

Contribución nutricional de minerales esenciales aportados por *Mytilus edulis platensis* (mejillones) del golfo San Jorge, Chubut

Nutritional contribution of essential minerals provided by *Mytilus edulis platensis* (mussels) from San Jorge gulf, Chubut

DRA. FAJARDO MARÍA A¹, DRA. PÉREZ ADRIANA A¹, MG. STROBL ANALÍA M¹, BIOQ. GARRIDO CLAUDIA V¹, BIOQ. GARRIDO BETIANA R¹, BIOQ. ALASSIA FIORELA R¹, BIOQ. CAMARDA SILVINA¹, MG. PÉREZ LAURA B¹, DRA. FARIÁS SILVIA S²

¹Centro Regional de Investigación y Desarrollo Científico Tecnológico (CRIDECIT), Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Ciudad Universitaria Km 4, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

²Comisión Nacional de Energía Atómica, Gerencia de Tecnología y Medio Ambiente (CNEA). Buenos Aires, Argentina.

Correspondencia: Fajardo María bromato@unpata.edu.ar

Recibido: 22/07/2015. **Envío de revisiones:** 04/12/2015 **Aceptado en su versión corregida:** 28/03/2016

Resumen

La recolección artesanal de moluscos bivalvos, actividad conocida como marisqueo, es una significativa fuente alimenticia y económica para grupos sociales de poblaciones costeras patagónicas. Además, se ha constituido como una importante alternativa de maricultura en la costa patagónica.

El objetivo de este trabajo fue determinar las concentraciones de Ca, Mg, P, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Se y Zn en *Mytilus edulis platensis* de tres sitios de la costa del Golfo San Jorge, a fin de evaluar la variación geográfica y estacional de estos elementos y determinar su contribución nutricional.

Los lugares de muestreo se centraron en dos sitios alejados de la actividad antrópica, Bahía Solano y Punta Maqueda, y un tercer sitio Playa Km 3, con actividad antropogénica.

Las muestras fueron digeridas por vía húmeda con Bombas Parr. Los elementos fueron cuantificados mediante un espectrómetro de plasma inductivo (ICP-OES).

Los resultados fueron expresados como porcentajes de cobertura considerando el promedio anual de cada elemento estudiado. En este sentido, según las Ingestas Dietéticas de Referencia, el consumo de 100 gramos de moluscos frescos cubrirían las necesidades para mujeres (M) y hombres (H) adultos en los siguientes porcentajes: Ca 26% (M y H), Mg 42% (M) y 35% (H), P 18% (M y H), Cr 176% (M) y 126% (H), Cu 11% (M y H), Fe 34% (M) y 70% (H), Mn 17% (M) y 13% (H), Mo 26% (M y H), Se 202% (M) y 155% (H) y Zn 30% (M) y 21% (H).

Es posible concluir que 100 g de mejillones aportan elementos indispensables en niveles considerables, sujetos a variación temporal y geográfica, hecho que debería ser tenido en cuenta para ampliar y mejorar la información actualmente reflejada en tablas de composición de alimentos. Los resultados obtenidos proporcionan información de gran valor, dado que corresponden a un alimento originario de la costa Patagónica y consumido de forma habitual en nuestro país.

Palabras clave: contribución nutricional, mejillones, macroelementos, microelementos, Patagonia Argentina.

Abstract

Artisanal harvesting of bivalve molluscs, known as shellfishing, is an important source of food and economic resources to social groups that live in Patagonian coastal populations. It has also become an important alternative for mariculture in San Jorge Gulf. The aim of this study was to determine the concentrations of Ca, Mg, P, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Se and Zn in *Mytilus edulis platensis* from three sites in San Jorge Gulf, in order to evaluate the geographical and seasonal variation of these items, and determine their nutritional contribution.

The sampling sites were focused on two places without anthropic activity; Bahía Solano and Punta Maqueda, and a third place was one with anthropogenic activity: Playa Km 3.

The samples were digested via wet way using Parr bombs. The elements were quantified via inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES).

The results were expressed in cover percentages considering the annual average of each item studied. In this way, according to the Dietary Reference Intakes, the consumption of 100 grams of fresh mussel would cover adult women's (W) and men's (M) needs, in the following percentages: 26% of Ca (W and M), 42% (W) and 35% (M) of Mg, 18% of P (W and M), 176% (W) and 126% (M) of Cr, 11% of Cu (W and M), 34% (W) and 70% (M) of Fe, 17% (W) and 13% (M) of Mn, 26% of Mo (W and M), 202% (W) and 155% (M) of Se, and 30% (W) and 21% (M) of Zn.

