

Ácidos grasos en plasma de crías de lobo marino de California (*Zalophus c. californianus*)
de Los Islotes, Baja California Sur, México

Fatty acids in plasma of California sea lion pups (*Zalophus c. californianus*)
from Los Islotes, Baja California Sur, Mexico

María Isabel Castro-González^{1*}

David Aurióles-Gamboa²

Fernando Pérez-Gil Romo¹

¹ Departamento de Nutrición Animal. Dirección de Nutrición.
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán
Vasco de Quiroga 15.
Tlalpan, C.P. 14000, México, D.F., México

² Laboratorio de Ecología de Mamíferos Marinos
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
Playa El Conchalito s/n
La Paz, C.P. 23000, Baja California Sur, México
*E-mail: isacastro55@yahoo.com.mx

Recibido en febrero de 2002; aceptado en noviembre de 2002

Resumen

Las grasas alimenticias incluyen todos los lípidos que se ingieren como alimentos y se componen principalmente de una mezcla de triglicéridos con cantidades menores de otros lípidos. Los ácidos grasos (AG) presentes en los triglicéridos constituyen la parte con mayor interés nutritivo. Se analizó la composición de ácidos grasos del plasma de crías del lobo marino de California (*Zalophus c. californianus*) de Los Islotes, Baja California Sur, en 1999. Se tomaron muestras sanguíneas de 35 crías anestesiadas, 21 machos y 14 hembras. El plasma se separó por centrifugación y se empacó con una mezcla de antioxidantes. El perfil de AG se determinó por cromatografía de gases con detección por ionización de flama. Se detectaron diferencias tanto en cantidad como en tipo de AG entre grupos de animales, hembras (H) y machos (M). El lobo marino con el menor número de AG tuvo 12 y el que más tuvo presentó 29. Se identificaron 12 AG saturados (AGS), 9 monoinsaturados (AGMI) y 10 poliinsaturados (AGPI). Los AGS más frecuentes en ambos grupos fueron C14:0, C16:0 y C18:0, y los más abundantes fueron el C15:0 (10.4 y 13.7 mg/100mL en M y H, respectivamente) y C18:0 (4.3 y 6.1, respectivamente). Los AGMI más frecuentes fueron C16:1, C17:1 y C18:1n-9t, y los abundantes fueron C17:1 y C24:1 (3.2 y 3.5; y 3.3 y 2.9 mg/100mL en M y H, respectivamente). C15:1 fue abundante en el grupo de las hembras (5.4 mg/100 mL) en comparación con los machos (0.91) y éste fue el único ácido graso de todos los identificados en el que se encontró diferencia significativa $P < 0.05$. El AGMI más abundante fue el trans C18:1n-9t (10.6 y 7.8 mg/100 mL en M y H, respectivamente). En ambos grupos se presentaron con mayor frecuencia los AGPI C18:2n-6t, C22:2, C:22:6n-3 y C20:3n-6, este último además con la concentración más alta (20.3 y 26.5 mg/100mL, en M y H respectivamente). El C20:3n-3 se identificó sólo en dos machos. El AGS con la menor concentración fue C12:0 (0.30 y 0.45 mg/100 mL) y C11:0 se identificó sólo en cinco animales. Se identificaron cuatro AG n-6 (C18:2, C18:3, C20:3 y C20:4) y tres AG n-3 (C20:3, C20:5 y C22:6). También se identificaron 2 AG trans C18:1_t y C18:2_t. Los valores de los AG fueron muy heterogéneos tanto en hembras como en machos, probablemente influenciados por los periodos de alimentación. Debido que durante la época de la recolecta la condición corporal de las crías estuvo dentro de los márgenes normales estimados para el Golfo de California, se considera que los valores de AG plasmáticos en las crías pueden ser utilizados como valores de referencia con respecto a otras poblaciones.

Palabras clave: ácidos grasos, plasma, lobo marino, *Zalophus c. californianus*.

Abstract

Nutritious fats include all the lipids ingested as food and are composed mainly of triglycerides mixed with smaller quantities of other lipids. Fatty acids (FA) constitute the part of most nutritious interest in triglycerides. The fatty acid composition was assessed in the blood plasma of California sea lion pups (*Zalophus c. californianus*) from Los Islotes, Baja California Sur, in the Gulf of California, during 1999. Blood samples were obtained from 35 anesthetized sea lion pups, 21 males (M) and 14 females (F). The plasma was separated by centrifugation and stored with different antioxidants. The FA profile was determined by gas chromatography with flame ionization detection (FID). There was a great variation both in presence and quantity of fatty acids

(FA) among animals. The sea lion with the least number of FA had 12 and the one with the most had 29 FA. Twelve saturated FA (SFA) were identified, 9 monounsaturated (MUFA) and 10 poly unsaturated (PUFA). The most frequent SFA in both groups were C14:0, C16:0 and C18:0, and the most abundant ones were: C15:0 (10.4 and 13.7 mg/100mL, in M and F respectively) and C18:0 (4.3 and 6.1, respectively). C16:1, C17:1 and C18:1n-7t were the most frequent MUFA, and the most abundant ones were C17:1 and C24:1 (3.2 and 3.5, and 3.3 and 2.9 mg/100mL in M and F, respectively). C15:1 was very abundant in females (5.4 mg/100mL) when compared with males (0.91), and was the only one of all the FA identified showing a statistical difference $P < 0.05$. The most abundant MUFA was C18:1n-7t (10.6 and 7.8 mg/100 mL, in M and F respectively). In both groups the most frequent PUFA detected were C18:2n-6t, C22:2, C:22:6n-3 and C20:3n-6, showing the latter the highest concentration (20.3 and 26.5 mg/100mL, in M and F respectively). The 20:3 n-3 was identified only in two males. The SFA with the lowest concentration was C12:0 (0.030 and 0.45 mg/100 mL), and C11:0 was detected only in five animals. Four n-6FA (C18:2, C18:3, C20:3 and C20:4) and three n-3FA (C20:3, C20:5 and C22:6) were identified. Two trans-FA were also identified, C18:1_t and C18:2_t. The FA values were very heterogeneous so in females as in males, probably influenced by different fasting periods of the pups. Given that during the sampling period the body condition of pups was within the normal values estimated for the Gulf of California, the plasmatic FA values of the pups can be used as reference values regarding other populations.

Key words: fatty acids, plasma, sea lion, *Zalophus c. californianus*.

Introducción

Los lobos marinos de California *Zalophus c. californianus* se encuentran en lo alto de la cadena trófica de los océanos, y tienen en común con los demás mamíferos marinos, la deposición de grasa en la capa de grasa subcutánea. En los pinípedos, hasta un 85% del total de los lípidos se encuentran almacenados en esta capa de grasa que además funciona como órgano termorregulador, reserva energética y órgano que confiere flotabilidad al animal (Riedman, 1990).

Debido a esto, la importancia de la capa de grasa no está en duda si además se considera que tal depósito refleja la integración de los ácidos grasos de los pescados que el animal haya consumido (Ackman, 1994), por lo que se piensa que la composición lipídica del suero y de la capa de grasa subcutánea podrían ser buenos indicadores de la condición corporal de los animales.

