

Superoxide Dismutase: enzima antioxidante para cosmética, suplementos, investigación y formulaciones con catalasa

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

La **superoxide dismutase** —también llamada **superóxido dismutasa** o **SOD**— es una enzima antioxidante que cataliza la conversión del radical superóxido en oxígeno molecular y peróxido de hidrógeno. Su valor técnico está en un mecanismo muy específico: no “elimina todos los radicales libres”, sino que acelera una reacción concreta de defensa redox que después suele integrarse con enzimas como catalasa y peroxidasas ^[1].

En aplicaciones B2B, la SOD se utiliza o estudia como ingrediente funcional en cosmética, suplementos, nutrición, investigación biomédica y sistemas antioxidantes avanzados. La evidencia más sólida corresponde a su mecanismo enzimático y a su papel biológico; la eficacia final en un producto depende de la matriz, estabilidad, vía de uso y posicionamiento regulatorio.

Qué es la Superoxide Dismutase y por qué importa

La **Superoxide Dismutase enzyme** pertenece a una familia de metaloenzimas: proteínas cuyo centro activo contiene un metal que cambia de estado de oxidación durante la catálisis. Las principales clases descritas incluyen Cu/Zn-SOD, Mn-SOD, Fe-SOD y Ni-SOD; en humanos son especialmente relevantes la SOD1 citosólica con cobre/zinc, la SOD2 mitocondrial con manganeso y la SOD3 extracelular ^[2].

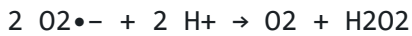
El sustrato de la SOD es el radical superóxido, una especie reactiva de oxígeno generada como subproducto de procesos metabólicos, respiración mitocondrial, inflamación, exposición ambiental y otras rutas redox. Aunque el superóxido no es el oxidante más agresivo por sí solo, puede iniciar cadenas de reacciones, inactivar centros metálicos sensibles y reaccionar con óxido nítrico, reduciendo su biodisponibilidad y favoreciendo especies reactivas secundarias ^[3].

La **superoxide dismutase function** se resume en una idea: convertir una especie reactiva de oxígeno difícil de controlar en productos que el sistema antioxidante celular puede gestionar mejor. El peróxido de hidrógeno resultante todavía requiere control, por lo que la relación entre **catalase and superoxide dismutase** es central: la SOD transforma superóxido en H_2O_2 , y la catalasa u otras peroxidasas reducen después ese H_2O_2 a especies menos reactivas ^[1].

Enzymes.bio suministra Superoxide Dismutase como proveedor B2B mediante venta directa en línea en unidades de 1 kg. Enzymes.bio no es fabricante ni laboratorio; el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido, y la información de este documento tiene finalidad técnica y educativa para formuladores, compradores y equipos de desarrollo.

Mecanismo de acción de la Superoxide Dismutase

La **superoxide dismutase reaction** clásica puede expresarse así:



La estequiometría es importante: dos moléculas de superóxido y dos protones se convierten en una molécula de oxígeno y una de peróxido de hidrógeno. La enzima no se consume; el metal del centro activo acepta y dona electrones en dos semirreacciones consecutivas, alternando entre estados oxidado y reducido ^[4].

En términos mecánicos, una molécula de superóxido reduce el metal del sitio activo y se libera como oxígeno; otra molécula de superóxido oxida de nuevo ese metal y, con protones disponibles, forma peróxido de hidrógeno. Este ciclo explica por qué la SOD puede acelerar una reacción que también ocurre de forma espontánea, pero con una velocidad insuficiente para competir con muchas reacciones biológicas del superóxido ^[5].