A conclusion is that 100 g of mussels provide essential elements at considerable levels, subjected to a geographical and seasonal variation, a fact that should be considered in order to expand and improve the information currently found in food composition tables. The results obtained provide valuable information, considering they come from the Patagonian coast, and that this food is usually consumed in our country.

Keywords: nutritional contribution, mussels, macroelements, microelements, Argentinian Patagonia.

Introducción

La demanda por alimentos ricos en micronutrientes es cada vez mayor, tanto en países en desarrollo y como subdesarrollados, lo que estimula la exploración de recursos no tradicionales (1).

Los mitílidos, denominados comúnmente como mejillones, son una familia de moluscos bivalvos de gran valor comercial y gastronómico, por tratarse de una fuente importante de proteínas, minerales y vitaminas esenciales de alto valor biológico para la población humana (2, 3). Como otros bivalvos, son animales filtradores que viven fijados al sustrato. Entre las especies patagónicas que habitan el bentos marino, se encuentra *Mytilus edulis platensis* (4).

La recolección artesanal de estos moluscos, también conocida como marisqueo, es una significativa fuente alimenticia y económica para los asentamientos costeros patagónicos. Además, se ha constituido como una importante alternativa de maricultura en el Golfo San Jorge, siendo una actividad declarada de interés provincial por la Honorable Legislatura de la Provincia del Chubut en 1992 (5).

La explotación comercial de mejillones se encuentra muchas veces dificultada por las floraciones algales nocivas que pueden traer aparejadas toxinas marinas. En relación a esto, la Provincia del Chubut lleva a cabo, en forma continua y progresiva desde 1985, el control para evitar esta enfermedad transmitida por alimentos, mediante el Plan Provincial de Mareas Rojas (6).

Desde el punto de vista de la toxicología alimentaria, los minerales de origen natural o antropogénico pueden entrar activamente en la cadena alimentaria, constituyendo su mayor fuente de exposición en seres humanos (7).

Los sistemas biológicos han incorporado muchos elementos como indispensables a través de la evolución o han desarrollado mecanismos adaptativos para bloquear la acción de los que no han sido de utilidad funcional (8). Metales como la plata (Ag), el mercurio (Hg), el cadmio (Cd) y el plomo (Pb), entre otros, tienen importancia industrial o económica destacada, aunque carezcan de función biológica conocida. En general, presentan toxicidad por inhibir la actividad de ciertas enzimas (8).

Por otra parte, es ampliamente reconocido el rol esencial que desempeñan para los seres humanos los macroelementos calcio (Ca), cloro (Cl), potasio (K), magnesio (Mg), sodio (Na) y fósforo (P), los microelementos cromo (Cr), flúor (F), hierro (Fe), iodo (I), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), selenio (Se) y zinc (Zn), y los ultratraza boro (B), litio (Li), níquel (Ni), silicio (Si), estroncio (Sr) y vanadio (V). Todos ellos participan de numerosas funciones: proporcionan el medio iónico adecuado para las reacciones enzimáticas, son componentes de compuestos orgánicos esenciales, intervienen en los procesos de transporte, en reacciones redox, en potenciales de membrana, en la conducción nerviosa, entre otras (8, 9). No obstante, pequeñas variaciones en sus concentraciones, sean en exceso o en déficit, pueden generar efectos nocivos agudos o crónicos (10).

El creciente número de publicaciones durante los últimos años, que relacionan la dieta con diversas enfermedades crónicas, despiertan un gran interés por alimentos que resulten beneficiosos para la salud y reduzcan la incidencia de enfermedades (11).

En este sentido, los invertebrados marinos son una buena fuente de proteínas de alta calidad, ya que su composición en aminoácidos está bien equilibrada. Son, además, ricos en minerales y vitaminas, y tienen un contenido en grasa relativamente bajo. Muchos se utilizan como alimentos o como suplementos y cada vez se reconoce más su papel destacado en nutrición (12).

El objetivo de este trabajo fue determinar las concentraciones de los macroelementos Ca, Mg y P y los microelementos Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Se y Zn, en *Mytilus edulis platensis* de tres sitios de la costa del Golfo San Jorge, a fin de evaluar la variación geográfica y estacional de estos elementos y determinar su contribución nutricional.