Sobre este tema se han realizado muy pocos estudios en otras especies o poblaciones de mamíferos marinos, sin embargo, se sabe que la composición lipídica de la capa de grasa está modificada por el tipo y cantidad de las grasas obtenidas a través de la dieta. Esta grasa en la dieta se encuentra en forma de triglicéridos, los cuales están formados por tres ácidos grasos y un glicerol (Ackman, 1988; 1994; Grompone *et al.*, 1990). Algunas investigaciones sugieren que el lobo marino de California tiene una dieta muy variada, por lo que se le considera un predador oportunista (Aurióles *et al.*, 1984; Sánchez, 1992; Aurióles-Gamboa *et al.*, 1997; García y Aurióles-Gamboa, 1997). Sin embargo, otros trabajos indican que esta especie parece preferir principalmente peces que tienden a concentrarse en grandes cardúmenes como anchovetas y sardinas, aunque también pueden incluir algunos cefalópodos, principalmente calamar (Aurióles-Gamboa, 1988; Orta, 1988).

Los pinípedos son uno de los pocos grupos de mamíferos capaces de mantener las demandas energéticas durante la lactancia por completo mientras ayunan, gracias a sus reservas corporales de nutrimentos. La producción y calidad de la leche de las madres durante la lactancia influye sobre el porcentaje y patrón de crecimiento de la cría (Mellish *et al.*, 1999). La lactación es un proceso muy costoso en todas las especies, por lo

Introduction

California sea lions (*Zalophus c. californianus*) are at the top of the ocean food Chain and the deposition of fat in its subcutaneous fat layer is a characteristic that is shared with the rest of marine mammals. In Pinnipeds, up to 85% of the total lipids are stored in this layer that also works as a thermo regulator organ, energy reserve and a buoyancy organ (Riedman, 1990).

Due to this, the importance of the fat layer is not in doubt if it is also considered that this fat deposit reflects the integration of fatty acids from fishes consumed by the animal (Ackman, 1994), therefore the lipidic composition of the serum and the subcutaneous layer could be good indicators of the body condition of these animals.

Only few studies about this matter have been done in other species or populations of marine mammals, however the lipidic composition of the fat layer is known to be modified by the type and quantity of fats obtained in the diet. This dietary fat is found as triglycerides, which are formed by three fatty acids and one glycerol (Ackman, 1988; 1994; Grompone *et al.*, 1990). Some studies suggest that California sea lions have a varied diet, being considered as an opportunistic predator (Aurióles *et al.*, 1984; Sánchez, 1992; Aurióles-Gamboa *et al.*, 1997; García and Aurióles-Gamboa, 1997). However, other works indicate that this species seems to prefer fishes that mainly tend to concentrate in large schools as anchovies and sardines, although they can include some cephalopods, mainly squids (Aurióles-Gamboa, 1988; Orta, 1988).

Pinnipeds are one of the few groups of mammals able to entirely sustain the energetic demands for lactation by means of their body reserves of nutrients while fasting. The production and quality of the mother's milk during lactation influences the growth percentage and pattern of the pups (Mellish *et al.*, 1999). Lactation is a very expensive process in all species so the diet and nutrient reserves of the mother play a critical role during it, meanwhile the nutritional condition of the pups shows the feeding efficiency of the mothers. Given that dietary efficiency is directly related to the availability of food in the environment, a high efficiency will lead to an adequate body condition, nutritious state, energy reserves and, in the

que la dieta y las reservas de nutrimentos de la madre juegan un papel crítico durante este proceso, al tiempo que la condición nutricional de las crías es un reflejo de la eficiencia alimentaria de las madres. Dado que la eficiencia alimentaria está en relación directa con la disponibilidad de alimento en el medio, una elevada eficiencia alimentaria se verá reflejada en una adecuada condición corporal, estado nutricional, reservas energéticas y, a largo plazo, en el elevado éxito reproductivo. La transferencia de nutrimentos hacia las crías, a través de la leche, dependerá del tipo de presas preferentemente consumidas por las hembras lactantes. Esto debido a que durante la lactancia la leche materna es la única fuente de agua y alimento de la cría, además de que toda la leche se deriva de las reservas corporales de la madre (Leo-Ortiz *et al.*, 1984).

La grasa y la proteína están presentes en la leche de los otáridos en proporciones mucho más elevadas que las de la leche de mamíferos terrestres. Se ha sugerido que el contenido de grasa en la leche de los otáridos puede estar relacionado con la duración de los viajes de alimentación de las madres, y con el tiempo que ellas invierten cuidando a sus crías. Esto es, a mayor ausencia de la madre con la cría, mayor es el contenido de grasa en la leche. García y Auriolles-Gamboa (1997) examinaron patrones de conducta de *Zalophus californianus* de Los Islotes, no encontrando diferencia en la duración de los viajes de alimentación (1.6 días), pero sí en su frecuencia. La tasa de crecimiento de las crías se relacionó con esta última. Por otro lado, se sugiere que la grasa láctea se modifica para satisfacer las necesidades fisiológicas de las crías mientras ayunan; por ejemplo, el consumo de energía de las crías de lobo marino de California se ha calculado, para el primer mes de vida, en 2,296 kcal/día, en promedio, lo cual es casi 60% más que lo estimado para mamíferos terrestres recién nacidos. Después de que los requerimientos diarios de mantenimiento se han cumplido, aproximadamente un tercio de la energía ingerida se deposita en el tejido corporal (Riedman, 1990).

Debido al interés comercial que tienen los aceites de origen marino dada su importancia en la salud humana, la mayoría de los estudios sobre los ácidos grasos en mamíferos marinos se han realizado en la leche, en la capa de grasa y en los aceites procedentes de la capa de grasa subcutánea y/o en algunos órganos tales como riñón, hígado y corazón (Ackman, 1988; 1994; 2000; Ackman y Eaton, 1988; Conquer *et al.*, 1999; Deutch *et al.*, 2000; Guitart *et al.*, 1999; Grompone *et al.*, 1990; Ochoa-Acuña *et al.*, 1999; Yurkows, 1987). Hasta la fecha no existen antecedentes sobre la composición lipídica del plasma del lobo marino de California, a pesar de la importancia que la grasa tiene en estos animales. Por esto se planteó como objetivo del presente trabajo identificar y cuantificar el contenido de los ácidos grasos presentes en el plasma de crías del lobo marino de California de la lobera Los Islotes, durante la época de reproducción de 1999, período en el que dependen exclusivamente de la leche materna y en el que las condiciones ambientales se reflejaron en una elevada producción de crías y una buena condición corporal (Castro *et al.*, 2001). Los valores plasmáticos del presente trabajo cobran importancia en este

long-term, to a high reproductive success. This will depend on the kind of prey preferably consumed by lactant females who will transfer nutrients to their pups through the milk. This is because during lactation, milk is the only water and food source for the pups, besides being derived from the mother's body reserves (Leo-Ortiz *et al.*, 1984).

Fat and protein are present in the Otariids' milk in much higher proportions than those in terrestrial mammals. It has been suggested that the fat content in the Otariids' milk can be related to the length of the feeding trips of the mothers and to the time that they spend taking care of their pups, this is, the longer the pups are alone, the higher the content of fat in the milk. García and Auriolles-Gamboa (1997) examined the behavior patterns of *Zalophus californianus* individuals from Los Islotes and did not find differences in the length of the feeding trips (1.6 days) but in their frequency to which the growth rate of the pups was related. On the other hand, it is suggested that the fat in the milk is modified to satisfy the physiological needs of the pups while fasting; as an example, the energy consumption of the California sea lion pups has been calculated in 2,296 Kcal/day, in average, for the first month of life, which is 60% more than the estimated for newborn terrestrial mammals. After the daily supporting needs have been fulfilled, approximately one third of the ingested energy deposits in the body tissue (Riedman, 1990).

