

# Contenido en cobre de los vegetales

## SU IMPORTANCIA EN LA NUTRICION

Por: M.A. Amaro, G. Zurera y R. Moreno\*

### IMPORTANCIA BIOLÓGICA Y METABOLISMO

El cobre es considerado como un nutriente esencial (Davis y Mertz, 1987). Su papel biológico gira en torno al metabolismo orgánico donde actúa como componente estructural de proteínas como la ceruloplasmina sanguínea (Jiménez y col., 1984), que participa en la síntesis de la molécula de hemoglobina (Davis y Mertz, 1987) y la molécula de transporte transferrina. El cobre destaca como cofactor de enzimas inductoras de reacciones de oxidación y catálisis como la amino-oxidasa, superóxido dismutasa, citocromo oxidasa, uricasa, etc..., y como catalizador de enzimas implicadas en la biosíntesis de profirinas.

Además, este elemento interviene en el correcto funcionamiento del sistema nervioso central, por su interacción con la dopamina-β-hidroxilasa, y en el desarrollo de huesos y del tejido elástico como factor del enzima responsable de la formación de los enlaces entrecruzados de las moléculas de colágeno y elastina. Por ello, el cobre favorece el proceso de angiogénesis, el desarrollo de la vascularización y la biosíntesis de vasos y capilares sanguíneos, todo ello de especial importancia para la recuperación de los tejidos dañados.

En el organismo humano adulto se presentan concentraciones de cobre del orden 50 a 80 mg. Los órganos de depósito del cobre son principalmente hígado, corazón, cerebro, riñón y músculo, además de hallarse contenidos relativamente elevados en cabello.

La vía de incorporación normal de co-

bre es la vía digestiva y la absorción se lleva a cabo en su mayor parte por la mucosa gástrica; aproximadamente el 36% del cobre contenido en el alimento es absorbido en el tracto digestivo (Tumlund y col., 1989), modificándose este porcentaje en función de la concentración del mineral en el alimento y de las necesidades del organismo en este mineral (Reilly, 1991). La excreción del cobre se realiza fundamentalmente por vía biliar, aunque es probable que se elimine cantidades significativas del elemento a través de las secreciones y descamaciones intestinales y sólo pequeñas cantidades por vía urinaria. Las pérdidas por la superficie corporal son inferiores 0.1 mg/día (Tumlund y col., 1989).

Es probable que determinadas cuproproteínas o quelatos de cobre desarrollen acciones farmacológicas beneficiosas, derivadas en un efecto protector frente a los tumores quimioinducidos. Por otro lado, se ha comprobado que seres humanos consumidores de dietas con una relación Cu/Zn baja presentan una mayor incidencia de cáncer de estómago.

### BIODISPONIBILIDAD

La biodisponibilidad del cobre de la dieta está condicionada por diversos factores metabólicos. Jacobs y col. (1987) observaron que la ingestión de elevados niveles de vitamina C genera un descenso de la ceruloplasmina sérica, aunque no afecta a los niveles de cobre en el organismo. La interacción entre el cobre y la vitamina C conlleva la quelación y reducción del metal en el intestino.

Diversos autores comprobaron que, si se administraban ingestas de cinc superiores a las propuestas por el NCR (National Research Council), se reducía la retención de cobre (Festa y col., 1985; Greger, 1988). Por otro lado, el tipo de carbohidra-

to consumido influye en el grado de deficiencia en cobre, comprobándose que dietas ricas en fructosa desarrollaban síntomas más severos de hipocupremia que aquellas en las que se administraba glucosa o almidón (Fields y col., 1984).

Otros factores que condicionan la biodisponibilidad de cobre son el contenido en fibra de la dieta con capacidad para adsorber ciertas cantidades de cobre que se eliminan por heces, la interacción del cobre con otros iones metálicos como hierro y cinc, que generan un fenómeno de competencia en la absorción a nivel intestinal (Linder, 1985), y la presencia de molibdeno y azufre que inhiben la retención del cobre y aumentan su tolerancia (Hill, 1978).

