

# La importancia de las bacterias beneficiosas en la producción de óxido nítrico

Análisis escrito por [Dr. Joseph Mercola](#)

## HISTORIA EN BREVE

- › Aunque su cuerpo produce óxido nítrico (NO, por sus siglas en inglés) dentro de las células endoteliales del aminoácido L-arginina, la fuente más significativa son los nitratos en los alimentos, los cuales las bacterias intestinales luego convierten en nitrito y más tarde en NO, sin pasar por la vía de L-arginina
- › El NO promueve la función endotelial saludable y la salud cardíaca al dilatar los vasos sanguíneos. Asimismo, ayuda a mantener la homeostasis fisiológica, suprime la inflamación y promueve la angiogénesis, es decir, la formación de nuevos vasos sanguíneos sanos
- › El NO protege su salud mitocondrial, aumenta la función inmunológica y tiene un potente potencial antibacteriano. Las pruebas in vitro han demostrado que puede matar la mayoría de los patógenos entéricos en 1 hora
- › En nuestro actual tipo de alimentación, los nitratos se pueden encontrar en alimentos vegetales ricos y en carnes procesadas. Sin embargo, mientras que los nitratos de los alimentos vegetales promueven el NO, las carnes procesadas provocan la conversión de nitratos en compuestos N-nitrosos que son cancerígenos
- › Algunos de los alimentos vegetales con un alto contenido de nitratos son la rúcula, ruibarbo, cilantro, lechuga cabeza de mantequilla, col silvestre, albahaca, hojas de betabel, lechuga hoja de roble, acelga y betabel roja, sobre todo el betabel fermentado

El óxido nítrico (NO, por sus siglas en inglés) es un gas soluble que se almacena en el endotelio que recubre los vasos sanguíneos. El NO tiene muchos beneficios excepcionales, sin embargo, existe una gran confusión sobre cómo se produce en su cuerpo.

Cuando su cuerpo no produce naturalmente NO dentro de sus células endoteliales a partir del aminoácido L-arginina, la fuente más significativa son los nitratos en los alimentos, que se encuentran en vegetales recién cultivados, y que más tarde las bacterias intestinales los convierten en nitrógeno y luego en NO, al pasar por la típica vía de la L-arginina.

Asimismo, la investigación sugiere que los nitritos derivados de bacterias desempeñan un papel importante, si no es que primordial, en la homeostasis del NO. Como se explica en el artículo titulado "The Metabolic Effects of Dietary Nitrate in Health and Disease", publicado a principios de este mes en la revista *Cell Metabolism*:

*"[El NO], generado a partir de L-arginina y oxígeno por NO sintasas, es una molécula de señalización pleiotrópica involucrada en la regulación cardiovascular y metabólica. Recientemente, se ha estudiado una vía alterna para la formación de este radical libre.*

*Los aniones inorgánicos nitrato (NO<sub>3</sub>) y nitrito (NO<sub>2</sub>), originados en fuentes alimenticias y endógenas, generan una bioactividad de NO en un proceso que involucra tanto bacterias orales, que al parecer son simbióticas, como enzimas en la sangre y tejidos ...*

*Algunos de los mecanismos subyacentes a los beneficiosos efectos metabólicos del nitrato ... son la interacción con la respiración mitocondrial, la activación de las principales vías metabólicas reguladoras y la reducción del estrés oxidativo."*

## **Beneficios del óxido nítrico (NO)**

El NO promueve la función endotelial saludable y la salud cardíaca al dilatar los vasos sanguíneos, lo que mejora el flujo sanguíneo y disminuye la presión arterial. Un mejor flujo sanguíneo permite que el oxígeno y los nutrientes vitales fluyan libremente por todo su cuerpo mientras elimina los desechos y el dióxido de carbono.

Cabe señalar que el NO se encuentra en áreas que son hipóxicas, lo que significa que necesitan oxígeno, y tanto el corazón como el cerebro son grandes consumidores de oxígeno.

Se ha demostrado que el NO mejora la neuroplasticidad cerebral al mejorar la oxigenación de la corteza somatomotora (un área frecuentemente afectada en las primeras etapas de la demencia).