Due to the commercial interest on the oils of marine origin because of its importance for the human health, most of the studies about fatty acids in marine mammals have been done in the milk, in the fat layer and in the oils from the subcutaneous fat layer and/or in some organs such as the kidney, the liver and the heart (Ackman, 1988; 1994; 2000; Ackman and Eaton, 1988; Conquer *et al.*, 1999; Deutch *et al.*, 2000; Guitart *et al.*, 1999; Grompone *et al.*, 1990; Ochoa-Acuña *et al.*, 1999; Yurkows, 1987). To date, there are not any backgrounds about the lipidic composition of the California sea lion's plasma despite the importance of fat in these animals. This is why our first objective was to identify and quantify the content of fatty acids present in the plasma of the California sea lion pups from Los Islotes, during the 1999 reproductive season, period when they depend exclusively on the mother's milk and in which the environmental conditions resulted in a high production of pups and a good body condition (Castro *et al.*, 2001). The plasmatic values of this work gain importance in this context, since it will be possible to contrast the values from (1) the same locality in years with adverse conditions such as low productivity due to phenomena as El Niño; or (2) different localities for reproductive organisms, during events of massive mortality that begin to be frequent in the Gulf of California (Vidal and Gallo, 1996).

Material and methods

Sampling area

Blood samples were taken from pups of California sea lions from Los Islotes, located in the Gulf of California, north of the

contexto, ya que podrán a futuro contrastarse con valores que se obtengan (1) en esta misma lobera en años con condiciones adversas como baja productividad debido a fenómenos como “El Niño”, o (2) en diferentes loberas reproductoras, durante eventos de mortandad masiva que comienzan a ser frecuentes en el Golfo de California (Vidal y Gallo, 1996).

Materiales y métodos

Zona de colecta

Las muestras de sangre se tomaron en crías de lobo marino de California de la lobera conocida como Los Islotes, situada en el Golfo de California al norte de la Bahía de La Paz. Los lobos marinos se distribuyen principalmente en dos zonas de la lobera. La primera es la parte Este, que es una zona de reproducción y fue donde se capturaron los animales para el presente estudio. La segunda zona se localiza en la parte oeste y es una zona de solteros (Hernández, 1996).

Toma de muestras

Se tomaron dos tipos de datos en el campo: medidas morfométricas y toma de muestras sanguíneas. Las primeras fueron con el objeto de establecer la condición de la población dentro de los límites establecidos para una población sana y en buenas condiciones. Tanto la toma de medidas morfométricas (peso, longitud estándar, perímetro axilar y grosor de la capa de grasa), el sexo, el cálculo de los índices morfométricos (factor de condición de fulton (FCF) y la razón perímetro axilar/longitud estándar), así como la toma de muestras sanguíneas y su proceso de conservación se realizaron de acuerdo a lo descrito por Castro *et al.* (2001).

Fatty acid analysis

Para la identificación y cuantificación de los ácidos grasos fue necesaria la preparación de la muestra de plasma de acuerdo a las etapas (extracción de los lípidos totales, saponificación y metilación) descritas por Umemura *et al.* (1993).

Método cromatográfico para el análisis de ésteres metílicos de ácidos grasos

La identificación y cuantificación se realizó por cromatografía de gases en un equipo Varian Star 3400 cx, utilizando un inyector Split/Splitless con detección por ionización de flama. El programa de temperatura de la columna fue: temperatura inicial de 140°C, 2.5°C/min/40min y temperatura final de 240°C mantenida por 20 min. La temperatura del inyector y del detector fue de 260°C. El radio Split fue de 1:100. La columna utilizada fue una capilar de silicio SUPELCO SP 2560 de 100 m, 0.25 mm ID, 0.20 µm film, utilizando N₂ como gas portador. El volumen de inyección fue de 1 µL y se empleó el ácido cerótico (C26:0) SIGMA H0388 como estándar interno en una concentración de 0.01%, aplicado al inicio de la preparación de las muestras.

La Paz Bay. Sea lions distribute mainly in two zones of the locality. The first one, at the East, is a reproduction zone where animals for this study were caught. The second one is located at the West and is a zone for singles (Hernández, 1996).

Sampling

Two kinds of data were taken in the field, morphometric measures and blood samples. The first ones were obtained to establish the population condition within the limits previously set for a healthy and in a good condition population. The morphometric measures (weight, standard length, axillary perimeter, thickness of the fat layer), the sex determination, the estimation of morphometric indices (the Fulton condition factor –FCF– and the axillary perimeter/standard length ratio), as well as the blood sampling and its conservation process were done according to Castro *et al.* (2001).

Analysis of fatty acids

The preparation of the plasma samples according to the stages (extraction of total lipids, saponification and methylation) described by Umemura *et al.* (1993) was necessary for the identification and quantification of fatty acids.

Chromatographic method for the analysis of the fatty acid methylic esters

The identification and quantification was done by gas chromatography in a Varian Star 3400 cx equipment, using a Split/Splitless injector with detection by flame ionization. The column temperature program was: initial temperature 140°C, 2.5°C/min/40min and final temperature of 240°C for 20 min. The injector and detector temperature was 260°C. The Split ratio was 1:100. The column used was a SUPELCO SP 2560 fused silica capillary column of 100 m, 0.25 mm ID, 0.20-µm film, using N₂ as carrier gas. The injection volume was 1 mL. Cerotic acid (C26:0) SIGMA H0388 was used as internal standard in a 0.01% concentration applied at the beginning of the preparation of samples.

Estimation of results

All samples were prepared by triplicate. The methylic esters of fatty acids were identified by their relative retention times, and different kinds of standards were used. The following standards from Polyscience (kit N°61C) were injected, individually first and then as a mixture: caproate, heptanoate, octanoate, pelargonate, decanoate, undecanoate, laurate, myristate, palmitate, estearate, arachidate, behenate, undecylenate, oleate, linoleate and petroselinic (P-9125 from Sigma Chemical Co). The second group of standards used was the commercial mixture SUPELCO 37 FAME MIX (catalog No. 47885-U).

Cálculo de resultados

Todas las muestras se prepararon por triplicado. Los ésteres metílicos de los ácidos grasos se identificaron por sus tiempos de retención relativos a los estándares, utilizándose diferentes tipos de estándares. Se inyectaron, primero en forma individual y después en forma de mezcla, los siguientes estándares de Polyscience (kit N°61C): caproato, heptanoato, octanoato, pelargonato, decanoato, undecanoato, laurato, miristato, palmítico, estearato, araquidato, behenato, undecilinato, oleato, linoleato y el petroselinico (P-9125 de Sigma Chemical Co.). El segundo grupo de estándares utilizado fue la mezcla comercial SUPELCO 37 Fame Mix (N° de Catálogo 47885-U).

La concentración de los ácidos grasos de las muestras se cuantificó utilizando la media del área de cada pico, con relación al área conocida de cada uno de los estándares. Los resultados de los ácidos grasos se presentan en mg/100mL de plasma.

