

# Lipasa alcalina para procesamiento de papel y pulpa: control de pitch, stickies y reciclaje de fibra

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

La lipasa alcalina para procesamiento de papel y pulpa es una enzima industrial que ayuda a modificar contaminantes lipofílicos hidrolizables —especialmente triglicéridos, glicéridos y ciertos adhesivos o resinas con enlaces éster— para reducir su pegajosidad y su tendencia a formar depósitos. En fábricas de papel y líneas de fibra reciclada, su valor principal está en apoyar el control de **pitch**, **stickies**, suciedad resinosa y contaminantes grasos dentro de una estrategia de proceso más amplia, no en sustituir todos los tratamientos químicos o mecánicos.

Enzymes.bio suministra esta enzima para uso industrial en aplicaciones de pulpa y papel; no es fabricante ni laboratorio. El producto se vende directamente en línea en unidades de 1 kg, y la documentación del pedido, incluido CoA y SDS, se proporciona junto con la compra.

## Qué es una lipasa alcalina aplicada a papel y pulpa

Una lipasa es una enzima que cataliza la ruptura de enlaces éster en moléculas lipídicas. En el contexto de papel y pulpa, los sustratos de interés no son “grasas” en sentido alimentario, sino contaminantes hidrofóbicos presentes en la fibra, en extractivos de la madera, en adhesivos de papel recuperado, en recubrimientos, en tintas o en mezclas de materiales reciclados. Cuando la lipasa actúa sobre estos compuestos, puede convertir moléculas grandes y pegajosas en productos más pequeños y menos problemáticos para el circuito acuoso de la fábrica <sup>[1]</sup>.

El término “alcalina” indica que la enzima está orientada a trabajar en condiciones de proceso neutras a alcalinas, habituales en varias etapas de preparación de pasta, reciclaje de fibra, tratamiento de contaminantes, lavado, dispersión y operación de circuitos de agua blanca. Las lipasas alcalinas microbianas han sido objeto de aislamiento y caracterización precisamente por su interés industrial en entornos donde las enzimas convencionales pueden perder eficiencia por pH, sales, surfactantes u otros componentes del proceso <sup>[2]</sup>.

En la industria papelera, las enzimas se usan desde hace décadas como herramientas selectivas para modificar componentes específicos de la fibra o de los contaminantes: celulasas para drenaje y modificación superficial, xilanasas para apoyo al blanqueo, amilasas para almidón, lacasas para compuestos fenólicos y lipasas para fracciones lipídicas o esterificadas. La biotecnología aplicada a pulpa y papel se valora porque puede actuar sobre enlaces químicos definidos en condiciones más suaves que muchas intervenciones puramente químicas [3].

Enzymes.bio ofrece enzimas industriales para aplicaciones de pulpa y papel dentro de un catálogo de suministro en línea. En el caso de la lipasa alcalina, la propuesta técnica debe entenderse como la de un **proveedor B2B** que facilita una enzima para integración en procesos existentes, no como un fabricante que diseña el proceso de la planta ni como un laboratorio que ejecuta ensayos analíticos para el cliente .

## Por qué el pitch y los stickies son problemas de proceso

El **pitch** es un término operativo usado para describir depósitos resinosos o hidrofóbicos que se originan principalmente en extractivos de la madera. Estos extractivos pueden incluir triglicéridos, ácidos grasos, ceras, ésteres, esteroides, terpenos y ácidos resínicos. No todos son sustratos de una lipasa, pero una fracción importante de los problemas de pitch puede estar asociada a compuestos con enlaces éster que sí son susceptibles de hidrólisis enzimática [3].



**Figure 1.** 알칼리성 리파아제는 피치 발생이 쉬운 버진 펄프, 재생섬유 탈묵, 백수 오염물 관리, 그리고 일부 펄프 청정도 개선 보조에 가장 관련이 깊습니다.

Cuando estos materiales se liberan durante el pulpeo o la preparación de pasta, pueden dispersarse como partículas finas, aglomerarse, adherirse a superficies metálicas o depositarse en telas, fieltros, rodillos, cajas de entrada y zonas de formación. El resultado práctico puede ser pérdida de estabilidad operativa, manchas, defectos superficiales, roturas de hoja, variación de calidad y necesidad de limpiezas más frecuentes. La enzima no “arrastra” físicamente el depósito; su función es cambiar la química de la fracción susceptible antes de que se vuelva más pegajosa o se incorpore a depósitos mayores [4].

