

## DETERMINACIÓN DE HIERRO, ZINC Y COBRE EN CARNE DE BOVINO

### IRON, ZINC AND COPPER CONTENT OF COW MEAT

Carolina Valenzuela V (1), Maria Angélica Letelier C (2), Manuel Olivares G (2), Miguel Arredondo O (2), Fernando Pizarro A (2)

(1) Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile

(2) Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA)

#### ABSTRACT

*Iron, zinc and copper content of 33 bovine meat cuts (in accordance with Chilean standards) were measured from two cow specimens. We obtained triplicate samples of each basic cut of meat as well from the principal organs. The samples underwent acid digestion and were read using AAS. The average quantities of Fe and Zn in the corresponding cuts from each canal of the two specimens did not exhibit significant differences and were significantly correlated ( $r=0.91$ ,  $p<0.001$  and  $r=0.68$ ;  $p<0.001$ , respectively). The values obtained for copper from the two samples were not significantly correlated. The Fe, Zn and Cu content (mg/100 g) of the 33 cuts analyzed ranged from 1.02-3.42 mg Fe; 2.14-5.32 mg Zn; 0.06-0.19. Fe, Zn, and Cu concentrations in organs were respectively (mg/100 g): heart 3,23; 1,46 and 0,25; lung 5,70; 1,64 and 0,13; brain 0,94; 0,98 and 1,02; liver 6,04; 3,89 and 5,85; spleen 31,15; 2,61 and 0,09; and kidney 3,02; 1,53 and 0,28. We conclude that cow meat does not exhibit large fluctuations in iron content in contrast with zinc, which differs in content depending on the cut. Copper content in bovine meat is minimal. As for the organs, there are evident differences in mineral content which are related to their functions.*

**Key words:** zinc, copper, bovine meat, chemical composition of foods.

Este trabajo fue recibido el 22 de Noviembre de 2008 y aceptado para ser publicado el 9 de Abril de 2008.

#### INTRODUCCIÓN

Los micronutrientes hierro, zinc y cobre forman parte de proteínas y enzimas que actúan en diversos procesos biológicos indispensables para el funcionamiento de un organismo vivo (1-3). El hombre, requiere absorberlos desde la dieta durante toda la vida especialmente en etapas de rápido crecimiento (4-5). Sin embargo, las dietas de la mayoría de las poblaciones son frecuentemente deficientes en estos microminerales, produciendo un aumento de la susceptibilidad y severidad a infecciones (6).

La deficiencia de hierro es la carencia nutricional más prevalente a nivel mundial y la principal causa de anemia en niños, adolescentes y mujeres en edad fértil (7-8). Por otra parte, aun cuando no se conoce con certeza la prevalencia de la deficiencia de zinc, por no haber buenos indicadores de laboratorio que permitan establecer su diagnóstico, se estima que la magnitud de ésta sería similar a la deficiencia de hierro (9-10). En cuanto a la deficiencia de cobre, es menos frecuente que las anteriores, aunque ha sido descrita principalmente en lactantes prematuros y en niños desnutridos (11).

Una aproximación para conocer el estado de nutrición de la población es la utilización de encuestas de alimentación, las cuales determinan a partir de tablas de composición química

de los alimentos la ingesta de energía y nutrientes (12-13). Sin embargo, en Chile se tiene escasa información, no actualizada, sobre el contenido de microminerales en los alimentos, siendo esta información fundamental al momento de analizar la ingesta de nutrientes a través de una encuesta o registro.

El hierro, zinc y cobre se encuentran en una gran variedad de alimentos como: frutas, verduras, cereales y leguminosas, pero sobretodo en las carnes, pescados y mariscos (14); estos representan la principal fuente de hierro hemínico y de zinc (15-16). Dentro de este grupo se encuentra la carne de vacuno que está compuesta de tejido muscular, adiposo, conectivo, vasos y nervios; todo este conjunto más la ornamenta ósea integran la canal o carcasa, que se divide en dos hemicanales una derecha y otra izquierda, en cada una de ellas hay insertados 117 músculos. Cada país tiene una normativa para nombrar y distribuir los distintos cortes cárneos en el animal de pie. En Chile la normativa define 33 cortes básicos (17).

