

Alpha-Acetolactate Decarboxylase para la industria cervecera: control de diacetilo, reducción de VDK y maduración de lager

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

Alpha-Acetolactate Decarboxylase For Brewing Industry —ALDC— es una enzima utilizada en elaboración de cerveza para convertir el α -acetolactato en acetoin antes de que ese precursor se oxide químicamente a diacetilo. En la práctica, ayuda a reducir el riesgo de dicetonas vecinales —VDK— asociadas a notas mantecosas, especialmente en fermentaciones donde el diacetilo limita la liberación del lote o prolonga la maduración ^[1].

Qué es la alpha-acetolactate decarboxylase y por qué importa en cerveza

La **alpha-acetolactate decarboxylase**, también escrita como **α -acetolactate decarboxylase** o **ALDC**, es una enzima que cataliza una reacción muy concreta: la descarboxilación del **α -acetolactato** para formar **acetoin**. En cerveza, su interés no está en modificar directamente el aroma del lúpulo, el cuerpo o la atenuación, sino en desviar un precursor metabólico que, si queda disponible en el medio fermentativo, puede convertirse en **diacetilo**, uno de los compuestos más relevantes dentro del grupo de las dicetonas vecinales o VDK ^[2].

El diacetilo se asocia sensorialmente con notas de mantequilla, caramelo lácteo o “butterscotch”. En algunos perfiles tradicionales puede tolerarse en niveles bajos, pero en muchas lager, pilsner, ales limpias y cervezas de alta rotación se considera un defecto porque desplaza el perfil esperado de malta, lúpulo y fermentación. La utilidad de ALDC se entiende mejor como una intervención preventiva: reduce la formación del diacetilo al actuar sobre su precursor, en lugar de depender solo de que la levadura reabsorba y reduzca el diacetilo ya formado durante la maduración ^[1].

Enzymes.bio ofrece **Alpha-Acetolactate Decarboxylase For Brewing Industry** como proveedor para aplicaciones cerveceras. Enzymes.bio no es fabricante ni laboratorio; el producto se vende directamente en línea en unidades de **1 kg**, y el **CoA** y la **SDS** se proporcionan junto con el pedido.

El mecanismo bioquímico: de α -acetolactato a acetoin en lugar de diacetilo

Durante la fermentación, la levadura produce intermediarios relacionados con la biosíntesis de aminoácidos de cadena ramificada. Entre ellos, el α -acetolactato puede salir de la célula al mosto o cerveza joven. Una vez fuera de la célula, ese compuesto puede seguir una ruta no enzimática que conduce a diacetilo; por eso el problema de VDK no depende solo de “cuánto diacetilo produce” la levadura, sino también de cuánto precursor queda disponible y de cómo evoluciona durante fermentación y maduración [1].

La ALDC cambia el destino de ese precursor. En lugar de permitir que el α -acetolactato avance por la ruta química hacia diacetilo, la enzima lo transforma en **acetoin**, un compuesto mucho menos problemático desde el punto de vista de VDK. Este punto es importante: ALDC no “tapa” el defecto, no elimina aromas mediante adsorción y no reemplaza la reducción natural que realiza la levadura sobre el diacetilo ya presente; su papel principal es **interceptar el precursor antes de que forme diacetilo** [2].

El mecanismo puede resumirse en una secuencia de cuatro pasos. Primero, la levadura genera α -acetolactato durante su metabolismo fermentativo. Segundo, parte de ese α -acetolactato queda en el medio. Tercero, si no se interviene, el precursor puede convertirse espontáneamente en diacetilo. Cuarto, si ALDC está activa en el momento adecuado, la enzima convierte el α -acetolactato en acetoin, disminuyendo la cantidad de precursor que puede transformarse en VDK [1].