### INTOXICACION Y CUADROS CARENCIALES

En general, el cobre es un elemento mineral de escasa toxicidad por vía oral. Las experiencias realizadas indican la no presencia de efectos fisiológicos desfavorables por el consumo de dosis de hasta 0.5 mg/Kg de peso vivo (FAO/WHO, 1971), reconociéndose como razonablemente seguro una ingesta del orden de 10 mg/día. La toxicidad del cobre es causada, no tanto por el efecto directo del propio catión, sino por un fenómeno de interferencia que provoca sobre la absorción y distribución corporal de otros iones metálicos, particularmente de hierro y de cinc.

La intoxicación aguda por ingestión masiva de cobre en forma de sulfato de cobre se caracteriza por náuseas, vómitos, diarreas, dolor de cabeza, vértigo y debilidad. En los casos más graves aparece taquicardia, hipertensión y a veces estados comatosos que pueden ser seguidos de ictericia, anemia hemolítica, hemoglobinuria, uremia y muerte (Hill, 1978). La enfermedad de Wilson o degeneración he-

(\*) Facultad de Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Córdoba Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos.

# COLABORACIONES TECNICAS

hepatolenticular es una intoxicación por cobre de origen genético con acumulación excesiva de cobre en el hígado, riñón, cerebro y córnea, lo que se traduce en cirrosis, lesiones renales y cerebrales. La exposición prolongada a dosis altas de cobre puede generar trastornos sanguíneos graves tales como anemia hemolítica, o problemas patológicos como la llamada enfermedad de Pink o acrodinia, en niños pequeños que consumen agua con elevadas concentraciones de cobre (Khammas y col., 1985).

En cambio, las deficiencias en cobre se traducen en una serie de anomalías patológicas que pueden generar fallos reproductivos, anemia similar a la producida por déficit de hierro, neutropenia, degeneración miocárdica y descenso de la elasticidad arterial (por inadecuada biosíntesis de

El consumo de cobre es variable en función de la población estudiada; Buchet y Lauwerys (1993) indicaron un consumo medio diario de cobre en Bélgica de 1.4 mg, otros estudios realizados sobre dietas de Gran Bretaña y Estados Unidos mostraron consumos diarios de 1.2 y 0.9 mg/día par hombres y mujeres respectivamente (Southon y col., 1989).

El cobre se caracteriza por ser un notable catalizador oxidativo implicado en el fenómeno de enranciamiento de aceites y grasas, ocasionando diversos problemas tecnológicos a las industrias relacionadas con este sector (Reilly, 1991). El cobre como agente oxidante también provoca una disminución de la concentración de la vitamina C de los alimentos por oxidación del ácido ascórbico a otros metabolitos de menor valor biológico (Villanueva y col., 1963; Ford y col., 1986).

raíces y hojas de diversas verduras y hortalizas. Estas variaciones en el contenido de cobre también fueron constatadas por Hutchinson fue realizado sobre los suelos de cultivos intensivos donde la productividad viene dada por la aplicación de fertilizantes y pesticidas que pueden incorporar posibles restos de trazas metálicas, entre ellas el cobre, lo que implica una posible fuente de contaminación. En este caso, se puede apreciar la influencia del tipo de suelo y las condiciones de fertilización sobre el contenido mineral del cultivo.

Yläranta y Sillanpää (1985) estudiaron el contenido en micronutrientes de distintos cultivos de raíces, hierbas y legumbres, observaron una variabilidad amplia en las concentraciones minerales halladas, siendo el menos variable el contenido en cobre. Las diferencias también se establecieron con respecto a las concentraciones de micronutrientes encontradas en partes distintas de la planta, siendo los cultivos más heterogéneos el guisante (semilla,  $9.3 \pm 1.9$  y tallo,  $8.7 \pm 2.4$  mg/Kg en peso seco) y la remolacha azucarera (raíces,  $4.4 \pm 1.2$  y cubiertas,  $8.6 \pm 1.6$  mg/Kg peso seco).

Otros autores han comprobado que existe una mayor acumulación de cobre en determinadas zonas del vegetal, observándose mayores concentraciones de este mineral en la yema o punta del espárrago con respecto a la porción restante del turión. Moreno y col. (1992) hallaron niveles de cobre en la porción apical de espárrago blanco de  $1.9 \pm 0.66$  mg/Kg, mientras que el resto del turión presentó  $1.3 \pm 0.49$  mg/Kg, estableciéndose diferencias estadísticamente significativas entre las porciones analizadas. Este hecho fue corroborado por los estudios realizados por Amaro (1993) sobre el contenido mineral de espárragos blancos y verdes.