Este trabajo tiene como objetivo medir el contenido de Fe, Zn y Cu de los distintos cortes, según la normativa chilena, de dos animales completos.

## MATERIAL Y MÉTODO

Este estudio fue aprobado por el Comité de Bioética para la Experimentación en Animales del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Chile. **Animales:** Se utilizaron dos bovinos machos, de la raza Holstein-Friesian, de 4 meses de edad aproximadamente. Los ejemplares se mantuvieron en un corral adaptado físicamente según el “Manual de Normas de Bioseguridad” (CONICYT, 1994) (18). Los animales fueron criados por un período de 2 meses, bajo control sanitario (prueba de la tuberculina (-), vacuna Clostrivac-8, desparasitación externa e interna). Se alimentaron con heno de alfalfa y agua potable *ad-libitum*, más 1,0 Kg/día/animal de concentrado para terneros en crecimiento.

### Beneficio de los animales y obtención de las muestras

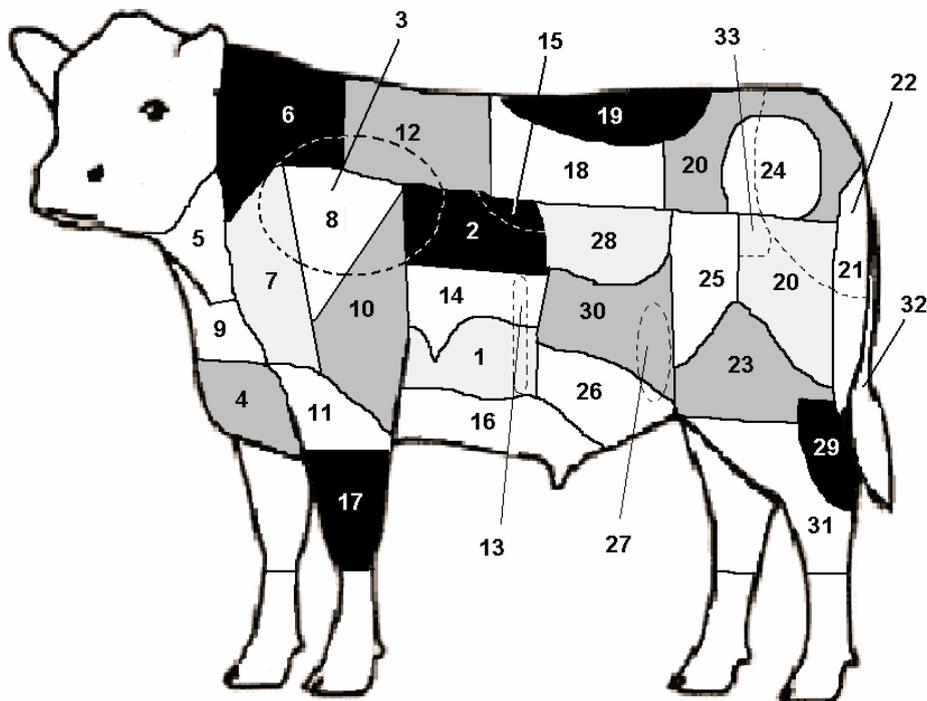
A los 6 meses de edad fueron beneficiados por deyugulación, previa anestesia general con tiopental. Según la normativa chilena se aislaron los treinta y tres cortes básicos de carne de la hemicanal derecha e izquierda de cada animal, el cerebro y las vísceras: corazón, pulmón, bazo, hígado y riñón. De cada corte de carne, cerebro o víscera se obtuvieron cinco trozos magros cortados al azar en láminas, de 1 cm de espesor. Estas muestras fueron guardadas en bolsas de polietileno codificadas. Posteriormente fueron congeladas a -20 C°. La figura 1 muestra la ubicación y distribución en el animal de los 33 cortes cárneos, los números están relacionados a los nombres de los cortes en la tabla 1.