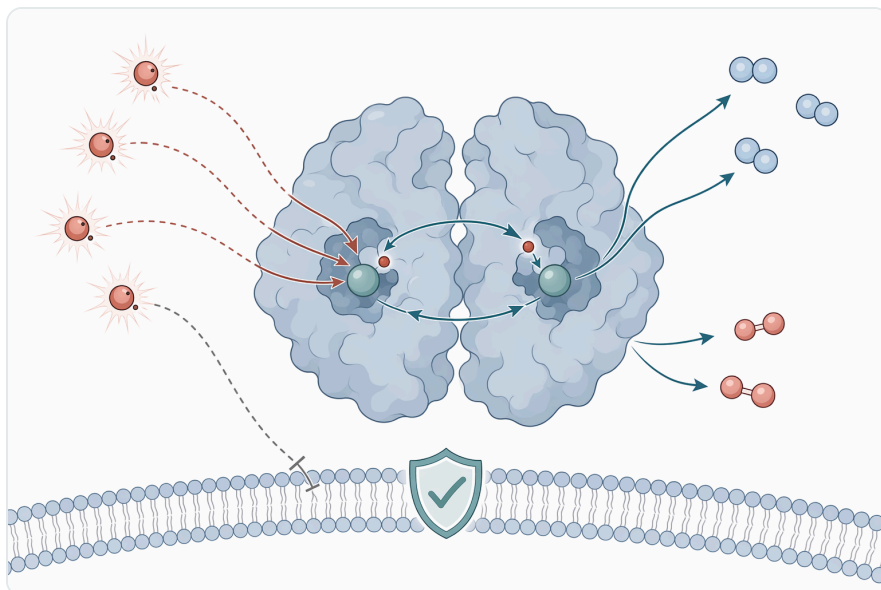


Figure 1. 슈퍼옥사이드 디스뮬타아제는 두 개의 슈퍼옥사이드 라디칼과 두 개의 양성자를 산소와 과산화수소로 전환하는 반응을 촉매한다.

Las distintas familias de SOD resuelven el mismo problema químico con arquitecturas diferentes. En Cu/Zn-SOD, estudios sobre la enzima bovina destacaron la participación de un imidazolato puenteado en el mecanismo catalítico; en Mn-SOD, los modelos cinéticos muestran un ciclo redox dependiente del manganeso; y en Ni-SOD, los modelos de metalopéptidos han ayudado a explicar cómo un centro de níquel puede catalizar la misma dismutación [6].

Para formulación, el punto práctico es que la SOD actúa sobre superóxido, no sobre cualquier oxidante. Si el problema predominante de una matriz es peróxido de hidrógeno, radical hidroxilo, oxidación lipídica secundaria o degradación por luz, la SOD puede ser solo una parte del sistema antioxidante y no una solución completa por sí sola [7].

Tipos de SOD: Cu/Zn, Mn, Fe y Ni

Las SOD se clasifican por el metal del sitio activo y por su estructura proteica. Esta clasificación no es solo académica: influye en estabilidad, localización biológica, compatibilidad con matrices y enfoque de aplicación. Por ejemplo, la **iron superoxide dismutase** es relevante en bacterias, plantas y algunos microorganismos, mientras que la Mn-SOD se asocia con la defensa mitocondrial en organismos superiores [8].

Familia de SOD	Metal principal	Presencia biológica típica	Relevancia técnica	Consideraciones de formulación
Cu/Zn-SOD	Cobre y zinc	Citosol eucariótico; también formas extracelulares	Muy estudiada en humanos; asociada a superoxide dismutase 1	Sensible a desnaturalización proteica y al entorno químico
Mn-SOD	Manganeso	Mitocondrias, bacterias y algunos sistemas vegetales	Interés en estrés oxidativo mitocondrial y modelos celulares	Puede diferir en estabilidad y comportamiento frente a otras SOD
Fe-SOD	Hierro	Microorganismos, plantas y algunos compartimentos celulares	Interés en biología vegetal y microbiana	La compatibilidad redox de la matriz es relevante
Ni-SOD	Níquel	Principalmente ciertos microorganismos	Modelo útil para comprender catálisis alternativa	Menos común en aplicaciones comerciales generales

La Cu/Zn-SOD humana, especialmente SOD1, ha recibido mucha atención porque variantes de esta proteína se relacionan con esclerosis lateral amiotrófica; por eso términos como **superoxide dismutase ALS** aparecen con frecuencia en búsquedas biomédicas. La investigación moderna enfatiza

que el problema en SOD1 no se limita a “menos actividad antioxidante”: cambios de estabilidad, plegamiento, agregación y toxicidad proteica pueden ser determinantes ^[2].

Los estudios recientes sobre variantes missense de **superoxide dismutase 1** amplían esta visión: una sustitución de aminoácido puede alterar estabilidad, función, expresión o propensión a estados proteicos no deseados. Para un usuario industrial, esto no implica una aplicación terapéutica directa, pero sí muestra por qué la identidad, integridad y estabilidad de la enzima son relevantes en cualquier contexto de uso ^[9].

Evidencia científica: qué está bien establecido

Lo mejor establecido es el mecanismo: la SOD cataliza la dismutación del superóxido mediante centros metálicos redox. Esta función se ha estudiado con enfoques estructurales, cinéticos y teóricos durante décadas, y constituye una de las rutas más claras de defensa frente a especies reactivas de oxígeno en sistemas aeróbicos ^[4].

