

Aliméntate sanamente: come frutas y verduras

(o de cómo la vitamina C incrementa la disponibilidad de hierro)

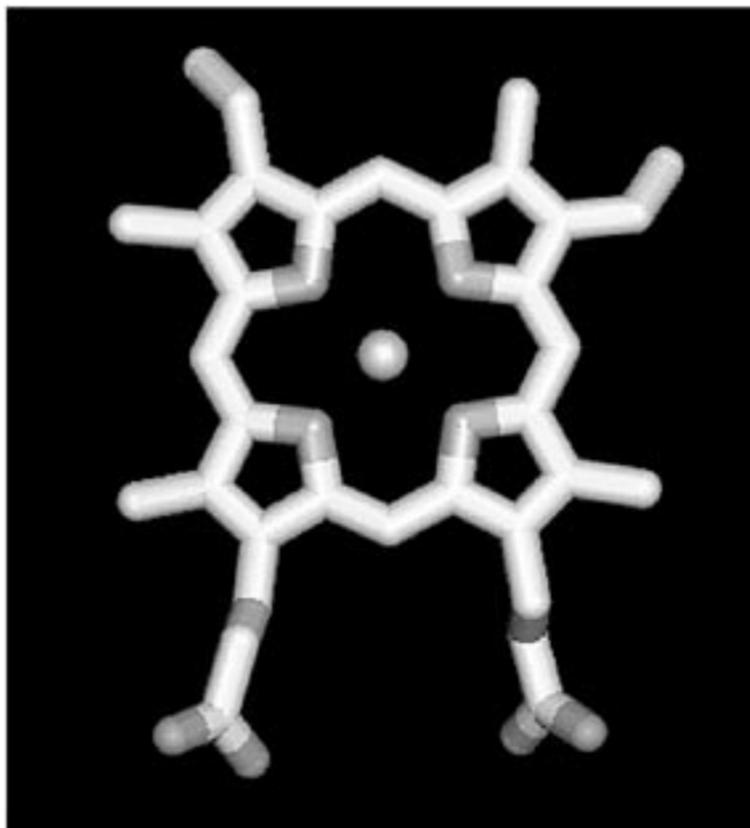
Brenda Valderrama

*Instituto de Biotecnología,
UNAM-Campus Morelos
Miembro de la Academia de
Ciencias de Morelos, A.C.*

Los seres vivos estamos compuestos por cinco elementos fundamentales: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre. Cuando quemamos un trozo de leña, la mayor parte de la materia se convierte a gases conteniendo estos elementos: bióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre y agua. Sin embargo queda un residuo, al cual llamamos cenizas, compuesto por metales (sodio, potasio, magnesio, calcio, zinc, hierro, cobre, manganeso y molibdeno). Los metales en los seres vivos corresponden a menos del 1 % de su masa; sin embargo son indispensables, pues muchas de las reacciones bioquímicas fundamentales para la vida dependen de ellos.

Una nutrición con baja aportación de metales tiene causas funestas en el desarrollo de las personas, siendo la de hierro la deficiencia más común manifestada como anemia aguda. La deficiencia de hierro ocasiona fallas graves ya que retrasa el desarrollo normal de funciones motrices (actividad y movimiento normales) y las funciones mentales (habilidades intelectuales y de procesamiento). Durante el embarazo aumenta el riesgo de dar a luz bebés pequeños o prematuros; en adolescentes afecta la memoria y otras funciones mentales y en adultos la habilidad de realizar trabajo físico.