### Muestras

De cada uno de los 33 cortes básicos se obtuvo 3 muestras de carne tanto de la hemicanal derecha como de izquierda, por lo tanto se obtuvo un promedio de los contenidos de Fe, Zn y Cu de sextuplicados por animal. La expresión final del contenido de minerales estudiados representa un promedio de 12 muestras por corte.

**FIGURA 1**

**Representación de los cortes básicos con su respectiva distribución en el animal de pie, según norma chilena.**

**Determinación de microminerales**

Las determinaciones de Fe, Zn y Cu se realizaron en base a materia fresca por espectrofotometría de absorción atómica, previa digestión ácida (19). Un gramo de muestra se digirió con ácido sulfúrico y ácido nítrico y se calentó en un digestor (Quimis Q 327N, Diadema, SP; Brasil), hasta que su contenido se tornó de color negro. Posteriormente fue digerida con ácido perclórico. Finalmente, los digeridos fueron traspasados a matraces volumétricos y leídos en un espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin Elmer, Model 2800, The Perkin-Elmer Corporation, Norwalk, CT, USA). Como control y aseguramiento de la calidad de la técnica se prepararon soluciones estándares de 1 ug/ml de Fe, Cu y Zn a partir de una solución patrón de 100 ug/ml de Fe, Cu y Zn para construir una curva de calibración del equipo. Además se utilizaron controles biológicos de uso interno del Laboratorio de Micronutrientes del INTA. El coeficiente de variación para los controles biológicos (hígado deshidratado de bovino, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, EEUU) varió entre 7,1 y 10,4% para Fe, Cu y Zn. La recuperación de muestras enriquecidas estuvo dentro de un rango aceptable (96 a 102%).

**Estadística**

Para relacionar el contenido de Fe, Zn y Cu entre las hemicanales y entre los animales, se utilizó la prueba de correlación  $r$  de Pearson (Statistica for Windows 5.1 1997, Statsoft Inc, Tulsa, OK, USA). Determinando así la intensidad de la relación para los tres microminerales comparando los distintos cortes básicos entre dos animales, utilizados exclusivamente para

este estudio. Las determinaciones en carne y vísceras fueron descritas a través de estadígrafos: promedio (X), desviación estándar (DS) y coeficiente de variación (CV).

## RESULTADOS

Para explicar los resultados se diferenciaron los bovinos como animal 1 y 2; y las hemicanales como derecha e izquierda.

Al momento del sacrificio los animales 1 y 2 presentaron una condición corporal óptima para su edad pesando 220 y 245 Kg (peso vivo). La canal representa entre un 48-50% del peso vivo a la edad en que se sacrificaron los animales, por tanto, se asume que pesaba 110 y 122,5 Kg para el animal 1 y 2 respectivamente.

Las correlaciones de los contenidos de Fe y Zn de los 33 cortes básicos obtenidos de las hemicanales derecha e izquierda fueron de  $r=0,86$  y  $r=0,94$  para animal 1 y de  $r=0,85$  y  $r=0,91$  para animal 2, respectivamente ( $p<0,001$ ). Las correlaciones para el contenido de Cu, no fueron significativas. Al relacionar el promedio del contenido de Fe, Zn y Cu total de ambas hemicanales por animal (promedios de sextuplicados) se obtuvieron correlaciones estadísticamente significativas para Fe y Zn ( $r=0,91$ ;  $p<0,001$  y  $r=0,68$ ;  $p<0,001$  respectivamente) (figura 2). En cambio la correlación para cobre fue no significativa ( $r=0,04$ ). Al comparar el contenido de Fe, Zn y Cu del cerebro y las vísceras de ambos animales dieron correlaciones de:  $r=0,99$ ;  $p<0,001$  para los tres microminerales. Para el análisis final se calculó el promedio $\pm$ DS de Fe, Zn y Cu total entre ambos animales (3 muestras\*hemicanal\*animal=promedio de 12 muestras por corte). Esto se resume en la tabla 1 (carne) y tabla 2 (vísceras).