También está bien respaldada la importancia fisiológica de la SOD como parte de una red antioxidante. La literatura clínica y biomédica ha investigado SOD y catalasa como agentes terapéuticos potenciales, pero las revisiones críticas subrayan que transformar una enzima antioxidante en intervención eficaz requiere resolver problemas de entrega, vida media, estabilidad, especificidad tisular y seguridad ^[1].

En modelos de enfermedad y daño celular, la SOD aparece como biomarcador, modulador redox o diana de investigación. Por ejemplo, la SOD mitocondrial se ha estudiado en lesión renal inducida por cisplatino, lo que ilustra cómo el superóxido mitocondrial puede conectarse con daño tisular y con estrategias para modular estrés oxidativo ^[10].

En oncología experimental, la expresión de SOD1 y Mn-SOD se ha relacionado con supervivencia celular, resistencia a estrés oxidativo y adaptación metabólica. Estos datos no convierten a la SOD comercial en un tratamiento oncológico, pero sí confirman que la enzima participa en circuitos redox complejos donde el exceso o déficit de defensa antioxidante puede tener efectos dependientes del contexto ^[11].

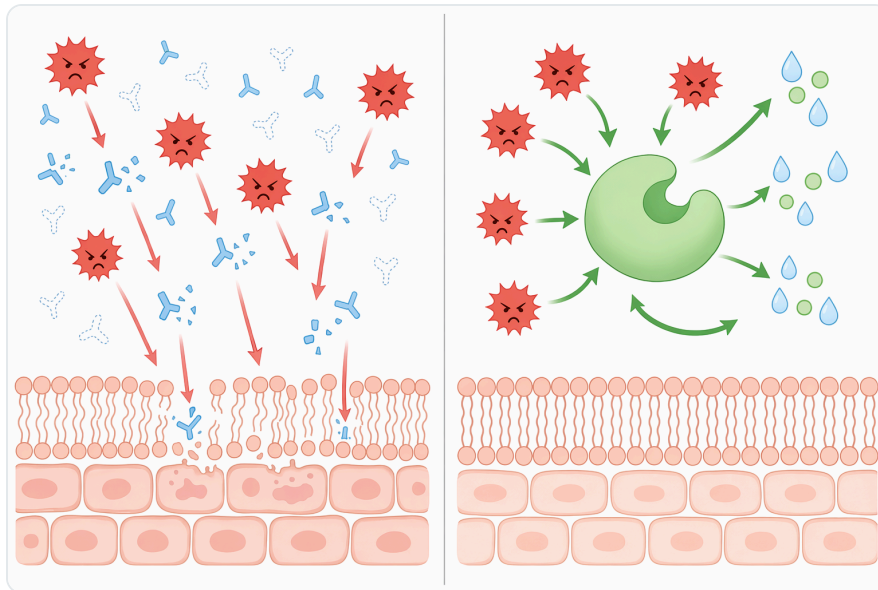


Figure 2. 주요 SOD 계열과 동형효소는 금속 보조인자와 생물학적 위치가 다르지만, 슈퍼옥사이드 불균등화라는 동일한 핵심 기능을 수행한다.

Beneficios realistas de la Superoxide Dismutase

Los **superoxide dismutase benefits** deben comunicarse con precisión. El beneficio técnico primario es la conversión catalítica del superóxido; de ahí derivan usos potenciales en formulaciones antioxidantes, investigación de estrés oxidativo, cosmética, nutrición y sistemas combinados con catalasa. Lo que no debe afirmarse sin evidencia específica es curación, reversión del envejecimiento o protección clínica garantizada [8].

En nutrición y suplementos, la SOD interesa como ingrediente asociado a defensa antioxidante. Sin embargo, un **superoxide dismutase supplement** oral plantea retos distintos a los de una enzima en un sistema experimental: la proteína puede sufrir degradación digestiva, la absorción puede ser limitada y el efecto final depende de la forma de entrega y de la matriz. Por ello, la evidencia debe evaluarse por formulación y no extrapolarse de forma universal [8].

En investigación de alimentos y compuestos vegetales, la actividad SOD suele medirse como indicador de respuesta antioxidante endógena, no necesariamente como efecto de SOD añadida. Estudios con frutas, polifenoles o extractos vegetales reportan cambios en enzimas antioxidantes como SOD y catalasa en modelos biológicos, lo que muestra el valor de la SOD como biomarcador redox, pero no equivale a demostrar eficacia de cualquier ingrediente SOD exógeno [12].