Resultados y discusión

Características de la población estudiada

La población de Los Islotes ha sido estudiada por más de 20 años desde diferentes puntos de vista y, en los últimos 4 años, ha demostrado condiciones de bienestar (producción de crías estable, condición corporal de crías alta, fecundidad de hembras estable) y, en este muestreo en particular, todas las crías se observaron en buena condición dado que se observó mucha vitalidad, buena respuesta a la anestesia y una buena recuperación de la misma. Asimismo, no se encontraron animales con efectos negativos posteriores a la toma de muestras. La producción de crías ha mostrado un crecimiento continuo y, por lo menos desde los años noventa, este crecimiento ha sido notable. Este crecimiento de crías determina a su vez el crecimiento poblacional ya que el total poblacional sigue un patrón similar (Auriolos, datos no publicados). Otra característica de las crías de Los Islotes, es la condición corporal que se ha mantenido mas o menos estable en los últimos años, a partir de 1995. Esto valores permiten considerar a la población de crías de Los Islotes como estable y en buenas condiciones para los últimos años, incluido 1999 (Castro *et al.*, 2001), lo que a su vez permite establecer parámetros de referencia, en este caso, los valores de los ácidos grasos plasmáticos.

Ácidos grasos

Se identificaron y cuantificaron hasta 29 ácidos grasos en una de las muestras analizadas (cría #35, macho). La menor cantidad de ácidos grasos identificada fue de 12 (cría #15, macho). En general, se observó una gran variación en cuanto a la cantidad de ácidos grasos entre crías, pero la frecuencia y el tipo de ácidos grasos se mantiene relativamente constante entre grupos, machos (M) y hembras (H).

Se identificaron 12 ácidos grasos saturados (AGS), 9 monoinsaturados (AGMI) y 10 poliinsaturados (AGPI) (fig. 1).

The concentration of fatty acids in the samples was quantified using the mean area of each peak in relation to the known area of each standard. The results of the fatty acids are expressed in mg/100 mL of plasma.

Results and discussion

Characteristics of the population studied

The population of Los Islotes has been studied for more than 20 years from different points of view and in the last 4 years it has shown welfare conditions (stable production of pups, high pup body condition, stable female fecundity) and, in this particular sampling, all pups were observed in a good condition since much vitality was observed on them, besides a good response and recovery from anesthesia. At the same time, no animals were found with negative effects after being sampled. The pup production has shown a constant increase and has been outstanding at least since the nineties. In its turn this increment determines the growth of the population since its total follows a similar trend (Auriolos-Gamboa, unpublished data). Another characteristic of the pups from Los Islotes is the body condition that has been maintained more or less stable in the last years, especially since 1995. These values allow considering the pup population from Los Islotes as stable and in a good condition for the last years, including 1999 (Castro *et al.*, 2001), leading to establish reference patterns as in this case, the values of the plasmatic fatty acids.

Fatty acids

Up to 29 fatty acids were identified and quantified in one of the analyzed samples (pup #35, male). The least quantity of identified fatty acids was 12 (pup #15, male): In general, a high variation was observed for the quantity of fatty acids among pups but the frequency and kind of fatty acids is maintained relatively constant between groups, males (M) and females (F).

There were identified 12 saturated fatty acids (SFA), 9 monounsaturated (MUFA) and 10 polyunsaturated (PUFA) (fig. 1). These fatty acids were grouped according to their kind, determined by their saturation degree, and are shown in figure 2, where the highest concentration is observed for PUFA. In percentage, these represented 43% for males and 41.85% for females and any significant statistical difference was found ($P > 0.5$). The SFA from females showed higher concentration compared to those from males, with 29.81% (M) and 35.8% (F), and statistical differences between groups ($P < 0.05$). Finally, the least abundant were the MUFA (27.19% for M and 22.35% for F). According to the fatty acids typology, long-chained PUFA were the most abundant ones in the analyzed plasma, either in males and females. The total concentration and the percentage of SFA and MUFA were different between groups: in females a difference in the total of these was observed (371.1 and 231.6 mg/100 mL, respectively) as in the

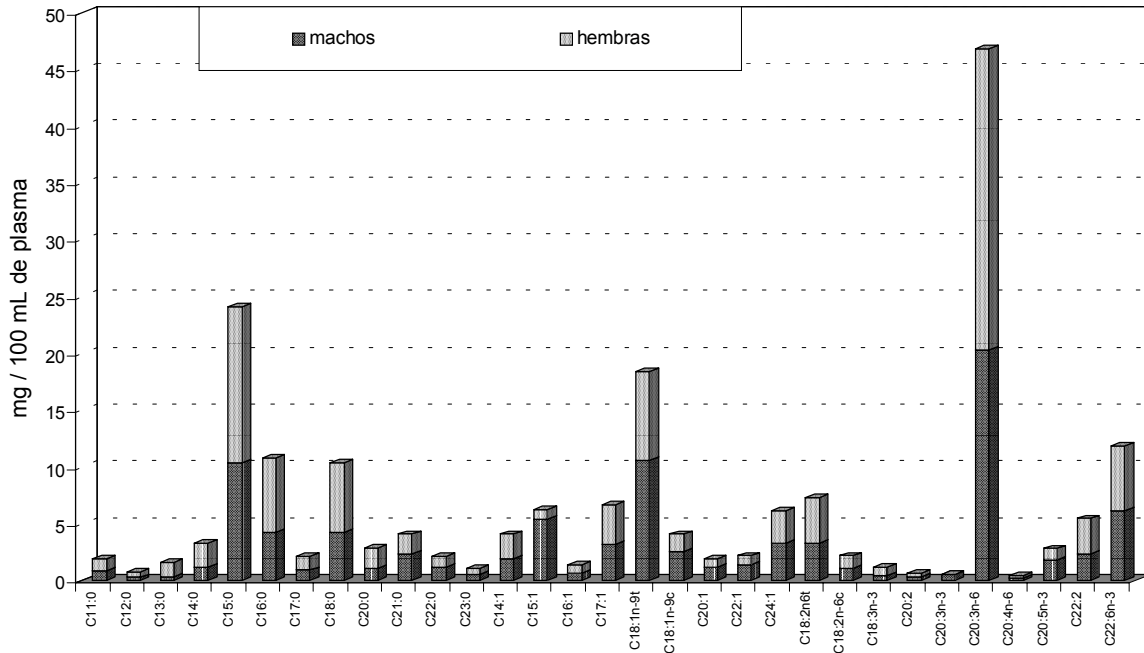


Figura 1. Ácidos grasos en plasma de crías de lobo marino *Zalophus c. californianus* de Los Islotes, B.C.S., México.
Figure 1. Fatty acids in plasma of California sea lion *Zalophus c. californianus* pups from Los Islotes, B.C.S., Mexico.