El proceso de maduración del vegetal influye sobre su contenido mineral, comprobándose un incremento de la concentración de cobre conforme el espárrago blanco va transformándose en verde debido a su crecimiento vegetativo, indicándose unos niveles (mg/kg peso seco) de  $17.777 \pm 2.64$  para turión verde (Amaro, 1993).

Los distintos procesados industriales para la elaboración de conservas vegetales pueden modificar las concentraciones de elementos minerales del producto inicial. Las diferentes etapas de cualquier tratamiento industrial (enlatado, congelación, atmósfera modificadas, etc...) y el posterior almacenamiento del producto pueden inducir a variaciones del diferente valor nutritivo entre el producto inicial y el final (López y Williams, 1981; López y Williams, 1985; López y col., 1986; Rincón y col., 1990; Polo y col., 1992; Amaro, 1993).

**\* Principales fuentes de cobre: cereales integrales, hígado, leguminosas, crustáceos y mariscos, nueces y verduras.**

**\* La aplicación de abonos y fitosanitarios, así como el tratamiento industrial hacen variar el contenido de cobre de los vegetales.**

elastina y de colágeno), trastornos óseos, defectos en la pigmentación de la piel y en la estructura del pelo, desmielinización y degeneración del sistema nervioso y reducción de la función inmune del individuo (Prohaska, 1981). Se ha sugerido también que la deficiencia de cobre puede contribuir a la aparición de hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia, y al desarrollo de cuartos ateroscleróticos.

## COBRE EN LA DIETA

Mason (1979) propone como niveles óptimos de ingesta de cobre entre 1 y 2 mg/día; el NRC (National Research Council) (1989) recomienda de 1.5 a 3.0 mg/día de cobre para adultos, y de 1 a 2 mg/día para niños entre 7 y 10 años, correspondiéndose con 40  $\mu$ g/Kg vivo al día.

Las principales fuentes de cobre en la dieta están representadas por la porción germinal de las semillas de los cereales integrales, el hígado, las leguminosas, los alimentos marinos (crustáceos y mariscos), las nueces y las verduras; por el contrario, la carne, la leche y los derivados lácteos, los cereales descascarillados y los productos de panadería son alimentos relativamente pobres en este elemento trazado.

## CONTENIDO DE COBRE EN ALIMENTOS VEGETALES

El cuadro 1 resume los datos de concentración de cobre indicados por distintos autores, para un grupo diverso de verduras, hortalizas y legumbres comerciales, destinadas normalmente al consumo humano tanto en fresco como procesadas.

La variabilidad de los resultados aportados es notoria en función de los numerosos factores que puedan condicionar el contenido mineral presente en cualquier vegetal, destacando la influencia del suelo y el conjunto de condiciones edafoclimáticas propias de la región de cultivo (Hutchinson y col., 1974; Crews y Davies, 1985), la variedad del vegetal cultivada (San Agustín, 1988), el órgano vegetativo de la planta considerado (Espejo, 1991), las pautas de fertilización (Hirst y HARTMANN, 1987; Kaufmann y Claussen, 1987), los diferentes estadios del ciclo vegetativo del cultivo (Flanzy, 1970), la época y la forma de llevar a cabo la recolección, las condiciones de postsrecolección y almacenamiento, el tipo de procesado industrial, etc...