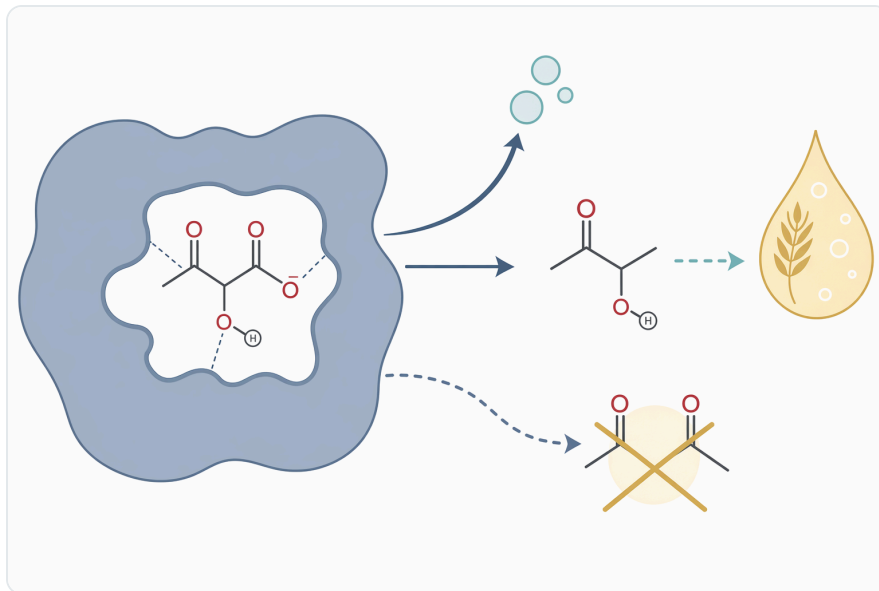


Figure 1. ALDC는 알파-아세토락테이트를 직접 아세토인으로 전환해, 향미에 영향을 주는 디아세틸로 이어질 수 있는 전구체의 흐름을 줄입니다.

Esta diferencia entre actuar sobre el precursor y actuar sobre el diacetilo ya formado explica por qué la ALDC se usa como herramienta de **control de proceso**. Una fermentación puede mostrar diacetilo bajo en un momento determinado y, aun así, desarrollar más diacetilo si todavía contiene α -acetolactato residual. Al reducir el precursor, ALDC disminuye el riesgo de aparición tardía de VDK, siempre dentro de los límites del proceso real, la cepa de levadura, la temperatura y el manejo de la fermentación [2].

Diacetilo, 2,3-pentanodiona y VDK: el problema operativo

Las **dicetonas vecinales** más citadas en cerveza son el **diacetilo** y la **2,3-pentanodiona**. El diacetilo suele recibir más atención porque su impacto sensorial es muy reconocible, pero ambos forman parte del mismo problema tecnológico: compuestos carbonílicos que pueden aparecer durante la fermentación y condicionar el tiempo de maduración, la liberación del lote y la consistencia sensorial entre producciones [2].

En una cervecería, el problema de VDK no es únicamente sensorial; también es logístico. Si un lote no alcanza el perfil esperado porque el diacetilo sigue siendo perceptible, la cerveza debe permanecer más tiempo en tanque o en acondicionamiento. Ese tiempo adicional reduce la disponibilidad de bodega, complica la planificación y puede aumentar el consumo energético asociado al mantenimiento de temperatura. La promesa técnica de ALDC no es acelerar todos los aspectos de la maduración, sino reducir uno de los cuellos de botella más comunes: la formación continua de diacetilo desde α -acetolactato [1].

También conviene separar dos escenarios. En el primero, el proceso ya está sano y la cervecería busca más previsibilidad: ALDC ayuda a reducir variaciones debidas a la producción de precursor. En el segundo, existen problemas de fermentación, levadura estresada, contaminación, oxígeno mal gestionado o desviaciones térmicas; en ese caso, ALDC puede reducir la ruta del α -acetolactato, pero no corrige la causa raíz del desbalance. Esta distinción evita presentar la enzima como una solución universal cuando en realidad es una herramienta específica [2].