En rendimiento físico y estrés oxidativo, la literatura sobre ejercicio reconoce que las defensas antioxidantes endógenas, incluida SOD, responden a estímulos metabólicos. Esto puede apoyar conceptos de “soporte antioxidante”, pero la formulación comercial debe evitar mensajes que

sustituyan entrenamiento, dieta, descanso o supervisión sanitaria ^[13].

Superoxide Dismutase para cosmética y cuidado de la piel

La búsqueda de **superoxide dismutase cosmetics**, **superoxide dismutase skin** y **superoxide dismutase for skin** refleja un interés real del mercado: la piel está expuesta a radiación UV, contaminación, ozono, inflamación local y procesos oxidativos. En este contexto, la SOD se posiciona como una enzima antioxidante específica frente a superóxido, útil para conceptos de protección redox y apoyo frente a estrés ambiental ^[14].

La evidencia tópica existe, pero debe interpretarse con límites. Un ensayo en vitíligo infantil comparó tacrolimus 0,1% frente a tacrolimus 0,1% más gel tópico de pseudocatalasa/SOD; el interés del estudio está en la combinación antioxidante tópica, no en demostrar que cualquier crema con SOD produzca el mismo resultado ^[14].

También se ha estudiado la aplicación tópica de TAT-SOD en puntos específicos para rinitis alérgica, lo que muestra estrategias de entrega proteica para llevar SOD a tejidos o microambientes concretos. Para cosmética facial, esto no se traduce automáticamente en eficacia, pero sí ilustra la importancia del vehículo y de la disponibilidad local de la proteína ^[15].

En el mercado de cuidado personal aparecen términos como **superoxide dismutase face mist** o incluso búsquedas de marcas concretas como **NIOD Superoxide Dismutase Saccharide Mist**. Para un formulador B2B, esas búsquedas son útiles como señal de interés del consumidor por brumas faciales antioxidantes, pero la decisión técnica debe centrarse en estabilidad de la enzima, compatibilidad con excipientes, pH de la matriz, exposición a aire/luz y comunicación regulatoria.

La formulación cosmética debe recordar que SOD es una proteína. Tensioactivos agresivos, solventes incompatibles, calor excesivo, oxidantes presentes en la matriz o almacenamiento inadecuado pueden afectar la conformación y reducir la **superoxide dismutase activity**. Las revisiones sobre SOD natural y nanozimas miméticas destacan precisamente que estabilidad, entrega y robustez son barreras clave para aplicaciones biomédicas e industriales ^[7].

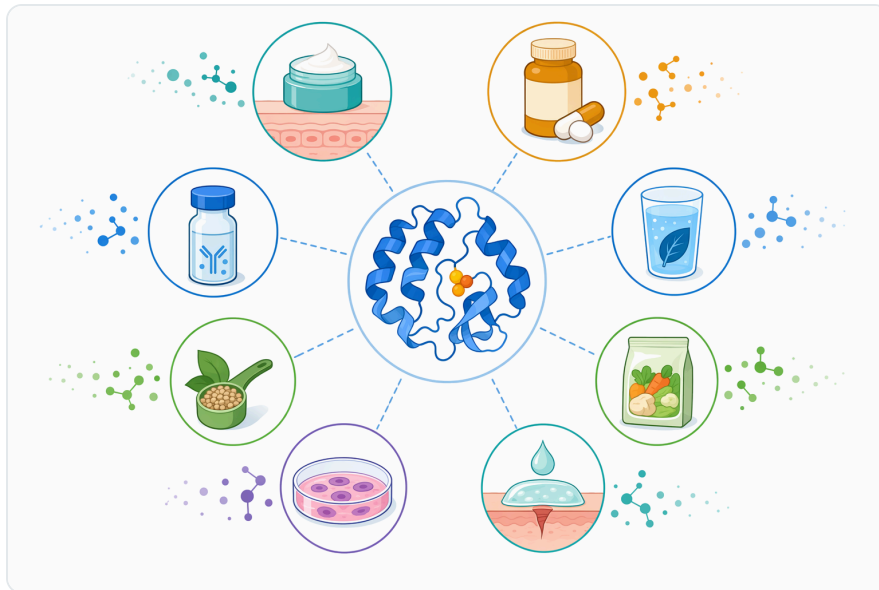


Figure 3. SOD는 보충제, 화장품, 식품 및 음료, 연구 분야에서 각각 표적화된 슈퍼옥사이드 조절을 서로 다른 방식으로 활용할 수 있기 때문에 관련성이 있다.

