

Cobre en alimentos de consumo básico por espectroscopia de absorción atómica modalidad de llama, Costa Rica

Copper content in food consumption Costa Rican by flame atomic absorption spectroscopy and microwave digestion

Paulina Silva Trejos

Licenciada en Química Analítica y Master en Administración de Empresas con énfasis en Finanzas, Profesora e Investigadora Escuela de Química. Sección de Química Analítica. UCR. stpaulinita@gmail.com

Recibido: 09 octubre 2012 Aprobado: 15 noviembre 2012

RESUMEN

Objetivo: Cuantificar el contenido de cobre en alimentos de la canasta básica de consumo del costarricense.

Materiales y métodos: Los alimentos se procesaron de acuerdo con el patrón de consumo costarricense, se determinó la cantidad óptima de HNO₃ al 65 % óptimo para su digestión en horno de microondas por evaluación de los porcentajes de recuperación. La cuantificación se realizó sobre las muestras digeridas por espectroscopia de absorción atómica de llama, las mediciones se hicieron a 324,7 nm en llama aire-acetileno. Las disoluciones de cobre se prepararon a partir de disolución JT Baker trazable a la NIST® con una concentración de (1000 ± 1) mg/L al 5 % en HNO₃. Los patrones para la curva de calibración se prepararon en el ámbito de (0,0300 - 6,00) mg/L.

Discusión: Los patrones para la curva de calibración se prepararon en el ámbito de (0,0300 -6,00) mg/L, de acuerdo con las concentraciones de cobre en las muestras analizadas. Los parámetros estadísticos para la curva de calibración fueron coeficiente de correlación de 1,000, los límites de detección y cuantificación, según Meir&Zund (0,015±0,001) mg/L y (0,030±0,002) mg/L, respectivamente. Los alimentos con concentraciones de cobre cuantificable fueron: hígado de res, zanahoria, papa, lentejas, garbanzos, frijoles, gallo pinto, huevo de gallina y leche en polvo

Palabras clave: Cobre, Minerales en la dieta, Alimentos, Costa Rica (fuente: DeCS, BIREME).

ABSTRACT

Objective: The purpose of this research is to quantify the copper content in foods of the consumption basket of Costa Rica.

Materials and methods: The samples of food were processed according to the pattern in Costa Rica, the optimum amount of HNO₃ 65 % optimal for digestion in microwave was determinate by evaluating the recoveries. Quantification of copper was performed on the digested samples by atomic absorption spectroscopy flame, measurements were made at 324,7 nm in air-acetylene flame. Copper solutions were prepared from solution JT Baker traceable to NIST® with a concentration (1000 ± 1) mg / L to 5 % HNO₃. The standards for the calibration curve was prepared in the field (0,030 to 6,00) mg / L.

Discussion: The standards for the calibration curve was prepared in the field (0,030 to 6,00) mg / L, according to copper concentrations in the samples analyzed. The statistical parameters for the calibration curve correlation coefficient was 1,000, the detection and quantification limits, according to Meir & Zund (0,015 ± 0,001) mg/L and (0,030 ± 0,002) mg/L, respectively. The foods with copper concentrations quantifiable were: beef liver, carrots, potatoes, lentils, chickpeas, beans, rice and beans, chicken egg and milk powder.

Key words: Copper, Dietary Minerals, Food, Costa Rica (source: MeSH, NLM).

El cobre es un micronutriente esencial para la vida humana, cumple funciones de catálisis enzimática en sistemas del metabolismo tisular, transferencias electrónicas e interacciones con el hierro para la síntesis de la hemoglobina por lo que interviene en la prevención de la anemia. También interviene en la formación de los huesos y en el mantenimiento de la vaina mieléctica del sistema nervioso. Se absorbe en el tracto gastrointestinal y es transportado a los diferentes tejidos por medio de proteínas lábiles del plasma. El cobre se almacena en forma de compuestos en el hígado, riñón, corazón, cerebro y sangre. Se ha estimado que las necesidades diarias de cobre ascienden a 2,0 mg o menos, cantidad que fácilmente se puede obtener a través de la dieta diaria normal, los alimentos ricos en cobre son hígado, riñón, mariscos y nueces (1).