Materiales y método

Lugar de muestreo

El Golfo San Jorge, cuenca sedimentaria rica en hidrocarburos, se localiza en la costa patagónica

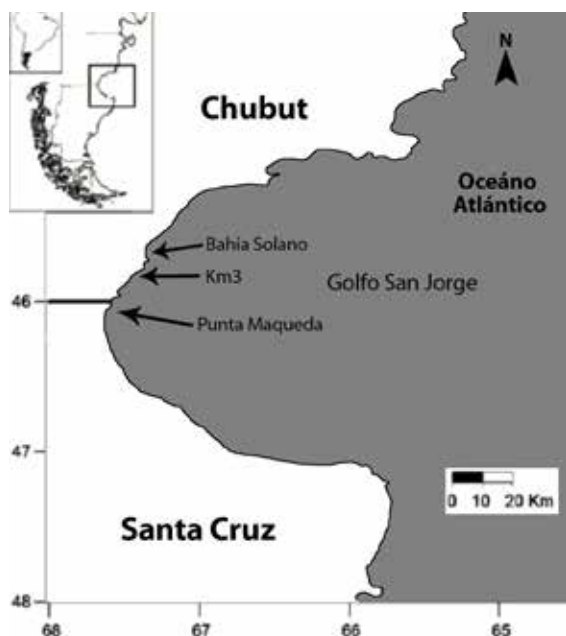


Figura 1: Lugares de muestreo en el Golfo San Jorge de la patagonia Argentina: Bahía Solano, Km 3 y Punta Maqueda.

atlántica de Argentina (13). Dentro del mismo, se han seleccionado tres sitios de muestreo. Dos de ellos corresponden a zonas alejadas de la actividad antrópica: Bahía Solano (BS), 20 Km al norte de Comodoro Rivadavia ($45^{\circ} 45' \text{LS}$, $67^{\circ} 33' \text{LO}$), y Punta Maqueda (PM), 30 Km al sur de Comodoro Rivadavia ($46^{\circ} 1' \text{LS}$, $67^{\circ} 34' \text{LO}$). El tercer sitio corresponde a Playa Km 3 (Km3), a 3 Km al norte de Comodoro Rivadavia ($45^{\circ} 50' \text{LS}$, $67^{\circ} 27' \text{LO}$), y cercana a la actividad humana (Figura 1).

Lavado del material

El material utilizado en la recolección, pretratamiento y mineralización fue lavado con detergente neutro, enjuagado con agua, sumergido en HNO_3 50% v/v durante 24 horas y enjuagado 6 veces con agua ultra pura.

Recolección y pretratamiento de las muestras

Se recolectaron estacionalmente y en forma manual mejillones (*Mytilus edulis platensis*) de 40 a 60 mm de largo, para minimizar las diferencias en la acumulación de metales debidas a edad y tama-

ño (14). Se desprendieron del sustrato con bisturí, se guardaron en bolsas de polietileno y se transportaron al laboratorio, refrigerados a 5°C . Allí, se lavaron con agua potable y, posteriormente, con agua ultra pura, para remover arena y epibiota. Se extrajo la masa visceral, la cual fue secada a $50 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, y guardada a -20°C hasta su procesamiento.

Para la medición de Ca, Mg y P se pudieron estudiar solo tres estaciones porque al realizar los ensayos de determinación de estos elementos en otoño hubo inconvenientes técnicos en su determinación.

Mineralización

Se pesaron exactamente entre 100 y 200 mg de muestra seca, se colocaron en vasos de teflón (Parr Instrument Company, Illinois, USA) y se agregaron 2 ó 4 ml de HNO_3 (J.T. Baker ACS, EEUU) respectivamente, según correspondiera al peso de muestra. Se colocaron en bombas de digestión (Bomb Parr®, Parr Instrument Company, Illinois, USA), y procesaron en microondas para su mineralización vía húmeda (1200 watts durante 1 minuto) (15). Los mineralizados fueron guardados en recipientes de polipropileno a -20°C , hasta su análisis.

Cuantificación

Los elementos fueron cuantificados mediante un espectrómetro de plasma inductivo de argón (ICP-OES) axial, multielemental simultáneo, provisto de detector de estado sólido y automuestreador marca Perkin Elmer Optima 5100 XL (Perkin Elmer, Ma. USA), cuyo software operativo es el ICP-OPTIMA (Winlab 32 Versión 2.4).

Control de calidad del método analítico: análisis de Material de Referencia

El material certificado de referencia estándar ERM-CE (CRM) 278 (tejido de Mejillón) (Instituto de Materiales y Medidas de Referencia, IMMR, Bruselas, Bélgica) fue utilizado para verificar la exactitud

Tabla 1: Concentración de metales pesados ($\mu\text{g/g}$ peso seco) en material de referencia ERM-CE 278 (Tejido de Mejillón) (n=10) Promedio \pm DE.

Elemento	Certificado	Encontrado	% Recuperado
As	6,07	6,35 \pm 6,09	105
Cd	0,348	0,32 \pm 2,78	92
Cr	0,78	0,76 \pm 2,05	98
Cu	9,45	7,64 \pm 5,40	91
Mn	7,69	6,98 \pm 2,00	91
Pb	2,0	1,88 \pm 0,56	94
Se	1,84	1,80 \pm 5,40	98
Zn	83,1	85,45 \pm 6,1	103

de la metodología realizada. Una muestra de ERM-CE (reactivos y blanco de digestión) se incluyó en cada lote de analítico

Los resultados no mostraron diferencias significativas con los valores certificados y las desviaciones estándares fueron bajas, encontrándose una repetibilidad del método del orden del 5% (Tabla 1).

