	Grado industrial (nivel de producto de Chitosan Global)
kDa	Kilodalton (1000 daltons)
LMW	Bajo peso molecular
CBM	Concentración bactericida mínima
CIM	Concentración inhibitoria mínima
MW	Peso molecular
NAHMS	Sistema Nacional de Vigilancia de Salud Animal del USDA
OIV	Organización Internacional de la Viña y el Vino
PFAS	Sustancias per- y polifluoroalquiladas
PFOA / PFOS	Ácido perfluorooctanoico / perfluorooctanosulfónico
Q _{max}	Capacidad máxima de adsorción (mg/g)
RCT	Ensayo controlado aleatorizado
TMC	Chitosan trimetilado (N,N,N-trimetilado)
TVC / TPC	Recuento viable total / recuento total en placa
USDA	Departamento de Agricultura de EE. UU.
w/v	Peso por volumen (concentración)
pK _a	Constante de disociación ácida

PARTE UNO

Qué es el quitosano.

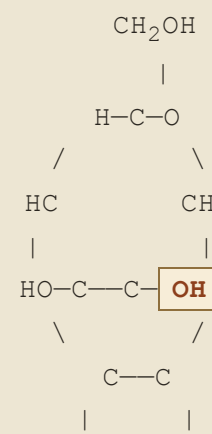


A un grupo amino de distancia de la celulosa.

COMPARACIÓN LADO A LADO · LA SUSTITUCIÓN QUE LO CAMBIA TODO

CELULOSA

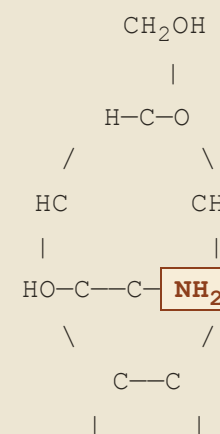
Poli β-1,4-D-glucosa



Neutra. Estructural. El grupo hidroxilo en C-2 hace inerte a la celulosa — el polímero de andamio de toda la vida vegetal.

QUITOSANO

Poli β-1,4-D-glucosamina



Cargado positivamente. Reactivo. La amina (—NH₂) en C-2 es lo que permite al quitosano enlazar patógenos, metales y PFAS.

La celulosa y el quitosano comparten casi la misma cadena principal. Donde la celulosa lleva un hidroxilo (—OH), el quitosano lleva una amina (—NH₂). Esa sola sustitución en el C-2 convierte a un azúcar estructural inerte en el único polímero cargado positivamente de la naturaleza.



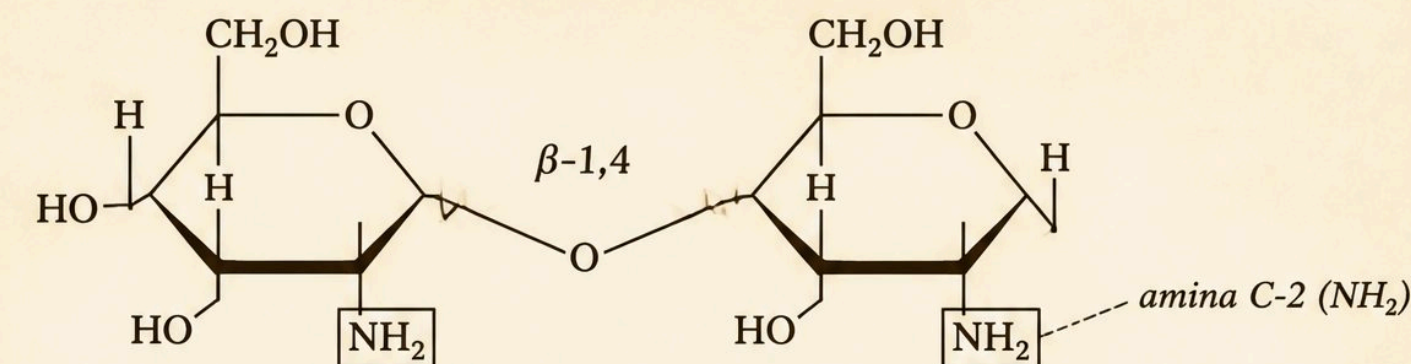
De origen natural. Cargado positivamente.

El quitosano es un polisacárido de origen natural que posee carga eléctrica positiva. Esa carga es el origen de toda aplicación funcional que se deriva de él — interacción directa con superficies microbianas de carga negativa, partículas contaminantes y tejidos vegetales, animales y humanos.

Se obtiene a partir de la quitina — uno de los biopolímeros naturales más abundantes de la Tierra, presente en crustáceos, hongos, insectos y ciertas algas — mediante una reacción de desacetilación que convierte cada grupo acetilo en una amina primaria.

El quitosano se valora como una alternativa biocompatible y de origen natural frente a métodos químicos sintéticos más agresivos. Sus propiedades funcionales versátiles abarcan I+D, biomédica y sanitaria, alimentos y agricultura, y remediación ambiental.

1. QUÉ ES EL QUITOSANO

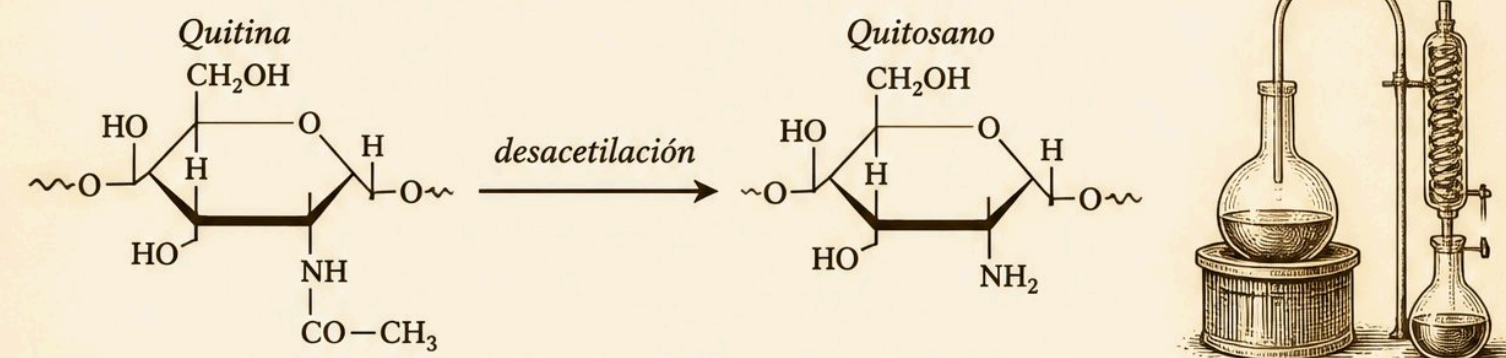


El único biopolímero de origen natural con carga positiva.

2. CUATRO FUENTES NATURALES



3. PRODUCCIÓN A PARTIR DE QUITINA



La desacetilación enzimática convierte los grupos acetilo en aminas primarias.

4. DÓNDE FUNCIONA



Descubierto en 1811. Industrializado en 2026.

1811	Henri Braconnot aísla fungina de las paredes celulares de hongos — el primer registro publicado de la quitina.
1859	Charles Rouget descubre que al calentar quitina en álcali se obtiene quitosano — un polímero soluble y cargado positivamente.
1878	Se adopta formalmente el nombre <i>chitosan</i> ; se establece su relación estructural con la celulosa.
1930s	Primera extracción a escala industrial a partir de exoesqueletos de crustáceos; primeros trabajos textiles y de tratamiento de agua.
1970s	Se documenta la actividad antimicrobiana; comienzan las aplicaciones para el cuidado de heridas en Japón y Escandinavia.
2003	Las fuerzas militares de EE. UU. despliegan apósitos hemostáticos de quitosano; comienza su uso en el campo de batalla.
2009	La OIV aprueba el quitosano de origen fúngico para clarificación de vino — primer despliegue clean-label en una categoría alimentaria regulada.
2013	Aviso GRAS 443 de la FDA para quitosano de camarón (Primex ChitoClear) aceptado para uso en alimentos humanos.
2023	Aviso GRAS 997 de la FDA para quitosano de hongo <i>Agaricus</i> + β -glucano — la primera vía completamente vegana de uso alimentario del quitosano.
2026	Chitosan Global lanza Quitosano FG (alimentario), Quitosano IG (micotoxinas) y la química de éter corona para litio.

Nueve categorías, nueve ingredientes reemplazados.

APLICACIÓN	ACTUAL	POR QUÉ GANA EL QUITOSANO
Preservante para panificación	Propionato de calcio, sorbatos, benzoatos	Clean-label
Clarificación de vino	lctiocola, gelatina, caseína, clara de huevo	Vegano, sin alérgenos
Coagulante para tratamiento de agua	Alumbre, sulfato férrico, PAC	Sin aluminio residual
Remediación de PFAS	Carbón activado granular	Mayor capacidad, menor costo
Aditivo para alimentación avícola	Antibióticos subterapéuticos	Sin ruta de resistencia antimicrobiana
Apósito hemostático para heridas	Gasa + selladores de fibrina	Bioabsorbible, sin origen animal
Acabado textil antimicrobiano	Nanopartículas de plata, triclosán	Sin filtración de metales
Recuperación de litio	Piletas de evaporación, resinas DLE	Selectividad, huella hídrica
Ligante de micotoxinas	Bentonita, carbón activado	Afinidad por carga dirigida

Quitina. El segundo polímero más abundante de la Tierra.

De cáscaras, hongos e insectos — la misma cadena polimérica, tres materias primas distintas.

La quitina forma el componente estructural de las cáscaras de los crustáceos, los exoesqueletos de los insectos y las paredes celulares de los hongos. Solo la celulosa es más abundante. La remoción del grupo acetilo de cada unidad de glucosamina rinde quitosano — la misma cadena polimérica, ahora con una amina primaria y, en medio ácido, una carga catiónica.

El quitosano de mariscos representa aproximadamente el 95 % de todo el quitosano producido en el mundo — del orden de 50,000 toneladas métricas al año.



Mosca soldado negra. Biomasa todo el año. Sin marisco.

Las larvas de mosca soldado negra se cultivan sobre corrientes de residuos orgánicos en biorreactores controlados y se cosechan durante todo el año. Sus exoesqueletos rinden quitina a pureza constante, libre de proteína alergénica de marisco e independiente de los ciclos de captura marina.



Seis parámetros definen la calidad del quitosano.

Antes de comparar orígenes, conviene fijar el vocabulario. Estos seis atributos, medidos por el Certificado de Análisis del lote, determinan cómo se comporta el polímero en la formulación y en el organismo.

01 DDA · GRADO DE DESACETILACIÓN

Qué proporción es realmente quitosano.

Fracción de unidades desacetiladas en la cadena. Por debajo de ~60 % el polímero se comporta como quitina; entre 85 % y 99 % se considera quitosano de alta calidad. El DDA determina cuánta carga positiva puede desarrollar el polímero en solución ácida.

04 POTENCIAL ZETA

Cuánta carga catiónica en solución.

Medida directa de la carga superficial neta en mV a un pH dado. Un potencial de +30 mV o mayor es umbral de estabilidad coloidal; los grados con +60 a +70 mV son los que impulsan enlace de patógenos, floculación y adsorción de contaminantes.

02 PESO MOLECULAR · MW / M_V

Qué tan larga es la cadena.

Se reporta como M_V (viscosimétrico) o M_w (peso promedio), típicamente entre <3 kDa (oligosacáridos) y >1 MDa (cadena completa). Cadenas largas forman películas; cadenas cortas cruzan membranas y actúan como prebióticos y elicitores.

05 BIOACTIVIDAD

Qué hace en un ensayo funcional.

Se cuantifica con ensayos: concentración mínima inhibitoria frente a patógenos, capacidad de adsorción de metales o PFAS (Q_{max}, mg/g), regulación al alza de genes de defensa vegetal. El DDA y la carga son necesarios pero no suficientes — la bioactividad se demuestra en el ensayo.

03 PUREZA · RESIDUOS

Qué más hay en el polvo.

Materia insoluble en agua, cenizas, proteína residual, metales pesados (Pb, Cd, Hg, As) y carga microbiana (recuento total, *Salmonella*, coliformes). Grado alimenticio y farmacéutico exigen <10 ppm de metales pesados y <100 UFC/g.

06 BIODISPONIBILIDAD · SOLUBILIDAD

A qué pH se disuelve, y dónde llega.

La forma salina (HCl, lactato, acetato) y el peso molecular fijan el rango de pH de solubilidad. El COS de bajo MW cruza mucosas y paredes celulares; el chitosan de cadena completa se queda en superficie. La biodisponibilidad se ajusta con el derivado, no con la dosis.

*Cada lote de Chitosan Global se caracteriza en los seis parámetros. El Certificado de Análisis por lote documenta los seis valores para cada envío — véase **Capítulo 4** para la lista de verificación completa del COA.*

Crustáceo, hongo o mosca soldado negra. La misma molécula, tres materias primas.



CRUSTACEAN



HONGO · CHAMPIÑÓN Y OSTRA



MOSCA SOLDADO NEGRA

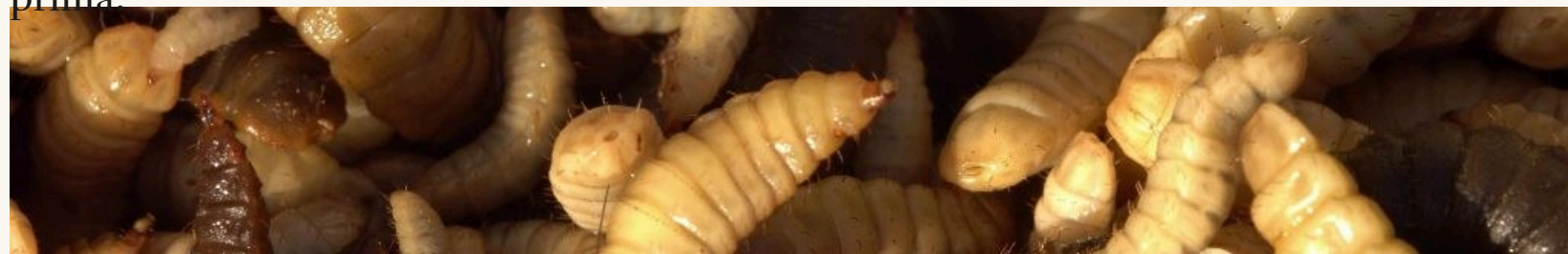
ATRIBUTO	CRUSTÁCEO	HONGO	MOSCA SOLDADO NEGRA
Fuente organism	Cáscaras de camarón, cangrejo y langosta	<i>Agaricus bisporus</i> , <i>Lenzites betulina</i> , oyster mushroom	Exoesqueleto de larva de <i>Hermetia illucens</i>
DDA típico	80–95 %	95–99 %	85–95 %
Rango típico de MW	50 kDa – 1 MDa	2 kDa – 300 kDa	10 kDa – 400 kDa
Riesgo de alérgeno de marisco	Requiere eliminación de tropomiosina	Ninguno	Ninguno
Vegano / kosher / halal	No vegano; revisión kosher/halal requerida	Los tres	No vegano; revisión kosher/halal requerida
Vía GRAS de la FDA	GRN 443 (Primex, 2013)	GRN 997 (<i>Agaricus</i> , 2023)	En trámite
Aprobación OIV para clarificación de vino	No aprobado	Aprobado 2009 (fungal only)	No aprobado
Ideal para	Formación de películas de alto MW, volúmenes sensibles al costo	Alimentos, cosméticos, cuidado oral, clean-label	Suministro continuo, materia prima circular, escala industrial

Fuentes: FDA GRAS Notices 443 and 997. OIV Resolution 336-2009. Kaya et al. 2015, Zool Sci 32:397. Waško et al. 2016, Nova Biotechnol Chim 15:213. Chitosan Global product data 2026.

Criada en interiores. Alimentada con bagazo cervecero y otros residuos agrícolas.

Mosca soldado negra larvae (*Hermetia illucens*) eat organic waste and produce two things: an oily, protein-rich feed for other animals, and an exoskeleton rich in chitin.

A diferencia de la pesca del camarón, la cría de BSF es continua, en interior y totalmente desacoplada de los ecosistemas marinos. El rendimiento de quitina es consistente entre lotes. El exoesqueleto está libre de la exposición a metales pesados marinos que los productores de quitosano de marisco alimentario deben invertir dinero en remover. Y el alimento subproducto ayuda a hacer todo el sistema económicamente viable. El quitosano de BSF puede ayudar a satisfacer la demanda mundial construyendo biorrefinerías que valoricen los residuos agrícolas como materia prima.



Fuentes: Kaya et al. 2015, Zool Sci 32:397. Waško et al. 2016, Nova Biotechnol Chim 15:213. Promecens Entosystems process documentation 2026.

Suministro consistente. Sin dependencia de la pesca, sin oscilaciones estacionales de precio.

Materia prima circular. Las granjas convierten residuos orgánicos en quitina a escala industrial.

Menor carga de metales pesados que la cáscara marina. Cría en interior sobre sustrato controlado; sin bioacumulación marina.

Sin riesgo de alérgeno de marisco. La tropomiosina de insecto es antigénicamente distinta de la del crustáceo en la mayoría de los paneles alérgicos.

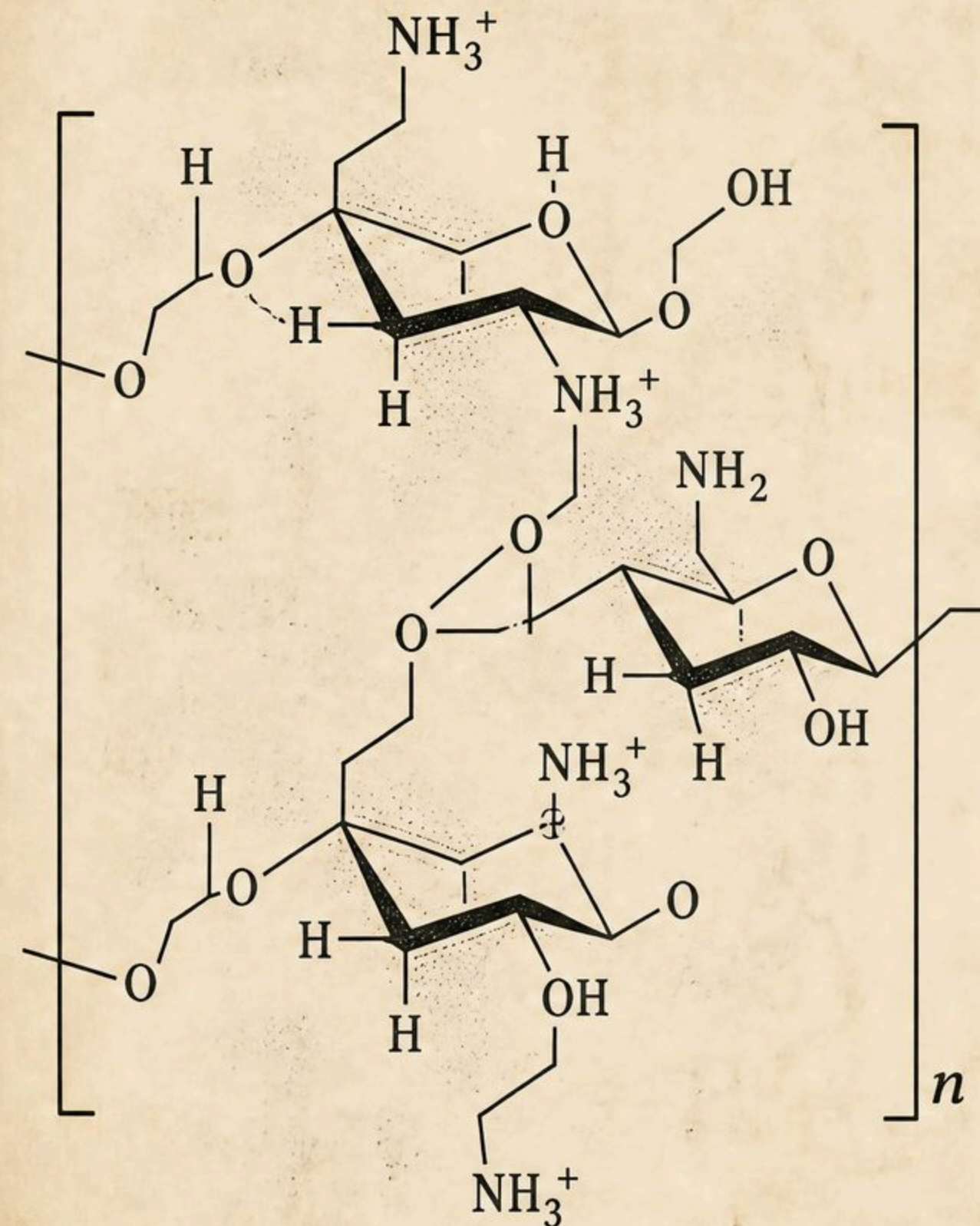
THE CHARGE LADDER

Nine grades of Chitosan Global chitosan, ordered by COA-verified zeta potential (mV) at pH 3.5-5.0.