El nivel superior tolerado, ULs, para el cobre es de 10 mg, sin producir hepatotoxicidad. Los niveles máximos tolerados se obtienen de grupos de población de diferentes edades y en ausencia de datos para un determinado grupo de edad, se realizan extrapolaciones de los valores de UL para otros grupos, sobre la base de las diferencias conocidas para tamaño del cuerpo, fisiología, metabolismo, absorción y excreción del nutriente (2).

Las recomendaciones de ingesta dietéticas de cobre se han definido para infantes en 0,6 mg, para niños en 1,0 mg, para púberes en 2,0 mg y para adultos en 2,0 mg (3).

La necesidad mínima diaria de cobre para niños ha sido fijada por la Organización Mundial de la Salud en 80 µg/kg de peso corporal y en el caso de los adultos en 40 µg/kg de peso corporal, de acuerdo con Informe Técnico: Los Oligoelementos en la Nutrición Humana, N° 532. Ginebra. Se consideran alimentos fuente de cobre, los que proporcionan cantidades mayores de 100 µg/100 kcal, tal es el caso del hígado de cordero y ternera, las ostras, pescado de numerosas especies, y, alimentos que aportan menos de 50 µg/100 kcal, son considerados alimentos fuente pobres de cobre, tales como, lácteos, carne de buey y cordero, panes y cereales.

La deficiencia de cobre es más común de lo que se cree, personas con dietas normales ingieren menos cobre del requerido, 1,5 mg diarios cantidad mínima indispensable por lo que es común que se presenten trastornos crónicos como enfermedades del corazón u osteoporosis. Se han encontrado concentraciones menores de cobre en sangre en mujeres que padecen osteoporosis que en mujeres con huesos sanos (4, 5).

De acuerdo con la Escuela de Nutrición de la Universidad de Costa Rica, se define como alimento fuente el que aporta 10 % de la recomendación dietética, y, se considera una buena fuente el que aporta 20 % o más.

Para la determinación de cobre total en alimentos se utiliza el método de absorción atómica de llama, previa incineración de la materia orgánica.

Siendo este un micro-elemento tan importante en el cuerpo humano y cuya fuente única es a través de la dieta resulta de importancia relevante la cuantificación del cobre en una mayor cantidad de alimentos de la dieta de cada país y utilizando metodología analítica debidamente validada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de alimentos analizados se seleccionaron de acuerdo con la Encuesta Nacional de Nutrición, se adquirieron en cadenas de supermercado nacionales de cobertura nacional para garantizar que fueran adquiridos por una mayoría considerable de la población costarricense. Se prepararon de acuerdo con el patrón de consumo de la población costarricense, y el muestreo se realizó según los lineamientos de Greenfield y Southgate (6).

Aquellos alimentos que se consumen cocidos se prepararon sin adicionarles ningún aditivo como sal o aceite y los que requieren agua para su cocimiento se utilizó agua destilada MilliQ. Una vez cocidos, se liofilizaron y se homogenizaron y se tomaron las muestras para realizar la digestión ácida con ácido nítrico al 65 %

La digestión de las muestras se realizó en un horno de microondas Millestone, modelo ETHOS PLUS, en tubos de Teflón, se utilizaron diferentes cantidades de HNO₃ para una masa dada de muestra y un programa de calentamiento para determinar la cantidad óptima de HNO₃ al 65 % masa en volumen. La cantidad óptima se determinó a partir de los porcentajes de recuperación. Se digirieron con el programa que se detalla en el tabla 1.

Tabla 1. Programa de digestión utilizado para el tratamiento de las muestras en horno de microondas.

Etapa	Tiempo (min.)	Temperatura (°C)
Primera	5	180
Segunda	10	200
Tercera	5	220

Fuente: Elaboración propia

Para la determinación de los porcentajes de recuperación se midieron pares de muestras de cada alimento de masas iguales, a una de ellas se le adicionaron alícuotas de disolución patrón de cobre, posteriormente se digirieron en horno de microondas, y se leyeron ambas muestras por espectroscopia de absorción atómica de llama, a partir de la diferencia en las concentraciones se determinaron los porcentajes de recuperación (7).