La certeza fue evaluada como sesgo a partir de 6 ensayos independientes realizados sobre 6 alícuotas diferentes de ERM-CE (CRM) 278. La robustez fue probada introduciendo mínimos cambios en las variables operativas del equipo de ICP-OES (caudal de gas del plasma, caudal de gas auxiliar, caudal de gas de nebulización, potencia incidente, caudal de muestra, variaciones en la lectura del máximo de las longitudes de onda), y la recuperación se evaluó a través del análisis de 10 porciones independientes de material de referencia. La incertidumbre se evaluó a partir del análisis de sus fuentes y la cuantificación de cada uno de los parámetros de influencia.

Análisis estadístico

Los resultados descriptivos se expresaron como promedio con su desviación estándar y mínimo-máximo (Min-Max). Para evaluar la asociación entre variables se utilizó el método de las diferencias aplicando la prueba de Wilcoxon- Mann Whitney y Kruskal- Wallis empleando el test de Student- Newman- Keuls como *prueba post-hoc*. Los cálculos estadísticos se realizaron con el paquete informático INSTAT 2.02 y se consideró como estadísticamente significativo un valor de $p < 0,05$ y altamente significativo un $p < 0,01$ (16).

Resultados

En la Tabla 2, la concentración de Ca mostró una variación estacional significativa ($p < 0,05$) en los tres lugares de muestreo. La concentración máxima se detectó en primavera en BS y la mínima en invierno en PM. La concentración de Mg no tuvo variación estacional ($p > 0,05$) en ningún lugar de muestreo. El P solamente presentó variación estacional en PM ($p < 0,05$) en cada sitio de muestreo.

En la Tabla 3 se observa que las concentraciones de Cr presentaron variación estacional solo en Km3 ($p < 0,05$), con niveles extremos de 0,11 $\mu\text{g/g}$ peso húmedo (ph) en primavera a 1,16 $\mu\text{g/g}$ ph en invierno.

El Mo, muestra variación estacional en los tres lugares de muestreo ($p < 0,05$).

El Fe y el Mn presentaron variación estacional con máximas concentraciones en otoño ($p < 0,05$).

En la Tabla 4 se observa que las concentraciones de Cu no presenta variación estacional en PM ($p > 0,05$). El Zn presenta variación estacional ($p < 0,05$) con valores máximos en otoño en los tres lugares de muestreo, siendo Km 3 el lugar que presentó las concentraciones más altas comparadas con los otros dos lugares. El Se tuvo igualmente variación estacional ($p < 0,05$), con un comportamiento errático al comparar los sitios de muestreo.

En la Tabla 5 se aprecia el porcentaje de cobertura de los macroelementos estudiados, según las Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) que incluyen la Ingesta Diaria Recomendada (IDR) y la Ingesta Adecuada (IA) (17, 18, 19).

Discusión

En relación al calcio, se encontró que en un estudio de Astorga et al. en *Mytilus chilensis* las concentraciones variaron de 0,46 a 2,19 mg/g de ph (20). Dichos valores son aproximadamente un 50% más bajos que los encontrados en el presente trabajo (Tabla 5).

Desde el punto de vista nutricional, se recomienda que la relación Ca/P de la dieta sea igual o superior a la unidad para evitar la disminución de la absorción del Ca. (8). En este estudio se encontró una relación de Ca/P de alrededor de 2 en los meji-

Tabla 2: Concentración de Ca, Mg y P en *Mytilus edulis* (mg/100 g ph) (n=3)

	Bahía Solano			Km 3			Punta Maqueda		
	Ca	Mg	P	Ca	Mg	P	Ca	Mg	P
	$\bar{x} \pm SD$ (Min-Max)								
Verano	174a \pm 17,0 (141–220)	94,0a \pm 12,0 (77,0–104)	136a* \pm 21,0 (107–154)	194a \pm 29,0 (151–230)	97,0a \pm 8,00 (88,0–105)	105a \pm 6,00 (96,0–114)	150a \pm 22,0 (128–172)	102a \pm 0,00 (102–102)	92,0a \pm 0,00 (92,0–92,0)
Invierno	403b \pm 98,0 (304–500)	84,0a* \pm 5,00 (79,0–90,0)	130a \pm 10,0 (120–140)	337b \pm 15,0 (320–351)	117a \pm 14,0 (107–132)	130a \pm 9,00 (121–139)	81,0b,c* \pm 21,0 (63,0–104)	121a \pm 9,00 (111–129)	125b \pm 10,0 (115–134)
Primavera	698c* \pm 9,00 (691–709)	60,0a \pm 1,00 (56,0–62,0)	117a* \pm 6,00 (107–127)	214a \pm 1,00 (212–214)	60,0a \pm 1,00 (60,0–61,0)	150a \pm 3,00 (147–154)	113a,c \pm 6,00 (103–126)	89,0a* \pm 01,00 (88,0–89,0)	142b \pm 15,0 (132–161)

ph: peso húmedo; \bar{x} : promedio; SD: desviación estándar.