El contenido de microminerales de la carne bovina base materia fresca (mg/100g) se distribuye en un rango entre  $1,02\pm 0,23$  -  $3,42\pm 0,56$  para Fe;  $2,14\pm 0,16$  -  $5,32\pm 0,32$  para Zn y  $0,06\pm 0,03$  -  $0,19\pm 0,01$  para Cu. La gran mayoría de los cortes de carne para el contenido de Fe se encuentran entre 1,0 y 1,5 mg/100 g, mientras que para el Zn los rangos son más amplios. Dentro de los 33 cortes básicos, los contenidos de Fe más altos están representados por el corte pollo barriga con 3,42 y para el Zn el corte asiento con 5,32 mg Zn/100g de carne. El contenido de Fe, Zn y Cu de la carne bovina ponderado por peso de cada corte fue de 1,31; 3,41 y 0,10 mg/100 g respectivamente.

**FIGURA 2**  
Correlaciones del contenido de Fe y Zn entre animal 1 y 2.

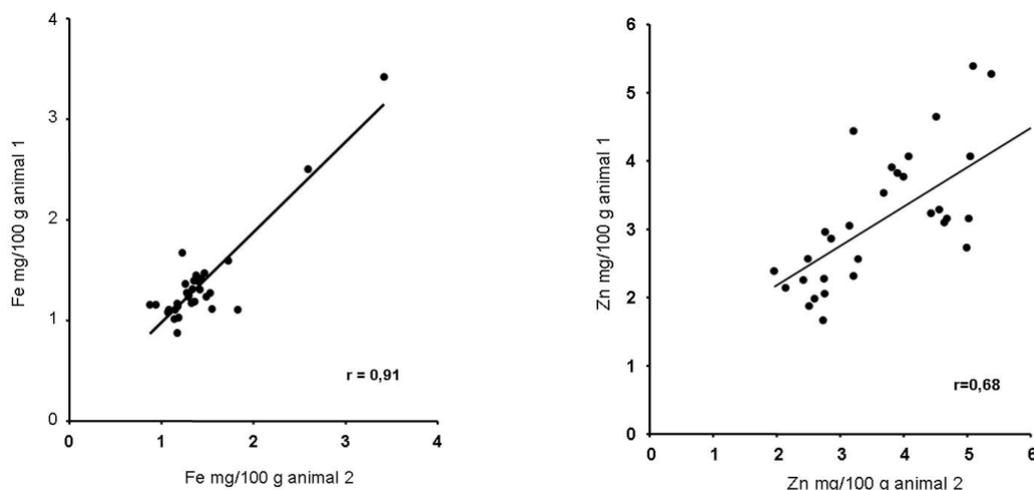


TABLA 1

**Contenido de Fe, Zn y Cu en base materia fresca (mg/100 g) de los 33 cortes básicos de carne de bovino en orden alfabético.**