Evidencia científica y técnica disponible

La aplicación de ALDC en cerveza no es una idea reciente. La literatura técnica registra trabajos desde finales de los años ochenta sobre la secuencia y expresión del gen de **alpha-acetolactate decarboxylase** de *Enterobacter aerogenes* en levadura cervecera. Ese tipo de investigación demuestra que el objetivo tecnológico —dotar a sistemas cerveceros de actividad ALDC para reducir la formación de diacetilo— tiene una base bioquímica estudiada desde hace más de tres décadas [3].

En 1990 se describió la construcción de una levadura cervecera con actividad ALDC mediante integración ribosomal de ADN. El interés de este enfoque era conseguir que la propia levadura expresara la actividad enzimática durante la fermentación. Aunque ese planteamiento no es lo mismo que añadir una preparación enzimática externa, confirma que la ruta del α -acetolactato era ya un objetivo técnico claro para disminuir diacetilo en cerveza [4].

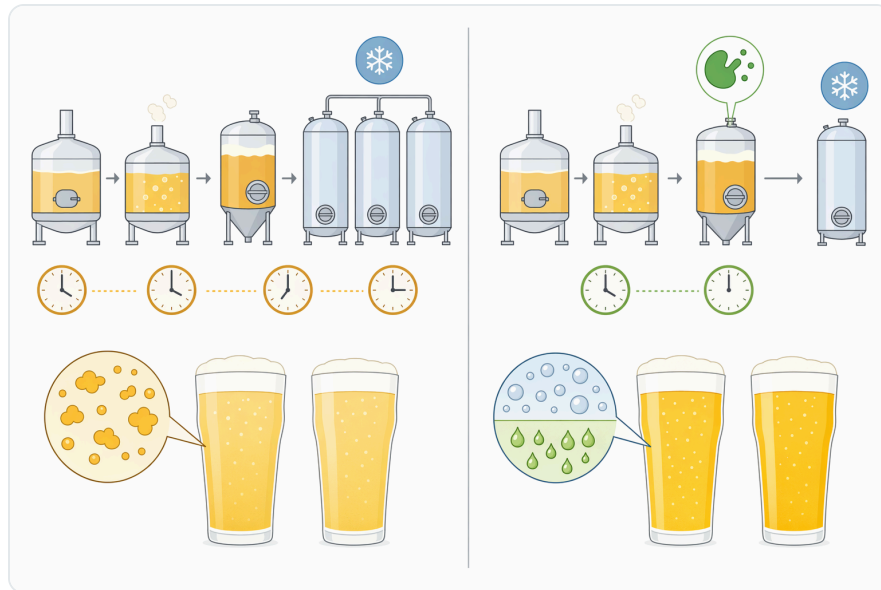


Figure 2. 일반적인 디아세틸 관리는 디아세틸이 생성된 뒤 효모가 이를 환원하는 데 의존하는 반면, ALDC를 활용한 관리는 더 이른 단계에서 알파-아세토락테이트에 작용합니다.

Otra línea relevante es el uso de levaduras cerveceras que expresan ALDC en fermentaciones convencionales e inmovilizadas. La existencia de trabajos sobre fermentación convencional e inmovilizada indica que la industria y la investigación no limitaron la enzima a una sola configuración de proceso; se evaluó en contextos donde la velocidad, la reutilización celular y la estabilidad operativa son variables importantes para producción cervecera [5].

La investigación posterior amplió las fuentes de ALDC. Se han publicado trabajos sobre expresión del gen de ALDC de *Bacillus subtilis* en levadura cervecera, así como clonación y expresión de ALDC de *Bacillus licheniformis* en *E. coli* y *Saccharomyces cerevisiae*. Estos estudios muestran que la enzima no pertenece a una sola fuente microbiana y que la ingeniería de expresión ha explorado varios organismos relevantes para aplicaciones alimentarias y fermentativas [6].

Más recientemente, una revisión sobre la diversidad de α -acetolactate decarboxylase en el subfilo de levaduras **Saccharomycotina** conecta el descubrimiento de variantes enzimáticas con su aplicación cervecera. Esto es importante porque desplaza la visión de ALDC desde “una enzima bacteriana

añadida al proceso” hacia una familia de actividades enzimáticas con diversidad biológica y potencial tecnológico en fermentaciones [7].