Diferentes letras en la misma columna indican diferencia estadísticamente significativa: $p < 0,05$.

Un asterisco (*) en la misma línea para el mismo elemento significa diferencia estadísticamente significativa: $p < 0,05$.

Tabla 3: Concentración de Cr, Mo, Fe, Mn en *Mytilus edulis* (μ g/100 g ph) (n=3)

	Bahía Solano				Km 3				Punta Maqueda			
	Cr	Mo	Fe	Mn	Cr	Mo	Fe	Mn	Cr	Mo	Fe	Mn
	$\bar{x} \pm SD$ (Min-Max)											
V	36,0a \pm 11,0 (29,0–50,0)	4,00a \pm 0,00 (4,00–4,00)	7130a \pm 338 (6440–8150)	207a \pm 26,0 (169–234)	45,0a \pm 1,00 (43,0–47,0)	7,00a \pm 1,00 (5,00–4,00)	9000a \pm 792 (7880–10100)	290a \pm 9,00 (274–320)	38,0a \pm 5,00 (32,0–43,0)	14,0a* \pm 0,00 (14,0–14,0)	8100a \pm 502 (7590–8580)	243a \pm 41,0 (202–284)
O	51,0a \pm 6,00 (44,0–64,0)	20,0b \pm 13,0 (10,0–29,0)	17700b \pm 1730 (15900–19400)	556b \pm 119 (454–686)	34,0a \pm 15,0 (17,0–60,0)	21,0b \pm 20,0 (7,00–35,0)	17400b \pm 207 (17200–17600)	558b \pm 106 (454–664)	54,0a \pm 6,00 (48,0–65,0)	21,0a,b \pm 5,00 (0,18–0,25)	13200b* \pm 1050 (12400–14400)	535b \pm 124 (434–673)
I	52,0a \pm 2,00 (50,0–54,0)	Nd	4900a* \pm 508 (4390–5400)	194a* \pm 11,0 (184–205)	116b* \pm 3,00 (113–119)	5,00a \pm 2,00 (4,00–7,00)	9810a \pm 1080 (8730–10900)	263a \pm 26,0 (236–288)	40,0a \pm 6,00 (32,0–43,0)	7,00b* \pm 0,00 (7,00–7,00)	9130a \pm 2160 (6680–10800)	265a \pm 31,0 (230–292)
P	23,0a \pm 6,00 (16,0–19,0)	9,00c \pm 2,00 (7,00–11,0)	6390a \pm 619 (5790–7040)	203a \pm 19,0 (180–234)	11,0c* \pm 5,00 (10,0–12,0)	8,00a \pm 0,00 (8,00–8,00)	6750c \pm 238 (6480–6950)	182a \pm 5,00 (176–187)	30,0a \pm 5,00 (24,0–32,0)	14,0a \pm 4,00 (11,0–18,0)	8240a* \pm 443 (7740–8510)	200a \pm 33,0 (176–238)

ph: peso húmedo; \bar{x} : promedio; SD: desviación estándar; V: Verano; O: Otoño; I: Invierno; P: Primavera, Nd: No detectado.

Diferentes letras en la misma columna indican diferencia estadísticamente significativa: $p < 0,05$.

Un asterisco (*) en la misma línea para el mismo elemento significa diferencia estadísticamente significativa: $p < 0,05$.

Tabla 4: Concentración de Cu, Zn y Se en *Mytilus edulis* (μ g/100 g ph) (n=3)