Los **stickies** son un problema característico de la fibra reciclada. Proceden de adhesivos de etiquetas, hot-melts, cintas, tintas, recubrimientos, ceras, colas, papeles tratados y materiales compuestos que entran con el papel recuperado. A diferencia del pitch de origen principalmente vegetal, los stickies son mezclas más variables y pueden contener polímeros no hidrolizables por lipasa, por lo que la acción enzimática debe plantearse como una reducción de una fracción del problema, no como una eliminación total [4].

El reciclaje de papel aporta beneficios de sostenibilidad y recuperación de materiales, pero también concentra contaminantes que no estaban presentes en la fibra virgen o que aparecen en formas más complejas. Las evaluaciones ambientales sobre reciclaje de pulpa y papel muestran que los beneficios climáticos dependen del sistema completo —energía, logística, calidad de fibra, destino del material y sustitución real de producción primaria—, por lo que mejorar la eficiencia del procesamiento de fibra reciclada es una parte importante de su viabilidad industrial [5].

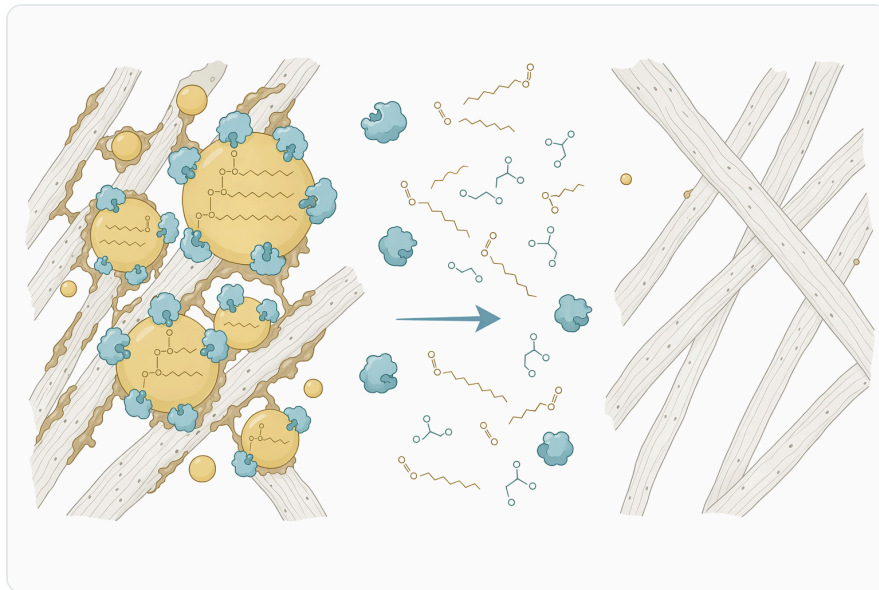
## **Mecanismo de acción: qué rompe la lipasa y por qué reduce depósitos**

---

La reacción central de una lipasa es la hidrólisis de enlaces éster. En un triglicérido, por ejemplo, tres ácidos grasos están unidos a una molécula de glicerol mediante enlaces éster; la lipasa cataliza la entrada de agua en esos enlaces y genera ácidos grasos, mono- o diglicéridos intermedios y glicerol. En papel y pulpa, el interés está en que los triglicéridos y materiales esterificados suelen ser más hidrofóbicos y pegajosos que sus productos de hidrólisis, especialmente cuando se encuentran dispersos en suspensión fibrosa [1].

En condiciones alcalinas, una parte de los ácidos grasos formados puede encontrarse en forma ionizada. Esa ionización aumenta su afinidad por el medio acuoso y puede favorecer la dispersión, reduciendo la tendencia a coalescer en gotículas pegajosas o a adherirse a superficies de la máquina. Este mecanismo no convierte automáticamente todos los contaminantes en sustancias solubles, pero puede desplazar el equilibrio desde “partículas hidrofóbicas adherentes” hacia “fragmentos más dispersables y manejables” [3].

La acción de la lipasa depende de la interfaz entre fase acuosa y material hidrofóbico. Muchas lipasas muestran mayor actividad cuando contactan superficies lipídicas, porque su sitio activo se orienta hacia el sustrato en la interfase. En sistemas papeleros, esto significa que la mezcla, la dispersión del contaminante, la accesibilidad del enlace éster y la presencia de surfactantes o sales pueden influir tanto como la dosis enzimática en el resultado observado [6].