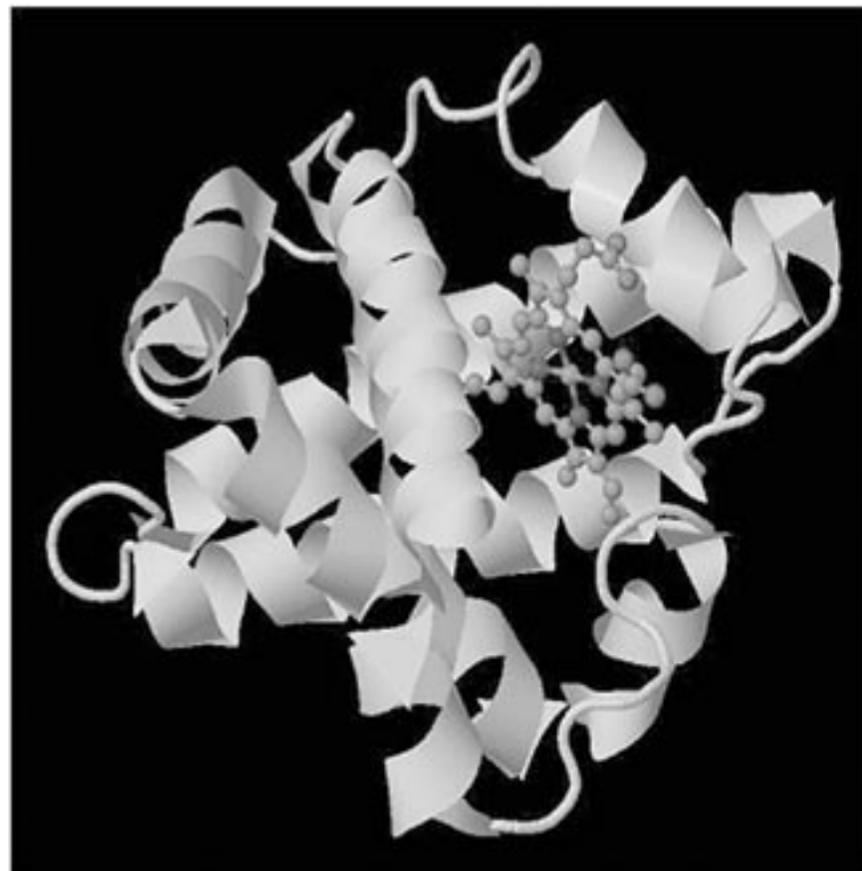
Existen dos fuentes básicas de hierro en nuestra dieta, el hémico y el no-hémico. El hierro hémico es aquel que ingerimos en forma del grupo hemo, una estructura orgánica desarrollada por los seres vivos para inmovilizar y activar al hierro en las proteínas. La hemoglobina es la principal hemoproteína en los animales, contiene un grupo hemo por subunidad y se encuentra en la sangre. Su función fisiológica es transportar el oxígeno de los pulmones al resto del cuerpo. La segunda he-



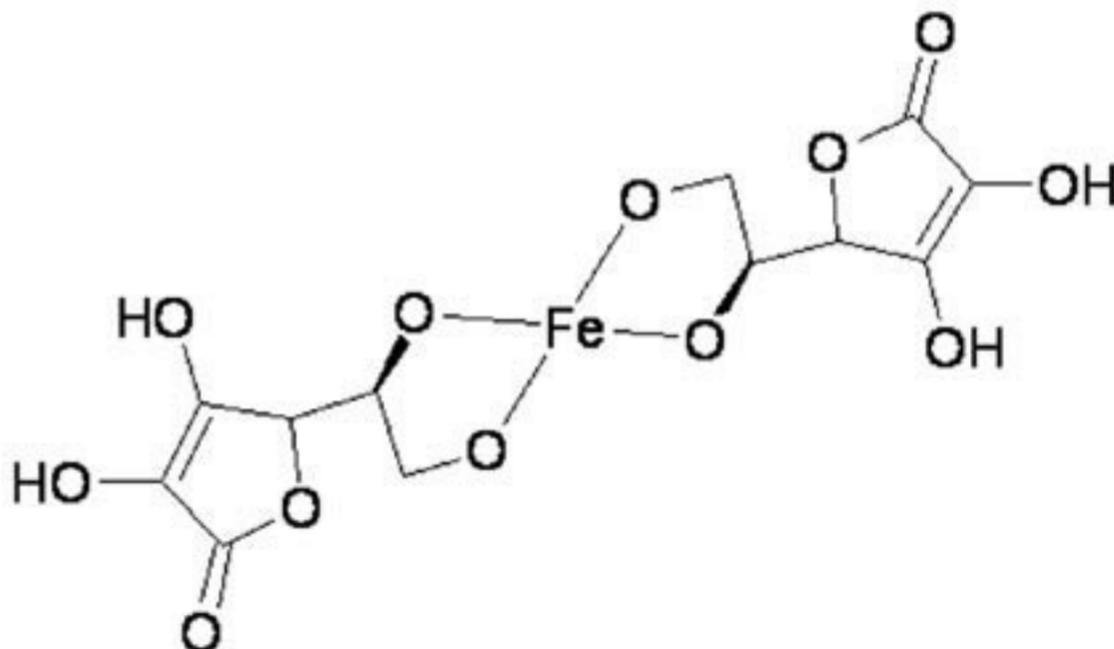
Estructura del grupo hemo. El grupo hemo se forma por la adición de un átomo de hierro a un andamiaje formado por cuatro anillos llamado porfirina. Las porfirinas pueden unir otros metales diferentes al hierro formando grupos con otras propiedades, por ejemplo, la clorofila es una porfirina modificada con un átomo de magnesio.

moproteína más abundante es la mioglobina, que se acumula en los músculos y es la encargada de proveer oxígeno a este tejido. La coloración característica de la sangre y de la carne proviene precisamente de la alta concentración de hierro hémico. El hierro no-hémico es cualquiera que no provenga de estas proteínas y es la principal fuente del metal en vegetales y verduras, en la leche materna, o en alimentos procesados adicionados con hierro.