La distribución del cobre varía según la parte del vegetal considerada, como se observa de los datos de concentración aportados por Davies y White (1981) para

**Cuadro 1. Contenido de cobre en vegetales según las referencias consultadas (mg/kg de peso fresco, y con asterisco las concentraciones en peso seco)**

Tipo de vegetal	Media $\pm$ S.D. Rango	Año	Autores
<b>Raíces</b>			
<b>Chirivía</b>			
hoja	8.9*	1974	Hutchinson y col.
raíz	8.9*	1974	Hutchinson y col.
<b>Nabo</b>			
raíz	4.5 $\pm$ 0.7*	1984	Ylärinta y Sillampää.
<b>Remolacha</b>			
	15.5 $\pm$ 2.9*	1988	Nielson y col.
	6.9 $\pm$ 2.2*	1991	Nielson y col.
	8.6 $\pm$ 1.6*	1984	Ylärinta y Sillampää.
<b>Remolacha roja</b>			
raíz	7.7 $\pm$ 1.2*	1984	Ylärinta y Sillampää.
<b>Zanahoria</b>			
	0.58 $\pm$ 0.4	1985	Wolnik y col.
	5.6 $\pm$ 1.4*	1988	Nielson y col.
	1.9 $\pm$ 0.51	1991	Nielson y col.
hoja	5.7*	1974	Hutchinson y col.
	7.7*	1981	Davies y White.
raíz	11.9*	1974	Hutchinson y col.
	5.1*	1981	Davies y White.
	4.5 $\pm$ 0.7*	1984	Ylärinta y Sillampää.
<b>Bulbos</b>			
<b>Cebolla</b>			
	0.37 $\pm$ 0.43	1985	Wolnik y col.
	9.7 $\pm$ 1.8*	1988	Nielson y col.
	3.5 $\pm$ 1.7*	1991	Nielson y col.
hoja	6.5*	1974	Hutchinson y col.
	6.8*	1981	Davies y White.
bulbo	7.5*	1981	Davies y White.
raíz	19.5*	1974	Hutchinson y col.
	39.7*	1981	Davies y White.
<b>Tallos jóvenes</b>			
<b>Apio</b>			
hoja	5.5*	1974	Hutchinson y col.
raíz	19.7*	1974	Hutchinson y col.
<b>Espárrago</b>			
	23*	1962	Carolus.
	22-27*	1965	Brown y Carolus
verde	48.3*	1991	Espejo
	21.2 $\pm$ 3.9*	1993	Amaro
blanco	0.86-1.46	1990	Zurera y Moreno
	1.2-1.9	1992	Moreno y col.
	16.3 $\pm$ 3.2*	1993	Amaro
blanco congelado	20.6 $\pm$ 2.5*	1993	Amaro
	14 $\pm$ 2.6*	1991	Nielson y col.
Ruibarbo	1.7 $\pm$ 0.39*	1991	Nielson y col.

\* (mg/kg en peso seco)

Cuadro 1. (Continuación).

Tipo de vegetal	Media $\pm$ S.D. Rango	Año	Autores
<b>Hojas</b>			
<b>Espinaca</b>			
	0.66 $\pm$ 0.4	1985	Wolnik y col.
	15.1 $\pm$ 6.2*	1988	Nielson y col.
	10.0 $\pm$ 0.92*	1991	Nielson y col.
<b>Lechuga</b>			
	2-10*	1985	Crews y col.
	34.5	1986	Benzo y col.
hoja	23.2*	1974	Hutchinson y col.
	13.3*	1981	Davies y White.
tallo	9.6*	1981	Davies y White.
raíz	26.1*	1974	Hutchinson y col.
	10.7*	1981	Davies y White.
<b>Coles</b>			
<b>Brécol</b>			
	6.8 $\pm$ 2.3*	1988	Nielson y col.
<b>Col de Bruselas</b>			
hoja	5.1*	1981	Davies y White.
raíz	8.4*	1981	Davies y White.
<b>Coliflor</b>			
hoja	2.4*	1974	Hutchinson y col.
raíz	15.5*	1974	Hutchinson y col.
<b>Col</b>			
hoja	4.0*	1974	Hutchinson y col.
raíz	23.0*	1974	Hutchinson y col.
<b>Inflorescencia</b>			
<b>Alcachofa</b>			
	0.9 $\pm$ 0.2	1992	Polo y col.
congelada	1.0 $\pm$ 0.4	1992	Polo y col.
<b>Legumbres verdes</b>			
<b>Guisante</b>			
	9.3 $\pm$ 1.9*	1984	Ylärinta y Sillampää
	1.4 $\pm$ 0.2	1986	Lopez y col.
	6.4 $\pm$ 1.2*	1988	Nielson y col.
	0.15	1990	Rincón y col.
	0.13 $\pm$ 0.002	1990	Arvanitoyannis.
	6.6 $\pm$ 0.42*	1991	Nielson y col.
enlatado	1.4 $\pm$ 0.1	1992	Polo y col.
	0.7 $\pm$ 0.1	1986	Lopez y col.
	0.39	1990	Rincón y col.
congelado	1.1 $\pm$ 0.2	1992	Polo y col.
<b>Guisante de campo</b>			
	0.11 $\pm$ 0.002	1990	Arvanitoyannis.
<b>Judía mungo</b>			
	0.12 $\pm$ 0.002	1990	Arvanitoyannis.