**Figure 2.** 리파아제는 트리글리세리드와 지방산 에스터의 에스터 결합을 가수 분해하여, 알칼리 조건에서 소수성 중성 지질을 더 작고 분산되기 쉬운 생성물로 전환합니다.

La selectividad es al mismo tiempo la ventaja y la limitación de la enzima. Una lipasa puede actuar muy bien sobre ciertos ésteres lipídicos, pero no hidroliza de forma significativa polímeros sintéticos sin enlaces accesibles, partículas minerales, cargas, fibras, esteroides libres, terpenos o resinas que no presenten el enlace químico adecuado. Por eso, cuando el depósito contiene una mezcla compleja, la lipasa puede reducir la fracción esterificada sin resolver por completo la fracción no susceptible [4].

## Aplicaciones principales en procesamiento de papel y pulpa

### Control de pitch en pulpas con extractivos lipídicos

La aplicación más directa de una lipasa alcalina es el control de pitch asociado a triglicéridos y otros lípidos hidrolizables. En pulpas con alto contenido de extractivos, la enzima puede añadirse en una etapa donde exista contacto suficiente con la suspensión fibrosa antes de que los contaminantes se acumulen en superficies críticas. La literatura sobre biotecnología papelera reconoce el uso de enzimas como herramientas para modificar selectivamente componentes que causan depósitos y problemas de procesabilidad [3].

En este uso, el beneficio esperado no es una “limpieza instantánea” de depósitos ya endurecidos, sino una reducción de la formación de nuevos depósitos a partir de contaminantes susceptibles. Si una parte relevante del pitch procede de triglicéridos, la lipasa puede disminuir la pegajosidad de esa fracción mediante hidrólisis. Si el pitch está dominado por compuestos no esterificados, la contribución de la lipasa será menor y deberá combinarse con otras estrategias de control <sup>[4]</sup>.

### **Control de stickies en fibra reciclada**

En líneas de fibra reciclada, la lipasa alcalina puede apoyar el tratamiento de stickies cuando estos contienen adhesivos, plastificantes, ceras o componentes esterificados accesibles. La fibra reciclada es especialmente variable: OCC, papeles de oficina, revistas, periódicos, etiquetas y mezclas posconsumo introducen contaminantes con químicas diferentes. Por eso, el enfoque correcto es considerar la lipasa como una herramienta para disminuir la pegajosidad de una parte de la carga contaminante, no como un separador universal de stickies <sup>[4]</sup>.

Los trabajos sobre procesamiento de fibra reciclada con enzimas resaltan que las enzimas pueden contribuir a resolver problemas típicos del reciclaje, pero su desempeño depende de la materia prima, del punto de aplicación y de la interacción con otras operaciones unitarias. En la práctica, una lipasa puede integrarse con depuración, dispersión, lavado, flotación, control de retención y programas de limpieza para reducir la probabilidad de que los stickies lleguen a la máquina de papel en forma problemática <sup>[4]</sup>.

### **Apoyo a destintado y limpieza de fibra recuperada**

Aunque las lipasas no son enzimas “de destintado” en el mismo sentido que algunas celulasas o hemicelulasas usadas para modificar la superficie de la fibra, pueden apoyar la limpieza cuando las tintas, barnices, recubrimientos o adhesivos contienen fracciones lipofílicas o esterificadas. El destintado moderno es una combinación de desprendimiento, dispersión, separación y control químico; la lipasa puede actuar sobre la fracción grasa o esterificada que dificulta esa separación <sup>[3]</sup>.



**Figure 3.** 피치 관리는 리파아제가 분산된 지질 방울이 공장 설비 표면에 혼합 침전물로 뭉치기 전에 접촉할 때 가장 효과적입니다.

Este punto debe comunicarse con prudencia. La eficacia en destintado depende del tipo de tinta, del sistema de impresión, del envejecimiento del papel, de la composición de la fibra, de los surfactantes y del diseño de separación. La lipasa alcalina puede contribuir a modificar contaminantes lipídicos, pero no reemplaza por sí sola el conjunto de operaciones necesarias para retirar tinta y partículas finas en una línea de reciclaje [4].

### Complemento en reciclaje de papeles difíciles

Algunos papeles reciclados presentan resistencia húmeda, recubrimientos, adhesivos persistentes o combinaciones de tratamientos químicos que dificultan la repulpabilidad y la limpieza. La investigación sobre uso de enzimas en papeles kraft no blanqueados con resistencia húmeda muestra que las enzimas pueden aportar beneficios en contextos donde el reciclaje convencional encuentra barreras técnicas, incluso cuando se evalúan escalas de laboratorio e industriales [7].

La lipasa alcalina no debe presentarse como solución específica para todos los agentes de resistencia húmeda, porque muchos de esos sistemas no se basan en enlaces éster hidrolizables por lipasa. Sin embargo, en corrientes recicladas complejas donde coexisten resinas, adhesivos, ceras y contaminantes grasos, su integración puede ayudar a disminuir la fracción lipofílica que agrava depósitos y ensuciamiento [7].