Estos ácidos grasos se agruparon de acuerdo a su tipo, dado por el grado de saturación, y se presentan en la figura 2, en donde se observa que la mayor concentración se registró en los AGPI. En porcentaje, estos representaron un 43% en el grupo de los machos y 41.85% en el de las hembras y no se detectó diferencia estadística ($P > 0.5$). Los ácidos grasos saturados (AGS) del grupo de las hembras presentaron una concentración mayor en comparación con los machos, con porcentajes de 29.81% (M) y 35.8% (H), encontrándose diferencia significativa entre los grupos ($P < 0.05$). Finalmente, los menos abundantes fueron los AGMI, con 27.19% (M) y 22.35% (H), respectivamente. De acuerdo a la tipología de los ácidos grasos, tanto en hembras como en machos los AGPI de cadena larga fueron los más abundantes en el plasma analizado. La concentración total y el porcentaje de los AGS y AGMI fueron diferentes entre grupos: en las hembras se observó diferencia en el total de éstos ácidos grasos (371.1 y 231.6 mg/100 mL, respectivamente) y en su porcentaje, lo que no ocurrió en los machos, quienes tuvieron valores muy semejantes de concentraciones totales (341.7 y 348.5 mg/100mL, respectivamente) y, por ende, en porcentajes.

Los AGS con mayor frecuencia en ambos grupos fueron: mirístico, palmítico y esteárico (tabla 1). De los AGMI los de mayor frecuencia fueron pentadecanoico, heptadecanoico, eláidico y nervónico (tabla 2). Los AGPI más frecuentes fueron el linolelaídico, docosahexaenoico (DHA) y eicosatrienoico n-6. Los ácidos grasos menos frecuentes fueron el undecanoico, laurico, oleico, eicosanoico, araquidónico, linoleico y eicosapentaenoico (EPA) (tabla 3). Llama la atención la presencia, sólo en el grupo de los machos, del ácido C20:3n-3 y

percentage, which did not occur in males who had similar values in their total concentrations (341.7 and 348.5 mg/100 mL, respectively) and therefore in their percentages.

Saturated fatty acids with high frequencies in both groups were miristic, palmitic and stearic (table 1). High-frequency MUFA were the pentadecanoic, heptadecanoic, elaidic and nervonic acids (table 2). The most frequent PUFA were the linolelaidic, docosahexaenoic (DHA) and eicosatrienoic n-6.

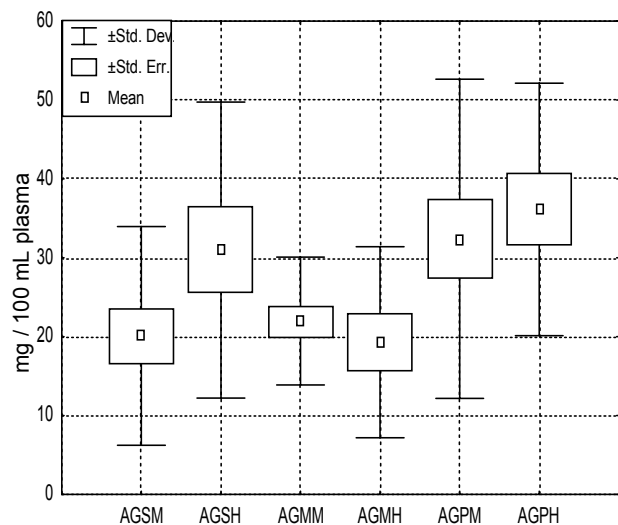


Figura 2. Tipología de los ácidos grasos del plasma de crías de lobo marino de California *Zalophus c. californianus* de Los Islotes, 1999.
Figure 2. Typology of the plasma fatty acids in California sea lion *Zalophus c. californianus* pups from Los Islotes, 1999.

Tabla 1. Ácidos grasos saturados (AGS) en plasma de crías de *Zalophus c. californianus* de Los Islotes, 1999. (mg/100 mL de plasma).
Table 1. Saturated fatty acids (SFA) in plasma of *Zalophus c. californianus* pups from Los Islotes, 1999. (mg/100 mL of plasma).

Ácido graso	Fórmula	N		$\bar{X} \pm D.S.$		Mínimo		Máximo	
		M	H	M	H	M	H	M	H
Undecanoico	C11:0	4	1	0.91 $\pm$ 0.73	0.99 $\pm$ 0.0	0.13	0.99	1.88	0.99
Láurico	C12:0	6	5	0.30 $\pm$ 0.10	0.45 $\pm$ 0.11	0.19	0.26	0.49	0.56
Tridecanoico	C13:0	8	9	0.38 $\pm$ 0.28	1.2 $\pm$ 1.6	0.14	0.14	0.99	5.3
Mirístico	C14:0	14	12	1.2 $\pm$ 0.77	2.1 $\pm$ 2.0	0.43	0.43	3.1	7.3
Pentadecanoico	C15:0	11	10	10.4 $\pm$ 8.6	13.7 $\pm$ 10.5	1.36	1.24	24.2	31.4
Palmitico	C16:0	16	12	4.3 $\pm$ 4.1	6.5 $\pm$ 5.3	0.85	1.1	16.5	17.1
Heptadecanoico	C17:0	12	11	0.93 $\pm$ 1.5	1.2 $\pm$ 1.6	0.11	0.13	5.5	5.1
Esteárico	C18:0	16	11	4.3 $\pm$ 3.4	6.1 $\pm$ 4.8	0.53	0.89	11.7	14.9
Araquídico	C20:0	7	8	1.1 $\pm$ 0.65	1.8 $\pm$ 2.6	0.32	0.41	1.9	7.9
Heneicosanoico	C21:0	12	8	2.4 $\pm$ 2.4	1.7 $\pm$ 2.6	0.26	0.25	6.5	7.9
Behénico	C22:0	7	5	1.2 $\pm$ 0.93	0.94 $\pm$ 0.87	0.33	0.34	2.8	2.5
Tricosanoico	C23:0	6	6	0.61 $\pm$ 0.72	0.44 $\pm$ 0.47	0.15	0.15	2.0	1.4

No se detectaron diferencias significativas entre machos y hembras $P > 0.01$; M = machos, H = hembras.

Tabla 2. Ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) en plasma de *Zalophus c. californianus* de Los Islotes, 1999. (mg/100 mL de plasma).
Table 2. Monounsaturated fatty acids (MUFA) in plasma of *Zalophus c. californianus* pups from Los Islotes, 1999. (mg/100 mL of plasma).

Ácido graso	Fórmula	N		$\bar{X} \pm D.S.$		Mínimo		Máximo	
		M	H	M	H	M	H	M	H
Miristoleico	C14:1	8	10	1.9 $\pm$ 3.3	2.2 $\pm$ 4.1	0.26	0.27	10.0	13.6
Pentadecanoico	C15:1	9	8	5.4 $\pm$ 2.1 ^a	.91 $\pm$ 1.3 ^b	4.06	0.08	10.7	3.8
Palmitoleico	C16:1	15	12	0.7 $\pm$ 1.1	0.7 $\pm$ 0.7	0.21	0.22	4.4	2.6
Cis10-Heptadecenoico	C17:1	16	12	3.2 $\pm$ 2.3	3.5 $\pm$ 2.5	0.09	0.52	8.0	9.9
Elaídico	C18:1n-9t	16	10	10.6 $\pm$ 7.3	7.8 $\pm$ 5.9	1.29	1.15	27.3	19.5
Oleico	C18:1n-9c	6	4	2.6 $\pm$ 2.0	1.5 $\pm$ 1.3	0.62	0.40	5.7	3.3
Cis-11-Eicosenoico	20:1	4	5	1.2 $\pm$.4	0.7 $\pm$ 0.3	0.80	0.49	1.7	1.2
Erúcico	22:1n9	11	6	1.4 $\pm$.7	0.8 $\pm$ 0.3	0.48	0.48	2.6	1.3
Nervónico	24:1	13	10	3.3 $\pm$ 2.5	2.9 $\pm$ 1.7	0.71	0.85	7.9	5.5

^{a,b} por columna, literales diferentes indican diferencia estadística $P < 0.01$; M = machos, H = hembras.

solamente en dos crías la cantidad encontrada fue de las menores (0.55 mg/100mL).

