

## ELEMENTOS ESENCIALES, Y METALES PESADOS EN SEIS ESPECIES DE MOLUSCOS Y UNA MACROALGA

### ESSENTIAL ELEMENTS, AND HEAVY METALS IN SIX SPECIES OF SHELLFISH AND SEAWEED

Maritza Barriga-Sánchez, Diana Aranda Pariasca.

DGITP. Instituto Tecnológico de la Producción.  
Carretera a Ventanilla km 5,2 Callao. mbarriga@itp.gob.pe

#### RESUMEN

BARRIGA- SÁNCHEZ M, ARANDA D. 2013. Elementos esenciales y metales pesados en seis especies de moluscos y una macroalga. Bol. invest. Inst. tecnol. Prod. Perú 11: 66-72.- Se cuantificaron los macronutrientes (Na, K, Ca, Mg) y micronutrientes (Fe y Cu) en caracol (*Thais chocolata*), calamar (*Loligo gahi*), almeja (*Gari solida*), choro (*Aulacomya ater*), concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), navaja (*Ensis sp*) y la macroalga "yuyo" (*Chondracanthus chamissoi*), así mismo elementos tóxicos como el Pb y Cd. Todas las muestras fueron adquiridas mensualmente durante el periodo mayo - octubre del 2008. Los resultados indicaron que 100 g de caracol aportaron el requerimiento diario recomendado (RDR) de Mg y Cu. El yuyo del Sur presentó contenidos significativos de Mg, Fe y Ca. En relación a la reglamentación establecida por la comunidad Europea (CE) para metales pesados, ningún molusco superó la cantidad permitida de Pb, pero la cantidad permitida de Cd fue superada por el choro. Los yuyos superaron los límites establecidos para el Pb y Cd.

PALABRAS CLAVE: macro y micronutrientes, metales pesados; plomo; cadmio; moluscos, yuyo.

#### ABSTRACT

BARRIGA- SÁNCHEZ M, ARANDA D. 2013. Essential elements and Heavy Metals in six species of Shellfish and Seaweed. Bol. invest. Inst. tecnol. Prod. Perú 11: 66-72.- Macronutrients (Na, K, Ca, Mg) and micronutrients (Fe and Cu) Were quantified in snail (*Thais chocolata*), squid (*Loligo gahi*), clams (*Gari solida*), mussel (*Aulacomya ater*), scallop (*Argopecten purpuratus*), *Ensis sp* and macroalgae "weed" (*Chondracanthus chamissoi*), as well as toxic elements such as Pb and Cd. All samples were taken monthly from May to October 2008. The results indicated that 100 g of snail provided the Mg and Cu recommended daily requirement (RDA). The seaweed presented significant contents of Mg, Fe and Ca. In relation to regulations established by the European Union (EU) for heavy metals, no shellfish exceeded Pb permitted amount, but the allowable amount of cadmium was overcome by the mussel. Seaweed exceeded EU limits for Pb and Cd.

KEYWORDS: macro and micro nutrients, heavy metals, lead, cadmium, molluscs, seaweed.

#### INTRODUCCIÓN

Los elementos esenciales, son importantes para diversas funciones del organismo, así tenemos que el calcio es responsable de las funciones estructurales del esqueleto y los tejidos blandos, además se encarga de las funciones de la transmisión neuromuscular de estímulos químicos y eléctricos. El magnesio, desempeña un papel esencial en muchísimas reacciones celulares básicas, su deficiencia acarrea graves

alteraciones bioquímicas y sintomáticas del organismo. El potasio desempeña diversas funciones esenciales en el metabolismo energético, el transporte de la membrana y en el mantenimiento de la diferencia de potencial a través de las membranas celulares, esta última función es especialmente importante en todas las células neuromusculares y endocrinas. El hierro forma parte de la composición de la mioglobina para el almacenamiento de oxígeno, citocromos y para la producción oxidativa

de energía celular en forma de ATP. La deficiencia de Cu se traduce en una reducción de la capacidad para llevar a cabo la respiración y la fosforilación oxidativa y por tanto en una deficiencia del suministro de energía (ZIEGLER, FILER 1998)

Por otro lado, es conocido que los pescados y moluscos contienen elementos esenciales, pero si el medio en el que viven presentara metales tóxicos éstos tienden a acumularse en los tejidos, de manera similar, las algas marinas son reconocidas como fuente natural de elementos esenciales y también de tóxicos (MOREDA-PIÑEIRO et al. 2012).