## Tabla comparativa: contaminantes, acción de la lipasa y límites técnicos

Tipo de contaminante en papel y pulpa	Ejemplos habituales	Acción esperada de la lipasa alcalina	Beneficio operativo posible	Límite principal
Triglicéridos y glicéridos	Extractivos de madera, fracciones grasas de pitch	Hidrólisis de enlaces éster para formar productos menos hidrofóbicos	Menor formación de pitch, menor pegajosidad y mejor dispersión	Depende de que los triglicéridos sean una fracción relevante del depósito
Adhesivos con enlaces éster accesibles	Algunos componentes de etiquetas, recubrimientos o formulaciones sensibles a presión	Ruptura parcial de enlaces éster expuestos	Reducción de stickies hidrolizables y menor adherencia a telas o fieltros	Muchos adhesivos contienen polímeros no susceptibles a lipasa
Ceras y ésteres lipofílicos	Recubrimientos, embalajes, papeles tratados	Hidrólisis parcial si el enlace éster es accesible	Disminución de aglomeración y mejor manejo en suspensión	La accesibilidad física puede ser baja si el material está encapsulado o mezclado
Esteroles, terpenos y resinas no esterificadas	Fracciones recalcitrantes de extractivos	Acción limitada o nula	Beneficio indirecto solo si coexisten con lípidos hidrolizables	Requieren otras estrategias químicas, físicas o enzimáticas
Partículas minerales, cargas y finos inorgánicos	Caolín, carbonatos, cargas, pigmentos	Sin acción catalítica directa	Ninguno por hidrólisis	No son sustratos de lipasa

Esta comparación refleja una regla práctica: la lipasa alcalina es más útil cuando el problema contiene **enlaces éster accesibles en una matriz lipofílica**. Las revisiones sobre enzimas en reciclaje y procesamiento papelerero insisten en que el éxito depende de emparejar la enzima correcta con el sustrato correcto, porque cada familia enzimática tiene especificidad química distinta <sup>[4]</sup>.

## Factores de proceso que influyen en el desempeño

El primer factor es el contacto entre enzima y sustrato. En una suspensión de pulpa, los contaminantes lipofílicos pueden estar dispersos como gotículas, adsorbidos sobre fibras, atrapados en finos o aglomerados en partículas pegajosas. Si el contaminante no queda accesible al sitio activo de la enzima, la hidrólisis será limitada aunque la lipasa sea químicamente adecuada [6].

El segundo factor es la compatibilidad con el entorno alcalino real. Una lipasa alcalina se selecciona para trabajar en condiciones de pH superiores a las de muchas enzimas neutras, pero una planta papelera no contiene únicamente agua y fibra: hay sales, surfactantes, polímeros de retención, antiespumantes, agentes de limpieza, oxidantes residuales, finos, cargas minerales y extractivos. La tecnología enzimática en pulpa y papel requiere considerar esa matriz completa porque los auxiliares del proceso pueden modificar la accesibilidad del sustrato o la estabilidad de la enzima [3].

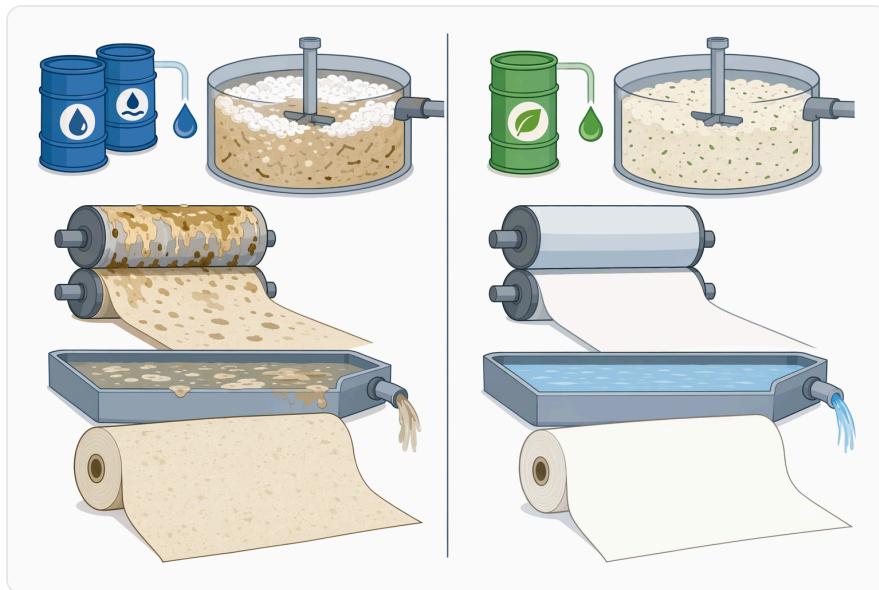


Figure 4. 제지용 효소마다 표적으로 하는 기질이 다르며, 리파아제는 셀룰로오스, 자일란, 리그닌 또는 무기 스케일이 아니라 지질 에스터에 작용합니다.