All zeta values verified by third-party analytical lab at Venture Center, Pune.
Chitosan Global / Promecens Entosystems batch COAs, 2025-2026.

- 1 **+71.04 mV — CHITOSAN 70 AG / 70 IG (COS-HCl)** COA
98.67% DDA · lot PRM/CHT-70AG/01-2026 · water/PFAS/mycotoxin
- 2 **+59.77 mV — CHITOSAN 60 FG (COS-Lactate)** COA
98.67% DDA · lot PRM/CHT-60FG/01-2026 · food preservation, produce coatings
- 3 **+45 to +55 mV — QUATERNARY CHITOSAN**
86.5% DDA · MW 145 kDa · lot QCh/01/2025 · oral care, medical films
- 4 **+40 to +55 mV — TRIMETHYL CHITOSAN (TMC)**
58.6% DS · MW 296 kDa · lot TMC/01/2025 · pharma mucosal delivery
- 5 **+37.45 mV — CHITOSAN AS (Acid-Soluble)** COA
92.54% DA · MW 170 kDa · lot PRM/CHT-AS/01-2026
- 6 **+37.34 mV — CHITOSAN WS (Water-Soluble)** COA
93.23% DA · MW 45 kDa · lot PRM/CHT-WS/01-2026
- 7 **+25 to +45 mV — CHITOSAN OLIGOSACCHARIDE (COS)**
nutraceuticals, plant elicitor, calf nutrition
- 8 **+15 to +35 mV — CARBOXYMETHYL CHITOSAN (CMC)**
amphoteric · MW 249 kDa · lot CMCS/01/2025 · cosmetics, remineralization
- 9 **+15 to +40 mV — CHITOSAN ACETATE**
literature range · agricultural spray, seed coating

● COA VERIFIED ○ LITERATURE RANGE



The higher the surface charge, the broader the electrostatic action.



La carga positiva solo sobrevive por debajo del pK_a .

El quitosano porta su carga catiónica sobre la amina primaria en el C2 de cada unidad de glucosamina. La amina acepta un protón y se convierte en —NH_3^+ solo por debajo de su constante de disociación ácida, pK_a — a menos que se trate de **Chitosan FG, IG o AG de Chitosan Global**, que es antimicrobiano de pH 2 a 12. Es el único quitosano, además de los derivados cuaternizados, que puede hacer esa afirmación. Para el quitosano nativo, el pK_a es 6,3–6,5.

Por encima del pK_a , la amina se desprotona. La solubilidad, el enlace catiónico, la disrupción de membrana y el desempeño en floculación caen con ella. Como el agua municipal corre a pH 7–8, el agua de mar a pH 8,1, la sangre a pH 7,4 y la mayoría del efluente industrial por encima de 7, el quitosano estándar es inactivo en los sistemas donde más se necesita.

Fuentes: Wang et al. 2006, *Int. J. Biol. Macromol.* 40(1):24–29. Rinaudo 2006, *Prog. Polym. Sci.* 31:603–632. Chang et al. 2015, *Carbohydr. Polym.* 134:74–81.

QUITOSANO NATIVO · CARGA VS. PH

pH 3.0 (solución de ácido acético)	> 90 % protonado
pH 5.0 (superficie de productos frescos)	~ 80 % protonado
pH 6.5 (pK_a)	50 % protonado
pH 7.0 (agua potable)	~ 20 % protonado
pH 8.0 (agua de mar)	< 5 % protonado
pH 9,0 y superior	Efectivamente neutro

Catiónico hasta pH 12. El primer quitosano que conserva su carga en medio alcalino.

Tres grados de Chitosan Global fabricados por Promecens Entosystems — **Quitosano 60 FG** (COS-Lactate, grado alimenticio), **Quitosano 70 AG** (COS-HCl, grado agrícola) y **Quitosano 70 IG** (COS-HCl, grado industrial) — conservan carga catiónica medible en todo el rango de pH, de 3 a 12.

Es una primicia en la industria. Elimina el techo del pK_a que ha limitado al quitosano durante cuatro décadas y abre aplicaciones antes inaccesibles al polímero: agua alcalina de lavado, clarificación de agua dura, extracción de litio de agua de mar, sistemas cementicios y liberación de fármacos a pH fisiológico.

Fuente: Promecens Entosystems Pvt. Ltd. technical data. Third-party zeta-potential characterisation, Venture Center, Pune, India. COA lots PRM/CHT-60FG, PRM/CHT-70AG, PRM/CHT-70IG (01/01-2026).

RETENCIÓN DE CARGA EN TODO EL RANGO DE PH

PH	QUITOSANO NATIVO	PROMECENS FG / AG / IG
3	> 90 %	+70 mV
5	~ 80 %	+68 mV
7	~ 20 %	+62 mV
8	< 5 %	+58 mV
10	Neutro	+50 mV
12	Neutro	+40 mV

Los grados FG, AG e IG están disponibles a escala industrial a partir de cuatro orígenes de biomasa — *Agaricus bisporus*, *Lenzites betulina*, hongo ostra y mosca soldado negra — a paridad de precios en las cuatro fuentes. Los equipos de compras pueden especificar el origen (vegano, kosher/halal, libre de alérgenos o de insecto valorizado) sin diferencial de costo.

AGARICUS · LENZITES · OSTRA · MOSCA SOLDADO NEGRA

Chitosan 70 AG e IG

(COS-HCl)

Chitosan Oligosaccharide Hydrochloride · origen de hongo Agaricus bisporus · CAS 70694-72-3

La sal HCl de un oligosacárido de quitosano de bajo peso molecular y alto DDA, obtenido a partir del micelio del hongo *Agaricus bisporus*. El COA del lote reporta un potencial zeta de **+71.04 mV** a pH 4.48 — la medida de carga más alta del catálogo de Chitosan Global.

Esa carga sustenta las aplicaciones principales de ambos grados. El grado AG (agrícola) provoca respuesta de defensa vegetal y adsorbe micotoxinas en granos almacenados. El grado IG (industrial) elimina PFAS del agua municipal y enlaza metales pesados.



Chitosan 70 AG — oligosacárido clorhidrato de bajo peso molecular y alto DDA obtenido del micelio de Agaricus bisporus. Se comercializa como polvo fino color hueso; soluble en agua a pH neutro.

Haga clic en la foto → compre este producto en chitosanglobal.com

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Especificaciones del lote

Lot PRM|CHT-70AG|01|01-2026 · Promecens Entosystems Pvt. Ltd. · Fab. Enero de 2026 · Cad. Diciembre de 2028

Número CAS	70694-72-3
Material de origen	Agaricus bisporus
Peso molecular	< 3 kDa
Grado de desacetilación	98.67 %
Pureza	99.13 %
Potencial zeta (1% aq.)	+71.04 mV
pH (solución 1%, 25°C)	4.48
Viscosidad (1% ac., 30°C)	6.59 cSt
Metales pesados (como Pb)	Nulo
Fracción insoluble en agua	0.01 %

Figura 3.1

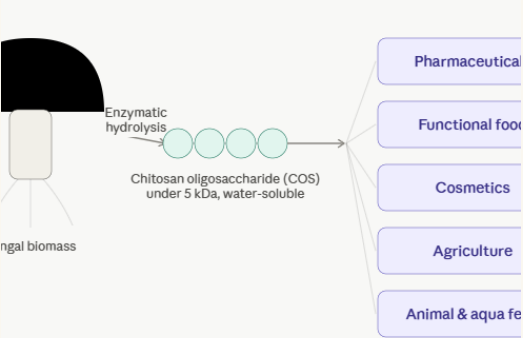
Chitosan 60 FG

(COS-Lactate)

Chitosan Oligosaccharide Lactate · origen de hongo Agaricus bisporus · CAS 148411-57-8

La sal lactato de un oligosacárido de quitosano de bajo peso molecular derivado de hongo. El COA del lote reporta un potencial zeta de **+59.77 mV** a pH 4.48 — una alta carga catiónica en forma de sal grado alimenticio.

El anión lactato es grado alimenticio y compatible con la vía GRAS. Esa combinación — alta carga catiónica en una sal apta para alimentos — es la razón por la que Chitosan FG se ha vuelto el grado ancla para recubrimientos de productos frescos, conservación natural de alimentos y extensión de vida útil en panadería.



Chitosan 60 FG (COS-Lactate) — oligosacárido catiónico grado alimenticio. Se comercializa como polvo de libre flujo color hueso; se usa en recubrimientos de productos frescos, extensión de vida útil en panadería y tratamientos en florero para flores de corte.

Haga clic en la foto → compre este producto en chitosanglobal.com

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Especificaciones del lote

Lot PRM|CHT-60FG|01|01-2026 · Promecens Entosystems Pvt. Ltd. · Fab. Enero de 2026 · Cad. Diciembre de 2028

Número CAS	148411-57-8
Material de origen	Agaricus bisporus
Peso molecular	Low MW oligo
Grado de desacetilación	98.67 %
Pureza	99.13 %
Potencial zeta (1% aq.)	+59.77 mV
pH (solución 1%, 25°C)	4.48
Viscosidad (1% ac., 30°C)	6.59 cSt
Metales pesados (como Pb)	Nulo
Fracción insoluble en agua	0.01 %

Figura 3.2

Quaternary Chitosan

Amonio cuaternario quitosano derivative (HTCC) · Origin CAS 9012-76-4 · MW 145 kDa

Los demás quitosano dependen de la protonación. Sube el pH por encima de 6 y la carga positiva desaparece. El quitosano cuaternario no. Un grupo amonio cuaternario permanente está injertado químicamente al polímero — la carga es intrínseca y no puede apagarse con el pH.

Esa sola propiedad lo convierte en la plataforma antimicrobiana de amplio rango de pH más potente de la familia. Es hacia donde apunta la literatura revisada por pares para recubrimientos de dispositivos dentales, liberación de fármacos en mucosas y películas biocidas que deben funcionar en ambientes neutros o alcalinos.



Quaternary Chitosan (HTCC) — carga catiónica permanente, soluble en agua en todo el rango de pH. Se suministra como polvo color hueso pálido a partir de fuente de hongo o marisco.

Haga clic en la foto → compre este producto en chitosanglobal.com

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Especificaciones del lote

Lot QCh/01/2025 · Promecens Entosystems Pvt. Ltd. · Fab. Abril 2026 · Cad. Marzo 2028

Número CAS (origin)	9012-76-4
Peso molecular (avg.)	145 kDa
Grado de desacetilación	86.54 %
Grado de cuaternización	0.42
Potencial zeta (literature)	+40 – +55 mV
Pureza (dry basis)	99.23 %
Viscosity (1% aq., 25°C)	2.3 cS
pH (1% aqueous)	4.2
Metales pesados (como Pb)	Nulo

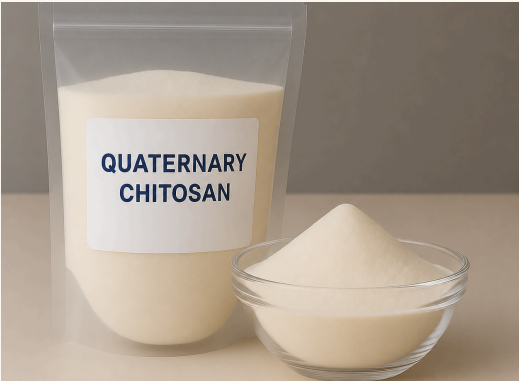
Figura 3.3 · Zeta not published on this COA; range from Sahariah & Másson 2017.

Trimethyl Chitosan

TMC · N,N,N-trimethyl quitosano · CAS 52349-26-5 · MW ~296 kDa

El quitosano trimetilado (TMC) es un miembro específico de la familia del quitosano cuaternario — tres grupos metilo en el nitrógeno amínico, generando un catión trimetilamonio permanente. Se ha vuelto el caballo de batalla del desarrollo farmacéutico con quitosano.

El TMC se disuelve limpiamente en todo el rango de pH fisiológico. Abre uniones estrechas en el epitelio mucoso, de manera breve y reversible, y eso es lo que permite que vacunas administradas por vía nasal y fármacos peptídicos crucen al torrente sanguíneo. Insulina, calcitonina y varios candidatos de vacuna contra influenza y hepatitis B se han formulado sobre TMC.



Trimethyl Chitosan (TMC) — miembro específico de la familia del quitosano cuaternario. Se suministra a formuladores farmacéuticos para adyuvantes de vacunas nasales, portadores de fármacos mucosos y liberación de fármacos peptídicos.

Haga clic en la foto → compre este producto en chitosanglobal.com

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Especificaciones del lote

Lot TMC|01|2025 · Promecens Entosystems Pvt. Ltd.

Número CAS	52349-26-5
Peso molecular (avg.)	295.67 kDa
Grado de sustitución	58.6 %
Pureza (dry basis)	99.09 %
Potencial zeta (literature)	+35 – +55 mV
Viscosity (1% aq., 25°C)	3.1 cP
pH (1% aqueous)	6.1
Metales pesados (como Pb)	Nulo
Total viable count	< 100 CFU/g

Figura 3.4 · Zeta not published on this COA; range from Amidi 2010.

Chitosan Hydrochloride

Sal de HCl del quitosano · el anión regulatoriamente limpio · 98% DDA, 3 kDa

Donde COS-HCl es la variante de mayor carga y menor peso molecular utilizada en trabajos de agua y micotoxinas, el quitosano hidrocloreuro sin modificar es el caballo de batalla farmacéutico y agrícola. El contra-ión cloruro es regulatoriamente limpio — sin ácidos orgánicos que confundan, sin acetato residual, sin lactato que interfiera en un ensayo posterior.

Es el grado al que recurre un formulador cuando el producto terminado enfrentará revisión de la FDA, la EMA o la ICH. También es el grado que domina la categoría de bioestimulantes agrícolas, donde el 98% de DDA y un peso molecular de 3 kDa entregan el elicitor más biodisponible de la respuesta de defensa vegetal.

Chitosan hydrochloride, 98% DDA, 3 kDa — gramos de polvo por galón:

Volumen	Remojo de semillas 0.3%	Foliar 0,4%
1 gal	11.4 g	15.1 g
5 gal	56.8 g	75.7 g
10 gal	114 g	151 g
50 gal	568 g	757 g
100 gal	1,136 g	1,514 g
300 gal	3,407 g	4,542 g

Preparar una pasta en pequeño volumen primero, expandir y agitar 10 min. El agua tibia (40–50 °C) acelera la disolución. Utilizar dentro de 24–48 h.

Fuente: Guía de mezcla del Chitosan Hydrochloride para aplicaciones agrícolas, Chitosan Global 2026. Tabla completa 8×10 en el Capítulo 8, p. 72.

Chitosan AS y WS. Misma molécula. Dos comportamientos salinos.

CHITOSAN AS · SOLUBLE EN ÁCIDO

Mayor MW. Película más gruesa.

Quitosano nativo, 170 kDa, disuelto en ácido acético suave a pH 3,5. El mayor peso molecular construye una película mecánicamente más fuerte sobre superficies de productos frescos, carne y heridas — el grado de referencia en la literatura de recubrimientos comestibles.

Potencial zeta	+37.45 mV
Grado de acetilación	92.54 %
Peso molecular	170 kDa
Lote	PRM/CHT-AS/01/01-2026

CHITOSAN WS · SOLUBLE EN AGUA

Menor MW. pH neutro.

Quitosano nativo, 45 kDa, hidrolizado hasta plena solubilidad en agua. Mismo zeta, menor viscosidad, sin necesidad de ácido. El grado al que recurren los formuladores cuando el producto debe disolverse a pH neutro, en agua fría y sin ácido.

Potencial zeta	+37.34 mV
Grado de acetilación	93.23 %
Peso molecular	45 kDa
Lote	PRM/CHT-WS/01/01-2026

Carboxymethyl Quitosano

CMC · CMCS · CAS 83512-85-0 · el derivado anfótero

El injerto de un grupo carboximetilo sobre el quitosano hace al polímero anfótero y libremente soluble a pH cercano al neutro. Esa solubilidad permite su uso en la categoría de formulación cosmética y de cuidado personal, que suele operar a pH 5–7.

En cuidado oral, es donde se concentran las señales más fuertes revisadas por pares para el CMC. Reduce la adherencia de *Streptococcus mutans* y sus complejos con fosfato de calcio amorfo plantillan la remineralización intrafibrilar de dentina y esmalte.



Carboxymethyl Chitosan (CMC) — el derivado anfótero. Se comercializa como polvo amarillo pálido a tostado a partir de hongo, marisco o BSF.

Haga clic en la foto → compre este producto en chitosanglobal.com

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Especificaciones del lote

Lot CMCS|01|2025 · Promecens Entosystems Pvt. Ltd.

Número CAS 83512-85-0

Peso molecular (avg.) 249.12 kDa

Pureza (dry basis) 99.23 %

Viscosity (1% aq., 25°C) 2.3 cS

Potencial zeta (literature) +15 – +35 mV

pH (1% ac., ácido) 4.2

pH (1% ac., alcalino) 8.5

Metales pesados (como Pb) Nulo

Sustancias insolubles 0.12 %

Figura 3.6 · Zeta no publicado en este COA; rango tomado de Qu et al. 2023, PMC10570529.

Quitosano Oligosaccharide (COS)

COS es quitosano reducido a su forma de cadena corta, típicamente por debajo de 3 kDa. Donde el quitosano de cadena completa se asienta sobre una superficie, el COS la atraviesa — lo bastante pequeño para cruzar las paredes celulares e interactuar con blancos intracelulares.

En el suelo, COS al 0,3% p/v es uno de los elicitores más fiables de la respuesta de defensa vegetal, desencadenando una regulación al alza aproximadamente triplicada de los genes de defensa relacionados con la patogénesis TaPAL, TaPR1 y TaPR2. En el intestino del ternero funciona como un aminoazúcar prebiótico que desplaza el equilibrio microbiano y acorta la recuperación de la diarrea. En el pasillo nutracéutico, es el ingrediente de soporte inmunológico que sostiene decenas de líneas de suplementos clean-label.

Elicitor vegetal. 0,3–0,4% p/v en tratamiento foliar / de semilla activa la resistencia sistémica adquirida en trigo, maíz, tomate, pepino y café.

Nutrición de terneros. Fibra prebiótica; apoya la función de barrera intestinal y reduce el tiempo de recuperación de la diarrea neonatal.

Suplementos dietéticos. Modulación inmunológica, apoyo al microbioma intestinal, manejo del colesterol vía unión de ácidos biliares.

Cosmecéuticos. Bajo peso molecular, soluble en agua; penetra el estrato córneo donde el quitosano de alto PM no puede.

Chitosan Lactate

Quitosano de cadena completa en su forma salina de lactato · contra-ión vía GRAS

Quitosano de cadena completa (típicamente 50–300 kDa) disuelto en su sal de lactato. El contra-ión lactato se ubica dentro del sobre de la vía GRAS para uso en alimentos y cuidado personal, y se disuelve limpiamente a pH 4–5 sin dejar olor a ácido acético.