La producción de la enzima también ha sido estudiada desde el punto de vista biotecnológico. Un trabajo sobre producción de la enzima alimentaria acetolactate decarboxylase de *Bacillus subtilis* usando residuos agroindustriales como sustrato muestra el interés por rutas de producción más eficientes y por el aprovechamiento de materias primas alternativas. Este tipo de investigación no define por sí sola el desempeño de un producto comercial concreto, pero sí confirma la importancia industrial de ALDC como enzima alimentaria [8].

Comparación de líneas de evidencia sobre ALDC en cervecería

Línea de evidencia	Qué demuestra	Relevancia para la cervecería	Alcance práctico
Secuencia y expresión de ALDC de <i>Enterobacter aerogenes</i> en levadura cervecera	La actividad ALDC puede introducirse en un organismo cervecero	Confirma el objetivo bioquímico de reducir la ruta hacia diacetilo	Evidencia mecanística y genética, no equivalente a una adición directa de enzima [3]
Levadura cervecera construida con actividad ALDC	La levadura puede adquirir actividad específica sobre α -acetolactato	Refuerza que el precursor es una diana tecnológica viable	Enfoque de levadura modificada, distinto del uso de preparación enzimática [4]
Uso de levadura con ALDC en fermentaciones convencionales e inmovilizadas	La actividad se estudió en configuraciones de fermentación diferentes	Relaciona ALDC con operación cervecera real	Útil para entender aplicaciones de proceso, no para extrapolar automáticamente a todos los estilos [5]
ALDC de <i>Bacillus subtilis</i> y <i>Bacillus licheniformis</i> expresada en sistemas microbianos	Existen varias fuentes y sistemas de expresión	Amplía la base biotecnológica de la enzima	No identifica por sí mismo el origen de un producto comercial específico [6]
Revisión de diversidad en Saccharomycotina	Hay diversidad natural de ALDC en levaduras	Conecta descubrimiento enzimático y aplicación cervecera	Aporta contexto evolutivo y tecnológico [7]
Documentación técnica de productos ALDC para cerveza	Describe conversión de acetolactato a acetoin y prevención de VDK	Traduce el mecanismo a objetivos de bodega:	Fuente industrial útil, complementaria a literatura académica [2]

Línea de evidencia	Qué demuestra	Relevancia para la cervecería	Alcance práctico
		perfil limpio y maduración más predecible	

Aplicaciones principales en la industria cervecera

Lagers, pilsners y cervezas de fermentación limpia

Las lager y pilsners son aplicaciones naturales de ALDC porque suelen buscar un perfil fermentativo limpio, con baja interferencia de compuestos mantecosos. En estos estilos, incluso una presencia moderada de diacetilo puede resultar evidente porque el perfil aromático no tiene la intensidad de lúpulo, ésteres o maltas tostadas que podría enmascararlo parcialmente. Por eso, la reducción preventiva del precursor encaja bien con procesos donde la liberación del lote depende de la estabilidad sensorial ^[1].

En lager, la maduración cumple varias funciones: estabilización del perfil, integración de compuestos de fermentación, clarificación y reducción de notas verdes. ALDC no reemplaza todas esas funciones. Su contribución es más estrecha: disminuir la formación de diacetilo procedente de α -acetolactato, de modo que la decisión de maduración no quede dominada por la espera a que desaparezca un VDK concreto ^[2].