Otra explicación de la presencia de metales pesados en el mar es la industrialización y el crecimiento demográfico que han provocado un aumento de metales a través de los efluentes municipales e industriales, actividades petroleras y drenajes provenientes de actividades mineras, produciendo efectos adversos sobre los ecosistemas (CEDEÑO 2011)

En relación a los metales tóxicos, los síntomas de intoxicación por plomo comprenden problemas gastrointestinales extendiéndose al sistema nervioso, riñón y corazón. También se acumula en huesos, reemplazando al calcio (siendo ésta la ruta responsable del almacenamiento de casi el 50% del plomo) acumulándose especialmente en los huesos largos (piernas y brazos). En el cuerpo se le puede encontrar como trifosfato de plomo (OMAYE 1982; citado por VALLE 1986).

Otro metal tóxico es el cadmio, ha sido detectado en alimentos, tales como moluscos, crustáceos, granos (arroz, germen de trigo), té y café. Este metal pesado es un constituyente natural del agua de mar y provienen de la erosión de las rocas, vulcanismo e hidrotermalismo. Los elementos metálicos en general, interrelacionan con el medio ambiente, mediante un balance conocido como ciclo biogeoquímico natural, otra causa de la presencia de Cd puede ser el fenómeno oceanográfico de afloramiento o surgencia. La fuente de contaminación ambiental por cadmio son las descargas industriales o de agricultura relacionada a la fabricación o uso de fertilizantes. El cadmio es tóxico para todos los sistemas y funciones de humanos y animales. Tiende a ser almacenado en hígado, riñón y pulmones. Entre sus efectos agudos se observan alteraciones generalizadas,

con problemas respiratorios, bronquitis, neumonía, arterioesclerosis e hipertensión (VALLE 1986), se acumula en los tejidos y tiene una vida media de 30 años, es un potente carcinógeno y se relaciona con la hipertensión y osteoporosis (LINDER 1988; citado por ASTORGA 2007).

Este trabajo fue realizado con la finalidad de obtener información sobre el contenido de minerales y metales pesados en moluscos y en una de las algas de mayor consumo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Muestras

La almeja, caracol, calamar, choro, concha de abanico y navaja fueron obtenidas del terminal pesquero de Ventanilla – Callao y el yuyo se obtuvo del norte (Pacasmayo) y sur del país (Pisco), mensualmente desde mayo hasta octubre del 2008.

La muestra de moluscos bivalvos y caracol comprendía cerca de  $35 \pm 5$  individuos, en el caso del calamar entre 12 y 15 individuos y aproximadamente 2 kg de algas, se colocaron en bolsas y éstas en cajas herméticas con hielo y enviadas a LABS-ITP. El laboratorio se encuentra acreditado según la NTP ISO/IEC 17025: 2006 y participa en pruebas de aptitud.

En los moluscos, se retiraron las valvas, para la preparación de muestra se consideró solo la parte comestible (se descartó el hepatopáncreas y las vísceras), con excepción del choro, al cual no se retiró ni hepatopáncreas ni las vísceras. Las algas fueron lavadas y cortadas.

Se trituró 3 veces cada una de las muestras con un homogeneizador de cuchillas de acero inoxidable de la marca RESH, modelo Grindomix GM 200.

### Métodos analíticos

En la determinación de Na, K, Ca y Mg, se aplicó una digestión ácida en microondas (Multiwave 3000 ANTON PAAR). En la determinación de calcio se agregó lantano de tal modo que la solución tenga un 0,1% de lantano. Para la determinación de Fe, Cu, Pb y Cd, se calcinó la muestra en el horno mufla a 425 °C.

Para las lecturas se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica (Analyst 800 PERKIN ELMER) por técnica de flama con corrector de fondo. Los estándares

empleados en las soluciones de la curva fueron trazables a NIST.

Los resultados están expresados en base húmeda (bh), las concentraciones de cadmio y plomo de la mayoría de la literatura encontrada de artículos científicos están expresadas en base seca (bs), se realizó las comparaciones considerando 1g/kg en base húmeda es similar a 5g/kg en base seca (MANJARREZ y col. 2008).