El peso molecular importa. Donde COS-lactate crea una película delgada y penetrante, el quitosano lactate construye un recubrimiento más pesado y mecánicamente resiliente — el grado de elección para tratamientos de superficie de carnes, revestimientos interiores de envases lácteos y productos de cuidado personal sin enjuague formadores de película.

Tratamientos de superficie de carnes. Recubrimiento formador de película sobre carnes curadas y aves de corral, que prolonga la vida útil refrigerada mediante control de humedad e interferencia con patógenos superficiales.

Interiores de envases lácteos. Revestimientos interiores para vasos de yogur y envoltorios de queso que inhiben el moho en la superficie de la película.

Cuidado personal sin enjuague. Acondicionadores capilares, cremas de manos, sueros formadores de película — donde la variante de mayor MW aporta sustantividad.

Investigación en películas y recubrimientos. Grado de referencia estándar en la literatura de películas comestibles.

Chitosan Acetate

Quitosano de cadena completa disuelto en ácido acético diluido · el estándar agrícola

La forma agrícola más antigua y común. Quitosano disuelto en ácido acético al 0,5–1%, ajustado a pH 5–6 y diluido en la mezcla del tanque. Ha sido el caballo de batalla de la literatura de protección de cultivos con quitosano durante tres décadas — el grado detrás de la mayoría de los ensayos de campo con aspersión foliar publicados.

El contraíón acetato lo vuelve económico y confiable en campo. El costo es un leve olor a ácido acético en concentración y una vida útil ligeramente menor en el aspersor una vez mezclado. Para la mayoría de las aplicaciones agrícolas, esas concesiones son aceptables a cambio de un menor costo por acre.

Aspersión foliar. Podredumbre roja de la caña de azúcar, roya del café, carbón del tomate — el grado de referencia en la literatura.

Tratamiento de semilla. Recubre la semilla con una película elicitora delgada que preconditiona la respuesta de defensa sistémica antes de la germinación.

Inmersiones poscosecha. Tratamientos superficiales de frutas y hortalizas en la planta de empaque.

Investigación en nanopartículas de quitosano. Material de partida estándar para el desarrollo de nano-formulaciones.

Qué grado va en su fórmula.

APLICACIÓN	POR QUÉ ESTE GRADO	GRADO
Tratamiento de agua con PFAS y metales pesados	La carga más alta; bajo MW para acceso al poro	COS-HCl
Micotoxina adsorption in grain	El catión de alta carga enlaza aflatoxina aniónica B ₁	COS-HCl (IG)
Recubrimientos de productos frescos, conservación de alimentos	Vía GRAS; alta carga en forma inocua para alimentos	COS-Lactate (FG)
Enjuague oral de pH amplio, recubrimiento dental	La carga no decae con la variación de pH	Quaternary
Vacuna nasal, entrega oral de péptidos	Abre uniones estrechas; solubilidad de pH amplio	TMC
Recubrimiento de dispositivos médicos, elicitador agrícola	Contra-ión cloruro limpio regulatoriamente	Chitosan HCl
Pasta dental, hidrogel para heridas, cosméticos	Soluble en agua at neutral pH; amphoteric	CMC
Elicitor vegetal, suplemento dietético	Atraviesa paredes celulares; alta bioactividad	COS
Películas para carne, envases lácteos	Un MW mayor aporta resistencia mecánica al film	Chitosan Lactate
Aspersión foliar, recubrimiento de semilla, inmersión poscosecha	Menor costo por hectárea; tres décadas de datos de campo	Chitosan Acetate

Cada grado, cada origen, en una sola página.

Fabricación verde, caracterización por COA por lote y disponible en orígenes de hongo, marisco y mosca soldado negra (BSF). Haga clic en cualquier nombre de producto para ver su página de compra y solicitar muestras.

PRODUCTO · GRADO		ORIGEN		APLICACIONES PRINCIPALES			PROCESO
NATIVE CHITOSAN				CARBOXYMETHYL CHITOSAN (CMCS)			
Native Chitosan	Hongo	Industrial	VERDE	CMCS	Hongo	Alimentos, Farmacéutica, Cosmética	VERDE
Native Chitosan	Marisco	Alimentos, Agricultura	VERDE	CMCS	Marisco	Alimentos	ORIGINAL
				CMCS	BSF	Alimentos	VERDE
CHITOSAN OLIGOSACCHARIDE · HCL				QUATERNARY CHITOSAN			
Chitosan AG	Hongo / BSF	Agricultura	VERDE	Promecens Quaternary	Hongo	Industrial, Médica, Farmacéutica	VERDE
Chitosan IG	Hongo / BSF	Industrial	VERDE	Quaternary	Marisco	Industrial, Médica, Farmacéutica	ORIGINAL
				Quaternary	BSF	Industrial, Médica, Farmacéutica	VERDE
CHITOSAN OLIGOSACCHARIDE · LACTATE				DERIVADOS AVANZADOS			
Chitosan FG	Hongo / BSF	Alimentos	VERDE	Trimethyl (TMC)	Hongo / Insecto	Médica, Farmacéutica	VERDE
CHITOSAN HYDROCHLORIDE				Sulphonated	Hongo / Insecto	Médica, Farmacéutica	VERDE
Chitosan HCl	Hongo	Multi-industria	ORIGINAL	Phosphorylated	Hongo / Insecto	Médica, Farmacéutica	VERDE
Chitosan HCl	Marisco	Multi-industria	ORIGINAL				
Chitosan HCl	Hongo / BSF	Multi-industria	VERDE	COS DE ALIMENTACIÓN Y ESPECIALIDAD			
CHITOSAN OLIGOSACCHARIDE · GRADOS DE SOLUBILIDAD				COS de alimentación y cosmético RX-H10, H85 · RY-COS90 · NUGLY LB/IM	Origen marino	Alimentación animal, Cosmética, Alimentos	ORIGINAL
Chitosan-36 AS · soluble en ácido	Hongo / Insecto	Industrial, Agricultura	VERDE	Alginate Oligo RY-AOS	Origen marino	Agricultura	ORIGINAL
Chitosan-36 WS · soluble en agua	Hongo / Insecto	Industrial, Agricultura	VERDE				

PRECIOS MAYORISTAS · COA · MSDS — Para precios mayoristas actuales, documentación para licitaciones y soporte técnico, utilice la página [Contact Us](#) en [chitosanglobal.com](#) o escriba a info@chitosanglobal.com.
MUESTRAS — Las muestras analíticas están disponibles directamente en la [Shop](#) de [chitosanglobal.com](#).

Qué buscar en un Certificado de Análisis.

QUÍMICA

Seis números a verificar.

1. Grado de desacetilación (DDA / DS / DoQ)
2. Peso molecular o rango de oligosacárido
3. Pureza en base seca
4. pH de solución acuosa al 1%
5. Viscosidad de solución acuosa al 1%
6. Solubilidad en agua / fracción insoluble

PROCEDENCIA

Tres líneas en las que insistir.

1. Material de origen nombrado (especie y derivado)
2. Número CAS
3. Número de lote vinculado al envío

Referencia: todos los CoA de productos de Chitosan Global en chitosanglobal.com siguen este esquema. La medición de zeta está disponible bajo solicitud.

CONTAMINANTES

Cuatro elementos que deben estar presentes.

1. Metales pesados (como Pb) ≤ 10 ppm
2. Arsénico ≤ 2 ppm
3. Recuento viable total ≤ 100 UFC/g
4. Ausencia de bacterias patógenas (*Salmonella*, coliformes)

POTENCIAL ZETA

Deseable, rara vez requerido.

La medición de zeta no es estándar en todos los COA. Cuando está presente, debe indicar la condición de pH de la medición. El zeta del quitosano depende fuertemente del pH, y un valor citado sin pH no constituye una especificación significativa.

PARTE DOS

Aplicaciones.



Un biopolímero, rociado sobre las hojas.

El quitosano actúa sobre las plantas de dos maneras a la vez. Forma una delgada película antimicrobiana sobre la superficie foliar y activa las propias vías de defensa de la planta — la resistencia sistémica adquirida. Ensayos de campo en tomate, café y caña de azúcar han documentado ambos efectos juntos.



Tablas de mezcla — sistema imperial y métrico.

Todas las concentraciones se expresan como % p/v (peso/volumen). Las columnas destacadas muestran las dos concentraciones de campo más comunes: remojo de semilla (0.20 %) y foliar | defensa vegetal (0.30–0.50 %).

IMPERIAL · OUNCES & POUNDS PER GALLON

CONCENTRATION	RATE	1 GAL	5 GAL	10 GAL	25 GAL	50 GAL	100 GAL
0.025% Drip	0.03 oz/gal	0.03 oz	0.17 oz	0.33 oz	0.84 oz	1.67 oz	3.34 oz
0.05% Drip	0.07 oz/gal	0.07 oz	0.34 oz	0.67 oz	1.67 oz	3.34 oz	6.68 oz
0.10% Drip	0.13 oz/gal	0.13 oz	0.67 oz	1.34 oz	3.34 oz	6.68 oz	0.83 lb
0.20% Véased soak	0.27 oz/gal	0.27 oz	1.34 oz	2.67 oz	6.68 oz	0.83 lb	1.67 lb
0.30% Plant defense	0.40 oz/gal	0.40 oz	2.00 oz	4.01 oz	10.01 oz	1.25 lb	2.50 lb
0.40% Plant defense	0.53 oz/gal	0.53 oz	2.67 oz	5.34 oz	13.35 oz	1.67 lb	3.34 lb
0.50% Plant defense	0.67 oz/gal	0.67 oz	3.34 oz	6.68 oz	1.04 lb	2.09 lb	4.17 lb
0.80% Patógeno	1.07 oz/gal	1.07 oz	5.34 oz	10.68 oz	1.67 lb	3.34 lb	6.68 lb
1.00% Patógeno	1.34 oz/gal	1.34 oz	6.68 oz	13.35 oz	2.09 lb	4.17 lb	8.35 lb

MÉTRICO · GRAMOS POR LITRO DE SOLUCIÓN

CONCENTRATION	RATE	1 L	5 L	10 L	20 L	100 L
0.025% Drip	0.25 g/L	0.25 g	1.25 g	2.5 g	5 g	25 g
0.05% Drip	0.5 g/L	0.5 g	2.5 g	5 g	10 g	50 g
0.10% Drip	1 g/L	1 g	5 g	10 g	20 g	100 g
0.20% Véased soak	2 g/L	2 g	10 g	20 g	40 g	200 g
0.30% Plant defense	3 g/L	3 g	15 g	30 g	60 g	300 g
0.40% Plant defense	4 g/L	4 g	20 g	40 g	80 g	400 g
0.50% Plant defense	5 g/L	5 g	25 g	50 g	100 g	500 g
0.80% Patógeno	8 g/L	8 g	40 g	80 g	160 g	800 g
1.00% Patógeno	10 g/L	10 g	50 g	100 g	200 g	1 kg

CLAVE DE APLICACIÓN

Remojo de semilla 0.20 % · 30–60 min antes de sembrar
Riego por goteo 0.025–0.10 % durante los ciclos de riego
Defensa vegetal 0.30–0.50 % foliar en periodos de estrés
Mitigación de patógenos 0.80–1.00 % sólo si es necesario

PREPARACIÓN

La mayoría de los quitosano solubles en agua tardan cerca de una hora en disolverse. Los quitosano de alta carga — **Chitosan FG, AG e IG** — se disuelven en 15 minutos a temperatura ambiente y en menos de 5 minutos a 43 °C (110 °F). Prepare primero una lechada del polvo en un balde pequeño y agréguela al tanque principal mientras se agita.

PRECAUCIÓN · NO MEZCLAR CON

El Chitosan HCl es catiónico (+). **NO se mezcle** con polímeros aniónicos — goma xantana, alginato, carragenina o pectina. Formará grumos y precipitará de inmediato, arruinando el lote. EPP: mascarilla contra polvo, lentes y guantes.

Resistencia sistémica y prueba in-vitro frente a *Fusarium*.

El quitosano imita un fragmento de la pared celular fúngica. Cuando la hoja lo detecta en su superficie, la planta lee esa señal como un patógeno entrante y enciende su vía de resistencia sistémica adquirida — antes de que llegue cualquier patógeno real. En 24 horas, los genes relacionados con patogénesis se regulan al alza al triple o más; aumenta la producción de fitoalexinas; se deposita calosa en la pared celular.

LABORATORIO DE PROTECCIÓN VEGETAL, UVG · INFORME FI-26-179 (2026)		
Eficacia in-vitro de Quitosano 70 mV a 8 g/L (0,8 %).		
PATÓGENO (MUESTRA)	EFFECTIVIDAD A / B	LECTURA VS. CONTROL
<i>Fusarium</i> sp. (LPV-26-779)	100 % / 100 %	Equivalente al control negativo con agua estéril.
<i>Alternaria</i> sp. (LPV-26-780)	90 % / 90 %	Agronómicamente relevante; encaja en esquemas de MIP.
<i>Colletotrichum</i> sp. (LPV-26-781)	0 % / 0 %	Indistinguible del control positivo sin tratar.
Método: suspensión de esporas 1×10 ⁶ UFC/mL combinada con Quitosano 70 mV a 8 g/L (0,8 %) durante 24 h; siembra de 100 µL en PDA; incubación a 28 °C; lecturas a los 5 y 6 días.		

FIRMA MOLECULAR DE LA RESPUESTA ELICITORA

TaPAL. Fenilalanina amonio liasa — el punto de entrada al metabolismo de defensa fenilpropanoide.

TaPR1. Proteína relacionada con la patogénesis 1 — antifúngica de amplio espectro.

TaPR2. β-1,3-glucanasa — degrada las paredes celulares fúngicas.

Inducción de quitinasa. La planta produce su propia enzima degradadora de quitosano.

Supresión de tricotecenos. Regula a la baja la vía de biosíntesis de micotoxinas de *Fusarium*, incluido el DON.

Fuentes: Gunupuru et al. 2019, Plant Sci 285:110. El Hadrami et al. 2010, Marine Drugs 8:968. Iriti & Faoro 2009, Environ Sci Pollut Res 16:191. Laboratorio de Protección Vegetal (CEAA), Universidad del Valle de Guatemala, Informe FI-26-179 · Muestras LPV-26-779 a 781 · emitido en julio de 2026 · presentado por Shield Nutraceutical Inc.

La misma molécula, en cada etapa del cultivo.

TRATAMIENTO DE SEMILLA

Precondicionamiento antes de la germinación.

Las semillas remojadas al 0,3 % p/v de quitosano HCl durante 4–12 horas emergen con la vía de defensa sistémica preactivada. Las tasas de germinación mejoran 8–15 % bajo estrés; el vigor de plántula es medible más alto.

Algodón, trigo, soya, tomate, pepino, pimienta.

ASPERSIÓN FOLIAR

Defensa a demanda.

Una aplicación foliar al 0,4 % cada siete a catorce días mantiene la señal de resistencia sistémica adquirida durante la etapa de crecimiento vegetativo. Se aplica como producto solo o en mezcla de tanque con fertilizantes.

Dosis estándar: 15 g / galón en el pulverizador.

INMERSIÓN POSCOSECHA

El último tratamiento.

Una inmersión al 0,5–1,0 % en la planta de empaque forma la película superficial delgada que acompaña al producto a través de la cadena de frío. Extiende la vida útil refrigerada sin tolerancia de residuos de pesticidas.

Cítricos, frutas de hueso, bayas, pimientos.

Protocolo agrícola. A 15 g de Quitosano AG por galón foliar y 20 gal por acre, combinado con una reducción de merma poscosecha del 5–15 % y un aumento modesto del rendimiento, el retorno se suele lograr dentro de una sola campaña. Para precios actuales, contacte a chitosanglobal.com/contact-us.

En la planta. En el anaquel. En el plato.

El mecanismo contra los patógenos alimentarios es idéntico al del tratamiento de agua: unión electrostática a la superficie microbiana con carga negativa. Aplicado como lavado o recubrimiento, el quitosano inactiva *Salmonella*, *Listeria* y *E. coli* a concentraciones muy inferiores a las que requiere el cloro o el amonio cuaternario.

Chitosan FG al 0.1 % de concentración es ideal para asperjar hortalizas y ayudar a mantener su frescura.

[MORE INFO →](#) · [GROCERY SHELF-LIFE ARTICLE →](#)



Los productos frescos pierden valor entre el empaque y el estante de venta.

La pérdida de humedad, el opacamiento superficial y la apariencia irregular durante el manejo, el tránsito y la rotación en tienda erosionan lo que compradores y consumidores ven en el estante. Las opciones actuales suelen ser químicas de procesamiento agresivas o programas fungicidas motivados por etiqueta.

Los compradores piden una opción de soporte de calidad más suave y de etiqueta más limpia que quepa dentro de una línea de empaque existente. Quitosano FG es una respuesta.

01

La calidad visual decae entre el empaque y el estante.

02

Presión por opciones de etiqueta más limpia y basadas en superficie.

03

Pocos minutos disponibles en la línea para añadir un paso.

Fuente: Presentación de Chitosan FG para compradores de retail, Chitosan Global 2026.

Cómo el recubrimiento se ancla, se forma y respira.



01 · ANCLAR

Cargas opuestas se atraen.

El quitosano es un biopolímero catiónico. Las superficies de los productos frescos — incluidas las cutículas naturales — contienen grupos carboxilo e hidroxilo asociados negativamente. Esa diferencia de carga crea una atracción electrostática que permite al polímero anclarse estrechamente a la superficie del producto en lugar de quedar suelto encima.

02 · FORMAR

El agua se retira; llega una red.

Tras la aplicación, la fase acuosa comienza a evaporarse. A medida que ocurre, las moléculas de quitosano se autoorganizan en una red polimérica delgada y continua sobre la superficie de la fruta u hortaliza. La película es flexible, uniforme y adherente.

03 · RESPIRAR

Modera. No sella.

Las películas de quitosano permiten el paso de oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua a velocidades moderadas. Como el recubrimiento es semipermeable, no atrapa al producto en un ambiente cerrado. Ralentiza el intercambio en lugar de bloquearlo.

Muchos organismos deteriorantes tienen superficies cargadas negativamente, por lo que la carga positiva del quitosano puede interferir con su capacidad de adherirse.

Este documento presenta ese mecanismo únicamente como punto de discusión operativa, no como una afirmación de proceso validada.

Aspersión antes del empaque. Recubrir. Empacar. Enviar.

01

DISPONER

Disponer los productos en la línea de empaque existente.

02

ROCIAR

Aplicar una aspersión uniforme y ligera de Quitosano FG con equipos de aspersión estándar.

03

RECUBRIR Y EMPACAR

Permitir que la película se forme mientras la humedad se evapora, luego empacar normalmente.

04

ENVIAR

Enviar a la tienda siguiendo los procedimientos estándar de cadena de frío.



Quitosano FG (*Chitosan Oligosaccharide-Lactate*) se posiciona únicamente sobre la historia de calidad superficial y recubrimiento físico. Conviene ser conservador con las categorías de afirmaciones reguladas: sin lenguaje de eliminación, reducción logarítmica ni sanitizante. Es una herramienta de soporte de calidad, no una intervención de seguridad alimentaria.

Reemplazando benzoatos, sorbatos y propionatos.

Los productos horneados siguen siendo una categoría importante para los conservantes sintéticos — benzoato de sodio, sorbato de potasio y propionato de calcio. La demanda de alternativas clean-label ha crecido en la última década, pero hasta hace poco ningún conservante natural igualaba su actividad de amplio espectro a una dosis comercialmente viable.

Quitosano FG (COS-Lactate, +60 mV) entra en ese vacío al 0,3% p/p. Ataca a los mismos organismos que los sintéticos: *Aspergillus*, *Penicillium* y el deterioro de tipo cuerda por *Bacillus subtilis* en pan; y mohos superficiales en tortillas y panes planos.