	Bahía Solano			Km 3			Punta Maqueda		
	Cu	Zn	Se	Cu	Zn	Se	Cu	Zn	Se
	$\bar{x} \pm SD$ (Min-Max)								
Verano	124a \pm 6,00 (112–140)	2270a \pm 86 (1800–2610)	84,0a \pm 19,0 (50,0–112)	110a \pm 5,00 (104–115)	2430a \pm 254 (2250–2610)	50,0a* \pm 15,0 (40,0–61,0)	63,0a* \pm 2,00 (61,0–65,0)	2250a \pm 6,00 (2250–2270)	74,0a \pm 9,00 (65,0–83,0)
Otoño	128a \pm 7,00 (123–133)	4880b \pm 922 (4250–5940)	44,0b \pm 23,0 (18,0–63,0)	133b \pm 18,0 (122–154)	5650b* \pm 225 (5508–5920)	34,0b \pm 18,0 (21,0–55,0)	86,0a* \pm 7,00 (82,0–91,0)	3580b \pm 576 (3060–4210)	35,0b \pm 26,0 (7,00–63,0)
Invierno	76,0b \pm 7,00 (68,0–83,0)	1850a \pm 180 (168–2030)	43,0b \pm 0,00 (43,0–43,0)	114a* \pm 9,00 (105–122)	3620c* \pm 311 (3310–3920)	51,0a \pm 0,00 (51,0–51,0)	74,0a \pm 2,00 (72,0–76,0)	2200a \pm 239 (1940–2410)	50,0b \pm 14,0 (36,0–65,0)
Primavera	78,0b \pm 5,00 (6,08–86,0)	1800a \pm 111 (1610–1960)	34,0b \pm 33,0 (34,0–50,0)	95,0a \pm 5,00 (32,0–43,0)	2540a* \pm 119 (2430–2660)	63,0c* \pm 2,00 (61,0–65,0)	76,0a \pm 7,00 (68,0–83,0)	2030a \pm 184 (1840–2270)	68,0a* \pm 4,00 (65,0–72,0)

ph: peso húmedo; \bar{x} : promedio; SD: desviación estándar.

Diferentes letras en la misma columna indican diferencia estadísticamente significativa: $p < 0,05$.

Un asterisco (*) en la misma línea para el mismo elemento significa diferencia estadísticamente significativa: $p < 0,05$.

Tabla 5: Porcentajes de cobertura, según las Ingestas Dietéticas de Referencia por el consumo de una porción (100 gramos de moluscos frescos o 19 unidades)

		Ingestas Dietéticas de Referencia Adultos entre 31 – 50 años	% cobertura por la ingesta de 100 g mejillones	
			Mínimo y máximo anual	Promedio anual
Ca	F y M	IRNa: 1000 mg/día	8-70%	26%
Mg	F	IRNb: 220 mg/día	27-55%	42 %
	M	IRNb: 260 mg/día	23-47%	35%
P	F y M	IAc: 700 mg/día F/M	13-21%	18%
Cr	F	IAc: 25 mg/día	45-463%	176%
	M	IAc: 35 mg/día	32-331%	126%
Cu	F y M	IRNc: 900 mg/día F/M	7-15%	11%
Fe	F	IRNb: 29 mg/día* F	17-61%	34%
	M	IRNb: 14 mg/día*	35-126%	70%
Mn	F	IAc: 1,8 mg/día	10-31%	17%
	M	IAc: 2,3 mg/día	8-24%	13%
Mo	F y M	IRNc: 45 mg/día	8-48%	26%
Se	F	IRNb: 26 mg/día	129-323%	202%
	M	IRNb: 34 mg/día	99-247%	155%
Zn	F	IRNb: 9,8 mg/día ^{ffi}	18-58%	30%
	M	IRNb: 14 mg/día ^{ffi}	13-40%	21%

F: femenino; M: masculino.

IRN: Ingesta Recomendada de Nutrientes.

IA: Ingesta Adecuada. *Considerando una biodisponibilidad para el Fe de 10% y ^para el Zn de 15%. a Dietary Reference Intakes, 2010; b FAO, 2001; c Dietary Reference Intakes, 2004.

llones recolectados en el Golfo San Jorge considerando el promedio anual de cada macronutriente.

Si consideramos al Mg, las concentraciones halladas en *Mytilus chilensis* del Estrecho de Magallanes, son semejantes a las obtenidas por este grupo de investigación.

El aporte en micronutrientes de los mejillones es significativo. En el caso del Cr, se observa en la tabla 5 que 100 g de moluscos cubrirían las necesidades diarias para ambos sexos. El carácter "esencial" del Cr se aceptó hace pocos años, a partir del reconocimiento de su participación en un complejo de coordinación con ácido nicotínico, agua y algunas moléculas de aminoácidos, que cumple funciones de factor de tolerancia a la glucosa (FTG), facilitando la unión de la insulina a receptores celulares específicos (21). Si bien es cierto que aún no se ha establecido la ingesta máxima tolerable (IMT), se sabe que este micronutriente produce efectos tóxicos a largo plazo cuando se consume crónicamente en cantidades elevadas (22).