### Estadística

Se empleó el software de IBM, SPSS statistics 19, las pruebas realizadas fueron: el test de normalidad de KOLMOGOROV-SMIRNOV, ANOVA y TUKEY para evaluar las diferencias de contenido de minerales entre las especies. Todos los análisis fueron realizados a un nivel de significancia de 0,05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados generados son una contribución para la actualización de los datos reportados de micronutrientes y macronutrientes de los moluscos en las tablas peruanas de composición de alimentos.

### Magnesio (Mg)

- Moluscos

Los contenidos de Mg en almeja, calamar, choro, concha de abanico y navaja (Tabla 1), no presentaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) y fueron muy bajos comparando con los resultados de ASTORGA y col. (2007) para *M. chiliensis* y *P. purpura* (bivalvos) (85 y 112 mg/100 g respectivamente). El caracol presentó el contenido más elevado de Mg aportando el 137,3% (Tabla 2) del requerimiento diario recomendado (RDR).

- Algas

En relación a las macroalgas del sur y del norte, estas presentaron valores promedios de 117,9 y 114,0 mg/100 g respectivamente, cubriendo aproximadamente el 44% del RDR.

### Calcio (Ca)

- Moluscos

En la Tabla 1 se observa que el caracol y choro presentaron mayor contenido de Ca. Mientras que la almeja, calamar, concha de abanico y navaja no presentaron diferencia significativa entre

sus contenidos de Ca ( $P > 0,05$ ), estos valores fueron menores a los de ASTORGA y col. (2007) determinados en *M. chiliensis* y *P. purpuratus* (118 y 148 mg de Ca/100 g respectivamente).

- Algas

Llegaron a cubrir más del 17% del RDR (Tabla 2), el yuyo del Sur presentó 208,4 mg de Ca/100g y el yuyo del norte 178,6 mg de Ca/100g (Tabla 1).

### Potasio (K)

- Moluscos

La almeja, caracol, concha de abanico y navaja, fueron similares ( $P > 0,05$ ), presentaron los mayores valores de potasio (Tabla 1) y fueron superiores que los reportados por ASTORGA y col. (2007) en dos moluscos *M. chiliensis* y *P. purpuratus* (201 y 170 mg/100 g respectivamente). SOUTHGATE & PAUL (1985) encontraron en Choro 320 mg K/100 g, similar al reportado en el presente trabajo.

- Algas

Las macroalgas, presentaron mayor contenido de potasio que los moluscos (Figura 1 y Tabla 1), aportando 10 y 12 % del RDR, el yuyo del sur y del norte respectivamente (Tabla 2).

### Sodio (Na)

- Moluscos

El consumo de este elemento se obtiene por otras fuentes, en el presente trabajo el mayor contenido se encontró en el calamar (Tabla 1), puede deberse a las condiciones de almacenamiento a la que estuvo sujeto esta especie, es probable que haya ocurrido una absorción de sal al músculo. OKUZUMI & FUJII (2000) indican para el calamar 200 mg de sodio/ 100 g, valor inferior al encontrado para la misma especie en el presente trabajo.

- Algas

Las algas del norte y del sur presentaron cantidades de Na similares a los moluscos (Tabla 1).

### Hierro (Fe)

- Molusco

En la Tabla 1 puede observarse que este micronutriente se presenta en mayor cantidad en el choro cubriendo el 21,4% del %RDR (Tabla 2), no presentó

Tabla 1.- Rango, promedio y desviación estándar de macro y micronutrientes en las especies.