Clave	Corte	Hierro		Zinc		Cobre	
		Media±DE	CV (%)	Media±DE	CV (%)	Media±DE	CV (%)
29	Abastero	1,09±0,10	9,1	2,64±0,28	10,5	0,09±0,01	6,9
16	Aletilla	1,41±0,21	14,5	3,61±0,35	9,6	0,06±0,03	52,4
14	Asado de tira	1,31±0,18	13,9	2,86±0,19	6,5	0,10±0,03	28,9
9	Asado del carnicero	1,47±0,40	27,5	3,62±0,76	20,9	0,12±0,05	38,9
24	Asiento	1,28±0,07	5,8	5,32±0,32	6,0	0,11±0,04	39,9
7	Chocillo	1,36±0,15	10,9	2,30±0,38	16,6	0,09±0,02	18,5
5	Cogote	1,40±0,19	13,8	2,34±0,32	13,6	0,08±0,06	77,0
32	Cola	1,45±0,30	20,7	3,92±0,88	22,5	0,09±0,02	22,7
30	Coludas	1,40±0,14	9,8	3,88±0,31	8,1	0,12±0,04	35,7
15	Costilla arqueada	1,27±0,19	9,3	3,86±0,32	8,3	0,11±0,04	37,0
13	Entraña	2,55±0,22	8,5	3,10±0,21	6,7	0,11±0,04	35,7
19	Filete	1,42±0,13	9,1	3,89±0,89	22,9	0,09±0,01	13,7
33	Ganso	1,28±0,16	12,5	2,86±0,32	11,1	0,10±0,02	18,8
6	Huachalomo	1,47±0,17	11,3	2,14±0,16	7,2	0,09±0,02	19,5
11	Lagarto	1,33±0,29	21,8	2,20±0,57	26,0	0,09±0,01	15,3
18	Lomo liso	1,66±0,22	13,2	3,86±0,35	9,0	0,10±0,04	38,9
12	Lomo vetado	1,05±0,14	13,0	5,24±0,50	9,6	0,12±0,04	34,0
1	Malaya	1,02±0,20	19,8	5,21±1,63	31,4	0,09±0,02	28,5
17	Osobuco de mano	1,36±0,26	19,3	4,58±0,24	5,2	0,09±0,02	17,0
31	Osobuco de pierna	1,02±0,23	22,7	2,53±0,19	7,3	0,09±0,03	27,6
27	Palanca	1,16±0,11	9,1	2,51±0,32	12,7	0,10±0,03	30,2
2	Plateada	1,17±0,18	14,9	4,66±0,76	16,3	0,19±0,01	5,3
28	Pollo barriga	3,42±0,56	29,6	4,09±0,99	24,3	0,09±0,02	25,9
21	Pollo ganso	1,08±0,32	16,4	2,92±0,46	15,8	0,11±0,04	33,5
22	Posta negra	1,09±0,12	10,6	4,56±0,56	12,4	0,09±0,01	7,9
10	Posta paleta	1,11±0,13	11,7	3,83±0,63	16,5	0,09±0,02	25,5
23	Posta rosada	1,26±0,09	7,3	2,29±0,40	17,4	0,12±0,04	34,6
20	Punta ganso	1,82±0,11	5,9	4,07±0,27	6,7	0,09±0,01	15,2
8	Punta paleta	1,32±0,22	16,8	2,17±0,47	21,8	0,09±0,03	31,4
25	Punta picana	1,37±0,12	8,9	2,41±0,43	17,8	0,11±0,05	41,1
3	Sobrecostilla	1,27±0,21	16,6	2,76±0,50	18,1	0,10±0,03	32,0
26	Tapabarriga	1,27±0,15	11,4	3,92±1,07	27,2	0,11±0,05	41,8
4	Tapapecho	1,13±0,13	11,4	3,86±1,21	31,3	0,09±0,02	21,7

## DISCUSIÓN

Las dietas de todas las poblaciones son frecuentemente deficientes en micronutrientes (6-8). La deficiencia de microminerales tiene importantes consecuencias en la salud humana, lo que afecta directamente las condiciones socioeconómicas de un país, por esto, los esfuerzos destinados a mejorar la nutrición de estos micronutriente son una de las prioridades de trabajo en materia de salud pública.

**TABLA 2**

**Contenido de hierro, zinc y cobre en base materia fresca (mg/100 g) en cerebro y vísceras de bovinos.**

Muestras Órgano	Fe		Zn		Cu	
	Media± DS	CV (%)	Media±DS	CV (%)	Media±DS	CV (%)
Corazón	3,23±0,04	3,7	1,46±0,50	3,4	0,25±0,02	8,1
Pulmón	5,70±0,19	1,5	1,64±0,05	2,8	0,13±0,05	35,3
Hígado	6,04±0,05	1,4	3,89±0,12	3,0	5,85±0,08	1,3
Riñon	3,02±0,05	3,3	1,53±0,06	4,2	0,28±0,03	10,8
Bazo	31,15±0,40	0,8	2,61±0,22	8,5	0,09±0,01	7,1
Cerebro	0,94±0,08	4,6	0,98±0,04	3,7	1,02±0,02	13,7

Para establecer la ingesta adecuada de Fe, Zn y Cu por parte de la población es indispensable tener tablas de composición química de los alimentos. En general para determinar la composición química de alimentos de origen animal, las muestras se obtienen por compra accidental en centros de venta.