El tercer factor es el punto de aplicación. En general, conviene que la lipasa contacte el contaminante antes de que se deposite, se funda sobre superficies calientes, se incorpore a aglomerados grandes o se fije a fieltros y telas. Por ello, suele ser más razonable considerarla en zonas de preparación de pasta, tratamiento de fibra reciclada, tanques con mezcla suficiente o etapas previas a operaciones críticas de separación y formación [4].

El cuarto factor es el tiempo de residencia disponible dentro del proceso. Las enzimas catalizan reacciones, pero no son agentes instantáneos; necesitan un intervalo de contacto con el sustrato. En fábricas con circuitos muy rápidos, alta variabilidad de furnish o cambios frecuentes de grado, la

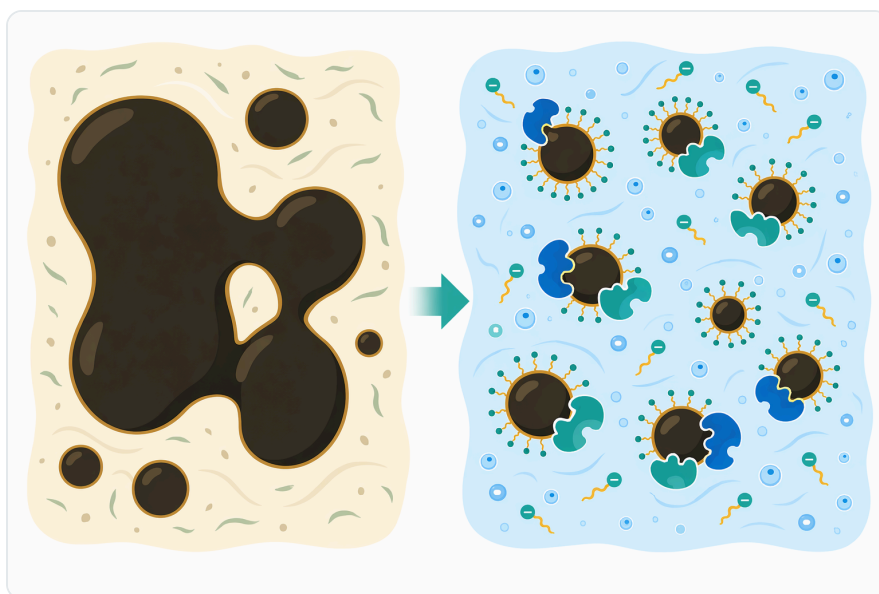
respuesta observada puede variar. Esta variabilidad no invalida la tecnología, pero sí exige interpretar la lipasa como parte de una estrategia de control de proceso, no como un aditivo de efecto idéntico en todas las condiciones [7].

El quinto factor es la coexistencia con otras enzimas o auxiliares. En reciclaje de papel, pueden emplearse celulasas, hemicelulasas, amilasas, pectinasas, lacasas u otros biocatalizadores según el problema de proceso. La lipasa se diferencia porque su blanco principal es la fracción lipofílica esterificada; combinarla con otras herramientas solo tiene sentido cuando cada una tiene un sustrato definido y una función clara dentro de la línea [3].

## Beneficios técnicos esperables y cómo interpretarlos

El beneficio más directo es la reducción de depósitos originados por lípidos hidrolizables. Si la enzima disminuye la pegajosidad de triglicéridos, glicéridos o ésteres accesibles, esos materiales tienen menor tendencia a formar aglomerados que se adhieran a superficies críticas. En términos operativos, esto puede contribuir a una máquina más estable y a menor incidencia de defectos relacionados con suciedad resinosa [4].

Un segundo beneficio es la mejora de la manejabilidad de la fibra reciclada. En corrientes de papel recuperado, los contaminantes no solo afectan la calidad del producto final; también alteran drenaje, limpieza, formación, retención y frecuencia de paradas. La aplicación de enzimas para resolver problemas de fibra reciclada se ha estudiado como una forma de mejorar la eficiencia de procesamiento sin depender exclusivamente de tratamientos químicos más agresivos [4].