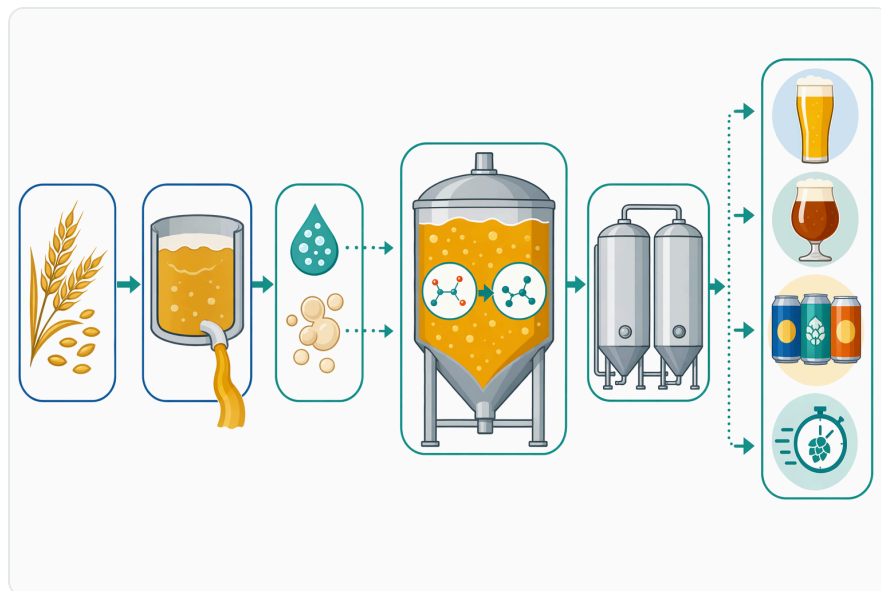


Figure 3. ALDC는 알파-아세토락테이트가 생성되는 동안 작용할 수 있도록 냉각 맥즙 이송, 효모 접종 또는 발효 초기 단계에 투입하는 것이 가장 적합합니다.

Cervezas de alta rotación y planificación de bodega

En cervecerías con producción continua, la variabilidad del diacetilo afecta directamente la programación. Un lote que requiere días adicionales para estabilizar VDK ocupa tanque, retrasa envasado y obliga a ajustar calendarios. La ALDC puede mejorar la previsibilidad al actuar temprano sobre el precursor, siempre que se integre con fermentaciones saludables, control de temperatura y seguimiento sensorial del producto final ^[1].

La ventaja operativa no debe expresarse como una reducción fija aplicable a cualquier cervecería. El efecto dependerá del estilo, la cepa, el perfil de fermentación, la carga de levadura, las condiciones de maduración y el estándar sensorial interno. Lo razonable es considerar ALDC como una herramienta para reducir una fuente específica de retraso, no como garantía de acortar todos los ciclos en la misma proporción ^[2].

Cervezas con dry hopping

Las cervezas con **dry hopping** pueden presentar perfiles aromáticos intensos que complican la evaluación sensorial de compuestos de fermentación. Además, algunas prácticas de proceso asociadas al lúpulo en frío pueden modificar la percepción general del lote y hacer más importante el control de defectos básicos. ALDC no actúa sobre aceites de lúpulo ni sobre polifenoles; su función sigue siendo reducir la ruta del α -acetolactato hacia diacetilo dentro de un perfil aromático más complejo ^[9].

Los ensayos no académicos de cervecería, como experimentos publicados sobre uso de ALDC en contexto de dry hop, pueden ser útiles para generar hipótesis operativas, pero deben interpretarse con prudencia. Para decisiones de proceso, tienen más valor cuando se combinan con la experiencia interna de la cervecería y con la comprensión mecanística de la enzima, no como sustituto de validación en el propio sistema ^[9].

Fermentaciones con levaduras o condiciones de mayor riesgo de VDK

Algunas cepas y condiciones de fermentación generan más riesgo de diacetilo por la forma en que producen, excretan o reducen compuestos relacionados con el α -acetolactato. La investigación en levaduras cerveceras que expresan ALDC confirma que la reducción del precursor ha sido considerada una estrategia directa para bajar la formación de diacetilo. En una aplicación con enzima añadida, el objetivo es similar, aunque la vía operativa sea diferente ^[4].

Este punto es especialmente relevante cuando una cervecería cambia de levadura, ajusta temperatura, modifica mostos, aumenta densidades iniciales o altera tiempos de fermentación. Esas decisiones pueden cambiar el equilibrio entre producción de precursor, formación química de diacetilo y

reducción por levadura. ALDC ayuda a desplazar el sistema hacia acetoin, pero el resultado final sigue dependiendo de la salud fermentativa y de la gestión del proceso [1].