Uso en investigación, biotecnología y sistemas antioxidantes avanzados

En investigación biomédica, la SOD es una herramienta para estudiar estrés oxidativo, inflamación, daño mitocondrial, señalización redox y toxicidad celular. Su valor no está solo en “añadir antioxidante”, sino en aislar el papel del superóxido frente a otras especies reactivas; si al introducir SOD cambia una respuesta experimental, el superóxido probablemente participa en esa ruta ^[3].

La expresión recombinante también se ha investigado ampliamente. Un estudio sobre expresión soluble de Cu/Zn-SOD humana en *Escherichia coli* muestra el interés biotecnológico por obtener enzimas SOD funcionales para investigación y aplicaciones; esto describe la literatura científica y no implica que Enzymes.bio fabrique por ese método ^[16].

Las **SOD-mimetic nanozymes** —nanozimas que imitan la función de SOD— se estudian como alternativas a SOD natural porque pueden ofrecer ventajas de estabilidad, ajuste de superficie y resistencia en ciertos entornos. La existencia de estas alternativas confirma dos cosas a la vez: la reacción SOD es industrialmente atractiva, y la enzima natural requiere cuidado de formulación cuando se usa fuera de su contexto biológico ^[7].

En toxicología y materiales, la SOD también puede actuar como sensor indirecto de daño oxidativo. Un estudio sobre negro de carbono ultrafino relacionó estrés dependiente del tamaño, anión superóxido, genotoxicidad y corona proteica con inactivación de SOD, subrayando que partículas y superficies pueden modificar la función enzimática ^[17].

Factores que condicionan estabilidad y desempeño

La SOD debe conservar su estructura tridimensional y su centro metálico funcional. Si la proteína se despliega, agrega o modifica químicamente, puede perder capacidad catalítica aunque siga presente como material proteico. Por eso, en cosmética, suplementos o matrices acuosas, no basta con declarar la presencia de SOD: importa que la enzima llegue funcional al punto de uso [7].

La interacción con compuestos orgánicos también puede alterar la enzima. Un estudio sobre interacción de SOD con 2-pentanona evaluó respuestas a nivel molecular y de organismo, lo que ilustra cómo moléculas pequeñas del entorno pueden afectar estructura o función enzimática según concentración y condiciones [18].

La ingeniería de proteínas busca mejorar simultáneamente actividad y termoestabilidad. Trabajos computacionales recientes sobre rediseño de SOD se centran en esa tensión: una enzima muy activa puede no ser suficientemente robusta para ciertas aplicaciones, mientras que una proteína más estable debe mantener una geometría adecuada del sitio activo [19].

En sistemas biológicos, el balance con catalasa es crítico. Si la SOD aumenta la formación de peróxido de hidrógeno y el sistema no lo elimina, el estrés oxidativo puede cambiar de especie predominante en lugar de desaparecer. Esta es una razón técnica para formular y comunicar SOD como parte de una estrategia antioxidante integrada, no como “antioxidante total” [1].

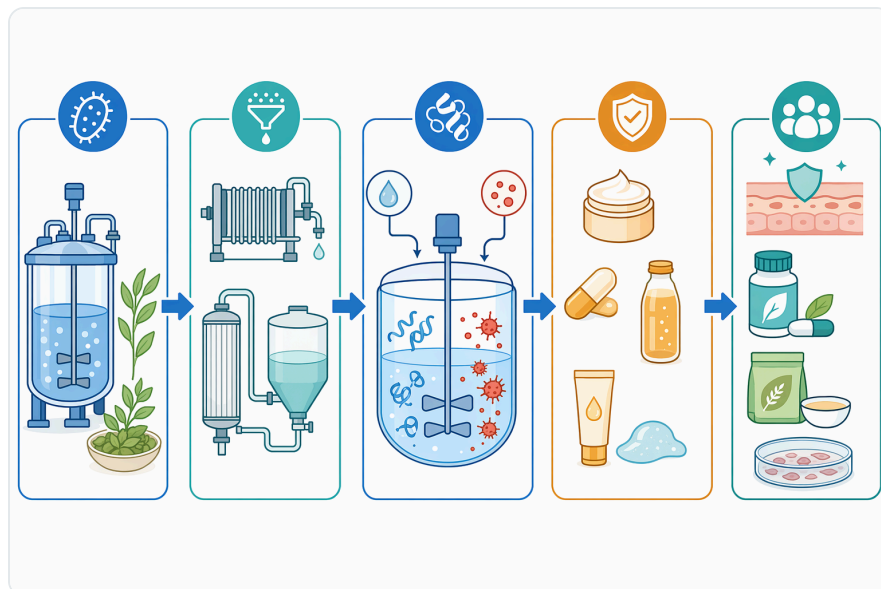


Figure 4. 경구용 SOD 제품을 설계할 때는 단백질 효소의 안정성, 기질과의 적합성, 전달 방식, 그리고 적절히 제한된 항산화 지원 관련 표시 문구를 고려해야 한다.