Barra estándar (700 g)	2.1 g
Paquete de tortillas (500 g)	1.5 g
Dosis recomendada	0.3% p/p

Aplicación: Mezcla en seco con la harina antes de la hidratación para panes y masas. Dispersión acuosa (aspersión/brocha) para tortillas y panes planos.

Para precios actuales, contacte a chitosanglobal.com/contact-us.

Fuentes: ficha de producto Pan y Tortillas de Chitosan Global, 2026. Coma 2008, Meat Sci 78:90–103. No et al. 2002, Int J Food Microbiol 74:65–72.

Identificar categorías candidatas, en conjunto.

Chitosan FG no es un único producto para toda categoría de productos frescos. Es una familia de enfoques de aplicación — aspersión, inmersión, lavado — ajustados a la fisiología del cultivo específico.

Nuestro enfoque con un comprador de productos frescos es acotar las categorías donde el soporte de recubrimiento superficial resulte más relevante para la experiencia del comprador de ese retailer. A partir de allí, retrocedemos hasta un pequeño ensayo: una categoría, un centro de distribución, una ventana de observación definida y métricas de calidad estándar comparadas contra la línea base. **Las verduras son buenas candidatas, al igual que las flores de corte.**

Sin afirmar reducción de merma. Sin lenguaje de sanitizante. Medimos lo que el comprador ya mide.

Bayas. Fresas, arándanos, frambuesas. Alta pérdida de humedad, opacamiento superficial visible.

Hojas verdes. Espinaca, kale, corazones de lechuga romana. Marchitamiento entre el CD y el estante.

Tomates y pimientos. La firmeza y el brillo de la cáscara son las señales visuales que usa el consumidor.

Frutas de hueso. Duraznos, nectarinas, ciruelas. Magulladuras y abrasión superficial durante el manejo.

Flor cortada. Rosas, tulipanes, lirios. Calidad de pétalo y extensión de la vida en florero.

Cítricos poscosecha. Naranjas, limones, mandarinas. Acabado superficial para exhibición.

Fuente: Presentación para compradores de retail de Chitosan FG, Chitosan Global 2026.

Un ramo. Una aspersión. Diez días de vida útil ampliada.

Ramo comprado el **8 de enero de 2024**, rociado **una vez** con oligosacárido de quitosano al 0,25% de hongo ostra (DDA 98%, MW ~3 kDa, ζ +36 mV). Aún en buen estado el 18 de enero. Anécdota de una sola muestra, no un ensayo controlado.



8 ENE 2024
Día 0 · rociado



8 ENE 2024
Día 0



8 ENE 2024
Día 0



13 ENE 2024
Día 5



18 ENE 2024
Día 10



18 ENE 2024
Día 10

FORMULACIÓN	DESACETILACIÓN	PESO MOLECULAR	POTENCIAL ZETA
Aspersión al 0,25% · aplicación única oligosacárido de quitosano · origen hongo ostra	DDA 98%	~3 kDa	ζ +36 mV

Anécdota de una sola muestra — no es un ensayo controlado. No es una afirmación de desempeño de Quitosano FG®.

Añadido al alimento, no al animal.

A concentraciones de aditivo alimentario, el quitosano enlaza patógenos en el intestino, mejora la conversión alimenticia y modula la inmunidad — sin residuos en carne, leche o huevo. Es uno de los pocos candidatos que ha atravesado la revisión científica como alternativa antibiótica de amplio espectro.



Una herramienta no antibiótica en el pezón.

La mastitis es la enfermedad más frecuente de las vacas lecheras y el mayor motivo individual de uso de antibióticos en una granja lechera moderna. Cada caso clínico cuesta unos \$250–\$400 estimados entre leche descartada, tratamiento y mano de obra.

Los sellos de pezón y las formulaciones intramamarias a base de quitosano están siendo evaluadas científicamente como herramienta no antibiótica. Estudios en células epiteliales mamarias bovinas muestran que el CMC y el quitosano de bajo MW reducen la respuesta de citocinas inflamatorias frente al desafío con lipopolisacárido — la misma vía de señalización que impulsa la mastitis clínica.

Reducción de TNF- α . Regulación a la baja significativa en células epiteliales mamarias bovinas desafiadas con lipopolisacárido.

Reducción de IL-6 e IL-8. Mismo mecanismo; respalda la hipótesis antiinflamatoria.

Marcadores de estrés oxidativo. Menor malondialdehído y mayor superóxido dismutasa en las células tratadas.

Nota: los datos de modelos celulares son de apoyo pero no equivalen a un ensayo clínico de campo in vivo. El posicionamiento regulatorio para uso en granja es actualmente como ayuda de sellado de pezón, no como sustituto terapéutico.

Un aminoazúcar prebiótico para los primeros noventa días.

La mortalidad de terneros, la diarrea neonatal, la enfermedad respiratoria bovina y el retraso en el desarrollo ruminal se encuentran entre las mayores pérdidas económicas en las operaciones lecheras y de carne. Mientras el uso responsable de antibióticos se vuelve una prioridad global, la comunidad veterinaria busca herramientas no antibióticas que apoyen la salud del ternero desde el nacimiento.

El oligosacárido de quitosano (COS) derivado de hongo es una fibra prebiótica — también llamada aminoazúcar. El protocolo de tres fases de Chitosan Global se ajusta a la fisiología del ternero desde el nacimiento hasta el destete.



Foto · chitosanglobal.com · El nuevo papel del chitosan en el desarrollo y la nutrición del ternero

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A INFO@CHITOSANGLOBAL.COM

Adapte el derivado a la fisiología.



Foto · chitosanglobal.com · Ternero recién nacido, soporte en la ventana del nacimiento

FASE 01 · NACIMIENTO – 8 SEMANAS

COS-Lactate

Grado alimenticio, suave para el intestino neonatal

Se suministra 5–10 g/día en el sustituto de leche. La sal lactato es compatible con la vía GRAS y coincide con el ambiente abomasal ácido temprano del ternero.

Enfoque: soporte de la barrera intestinal, prevención de la diarrea, desarrollo inmunológico.

FASE 02 · 6 – 12 SEMANAS

COS-HCl

Carga más alta, anión limpio regulatoriamente

Se suministra 3–5 g/día durante la transición. El grado de +70 mV apoya las fases de desafío respiratorio y por patógenos cuando el ternero pasa a alimento sólido.

Enfoque: soporte respiratorio, supresión de patógenos, estabilidad en la dieta de transición.

FASE 03 · 10 SEMANAS +

COS puro

Prebiótico ruminal de liberación lenta

Se suministra 5–10 g/día. Reorienta la fermentación ruminal hacia el propionato (más eficiente energéticamente) y apoya el desarrollo de las papilas.

Enfoque: microbiota ruminal, conversión alimenticia, modulación de metano.

Dos ensayos verificados en terneros.

ALAM ET AL. 2012 · TERNEROS HANWOO

Recuperación completa de terneros desafiados con ETEC.

86 terneros — 40 de control, 46 tratados con COS en leche durante cinco días.

89% de recuperación completa (41/46) en el grupo tratado con COS.

12% de recuperación espontánea (5/40) en el grupo de control no tratado.

La consistencia fecal, el estado de hidratación y los perfiles de proteína plasmática mejoraron en el grupo tratado.

Vet Med – Czech, 57(8):400–407. DOI vet-201208-0001.

Protocolo de dosis. Quitosano FG a 4 g/ternero/día durante 5 días = 20 g totales por ternero — frente a una línea base estadounidense de mortalidad predestete del 5% y morbilidad del 34%. Para precios actuales, contacte a chitosanglobal.com/contact-us.

Nota: recopilaciones anteriores citan una reducción del 62,9% de diarrea; ese número proviene de Maodong et al. 2010 (Feed Research), no indexado en PubMed.

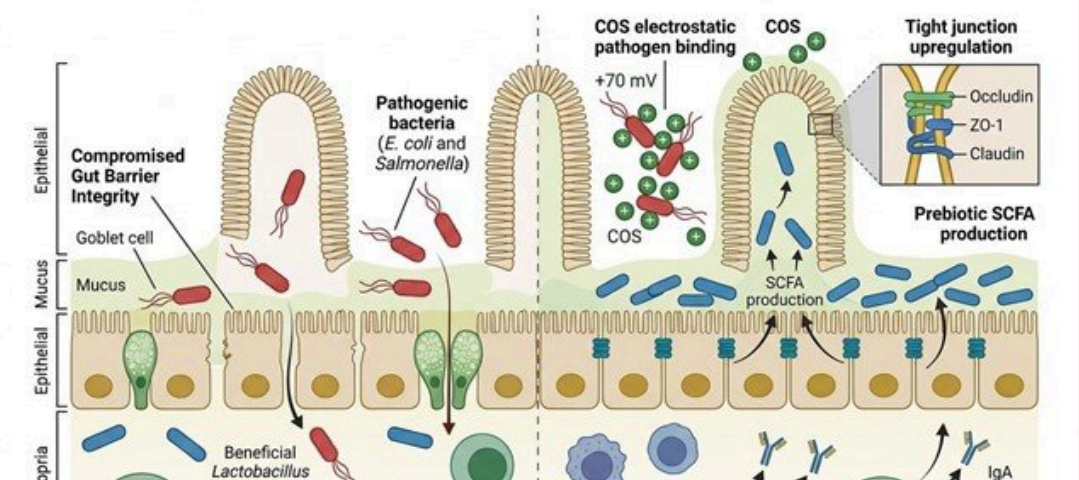


Figura 7.2 · chitosanglobal.com · Mecanismo de acción del COS en el intestino del ternero neonatal

LI ET AL. 2024 · TERNEROS LECHEROS, ENSAYO DE 67 DÍAS

Aproximadamente la mitad de la incidencia de diarrea.

48 terneros Holstein, cuatro grupos dietarios comparados durante 67 días.

4,82% de incidencia de diarrea en el grupo atapulgita + COS (ACO).

9,65% de incidencia en el control no tratado — una reducción relativa de aproximadamente el 50% atribuible a la combinación que contiene COS.

Los marcadores séricos de IgA, IgG, IgM e IL-6 se desplazaron favorablemente en los grupos suplementados con COS.

Frontiers in Veterinary Science 11:1376758. PMC11128685.

Un caballo de batalla silencioso en el pasillo de mascotas.

Gatos y perros comparten nuestras casas, nuestro aire, nuestros microplásticos y nuestro envejecimiento óseo. La categoría de suplementos para mascotas ha crecido hasta un **mercado de US\$2,900 millones en EE. UU.** a medida que los propietarios buscan ingredientes naturales y funcionales que hagan un trabajo real.

El quitosano ya está dentro de ese mercado — enlazando fosfato en la enfermedad renal crónica felina, alterando el biofilm oral en dientes caninos y apoyando articulaciones en fórmulas para adultos mayores. Chitosan FG, producido a partir de hongos y mosca soldado negra, ofrece una alternativa verde y bien caracterizada al material derivado de marisco para cada categoría de la página siguiente.

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A INFO@CHITOSANGLOBAL.COM



Foto · Formatos de chitosan usados en productos para animales de compañía

\$2.9B suplementos para mascotas EE. UU. · 2025 · **8** categorías que usan quitosano

Dónde el quitosano ya funciona en gatos y perros.

Cada ficha a continuación representa una categoría donde el quitosano (a) ya está en anaquel en productos de marca conocidos, o (b) está respaldado por investigación veterinaria revisada por pares. Chitosan FG de Chitosan Global es un ingrediente listo para incorporar en cada una.

01 · ERC FELINA Ligante de fosfato El quitosano + carbonato de calcio enlaza el fosfato dietético en el intestino. Se comercializa como Epakitin / Ipakitine (Vétoquinol) y Renakitin para gatos y perros. Fuente · PubMed 29582226	02 · CUIDADO ORAL Snacks dentales y geles El quitosano catiónico altera el biofilm oral. Los geles de quitosano se han comparado favorablemente con la clorhexidina en enfermedad periodontal canina en trabajos revisados por pares. Fuente · Eficacia comparada del gel de quitosano y la clorhexidina, 2022	03 · ADULTOS MAYORES Movilidad articular Listado por Virbac junto con glucosamina y condroitina como ingrediente de soporte articular para perros adultos mayores. El quitosano apoya la matriz de tejido conectivo. Fuente · Virbac veterinary advice	04 · SALUD INTESTINAL Fórmulas probióticas El oligosacárido de quitosano (COS) es un aminoazúcar prebiótico que alimenta selectivamente la microbiota intestinal beneficiosa. Sirve además como matriz para probióticos microencapsulados. Grado · Chitosan FG (COS-Lactate)
05 · PIEL Y PELAJE Champú y tópicos Formador de película catiónico que se une al daño aniónico del tallo del pelo. Antimicrobiano para pelajes propensos a puntos calientes.	06 · CUIDADO DE HERIDAS Geles para puntos calientes Hemostático, formador de película, antimicrobiano. Se usa en geles veterinarios para heridas a fin de acelerar el cierre y reducir el riesgo de infección.	07 · CAJA DE ARENA Arena para gatos El quitosano enlaza felinina y malos olores derivados de ureasa y mejora la integridad del grumo en arenas de bentonita y de origen vegetal.	08 · ALIMENTO FRESCO PARA MASCOTAS Conservación Antimicrobiano natural que extiende la vida útil refrigerada de comidas crudas y suavemente cocidas para mascotas — una alternativa de etiqueta limpia frente a los conservantes sintéticos.

Dos oportunidades de reducir un riesgo costoso.



Chitosan IG es una plataforma de doble acción diseñada para suprimir hongos toxigénicos seleccionados y adsorber aflatoxina B₁ en dos ventanas críticas de riesgo: precosecha y durante procesamiento y almacenamiento.

Para productores de grano, elevadores, operadores de almacenamiento y procesadores de alimentos balanceados, la misma química aborda ambos puntos de riesgo — infección de campo antes de la cosecha y recontaminación durante el manejo.

\$52M – \$1.68B

Costo anual de contaminación por aflatoxinas para la industria del maíz de EE. UU. bajo condiciones más cálidas.

Mitchell et al. 2016

\$6 – \$18B

Pérdidas globales anuales, sumando todas las micotoxinas.

Estimación industrial de la FAO

Las aflatoxinas son altamente termoestables. La cocción rutinaria no basta para descomponerlas; la descomposición total requiere temperaturas superiores a 237 °C. Una vez formadas, persisten a través del procesamiento.

Se requiere prevención a nivel de campo.

Infección de campo. Recontaminación en almacenamiento. La misma herramienta.

PUNTO DE CONTACTO 01 · PRECOSECHA

Tres mecanismos en el campo.

Acción antifúngica directa. El polímero catiónico altera las paredes y membranas celulares fúngicas, inhibiendo el crecimiento hifal de *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*.

Elicitación de defensa vegetal. Regulación al alza aproximadamente triplicada de los genes de defensa relacionados con la patogénesis TaPAL, TaPR1 y TaPR2.

Supresión del ciclo de micotoxina. Regula a la baja los genes de biosíntesis de tricotecenos a nivel del transcrito.

Francesconi 2020; Gunupuru 2019; Gong 2024.

PUNTO DE CONTACTO 02 · ALMACENAMIENTO Y PROCESAMIENTO

Adsorción después del hecho.

Inhibición de la germinación de esporas. Chitosan IG aplicado al grano almacenado inhibe la germinación de esporas de *A. flavus*, el desarrollo hifal y la producción de conidias.

Adsorción de aflatoxina B₁. Los grupos amino catiónicos de +70 mV enlazan la aflatoxina aniónica en las superficies del grano, secuestrando la toxina ya formada.

Actividad sensible al pH. El polímero es más activo en entornos ácidos de grano — las mismas condiciones en las que el riesgo de micotoxinas es más alto.

Wieczorek 2024; Gijiu 2022.

Cuatro estudios. Dos puntos de contacto. Una herramienta.



FRANCESCONI ET AL. 2020

Fusariosis de la espiga en trigo.

El tratamiento de semillas con quitosano redujo la **severidad de FHB del 20% al 6%** en ensayos de campo. La contaminación con deoxinivalenol en el grano cosechado descendió en paralelo.

Food Chem Toxicol 137:111162.

GONG ET AL. 2024

Supresión poscosecha en maíz.

El maíz almacenado tratado con quitosano mostró una **inhibición cercana al 75 % del crecimiento micelial** de *A. flavus* comparado con controles sin tratar durante 21 días.

Journal of Stored Products Research 108:102372.

GUNUPURU ET AL. 2019

Elicitación en trigo a escala de campo.

El quitosano foliar produjo una **reducción del 80% en el área de infección** por *F. graminearum* y una **reducción del 84% en conidias** en espigas de trigo.

Plant Sci 285:110–120.

WIECZOREK ET AL. 2024

Películas activas de quitosano–ZnO.

Las películas compuestas quitosano–ZnO lograron la **inhibición completa de la germinación de esporas** de *A. flavus* en superficies de contacto con grano.

Food Packag Shelf Life 41:101210.

Contexto adicional: Mitchell et al. 2016, *World Mycotoxin J* 9(2):145 (modelo económico del maíz en EE. UU.). Gijju et al. 2022, *Toxins* 14(2):138 (detoxificación de micotoxinas en cerdos).

Cuatro estrategias de reducción de micotoxinas.



PRODUCTOR DE GRANO

Aplicación de campo precosecha.

Aplicación foliar o tratamiento de semilla al cultivo en crecimiento. Prioridades: reducir el riesgo de infección precosecha en temporadas cálidas y proteger el rendimiento en regiones propensas a *Aspergillus*.

PROCESADOR DE ALIMENTOS BALANCEADOS

Inclusión en el alimento terminado.

Incluido al 0,1–0,5% p/p en la mezcla de alimento terminado. Prioridades: adsorber micotoxinas residuales del grano entrante y apoyar el desempeño animal sin antibióticos.

ELEVADOR DE GRANO

Aplicación en silo de almacenamiento.

Aplicado al grano en silo o tolva como polvo superficial o adjunto de fumigante. Prioridades: prevenir mohos de almacenamiento, adsorber aflatoxina ya formada y evitar rechazos al despacho.

EXPORTADOR

Cumplimiento de límites de importación UE / Asia.

Aplicado en consolidación y llenado de contenedores. Prioridades: mantenerse por debajo del límite UE de 2 µg/kg de aflatoxina B₁ y evitar embarques rechazados en puerto de entrada.

Las tasas de aplicación dependen del cultivo, la humedad y la matriz. La eficacia se valida por ensayo en cada sitio. Chitosan IG se posiciona como herramienta de reducción de riesgo, no como un agente de detoxificación garantizado.