Cuándo y cómo se integra ALDC en el proceso cervecero

La lógica de uso de ALDC es que la enzima esté presente cuando el α -acetolactato se está generando y liberando. Por eso, en la práctica cervecera se asocia principalmente con etapas tempranas de fermentación, donde puede interceptar el precursor antes de que avance hacia diacetilo. Este enfoque preventivo es coherente con la descripción técnica de productos ALDC que convierten acetolactato en acetoin para evitar la formación de VDK [2].



Figure 4. ALDC는 깔끔한 라거, 빠른 양조 일정, 고비중 발효, 효모 재사용 프로그램, 드라이홉 맥주, 섬세하고 중립적인 스타일의 맥주에서 흔히 유용합니다.

La dosificación y las condiciones concretas dependen de la formulación comercial, del estilo y del proceso de la cervecería. En este documento no se incluyen unidades de actividad, métodos analíticos ni definiciones de ensayo, porque esos datos pertenecen a la documentación específica del producto y del lote. En el caso de Enzymes.bio, el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido, permitiendo consultar la información correspondiente al material recibido.

Al integrar ALDC, el punto técnico más importante es no confundir reducción de precursor con corrección de defectos ya instalados. Si el diacetilo ya se formó en cantidad significativa, la levadura y la maduración seguirán siendo relevantes para reducirlo. La enzima reduce la probabilidad de que se siga generando nuevo diacetilo desde α -acetolactato, pero no convierte el proceso en independiente de fermentación, temperatura, oxígeno, limpieza o vitalidad de levadura [1].

Beneficios prácticos esperables

Reducción preventiva de diacetilo

El beneficio principal de ALDC es reducir la formación de diacetilo al desviar el α -acetolactato hacia acetoin. Esto diferencia a la enzima de estrategias basadas únicamente en esperar la reducción natural durante maduración. Al actuar antes de que el VDK se forme, la cervecería puede disminuir el riesgo de que aparezcan notas mantecosas tardías por precursor residual ^[2].

Mayor consistencia sensorial

Cuando la producción de diacetilo varía entre lotes, el perfil sensorial puede cambiar aunque la receta sea la misma. ALDC contribuye a estabilizar una parte de esa variabilidad porque actúa sobre una ruta específica del metabolismo fermentativo. El resultado buscado no es añadir un atributo sensorial, sino evitar que un compuesto no deseado domine la percepción del producto ^[1].

Maduración más predecible

Una maduración prolongada por diacetilo puede convertirse en un cuello de botella. Al reducir el precursor, ALDC puede ayudar a que el tiempo de acondicionamiento sea más predecible, especialmente en cervezas limpias donde VDK es un criterio crítico de liberación. Esta ventaja debe evaluarse como parte del proceso completo, no como sustituto de la maduración necesaria para otros objetivos de calidad ^[2].

Mejor uso de capacidad de bodega

Si el diacetilo deja de ser el factor que retrasa sistemáticamente la liberación de lotes, la cervecería puede usar tanques y programación con mayor flexibilidad. La mejora no proviene de una aceleración mágica de la fermentación, sino de reducir una causa concreta de espera: la formación o reaparición de VDK desde α -acetolactato. Este beneficio es especialmente relevante para operaciones donde la disponibilidad de tanque limita la producción ^[1].