Aplicaciones B2B principales

Cosmética, brumas faciales y cuidado personal

En productos cosméticos, la SOD se integra en conceptos de protección antioxidante, cuidado frente a estrés ambiental y soporte de la barrera cutánea. Las búsquedas de **superoxide dismutase face mist** muestran interés en formatos acuosos ligeros, pero estos formatos exigen especial atención a preservantes, exposición al oxígeno, envase, pH y compatibilidad con otros activos.

El posicionamiento responsable en **superoxide dismutase cosmetics** es hablar de apoyo antioxidante específico frente al radical superóxido, no de bloqueo total de daño UV ni de tratamiento de enfermedades cutáneas. Cuando la aplicación se acerca a indicaciones médicas —por ejemplo vitíligo, inflamación o dermatitis— deja de ser una simple afirmación cosmética y requiere evidencia y cumplimiento regulatorio propios ^[14].

Suplementos y nutrición funcional

En suplementos, la SOD se utiliza en conceptos de defensa antioxidante, bienestar, envejecimiento saludable y apoyo frente a estrés oxidativo. La base mecanística es clara, pero la biodisponibilidad y la protección de la proteína durante el tránsito digestivo son limitantes relevantes; por ello, el efecto de un **superoxide dismutase supplement** depende de la forma final y no debe inferirse solo por el nombre del ingrediente ^[8].

Para alimentos funcionales, la SOD puede interesar como ingrediente enzimático o como parte de una narrativa de antioxidantes naturales. Aun así, la legislación de declaraciones de salud varía entre mercados, y las afirmaciones deben formularse de manera que no prometan prevención, tratamiento o curación de enfermedades sin autorización.

Investigación y ciencias de la vida

En laboratorios de investigación, la SOD ayuda a modular superóxido en modelos celulares, sistemas enzimáticos, estudios de inflamación, neurodegeneración, toxicidad y metabolismo redox. La literatura sobre **superoxide dismutase ALS** y variantes de SOD1 es especialmente relevante para equipos que estudian plegamiento proteico, neurobiología y estrés oxidativo ^[20].

La enzima también se usa como referencia conceptual para interpretar biomarcadores. En revisiones sobre malondialdehído, SOD y catalasa como predictores de riesgo cardiovascular, SOD aparece dentro de un panel de marcadores que ayudan a caracterizar balance oxidante-antioxidante, no como indicador aislado que explique por sí solo una enfermedad ^[3].

Biotecnología industrial y antioxidantes miméticos

En biotecnología, la SOD puede formar parte de sistemas más complejos que combinan enzimas, polímeros, nanopartículas o proteínas transportadoras. Las nanozimas miméticas de SOD se investigan para aplicaciones biomédicas e industriales porque intentan reproducir la reacción de dismutación con materiales más robustos o ajustables [7].

Para empresas que desarrollan plataformas antioxidantes, la SOD natural ofrece un mecanismo de referencia muy definido. Incluso cuando se elige una nanozima o un mimético, la reacción objetivo sigue siendo la misma: reducir la carga de superóxido y desplazar el equilibrio redox hacia especies manejables.