**Figure 5.** 알칼리 조건에서는 지방산 가수분해 생성물이 원래의 중성 트리글리세리드가 풍부한 방울보다 더 이온화되고 분산되기 쉬워질 수 있습니다.

Un tercer beneficio es la selectividad. A diferencia de un tratamiento químico general que puede afectar múltiples componentes de la suspensión, la lipasa se dirige a enlaces éster específicos. Esa selectividad puede ser útil cuando se busca modificar contaminantes sin degradar innecesariamente la fibra celulósica. La literatura de biotecnología papelera destaca precisamente la capacidad de las enzimas para actuar sobre componentes concretos en procesos complejos <sup>[3]</sup>.

Un cuarto beneficio es su contribución potencial a estrategias de sostenibilidad. El reciclaje de papel forma parte de la economía circular, pero su balance ambiental mejora cuando la fibra recuperada se procesa con eficiencia, menos rechazos y menor presión sobre efluentes. Los estudios sobre reciclaje y sostenibilidad señalan que los beneficios dependen de la calidad del material, de la energía utilizada y de la eficiencia del sistema, por lo que reducir problemas de proceso en reciclaje tiene importancia práctica <sup>[8]</sup>.

## **Limitaciones: lo que una lipasa alcalina no debe prometer**

---

La lipasa alcalina no elimina todos los stickies. Muchos stickies contienen copolímeros, elastómeros, resinas sintéticas, partículas de tinta, cargas y materiales sin enlaces éster accesibles. En esos casos, la enzima puede modificar una fracción del contaminante, pero no puede convertir una mezcla compleja en material completamente soluble o inocuo <sup>[4]</sup>.

Tampoco debe presentarse como sustituto completo de limpieza, depuración, flotación, lavado, dispersión o control químico. En una fábrica de papel, los depósitos son el resultado de interacción entre química, temperatura, carga contaminante, diseño del circuito, recirculación de agua, retención de finos y operación de máquina. La enzima reduce una causa química específica, pero el control industrial requiere que las operaciones físicas y químicas sigan funcionando adecuadamente <sup>[3]</sup>.

Otra limitación es la variabilidad de la materia prima. Dos lotes de papel recuperado pueden tener proporciones muy distintas de etiquetas, tintas, adhesivos, recubrimientos y fibras. Del mismo modo, dos pulpas vírgenes pueden diferir en extractivos por especie, almacenamiento de madera o etapa de proceso. Esta variabilidad explica por qué los resultados con enzimas en reciclaje se interpretan mejor como desempeño dependiente del sistema, no como una propiedad fija universal <sup>[7]</sup>.

Finalmente, la lipasa no debe usarse para hacer afirmaciones ambientales absolutas. Puede apoyar procesos más selectivos y ayudar a reducir ciertos problemas asociados al uso intensivo de químicos, pero no elimina por sí sola la necesidad de tratamiento de aguas, gestión de lodos, separación de rechazos o control de emisiones. Las evaluaciones sobre reciclaje de papel advierten que los beneficios ambientales deben analizarse considerando el ciclo completo y no solo una operación aislada <sup>[5]</sup>.

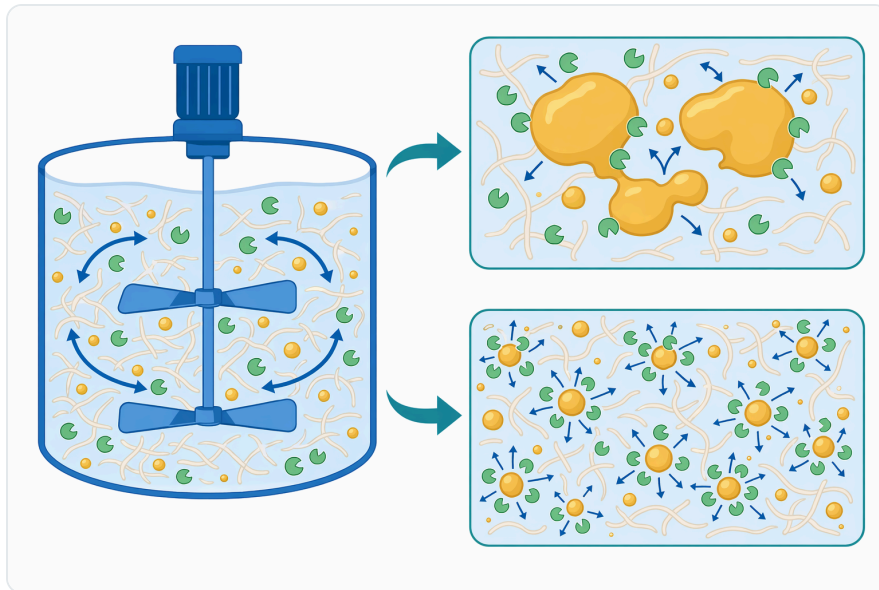


Figure 6. 리파아제의 성능은 물-지질 계면에서의 접촉에 좌우되므로, 혼합과 액적 분산은 접근 가능한 기질 표면적을 증가시킵니다.