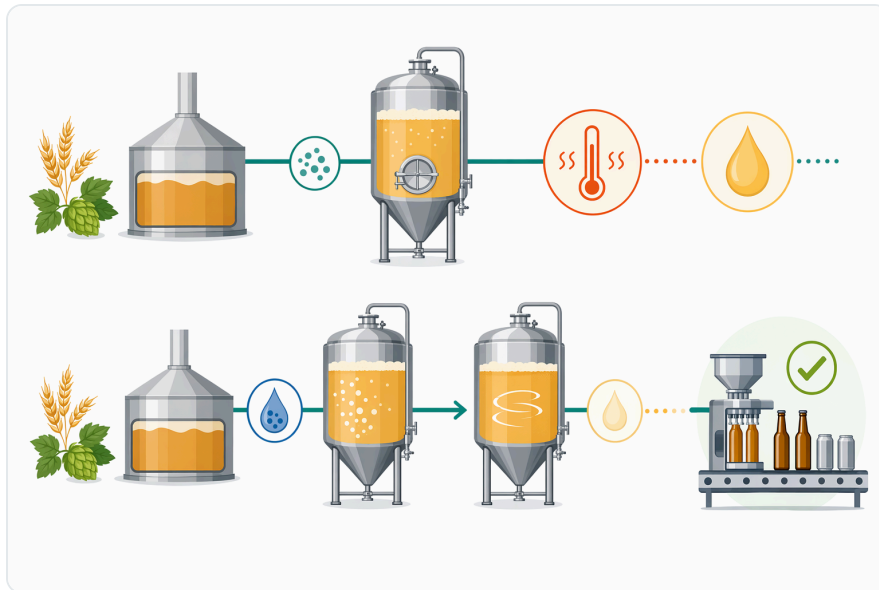


Figure 5. 디아세틸 생성을 줄임으로써 ALDC는 숙성이 긴 후반 정리 기간에 덜 의존하도록 만들 수 있습니다.

Límites técnicos y consideraciones realistas

ALDC no sustituye a una fermentación bien gestionada. Una levadura estresada, una temperatura inadecuada, una deficiencia nutricional, una contaminación o una gestión deficiente de oxígeno pueden generar problemas que la enzima no está diseñada para resolver. Su acción se centra en el α -acetolactato; por tanto, no debe presentarse como corrector general de defectos fermentativos [2].

Tampoco todos los estilos requieren el mismo nivel de intervención. En cervezas donde se permite cierto carácter de fermentación o donde el perfil sensorial es más robusto, la prioridad de controlar VDK puede ser distinta. En estilos extremadamente limpios, el margen sensorial es menor y la utilidad de ALDC puede ser más clara. La decisión técnica debe basarse en el perfil de producto buscado y en la experiencia real de la cervecera [1].

La evidencia científica incluye enfoques diferentes: expresión genética en levadura cervecera, estudios de fuentes microbianas de ALDC, aplicaciones en fermentaciones convencionales e inmovilizadas y documentación técnica de productos enzimáticos. Esa diversidad fortalece la base mecanística, pero también exige prudencia al extrapolar resultados. Un trabajo con levadura que expresa ALDC no equivale exactamente a añadir una preparación enzimática externa, aunque ambos busquen modificar la misma ruta bioquímica [5].

ALDC añadida frente a levaduras que expresan ALDC

Una distinción importante para cervecerías es la diferencia entre usar una preparación enzimática y emplear una levadura diseñada o seleccionada para tener actividad ALDC. Los estudios de expresión en levadura demuestran que la actividad puede incorporarse al organismo fermentativo, pero esa estrategia implica consideraciones regulatorias, operativas y de aceptación distintas a la adición de una enzima como coadyuvante de proceso [3].

La adición de ALDC como preparación cervecera permite intervenir en el proceso sin cambiar necesariamente la cepa de levadura de la cervecería. Esto es valioso cuando la cepa forma parte de la identidad sensorial de la marca o cuando cambiar de levadura generaría más variables que beneficios. La enzima actúa sobre el precursor en el medio, mientras que la levadura mantiene su papel principal en fermentación, atenuación y formación del perfil base [2].

Por otra parte, la investigación sobre diversidad de ALDC en levaduras sugiere que el campo no se limita a una única solución tecnológica. Existen varias formas de aprovechar la actividad: selección de organismos, expresión heteróloga, producción industrial de enzima y aplicación directa en cerveza. Para el usuario industrial, lo esencial es comprender qué problema se está resolviendo: reducir la conversión de α -acetolactato en diacetilo [7].



Figure 6. ALDC는 알파-아세토락테이트에 대한 예방적 관리 지점이며, 이미 축적된 디아세틸을 제거하지는 않습니다.