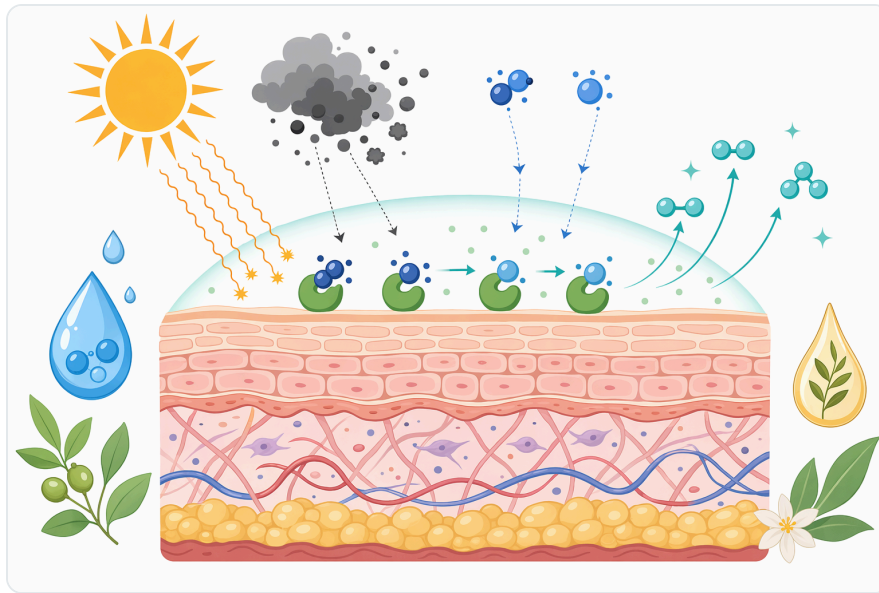


Figure 5. 국소용 SOD 제품은 피부와 관련된 산화 환경에서 슈퍼옥사이드 라디칼을 표적으로 하는 개념에 기반하지만, 최종 성능은 제형과 시험 결과에 따라 달라진다.

Límites, seguridad y comunicación responsable

La SOD es una enzima natural presente en organismos vivos, pero “natural” no significa automáticamente eficaz ni exenta de riesgo en cualquier formato. En aplicaciones ingeribles, tópicas o experimentales, el resultado depende de exposición, matriz, pureza, estabilidad y condiciones del usuario final; además, las afirmaciones comerciales deben seguir la regulación del país de venta.

También conviene evitar extrapolaciones desde estudios de enfermedad. La relación entre SOD1 y ALS, o entre Mn-SOD y lesiones mitocondriales, demuestra relevancia biológica, pero no autoriza a presentar un ingrediente SOD como tratamiento neurológico, renal, oncológico o cardiovascular. La evidencia científica debe traducirse en mensajes proporcionales al uso previsto [10].

En cosmética, expresiones como “ayuda a apoyar la defensa antioxidante de la piel” son más defendibles que “revierte el envejecimiento” o “repara el ADN”. En suplementos, “apoyo a la defensa antioxidante” es más prudente que promesas sobre rendimiento, inmunidad o longevidad si no existe evidencia específica para la formulación final.

Disponibilidad a través de Enzymes.bio

Enzymes.bio suministra Superoxide Dismutase para compradores que buscan una enzima antioxidante disponible mediante compra directa en línea. El producto se ofrece en unidades de 1 kg, con documentación CoA y SDS proporcionada junto con el pedido.

Enzymes.bio actúa como proveedor, no como fabricante ni laboratorio. Por ello, la información técnica debe entenderse como apoyo educativo para decisiones de formulación, desarrollo e investigación, no como sustituto de validación interna, revisión regulatoria o evaluación de compatibilidad en la matriz final.

Conclusión técnica

La Superoxide Dismutase es una enzima antioxidante con un mecanismo claro y ampliamente estudiado: cataliza la conversión de dos moléculas de superóxido en oxígeno y peróxido de hidrógeno. Esta reacción explica su interés en cosmética, suplementos, investigación, biotecnología y sistemas combinados con catalasa.

La evidencia más fuerte respalda su función bioquímica y su papel en redes antioxidantes. Las aplicaciones comerciales son prometedoras, pero dependen de estabilidad, biodisponibilidad, compatibilidad de formulación y comunicación responsable.

Para equipos B2B, la SOD ofrece un ingrediente con una historia científica sólida y un posicionamiento antioxidante específico. Su uso más robusto es aquel que reconoce tanto su potencia mecanística como sus límites prácticos: actúa sobre superóxido, requiere un entorno compatible y funciona mejor cuando se integra en una estrategia antioxidante completa.

Pedir Superoxide Dismutase 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 Superoxide Dismutase →](#)