Mientras que el hierro hémico es absorbido fácilmente por nuestro cuerpo, el no-hémico, es más difícil de incorporar. Existe un número importante de personas entre las que se encuentran los niños pequeños, que no consumen carne por diferentes razones. En estos casos la ingesta de hierro es menos eficiente, pudiendo llegar a causar problemas nutricionales si no se co-



Modelo tridimensional de la mioglobina. Las propiedades de los átomos de hierro en las porfirinas son variables y dependen de las interacciones que tengan con otras moléculas. En el caso de la mioglobina, la proteína modula las propiedades del hierro utilizándolo para almacenar y distribuir el oxígeno dentro de los músculos.



Complejo vitamina C - hierro. Un átomo de hierro interactúa con dos moléculas de Vitamina C para formar un complejo estable que solubilice y distribuya el metal hasta el interior de las células.

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.



rige mediante el balance adecuado de la dieta.

En el caso de niños pequeños alimentados con fórmula, o cuando los adultos consumimos vegetales como arroz, maíz, frijol, lentejas o trigo como alimentos únicos, solamente se absorben del 1 al 7 % del hierro no-hémico contenido en estos alimentos. Si los acompañamos de vitamina C, es posible incrementar notablemente su asimilación. A diferencia de otros organismos, los humanos no producimos vitamina C por lo que tenemos que ingerirla diariamente en nuestra dieta. La fuente natural de vitamina C son las frutas y verduras, y es una de las razones por la cual se recomienda fuertemente una ingesta diaria de cinco porciones, es decir, comer unas cinco frutas, de preferencia distribuidas a lo largo del día.

Ahora, la pregunta que nos surge es: ¿Por qué la vitamina C aumenta la asimilación de hierro no-hémico? Para responder la pregunta tenemos que considerar primero que cuando el hierro no-hémico se disuelve en agua se carga eléctricamente, en este caso con carga positiva. Las moléculas cargadas se conocen como iones. Los iones de hierro en solución pueden existir en dos estados de carga alternativos: como hierro +2 (ferroso) ó hierro +3 (férrico). El hierro ferroso es muy soluble en agua y puede ser asimilado directamente, mientras que el hierro férrico es menos soluble, lo que dificulta su asimilación. Los alimentos que ingerimos poseen una mezcla de hierro en ambos estados, sin embargo, al llegar al estómago, la acidez natural de este órgano modifica a todo el hierro del alimento hasta su estado férrico, limitando notablemente su potencial asimilación.

LA VITAMINA C Y EL EFECTO DE QUELADO

La vitamina C puede unirse con el hierro no-hémico y dado que el complejo es más soluble que el metal libre, aumenta su disponibilidad. Éste fenómeno se llama *quelado* y las moléculas que lo realizan se conocen como *quelantes*, palabra proveniente del griego (*chelè*) que significa garra.

Los iones de hierro pueden interaccionar con quelantes que tengan posibilidad de neutralizar su carga positiva, por lo tanto la

mayoría de los quelantes son ácidos. La vitamina C también es un ácido y se conoce como ácido ascórbico. Estrictamente, la vitamina C es un diácido orgánico ya que contiene dos grupos carboxilo. La interacción entre la vitamina C y un ión de hierro es mediante los dos grupos carboxilo como si fueran los dos brazos de una pinza. Este tipo de interacción se conoce como enlace bidentado (de dos dientes).