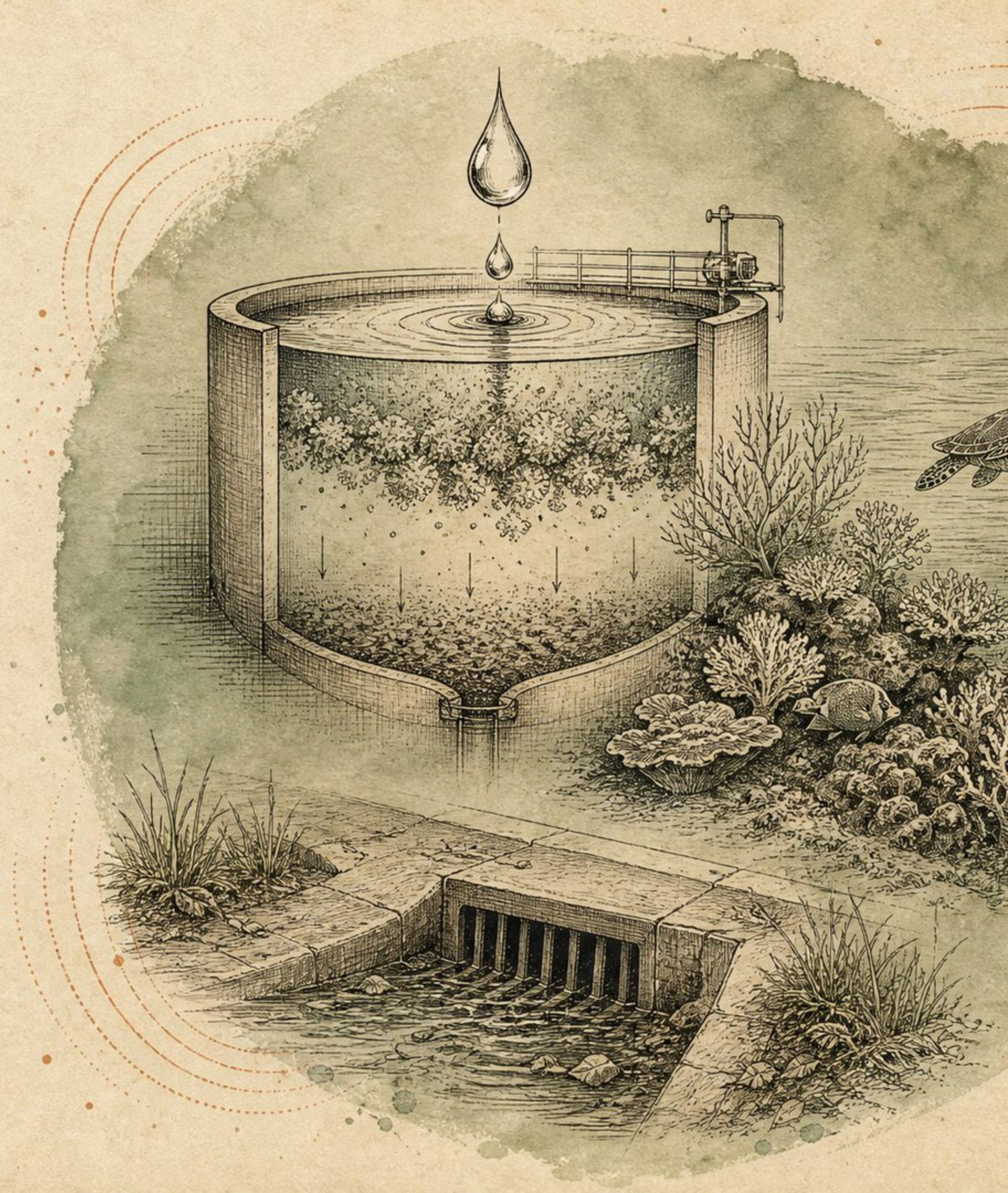
Autorizado para uso en el cuerpo humano.

Apósitos hemostáticos, matrices para liberación de fármacos y andamios de ingeniería de tejidos. El quitosano está autorizado para uso médico porque detiene el sangrado, retiene ingredientes activos y se degrada de forma segura dentro del cuerpo.



PARTE TRES

Agua e industrial.



Lo que sale del agua termina en el quitosano.

Los metales pesados, colorantes, aceites, plaguicidas, microplásticos y patógenos comparten una propiedad común: una carga superficial negativa. El quitosano catiónico los agrega en flóculos que sedimentan fuera de la solución.



Un coagulante biodegradable, a escala.

Una planta municipal de agua potable en EE. UU. que trata 10 MGD (millones de galones por día) usa aproximadamente 3 toneladas métricas de alumbre al día. El aluminio residual en el agua terminada es pequeño — pero la evidencia creciente vincula la exposición prolongada con desenlaces neurológicos, y los lodos de las plantas con alumbre requieren manejo especial.

El Quitosano IG a 2–5 mg/L logra remoción de turbidez equivalente al alumbre a 15–40 mg/L — una dosis efectiva **5–10 veces menor**. A 3 mg/L, una planta de 10 MGD usa aproximadamente 114 kg/día. Los lodos son biodegradables, desaparece el aluminio residual y las plantas de agua blanda ya no requieren álcali suplementario.

Dosis efectiva (alumbre)	15–40 mg/L
Dosis efectiva (quitosano)	2–5 mg/L
Eliminación de turbidez, ambos	>95 %
Al ³⁺ residual, alumbre	0.1–0.2 mg/L
Al ³⁺ residual, quitosano	none
Lodo biodegradable	sí

Para precios actuales, contacte a chitosanglobal.com/contact-us.

Fuentes: Yang et al. 2016, Chem Eng J 296:157. Renault et al. 2009, Eur Polym J 45:1337. WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, 4th ed. 2022.

Superando al carbón activado granular — y a todo lo demás.

El carbón activado granular (GAC) ha sido el caballo de batalla de la remoción municipal de PFAS durante dos décadas. Sus problemas son conocidos: alto costo de regeneración, paso libre de los PFAS de cadena corta y la disposición del carbón agotado como residuo cargado de PFAS.

Los adsorbentes basados en quitosano, como el **Quitosano AG**, pueden usarse para inocular **biochar** — aplicados por aspersión directa o introducidos a través de un estanque. La combinación puede elevar la capacidad adsorbente hasta un **40 %**, convirtiéndola en la herramienta combinada más potente conocida hasta hoy para remediar **PFAS, fosfatos, metales pesados como cadmio y mercurio, y microplásticos** del agua y del suelo.

Los adsorbentes basados en quitosano superan al GAC en los dos PFAS más regulados a pH neutro, y su forma agotada es biodegradable en lugar de un residuo persistente. Para las empresas de agua que enfrentan los niveles máximos de contaminante de la EPA 2024 para PFOA y PFOS, el quitosano está en evaluación activa como tecnología de cumplimiento.

[ARTÍCULO COMPLETO · BIOCHAR · QUITOSANO · MICROBIOS →](#)

Fuentes: Zhang et al. 2011, Water Res 45:4645. Ateia et al. 2019, Chemosphere 220:866. EE. UU. EPA 2024, MCL finales de PFOA/PFOS en agua potable. Documento técnico de Shield Nutraceuticals 2026 · Biochar-Chitosan-Microbios.

LA SINERGIA DE TRES FRENTER

Biochar · Quitosano · Microbios

B

BIOCHAR · EL ANFITRIÓN POROSO

300–2 000 m²/g de área superficial. Atrapamiento en microporos, adsorción electrostática y complejación superficial con iones metálicos.

C

QUITOSANO · EL LIGANTE

Los grupos amino catiónicos quelan metales pesados y aniones de PFAS. Las películas inoculan el biochar, sostienen los microbios y estabilizan a ambos.

M

MICROBIOS · EL METABOLIZADOR

Biodegrade organic contaminants; bio-immobilize mobile metals into stable, less-bioavailable forms; sheltered inside the biochar habitat.

ELEVACIÓN COMBINADA

Increased up to **40%** adsorptive capacity · **90–99%** heavy-metal immobilization

Floculación catiónica de suspensiones coloidales.

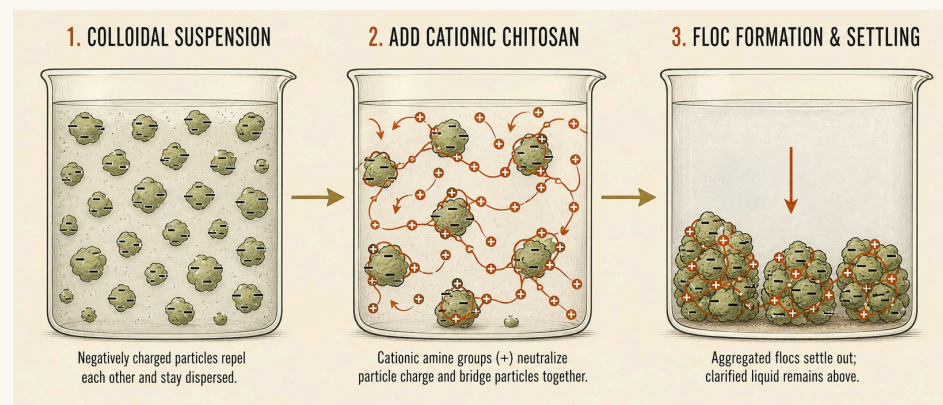


Figura 10B.1 · Mecanismo de floculación catiónica · El quitosano neutraliza los coloides aniónicos, los enlaza en flóculos y los precipita al fondo.

Vino, whisky, cerveza, leche, agua potable, piscinas, estanques ornamentales. Todos son suspensiones coloidales — partículas pequeñas con carga negativa (proteínas, taninos, sedimento, algas) que se resisten a sedimentar.

Añade un polímero catiónico y las partículas se neutralizan, se agregan y caen. Eso es la floculación. El quitosano — el único polímero catiónico de origen natural — se usa como clarificador en todas estas categorías.

PARA PEDIR UN FLOCULANTE DE QUITOSANO DISEÑADO A MEDIDA PARA SÓLIDOS LÁCTEOS, PISCINAS, DESTILADOS O AGUAS DE PROCESO, ESCRIBE A STEVE@CHITOSANGLOBAL.COM

Fuentes: Renault et al. 2009, European Polymer J 45(5):1337–48. Yang et al. 2016, Chem Eng J 296:157–66. OIV Code of Oenological Practices, chitosan (fungal-source) approved 2009.

Vino. Agente clarificador para taninos, proteína y turbidez de levadura; alternativa vegana a la ictiocola, la gelatina y la caseína.

Whisky y destilados. Eliminación de turbidez por frío y estabilización en frío de destilados terminados.

Leche y lácteos. Clarificación de suero de queso; recuperación de proteínas lácteas de aguas de proceso.

Agua municipal. Coagulante primario que reemplaza al alumbre en plantas de tratamiento de agua superficial.

Piscinas. Clarificador de dosis semanal que hace decantar detritos finos hacia el filtro.

Estanques ornamentales y koi. No tóxico para peces; aclara turbidez algal y coloidal.

Clarificación sin proteínas animales.

WINE

El agente de clarificación vegano aprobado por la OIV.

El quitosano (de origen fúngico, a partir de *Aspergillus niger*) fue añadido formalmente al Código de Prácticas Enológicas de la OIV en 2009. Reemplaza a la ictiocola (vejiga de pescado), la gelatina, la caseína y la clara de huevo como agente clarificador para turbidez proteica y células de levadura.

Dosis: 20–500 mg/L, según el estilo del vino. Elimina poblaciones de levaduras deteriorantes *Brettanomyces* sin preocupaciones de etiquetado de alérgenos.

OIV Resolution 336-2009; Bornet & Teissedre 2008, Eur Food Res Technol 226(4):681–9.



WHISKY Y CERVEZA

Turbidez por frío sin enzimas antichill.

Tanto el whisky como la cerveza desarrollan turbidez por frío — el enturbiamiento lechoso que aparece cuando precipitan complejos proteína–tanino en frío. El quitosano retira estos complejos durante la clarificación previa al embotellado, sin uso de papaína, sílica gel ni PVPP.

Dosis en cerveza: 5–40 mg/L en la cerveza brillante terminada.

Whisky: 10–100 mg/L sobre el destilado terminado, contacto de 24 h y luego trasiego.

Gassara et al. 2015, LWT 61(2):613–9. Van Nierop et al. 2004, J Am Soc Brew Chem 62(3).

El coagulante que reemplaza al alumbre.



MUNICIPAL WATER TREATMENT

Un coagulante primario biodegradable.

El quitosano a 1–10 mg/L desestabiliza partículas coloidales en plantas de tratamiento de agua superficial. Iguala o supera al alumbre en remoción de turbidez con una fracción de la carga de aluminio residual en el agua terminada.

Ventajas: lodo biodegradable, sin aluminio residual, efectivo en el rango pH 5–8.

Yang et al. 2016, Chem Eng J 296:157. Renault 2009.

SWIMMING POOLS

Clarificador de dosis semanal.

Aplicado a 1–3 oz fluidas por 10 000 galones, el quitosano agrega las partículas submicrónicas que los filtros de piscina no pueden capturar por sí solos, depositándolas al fondo para su retiro por aspiración.

Ventajas: compatible con cloro o bromo; no irritante para piel y ojos; seguro para sistemas de agua salada.

Guías APSP para consumidores de piscinas; múltiples formulaciones comerciales.

ORNAMENTAL PONDS & KOI

No tóxico para peces.

El quitosano aplicado a estanques ornamentales a 0,5–2 mg/L aclara la turbidez algal y coloidal sin matar peces ni bacterias beneficiosas del biofiltro. También enlaza el fosfato, limitando el suministro de nutrientes para el próximo florecimiento algal.

Ventajas: compatible con koi y goldfish; permite el reúso aguas abajo para riego.

Divakaran & Pillai 2002, J Appl Phycol 14(5):419–22.

Recuperando proteína del agua de proceso.

La producción de queso genera enormes volúmenes de suero y agua de enjuague. Ambos arrastran proteínas lácteas disueltas (proteínas del suero, caseinomacropéptido) que antaño se descartaban por el desagüe — una corriente residual que no aprobaría ningún estándar de efluentes moderno.

El quitosano añadido a 100–500 mg/L flocula esas proteínas fuera de la solución en minutos. La torta de proteína recuperada es de grado alimenticio y puede secarse a un concentrado de proteína de suero. El agua clarificada puede reutilizarse como agua de proceso o descargarse de forma segura.

La misma química — polímero catiónico, proteína negativa — hace del quitosano la alternativa aceptada a la ictiocola (vejiga de pescado) en la clarificación de vino y cerveza veganos.

PARA MÁS INFORMACIÓN, VISITE: [CHITOSANGLOBAL.COM/CONTACT-US](https://chitosanglobal.com/contact-us)

Recuperación de proteína del suero de queso **85–95 %**

Dosis de quitosano **100–500 mg/L**

<<<<<< Updated pH de **5,0–** =====pH de **5.0–** >>>>>> Stashed
upstream trabajo **6,5** trabajo **6.5** changes

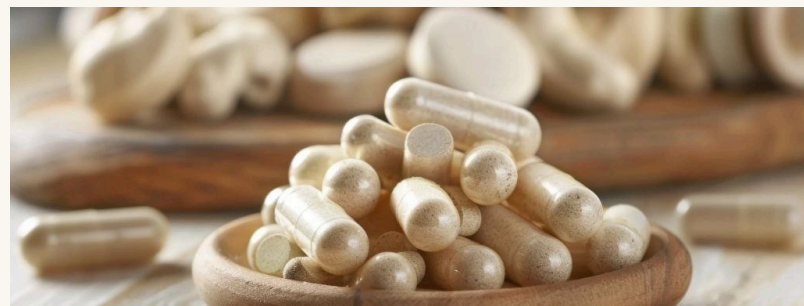
Reducción de turbidez **>95 %**

Tiempo de contacto **3–15 min**

La proteína recuperada pasa a concentrado de proteína de suero. El agua clarificada puede reciclarse a la planta, reduciendo la captación de agua fresca.

Fuentes: Fernández et al. 2018, J Dairy Sci 101(11):9769. Casal et al. 2006, J Dairy Res 73(2):143. Casal et al. 2014, Food Chem 154:271.

Cuatro cosas que enlaza en su paso por el intestino.



El quitosano es uno de los pocos polímeros dietéticos que porta carga positiva en el estómago ácido. Cualquier cosa con superficie negativa — grasa dietética, ácidos biliares, partículas de microplástico, PFAS, iones de metales pesados — se unirá a él por vía electrostática y saldrá del cuerpo sin absorberse.

Este enlace es el mecanismo detrás de cada uso como suplemento en este capítulo. La acción es no metabólica: el quitosano no entra al torrente sanguíneo. Los complejos unidos se excretan en las heces.

- 01 Grasa dietética.** Enlaza triglicéridos y colesterol en el intestino delgado; ~10 g/día favorece la reducción de LDL en meta-análisis.
- 02 Microplásticos.** Adsorbe partículas de polietileno, poliestireno y PET sobre la superficie del polímero catiónico; se excretan en las heces.
- 03 PFAS.** Los grupos amino catiónicos enlazan los grupos terminales sulfonato y carboxilato aniónicos del PFOA y del PFOS.
- 04 Metales pesados.** Quela Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} y As^{3+} mediante donación de par libre del nitrógeno amínico.

El polímero que enlaza lípidos.

En el estómago ácido, el quitosano protonado porta una fuerte carga positiva. Enlaza gotas de grasa dietética emulsionada y aniones de ácidos biliares antes de que alcancen la superficie de absorción del intestino delgado. La grasa unida se elimina por las heces en lugar de absorberse.

Los metaanálisis de ensayos aleatorizados controlados con placebo en humanos muestran reducciones modestas pero estadísticamente significativas del colesterol total y del LDL con dosis de 1–3 g/día durante 4–12 semanas. Los efectos sobre el peso corporal son menores y más heterogéneos.

Colesterol total: –5,9 a –15,1 mg/dL vs placebo (meta-análisis, 14 ECA, n=1223).

Colesterol LDL: –3,5 a –10,2 mg/dL vs placebo.

Dosis efectiva: 1.2–3.0 g/día, taken with meals containing fat.

Mecanismo: Se forma un complejo quitosano-grasa en el estómago; el polímero también enlaza aniones de ácidos biliares en el intestino delgado, aumentando la síntesis hepática de ácidos biliares a partir del colesterol.

Regulatorio: Alegación de salud del Artículo 13.1 de EFSA revisada en 2011; no autorizada. La FDA no revisa afirmaciones estructura-función de suplementos dietéticos antes de su comercialización.

Adsorbiendo el plástico que tragamos.

Las partículas de microplástico entran al intestino cada día — provenientes de agua embotellada, mariscos, sal y alimentos procesados. La mayoría son polietileno, poliestireno o PET. Sus superficies portan una leve carga negativa en suspensión acuosa.

El quitosano catiónico adsorbe esas partículas sobre su cadena polimérica mediante una combinación de interacciones electrostáticas y de puentes de hidrógeno. Las partículas unidas se eliminan del cuerpo por las heces, incapaces de atravesar la pared intestinal.

Este mecanismo es hoy objeto de investigación activa in vivo en modelos animales.

PRODUCTO DE CONSUMO · [MICROPLASTIC PROTECT](#) · [SHIELDNUTRA.COM](#) →

Fuentes: Zhang et al. 2021, J Hazard Mater 407:124713. Sun et al. 2020, Water Res 176:115722. Ma et al. 2019, Chemosphere 235:1104–12.

Polystyrene (100 nm)	92 %
Polyethylene (0.5 µm)	78 %
PET fibres (1–5 µm)	65 %
Sim. gastric fluid	pH 1.5–3.0

La extensión a la suplementación oral está en investigación activa.



Microplastic Protect de Shield Nutraceuticals · cápsulas de quitosano 99% puro

Enlazando los químicos eternos.

El PFOA y el PFOS — los miembros más regulados de la familia de sustancias per- y polifluoroalquiladas (PFAS) — terminan ambos en un grupo cabeza sulfonato o carboxilato con carga negativa. Esa cabeza aniónica es lo que los vuelve solubles en agua, móviles en el suelo y persistentes en el torrente sanguíneo humano.

Es también lo que los hace enlazables. Los grupos amino catiónicos del quitosano se adhieren al grupo terminal PFAS de forma electrostática, formando un complejo insoluble. En aplicaciones de tratamiento de agua, los adsorbentes basados en quitosano igualan o superan al carbón activado granular en la remoción de PFOA a menor costo.

En suplementación dietética, el mismo mecanismo se propone para reducir la absorción gastrointestinal de PFAS ingeridos desde el agua potable y los alimentos.

PFOA en perla de quitosano	Q_{max} 322 mg/g
PFOS en perla de quitosano	Q_{max} 385 mg/g
Benchmark GAC	Q_{max} ~250 mg/g
EE. UU. EPA lifetime health advisory	PFOA 0.004 ppt
<i>Los adsorbentes basados en quitosano superan al carbón activado granular para los PFAS más regulados por un margen significativo a pH neutro.</i>	

ARTÍCULO COMPLETO: QUITOSANO PARA REMOCIÓN DE PFAS

Shen et al. 2011, Water Res. 45:1461-5; EPA 2002, EPA lifetime Health Advisories EPA 812-P-02-002; Ye et al. 2019, Chemosphere 220:866.