En este estudio se determina el contenido de microminerales en dos animales completos de raza holstein-friesian, una de las carnes altamente consumidas en el país, destinados sólo para este propósito, criados bajo condiciones de alimentación e higiene estándares.

En Chile la información sobre contenido de estos microminerales en la carne es escasa, en la Tabla de Composición Química de los Alimentos Chilenos (20) es posible encontrar las determinaciones del contenido de hierro total en nueve de los treinta y tres cortes básicos de la canal vacuna y en algunas vísceras cocidas; no existe información del contenido de zinc ni de cobre total en los escasos cortes analizados. La tabla latinoamericana de composición de los alimentos, para Chile se basó en la información obtenida desde la tabla chilena, aclarando que aún hay datos faltantes, sobretodo en el tema de los micronutrientes en los alimentos (21).

Si se comparan los datos publicados en la Tabla de Composición Química de los Alimentos Chilenos con los obtenidos en este estudio se puede observar que los valores del contenido de hierro son similares para los cortes huachalomo y asiento picana. En cambio para el resto de los cortes (filete, lomo liso, lomo vetado, plateada, pollo ganso y posta negra) existen diferencia superiores a 1 mg/100g (tabla 3). Pensamos que estas diferencias pueden atribuirse a diversas causas como raza y edad del vacuno; tipo de alimentación, localización geográfica de crianza, fuentes de agua, manejo de la carne, entre otros.

**TABLA 3**

**Comparación de datos sobre el contenido de Fe total en carne y vísceras, entre la Tabla de Composición Química de los Alimentos Chilenos (TCQAC) y el presente estudio.**

Muestras	Valores TCQAC	Valores estudio	Diferencia
Asiento picana	1,3	1,4	0,1
Filete	3,2	1,4	1,8
Huachalomo	1,5	1,5	0,0
Lomo liso	5,5	1,7	3,8
Lomo vetado	2,3	1,0	1,3
Plateada	3,0	1,2	1,8
Pollo ganso	3,7	1,2	2,5
Posta negra	3,8	1,1	2,7
Posta rosada	0,6	1,3	-0,7

Respecto al contenido de hierro y zinc en vísceras sólo es posible comparar nuestros resultados con los publicados en la Tabla de Composición de los Alimentos de Centroamérica (22). El contenido promedio de Zn para la mayoría de las vísceras fue semejante entre nuestros valores y los publicados en la Tabla. Respecto al hierro a pesar de haber una tendencia, nuestros valores se ubicaron por debajo de los publicados en la Tabla, excepto para el hígado (tabla 4).

**TABLA 4**

**Comparación del contenido de Fe y Zn en vísceras, entre la Tabla de Composición de los Alimentos de Centroamérica (TCAC) y el presente estudio.**

Muestras	Fe TCAC	Fe Estudio	Zn TCAC	Zn Estudio
Bazo	44,55	31,15	2,11	2,61
Corazón	5,40	3,23	1,70	1,46
Hígado	4,9	6,04	4,00	3,89
Pulmón	7,90	5,70	1,61	1,64
Riñón	4,60	3,02	1,92	1,53

Otro estudio realizado en Chile (23) determinó el contenido de Fe, Zn y Cu en una muestra aleatoria de carne cruda de bovinos y mostró que el contenido de estos microminerales fue de 1,36; 3,90 y 0,06 mg/100 g respectivamente similar al 1,31; 3,41 y 0,10 mg/100 g calculado por nosotros. En el mismo estudio, el hígado presentó valores de 5,75; 3,96 y 4,83 mg/100 g de Fe, Zn y Cu, similar al 6,04, 3,89 y 5,85 mg/100 g determinado por nosotros. La similitud en las determinaciones de los 3 microminerales valida el modelo utilizado por nosotros aún cuando testeamos 2 animales que fueron beneficiados a los 7 meses de edad.