Especie	mg/100 g de parte comestible fresca					
	Na	K	Ca	Mg	Fe	Cu
Almeja	184,1 - 332,8	297,8 - 424,8	19,4 - 49,9	32,3 - 51,9	2,2 - 9,6	0,2 - 1,1
	236,0 <sup>a</sup> ± 53,4	365,5 <sup>b,c,d</sup> ± 47,8	36,1 <sup>ab</sup> ± 13,2	42,6 <sup>a</sup> ± 6,8	5,3 <sup>ab</sup> ± 2,9	0,7 <sup>a</sup> ± 0,4
Caracol	222,6 - 314,2	282,3 - 336,6	78,4 - 126,7	296,6 - 414,5	15,8 - 28,4	9,5 - 12,8
	254,8 <sup>a</sup> ± 32,6	311,6 <sup>b,c</sup> ± 22,1	109,3 <sup>c</sup> ± 19,4	357 <sup>c</sup> ± 48,8	19,7 <sup>c,d,e</sup> ± 4,9	10,7 <sup>b</sup> ± 1,2
Calamar	235,0 - 648,8	115,4 - 234,6	15,5 - 39,7	32,0 - 47,6	0,4 - 1,7	0,7 - 2,3
	428,2 <sup>b</sup> ± 175,6	170,6 <sup>a</sup> ± 45,8	29,8 <sup>ab</sup> ± 9,2	40,5 <sup>a</sup> ± 6,4	1,1 <sup>a</sup> ± 0,5	1,4 <sup>a</sup> ± 0,7
Choro*	307,8 - 522,7	225,9 - 299,7	39,9 - 79,8	41,7 - 85,5	17,3 - 28,8	0,9 - 1,8
	438,6 <sup>b</sup> ± 96,7	252,5 <sup>ab</sup> ± 25,3	66,1 <sup>b</sup> ± 14,4	57,4 <sup>a</sup> ± 16,4	23,6 <sup>d,e</sup> ± 4,3	1,4 <sup>a</sup> ± 0,3
Concha de Abanico	178,4 - 278,6	328,0 - 413,1	11,9 - 28,3	40,2 - 55,5	4,0 - 19,3	0,2 - 1,1
	240,2 <sup>a</sup> ± 44,7	371,6 <sup>b,c,d</sup> ± 31,1	20,3 <sup>a</sup> ± 5,9	45,6 <sup>a</sup> ± 6,2	10,2 <sup>ab,c</sup> ± 5,9	0,6 <sup>a</sup> ± 0,3
Navaja	237,1 - 345,3	251,1 - 462,3	34,9 - 66,7	27,4 - 50,0	9,6 - 23,9	0,5 - 2,2
	287,4 <sup>ab</sup> ± 41,2	385,2 <sup>c,d</sup> ± 82,6	50,7 <sup>ab</sup> ± 13,0	43,3 <sup>a</sup> ± 8,1	15,6 <sup>b,c,d</sup> ± 5,4	0,9 <sup>a</sup> ± 0,7
Yuyo Sur	190,3 - 415,9	426,5 - 579,8	193,5 - 244,5	91,4 - 154,4	31,1 - 53,8	0,4 - 1,1
	308,5 <sup>ab</sup> ± 84,4	492,5 <sup>d,e</sup> ± 60,1	208,4 <sup>d</sup> ± 24,3	117,9 <sup>b</sup> ± 23,6	41,3 <sup>f</sup> ± 8,6	0,7 <sup>a</sup> ± 0,2
Yuyo Norte	150,7 - 372,0	379,7 - 710,2	125,6 - 215,2	91,2 - 150,5	25,3 - 41,5	0,3 - 1,3
	281,3 <sup>ab</sup> ± 97,3	593,1 <sup>e</sup> ± 149,2	178,0 <sup>d</sup> ± 40,8	114,0 <sup>b</sup> ± 22,6	29,6 <sup>e</sup> ± 6,9	0,8 <sup>a</sup> ± 0,4

\*Se analizó el contenido total.

Letras de superíndice iguales en una columna no presentan diferencia significativa,

Letras de superíndice diferentes en una columna presentan diferencia significativa

Tabla 2.- Porcentaje del RDR proporcionado por el consumo de 100 g de cada especie.