Las mediciones se realizaron en un espectrofotómetro de absorción atómica marca Varian SpectrAA, modelo 220Fast Sequential provisto de una lámpara de cobre y llama aire acetileno. Se trabajó a una longitud de onda igual a 324,7 nm y una lámpara de cobre multi-elemento a una corriente de 10 mA (8).

Los patrones de cobre para obtener la curva de calibración se prepararon a partir de una disolución patrón, JT Baker trazable a la NIST® con una concentración de (1000 ± 1) mg/L al 5 % en HNO₃. Los patrones para la curva de calibración se prepararon en el ámbito de (0,0300-6,0) mg/L.

La liofilización de las muestras se realizó en el Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica, y las lecturas de las muestras en el espectrómetro de absorción atómica de la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica, y se utilizaron las buenas prácticas de laboratorio recomendadas en la Norma INTE ISO/IEC 17 025:2005, y los datos se tabularon de acuerdo con las recomendaciones de las Tablas de Composición de alimentos. Para las mediciones de humedad se hicieron dos replicas y para las mediciones de cobre se hicieron cuatro replicas por muestra.

RESULTADOS

En la tabla 2, se indican las masas o volúmenes de muestra y las cantidades de HNO₃ al 65 % utilizado en cada caso y los valores de porcentaje de recuperación a esas condiciones. Los porcentajes de recuperación se refieren a la diferencia obtenida entre dos muestras de igual masa de alimento, a una de las muestras se le adiciona una cantidad exactamente conocida del analito, en este caso cobre, y, se obtiene la diferencia matemática de ambas concentraciones obtenidas

experimentalmente que se compara porcentualmente con la cantidad experimentalmente adicionada.

Tabla 2. Porcentajes de recuperación de cobre en alimentos obtenidos para digestión de muestras en horno de microondas con ácido nítrico concentrado.

Alimento	Masa alimento/g	Volumen/mL HNO ₃ 65 %	Porcentaje Recuperación
Arroz blanco	0,5	7,0	99
Avena	1,3	9,0	104
Carne molida	0,5	8,0	110
Cebolla	1,0	9,0	101
Chile dulce	0,5	9,0	105
Frijol negro	0,5	7,0	98
Garbanzos	0,5	8,0	100
Hígado de pollo	0,5	9,0	97
Hígado de res	1,5	9,0	101
Huevo	0,5	6,0	85
Leche descremada	5,0 mL	9,0	103
Lentejas	1,0	9,0	99
Margarina	0,5	8,0	99
Mondongo	1,5	9,0	102
Pan Bollito	0,5	6,0	100
Pan cuadrado	2,0	9,0	97
Papa	1,3	9,0	100
Pasta(tornillos)	0,5	6,0	85
Pescado	0,5	4,0	90
Plátano maduro	0,5	6,0	100
pollo	1,0	9,0	90
Queso crema	1,0	7,0	99
Queso Mozzarella	2,0	9,0	97
Queso Turrialba	1,0	8,0	98
salchichón	0,5	6,0	85
Tortillas	0,5	6,0	96
Vainica	0,5	5,0	98
Zanahoria	0,5	6,0	102

Fuente: Elaboración propia

Para realizar la cuantificación se preparó una curva de calibración en el intervalo de 0,0300 mg/L a 6,0 mg/L, a partir de una disolución patrón de cobre de 1000 mg/L J.T. Baker, trazable a NIST®. En la siguiente tabla se presentan los parámetros estadísticos obtenidos para la curva de calibración, que se presenta a continuación.

Los parámetros estadísticos de la curva de calibración en el intervalo de (0,0300-6,00) mg/L determinados fueron pendiente 0,0233, intercepto 0,00149,

coeficiente de correlación 1,000, y, los límites de detección y de cuantificación fueron 0,015 mg/L y 0,030 mg/L, respectivamente (9,10).