En resumen los cortes de carne con mayores contenidos de Fe son el pollo barriga y entraña, debido a que ambos cortes básicos pertenecen a musculatura del diafragma: pollo barriga (*Pars lumbalis*, Pilares del diafragma) y entraña (*Diaphragma pars costales* y *Centrum tendineum et pars Sternalis*). Estos músculos presentan un elevado metabolismo aeróbico, debido a la gran exigencia que tienen al estar implicados en el proceso de respiración del animal, por lo tanto, necesitan una tasa elevada de mioglobina.

El Zn se encuentra casi exclusivamente en alimentos de origen animal, prácticamente en la totalidad de las células, pero existe una mayor concentración en determinados tejidos. El músculo esquelético contiene el 50-60 % del Zn total del organismo (24). Una porción de 100 g de carne de bovino proporciona casi un 30% del Zn que requieren la mayoría de las personas en un día (25). Este mineral participa en el metabolismo de la energía durante el ejercicio y desempeña un papel importante en la recuperación de los músculos, por lo tanto mejora la fuerza muscular. En este trabajo las mayores concentraciones de Zn se encontraron en los cortes asiento (músculos glúteos), lomo vetado (músculos torácicos) y malaya (músculo cutáneo). El primero ubicado en la pierna del animal y los segundos en la zona de la paleta.

Es sabido que el músculo esquelético tiene bajas concentraciones de Cu. En este trabajo los resultados sugieren lo mismo, ya que el contenido de Cu en músculos no superó los 0,1 mg/100g en la mayoría de los cortes de carne. También, la baja variabilidad en los contenidos de cobre entre los distintos cortes de carnes fue decisiva en que no se hallaran correlaciones estadísticamente significativas.

## RESUMEN

Se determinó hierro, zinc y cobre en los 33 cortes de carne (según la normativa Chilena) en dos ejemplares bovinos. Se obtuvieron triplicados de muestras de cada corte que fueron sometidas a digestión ácida y leídas en EAA. Los promedios de Fe y Zn de cada corte de cada hemicanal de cada animal no mostraron diferencias significativas; obteniendo altas correlaciones entre canales ( $r=0,91$ ;  $p<0,001$ ,  $r=0,68$ ;  $p<0,001$ , respectivamente). Las relaciones para los valores obtenidos para el cobre fueron no significativas. El contenido de Fe, Zn y Cu (mg/100 g) de los 33 cortes analizados estuvieron en los siguientes rangos: 1,02-3,42 mg Fe; 2,14-5,32 mg Zn; 0,06-0,19. El promedio ponderado por peso de Fe, Zn y Cu para la carne vacuna fue de 1,31; 3,41 y 0,10 respectivamente. Las vísceras analizadas presentaron las siguientes concentraciones de Fe, Zn y Cu/100 g: Corazón (3,23; 1,46 y 0,25), pulmón (5,70; 1,64 y 0,13), cerebro (0,94; 0,98 y 1,02), hígado (6,04; 3,89 y 5,85), bazo (31,15; 2,61 y 0,09) y riñón (3,02; 1,53 y 0,28). Se concluye que la carne vacuna no muestra grandes fluctuaciones en las cantidades de hierro a diferencias de las cantidades de zinc que si dependen del corte analizado. El contenido de cobre en la carne es escaso. En cuanto a las vísceras, las diferencias son evidentes debido a las distintas funciones orgánicas de cada una.

Palabras claves: hierro; zinc; cobre; carne vacuna; composición química de alimentos

Dirigir la correspondencia a:

Profesor  
Fernando Pizarro A.  
Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA)  
Universidad de Chile  
Macul 5540  
Casilla 13811  
Santiago 11  
Chile  
Teléfono: 9781522  
FAX: 2214030  
E mail: [fpizarro@inta.cl](mailto:fpizarro@inta.cl)

Agradecimientos: Financiado por proyecto Fondecyt 1061060.