## Relación con otras enzimas de pulpa y papel

La lipasa alcalina ocupa un lugar específico dentro del conjunto de enzimas papeleras. Las celulasas se relacionan con modificación superficial de fibras, drenaje, fibrilación controlada o apoyo a destintado; las xilanasas se asocian con acceso a lignina y reducción de carga química en blanqueo; las amilasas se usan para almidón; las lacasas actúan sobre compuestos fenólicos; y las lipasas se enfocan en lípidos y ésteres hidrofóbicos <sup>[3]</sup>.

Esta diferenciación es importante porque evita expectativas equivocadas. Si una planta tiene un problema de drenaje causado por finos celulósicos, una lipasa no será la herramienta principal. Si el problema es pitch por triglicéridos, una celulasa no aborda la causa química. La selección técnica se basa en identificar el enlace o componente que se desea modificar, y no simplemente en añadir “una enzima” al sistema <sup>[4]</sup>.

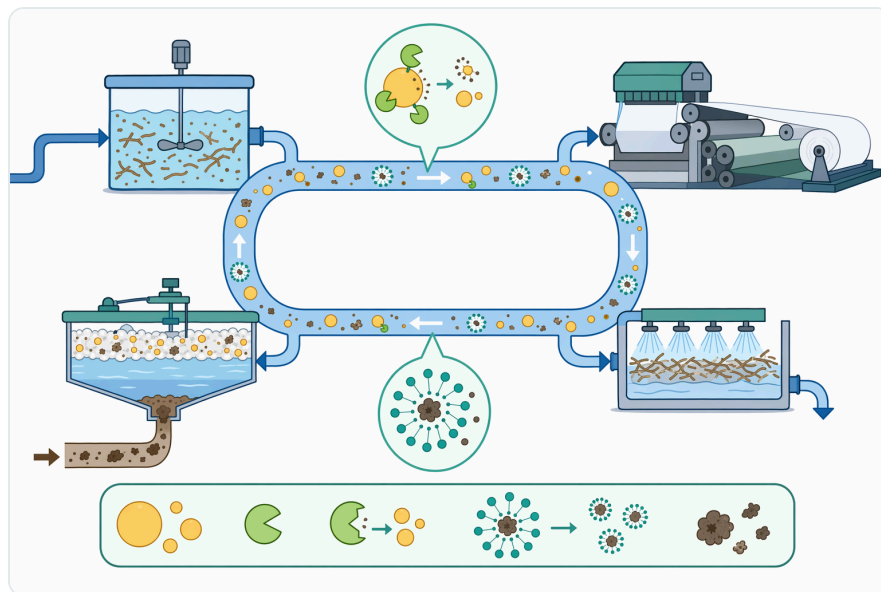
En reciclaje, las combinaciones enzimáticas pueden tener sentido cuando los problemas son multifactoriales. Por ejemplo, una línea puede presentar simultáneamente mala liberación de tinta, alta carga de stickies y acumulación de almidón. En tal caso, cada enzima tendría un papel diferente. La lipasa alcalina se justificaría por la fracción lipídica o esterificada, no por los componentes celulósicos o minerales <sup>[3]</sup>.

## Consideraciones de integración industrial

Una integración realista comienza por ubicar la enzima donde haya mezcla suficiente, contacto con contaminantes y compatibilidad con el proceso existente. En pulpa y papel, la etapa de adición importa porque los contaminantes cambian de forma física a lo largo del circuito: pueden estar dispersos, adheridos a fibras, aglomerados, retenidos en finos o ya depositados sobre superficies. La lipasa funciona mejor cuando puede actuar antes de que la acumulación sea irreversible o exija limpieza mecánica [6].

También es importante considerar que los circuitos cerrados de agua pueden concentrar sales, extractivos y auxiliares químicos. La tendencia industrial hacia menor consumo de agua y mayor reciclaje interno aumenta la concentración de sustancias disueltas y coloidales, lo que puede intensificar problemas de pitch y stickies. Las enzimas pueden ayudar, pero su desempeño se evalúa dentro de ese ambiente químicamente dinámico [3].