Papel de Enzymes.bio como proveedor

Enzymes.bio suministra **Alpha-Acetolactate Decarboxylase For Brewing Industry** para uso cervecero como proveedor, no como fabricante ni laboratorio. La información de proceso debe interpretarse como orientación técnica general sobre la función de la enzima y no como una afirmación de fabricación propia o de desarrollo analítico interno.

El producto se vende directamente en línea en unidades de **1 kg**. Tras la compra, el pedido se procesa según el flujo de venta en línea, y el **certificado de análisis —CoA—** y la **ficha de datos de seguridad —SDS—** se proporcionan junto con el pedido. Esta documentación corresponde al lote recibido y debe consultarse para el manejo y uso adecuados del producto.

Conclusión

Alpha-Acetolactate Decarboxylase For Brewing Industry es una herramienta técnica específica para controlar la formación de diacetilo y otros VDK en cerveza. Su mecanismo es concreto: convierte α -acetolactato en acetoin, reduciendo la disponibilidad del precursor que puede transformarse químicamente en diacetilo ^[2].

La evidencia disponible abarca más de tres décadas de investigación, desde la expresión de genes ALDC en levaduras cerveceras hasta estudios sobre fermentaciones convencionales e inmovilizadas y revisiones recientes sobre diversidad enzimática. En conjunto, esa base respalda el uso de ALDC como intervención preventiva dentro de un programa más amplio de fermentación, maduración y control sensorial ^[4].

Para cervecerías, el valor práctico de ALDC está en mejorar la previsibilidad: menor riesgo de notas mantecosas, menor dependencia de esperas asociadas a VDK y mayor consistencia entre lotes. No reemplaza buenas prácticas de fermentación, pero sí aborda una ruta bioquímica crítica de forma directa y bien definida ^[1].

Pedir Alpha-Acetolactate Decarboxylase For Brewing Industry 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 Alpha-Acetolactate Decarboxylase For Brewing Industry →](#)

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. [Understanding Vdks In Brewing How Aldc Can Enhance Your Beer. *Brewing-products*.](#)
2. [Endozym Aldc 22247. *Aeb-group*.](#)
3. Sone, H., Fujii, T., Kondo, K., Shimizu, F., Tanaka, J., Inoue, T., Erdal, K., ... et al. (1988). [Nucleotide sequence and expression of the Enterobacter aerogenes alpha-acetolactate decarboxylase gene in brewer's yeast. *Applied and Environmental Microbiology*, 54, 38 - 42.](#)
4. Fujii, T., Kondo, K., Shimizu, F., Sone, H., Tanaka, J., & Inoue, T. (1990). [Application of a ribosomal DNA integration vector in the construction of a brewer's yeast having alpha-acetolactate decarboxylase activity. *Applied and Environmental Microbiology*, 56, 997 - 1003.](#)
5. Linko, M., Suihko, M., Kronlöf, J., & Home, S. (1993). [Use of brewer's yeast expressing alpha-acetolactate decarboxylase in conventional and immobilized fermentations.](#)
6. Guo, W., He, X., Tie, C., & Zhang, B. (2001). [\[Expression of alpha-acetolactate decarboxylase gene from Bacillus subtilis in Brewer's yeast\]. *Wei sheng wu xue bao = Acta microbiologica Sinica*, 41 1, 105-8 .](#)
7. Spaans, M., Winkler, L. S., Broek, M. A., & Daran, J. (2026). [Diversity of \$\alpha\$ -acetolactate decarboxylase in the Saccharomycotina yeast subphylum: From discovery to brewing application.. *Food microbiology*, 134, 104903 .](#)
8. Oliveira, R. C., Maciel, V. M. M., Hissa, D. C., França, Í., & Gonçalves, L. (2022). [Production of the Food Enzyme Acetolactate Decarboxylase \(ALDC\) from Bacillus subtilis ICA 56 Using Agro-Industrial Residues as Feedstock. *Fermentation*.](#)
9. [Exbeeriment Impact Alpha Acetolactate Decarboxylase Aldc At Dry Hop Has On A West Coast Pils. *Brulosophy*.](#)

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.