### BIBLIOGRAFIA

1. Institute of medicine, Food and nutrition board. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington, DC: National Academy Press, 2001.
2. Beard J, Dawson H, Piñero D. Iron metabolism: a comprehensive review. *Nutr Rev* 1996; 54: 295-317.
3. Uauy R, Olivares M, Gonzáles M. Essentiality of copper in humans. *Am J Clin Nutr* 1998;67:952S-959S
4. Zimmermann MB, Hurrell RF. Nutritional iron deficiency. *Lancet* 2007; 11;370:511-520.
5. Domellof M. Iron requirements, absorption and metabolism in infancy and childhood. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2007;10:329-335.
6. Muller O, Krawinkel M. Malnutrition and health in developing countries. *CMAJ* 2005; 173: 279-286.
7. Grosbois B, Decaux O, Cador B, Cazalets C, Jago P. Human iron deficiency. *Bull Acad Natl Med* 2005; 189: 1649-1663.
8. DeMaeyer E, Adiels-Tegman M. The prevalence of anaemia in the world. *World Health Statist Q* 1985;38:302-316
9. United Nations Administrative Committee on Coordination. Subcommittee on Nutrition (UN ACC-SCN). *SCN News* 1995; 13: 4-9
10. FAO/WHO/IAEA. Trace elements in human nutrition and health. Geneva: World Health Organization, 1996
11. Cordano A. Clinical manifestations, of nutritional copper deficiency in infants and children. *Am J Clin Nutr* 1998;67:1012S-1016S
12. Carroll RJ, Freedman LS, Hartman AM. Use of semiquantitative food frequency questionnaires to estimate the distribution of usual intake. *Am J Epidemiol* 1996; 143:392-404.
13. Boutron MC, Faivre J, Milan C, Lorcerie B, Esteve J. A comparison of two diet history questionnaires that measure usual food intake. *Nutr Cancer* 1989; 12: 83-91.
14. Oyarzun M, Uauy R, Olivares M. Enfoque alimentario para mejorar la adecuación nutricional de vitaminas y minerales. *Arch Latinoam Nutr* 2001; 51: 7-18
15. Yip R. Iron. In: *Present Knowledge in Nutrition*. Bowman B, Rusell R, eds. ILSI Press, Washington DC; 2001: 311-328.

16. Solomons NW, Cousins RJ. Zinc. In: Absorption and malabsorption of mineral nutrients. Solomons NW, Rosenberg IH, eds. Alan R Liss, New York.; 1984: 125-197
17. Gallo C, Porte E, Luengo J, Inostrosa F. Norma Chilena Oficial de la República 1596.cR95: Cortes menores o básicos de la carne de bovino. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. Decreto N°21, Diario Oficial 1995; 35: 152.
18. CONICYT. Manual de Normas de Bioseguridad. Conicyt, Santiago, Chile 1994
19. AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC; 1997
20. Schmidt - Hebbel H. et al. Tabla de Composición Química de los Alimentos Chilenos. 7ª Edición. Ed. Universitaria. Santiago. 1985.
21. FAO/LATINFOODS. Tabla de composición de alimentos de América Latina, 2002. [En línea]. [http, //www.rlc.fao.org/bases/alimento/default.htm](http://www.rlc.fao.org/bases/alimento/default.htm). [consulta: 12-08-2007].
22. FAO/CAPFOODS. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica, 2006. [En línea]. [http, //www.tabladealimentos.org](http://www.tabladealimentos.org). [consulta: 12-08-2007].
23. Olivares M, Pizarro F, De Pablo S, Araya M, Uauy R. Iron, zinc and copper: contents in common Chilean foods and daily intakes in Santiago City, Chile. Nutrition 2004; 20:205-212
24. Cousins R. Cinc. En: Ziegler EE, Filer LJ. Conocimientos actuales sobre nutrición. Séptima Edición. Washington: International Life Sciences Institute, 1999;312-327.
25. Departamento de Agricultura de EE.UU. Servicio de Investigaciones Agrícolas. Base de datos de Nutrientes para Referencia Estándar. 1999, Versión 16.