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. Greenwald, R. (1990). Superoxide dismutase and catalase as therapeutic agents for human diseases. A critical review. *Free Radical Biology & Medicine*, 8 2, 201-9 .
2. Shin, D., Didonato, M., Barondeau, D., Hura, G. L., Hitomi, C., Berglund, J., Getzoff, E., ... et al. (2008). Superoxide Dismutase Structures, Stability, Mechanism and Insights into the Human Disease Amyotrophic Lateral Sclerosis from Eukaryotic Thermophile Alvinella pompejana. *Journal of Molecular Biology*, 385, 1534 - 1555.
3. Ogonnaya, C. C. (2026). Oxidative Stress Biomarkers (Malondialdehyde, Superoxide Dismutase, and Catalase) as Predictors of Cardiovascular Disease Risk: A Review. *Asian Journal of Medicine and Health*.
4. Osman, R., & Basch, H. (1984). On the mechanism of action of superoxide dismutase: a theoretical study. *Journal of the American Chemical Society*, 106, 5710-5714.
5. Mcadam, M. E., Fox, R., Lavelle, F., & Fielden, E. (1977). A pulse-radiolysis study of the manganese-containing superoxide dismutase from Bacillus stearothermophilus. A kinetic model for the enzyme action. *Biochemical Journal*, 165 1, 71-9 .
6. Mcadam, M. E., Feilden, E. M., Lavelle, F., Calabrese, L., Cocco, D., & Rotilio, G. (1977). The involvement of the bridging imidazolate in the catalytic mechanism of action of bovine superoxide dismutase. *Biochemical Journal*, 167 1, 271-4 .
7. Dastmalchi, H. Z., Dashtestani, F., & Ghourchian, H. (2025). Superoxide dismutase-mimetic nanozymes: A promising alternative to natural superoxide dismutases for biomedical and industrial applications. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 257, 115138 .
8. Kaur, N., Sharma, A., Shakeel, A., Kumar, V., Singh, A., Gupta, A., Suhag, D., ... et al. (2017). Therapeutic Implications of Superoxide Dismutase And Its Importance in Kinase Drug Discovery. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 17 22, 2495-2508 .
9. Axakova, A., Ding, M., Coté, A. G., Subramaniam, R., Senguttuvan, V., Zhang, H., Weile, J., ... et al. (2025). Landscapes of missense variant impact for human superoxide dismutase 1. *bioRxiv*, 112, 2295 - 2315.
10. Mapuskar, K., Steinbach, E., Zaher, A., Riley, D., Beardsley, R., Keene, J., Holmlund, J., ... et al. (2021). Mitochondrial Superoxide Dismutase in Cisplatin-Induced Kidney Injury. *Antioxidants*, 10.

11. Zhang, S., Zheng, J., Avery, J. E., Wu, J., & Ding, W. (2012). Abstract 4194: The superoxide dismutase 1 (SOD1) 3'-UTR maintains high expression of the SOD1 gene in cancer cells. *Cancer Research*, 72, 4194-4194.
12. Li, G., Yu, Q., Li, M., Ding-Zhang, Yu, J., Yu, X., Xia, C., ... et al. (2023). Phyllanthus emblica fruits: a polyphenol-rich fruit with potential benefits for oral management. *Food & Function*.
13. Wang, K., Zhao, J., Wang, Y., & Liu, M. (2025). Exercise benefits yourself and your offspring: a mini-review. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 13.
14. Alshiyab, D., Al-qarqaz, F. A., Muhaidat, J., Alkhader, Y. S., Al-Sheyab, R. F., & Jafaar, S. (2020). Comparison of the efficacy of Tacrolimus 0.1% ointment and Tacrolimus 0.1% plus topical pseudocatalase/superoxide dismutase gel in children with limited vitiligo: a randomized controlled trial. *Journal of dermatological treatment (Print)*, 33, 146 - 149.
15. Guo, J., Xu, M., Mei-Zheng, Liu, S., Jian-Zhou, Ke, L., Chen, T., ... et al. (2016). Topical Application of TAT-Superoxide Dismutase in Acupoints LI 20 on Allergic Rhinitis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2016.
16. Yang, J., Li, X., Jiang, F., Gong, T., Chen, J., Chen, T., & Zhu, P. (2020). High-level soluble expression of human Cu,Zn superoxide dismutase with high activity in Escherichia coli. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 36.
17. Li, X., He, F., Hu, S., Sun, N., Huo, C., & Liu, R. (2022). The culprits of superoxide dismutase inactivation under size-dependent stress of ultrafine carbon black: Superoxide anion, genotoxicity and protein corona. *Science of the Total Environment*, 862, 160770 .
18. Sun, K., Li, M., Song, Y., Tang, J., & Liu, R. (2021). Organism and molecular-level responses of superoxide dismutase interaction with 2-pentanone. *Chemosphere*, 286 Pt 2, 131707 .
19. Meng, G., Li, L., Wang, L., Zhang, Y., Zhang, L., Ji, J., Chen, S., ... et al. (2025). Computational mining and redesign of superoxide dismutase with activity-thermostability improvement. *International Journal of Biological Macromolecules*, 141871 .
20. Landscapes of missense variant impact for human superoxide dismutase 1. *Semantic Scholar* (2025).

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.