Una vez determinadas las condiciones óptimas de digestión y de lectura por espectroscopia de absorción atómica se procedió a la lectura de las muestras digeridas y a determinar los valores de concentración de cobre referidos a 100 g de alimento fresco. Los resultados se presentan en la tabla 3, con los respectivos porcentajes de humedad.

Tabla 3. Contenido de cobre en alimentos de consumo básico del costarricense y contenido de humedad.

Alimento	Porcentaje humedad	Cobre mg/100 g base fresca de alimento
Leche en polvo	3,30	43,3
Huevo de gallina cocido en sartén de teflón sin aditivos	73,4	0,17
Gallo pinto(arroz, frijoles, chile dulce, cebolla y culantro) cocido en aceite vegetal	59,70	0,26
Frijol negro, remojado 8 h y cocido en agua desionizada en horno de microondas sin aditivos	75,70	0,80
Garbanzos, remojados 8 h y cocidos en agua desionizada en horno de microondas sin aditivos	70,60	0,20
Lentejas, remojadas 8 h y cocidas en agua desionizada en horno de microondas sin aditivos	70,50	0,30
Papa, pelada, cocida en agua desionizada en horno de microondas sin aditivos	81,00	1,15
Zanahoria, pelada cocida en agua desionizada en horno de microondas sin aditivos	90,00	2,80
Hígado de res, cocido a la plancha sin aditivos	67,60	6,14

Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN

En esta investigación, se utilizó únicamente el HNO₃ al 65 % masa en volumen como agente oxidante durante la digestión en horno de microondas, y se analizaron una gama más amplia de alimentos, y se encontró que los de mayor aporte en cobre a la dieta del costarricense son la leche en polvo, el hígado de res, la papa y la zanahoria, otros alimentos que contribuyen a la ingesta de cobre, aunque en menor proporción son los garbanzos, las lentejas y los frijoles por lo que todos estos alimentos se pueden considerar como excelente fuente de cobre ya que proporcionan más del 20 % de la recomendación dietética para este micronutriente tanto en niños como en adultos (11). Respecto al método de digestión para las muestras

de alimentos, el horno de microondas es una opción que permite el tratamiento de mayor número de muestras en menor tiempo y con un riesgo mínimo de contaminación debido a la menor manipulación durante la etapa previa de eliminación de la materia orgánica.

Los resultados de esta investigación son importantes para determinar cuál es el aporte real de los alimentos ingeridos por los costarricenses, además, que no existen datos para nuestro país que permitan a nuestra autoridades responsables de la salud pública determinar las necesidades reales para determinar o guiar las políticas de enriquecimientos de alimentos de acuerdo a la dieta del costarricense y de esta manera evitar carencias o excesos en la dieta de este micronutriente.

REFERENCIAS

- Martínez MJ, García SP. Nutrición Humana. Universidad Politécnica de Valencia, Editorial Alfaomega; 2006.
- Gibney MJ, Macdonald IA, Roche HM. Nutrition and Metabolism: The Nutrition Society; Oxford: Blackwell Publishing Company, 2003.
- Food and Nutrition Board, National Research Council: Recommended Dietary Allowances. Washington, D.C.: National Academy Press; 1989.
- Delgado A. Vitaminas y Minerales para la Salud Total, Ediciones Oniro S.A. Barcelona, España, 1999.
- Stanley TO, Food and Nutritional Toxicology, Universidad de Nedada. Estados Unidos: CRC Press 2004.
- Greenfield H, Southgate D. Datos de Composición de Alimentos. 2ª ed. Roma: FAO; 2006.
- Mitra S. Sample Preparation Techniques in Analytical Chemistry, Wiley and Sons Ltd Inc. 2003.
- Ebdon L, Evans E H, Fisher A, Hill S J, An Introduction to Analytical Atomic Spectrometry, Wiley and Sons Ltd, England, 1998.
- Calcutt R, Boddy R. Statistics for Analytical Chemicals, Chapman and Ltd; NY, 1983.
- Miller J Ch, Miller J N, Statistics for Analytical Chemistry, Prentice Hall, 3rd Edition, 1993.
- Rand W M, Windham C T, Wyse B W, Young V R, Food Composition Data: A user's perspective, The United Nations University, 1987.