Los AG más abundantes fueron en primer lugar el cis 8,11,14-eicosatrienoico n-6, seguido por los no menos abundantes pentadecanoico, DHA y el ácido graso en posición *trans* conocido como elaídico. Este último punto llama mucho la atención ya que no se tienen reportes sobre la presencia de éste tipo de ácido graso en cantidades tan elevadas en plasma de mamíferos. Los ácidos grasos *trans* son AGPIs con una o más dobles ligaduras en la configuración geométrica *trans*, es decir, en el lado opuesto de la cadena de carbono. El origen conocido de éstos AG se sabe que puede ser a partir de dos vías: la

The least frequent FA were the undecanoic, lauric, oleic, eicosanoic, arachidonic, linoleic and eicosapentaenoic (EPA) (table 3). The presence of the acid C20:3n-3 only in male pups outstands and only in two pups the quantity found was one of the smallest (0.55 mg/100 mL).

The most abundant FA were, in first place the *cis* 8,11,14-eicosatrienoic n-6, followed by the not less abundant pentadecanoic, DHA and the fatty acid in *trans* position known as elaidic. This last issue is worth mentioning since there are not any reports about the presence of high quantities of this kind of FA in mammals' plasma. The *trans* fatty acids are PUFA with one or more double bonds in the *trans* geometric configuration;

Table 3. Ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en plasma de *Zalophus c. californianus* de Los Islotes, 1999. (mg/100 mL de plasma).**Table 3.** Polyunsaturated fatty acids (PUFA) in plasma of *Zalophus c. californianus* pups from Los Islotes, 1999. (mg/100 mL of plasma).

Ácido graso	Fórmula	N		$\bar{X} \pm D.S.$		Mínimo		Máximo	
		M	H	M	H	M	H	M	H
Linolelaídico	C18:2n-6t	17	11	3.32 $\pm$ 4.22	4.04 $\pm$ 4.4	0.34	1.12	16.7	16.6
Linoleico	C18:2n-6c	3	3	1.1 $\pm$ 0.34	1.1 $\pm$ 0.6	0.75	0.42	1.4	1.72
γ -linolénico	C18:3n-6	11	9	0.44 $\pm$ 0.51	0.73 $\pm$ 0.8	0.14	0.19	1.75	2.63
Eicosadienoico	C20:2	6	8	0.31 $\pm$ 0.41	0.40 $\pm$ 0.34	0.08	0.07	1.13	1.15
Eicosatrienoico n-3	C20:3n-3	2	0	0.55 $\pm$ 0.13	0	0.46	0	0.64	0
Eicosatrienoico n-6	C20:3n-6	15	10	20.3 $\pm$ 9.5	26.5 $\pm$ 8.3	3.06	16.1	37.4	37.6
Araquidónico	C20:4n-6	2	3	0.25 $\pm$ 0.09	0.22 $\pm$ 0.03	0.18	0.19	0.31	0.25
Eicosapentaenoico	C20:5n-3	4	5	1.86 $\pm$ 1.32	0.97 $\pm$ 1.2	0.52	0.74	3.53	1.21
Docosadienoico	C22:2	15	11	2.33 $\pm$ 2.01	3.14 $\pm$ 2.3	0.72	0.72	6.81	7.78
Docosahexaenoico	C22:6n-3	17	12	6.16 $\pm$ 5.47	5.74 $\pm$ 3.8	0.60	0.25	24.4	10.9

No se detectaron diferencias significativas entre machos y hembras $P > 0.01$; M = machos, H = hembras.

primera es a través de la biohidrogenación bacteriana en el rumen de los rumiantes, que es la fuente de AG *trans* presente en mantecas y carne de res; la segunda vía es a través del proceso industrial de hidrogenación de los aceites vegetales y algunos de pescado. Este tipo de AG se incorpora en los lípidos de la mayoría de los tejidos del organismo y se presentan en casi todos los lípidos complejos (Sadler, 1998).

Es probable que, la presencia de este tipo de AG en las muestras analizadas (tablas 2 y 3) provenga de la hidrogenación de algunos ácidos grasos por los microorganismos (probablemente del tipo presente en los rumiantes) existentes en el estómago de las madres lactantes y que estos AG pasen a través de la leche a las crías (Neville y Picciano, 1997). Sin embargo, la cantidad de AG *trans* encontrada en las muestras analizadas fue muy alta (15.62% en M y 11.66% en H) si se compara con la reportada en rumiantes (2–9% de la grasa de bovino; Sadler, 1998). No se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre grupos. La cantidad tan elevada del AG C18:1n-9t en todas las crías indica que éste es un compuesto inocuo para esta especie, producido probablemente por las madres.

Los ácidos grasos n-3 y n-6 tuvieron, en porcentaje, un comportamiento similar entre hembras y machos, esto es, un mayor porcentaje de AG n-6 (24.47% en M y 26.61% en H, respectivamente) y un menor porcentaje de n-3 (13.11% en M y 7.22%, en H). Como se observa, fue mucho menor la presencia de AGn-3 en las hembras, pero no se encontró diferencia significativa entre ambos grupos para este parámetro. Este comportamiento da como resultado una notable diferencia en la relación n-6/n-3, con valores de 1.87 para los machos y 3.68 para las hembras.

this is, in the opposite side of the carbon chain. It is known that this kind of acids can originate by two means: the first one is from bacterial biohydrogenation in the ruminants' rumen that is the origin of *trans* FA present in lards and cow meat; the second way is through the industrial hydrogenation process of vegetal oils and some of fish. These kinds of FA are incorporated in lipids of most tissues of the organism and are present in almost all complex lipids (Sadler, 1998).

It is probable that the presence of this FA in the analyzed samples (tables 2 and 3) is owed to the hydrogenation of some fatty acids by microorganisms (probable from the kind of those in ruminants) present in the stomach of the lactant mothers and that these FA pass through the milk to the pup (Neville and Picciano, 1997). However, the quantity of *trans* FA found in the analyzed samples was too high (15.62% in M and 11.66% in F) when compared to the quantity reported for ruminants (2–9% of bovines' fat; Sadler, 1998). Any significant difference ($P < 0.05$) was found between groups. The high quantity of the FA C18:1n-9t in all pups indicates that this is an innocuous compound for this species, probably produced by the mothers.

The FA n-3 and n-6 had, in percentage, a similar behavior both in females and males; this is, a high percentage of FAn-6 (24.47% in M and 26.61% in F) and less percentage of n-3 (13.11% in M and 7.22% in F) but, as it is observed, the presence of FAn-3 was lower in females. Any significant difference was found between both groups for this parameter. This behavior results in an outstanding difference in the rate n-6/n-3, with values of 1.87 for males and 3.68 for females.