Quelando plomo, cadmio, mercurio y arsénico.

El nitrógeno amínico de la cadena del quitosano es un donador natural de par libre. Se coordina con cationes de metales pesados divalentes y trivalentes — Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} y As^{3+} — formando complejos quelato estables que resisten la reabsorción.

Este mecanismo es la base de décadas de investigación publicada sobre el quitosano como sorbente para el tratamiento de agua frente a metales pesados. En suplementación dietética, la misma química secuestra los metales ingeridos en la luz intestinal y los excreta.

CAPACIDADES MÁXIMAS DE ADSORCIÓN (Q_{MAX})

Plomo (Pb^{2+})	398 mg/g
Cadmio (Cd^{2+})	250 mg/g
Mercurio (Hg^{2+})	815 mg/g
Níquel (Ni^{2+})	167 mg/g
Cobre (Cu^{2+})	222 mg/g
Arsénico (As^{3+})	145 mg/g

Los valores corresponden a la captación máxima de perlas de quitosano entrecruzado al pH óptimo según la química del adsorbente.

Fuentes: Bhatnagar & Sillanpää 2009, Adv Colloid Interface Sci 152:26. Wang & Chen 2014, Bioresour Technol 160:129. Miretzky & Cirelli 2009, J Hazard Mater 167(1–3):10.

Dosis. Forma. Momento.

CÁPSULA · POLVO

Quitosano de cadena completa para el enlace de grasa y bilis.

Dosis típica: 500–1500 mg por cápsula, 2–4 cápsulas por comida. Se toma 15 minutos antes de comer, en la fase ácida del estómago, donde el polímero se protona y comienza a enlazar.

Ideal para: apoyo al colesterol, manejo de la grasa dietética.

MASTICABLE · GOMITA

COS de bajo peso molecular para uso diario.

Dosis típica: 200–500 mg por masticable. El COS es soluble en agua en la boca y llega al estómago predispersado. Encaja mejor en posicionamientos nutraceuticos: inmunidad, microbiota intestinal, bienestar general.

Ideal para: rutina diaria de bienestar, apoyo intestinal.

SOBRE PARA BEBIDA

Grado soluble en agua para hidratación diaria.

Dosis típica: 500–1000 mg por sobre, disueltos en 250 mL de agua. Posicionamiento: adsorción ambiental (microplásticos, metales pesados, PFAS del agua de la llave) más beneficio de fibra.

Ideal para: reducción de la exposición ambiental.

El quitosano es un ingrediente de suplemento dietético en EE. UU. bajo DSHEA, y un nuevo alimento o complemento alimenticio en la mayoría de los Estados miembros de la UE según el origen. Las declaraciones específicas del producto son responsabilidad del formulador — este manual no respalda declaraciones estructura-función específicas.
Los consumidores alérgicos a los mariscos deben usar únicamente quitosano de fuente fúngica.

La boca es una formulación difícil.

La pasta dental es alcalina. El café es ácido. Las bacterias colonizan una superficie húmeda que cambia de pH cada hora. Las señales más sólidas de literatura científica para el quitosano en boca se concentran en la interferencia de biofilm y en la remineralización de esmalte/dentina mediadas por quitosano carboximetilado (CMCS).

El quitosano no es un solo ingrediente en el cuidado oral. Son cuatro ingredientes, y la forma salina determina en qué parte de la fórmula pertenece realmente cada grado.

CMCS	→ gel · pasta
Chitosan HCl	→ enjuague
COS-Lactate	→ ácido suave clean-label
Quaternary Chitosan	→ superficie catiónica durable

Fuente: Documento técnico de cuidado oral de Chitosan Global, 2026. PMC10570529, PMC12537699, PubMed 38003281, PMC9014838.

Plantillando esmalte y dentina, un cristal a la vez.

El quitosano carboximetilado (CMCS) hace dos cosas a la vez, en una boca que es de otro modo hostil para ambas.

Primero, estabiliza el fosfato de calcio amorfo (ACP) — un precursor metaestable de la hidroxiapatita — y plantilla su transformación en depósitos minerales intrafibrilares sobre dentina desmineralizada y esmalte con caries incipiente. Segundo, interfiere con la adherencia de *S. mutans* al esmalte, reduciendo la producción de ácido a nivel del biofilm.

Cada revisión odontológica revisada por pares sobre quitosano de la última década vuelve al CMCS como el derivado con la señal más sólida.

01 • Remineralización

Los nanocomplejos CMCS–ACP entregan iones Ca^{2+} y PO_4^{3-} a lesiones de caries incipientes y guían la deposición intrafibrilar de hidroxiapatita dentro de la matriz de colágeno desmineralizada — el patrón de remineralización que requiere la estructura natural del diente.

02 • Interferencia con el biofilm

La misma superficie anfótera reduce la adherencia de *Streptococcus mutans* al esmalte. Menos adherencia significa menos colonias productoras de ácido, lo que a su vez significa menos desmineralización de entrada.

Colocar CMCS en geles y vehículos de pasta dental; usar HCl para enjuagues; usar quaternary para recubrimientos durables sobre prótesis y aparatología ortodóncica.

Concentración inhibitoria mínima frente a patógenos orales.

ORGANISMO	DERIVADO	CIM	CBM
<i>Streptococcus mutans</i> (cariogénico)	Chitosan HCl, LMW	0.156 mg/mL	0.625 mg/mL
<i>Porphyromonas gingivalis</i> (periodontal)	Quaternary quitosano	0.125 mg/mL	0.500 mg/mL
<i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i>	Quaternary quitosano	0.250 mg/mL	1.000 mg/mL
<i>Candida albicans</i> (estomatitis por prótesis)	COS-Lactate	0.500 mg/mL	2.000 mg/mL
<i>Fusobacterium nucleatum</i> (halitosis)	CMCS	0.312 mg/mL	1.250 mg/mL
<i>Streptococcus sobrinus</i>	Chitosan HCl, LMW	0.156 mg/mL	0.625 mg/mL

[FULL PAPER · EL QUITOSANO EN EL CUIDADO ORAL & DENTAL PRODUCTS →](#)

Fuentes: Ikinci et al. 2002, Int J Pharm 235:121. Costoa et al. 2013, J Appl Oral Sci 21:565. Sahariah & Másson 2017, Biomacromolecules 18:3846.

Una carga que no se enjuaga.

El pH de la boca oscila entre ácido (comidas, café, vino) y alcalino (sueño, después del cepillado) muchas veces al día. La literatura antigua sostiene que el quitosano es antimicrobiano solo en condiciones ácidas — porque el quitosano nativo genérico pierde su carga protonada por encima de pH 6.

Esa limitación ya no aplica a los quitosanos modernos. **Chitosan FG (COS-Lactate)** y **Chitosan AG / IG (COS-HCl)** de Chitosan Global son oligosacáridos de alta carga que se mantienen antimicrobianos en el rango pH 2–12. El **Quaternary quitosano** conserva su carga positiva permanente en el mismo rango. Juntos conforman la caja de herramientas moderna de pH amplio para el cuidado oral.

La literatura revisada por pares identifica estos grados para aplicaciones de uso prolongado: recubrimientos de prótesis, retenedores, implantes dentales, sistemas de goma de mascar y otros dispositivos que permanecen en boca durante períodos largos.

Fuentes: Sahariah & Måsson 2017, *Biomacromolecules* 18:3846. Andreica et al. 2020, *Polymers* 13:2514. Sensoy et al. 2022, *J Prosthodont* 31:e97.

Recubrimientos de prótesis dentales. Reduce la colonización por *Candida albicans* sin recambio diario.

Películas para retenedores y alineadores. Los dispositivos de uso nocturno mantienen menor biocarga.

Implantes de titanio. Reduce la carga patógena de periimplantitis en modelos de laboratorio.

Vehículo en goma de mascar. Entrega antimicrobiana de liberación sostenida.

Adhesivo para brackets ortodóncicos. Barrera anticariogénica alrededor del bracket.



Quaternary Chitosan médico ·
chitosanglobal.com

Tratamiento antimicrobiano de fibra tejida y no tejida con quitosano.

Las fibras de algodón y celulosa portan una leve carga negativa en el procesamiento húmedo. El quitosano catiónico se une electrostáticamente a esas superficies y, entrecruzado con ácido cítrico o glutaraldehído, resiste veinte o más ciclos de lavado doméstico.

El resultado es un acabado antimicrobiano permanente en textiles médicos, uniformes hospitalarios, tejidos deportivos y uniformes de servicios de alimentos. Donde los acabados con nanopartículas de plata acarrearán un problema de disposición de metales pesados, el tejido acabado con quitosano es biodegradable al final de su vida útil.



UNIDO A LA FIBRA, INVISIBLE AL TACTO

[ARTÍCULO COMPLETO · FIBRAS BICOMPONENTE POTENCIADAS CON QUATERNARY QUITOSANO →](#)

Fuentes: Shahid-ul-Islam & Butola 2019, Carbohydr Polym 224:115152. Elshaarawy et al. 2021, J Environ Chem Eng 9(5):106090.

Reducción de <i>S. aureus</i> (AATCC 100)	>99.9 %
Reducción de <i>K. pneumoniae</i>	>99 %
Ciclos de lavado retenidos	20–30
Aditivo al tejido	1–3 % w/w

El acabado es invisible, no afecta al tacto y, a diferencia de las nanopartículas de plata, no libera residuos metálicos al agua residual durante el lavado.

El formador de película que se comporta bien.

Formulators evaluating film-forming polymers face three constraints: residual tack on the skin, low substantivity through washing, and consumer preference for non-petrochemical sources.

El quitosano carboximetilado y el COS de bajo peso molecular resuelven las tres. Forman una película transpirable e hidratante a pH 5–7, el rango natural de piel y cabello. Son sustantivos sobre superficies proteicas. Los quitosano de fuente fúngica y crustácea califican como etiqueta limpia en los mercados de la UE y de América del Norte.



RANGO DE PH CUTÁNEO 5–7 ·
PELÍCULA TRANSPIRABLE

[ARTÍCULO COMPLETO · QUITOSANO EN COSMÉTICOS →](#)

Humectante. Enlaza agua al estrato córneo sin ocluir.

Formador de película. Acondicionador capilar sustantivo, cuerpo de crema para manos, película en máscara de pestañas.

Modificador reológico. Estabilidad de suspensión en sueros y lociones.

Apoyo antiedad. Guía como plantilla el soporte del colágeno en hidrogeles cicatrizantes y cosmeceúticos.

Potenciador de conservación. Catiónico charge reduces bio-burden, extending formulation shelf-life.

Seis mercados abriéndose a la vez.

TEXTILES ANTIMICROBIANOS

Reemplazo de las nanopartículas de plata.

Hospitales, ropa deportiva y uniformes de servicios de alimentos buscan una alternativa biodegradable al Ag⁰. El tejido tratado con quitosano está ahora certificado bajo Oeko-Tex.

SEPARADORES DE BATERÍA

Membrana Li-ion de base biológica.

Los separadores basados en quitosano están en estudio académico para celdas de ion litio — una combinación natural con la química de recuperación de litio con éter corona descrita en el Cap. 16.

PELÍCULAS DE EMPAQUE

Empaque activo de base biológica.

Se están ensayando películas mezcla de quitosano con activos de ZnO o extractos vegetales como reemplazo de los revestimientos de polietileno en envases de panadería y productos frescos.

BIOTINTAS PARA IMPRESIÓN 3D

Andamios para ingeniería de tejidos.

Las tintas mezcla de quitosano y alginato ya apoyan sistemas comerciales de investigación en ingeniería de tejidos para la impresión de andamios.

ADITIVOS PARA CONCRETO

Superplastificante y agente autorreparador.

Los superplastificantes basados en quitosano reducen la demanda de agua del concreto y mejoran su trabajabilidad. Las variantes encapsuladas activan la autorreparación por microcápsula de fisuras capilares.

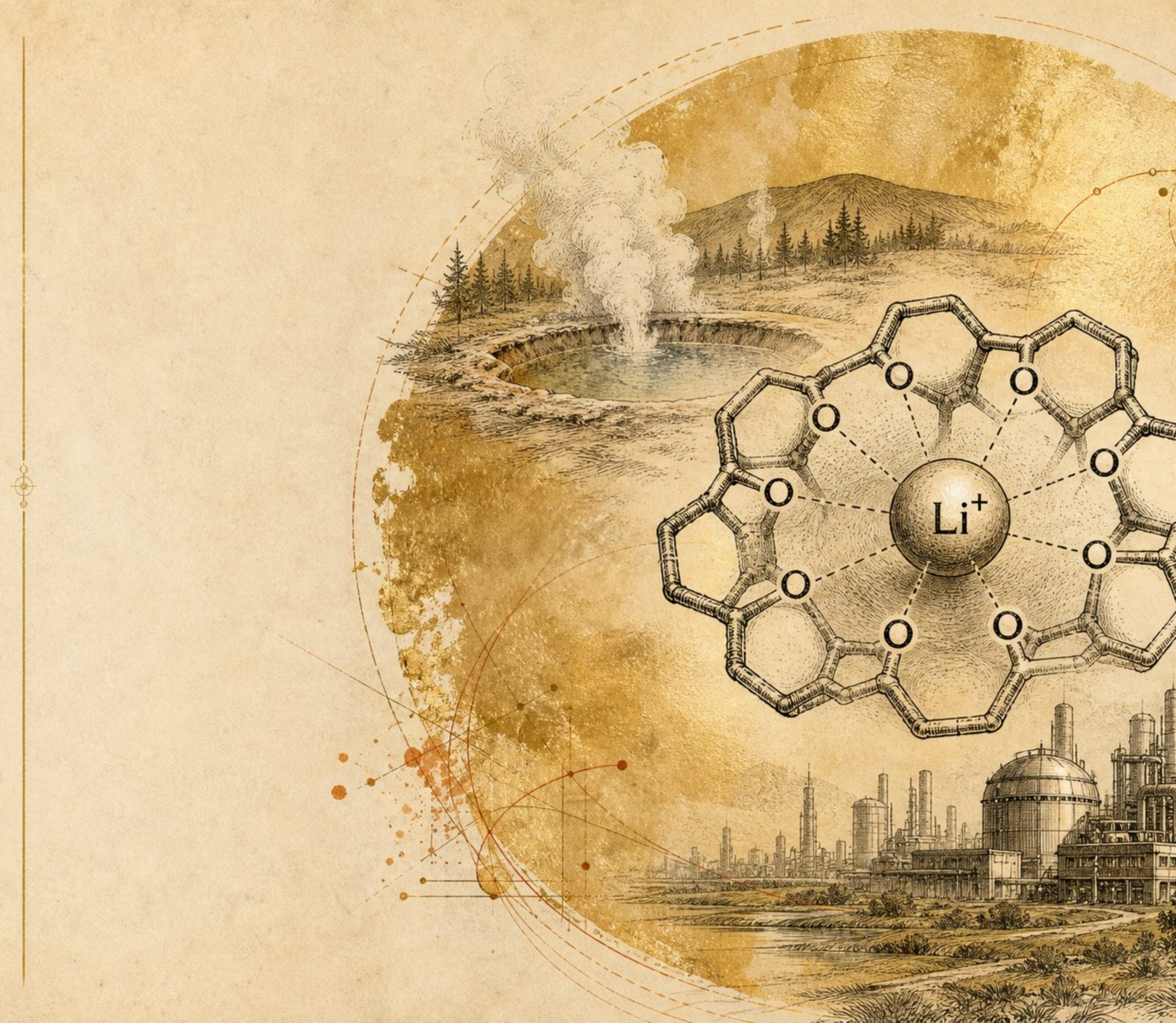
INHIBIDOR DE CORROSIÓN

Metales en servicio ácido moderado.

Las películas de quitosano protegen al acero al carbono y al cobre en servicios industriales ácidos, reemplazando formulaciones inhibidoras de cromato y fosfato.

PARTE CUATRO

Fabricación.



Química más suave, mayor pureza.

Producir quitosano a partir de biomasa de hongos o de insectos permite una desproteinización y una desmineralización más suaves que las rutas de mariscos. La planta opera con ácidos y bases grado alimenticio, en lotes continuos y con pruebas en línea en cada paso.



Cada lote, cada especificación, antes de ser enviado.

Cada lote producido en la planta de Pune se caracteriza con el mismo panel de siete parámetros que aparece en el Certificado de Análisis: grado de desacetilación, peso molecular, pureza, viscosidad, pH en solución, solubilidad en agua y carga de metales pesados.

El panel se corre en tres puntos separados del proceso — sobre la materia prima entrante, en el punto de control de desacetilación y sobre el polvo seco terminado antes del envasado. Una medición fallida en cualquier punto detiene el lote y activa un reproceso.

El potencial zeta está disponible bajo solicitud para pedidos donde la carga superficial sea un parámetro crítico de formulación.



DDA / DoS / DoQ. Análisis elemental con confirmación por ^1H RMN.

Peso molecular. Cromatografía de permeación en gel con detección por dispersión de luz.

Pureza. Pérdida por secado + cenizas totales + materia insoluble.

Viscosidad. Solución al 1% a 25 °C con viscosímetro Brookfield o capilar.

Metales pesados. Panel ICP-MS: Pb, As, Cd, Hg.

Microbiológico. TVC, levaduras y mohos, coliformes, *Salmonella*.

PARTE CINCO

La frontera.



Crown Ether Chitosan: Una nueva megaoportunidad en la captura de litio a partir de agua procesada.

Injertar un anillo de éter 12-corona-4 sobre la cadena amina del quitosano crea un polímero quelante cuya cavidad está dimensionada específicamente para alojar iones Li^+ — no los Na^+ , K^+ , Mg^{2+} ni Ca^{2+} que superan al litio 1000 a 1 en la salmuera.

La selectividad es el reto definitorio. Las piletas de evaporación, las resinas de extracción directa de litio y las separaciones por membrana enfrentan el mismo problema: separar el litio de cationes con radio iónico casi idéntico. El quitosano con éter corona logra esa separación en un solo paso.

[ARTÍCULO COMPLETO · QUITOSANO CON ÉTER CORONA PARA CAPTURA DE LITIO →](#)

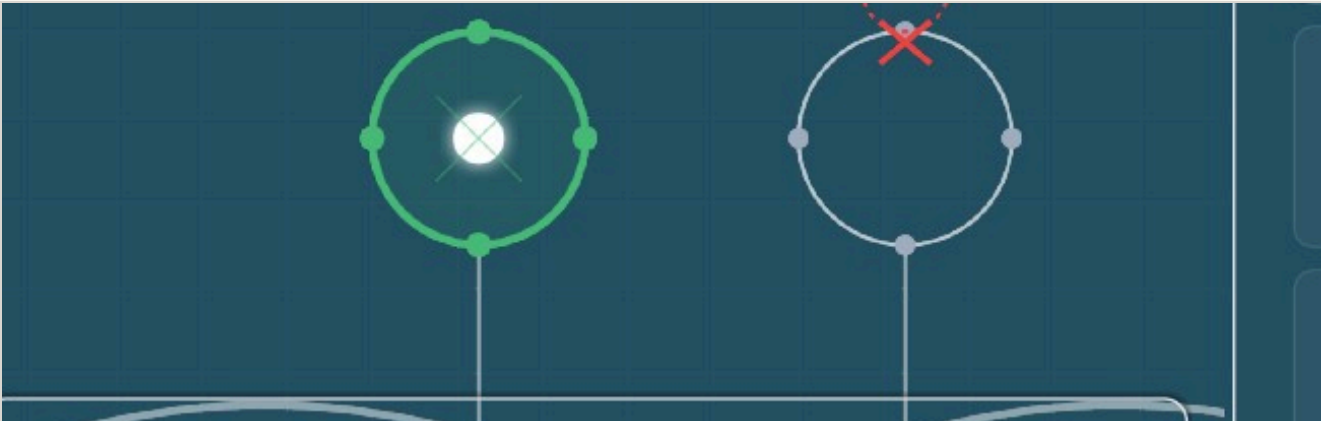


Figura · The 12-Crown-4 ether's molecular lock: binds Li^+ , rejects Na^+ , K^+ , Mg^{2+} . Fuente: Crown Lithium pitch deck.