RDR *	RDR *								
	(mg/día)	Almeja	Caracol	Calamar	Choro	C. abanico	Navaja	Yuyo S.	Yuyo N.
Na	1500	15,73	16,99	28,55	29,24	16,01	19,16	20,57	18,75
K	4700	7,78	6,63	3,63	5,37	7,91	8,20	10,48	12,62
Ca	1000	3,61	10,93	2,98	6,61	2,03	5,07	20,84	17,80
Mg	260	16,38	137,31	15,58	22,08	17,54	16,65	45,35	43,85
Fe	11	4,82	17,91	1,00	21,45	9,27	14,18	37,55	26,91
Cu	0,9	7,78	118,89	15,56	15,56	6,67	10,00	7,78	8,89

RDR Requerimiento diario recomendado para adultos de 31 a 50 años

\*Cantidades promedio tomados de ZIEGLER E Y FILER L (1998).

diferencia significativa con el caracol ( $P > 0,05$ ), comparando los valores del presente trabajo y el de ASTORGA y col (2007) los últimos encontraron valores mayores de Fe en *M. chilensis* y *P. purpuratus* ( $6,31 \pm 3,54$  y  $8,95 \pm 4,67$  mg/100 g respectivamente). PAUL & SOUTHGATE (1985) reportaron para el "mussel" 5,8 mg de Fe/100 g valor superior a los encontrados en este trabajo.

- Algas

El yuyo del sur presentó mayor cantidad de hierro que el yuyo del norte ( $P < 0,05$ ), esto puede deberse probablemente al elevado contenido de este mineral en el área de muestreo, el porcentaje de aporte del requerimiento diario fue de 37,5% (Yuyo S) y 26,9% (Yuyo N) (Tabla 2).

### Cobre (Cu)

- Molusco

El caracol aportó 118,89 % del RDR de Cu (Tabla 2), presentando diferencia significativa con las demás especies ( $P < 0,05$ ), PAUL, SOUTHGATE (1985) reportaron 0,28 mg de Cu/100 g de "mussel crudo", similar al encontrado en el choro del presente trabajo.

- Algas

El aporte de Cu fue  $< 10\%$  de RDR, no existió diferencia significativa en los contenidos de Cu de las algas del sur y del norte, ni tampoco con el contenido de los moluscos, excepto con el caracol.

Tabla 3.- Rango, promedio y desviación estándar de Pb y Cd en ug/g  $\approx$  mg/kg

	Pb (ug/g)		Cd (ug/g)	
	Prom $\pm$ Desv	Min - Max	Prom $\pm$ Desv	Min - Max
Moluscos				
Almeja	0,11 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04	0,06 - 0,16	0,20 <sup>a</sup> $\pm$ 0,07	0,14 - 0,32
Caracol	0,11 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04	0,07 - 0,17	0,50 <sup>a</sup> $\pm$ 0,23	0,21 - 0,84
Calamar	0,13 <sup>a</sup> $\pm$ 0,06	0,07 - 0,23	0,09 <sup>a</sup> $\pm$ 0,10	0,01 - 0,23
Choro*	0,20 <sup>b</sup> $\pm$ 0,04	0,14 - 0,26	2,11 <sup>b</sup> $\pm$ 0,53	1,37 - 3,01
Concha de Abanico	0,19 <sup>b</sup> $\pm$ 0,06	0,11 - 0,27	0,30 <sup>a</sup> $\pm$ 0,10	0,15 - 0,41
Navaja	0,12 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04	0,05 - 0,16	0,17 <sup>a</sup> $\pm$ 0,15	0,06 - 0,47
Algas				
Yuyo Sur	0,28 $\pm$ 0,09	0,16 - 0,37	0,09 $\pm$ 0,06	0,02 - 0,20
Yuyo Norte	0,21 $\pm$ 0,07	0,15 - 0,27	0,06 $\pm$ 0,04	0,03 - 0,11

\*Se analizó el contenido total de las valvas.

Letras de superíndice iguales en la columna de promedios de Pb y Cd de moluscos no presentan diferencia significativa  
Letras de superíndice diferente en la columna de promedios de Pb y Cd de moluscos presentan diferencia significativa

### Metales pesados

El plomo y cadmio son metales pesados altamente tóxicos, los contenidos máximos establecidos por la Comunidad Europea (CE) para los moluscos es de 1,5 mg de Pb /kg y 1 mg de Cd /kg; para los cefalópodos de 1 mg/kg para Pb y Cd y para las algas de 0,1 y 0,05 mg/kg para Pb y Cd respectivamente. Los niveles de metales en macroalgas dependen de diferentes factores ambientales tales como la salinidad, nutrientes, pH, edad de la planta, variación estacional (ASTORGA 2008).