Asimismo, ayuda a diluir la sangre y disminuir su viscosidad, lo que disminuye la acumulación plaquetaria. Esto último puede desalentar el desarrollo de coágulos que pueden causar un ataque al corazón o un derrame cerebral. De igual forma, el NO tiene los siguientes beneficios:

- Desempeña un papel protector en su salud mitocondrial. Incluso su músculo esquelético, que se compone de solo un 1 % o 2 % de mitocondrias, depende de estas fuentes energéticas para producir sus movimientos diarios.

Cuando hace ejercicio y le duelen los músculos, se debe a que sus músculos carecen de oxígeno, lo que su cuerpo compensa liberando NO con el fin de dilatar los vasos sanguíneos, lo que facilita el suministro de oxígeno.

Esta es una de las razones por las cuales las ráfagas cortas e intensas de ejercicio son un tipo de actividad física sumamente eficiente, pues aumenta significativamente el NO. Cuando hace ejercicio, los vasos sanguíneos tardan unos 90 segundos en quedarse sin NO almacenado y comenzar el proceso de producción.

Por lo tanto, no solo es importante proporcionarle a su cuerpo las materias primas para producir NO, sino también procurar liberar NO constantemente mediante

ejercicios de alta intensidad como el que denominamos **Liberación de Óxido Nítrico**.

- Mejora su función inmunológica, haciendo que su cuerpo esté mejor preparado para combatir los patógenos extraños. El NO también tiene un potente potencial antibacteriano.

Las pruebas in vitro han demostrado que puede erradicar a la mayoría de los patógenos entéricos en una hora. *Mycobacterium tuberculosis*, *Salmonella* y *Shigella* son particularmente susceptibles al NO.

- Ayuda a mantener la homeostasis fisiológica. Por ejemplo, en el intestino, el NO regula el flujo sanguíneo de la mucosa, la motilidad intestinal y el grosor del moco. El NO también desempeña un papel fundamental en la homeostasis de especies reactivas del oxígeno, que pueden tener un impacto significativo en las vías metabólicas.
- Ayuda a suprimir la inflamación, mientras que en los microvasos, sobre todo en sus capilares, el NO junto con factores de crecimiento ayudan a promover la angiogénesis, es decir la formación de nuevos vasos sanguíneos saludables.

## **Pocos descubrimientos científicos pueden igualar la importancia del NO**

Cuando estaba en la escuela de medicina, no se sabía nada sobre el NO. Desde su descubrimiento en 1980, este ha desafiado y actualizado nuestra comprensión de la biología y patología humana. A pesar de que Joseph Priestly descubrió el NO en 1772, no fue hasta 1980 que el bioquímico Robert Furchgott descubrió que las células endoteliales liberan un factor relajante derivado del endotelio (EDRF, por sus siglas en inglés), que relaja el músculo liso vascular.

El experto, junto con el Dr. Louis J. Ignarro y el Dr. Ferid Murad recibieron el Premio Nobel de Fisiología o Medicina en 1998 por "sus descubrimientos sobre el óxido nítrico como una molécula de señalización en el sistema cardiovascular."

En 1986, Furchgott e Ignarro, farmacólogos, habían llegado por sí solos a esta misma conclusión: el EDRF es el NO que Joseph Priestly había descubierto. No obstante, en la actualidad existen más de 160 000 investigaciones que detallan la fisiología y la patología del NO.

He aquí un breve resumen de algunos puntos clave:

- El NO se genera en su cuerpo mediante 3 enzimas primarias de óxido nítrico sintasa (NOS, por sus siglas en inglés): NOS endotelial (NOSe), NOS neuronal (NOSn) y NOS inducible (NOSi). El NOSe se produce en el endotelio vascular y por lo general se relaciona con reacciones biológicas beneficiosas, mientras que el NOSn y NOSi se relacionan con efectos tóxicos.

Las citocinas proinflamatorias incluyen fácilmente NOSi en muchos tejidos y, a diferencia de las otras enzimas NOS, esta no está regulada por cambios en el calcio intracelular.