Hierro, manganeso, zinc, cobre y selenio son minerales que están implicados en los mecanismos de actividad antioxidante en humanos, por lo que su inclusión en la dieta puede ser beneficioso. Las ostras, almejas y mejillones son ricos en hierro. La principal fuente de hierro altamente biodispo-

nible para el hombre la constituyen los alimentos de origen animal, seguidos por los cereales, las verduras, frutas y sus derivados, que si bien aportan Fe de baja o media biodisponibilidad, por la cantidad consumida constituyen una fuente dietética importante (8). Se consideró para los valores consignados en la Tabla 5 una biodisponibilidad del 10% de Fe, la cual corresponde a una dieta a base de cereales, legumbres, raíces o tubérculos con consumo bajo de carne, pescado y vitamina C (22, 23, 8). De la observación de la Tabla 5 se desprende que el consumo de 100 g de mejillones son una fuente de hierro y cubriría la Ingesta Recomendada de Nutrientes (IRN). Es importante remarcar que la deficiencia de Fe es uno de los problemas nutricionales principales de la especie humana y particularmente de la mujer (8).

Las concentraciones de Mn son más elevadas que las encontradas en el Estrecho de Magallanes, Chile (2).

Las concentraciones de Cu y Zn se encontraron respectivamente en los rangos 1,04 - 2,80 µg/g ph y 18,0 - 56,5 µg/g ph, siendo del mismo orden de magnitud que los medidos en el año 1988 en moluscos de los Golfos San José y Golfo Nuevo (24) y comparables con aquellos de zonas no contaminadas (25).

Respecto al Zn, la biodisponibilidad considerada en la Tabla 5 fue la más baja (15%) en función del contenido proteico y la relación Ca/fitato de la dieta (22, 8).

Cobre y zinc son elementos esenciales, pero el exceso puede ser peligroso para la salud humana. Por ello, la FAO/WHO determina una Ingesta Semanal Tolerable Provisional (ISTP) en mg/kg/semana para el Cu de 3,5 mg/kg/semana (equivalente a 210 mg por semana para una persona de 60 kg), y para el Zn de 7 mg/kg/semana (equivalente a 420 mg) (26, 27). En tal sentido, el consumo de 100 g de los mejillones de esta zona, son seguros.

La contribución de selenio por el consumo de 100 g de mejillones se observa en la Tabla 5. Similares valores fueron determinados en mejillones recolectados del Estrecho de Magallanes (2).

El Mo es esencial para el metabolismo y absorción intestinal del hierro (8).

Los porcentajes de valores diarios (%VD) con base a una dieta de 2000 kcal son: Ca 263 mg (26% VD); Mg 91,6 mg (35% VD); P 125 mg (18% VD); Cr 44,1 µg (126% VD); Cu 96,4 µg (11% VD); Fe 9,80 mg (70 % VD); Mn 0,30 mg (13% VD); Mo 11,9 µg (26 % VD); Se 52,6 µg(155% VD); Zn 2,92 mg (42% VD). Estos va-

lores fueron calculados considerando las IDR de los minerales de declaración voluntaria de acuerdo a la legislación argentina (28) para una porción de 100 g de mejillones (aproximadamente 19 unidades).

Conclusión

Los mejillones aportarían una gran cantidad de elementos indispensables, con una variación temporal y geográfica que debería ser considerada al compilar los datos de composición de alimentos. Su elevado contenido en minerales antioxidantes motiva profundizar en el estudio de los efectos de la ingesta de esta especie.

Los resultados obtenidos contribuyen al conocimiento de la composición de este tipo de alimento, brindando una posible respuesta a la demanda de un amplio grupo de profesionales que requiere de esta información nutricional, ayudando así al cálculo de la ingesta real en evaluaciones del estado nutricional, permitiendo evitar y corregir errores nutricionales habituales. Además, proporcionan información valiosa para los productores del Golfo San Jorge.