En papeles reciclados con resistencia húmeda o materiales difíciles de repulpar, la literatura muestra que las enzimas pueden aportar beneficios cuando se aplican de forma compatible con las condiciones reales de planta. Aunque esa evidencia no convierte a la lipasa en una solución universal para resistencia húmeda, sí refuerza el principio de que las enzimas pueden integrarse en operaciones industriales de reciclaje cuando el blanco químico es adecuado [7].



**Figure 7.** 리파아제는 지질의 화학적 성질을 변화시키며, 계면활성제, 백수 조건, 세척 및 부상 공정은 변형된 오염물이 어디로 이동할지를 결정합니다.

## Papel de Enzymes.bio como proveedor

---

Enzymes.bio suministra enzimas industriales para aplicaciones de pulpa y papel, incluida la lipasa alcalina orientada a procesamiento de papel y pulpa. Su función comercial es facilitar la compra directa en línea del producto en unidades de 1 kg; no se debe presentar a Enzymes.bio como fabricante, desarrollador de procesos de planta ni laboratorio de análisis .

La documentación del pedido, incluido CoA y SDS, se proporciona junto con la compra. Para el usuario industrial, esto sitúa el producto como un insumo enzimático que debe integrarse de acuerdo con el proceso, la materia prima y los objetivos de control de depósitos de cada instalación.

## Conclusión técnica

---

La lipasa alcalina para procesamiento de papel y pulpa es una herramienta biocatalítica selectiva para reducir problemas asociados a contaminantes lipofílicos con enlaces éster accesibles. Su aplicación más sólida es el control de pitch y suciedad resinosa vinculada a triglicéridos, glicéridos y fracciones esterificadas; en fibra reciclada, puede apoyar el manejo de stickies cuando una parte del contaminante responde a hidrólisis lipásica <sup>[3]</sup>.

Su valor industrial está en modificar la química de contaminantes pegajosos antes de que formen depósitos persistentes, mejorando la dispersión y reduciendo la adherencia en sistemas donde la composición del problema lo permite. Al mismo tiempo, debe comunicarse con precisión: no actúa sobre todos los extractivos, no elimina todos los adhesivos, no sustituye operaciones de limpieza o separación y no garantiza el mismo desempeño en todas las corrientes de fibra reciclada <sup>[4]</sup>.

Para clientes B2B, la forma más fiable de entender este producto es como un auxiliar enzimático para programas de control de pitch, stickies y contaminantes lipídicos en papel y pulpa. Enzymes.bio lo suministra en línea en unidades de 1 kg, con CoA y SDS junto con el pedido, para uso industrial dentro de procesos donde la hidrólisis selectiva de compuestos esterificados puede aportar estabilidad operativa y mejor manejo de la fibra.

## Pedir Alkaline Lipase Paper And Pulp Processing 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 Alkaline Lipase Paper And Pulp Processing →](#)

## 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. Scheibel, D., Gitsov, I. P. I., & Gitsov, I. (2024). Enzymes in “Green” Synthetic Chemistry: Laccase and Lipase. *Molecules*, 29.
2. Zhu, J., Liu, Y., Qin, Y., Pan, L., Li, Y., Liang, G., & Wang, Q. (2019). Isolation and Characterization of a Novel Bacterium Burkholderia gladioli Bsp-1 Producing Alkaline Lipase. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 29 7, 1043-1052 .
3. Bajpai, P. (2018). Biotechnology for Pulp and Paper Processing. *Biotechnology for Pulp and Paper Processing*.
4. Bajpai, P. (2010). Solving the problems of recycled fiber processing with enzymes. *BioResources*.
5. Ewijk, S., Stegemann, J., & Ekins, P. (2020). Limited climate benefits of global recycling of pulp and paper. *Nature Sustainability*, 4, 180-187.
6. Alves, M. D., Aracri, F. M., Cren, É. C., & Mendes, A. (2017). Isotherm, kinetic, mechanism and thermodynamic studies of adsorption of a microbial lipase on a mesoporous and hydrophobic resin. *Chemical Engineering Journal*, 311, 1-12.
7. Bajul-Baradon, A., Nguema-Nkili, T., Sanfaute, A., & Bajul, G. (2023). Investigation and Benefits of the Use of Enzymes for Unbleached Kraft Recycling Wet Strength Paper at Lab and Industrial Scale. *Journal of Materials Science and Engineering*.
8. Wolska, W., & Małachowska, E. (2023). Paper recycling as an element of sustainable development. *Annals of WULS, Forestry and Wood Technology*.

## Contactar con Enzymes.bio

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

CORREO ELECTRÓNICO [wholesale@enzymes.bio](mailto: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.