- El NO es más que solo otra molécula de señalización. Si entendemos cómo se comunica podremos entrever por qué el NO tiene tantos roles fisiológicos en el ámbito biológico.

Cabe señalar que la concentración local de NO, no es el único determinante; también puede transmitir información por medios más sutiles, y el hecho de que puede atravesar las membranas celulares permite que vaya repetidamente dentro y fuera de una célula.

Sin embargo, dado que solo puede trasladarse a corta distancia, su acción se limita a las limitadas células que se encuentran más próximas a la fuente de producción. Esto significa que, por ejemplo, el NO producido en el intestino no influirá en el sistema nervioso central, por lo que es importante fomentar su producción en todo el sistema.

- Si bien el NO tiene muchos beneficios, también es un radical libre y cuando se combina con superóxido forma la molécula reactiva más perniciosa en su cuerpo, el peroxinitrito.

En mi opinión, es la molécula reactiva más dañina en su cuerpo que contribuye a una gran parte del daño oxidativo en su ADN, membranas celulares y proteínas. Esto suele ocurrir cuando se expone a **campos electromagnéticos peligrosos**.

- La mayoría de los efectos beneficiosos del NO están mediados por su capacidad de estimular el guanilato ciclasa soluble, esto produce guanosín monofosfato cíclico (cGMP, por sus siglas en inglés) que actúa, a su vez, para estimular la proteína cinasa dependiente de cGMP o por su capacidad para nitrosilar residuos de proteína cisteína.
- Un ejemplo del uso terapéutico de NO es la terapia de campo electromagnético pulsado o PEMF por sus siglas en inglés, que desde la década de 1970 se ha empleado convencionalmente para tratar fracturas óseas mal unidas.

Probablemente en este contexto, el aumento del NO promueve la síntesis de GMPc y activa la proteína quinasa G, que puede estimular los huesos y el crecimiento óseo.

Ahora pensamos que la razón por la cual la PEMF es segura y los campos electromagnéticos no, es en gran parte el resultado de la frecuencia. Por lo general, la PEMF es menor a 100 Hz, mientras que las frecuencias de los campos electromagnéticos peligrosos suelen ser de más de 2000 Hz a Gigahertz.

## **Los beneficios de los nitratos en los alimentos coinciden con los del NO**

Considerando que los nitratos desencadenan la producción de NO, resulta lógico que los nitratos alimenticios tengan los mismos efectos sobre la salud que el NO, como disminuir la presión arterial, mejorar la función endotelial, aumentar el rendimiento físico, revertir el síndrome metabólico y exhibir efectos antidiabéticos.

De hecho, se ha demostrado que los nitratos en los alimentos revierten el **síndrome metabólico** en los ratones y mejoran el flujo sanguíneo de los islotes pancreáticos, así como la **secreción de insulina** en las ratas.

En la medicina convencional, los nitratos se utilizan para tratar la angina de pecho y la insuficiencia cardíaca congestiva. Asimismo, las investigaciones han demostrado que un vaso de jugo de betabel tiene el mismo efecto que los nitratos recetados. Se ha demostrado que el **betabel** crudo, el cual tiene un alto contenido de nitratos, reduce la presión arterial en un promedio de 4 a 5 puntos en tan solo unas cuantas horas.

Otro estudio descubrió que beber diariamente 8 onzas (236 ml) de jugo de betabel redujo la presión arterial en un promedio de casi 8 puntos tras la primera semana, lo cual es más de lo que logra la mayoría de los medicamentos para la presión arterial. También se ha demostrado que los betabeles crudos aumentan la resistencia durante el ejercicio hasta en un 16 %, gracias a una mayor producción de NO.