\* (mg/kg en peso seco)

# COLABORACIONES TECNICAS

Cuadro 1. (Continuación).

Tipo de vegetal	Media ± S.D. Rango	Año	Autores
<b>Pepónides</b>			
Calabacín	0.92 ± 0.32	1989	Zurera y col.
	5.7*	1991	Nielson y col.
Calabaza	3.7 ± 1.7*	1991	Nielson y col.
Pepino	0.39 ± 0.16	1989	Zurera y col.
<b>Frutos</b>			
Berenjena	0.76 ± 0.12	1989	Zurera y col.
Pimiento verde	0.81 ± 0.27	1989	Zurera y col.
Tomate	0.7 ± 0.1	1981	Lopez y Williams.
	0.80	1981	Lopez y Williams.
	0.64 ± 0.27	1985	Wolnik y col.
<b>Tubérculo</b>			
Alcachofa de Jerusalén (pataca o aguaturna)	8.80	1987	Bärwald y col.
	21 ± 14*	1990	Barta y col.

\* (mg/kg en peso seco)

Cuadro 1. (Continuación).

Tipo de vegetal	Media ± S.D. Rango	Año	Autores
<b>Legumbres verdes</b>			
Judía verde	0.86	1979	Elkins.
	0.5 ± 0.1	1985	Lopez y Williams.
	0.8 ± 0.2	1985	Lopez y Williams.
	8.3 ± 1.8*	1988	Nielson y col.
	0.62 ± 0.25	1989	Zurera y col.
	7.3 ± 1.7*	1991	Nielson y col.
	0.12 ± 0.001	1990	Arvanitoyannis.
	1.1 ± 0.3	1992	Polo y col.
	0.55	1979	Elkins.
	enlatada	0.30	1985
congelada	0.7 ± 0.1	1985	Lopez y Williams.
	0.9 ± 0.1	1992	Polo y col.

\* (mg/kg en peso seco)



## NOVEDADES DE NUESTRA EDITORIAL



LIBROS

LIBROS



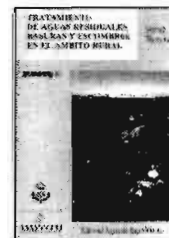
- **LOS CULTIVOS NO ALIMENTARIOS COMO ALTERNATIVA AL ABANDONO DE TIERRAS**  
Autores varios (En colaboración con el Colegio de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias)  
pp. 144 P.V.P. 2.000 pts.



- **BIOLOGIA Y CONTROL DE ESPECIES PARASITAS (Jopos, Cuscutas, Striga y otros)**  
Luis García Torres  
pp. 96 P.V.P. 2.000 pts.



- **INSTALACIONES DE BOMBEO DE AGUA PARA RIEGO Y OTROS USOS**  
Pedro Gómez Pompa  
pp. 392 (190 fig. 75 fotos)  
P.V.P. 3.500 pts.



- **TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, BASURAS Y ESCOMBROS EN EL AMBITO RURAL**  
Autores varios (En colaboración con el Colegio de Ingenieros Agrónomos de Centro y TRAGSATEC)  
pp. 408 P.V.P. 3.500 pts.

## Agricultura

EDITORIAL AGRÍCOLA ESPAÑOLA, S.A.

Caballero de Gracia, 24, 3º izqda. - Teléfono: 521 16 33 - FAX: 522 48 72. Madrid-28013

**PEDIDOS A NUESTRA EDITORIAL  
VENTA AL PÚBLICO EN LIBRERÍAS**