Referencias bibliográficas

- Fonseca Rodríguez C, Marín Vindas C, Chavarría Solera F, Cruz RA, Toledo Agüero P. Variación estacional de la composición proximal del mejillón *Tagelus peruvianus* (Bivalvia: Solecurtidae) del Golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica. *Biol Trop*. 2011; 59.
- Astorga España MS, Rodríguez Rodríguez EM, Díaz Romero C. Manganese, nickel, selenium and cadmium in molluscs from the Magellan Strait, Chile. *Food Addit Contam*. 2004; 21(8):768-73.
- Fuentes A, Fernández Segovia I, Escriche I, Serra J. Comparison of physicochemical parameters and composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) from different Spanish origins. *Food Chem*. 2009; 112: 295-302.
- Balzi P, Muniain C. Colonización de sustratos mesolitorales en la zona de Comodoro Rivadavia. Informe del Departamento de Biología. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. 1992; 8-9.
- Berón JC. Relevamiento de pesca artesanal en Chubut. Reportes técnicos *Naturalia Patagónica*. 1999; 2:4-8.
- Decreto 309/11: Plan para la Prevención y Control de Marea Roja. <http://www.chubut.gov.ar/portal/wp-organismos/marearaja/2014/09/19/el-plan-provincial-de-prevencion-y-control-de-marea-roja-informa-sobre-presencia-de-alexandrium-tamarensis-en-muestras-de-fitoplancton/>
- Hernández Moreno D, Melgar Rioli MJ, Nóvoa Valiñas MC, García Fernández MA, Pérez López M. Presencia de metales pesados en moluscos comercializados en fresco: análisis comparativo. *Rev Tox*. 2005; (22): Suplemento.
- Pita Martín de Portela ML. Elementos minerales. Introducción y generalidades. En: *Vitaminas y Minerales en Nutrición*. La prensa Médica Argentina Editores. Buenos Aires, 2003; 14:86- 88.
- López AM, Repetto M. Estado Actual de la Toxicología del Cadmio. En: Repetto M Editor. *Toxicología Avanzada*. Madrid. Editorial Días Santo, 1995. P 393-424.
- Falcó G, Nadal M, Llobet JM, Domingo JLM. Riesgo tóxico por metales presentes en alimentos. En: Cameán AM, Repetto M Editores. *Toxicología Alimentaria*. España. Ediciones Díaz Santos. 2006. P 311-326.
- Roche HM. Nutrigenomics new approaches for human nutrition research. *J Sci Food Agric*. 2006; 86:1156-1163.
- Soriguer F, Serna S, Valverde E et al. Lipid, protein and calorie content of different Atlantic and Mediterranean fish, shellfish, and molluscs commonly eaten in the south of Spain. *Eur J Epidemiol*. 1997; 13:451-463.
- Sciutto JC. Origen y migración de los hidrocarburos en la cuenca del Golfo San Jorge, Argentina. *Naturalia Patagónica*. Ciencias de la Tierra. 1995; 3: 1-23.

14. Boyden CR. Effect of the size upon metal content of shellfish. *J Mar Biol Assoc.* 1977; 57: 675-714.
15. Sapp RE, Davidson SD. Microwave digestion of multi-component foods for sodium analysis by atomic absorption spectrometry. *J Food Science.* 1991; 56(5):1412-1414.
16. Pagano M, Gauvreau K. *Fundamentos de Bioestadística.* 2° ed. International Thomson Editores SA. 2001.
17. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Food and Nutrition Board & Institute of Medicine, National Academy of Sciences, Washington (DC) 2010.
18. FAO. Human Vitamin and mineral requirements. Report OF a Joint WHO&FAO Expert Consultation, Bangkok, Thailand, Food and Nutrition Division, Rome. 2001.
19. Dietary Reference Intakes: Recommended intake for individuals, Elements. Food and Nutrition Board & Institute of Medicine, National Academy of Sciences, Washington (DC) 2004.
20. Astorga España MS, Rodríguez Rodríguez EM, Díaz Romero C. Comparison of mineral and trace element concentrations in two molluscs from the Strait of Magellan (Chile). *J Food Comp Anal.* 2007; (20):273-279.
21. Mertz W. Risk assessment of essential trace elements: New approaches to setting Recommended Dietary Allowances and Safety Limits. *Nutr Rev.* 1995; 53:179-185.
22. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc. Food and Nutrition Board & Institute of Medicine, National Academy of Sciences, Washington (DC) 2001.
23. FAO. Human Vitamin and mineral requirements. Report OF a Joint WHO&FAO Expert Consultation, Bangkok, Thailand, Food and Nutrition Division, Rome. 2002.
24. Gil MN, Harvey MA, Esteves JL. Metal content in bivalve molluscs from the San José and Nuevo Gulfs, Patagonia, Argentina. *Mari Pollut Bull.* 1988; 19(4):181-182.
25. Green NW, Knutzen J. Organohalogenes and metals in marine fish and mussels and some relationships to biological variables at reference localities in Norway. *Mar Pollut Bull.* 2003; 46(3):362-374.
26. Spada L, Annicchiarico C, Cardellicchio N, Giandomenico S, Di Leo A. Heavy metals monitoring in the mussel *Mytilus gallaprovincialis* from the Apulian coast (Southern Italy). *Medit Mar Sci.* 2013 Feb; 14(1):99-108.
27. FAO/WHO. Summary of Evaluations of Performed by the Joint Expert Committee on Food Additives. International Life Sciences Institute, Washington (DC) 2004.
28. Código Alimentario Argentino. CAPÍTULO V. Normas para la rotulación y publicidad de los alimentos. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo_V.pdf.

Limitar el consumo de bebidas azucaradas y de alimentos con elevado contenido de grasas, azúcar y sal.



5° MENSAJE
DE LAS
GUÍAS ALIMENTARIAS PARA LA
POBLACIÓN ARGENTINA