## **Los nitritos ya no son los malos de la historia**

En el pasado, los nitritos eran denigrados a nivel mundial como compuestos cancerígenos, sin importar la fuente o la forma en que se producían. En la actualidad, sabemos que esto es falso, y hablaré de esto con más detalle en la siguiente sección. Tal y como lo explica una investigación publicada en el 2006 bajo el título “Nitrite in Nitric Oxide Biology”:

*"Todo tipo de vida requiere compuestos de nitrógeno. El nitrito es un compuesto que se produce naturalmente en la naturaleza y la biología.*

*Con los años, la postura farmacológica sobre el mismo ha sufrido una sorprendente metamorfosis, paso de ser una sustancia denigrada que generaba nitrosaminas cancerígenas en el estómago, a un medicamento que podría salvar vidas y que libera un agente protector (óxido nítrico o NO) durante los eventos hipóxicos.*

*El nitrito se ha investigado como un vasodilatador en mamíferos por más de 125 años y es un subproducto derivado del metabolismo del nitrato orgánico. Recientemente se han redescubierto algunas de sus acciones vasodilatadoras en la fisiología junto con nuevos hallazgos que lo interpretan como una molécula fundamental en la biología.*

*Hasta hace poco tiempo, se pensaba que el nitrito era un producto inerte de la descomposición oxidativa de la síntesis del NO endógeno, sin embargo, en los últimos años los científicos se han centrado en la reducción de nitrito a NO en la circulación como posible mecanismo de vasodilatación hipóxica.*

*El nitrito ha evolucionado hasta convertirse en una molécula de señalización endógena y un regulador de la expresión génica que no solo puede servir como un marcador de diagnóstico, sino también para encontrar su papel como un posible agente terapéutico de la enfermedad cardiovascular".*

## **Guía básica para entender los nitratos alimenticios**

Como se explica en el artículo titulado "The Metabolic Effects of Dietary Nitrate in Health and Disease": "La relativa contribución del NO alimenticio, comparado con el NO endógeno generado por NOS, en la cantidad de nitratos en el cuerpo, es muy cambiante. Sin embargo, con un consumo moderadamente alto de vegetales (200 gramos al día), la fuente alimenticia claramente predominará".

En la alimentación moderna, los nitratos se pueden encontrar tanto en alimentos vegetales como en **carnes procesadas**. Sin embargo, solo una de estas fuentes es beneficiosa.

El otro es conocido por ser cancerígeno, por lo que el problema se esconde en los detalles. Resulta que su cuerpo procesa los nitratos de forma diferente dependiendo de la fuente.

Los nitratos alimenticios se convierten en nitritos por bacterias orales durante la masticación. Una vez que los nitritos se consumen y entran en contacto con el ácido estomacal, se pueden convertir en NO beneficioso, o bien, en compuestos N-nitrosos cancerígenos como las nitrosaminas. Varios factores pueden influir en esta conversión:

1. Un factor que influye es si los nitritos se encuentran o no en combinación con la proteína y el hemo (un compuesto que contiene hierro y que forma parte de la



molécula de hemoglobina en la sangre). Esto es lo que hace que las carnes procesadas sean tan nocivas.

La carne procesada está clasificada como un carcinógeno del grupo 1, junto con el **tabaco** y los **asbestos**. De acuerdo con una revisión de más de 7000 estudios clínicos, el Fondo Mundial para la Investigación del Cáncer concluyó que no existe un límite inferior seguro para las carnes procesadas y que deben evitarse por completo con el fin de minimizar el riesgo de cáncer.

Como explicó Gunter Kuhnle, profesor de ciencias alimentarias y nutrición en la Universidad de Reading, en el Reino Unido: “Lo que hace que las carnes procesadas sean el escenario perfecto para la formación de compuestos N-nitroso es que tienen una combinación de nitrito y proteínas de la carne. Y al parecer, el hemo de la carne ayuda a convertirlos en compuestos N-nitroso”.

2. Los nitratos en los alimentos también son más propensos a convertirse en nitrosaminas cancerígenas cuando se calientan, que es lo que sucede durante la cocción y el procesamiento de la carne. Por lo general, la mayoría de los alimentos vegetales no se cocinan o fríen a altas temperaturas, lo que minimiza las posibilidades de que se produzcan sustancias nocivas.
3. Las plantas contienen **antioxidantes** (como vitamina C y polifenoles) que impiden la formación de nitrosaminas dañinas. La presencia de estos compuestos ayuda a garantizar que los nitritos se conviertan en NO beneficioso una vez que lleguen al estómago en lugar de los dañinos compuestos N-nitroso.
4. La composición de las bacterias intestinales también puede desempeñar un papel en esto. Las investigaciones sugieren que las bacterias beneficiosas ayudan a descomponer las nitrosaminas, mientras que las dañinas aumentan la producción de nitrosamina.