The rate n-6/n-3 is of great importance for human nutrition since it shows the dietary changes that humankind has had along its history, being estimated that in the beginning it was

La relación n-6/n-3 tiene gran importancia en la nutrición humana ya que es un reflejo de los cambios alimenticios que la humanidad ha tenido a lo largo de su historia, estimándose que en un principio fue de 1:1 y ahora puede llegar a ser de hasta 10.3:1 (Kris-Etherton *et al.*, 2000). No se han reportado valores de esta relación para el caso del lobo marino de California y llama la atención que exista una diferencia numérica en cuanto a esta relación entre grupos, pues el tipo de alimento fue igual para ambos sexos (leche materna), lo que sugiere que probablemente exista una mayor absorción de los AGn-6 en las hembras.

Los AG de las series n-3 y n-6 son clasificados como esenciales. Estos AG provenientes de mamíferos marinos han sido estudiados principalmente para su aprovechamiento en la alimentación humana. Los dos AG n-6 más importantes, con relación a sus funciones biológicas en los animales, son el linoleico (C18:2n-6) y el ácido araquidónico (C20:4n-6). Éstos son incorporados en los fosfolípidos de la membrana celular y tienen una importante función estructural y funcional. Una deficiencia de estos AG sugiere clínicamente daño en la función de la membrana. El ácido araquidónico es el mayor precursor de eicosanoides, que son compuestos similares a las hormonas, con un amplio rango de actividades biológicas. Las concentraciones proporcionales de los ácidos grasos precursores de los eicosanoides plasmáticos, en los tejidos, depende del consumo dietético. El 20:3n-6 y 20:4n-6 se pueden obtener de la carne y grasa animal, y por desaturación y elongación de la cadena del 18:2n-6. La mayor fuente dietética de 20:5n-3 es el pescado (Hodgson y Wahlqvist, 1998). Sin embargo, en las muestras analizadas, la frecuencia y concentración de estos AG fue baja ya que del C18:2n-6 sólo se detectó en 3 machos y 3 hembras y, curiosamente, la media fue la misma para ambos grupos (1.1 mg/100mL plasma). Los valores máximos tampoco fueron muy elevados (1.4 y 1.7 mg/100 mL plasma, respectivamente). Para el C20:4n-6 ocurrió algo similar, pero los valores fueron todavía menores (tabla 2).

Los AG n-3 han sido estudiados en diferentes organismos marinos ya que se consideran de suma importancia en el aspecto salud-enfermedad pues se ha demostrado que un amplio consumo de éstos disminuye la incidencia de enfermedades cardiovasculares, entre muchas otras. Algunas grasas y aceites de mamíferos marinos no sólo han sido estudiados, sino que son aprovechados como fuentes de omega 3. En la tabla 4 se presenta la concentración de ácidos grasos n-3 y n-6 en la grasa y/o el aceite de algunos mamíferos marinos. Como se puede observar con relación al C20:4n-6, los valores van desde 0.34 hasta 1.1%, y son mayores a los encontrados en el presente trabajo. Sin embargo, se debe considerar que estos últimos son niveles plasmáticos, mientras que los reportados anteriormente están ya depositados en diferentes órganos. El C20:3n-3, el C20:5n-3 y el C22:6n-3 encontrados en esta investigación tuvieron un comportamiento similar a lo reportado por Kakela *et al.* (1995) para grasa y por Ackman (1994) para aceite: niveles trazas del primero, intermedios del segundo y concentraciones altas del tercero, inclusive tan altas como las

1:1 and nowadays it can be up to 10.3:1 (Kris-Etherton *et al.*, 2000). Any values of this rate for the California sea lion have been reported yet, but the numeric difference of this rate between groups attracts the attention, given that both males and females had the same kind of food (mother's milk), suggesting that, probably, females absorb more FAn-6.

The FA of the series n-3 and n-6 are classified as essential. These FA from marine mammals have been studied mainly for human consumption. The two most important FA n-6, according to their biological functions in animals, are the linoleic (C18:2n-6) and the arachidonic (C20:4n-6). These FA are incorporated in the phospholipids of the cell membrane and have an important structural and functional role. Their lack clinically suggests damage to the membrane function. The arachidonic acid is the main precursor of eicosanoids that are compounds such as hormones, with a wide range of biological activities. The proportional concentrations of the fatty acids precursors of plasmatic eicosanoids, in tissues, depend on the dietary consumption. The 20:3n-6 and the 20:4n-6 can be obtained from meat and animal fat, as well as by desaturation and elongation of the 18:2n-6 chain. The main dietary source of 20:5n-3 is fish (Hodgson and Wahlqvist, 1998). However, the frequency and the concentration of these FA in the samples analyzed was low since C18:2n-6 was only detected in 3 males and 3 females, nevertheless the mean was the same for both groups (1.1 mg/100 mL plasma). The maximum values were neither too high (1.4 and 1.7 mg/100 mL plasma, respectively). For C:204n-6 something similar occurred but the values were even lower (table 2).

The FAn-3 have been studied in different marine organisms since they are considered of great importance for health-sickness issues for it has been demonstrated that a high consumption of these FA, among other advantages, reduces the incidence of cardiovascular diseases. Some fats and oils from marine mammals not only have been studied, but used as sources of omega-3. In table 4 is shown the concentration of these FA n-3 and n-6 in fat and/or oil from some marine mammals. As can be observed in respect of C20:4n-6, values range from 0.34 to 1.1% which are higher than those found in the present study. However, it must be considered that ours refer to plasmatic levels, whereas those previously reported were already stored in different organs. The C20:3n-3, C20:5n-3 and the C22:6n-3 found in this research had a similar behavior to that reported by Kakela *et al.* (1995) in fat and by Ackman (1994) in oil: trace levels for the first one, intermediate levels for the second one and high concentrations of the third one, even as high as those in the *Pagophilus groenlandicus* oil, therefore high levels of this fatty acid were to be expected in the fat layer and other organs of the pups studied. However, Ackman (1994) does not report this behavior when he analyzed fatty acids in subcutaneous fat (table 4).

According to different studies in some marine mammals, the variation observed in this work could be attributed to different factors that cannot be controlled in these kind of studies

Tabla 4. Ácidos grasos n-3 y n-6 en grasa subcutánea y aceite de diferentes mamíferos marinos (w/w %).
Table 4. Fatty acids n-3 and n-6 in subcutaneous fat and oil from different marine mammals (w/w %).

Especie	C20:3n-3	C20:4n-6	C20:5n-3	C22:6n-3	C22:5n-3
Capa de grasa					
<i>Phoca hispida</i> ^{1,3}	0.11	0.5	8.9-9.8	10.0-13.7	5.9-6.6
<i>P. botnica</i> ¹	0.35	1.1	8.1	14.0	5.8
<i>Arctocephalus australis</i> ³	nd	0.7-0.8	2.1-2.8	18.9	3.1-3.9
<i>Pagophilus groenlandica</i> ²	-	-	6.68	6.49	4.54
<i>Odobenus rosmarus</i> ²	-	-	7.63	5.83	5.99
<i>Erignathus barbatus</i> ²	-	-	8.59	6.73	5.99
<i>Phoca vitulina richardi</i> ²	-	-	8.67	8.33	3.23
<i>P. vitulina</i> ²	-	-	4.35	8.09	3.95
Aceite					
<i>P. groenlandica</i> ²	Tr.	0.34	6.37	5.14	2.6
<i>A. australis</i> ³	nd	1.6	1.9-2.5	15-16.3	2.0-2.4

Fuente: ¹ Kakela *et al.* (1995) ² Ackman (1994) ³ Grompone *et al.* (1990).

presentes en el aceite de *Pagophilus groenlandicus*, por lo que eran de esperarse valores elevados de este ácido graso en la capa de grasa y otros órganos de las crías estudiadas. Sin embargo, Ackman (1994) no reporta este comportamiento cuando analizó ácidos grasos en grasa subcutánea (tabla 4).