<<<<<<<	Selectividad 15 000 =====Selectividad 15,000 >>>>>>>		
Updated upstream	Li^+ (K_d)	Li^+ (K_d)	Stashed changes
Factor de separación Li^+/Na^+			~350
Factor de separación Li^+/K^+			~180
Factor de separación $\text{Li}^+/\text{Mg}^{2+}$			>500
pH de trabajo			6–9

El anillo de éter corona mide 2,6 Å de diámetro — un ajuste casi perfecto para un catión de litio de 1,36 Å, demasiado pequeño para cualquier otro.

Fuentes: Pedersen 1988 (Nobel Prize crown ether chemistry). Yaftian et al. 2019, Chem Papers 73:1837. Multiple emerging DLE technology reviews 2022–2025.

Un cuarto de la demanda de EE. UU. a partir de salmuera y agua producida.

EE. UU. consume aproximadamente el 5 % de la producción mundial de litio pero produce menos del 1 % de manera doméstica. Esa brecha es la que buscan cerrar tanto la Inflation Reduction Act como la estrategia del DOE sobre minerales críticos.

El quitosano con éter corona aplicado a las salmueras de la Formación Smackover en Arkansas, salmueras geotérmicas en California y agua producida de los campos petroleros del Pérmico podría recuperar un estimado del 25% de la demanda de litio de EE. UU. a partir de fuentes de salmuera existentes.

Concentración de Li en salmuera de Smackover	100–500 ppm
Li geotérmico Salton Sea	~200 ppm
Li en agua producida del Pérmico	50–300 ppm
Precio global del carbonato de litio (2025)	~\$14,000/t
EE. UU. lithium reserve estimate	>5 Mt LCE

El quitosano con éter corona reduce la huella de agua dulce de la recuperación de litio en un 90% frente a las piletas de evaporación. Para precios del portador y la funcionalización con éter corona, contacte a chitosanglobal.com/contact-us.

Fuentes: USGS Mineral Commodity Summaries 2025. DOE Critical Materials Strategy 2023. Vulcan Energy Resources Salton Sea DLE project data 2024.

Tres regiones, un futuro doméstico del litio.

FORMACIÓN SMACKOVER

Arkansas · Luisiana

Salmueras bromuradas históricas, con infraestructura superficial existente tras décadas de producción de bromo. Concentración de litio: 100–500 ppm. Principales actores: ExxonMobil (licenciatario de Standard Lithium), Tetra Technologies y Albemarle.

GEOTÉRMICA DEL SALTON SEA

Condado de Imperial, California

Salmuera de planta geotérmica a 200 ppm de Li, con plantas ya produciendo electricidad. Berkshire Hathaway Energy Renewables, Controlled Thermal Resources y Energy Source Minerals están activos en la región.

AGUA PRODUCIDA DEL PÉRMICO

Oeste de Texas · Nuevo México

Agua subproducto del petróleo y gas, de alto volumen, 50–300 ppm de Li según la formación. Convierte un costo de disposición en un flujo de ingresos. Alianzas emergentes con las majors.

El quitosano con éter corona aplicado a las tres regiones podría, de manera realista, cubrir el 25 % de la demanda de litio de EE. UU. hacia 2030 sin abrir una nueva mina de roca dura, reduciendo la huella hídrica de la recuperación de litio en cerca de un 90 % frente a la evaporación, y creando una cadena de suministro totalmente doméstica.

PARTE SEIS

Referencia.



El quitosano hacia 2030.

La producción global de quitosano se proyecta superar las **250 000 toneladas métricas** para 2030, impulsada por la formulación clean-label de alimentos, el reemplazo de antibióticos en la producción animal, la remediación de PFAS y la extracción directa de litio a partir de salmuera.

Se proyecta que el quitosano de origen sostenible — derivado de hongos y mosca soldado negra — alcanzará la paridad con el material de origen marisco en precio y volumen para 2028, y lo superará en ambos para 2030 a medida que las restricciones de captura marina se endurezcan.

El momento para que esta industria planee ese aumento de demanda es ahora. Este trabajo está diseñado para orientar a los productores hacia prácticas de fabricación verde y a considerar alternativas a la quitina de marisco.

Fuentes: Fortune Business Insights, Reporte de Mercado de Chitosan 2026–2034 (CAGR 20.56 %). Grand View Research, Perspectiva del Mercado de Chitosan a 2030. Compilado con datos de producción 2026 de Chitosan Global.

2027 **Compra comercial.** Chitosan FG en una línea top-10 de productos frescos en EE. UU.; Chitosan IG en un elevador de granos de tamaño medio.

2028 **Alineación regulatoria.** La UE y el USDA armonizan el GRAS del quitosano y el registro como material de alimentación; el suministro de hongo / BSF alcanza paridad de precio con el marisco.

2029 **Litio doméstico.** Primer despliegue comercial en EE. UU. de DLE basada en quitosano en una planta de salmuera en producción.

2030 **Reemplazo de antibióticos.** Tres de los cinco mayores integradores avícolas de EE. UU. eliminan el uso rutinario de antibióticos en el alimento; aditivos a base de quitosano a escala comercial.

Cuatro puntos de inflexión a vigilar.

01 Tres pilotos se convierten en compra comercial para el 4.º trimestre de 2027.

Quitosano FG en la línea de productos frescos de un comprador top-10 de EE. UU. Quitosano IG en un elevador de granos mediano de EE. UU. Quitosano con éter corona instalado en una planta de DLE de litio en EE. UU.

02 La EPA valida el quitosano con éter corona bajo la vía de Minerales Críticos.

La recuperación doméstica de litio es una prioridad política bipartidista. Una alternativa más limpia y validada frente a las piletas de evaporación avanzaría rápidamente.

03 La UE y el USDA armonizan el GRAS del quitosano y el registro como material de alimentación.

La alineación regulatoria transatlántica elimina la mayor fricción para el escalamiento global. Fecha objetivo: 2028.

04 Tres de los cinco mayores integradores avícolas de EE. UU. eliminan el uso rutinario de antibióticos en el alimento.

Los aditivos alimentarios a base de quitosano son una de las pocas alternativas no antibióticas validadas disponibles a escala comercial.

Puntos de referencia para seguir la adopción comercial entre 2027 y 2030.

Quitosano — el super-azúcar industrial que puede desintoxicar nuestro mundo.

El quitosano existe en más de 30 derivados, cada uno con un papel nuevo o continuo en una variedad de las industrias más comunes.

Acabamos de presentar las 9 formas más populares del quitosano y explicamos cómo se caracterizan por carga superficial (potencial zeta), peso molecular, grado de desacetilación, solubilidad en agua, pureza, microbiología, metales pesados, viscosidad y pH, cada una atendiendo una aplicación industrial definida. Los usos establecidos incluyen clarificación de agua municipal, clarificación de vino y lácteos, recubrimiento de productos frescos, cuidado personal, suplementos dietéticos, elicitación agrícola y remediación de patógenos, nutrición de rumiantes y monogástricos, hemostasia de heridas y formulación cosmética.

Las aplicaciones emergentes incluyen tejidos no tejidos antimicrobianos, plásticos, película stretch y empaques antimicrobianos, concreto verde, remediación de suelo y agua frente a agrotóxicos, agricultura regenerativa, remediación de Brownfields, remediación de PFAS, unión de micotoxinas y extracción directa de litio a partir de salmuera. La producción global se proyecta superar las 250 000 toneladas métricas para 2030, impulsada por la formulación de alimentos clean-label, el reemplazo de antibióticos en la producción animal y la recuperación de metales de baterías.

El quitosano y las oportunidades que crea son más apasionantes que cualquier cosa que hayamos visto en industria alguna. Creemos que reducir la carga tóxica personal y frenar la resistencia a los antibióticos están entre los problemas más importantes que todos enfrentamos. Hay una solución.

Referencias.

COAS DE PRODUCTOS DE CHITOSAN GLOBAL

01

Promecens Entosystems (2026). **Chitosan 70 AG Certificado de Análisis**, batch PRM/CHT-70AG/01/01-2026. Potencial zeta +71.04 mV, DDA 98.67%, purity 99.13%. chitosanglobal.com/wp-content/uploads/2026/06/Quitosano-70-AG-COA.pdf

02

Promecens Entosystems (2026). **Chitosan 70 IG Certificado de Análisis**. COS-HCl grado industrial, mismo lote y especificaciones que el 70 AG. chitosanglobal.com/wp-content/uploads/2026/06/Quitosano-70-IG-COA.pdf

03

Promecens Entosystems (2026). **Chitosan 60 FG Certificado de Análisis**, batch PRM/CHT-60FG/01/01-2026. Zeta +59.77 mV, DDA 98.67%. chitosanglobal.com/wp-content/uploads/2026/06/Quitosano-60-FG-COA.pdf

04

Promecens Entosystems (2026). **Chitosan AS Certificado de Análisis**, batch PRM/CHT-AS/01/01-2026. Zeta +37.45 mV, DA 92.54%, MW 170 kDa. chitosanglobal.com/wp-content/uploads/2026/02/Promecens-Chitosan_AS_COA.pdf

05

Promecens Entosystems (2026). **Chitosan WS Certificado de Análisis**, batch PRM/CHT-WS/01/01-2026. Zeta +37.34 mV, DA 93.23%, MW 45 kDa. chitosanglobal.com/wp-content/uploads/2026/02/Promecens-Chitosan_WS_COA.pdf

06

Promecens Entosystems (2026). **Quaternary Chitosan COA**, batch QCh/01/2025. DDA 86.54%, DQ 0.42, MW 145 kDa, purity 99.23%. chitosanglobal.com/wp-content/uploads/2026/06/Promecens-Quarternary-Chitosan_COA.pdf

07

Promecens Entosystems (2025). **Carboxymethyl Chitosan COA**, batch CMCS/01/2025. Pureza 99.23%, MW 249.12 kDa. chitosanglobal.com/wp-content/uploads/2025/10/Promecens-Carboxymethyl-Chitosan_COA-1.pdf

08

Promecens Entosystems (2025). **Trimethyl Chitosan (TMC) COA**, batch TMC/01/2025. DS 58.6%, MW 295.67 kDa. chitosanglobal.com/wp-content/uploads/2025/10/Promecens-Trimethyl-Chitosan_COA-1.pdf

09

Promecens Entosystems (2026). **Chitosan Hydrochloride (Water-Soluble) COA**, batch CH/02/2025. Pureza 98.5%. chitosanglobal.com/wp-content/uploads/2026/06/Promecens-Quitosano-Hydrochloride_COA.pdf

10

Chitosan Global. **Precios mayoristas y catálogo completo**, con enlaces a cada COA y MSDS. chitosanglobal.com/wholesale-pricing/

QUÍMICA Y MECANISMO DEL QUITOSANO (REVISADO POR PARES)

11

Rabea EI, Badawy MET, Stevens CV, Smagghe G, Steurbaut W (2003). **El quitosano como agente antimicrobiano: aplicaciones y modo de acción**. *Biomacromolecules* 4(6):1457–65. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14606868

12

Kong M, Chen XG, Xing K, Park HJ (2010). **Propiedades antimicrobianas del quitosano y modo de acción: revisión del estado del arte**. *Int J Food Microbiol* 144(1):51–63. doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.09.012

13

Sogias IA, Khutoryanskiy VV, Williams AC (2010). **Factores que afectan la solubilidad del quitosano en agua**. *Macromol Chem Phys* 211:426–33. PubMed Central: [PMC4792291](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19844441)

14

Ke CL, Deng FS, Chuang CY, Lin CH (2021). **Acciones antimicrobianas y aplicaciones del quitosano**. *Polymers* 13(6):904. PubMed Central: [PMC7998239](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35444441)

15

Hosseinnejad M, Jafari SM (2016). **Evaluación de distintos factores que afectan las propiedades antimicrobianas del quitosano**. *Int J Biol Macromol* 85:467–75. doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.01.022

16

Sahariah P, Másson M (2017). **Quitosano y derivados antimicrobianos: revisión de la relación estructura–actividad**. *Biomacromolecules* 18(11):3846–68. PubMed: pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28933147

17

Andreica BI, Cheng X, Marin L (2020). **Sales de amonio cuaternario del quitosano: panorama crítico de síntesis y propiedades**. *Polymers* 13(15):2514. PubMed: pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34372117

18

Amidi M, Mastrobattista E, Jiskoot W, Hennink WE (2010). **Sistemas de liberación basados en quitosano para proteínas terapéuticas y antígenos**. *Adv Drug Deliv Rev* 62(1):59–82. doi.org/10.1016/j.addr.2009.11.009

19

Verheul RJ, Amidi M, van der Wal S, van Riet E, Jiskoot W, Hennink WE (2008). **Synthesis, characterization and in vitro biological properties of O-methyl free N,N,N-trimethylated quitosano**. *Biomaterials* 29(24):3642–9. doi.org/10.1016/j.biomaterials.2008.05.026

20

Xu J, Strandman S, Zhu JXX, Barralet J, Cerruti M (2019). **Genipin-crosslinked catechol-quitosano mucoadhesive hydrogels**. *J Controlled Release* 309:169–80. doi.org/10.1016/j.jconrel.2019.07.020

Referencias, continuación.

FOOD, COATINGS, BAKERY PRESERVATION

21

Coma V (2008). **Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products.** *Meat Science* 78(1–2):90–103. [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22062099](#)

22

Aider M (2010). **Aplicación del quitosano para la producción de películas activas de base biológica y su potencial en la industria alimentaria: revisión.** *LWT–Food Sci Technol* 43(6):837–42. [doi.org/10.1016/j.lwt.2010.01.021](#)

23

Elsabee MZ, Abdou ES (2013). **Películas y recubrimientos comestibles a base de quitosano: revisión.** *Mater Sci Eng C* 33(4):1819–41. [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23498203](#)

24

No HK, Meyers SP, Prinyawiwatkul W, Xu Z (2007). **Aplicaciones of quitosano for improvement of quality and shelf life of foods: a review.** *J Food Sci* 72(5):R87–R100. [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28661127](#)

25

Devlieghere F, Vermeulen A, Debevere J (2004). **Quitosano: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetablas.** *Food Microbiol* 21(6):703–14. [doi.org/10.1016/j.fm.2004.02.008](#)

26

Chitosan Global (2026). **Presentación de Chitosan FG para compradores de retail.** Dossier de aplicación del producto. [chitosanglobal.com/food-grade-quitosano-supplier](#)

27

Chitosan Global (2026). **Cómo actúan los recubrimientos de quitosano sobre superficies de productos frescos.** Nota técnica. [chitosanglobal.com/quitosano-edible-coating](#)

MICOTOXINA REMEDIATION & GRAIN STORAGE

28

Francesconi S, Steiner B, Buerstmayr H, Balestra GM et al. (2020). **Chitosan hydrochloride decreases Fusarium graminearum growth and virulence and boosts growth, development and systemic acquired resistance in two durum wheat genotypes.** *Molecules* 25(20):4752. [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33081211](#)

29

Gunupuru LR, Patel JS, Sumarah MW, Renaud JB, Mantin EG, Prithiviraj B (2019). **A plant biostimulant made from the marine brown algae Ascophyllum nodosum and quitosano reduce Fusariosis de la espiga and mycotoxin contamination in wheat.** *PLoS ONE* 14(9):e0220562. [doi.org/10.1371/journal.pone.0220562](#)

30

Mitchell NJ, Bowers E, Hurburgh C, Wu F (2016). **Potential economic losses to the EE. UU. corn industry from aflatoxin contamination.** *Food Additives & Contaminantes: Part A* 33(3):540–50. [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26807606](#)

31

El Ghaouth A, Arul J, Grenier J, Asselin A (1992). **Antifungal activity of quitosano on two post-harvest pathogens of strawberry fruits.** *Phytopathology* 82(4):398–402. [doi.org/10.1094/Phyto-82-398](#)

ANIMAL NUTRITION & CALF HEALTH

32

Alam MR, Kim WI, Kim JW, Na CS, Kim NS (2012). **Effects of quitosano-oligosaccharide on diarrhoea in Hanwoo calves.** *Veterinarni Medicina–Czech* 57(8):400–7. Full PDF: [vetmed.agriculturejournals.cz/pdfs/vet/2012/08/01.pdf](#)

33

Li S, Wang C, Zeng H, Han Z (2024). **Effects of different combinations of antibacterial compound supplements in calf pellets on growth performance, health, blood parameters, and rumen microbiome of dairy calves.** *Front Vet Sci* 11:1376758. [doi.org/10.3389/fvets.2024.1376758](#)

34

Foster DM, Smith GW (2009). **Pathophysiology of diarrhea in calves.** *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 25(1):13–36. PubMed Central: [PMC7125768](#)

35

Shah AM, Qazi IH, Matra M, Wanapat M (2022). **Role of chitin and quitosano in ruminant diets and their impact on digestibility, microbiota and performance of ruminants.** *Fermentation* 8(10):549. Open access via PubMed Central: [PMC12907504](#)

36

Rey J, Atxaerandio R, Ruiz R, Ugarte E, González-Recio O et al. (2023). **Effect of quitosano on ruminal fermentation, microbial communities, methane emissions, and productive performance of dairy cattle.** PubMed Central: [PMC10525946](#)

37

Jimenez-Ocampo R et al. (2021). **Effect of quitosano and naringin on enteric methane emissions.** PubMed Central: [PMC8226738](#)

38

Brunauer M, Roch FF, Conrady B (2021). **Prevalence of worldwide neonatal calf diarrhoea caused by *Cryptosporidium* spp.** PubMed Central: [PMC8066230](#)

39

Trzebiatowski L et al. (2025). **Prenatal factors influencing calf morbidity and mortality.** PubMed Central: [PMC12189275](#)

40

Zhang J et al. (2020). **Low-molecular-weight quitosano relieves enterotoxigenic Escherichia coli-induced growth retardation in weaned pigs.** PubMed: [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31784403](#)

41

USDA APHIS NAHMS (2014). **Dairy heifer preweaning morbidity and mortality report.** Archived copy: [web.archive.org/.../morb-mort-us-prewean-dairy-heifer-nahms-2014.pdf](#)

42

Pennsylvania State Extension. **Exploring the basics of calf scours.** [extension.psu.edu/exploring-the-basics-of-calf-scours](#)

PLANT ELICITOR & CROP PROTECTION

43

El Hadrami A, Adam LR, El Hadrami I, Daayf F (2010). **Quitosano en la protección vegetal.** *Marine Drugs* 8(4):968–87. Open access via PubMed Central: [PMC2866474](#)

Referencias, continuación.