#### Plomo (Pb)

- Moluscos

Ninguna de las especies de moluscos (Tabla 3) superó el límite establecido por la CE (1,5 mg/kg), GIL M y col (2006) evaluaron el plomo en *Mytilus edulis*, *Aulacomya atra* y *Patinigera sp* durante 1994 – 1995 en la zona costera de la Patagonia Argentina, encontrando valores en el rango de 1,64 a 8,07 ug/g (bs), valores superiores a los encontrados en este trabajo.

- Algas

Las cantidades de plomo en las algas del sur y norte (Tabla 3) fueron similares ( $P > 0,05$ ) y mayores a la cantidad permitida por la CE (0,1 ug/g). ASTORGA y col. (2008) reportaron valores de Pb de 0,4; 2,24; 1,48 y 1,64 ug/g (bh) para *A. utricularis*, *Enteromorpha sp*, *M. laminaroides* y *P. columbina* respectivamente, cercanos a los encontrados en el presente trabajo. Los altos niveles de concentración de

un metal en el mar dependerá de la actividad antropogénica cerca del área de estudio (ASTORGA 2008), las algas exhiben diferentes afinidades hacia diferentes metales, el cual a su vez depende de la estructura química del bioabsorbente (HAMBY 2000, citado en ASTORGA 2008).

#### Cadmio (Cd)

- Moluscos

Los valores de Cd de la almeja, caracol, calamar, concha de abanico y navaja fueron similares ( $P > 0,05$ ), estuvieron por debajo del contenido máximo permitido por la CE (1 mg/kg), pero el choro superó el límite en más del doble (Tabla 3), mientras que el caracol presentó valores cercanos (0,7 mg/kg). La FAO/WHO, JECFA en 2010 establecieron provisionalmente la ingesta mensual tolerable de Cd de 25  $\mu$ g/kg de peso corporal, considerando el peso de referencia para adultos de 75 kg para hombres y 63 kg para mujeres, la cantidad permitida de Cd sería 1975 y 1575 ug para hombres y mujeres respectivamente en un mes, considerando la mayor concentración de Cd en el choro del presente trabajo (3,0 ug/g), se sugiere no ingerir al mes cantidades mayores a 650 g y 520 g de choro, a hombres y mujeres respectivamente.

SEGOVIA y col. (2003) trasplantaron al *Mytilus californianus* como indicadores de surgencia en dos zonas de Baja California, México, las concentraciones de Cd de los mejillones trasplantados a Punta Banda (eventos de surgencia

intensa) fueron mayores (17,23  $\pm$ 1,89 mg/kg bs) que aquellos trasplantados a las Islas Coronado (surgencia menos intensas) con concentraciones de 9,86  $\pm$  1,37 mg/kg bs, concluyeron que el proceso de surgencia juega un papel muy importante en controlar el contenido de Cd en el mejillón.

Otros investigadores encontraron menores valores que los de este trabajo como el realizado en Chile por ASTORGA y col. (2007) quienes mostraron valores de Cd para el *M. chilensis* en el rango de 0,087 a 0,33 ug/g bh y para el *P. purpuratus* 0,03 a 0,81 ug/g bh. BESADA y col. (2011) evaluaron entre otros metales al Cd en *Mytilus galloprovincialis* en la costa de Galicia (0,409 - 1,57 mg/kg bs) y en Asturias (0,49 - 1,57mg/kg bs). MANJARREZ y col. (2008), en el estudio realizado de marzo a agosto del 2007 en la Bahía de Cartagena, mostraron concentraciones de Cd en ostras en las estaciones de Ciénaga Honda y Bocachica de 5,15 y 3 mg/kg bs respectivamente. GIL y col. (2006) reportaron valores de Cd en el rango de 1,12 y 6,74 ug/g bs en *Mytulus edulis*, *Aulacomya atra* y *Patinigera sp* evaluados durante 1994 -1995 en el mar de Patagonia-Argentina.

- Algas

No existió diferencia significativa ( $P > 0,05$ ) en el contenido de Cd entre las algas evaluadas (Tabla 3), algunos valores pasaron la cantidad permitida por la CE (0,050 ug/g de parte comestible fresca).