## **Alimentos ricos en nitratos saludables**

En resumen, una alimentación rica en nitratos puede hacer maravillas en su salud, pero solo cuando los nitratos provienen del reino vegetal. A continuación, descubrirá una lista de los 10 principales alimentos vegetales con mayor contenido de nitratos:

| Fuente vegetal                | Cantidad de nitratos por cada 100 gramos |
|-------------------------------|--|
| <b>Rúcula</b>                 | 480 miligramos (mg)                      |
| <b>Ruibarbo</b>               | 281 mg                                   |
| <b>Cilantro</b>               | 247 mg                                   |
| Lechuga cabeza de mantequilla | 200 mg                                   |
| Col silvestre                 | 188 mg                                   |
| <b>Albahaca</b>               | 183 mg                                   |
| Hojas de betabel              | 177 mg                                   |
| Lechuga hoja de roble         | 155 mg                                   |
| Acelga                        | 151 mg                                   |
| <b>Betabel rojo</b>           | 110 mg                                   |

Comer ajo también ayuda a aumentar la producción de NO a través de la vía L-arginina. Aunque su contenido de nitratos es bajo, el ajo aumenta el óxido nítrico sintasa, que convierte la L-arginina en NO en presencia de cofactores como las vitaminas B2 y B3.

Los betabeles, mientras que están en el extremo inferior de la lista anterior, se convierten en un fantástico activador del NO cuando se fermentan. Los betabeles fermentados contienen 2 o 3 gramos de nitratos por cada 100 gramos, por lo que procuro añadir nuestro polvo de betabel fermentado en mi batido diario.

Otros ejemplos son el betabel en escabeche, chucrut con betabel infundido y jugo de betabel fermentado, mejor conocido como [kvas de betabel](#). Los betabeles en escabeche hechos en casa contienen niveles más altos de nitratos en comparación con los comerciales; una diferencia propia de los métodos de procesamiento.

De acuerdo con al menos un estudio, añadir azúcar en los fermentos comerciales "diluye" el contenido de nitrato del producto final.

## **Más sobre cómo el NO se crea a partir de nitratos alimenticios**

Hace poco, los investigadores estudiaron exhaustivamente los nitratos alimentarios y demostraron que desempeñan un papel mucho más importante en la salud humana de lo que se pensaba, en gran parte debido a su influencia en la producción de NO. Tal y como lo explica un trabajo realizado por *PLoS One* en el 2015:

*"... El nitrato primero se convierte en nitrito y posteriormente en amoníaco. Las cepas de L. rhamnosus, L. acidophilus y B. longum infantis cultivadas con nitrato produjeron cambios menores en los niveles de nitrito o amoníaco en los cultivos. Sin embargo, cuando se le suministró nitrito exógeno, el NO produjo fácilmente gas independientemente del nitrato añadido.*

*La producción bacteriana de ácido láctico causa una acidificación media que a su vez genera NO por reducción no enzimática de nitrito. En contraposición, el nitrito se convirtió en NO por cultivos de E. coli incluso bajo un pH neutro.*

*Pensamos que la degradación del nitrato bacteriano al amoníaco, así como la formación de NO en el intestino, podría ser un aspecto importante del metabolismo general del nitrato/nitrito/NO en mamíferos y es otra forma en que el microbioma vincula la alimentación y la salud."*

Dicho de otra forma, parece haber una relación muy estrecha entre los nitratos alimentarios y diversas bacterias intestinales. La cadena de metabolismo de nitrato/nitrito/NO y la influencia de las bacterias intestinales se puede resumir de la siguiente manera:

1. Primero, las bacterias probióticas como *Lactobacillus* degradan el nitrato a nitrito, y este último se convierte en un sustrato para el NO.
2. El segundo paso es la conversión de nitrito a NO, que puede ocurrir a través de varios procesos (independientemente de la presencia de bacterias probióticas), como los siguientes:
  - Acidificación en el estómago o en partes localizadas del intestino
  - Otras bacterias intestinales capaces de desnitrificar el nitrito a NO
  - Células mucosas intestinales con actividad peroxidasa

## **Los vegetales ricos en nitratos junto con un probiótico pueden concederle los mejores beneficios**

Cuando tome un probiótico como *Lactobacillus* junto con nitrato, tendrá un aumento de NO, pero solo el primer paso del proceso (la degradación de nitrato a nitrito) es un resultado directo del probiótico.

Por el contrario, fuera del cuerpo humano, como durante la fermentación, los probióticos pueden dirigir todo el proceso, primero al degradar el nitrato a nitrito y luego al generar NO a través del ácido láctico producido por el proceso de fermentación en sí.

Aunque todo esto puede sonar frustrantemente complejo, el punto central es: si desea apoyar su vía de NO e impulsar su producción, probablemente la mejor manera de hacerlo sea tomando una combinación de probióticos y alimentos vegetales ricos en nitratos. Asimismo, quizás los suplementos que combinan ambos sean más efectivos.

De manera alternativa, si está tomando algo similar al polvo de betabel fermentado u otro suplemento de NO con el fin de aumentar el rendimiento atlético y/o la salud cardíaca o cerebral, considere la posibilidad de agregar un probiótico de alta calidad y tómelos juntos.

## Fuentes y Referencias

---

- [PLOS One 2015; 10\(3\): e0119712](#)
- [Free Radical Biology and Medicine September 2006; 41\(5\): 691-701](#)
- [Cell Metabolism 2018 Jul 3;28\(1\):9-22](#)
- [DrSinatra.com February 20, 2015](#)
- [New York Daily News April 20, 2017](#)
- [Express.co.uk April 20, 2017](#)
- [Journals of Gerontology November 9, 2016, glw219](#)
- [Neuroscience News April 19, 2017](#)
- [Zachbushmd.com The Four Minute Workout](#)
- [American Journal of Cell Physiology 2017 Mar 1; 312\(3\): C254–C262](#)
- [Vascular Pharmacology November 2006; 45\(5\): 268-276](#)
- [Nobelprize.org Robert Furchgott](#)
- [Pharmacol Rev. 2010 Sep; 62\(3\):525-63](#)
- [Clin Orthop Relat Res. 1998;355\(Suppl. I\):S205–15](#)
- [Biochem Biophys Res Commun. 2012;426:330–3](#)
- [Hypertension 2008 Mar;51\(3\):784-90](#)
- [PNAS October 12, 2010. 107 \(41\) 17716-17720](#)
- [Free Radical Biology and Medicine September 2012; 53\(5\): 1017-1023](#)
- [Bodyecology.com What Can Nitrates in Beet Juice Do For You?](#)
- [Nutr J. 2012 Dec 11;11:106](#)
- [Hypertension 65: 320, 2015](#)
- [J Appl Physiol \(1985\). 2009 Oct;107\(4\):1144-55](#)
- [Nutrition Action March 5, 2018](#)
- [Wired October 27, 2015](#)
- [Scientific American October 26, 2015](#)
- [The Atlantic October 26, 2015](#)
- [World Cancer Research Fund, Limit Red Meat and Avoid Processed Meat](#)
- [Carcinogenesis 1989 Feb;10\(2\):397-9](#)
- [Essentialstuff.org April 28, 2014](#)
- [Applied Microbiology 1975 Jan;29\(1\):7-12](#)
- [Morning Steel, Nitric Oxide Foods](#)
- [Anabolic Men, Nitric Oxide Foods](#)
- [Livestrong, Fruits and Vegetables High in Nitrates](#)
- [The Drs Wolfson, 10 Foods to Boost Nitric Oxide](#)
- [Plant Foods Hum Nutr. 1991 Jul;41\(3\):261-8](#)
- [Nutrition Research April 2011; 31\(4\): 262-269](#)