Existen diferentes indicadores con los que podemos describir una interacción entre dos moléculas, entre ellos se encuentra la *estequiometría* y la *afinidad*. Cuando hablamos de estequiometría nos referimos a la cantidad relativa de moléculas que participan en la interacción, es decir cuántas moléculas de cada reactante se asocian para dar cuantas moléculas de cada producto. En nuestra reacción, los reactantes son la vitamina C y el hierro y el producto el complejo vitamina C-hierro. Cada ión de hierro puede formar cuatro interacciones mientras que una molécula de vitamina C solo puede formar dos interacciones, por lo tanto la estequiometría de la reacción es dos moléculas de vitamina C y un átomo de hierro por cada molécula de complejo. El otro indicador que usaremos para describir la interacción es la *afinidad*, es decir que tanta avidez tienen los reactantes entre ellos y que tan probable es que sean interferidos por moléculas externas. Por ejemplo, si otras moléculas quelantes pueden interaccionar con hierro, entonces competirían con la vitamina C y eso reduciría la asimilación del metal. Algunos componentes de nuestra dieta, como por ejemplo el ácido fítico, (abundantes en lentejas, garbanzos, salvado y arroz integral), los taninos (presentes en frutas como granadas, nísperos, moras, arándanos, grosellas, membrillos, algunas legumbres y en bebidas como el té, el café y el chocolate) y las pectinas abundantes en frutos, son capaces de reducir la absorción intestinal del hierro formando complejos insolubles con el metal. Este efecto inhibitorio resulta no ser tan importante al final, pues la afinidad relativa de la vitamina C por el hierro, es decir, la avidez que presenta por el metal comparada con la de los otros quelantes, resulta ser sustancialmente mayor.

En resumen, la vitamina C, también conocida como ácido ascórbico, incrementa la disponibilidad de hierro en el intestino al formar complejos bidentados de alta afinidad. Esto quiere decir que si queremos asimilar todo el hierro no-hémico de un plato de frijoles (aproximadamente 10 mg) basta con consumir una fruta fresca de postre o más fácil y más económico, tomar agua de frutas en lugar de refresco. A pesar de lo que se piensa, las

naranjas no son el alimento con mayor contenido en vitamina C siendo mejores las guayabas, los pimientos, las coles de bruselas, el limón, la coliflor, la espinaca e inclusive las fresas. La biodiversidad de nuestro país nos permite tener frutas y verduras frescas todo el año, así que si balanceamos nuestra dieta podremos tener una provisión suficiente de hierro y vitamina C aunque no consumamos carne.

Finalmente, quisiera comentar sobre los efectos de un exceso de hierro por envenenamiento, por ejemplo si un pequeño ingiere por accidente un complemento de hierro para adultos. En este caso los primeros síntomas serán diarrea, vómito y fiebre debiendo ser llevado de emergencia al médico, pues la exposición prolongada ocasiona daño a los órganos internos, principalmente al hígado, con riesgo de ser mortal.

Con el objetivo de estimular y promover las actividades de investigación, así como la posibilidad de detectar talentos en las áreas de ciencias y humanidades entre los estudiantes de nivel medio y medio superior, el Centro Universitario Anglo Mexicano, S. C. y la Academia de Ciencias de Morelos, A. C. convocan a los estudiantes de enseñanza media (secundaria) y media superior (preparatoria/bachillerato) a participar en el

XXI Congreso de Investigación CUAM-ACMor

Jueves 29 y viernes 30 de abril de 2010
de las 9:00 a las 14:00 horas
Sede: CUAM-Morelos
Luna 44 esquina con Sol, Colonia Jardines de Morelos, Morelos

Fecha límite para inscripción y envío de trabajos: **12 de Marzo de 2010**

Es el congreso de mayor tradición en el Estado de Morelos.

El jurado está formado por investigadores de alto nivel, varios de ellos miembros de la ACMor. Este evento es clasificatorio para las **Exposiciones Nacionales y Exposiciones internacionales, así como otros eventos Internacionales de Milset**

Los ganadores tendrán derecho a una **beca**, otorgada por la Academia Mexicana de Ciencias, para un **"Verano de la Investigación"**

Informes

| | |
|---|---|
| <p>Lic. Alma Ayala Presidenta del Comité Organizador almaaayal@gmail.com aayala@hcuam.cuam.edu.mx (777) 316 2339</p> | <p>Lic. Nora de la Vega noravega74@hotmail.com nvega@hcuam.cuam.edu.mx (777) 315 6888 y 316 2389</p> |
| <p>M. en B. Alma Caro Secretaría Ejecutiva de la ACMor almadcaro@yahoo.com.mx Celular (777) 155 7221 Tel. (777) 311 0888</p> | |

Consulta la convocatoria en: www.cuam.edu.mx www.acmor.org.mx

Este evento cuenta con el co-patrocinio del CCyTEM,

a través de un proyecto del Fondo Mixto CONACYT- Gobierno del Estado de Morelos

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org.mx