De acuerdo a diferentes estudios en algunos mamíferos marinos, se puede suponer que la variación observada en el presente trabajo podría deberse a diferentes factores no controlables en este tipo de estudios, tales como (1) el estado de alimentación que tenga el animal durante el momento de la toma de muestra, ya que se sabe que animales en ayunas tienen valores de triglicéridos menores en comparación con aquellos recién alimentados (Puppione, 1983; Bossart y Dierauf, 1990); (2) la composición lipídica de la leche, en el caso de la foca australiana, varía substancialmente durante la lactancia, incrementándose de 30 a 50% inmediatamente después del parto y disminuyendo hasta 45% durante el resto de la lactancia. Esta composición también se ve influenciada por la cantidad de agua en la leche (Arnould y Hindell, 1999); y (3) se sabe, en el caso de la foca de puerto, que los ácidos grasos de la leche varían desde el momento del parto y hasta los 21 días, incrementándose en algunos casos y disminuyendo en otros (Yurkows, 1987; Stephen *et al.*, 1997). Estos puntos pudieran aplicarse para el caso de *Zalophus c. californianus* ya que se sabe que sus crías no tienen un período de lactancia reducido, y que deben llevarse a cabo diferentes estrategias de lactancia para asegurar su desarrollo (Bonner, 1984).

Conclusiones

La concentración y el tipo de ácidos grasos plasmáticos, de crías del lobo marino de California de Los Islotes, B.C.S., en 1999, fue muy variable entre machos y hembras, en algunos

such as (1) the nutritious state of the animal at the time of sampling, since it is known that fasting animals have lower triglyceride values when compared to those recently fed (Puppione, 1983; Bossart and Dierauf, 1990); (2) the milk's lipidic composition, as for in the case of the Australian fur seal it varies substantially during lactation increasing from 30 to 50% right after parturition and reducing back to 45% during the remaining lactation and its composition is also influenced by the quantity of water in the milk (Arnould and Hindell, 1999); and (3) for the fatty acids of the harbor seal milk is known that they vary at the time of parturition and until 21 days after, in some cases increasing and in others reducing (Yurkows, 1987; Stephen *et al.*, 1997). These facts could be applied for the case of *Zalophus c. californianus* since it is known that its pups do not have a reduced lactating period and that different lactation strategies must be carried out in order to assure their development.

Conclusions

The concentration and kind of plasmatic fatty acids in California sea lion pups from Los Islotes during 1999 were too variable between males and females in some cases (C13:0, C15:1, C18:1n-9). C20:3n-3 was identified only in males in low quantities. Other FA had, in average, the same concentration between groups (C11:0, C16:1, C17:1, C24:1, C18:2n-6, C20:4n-6).

Almost in all the identified FA, the maximum values were the same between groups which could be proposed as minimum reference values, regardless the feeding state of the animal.

Females showed (fig. 2) higher PFA and SFA values, as well as lower MFA values, meanwhile in males a tendency is

casos (C13:0, C15:1, C18:1n-9). El C20:3n-3 se identificó sólo en machos y en pequeñas cantidades. Otros AG tuvieron en promedio la misma concentración entre grupos (C11:0, C16:1, C17:1, C24:1, C18:2n-6c, C20:4n-6).

En casi todos los AG identificados los valores máximos fueron muy variables, mientras que en unos cuantos los valores mínimos fueron iguales entre grupos, los cuales pudieran proponerse como valores mínimos de referencia, independientemente del estado de alimentación en que se encuentre el animal.

Se observó (fig. 2) que las hembras tuvieron valores más elevados de AGPI y AGS, así como los valores más bajos de AGMI; mientras que en los machos existe una tendencia a una mayor concentración conforme aumenta el grado de insaturación.

La cantidad tan elevada de AG C18:1n-9_i en todas las crías indica que este es un compuesto inocuo para esta especie, producido probablemente por las madres. Debido a la complejidad que existe para el análisis de los ácidos grasos plasmáticos se propone su empleo no como rutina, sino como análisis para estudios más completos sobre la fisiología de la nutrición en esta especie. Sin embargo, como ya se mencionó, existen algunos ácidos grasos que pudieran emplearse como parámetros de referencia al comparar una población con otra.

Agradecimientos

Los autores agradecen al CONACYT el apoyo financiero otorgado a través del proyecto con clave 26430-N, y por la beca-crédito concedida al primer autor para estudios de Doctorado; a la SEMARNAP (Instituto Nacional de Ecología), por los permisos de investigación otorgados (DOO 750.-4172/97 y DOO 750.-4443/98); a Claudia Hernández Camacho, Sebastián Luque Flores, Carlos Godínez Reyes y Manolo Álvarez por su participación en el trabajo de campo. Muy especialmente agradecemos a Alberto Parás (AFRICAM-SAFARI) la aplicación de las anestias, optimizando la toma de muestras.

Referencias

- Ackman, R.G. (1988). Some possible effects on lipid biochemistry of differences in the distribution on glycerol of long-chain n-3 fatty acids in the fats of marine fish and marine mammals. *Atherosclerosis*, 70: 171–173.
- Ackman, R.G. and Eaton C.A. (1988). N-3 docosapentaenoic acid in blubber of dam and pup grey seals (*Halichoerus grypus*): implications in the Inuit diet and for human health. *Can. J. Zool.*, 66: 2428–2431.
- Ackman, R.G. (1994). Animal and marine lipids. En: B.S. Kamel and Y. Kakuda (eds.) *Technological Advances in Improved and Alternative Source of Lipids*. Chapman and Hall. England. pp. 292–328.
- Ackman, R.G., Macpherson E.J. and Timmins A. (2000). Squalene in oils determined as squalane by Gas-Liquid chromatography after hydrogenation of methyl esters. *JAOCs*, 77(8): 831–835.

observed to higher concentrations as the unsaturation degree increases.

The high quantity of the FA C18:1n-9_i in all pups indicates that this is an innocuous compound for this species, probably produced by mothers. Due to the complexity of the plasmatic fatty acid analyses, their use is not advised routinely but for more complex studies about the nutrition physiology in this species. However, as was already mentioned, there are some fatty acids that could be used as reference patterns when comparing different populations.

Acknowledgements

The authors thank CONACYT for the financial support through the project 26430-N and for the scholarship granted to the first author for Doctorate studies. To SEMARNAP (Instituto Nacional de Ecología) for the research permits DOO 750.-4172/97 and DOO 750.-4443/98. To Claudia Hernández Camacho, Sebastián Luque Flores, Carlos Godínez Reyes and Manolo Álvarez for their participation in the fieldwork. We specially thank Alberto Parás (AFRICAM-SAFARI) for the application of the anesthesia, optimizing the sampling.

English translation by Adrián R. López-González.

- Arnould, J.P. and Hindell M. A. (1999). The composition of Australian fur seal (*Arctocephalus pusillus doriferus*) milk throughout lactation. *Phys. Biochem. Zool.*, 72(5): 605–612.
- Auriolos, G. D., C. Fox., F. Sinsel and G. