

Multifunctional Textile Scouring & Anti-Redeposition Surfactant para descrude textil, bio-descrude y control de redeposición

Equipo de investigación de Enzymes.bio · Wellington, Nueva Zelanda · June 21, 2026

Multifunctional Textile Scouring & Anti-Redeposition Surfactant es un auxiliar de proceso para tratamientos húmedos textiles que combina humectación, detergencia, dispersión de impurezas y control de redeposición durante el descrude, el lavado preparatorio y procesos compatibles con enzimas. En fibras celulósicas como algodón, ramio, lino, viscosa, lyocell y mezclas, su valor práctico está en ayudar a retirar ceras, aceites, pectinas desprendidas, restos de apresto y partículas finas, manteniéndolas en el baño para que no vuelvan a ensuciar el sustrato.

Función técnica del producto en el pretratamiento textil

En procesamiento textil, “descrude” no significa solo lavar: implica transformar una fibra con barreras hidrofóbicas y sustancias acompañantes en un sustrato más mojable, más uniforme y más preparado para teñido, estampado o acabado. En algodón crudo, la celulosa constituye la fracción mayoritaria de la fibra, pero una proporción menor —a menudo crítica para el comportamiento en húmedo— corresponde a ceras, pectinas, proteínas, hemicelulosas, minerales, pigmentos naturales y restos de material vegetal; esas capas superficiales reducen la absorción de agua y provocan variaciones de afinidad durante procesos posteriores ^[1].

Un **surfactante multifuncional de descrude y anti-redeposición** actúa sobre dos problemas simultáneos. Primero, mejora el acceso del baño acuoso a una superficie que originalmente repele el agua por la presencia de ceras y aceites. Segundo, evita que las impurezas ya desprendidas se agreguen, floculen o vuelvan a adherirse a la tela, un fenómeno que puede generar manchas, pérdida de blancura, tacto áspero o teñido irregular ^[2].

El producto debe entenderse como un **auxiliar industrial de pretratamiento**, no como una solución aislada que sustituya automáticamente todas las etapas de descrude, blanqueo, lavado o neutralización. Su papel es apoyar la limpieza superficial, la dispersión de contaminantes y la estabilidad del licor de

proceso dentro de recetas textiles ya diseñadas por el usuario. Enzymes.bio lo suministra para uso B2B industrial en unidades de 1 kg mediante venta directa en línea; el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido .

Por qué el descruce necesita detergencia y control de redeposición

El algodón y otras fibras naturales llegan al pretratamiento con una arquitectura superficial compleja. En algodón, la cutícula y la pared primaria contienen ceras y materiales pécticos que protegen a la fibra durante el crecimiento de la planta, pero que en fábrica se convierten en barreras para la penetración del agua, los colorantes y los acabados. La literatura sobre tratamientos enzimáticos de fibras naturales describe que la eliminación selectiva de estos componentes es esencial para mejorar hidrofiliidad y procesabilidad sin degradar innecesariamente la fracción estructural de celulosa ^[1].

El descruce alcalino convencional es eficaz porque saponifica o emulsiona grasas y ceras, hincha la fibra y extrae componentes no celulósicos. Sin embargo, al operar con química fuertemente alcalina y condiciones severas, puede atacar la celulosa, modificar resistencia, aumentar pérdida de masa y elevar la carga química del efluente. Por eso la industria estudia rutas enzimáticas y auxiliares de menor agresividad como parte de estrategias de procesamiento textil sostenible ^[3].

El problema no termina cuando la impureza se desprende. Una partícula de cera, una microgota de aceite o un fragmento fino de material vegetal puede volver a depositarse si el baño no la mantiene suficientemente dispersa. En estudios de limpieza textil, la redeposición aparece incluso en sistemas de limpieza no acuosos, lo que confirma que no es un fenómeno exclusivo del lavado con agua: depende de la estabilidad de las partículas removidas, de la interacción con la fibra y de la capacidad del sistema para transportarlas fuera del sustrato ^[4].

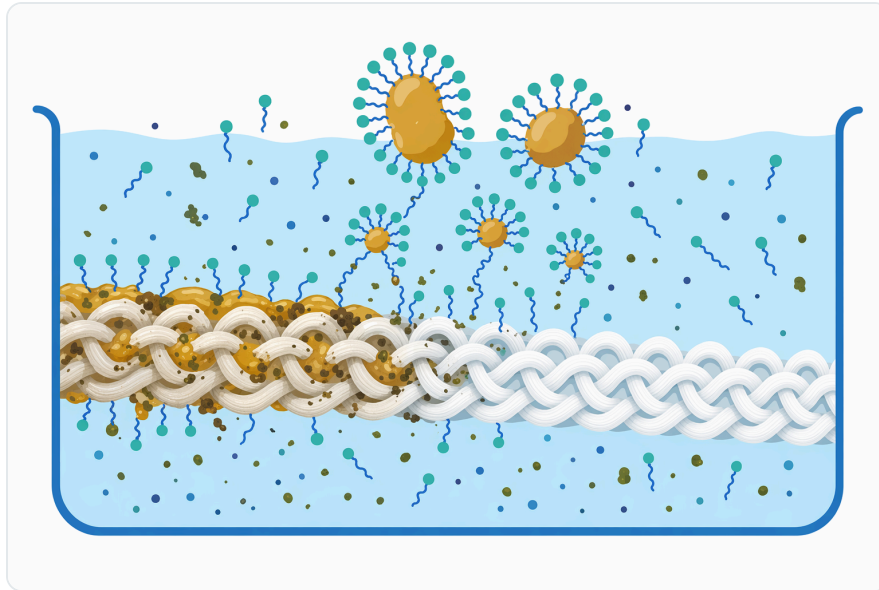


Figure 1. 계면활성제는 습윤성을 높이고 소수성 불순물을 느슨하게 하며, 제거된 물질이 처리욕 안에 안정적으로 머물도록 해 섬유 전처리를 돕는다.

La función anti-redeposición es especialmente importante cuando el baño contiene una mezcla de sustancias: suciedad oleosa, fragmentos minerales, residuos de apresto, pectinas hidrolizadas, colorantes sueltos o partículas de fibra. Si esas especies no se estabilizan, pueden formar depósitos secundarios. Un estudio sobre formulaciones con tensioactivos y polímeros mostró que aditivos como lignosulfonato sódico pueden modificar la capacidad anti-redeposición en algodón, lo que ilustra la relevancia de los mecanismos de dispersión y estabilización coloidal en limpieza textil ^[5].

Mecanismo de acción: humectación, emulsificación, dispersión y anti-redeposición

Humectación: entrada del baño en una superficie hidrofóbica

La humectación es el primer paso. Un surfactante posee zonas con afinidad por el agua y zonas con afinidad por sustancias hidrofóbicas. Al orientarse en interfaces agua-aire, agua-fibra y agua-aceite, reduce la resistencia interfacial y permite que el licor penetre capilares, intersticios del tejido y zonas superficiales recubiertas de ceras. En aplicaciones textiles, los surfactantes se utilizan precisamente por funciones como humectación, detergencia, emulsificación, dispersión y nivelación, todas relevantes para un pretratamiento homogéneo ^[2].

En términos prácticos, una humectación deficiente se manifiesta como absorción lenta, zonas secas, espuma localizada, manchas después del teñido o necesidad de tratamientos más largos. Al mejorar el mojado, el auxiliar aumenta el contacto entre el agua, otros componentes de la receta y las impurezas

que deben ser extraídas. Esto no equivale a “limpiar por sí solo” toda la fibra, sino a reducir una barrera física inicial que limita la eficacia de los demás pasos.

Emulsificación: movilización de ceras, aceites y lubricantes

Las ceras naturales del algodón, aceites de proceso, lubricantes de hilatura y residuos grasos no se disuelven bien en agua. Un surfactante puede rodear microdominios hidrofóbicos y formar emulsiones o agregados micelares que los alejan de la superficie textil. Esta acción es decisiva porque la suciedad oleosa puede actuar como adhesivo para partículas minerales, polvo, restos de cascarilla o pigmentos naturales.

La emulsificación también ayuda en mezclas de fibras y en tejidos que han recibido lubricantes, aceites de tejeduría o aditivos temporales. En esos casos, el descrude no solo retira impurezas botánicas: también elimina sustancias añadidas por procesos anteriores. La revisión de aplicaciones de surfactantes en la industria textil destaca que estos auxiliares se emplean en múltiples etapas por su capacidad para modificar interfaces y estabilizar sistemas dispersos [2].

Dispersión: mantener las impurezas lejos de la fibra

Después del desprendimiento, las partículas deben permanecer separadas. La dispersión ocurre cuando el sistema reduce la tendencia de partículas y gotas a juntarse. El mecanismo puede incluir repulsión electrostática, impedimento estérico, reducción de energía interfacial y estabilización de sólidos finos en suspensión. Si esa estabilización falla, las impurezas pueden sedimentar, adherirse de nuevo o concentrarse en pliegues, costuras y zonas de baja circulación.

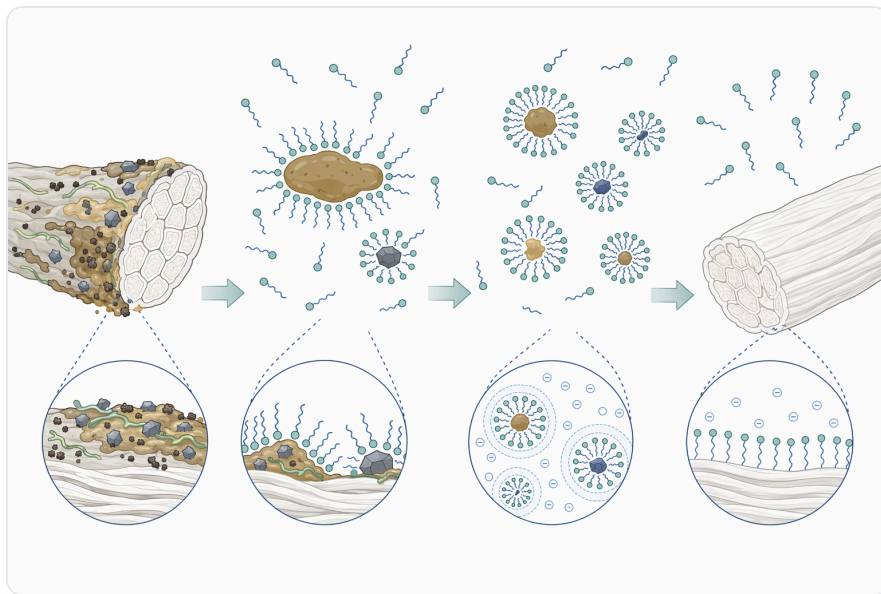


Figure 2. 계면 장력이 낮아지면 처리액이 소수성 직물 부위 전반에 잘 퍼지고, 원사와 섬유 사이 공간으로 더 균일하게 침투할 수 있다.

La literatura sobre anti-redeposición en algodón muestra que el resultado depende de interacciones entre surfactantes, polímeros y materiales dispersantes. En formulaciones con SDBS, oxalato sódico y CMC, la incorporación de lignosulfonato sódico se estudió precisamente por su efecto sobre la capacidad anti-redeposición en tela de algodón, lo que confirma que la limpieza efectiva requiere controlar tanto la remoción como el transporte de la suciedad removida [5].

Compatibilidad con bio-descrude y tratamientos enzimáticos

En esquemas de bio-descrude, la enzima actúa sobre un sustrato específico y el surfactante facilita acceso, mojado y retirada de productos desprendidos. Las pectinasas, por ejemplo, atacan sustancias pécticas que contribuyen a unir componentes de la pared primaria; las xilanasas-pectinasas se han estudiado para fibras como ramio, donde la eliminación de hemicelulosas y pectinas mejora propiedades textiles sin recurrir exclusivamente a químicos severos [6].

La compatibilidad debe entenderse de forma técnica: un auxiliar útil no debe impedir que la enzima conserve su conformación funcional ni bloquear el contacto con el sustrato. Al mismo tiempo, puede ayudar a retirar fragmentos hidrolizados, ceras asociadas y suciedad liberada. Revisiones recientes sobre aplicaciones microbianas en textiles señalan que las enzimas ofrecen rutas más selectivas para pretratamiento, acabado y gestión de residuos, pero su desempeño depende del entorno químico y de las condiciones del proceso [3].

Aplicaciones industriales principales

Descrude de algodón y mezclas celulósicas

La aplicación más directa es el descrude de algodón y mezclas con viscosa, lyocell, lino o ramio. El objetivo es aumentar la hidrofiliidad y reducir barreras superficiales antes de teñido, estampado o acabado. En la práctica, el surfactante aporta mojado rápido, movilización de ceras y dispersión de impurezas, mientras que otras partes de la receta pueden aportar alcalinidad, acción enzimática, secuestro de dureza o blanqueo según el caso.

El valor operativo aparece cuando el tejido presenta absorción heterogénea, manchas por impurezas naturales, tacto ceroso o variación de color después del teñido. La literatura sobre tratamientos de fibras naturales indica que las impurezas no celulósicas influyen directamente en procesabilidad, hilabilidad, mojabilidad y rendimiento posterior; por tanto, retirarlas de forma controlada es una etapa central del acondicionamiento textil [1].

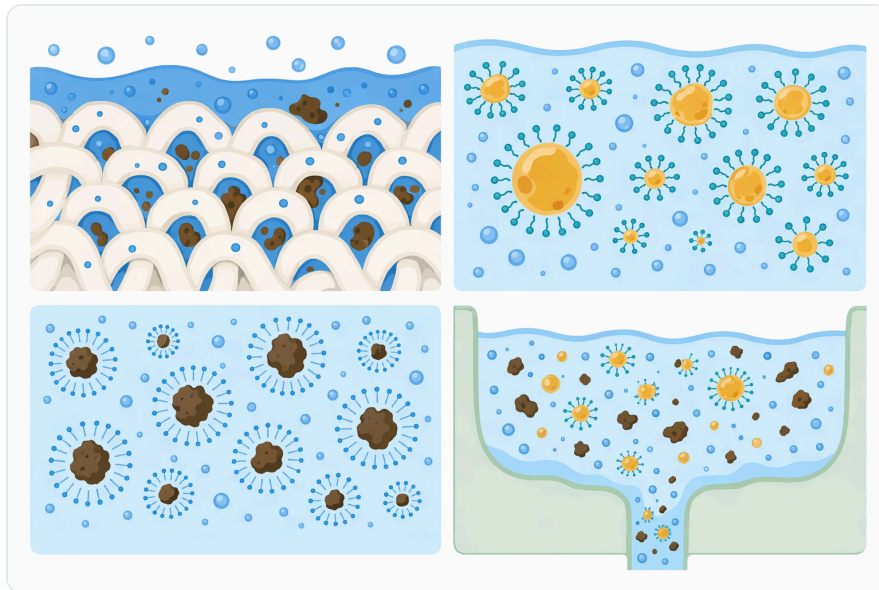


Figure 3. 이 제품의 처리욕 내 핵심 기능은 공정 사이클 동안의 흡윤, 유화, 분산, 오염물 현탁이다.

Bio-descrude con pectinasas, xilasas, celulasas o sistemas combinados

El bio-descrude busca retirar selectivamente componentes no celulósicos sin el ataque amplio de una alcalinidad intensa. En fibras de ramio, por ejemplo, se ha investigado el uso de enzimas xilanolíticas y pectinolíticas para descrude ecológico, con el propósito de obtener fibras aptas para textiles ^[6]. En fibras de banana y sisal, estudios recientes también describen tratamientos enzimáticos para mejorar la preparación de fibras hilables como alternativas o complementos a fibras convencionales ^[7].

Un surfactante compatible ayuda porque las enzimas no actúan eficazmente si la superficie permanece recubierta por ceras hidrofóbicas o si los productos desprendidos se quedan atrapados en la estructura del tejido. Su función es física y coloidal: favorecer el mojado, mantener abierto el contacto entre licor y fibra, y transportar fuera del sustrato los fragmentos que la enzima libera.

Lavado preparatorio antes del teñido

Antes de teñir, la uniformidad importa tanto como la limpieza absoluta. Una pequeña cantidad de cera residual en una zona puede producir menor absorción de colorante; un depósito secundario puede actuar como mancha o punto de diferencia de tono. El surfactante de descrude y anti-redeposición ayuda a reducir esas diferencias al mejorar la distribución del baño y limitar el retorno de impurezas.

Los tratamientos enzimáticos y de superficie se estudian precisamente porque las propiedades superficiales del polímero celulósico controlan la interacción posterior con agua, colorantes y acabados. Un trabajo sobre modificación de polímeros textiles celulósicos mediante pretratamiento

enzimático y plasma de barrera dieléctrica destaca la importancia de modificar la superficie para mejorar funcionalidades posteriores [8].

Procesamiento de fibras naturales alternativas

Además del algodón, el interés por fibras naturales como banana, sisal, bambú, ramio y fibras de hoja ha crecido por motivos de sostenibilidad, disponibilidad regional y diversificación de materias primas. Estas fibras suelen contener lignina, pectinas, hemicelulosas, ceras y gomas en proporciones variables, por lo que requieren tratamientos de extracción, limpieza y modificación superficial antes de su uso textil [9].

En sisal, se han estudiado modificaciones enzimáticas de macromoléculas como celulosa y lignina para obtener fibras hilables destinadas a aplicaciones textiles de mayor valor. En banana, el tratamiento enzimático se ha investigado para preparar fibras hilables como alternativa al algodón. Estos estudios no convierten a un surfactante en una enzima, pero sí muestran que la limpieza y modificación controlada de superficies naturales es un área técnica activa donde los auxiliares de mojado y dispersión tienen una función complementaria [10].

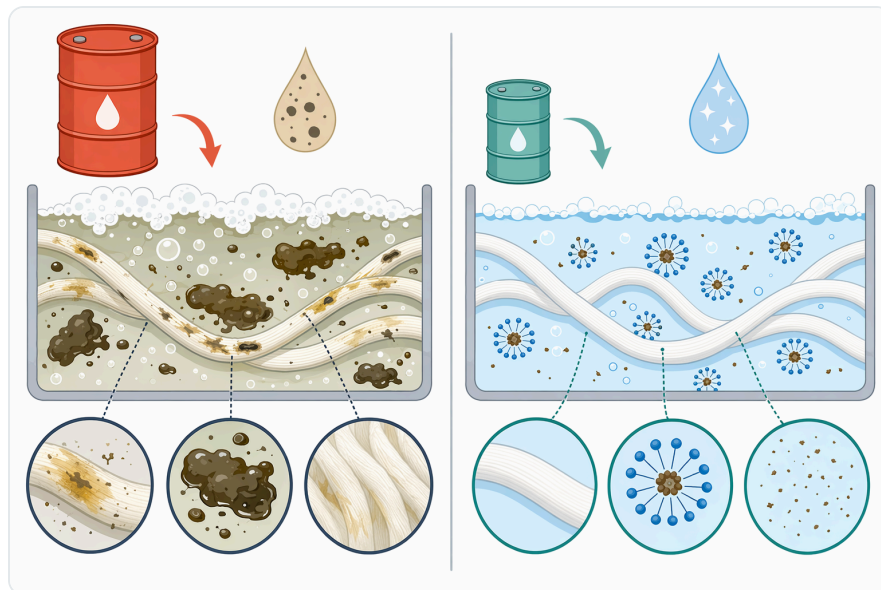


Figure 4. 기존의 알칼리 정련, 효소 보조 바이오 정련, 계면활성제 보조 전처리, 정련-염색 결합 공정은 각각 주요 작용 방식은 다르지만, 모두 제어된 습윤과 오염물 제거의 이점을 얻는다.

Control de redeposición en lavados intermedios y posteriores

El control de redeposición no se limita al primer descruce. También puede ser útil en lavados posteriores al desencolado, enjuagues después de tratamientos enzimáticos, eliminación de suciedad de proceso o preparación antes de acabados funcionales. Cada vez que un baño contiene partículas

desprendidas, existe riesgo de que vuelvan a fijarse si la formulación no las mantiene suspendidas.

La redeposición puede ser visual —manchas, grisáceo, pérdida de blancura— o funcional, por ejemplo cuando residuos grasos reducen absorción o afectan la adhesión de acabados. La investigación sobre redeposición en limpieza textil con CO₂ mostró que el fenómeno depende de la naturaleza de la suciedad, el medio y los agentes dispersantes, reforzando la idea de que “retirar” y “mantener retirado” son funciones distintas ^[4].

Comparación técnica de enfoques de pretratamiento

Enfoque de proceso	Mecanismo dominante	Ventajas técnicas	Limitaciones prácticas	Papel del surfactante de descruce y anti-redeposición
Descruce alcalino convencional	Saponificación, hinchamiento de fibra, extracción química amplia	Alta eficacia para retirar ceras y sustancias acompañantes; robusto frente a variaciones de materia prima	Puede ser menos selectivo, aumentar carga química y afectar la celulosa si el proceso es demasiado severo	Mejora mojado, emulsiona grasas y ayuda a evacuar impurezas desprendidas
Bio-descruce enzimático	Hidrólisis selectiva de pectinas, hemicelulosas u otros sustratos según la enzima	Mayor selectividad; compatible con estrategias de menor impacto ambiental	Depende de compatibilidad química, fibra y control de proceso	Favorece acceso del licor, dispersa productos hidrolizados y reduce redeposición
Lavado preparatorio sin enzimas	Detergencia, humectación y dispersión	Útil para retirar suciedad superficial, aceites y residuos de proceso	Puede no eliminar suficientemente pectinas o gomas internas	Función central: mojado, emulsificación y anti-redeposición
Tratamientos combinados de superficie	Modificación física y bioquímica de la superficie	Puede mejorar mojabilidad, adhesión o funcionalidad posterior	Requiere integración cuidadosa con maquinaria y receta	Puede acondicionar la superficie y retirar residuos generados durante la modificación

La comparación muestra que el surfactante no compite necesariamente con enzimas, alcalinidad o tecnologías físicas; más bien, ocupa una posición transversal. En todos los casos donde se desprenden impurezas, la formulación necesita mojarlas, movilizarlas y mantenerlas fuera del tejido hasta el vaciado y enjuague del baño.

Beneficios esperables y límites técnicos

Un beneficio realista es la mejora de la hidrofiliad operativa del sustrato. Si el baño moja la fibra de forma más rápida y uniforme, las etapas posteriores tienen menos zonas de baja penetración. Esto puede traducirse en una base más consistente para teñido, menor tendencia a manchas de preparación y mejor reproducibilidad entre lotes, siempre que la receta completa y la maquinaria sean adecuadas.

Otro beneficio es la reducción del arrastre de impurezas dentro del tejido. La función anti-redeposición ayuda a que fragmentos liberados, microgotas oleosas o partículas finas permanezcan en el licor. Esta función es especialmente relevante en tejidos densos, cargas de suciedad elevadas, baños con circulación limitada o materiales con tendencia a retener partículas en intersticios.

El producto también encaja con enfoques de procesamiento más sostenibles. Las revisiones sobre enzimas microbianas en textiles resaltan su uso para sustituir o reducir químicos agresivos en etapas como desencolado, desgrasa, biopulido, blanqueo auxiliar y tratamiento de efluentes. Un surfactante compatible con esos sistemas puede contribuir a una receta menos severa, aunque la reducción real de químicos, agua o energía solo puede determinarse en el proceso concreto del usuario ^[3].

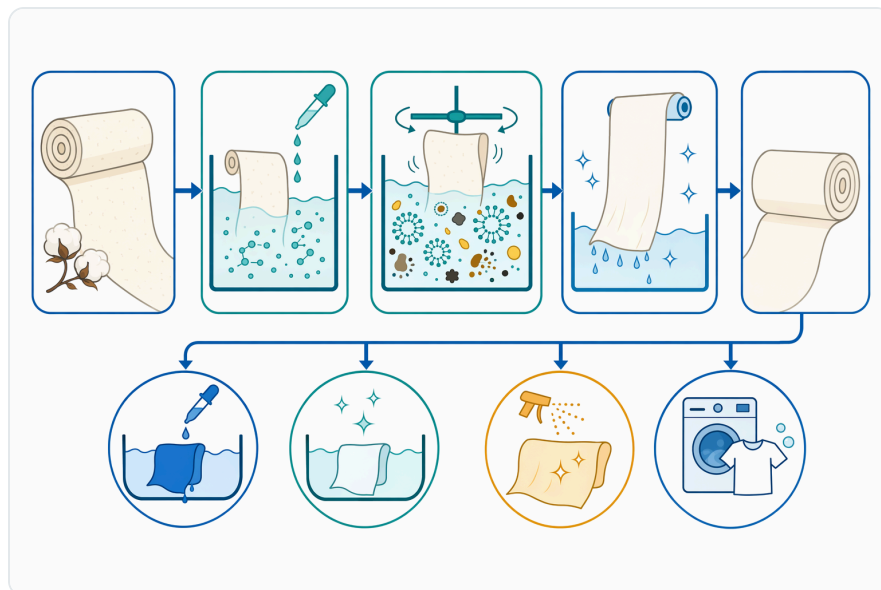


Figure 5. 효소 보조 전처리에서는 효소가 특정 기질에 작용하고, 계면활성제는 느슨해진 물질의 접촉, 제거, 분산, 행균을 개선한다.

El límite principal es que un surfactante no transforma por sí solo una fibra mal preparada en un sustrato óptimo si faltan las demás condiciones del proceso. Agua con dureza elevada, circulación deficiente, carga excesiva de impurezas, enjuague insuficiente, incompatibilidad con otros auxiliares o una secuencia mal diseñada pueden reducir el efecto. La literatura sobre pretratamientos de fibras naturales muestra que la calidad final depende de la combinación entre materia prima, tratamiento químico o enzimático y control de superficie ^[9].

Tampoco debe afirmarse que sustituye siempre al blanqueo. Para tonos blancos, pastel o acabados donde el color de fondo sea crítico, la remoción de ceras y pectinas puede no ser suficiente si permanecen pigmentos naturales o motas. En cambio, para tonos medios u oscuros, algunas rutas de preparación menos agresivas pueden ser aceptables si cumplen los criterios internos de absorción, limpieza y uniformidad.

Relación con sostenibilidad y efluentes textiles

La sostenibilidad en pretratamiento textil no depende de un solo ingrediente, sino de reducir agresividad innecesaria, evitar reprocesos, mejorar eficiencia de lavado y disminuir la carga de sustancias que llegan al efluente. Los procesos enzimáticos se investigan porque pueden actuar de forma específica sobre sustratos como almidones, pectinas, proteínas o peróxidos residuales, reduciendo la necesidad de condiciones químicas extremas en algunas etapas ^[3].

El control de redeposición también tiene una dimensión ambiental indirecta. Si las impurezas vuelven a asentarse, la planta puede necesitar lavados adicionales, correcciones de teñido o reprocesos. Mantener partículas y aceites dispersos hasta su evacuación puede ayudar a que el primer ciclo de pretratamiento sea más efectivo, aunque la gestión del efluente debe considerar la carga total removida y no solo la apariencia del tejido.

En el tratamiento de aguas residuales textiles, la literatura se centra mucho en colorantes sintéticos, biosorción y degradación enzimática mediante hongos de pudrición blanca, peroxidasas y otros biocatalizadores. Esto es un campo diferente al uso del surfactante en descruce, pero muestra una tendencia común: emplear mecanismos biológicos o bioinspirados para reducir impacto ambiental en cadenas textiles ^[11].

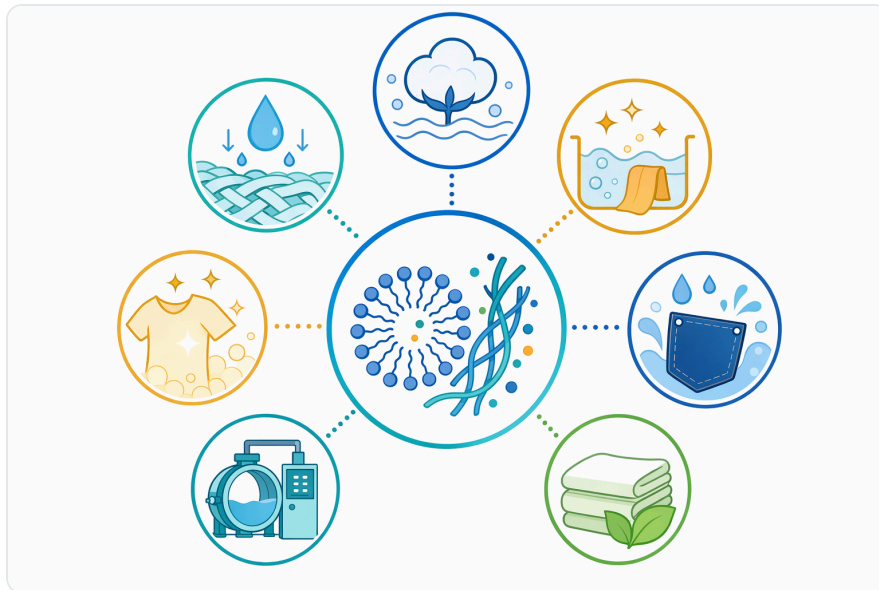


Figure 6. 이 계면활성제는 면 및 셀룰로오스 함량이 높은 직물, 의류 세탁, 인피섬유, 합성섬유, 혼방 소재, 후처리 세탁에 활용될 수 있다.

Evidencia aplicada en fibras naturales

Los estudios sobre ramio, banana y sisal son relevantes porque muestran que muchas fibras vegetales requieren retirar matrices de pectina, hemicelulosa, lignina parcial o gomas para alcanzar propiedades textiles aceptables. En ramio, se ha investigado el descrude con enzimas xilanolíticas y pectinolíticas para fines textiles, lo que confirma que la eliminación selectiva de componentes no celulósicos es una vía técnica viable ^[6].

En banana, se ha descrito un tratamiento enzimático ecológico para preparar fibras hilables como alternativa al algodón. Aunque cada fibra tiene composición y arquitectura propias, el principio general se repite: la superficie debe limpiarse y abrirse de forma controlada para mejorar hilabilidad, mojabilidad y compatibilidad con procesos textiles posteriores ^[7].

En sisal, la modificación enzimática de macromoléculas de celulosa y lignina se ha estudiado para desarrollar fibras hilables de valor añadido. En estos contextos, un auxiliar de humectación y anti-redeposición puede apoyar la retirada de productos desprendidos y reducir el riesgo de depósitos secundarios, sin sustituir la acción específica de enzimas o tratamientos químicos diseñados para cada fibra ^[10].

También se han investigado tratamientos de modificación superficial en fibras de hoja para aplicaciones geotextiles y agrotexiles, incluyendo enfoques con aloe vera y tratamientos alfa-enzimáticos. Estos trabajos amplían el marco de aplicación de los tratamientos suaves de superficie

más allá del algodón convencional, aunque la transferencia a producción debe validarse según la fibra y el objetivo funcional [12].

Integración con procesos textiles existentes

En una línea industrial, el producto puede integrarse en etapas donde ya exista un baño acuoso de preparación, lavado o acondicionamiento. Su contribución técnica se evalúa por efectos como velocidad de mojado, estabilidad del baño, limpieza visual, reducción de manchas, consistencia de absorción y uniformidad posterior del teñido. No es necesario tratarlo como una tecnología aislada; suele funcionar mejor cuando se integra con una receta coherente.

La secuencia importa. Si se utiliza junto con enzimas, el entorno debe preservar su actividad funcional; si se utiliza después de una etapa que desprende gran cantidad de impurezas, el enjuague y renovación del licor serán determinantes; si se usa antes del teñido, cualquier residuo incompatible debe retirarse según la práctica de la planta. La investigación en modificación superficial de polímeros celulósicos confirma que tratamientos combinados pueden producir efectos sinérgicos, pero requieren compatibilidad entre etapas [8].

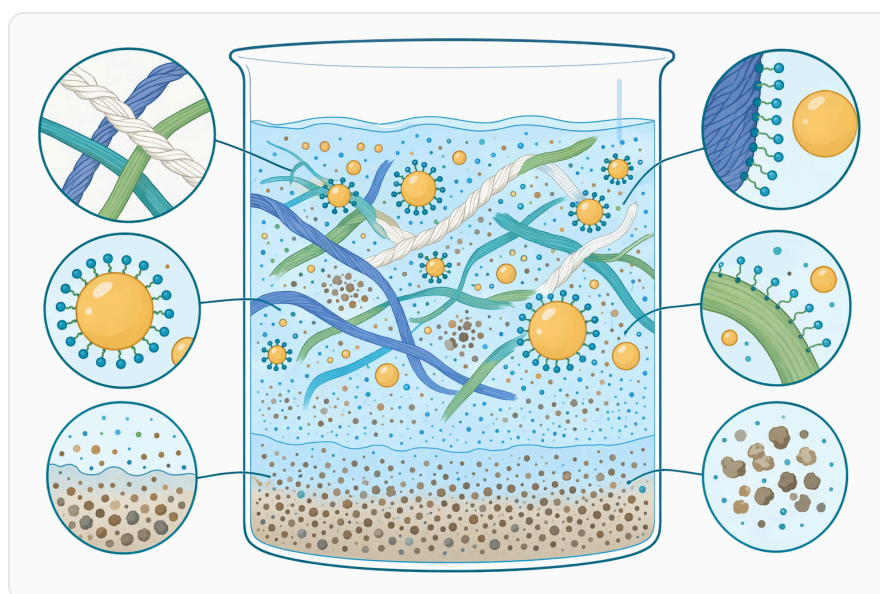


Figure 7. 처리욕의 거동은 물의 화학적 특성, 섬유 종류, 오일, 부유 입자, 계면 활성제로 안정화된 계면 사이의 상호작용에 따라 달라진다.

También es importante distinguir entre limpieza de superficie y modificación química profunda. Un surfactante puede mejorar la transferencia de masa y la dispersión, pero no rompe selectivamente enlaces de pectina, xilano o lignina como lo haría una enzima adecuada. Por eso, en bio-desucro, la combinación de acción enzimática y acción surfactante suele ser conceptualmente más sólida que atribuir toda la limpieza a un solo mecanismo.

Posicionamiento del producto para compradores B2B

Para clientes industriales, **Multifunctional Textile Scouring & Anti-Redeposition Surfactant** debe evaluarse como un auxiliar funcional para mejorar el rendimiento de procesos húmedos textiles. Su propuesta técnica se concentra en cuatro funciones: humectar fibras con barreras hidrofóbicas, movilizar impurezas oleosas o cerosas, dispersar sólidos finos y limitar la redeposición durante descruce o lavado preparatorio.

Enzymes.bio actúa como proveedor en línea para aplicaciones industriales y B2B; no debe presentarse como fabricante ni laboratorio. El producto se comercializa directamente en unidades de 1 kg, y la documentación CoA y SDS se proporciona junto con el pedido. Esta presentación encaja con usuarios que ya disponen de criterios internos de formulación, seguridad y validación de proceso para auxiliares textiles .

Conclusión técnica

Multifunctional Textile Scouring & Anti-Redeposition Surfactant es un auxiliar de pretratamiento textil diseñado para apoyar el descruce, el bio-descruce, el lavado preparatorio y el control de redeposición en fibras celulósicas y otras fibras naturales. Su base técnica está en mecanismos concretos: reducción de barreras interfaciales para mejorar humectación, emulsificación de ceras y aceites, dispersión de partículas y estabilización de impurezas desprendidas para evitar su retorno al tejido.

La evidencia científica respalda el marco general: las fibras naturales requieren retirar componentes no celulósicos para mejorar hidrofiliidad y procesabilidad; los surfactantes son auxiliares clave en operaciones textiles húmedas; las enzimas ofrecen rutas más selectivas para modificar superficies; y la anti-redeposición es una función reconocida en limpieza de algodón y otros textiles. El resultado final, sin embargo, depende de la receta completa, la fibra, la maquinaria y la secuencia de proceso, por lo que el producto debe tratarse como una herramienta técnica de formulación y no como una promesa universal.

Pedir Multifunctional Textile Scouring & Anti-Redeposition Surfactant en línea

Se vende en unidades de 1 kg, en stock y listo para enviar. Haga su pedido directamente en nuestra tienda: pague en línea y procesaremos su pedido. Con cada pedido se incluyen un Certificado de Análisis y una Ficha de Datos de Seguridad.

[Comprar Multifunctional Textile Scouring & Anti-Redeposition Surfactant →](#)

Referencias

Numeradas por orden de primera cita. Fuentes de acceso abierto, verificadas como disponibles en el momento de publicación; los números de cita en el texto enlazan aquí.

1. Konczewicz, W., & Kozłowski, R. (2020). Enzymatic treatment of natural fibres. *Handbook of Natural Fibres*.
2. Xu-feng, L. (2006). Applications of surfactants in textile industry. *China Surfactant Detergent & Cosmetics*.
3. Khan, M. F. (2025). Recent Advances in Microbial Enzyme Applications for Sustainable Textile Processing and Waste Management. *The Scientist*.
4. Sutanto, S., Roosmalen, M. V., & Witkamp, G. (2013). Redeposition in CO2 textile dry cleaning. *Journal of Supercritical Fluids*, 81, 183-192.
5. Feng-Gong, Xu, H., & Dong, J. (2022). Effect of sodium lignosulfonate on the anti-redeposition ability of cotton cloth in a SDBS-Na2C2O4-CMC formulation. *Tenside Surfactants Detergents*, 59, 221 - 230.
6. Singh, A., Varghese, L. M., Battan, B., Patra, A., Mandhan, R., & Mahajan, R. (2019). Eco-friendly scouring of ramie fibers using crude xylano-pectinolytic enzymes for textile purpose. *Environmental science and pollution research international*, 27, 6701-6710.
7. Mushtaq, B., Nawab, Y., Ahmad, S., & Ahmad, F. (2024). An eco-friendly enzymatic treatment to prepare spinnable banana fibers as an alternative to cotton for textile applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134630 .
8. Vajpayee, M., Singh, M., Soni, K., & Ledwani, L. (2025). Study of synergistic effect of pre-enzyme treatment and dielectric barrier discharge plasma for surface modification of cellulosic textile polymer. *International Journal of Biological Macromolecules*, 141879 .
9. Hasan, M., & Islam, R. (2024). Advancements in chemical pretreatment techniques for enhancing bamboo fiber quality in textile applications: a critical review. *Journal of Textile Engineering & Fashion Technology*.
10. Mushtaq, B., Nawab, Y., Ahmad, F., & Ahmad, S. (2025). An enzymatic modification of sisal fiber macromolecules (cellulose/lignin) for spinnable fibers used in value-added textile applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 323 Pt 1, 147046 .
11. Ferreira, A. C. B., Tavares, Y. V., Fontana, N., Pasin, T. M., Conte-Junior, C., & Contato, A. (2026). Bioremediation of Synthetic Dyes by White-Rot Fungi: Enzymatic Mechanisms, Biosorption, and Environmental Applications. *Molecules*,

31.

12. Turşucular, Ö. F., & Temesgen, A. G. (2024). Ecofriendly Surface Modification of Leaf Fibers via Aloe-vera and α -Enzymatic Treatment for Geo and Agro-textile Application. *Journal of Modern Polymer Chemistry and Materials*.

Contactar con Enzymes.bio

¿Tiene preguntas sobre un pedido? Nuestro equipo estará encantado de ayudarle.


CORREO ELECTRÓNICO wholesale@enzymes.bio

TELÉFONO (EE. UU.) **+1 (507) 428-6057**

[Contáctenos →](#)

 **400+** Clientes B2B

 **60+** socios universitarios de investigación

 **54** atendidos en todo el mundo

© 2026 Enzymes.bio · Suministro de enzimas industriales y para procesamiento de alimentos · No apto para consumo humano ni venta minorista.