WATER TREATMENT & FLOCCULATION

44 Renault F, Sancey B, Badot PM, Crini G (2009). **Quitosano para procesos de coagulación/floculación: un enfoque ecológico.** *European Polymer J* 45(5):1337–48. doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2008.12.027

45 Yang R, Li H, Huang M, Yang H, Li A (2016). **A review on chitosano-based flocculants and their applications in water treatment.** *Water Research* 95:59–89. doi.org/10.1016/j.watres.2016.02.068

46 Divakaran R, Pillai VNS (2002). **Floculación of algae using chitosano.** *J Applied Phycology* 14(5):419–22. doi.org/10.1023/A:1022137023257

47 Organización Internacional de la Viña y el Vino (2009). **OIV Resolution OENO 336-2009: Treatment of wines with chitosano of fungal origin.** Full text: oiv.int/public/medias/2597/oiv-oeno-336-2009-en.pdf

48 Bornet A, Teissedre PL (2008). **Quitosano, chitin-glucan and chitin effects on minerals (iron, lead, cadmium) and organic (ochratoxin A) contaminants in wines.** *Eur Food Res Technol* 226(4):681–9. doi.org/10.1007/s00217-007-0577-0

49 Chitosan Global. **Quitosano para remoción de PFAS — guía de aplicación.** chitosanglobal.com/quitosano-for-pfas-removal

50 Chitosan Global. **Quitosano para remoción de metales pesados.** chitosanglobal.com/quitosano-for-heavy-metal-removal

51 Chitosan Global. **Quitosano para remoción de microplásticos.** chitosanglobal.com/quitosano-for-microplastic-removal

MEDICAL & WOUND CARE

52 Jayakumar R, Prabakaran M, Sudheesh Kumar PT, Nair SV, Tamura H (2011). **Biomaterials based on chitin and chitosano in wound dressing applications.** *Biotechnol Adv* 29(3):322–37. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21262336

53 Dai T, Tanaka M, Huang YY, Hamblin MR (2011). **Preparaciones de chitosano para heridas y quemaduras: efectos antimicrobianos y de cicatrización.** *Expert Rev Anti Infect Ther* 9(7):857–79. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21810057

54 Rodríguez-Vázquez M, Vega-Ruiz B, Ramos-Zuñiga R, Saldaña-Koppel DA, Quinones-Hinojosa A (2015). **El chitosano y su uso potencial como andamio para ingeniería de tejidos en medicina regenerativa.** *Biomed Res Int* 2015:821279. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26504833

CUIDADO ORAL

55 Chitosan Global (2026). **El chitosano en el cuidado oral — documento técnico.** Análisis sección por sección de los derivados (CMCS, chitosano HCl, COS-Lactate, chitosano cuaternario). chitosanglobal.com/quitosano-in-oral-care

56 Qu Y, Wang Y et al. (2023). **Advances in the application of carboxymethyl chitosano in oral care and drug delivery.** *Frontiers in Bioengineering & Biotechnology*. PubMed Central: [PMC10570529](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC10570529)

57 Costoa EM, Silva S, Tavaría FK, Pintado MM (2014). **Antimicrobial activity of chitosano against oral microbiota.** *Anaerobe* 27:81–9. PubMed Central: [PMC4264197](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4264197)

58 Kmiec M, Pighinelli L, Tedesco MF, Silva MM, Reis V (2017). **Quitosano-properties and applications in dentistry.** Systematic review, PubMed: pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38003281

59 Fakhri E, Eslami H, Maroufi P, Pakdel F et al. (2020). **Aplicación de biomateriales de chitosano en odontología.** Biofilm-review, PubMed Central: [PMC9014838](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC9014838)

DIETARY SUPPLEMENT & ADSORPTION

60 Baker WL, Tercius A, Anglade M, White CM, Coleman CI (2009). **A meta-analysis evaluating the impact of chitosano on serum lipids in hypercholesterolemic patients.** *Annals of Nutrition & Metabolism* 55(4):368–74. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19923803

61 Muzzarelli RAA (2010). **Quitinas and chitosans as immunoadjuvants and non-allergenic drug carriers.** *Marine Drugs* 8(2):292–312. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20390107

62 Zhang HL, Zhong XB, Tao Y, Wu SH, Su ZQ (2010). **Effects of chitosano and soluble en agua chitosano on postprandial gastrointestinal metabolism.** *Bioact Carbohydr Diet Fibre*. doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.10.061

63 Guibal E (2004). **Interactions of metal ions with chitosano-based sorbents: a review.** *Separation and Purification Technology* 38(1):43–74. doi.org/10.1016/j.seppur.2003.10.004

64 Wu FC, Tseng RL, Juang RS (2010). **A review and experimental verification of using chitosano and its derivatives as adsorbents for selected heavy metals.** *J Environ Manage* 91(4):798–806. doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.10.018

FUENTES, REGULATORY & SUSTAINABILITY

65 Chitosan Global. **Quitosano de origen insecto (mosca soldado negra) — panorama de la fuente.** chitosanglobal.com/insect-origin

66 Chitosan Global. **Quitosano de hongo (fúngico) — panorama de la fuente.** chitosanglobal.com/vegetal-origin

67 FDA GRAS Notice GRN 443 (2013). **Quitosano from Aspergillus niger.** [cfsanappsexternal.fda.gov · GRAS Notice Inventory](https://cfsanappsexternal.fda.gov/GRAS-Notice-Inventory)

Glosario.

Anfótero

Molécula que puede actuar como ácido o base según el pH.

ACP

Fosfato de calcio amorfo; el precursor metaestable de la hidroxiapatita.

Aflatoxina B₁

El miembro más tóxico de la familia de aflatoxinas, producido por *Aspergillus flavus*.

BSF

Mosca soldado negra (*Hermetia illucens*); an insect chitin source.

Catiónico

Que porta carga positiva, típicamente a pH ácido.

Quelación

Unión de un ión metálico por un ligando orgánico en dos o más sitios de coordinación.

Quitina

El polisacárido precursor del quitosano; polímero de N-acetilglucosamina.

Quitosano

Quitina desacetilada; polímero de glucosamina, el único biopolímero catiónico de origen natural.

CMC / CMCS

Chitosan carboximetilado; soluble en agua at neutral pH, amphoteric.

COS

Oligosacárido de quitosano; forma de bajo peso molecular (típicamente <3 kDa) del quitosano.

DDA

Grado de desacetilación; el porcentaje de grupos amino respecto a los N-acetilamino en la cadena polimérica.

DS

Grado de sustitución; la fracción de grupos amino modificados con un grupo funcional.

DoQ

Grado de cuaternización; la fracción de aminas convertidas a amonio cuaternario.

Elicitor

Molécula que desencadena la respuesta de defensa vegetal sin ser patógena en sí misma.

ETEC

Escherichia coli enterotoxigénica; causa principal de diarrea neonatal en terneros.

Floculación

Agregación de partículas dispersas en cúmulos mayores que sedimentan.

GRAS

Reconocido Generalmente Como Seguro; vía regulatoria de la FDA de EE. UU. para ingredientes alimentarios.

Hidroxiapatita

Ca₅(PO₄)₃(OH); el componente mineral del esmalte, la dentina y el hueso.

Kilodalton (kDa)

1000 daltons; unidad usada para describir el peso molecular de un polímero.

Agaricus bisporus

Especie de hongo usada como fuente de referencia por defecto para Quitosano 60 FG, 70 AG y 70 IG; asociada al Aviso GRAS 997 de la FDA. También disponible al mismo precio a partir de *Lenzites betulina*, hongo ostra y mosca soldado negra.

CIM

Concentración inhibitoria mínima; la menor concentración antimicrobiana que inhibe el crecimiento visible.

CBM

Concentración bactericida mínima; la menor concentración que elimina el 99.9 % del inóculo.

MW

Peso molecular; expressed in daltons or kilodaltons.

Micotoxina

Metabolito secundario tóxico producido por un hongo (moho).

PFAS

Sustancias per- y polifluoroalquiladas; persistent synthetic fluorochemicals.

PFOA / PFOS

Ácido perfluorooctanoico y ácido perfluorooctanosulfónico; los dos PFAS más regulados.

Prebiótico

Sustrato utilizado selectivamente por microorganismos beneficiosos del hospedador.

Promecens

Proceso enzimático propietario de desacetilación para quitina de origen fúngico.

Cociente propionato:acetato

Cociente de dos ácidos grasos de cadena corta en el rumen; valores más altos indican fermentación más eficiente en energía.

Q_{max}

Capacidad máxima de adsorción de un sorbente; expresada en mg de adsorbato por g de adsorbente.

Amonio cuaternario

Nitrógeno permanentemente cargado positivo con cuatro sustituyentes; conserva la carga a cualquier pH.

Papilas ruminales

Proyecciones digitiformes de la pared del rumen que absorben ácidos grasos volátiles.

Formara salina

Contra-ión emparejado con la amina catiónica; p. ej. HCl, lactato, acetato.

Resistencia sistémica adquirida

Estado de defensa de la planta completa inducido por un elicitore en un sitio y expresado en toda la planta.

TMC

Chitosan trimetilado; derivado N,N,N-trimetilado utilizado en formulación farmacéutica.

TPC / TVC

Recuento total en placa / recuento viable total; medida general de contaminación microbiana.

Tricoteceno

Clase de micotoxinas producidas por especies de *Fusarium*; incluye DON y toxina T-2.

Potencial zeta

Potencial eléctrico en el plano de deslizamiento de una partícula coloidal; medida de la carga superficial en solución.

Zeta (positivo)

Por convención, los valores zeta del quitosano se reportan al pH ácido de aplicación típica (3,5–5,0). Los valores decaen hacia cero cuando el pH sube por encima del pKa de la amina (~6,5).

Índice temático.

A

- acetato, sal (Chitosan Acetate) · 36
- acetilación, grado · 32
- ácido acético · 25, 36
- ácido perfluorooctanoico (PFOA) · 67, 75
- acuoso, pH de solución al 1% · 26, 28, 33
- adopción, cronograma (2026–2030) · 94
- adsorción de microplásticos · 74
- Aggregatibacter actinomycetemcomitans* · 80
- aflatoxina B₁, unión · 59–62
- Agaricus bisporus* · 20, 22
- agentes clarificantes · 68–71
- agradecimientos · 4
- agricultura, elicitor · 43
- agricultura, guía de mezclado · 42
- agua, planta de tratamiento (foto) · 65
- agua, tratamiento (coagulante) · 66, 70
- algas, como fuente de quitosano · 6, 17
- algas, turbidez, control · 70
- alimento fresco para mascotas · 58
- alumbre, reemplazo · 66
- amina, grupo (—NH₂) · 8, 16, 25
 - protonación a —NH₃⁺ · 25
- aminoazúcar (COS como) · 34, 55
- amonio cuaternario (TMC) · 30
- anfótero (CMC), carácter · 33
- animales de compañía, aplicaciones · 57, 58
- anticuerpos (Ig, ternero) · 56
- antibióticos, reemplazo · 53, 55
- antimicrobiano, mecanismo · 25, 26
- antimicrobianos, péptidos textiles · 82
- aplicaciones industriales · 82–84
- arsénico (As³⁺), quelación · 76
- Aspergillus flavus* · 59, 61
- Aspergillus parasiticus* · 59
- Alternaria* sp., eficacia in vitro (UVG) · 43
- aspersión, aplicación · 41, 42

B

- bacterias, disrupción de membrana · 25, 80
- bayas (productos frescos) · 45, 46

C

- cadena, integración en (FG) · 48
- cadmio (Cd²⁺), quelación · 76
- calcitonina (entrega por TMC) · 30
- calidad, panel de control · 87
- calf, protocolo tres fases · 55
- Candida albicans* · 80, 81
- captura de litio (éter corona) · 88–91
- carbón activado granular (GAC) · 67, 75
- carboximetil quitosano (CMC / CMCS) · 33
 - especificación COA · 33
 - remineralización dental · 79
 - solubilidad a pH casi neutro · 33
- carga superficial, por qué importa · 8, 25
- caseína, reemplazo · 69
- cationico, único polímero natural · 8, 16, 25
- celulosa vs quitosano · 8, 16
- Certificado de Análisis (COA) · 27, 39
- chill-haze, remoción (destilados) · 69
- quitosano, definición · 8, 11, 16
- Chitosan Acetate · 36
- Chitosan AG (COS-HCl) · 27
 - actividad a pH 2–12 · 26, 81
- Chitosan AS (soluble en ácido) · 32
- Chitosan FG (COS-Lactate) · 28, 46
 - recubrimiento de productos · 45–48
- panadería · 49
 - actividad a pH 2–12 · 26, 81
- Chitosan Global, catálogo de productos · 38
- Chitosan HCl (Hydrochloride) · 31
- Chitosan IG (micotoxinas) · 59–62
- Chitosan Lactate · 35
- Chitosan Oligosaccharide (COS) · 34
- Chitosan WS (soluble en agua) · 32
- quitosano—floculante a medida · 68
- quitosano—grasa, complejo · 73
- clarificación de coloides · 68
- clean-label, posicionamiento · 46, 47
- cloruro, contra-ión · 31
- coagulante primario (agua) · 66, 70
- coloidal, suspensión (definición) · 68
- colesterol, reducción · 73

D

- defensa vegetal, elicitación · 41, 43
- desacetilación, grado (DDA) · 24, 87
- destilados (clarificación) · 69
- diarrea neonatal en terneros · 54, 56
- disrupción de membrana · 25, 80
- DON (deoxinivalenol) · 61
- DS (grado de sustitución) · 30

E

- economía, protocolo de terneros · 56
- economía, tratamiento de agua · 66
- economía, extracción de litio · 90
- editores y equipo · 12
- EFSA, dictamen sobre quitosano · 10
- elicitador de defensa vegetal · 43
- electrostática, atracción · 8, 25
- emulsión, estabilizador (cosméticos) · 83
- enfermedad respiratoria bovina (BRD) · 54
- entérico, patógeno (ETEC) · 54, 56
- enterotoxigénica *E. coli* · 54, 56
- EPA 25(b), exención · 10
- envases lácteos, interiores · 71
- equipo editorial · 12
- escalera de carga (nueve grados) · 24
- esmalte, remineralización · 79
- éter corona (Quitosano) · 89–91
- ETSU Innovation Lab · 4
- evaporación, piletas · 89

F

- fabricación (Pune) · 86, 87
- FDA GRAS, avisos (GRN 170, 397, 443) · 10, 22, 46
- FDA 510(k), precedente (hemostáticos) · 10, 63
- fenilalanina amonio liasa (TaPAL) · 43
- fermentación ruminal · 55
- fibra prebiótica · 55
- floculación · 68–71
 - vino, whisky, cerveza · 69
 - agua, piscinas, estanques · 70
 - leche y lácteos · 71
- flocs, formación y sedimentación · 68

H

- halitosis, patógenos · 80
- Hanwoo, terneros · 56
- hemostáticos, apósitos · 63
- Hermetia illucens* (BSF) · 21, 23
- heridas, cuidado · 63
- Holstein, terneros (Li 2024) · 56
- hojas verdes (productos frescos) · 45
- hongos, fuente · 20, 22
- hidrocloruro, quitosano · 31
- hidrógeno, puentes (microplásticos) · 74
- hifas fúngicas, inhibición · 61
- historia (cronología) · 18

I

- Ig, marcadores (ternero) · 56
- índice temático (este) · 100–101
- industrial, perspectiva · 84, 93
- infografía (quitina→quitosano) · 17
- inmunidad, modulación · 55, 56
- INCI, listado (quitosano) · 10
- insectos, fuente (BSF) · 21, 23
- insulina (entrega por TMC) · 30
- introducción · 11
- iónica, unión (PFAS) · 67, 75
- iónico, radio (Li⁺ vs Na⁺, K⁺) · 89
- ISO, certificaciones · 87

K

- K_d, selectividad de litio · 89

Klebsiella pneumoniae · 82

L

- laboratorio, investigación (QC) · 87
- lácteos, procesamiento · 71
- lactato, sal (COS-Lactate) · 28
- lactato, sal de cadena completa · 35
- lavados, durabilidad (textil) · 82
- Li et al. 2024 (ensayo terneros) · 56
- línea de empaque, integración (FG) · 48
- listeria, patógeno · 8
- litio, recuperación desde salmuera · 88–91

Índice temático, continuación.

M

maíz, industria (aflatoxinas) · 59, 61
mascotas, alimentos frescos · 58
mascotas, aplicaciones · 57, 58
mastitis bovina · 53
materia insoluble en agua · 27
mecanismo de acción (COS) · 55, 56
médicos, recubrimiento de dispositivos · 29, 81
membrana, disrupción · 25, 80
mercurio (Hg²⁺), quelación · 76
metales pesados (suplemento) · 76
metales pesados, unión (Q_{max}) · 76
metano, modulación de emisiones · 55
mezclado, guía (agricultura) · 42
microbios, triada de remediación · 67
microplástico, adsorción · 74
Microplastic Protect (producto SN) · 74
MIC, valores (patógenos orales) · 80
micotoxina (aflatoxina B₁) · 59–62
MoCRA (cosméticos EE. UU.) · 10
molécula, escalera de carga · 24
molécula, definición · 8, 11, 16
MW (peso molecular) · 27, 29
mortalidad (terneros EE. UU.) · 54
mucosa, entrega de fármacos · 30
municipal, remediación · 66, 67

N

N-acetilglucosamina (quitina) · 8, 17
N,N,N-trimetilación · 30
nasal, vacuna (TMC) · 30
Native Chitosan · 24, 32
níquel (Ni²⁺), quelación · 76
NSF/ANSI 60 (agua potable) · 10
nueve derivados (familia) · 24–36
no tejido, tratamiento de fibra · 82

Ñ

— sin entradas ·

O

OWB · 1 · 16 · 226 · 2222 · 42 · 22 · 62

P

panadería (pan y tortillas) · 49
partes-openers (I–VI) · 15, 40, 64, 85, 88, 92
patógeno, supresión · 25, 47
PFAS, unión · 67, 75
PFAS, enlace al artículo completo · 75
PFOA / PFOS, Q_{max} · 75
periimplantitis · 81
peso molecular (MW) · 27, 29
peral, roya · 43
pH de solución al 1% · 26, 28, 33
pH, potencial zeta dependiente · 26
pH-independiente (cuaternario) · 29, 81
pH, rango 2–12 (FG/AG/IG) · 26, 81
piletas de evaporación · 89
piscina, clarificador · 70
plásticos (microplásticos) · 74
pKa, barrera del quitosano nativo · 25
polietileno, microplástico · 74
poliestireno, microplástico · 74
Porphyromonas gingivalis · 80
poscosecha, recubrimiento · 44, 45
portada · 1
prebiótico aminoazúcar · 55
catálogo de productos · 38
Promecens Entosystems · 27, 86
prólogo · 3
propionato:acetato, cociente · 55
Pune, planta · 86, 87
pureza (base seca) · 27, 33

Q

Q_{max} (metales pesados) · 76
Q_{max} (PFAS) · 67, 75
quats, quitosano vs. · 9
quelación de iones metálicos · 76
Quaternary Chitosan (HTCC) · 29
durabilidad · 81
actividad pH-independiente · 29, 81
quitina, en paredes celulares · 8, 20

R

S

sal, forma (elección de) · 37
salmuera, recuperación de litio · 88–91
sanitizante, lenguaje (evitar) · 48
selectividad de litio K_d · 89
selección, guía del formulador · 37
semilla y poscosecha · 44
Shield Nutraceuticals · 2, 12, 74
shieldnutra.com (Microplastic Protect) · 74
siRNA, portador (TMC) · 30
solubilidad, perfil · 25, 26, 33
sorbatos, reemplazo · 47
sorgo, campo · 62
Streptococcus mutans · 33, 80
Streptococcus sobrinus · 80
suero (queso), clarificación · 71
suero, marcadores de Ig · 56
suministro global · 3
suplemento dietético · 72–77
unión de grasa · 73
microplásticos · 74
PFAS · 75
metales pesados · 76
formato de suplemento · 77
Staphylococcus aureus · 82
superficial, complejación (biochar) · 67
suspensión coloidal (definición) · 68

T

tabla de contenidos · 13
TaPAL, TaPRI, TaPR2 · 43
tejido conectivo (mascotas) · 57
terneros, mortalidad (EE. UU.) · 54
terneros, protocolo tres fases · 55
textil, acabado · 82
tomate, ensayo (enfermedad) · 41
tortillas, aplicación · 49
toxicidad ambiental, carga · 5
tricoteceno, supresión · 61
Trimethyl Chitosan (TMC) · 30
trópica, entrega (nasal) · 30
turbidez, reducción · 71

U

uniones estrechas (TMC) · 30, 56

V

vacuna nasal (TMC) · 30
vegana, clarificación de vino · 69
vertebrados, uso médico · 63
vinagre, ácido acético · 25
vino, clarificación · 69
viscosidad (1% ac.) · 27, 29, 33
vitrina de floristería (caso) · 51

W

whisky, chill-haze · 69

Z

Zeta, dependencia de pH · 26
Zeta, potencial (definición) · 24
Zeta, rangos (literatura) · 27, 28, 29, 33