## CONCLUSIONES

1. En general, en relación al contenido de minerales, en las especies estudiadas se observó, que el potasio y el sodio son los minerales de mayor abundancia, seguidos por calcio, magnesio y los menos abundantes el hierro y cobre.
2. El caracol (100 g) presentó una concentración significativa de Mg y Cu cubriendo el 137% y 118% del RDR.
3. El yuyo del Sur aportó magnesio en 45%, hierro en 37% y calcio en 20% del RDR, el yuyo del norte también aporta esos minerales pero en menores porcentajes.
4. El choro presentó concentraciones elevadas de cadmio excediendo en más

del doble a la cantidad permitida por la CE, lo cual supone un riesgo para la salud, en especial si existe un consumo frecuente de este recurso.

5. Con respecto a la concentración de Pb, ningún molusco excedió la cantidad permitida por la CE.
6. Las concentraciones de Pb y Cd en el yuyo superaron las cantidades establecidas por la CE.

## REFERENCIAS

1. ASTORGA M, RODRÍGUEZ E, DÍAZ C. 2007. Comparison of mineral and trace element concentrations in two molluscs from the Strait of Magellan (Chile). Journal of food composition and analysis. 2007. Vol 20: 273-279.
2. ASTORGA M, CALISTO N, GUERRERO S. 2008. Baseline Concentration of trace Metals in Macroalgae from Strait of Magellan Chile. Bull Environ Contam Toxicol. 2008. 80: 97-101.
3. CEDEÑO A. 2011. Metales pesados, metalotioneínas y relación ARN/ADN del bivalvo *Lima scabra*, colectado en dos zonas de la isla de Cubagua, estado Nueva Esparta, Venezuela. Tesis para optar el título de licenciado en bioanálisis. Cumana. Universidad de Oriente núcleo de Sucre. Escuela de Ciencias. Departamento de Bioanálisis. Venezuela. 40 pp
4. FAO-WHO. JECFA/73/SC. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization. (Online). Summary and conclusions of the seventy-third meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva. 8-17 June 2010. Disponible en <http://www.who.int/entity/foodsafety/publications/chem/summary73.pdf>. (Acceso 10 de diciembre del 2012). 17pp.
5. GIL M, TORRES A, HARVEY M, ESTEVES J. 2006. Metales pesados en organismos marinos de la zona costera de la Patagonia argentina continental. Rev. de Biología Marina y Oceanografía. 41 (2): 167-176. Diciembre de 2006.
6. MANJARREZ G, CASTRO I, UTRIA L. 2008. Bioacumulación de cadmio en ostras de la Bahía de Cartagena. Revista Ingenierías Universidad de Medellín. Colombia. Volumen 7 (13):11-20. Julio-diciembre de 2008/164 p.
7. MOREDA-PIÑEIRO J, MOREDA-PIÑEIRO A, ROMARÍS-HORTAS V, DOMÍNGUEZ-GONZÁLEZ R, ALONSO-RODRÍGUEZ E, LÓPEZ-MAHÍA P, MUNIATEGUI-LORENZO S, PRADA-RODRÍGUEZ D, BERMEJO-BARRERA P. 2012. Trace metals in marine foodstuff: Bioavailability estimation and effect of major food constituents. Food

- Chemistry. 2012. Vol 134: 339–345.
8. OKUZUMI M, FUJII T. 2000. Nutritional and Functional Properties of Squid and cuttlefish. National cooperative Association of Squid Processors. Japan. 218 pp
  9. PAUL A, SOUTHGATE D. 1985. The composition of foods. Elsevier/North-Holland Biomedical Press. 400 pp.
  10. SEGOVIA-ZAVALA J, DELGADILLO-HINOJOSA F, VIDAL-TALAMANTES R, MUÑOZ -BARBOSA A, GUTIÉRREZ-GALINDO E. 2003. *Mytilus californianus* trasplantados como bioindicadores de surgencia a dos zonas en Baja California, México. Ciencias Marinas (2003). 29 (4B):665-675.
  11. VALLE P. 1986. Toxicología de alimentos. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. México. 218 pp.
  12. ZIEGLER E, FILER L. 1998. Conocimientos actuales sobre nutrición. Organización Panamericana de la Salud y el Instituto Internacional de Ciencias de la Vida. Séptima edición. Washington DC. 674 pp.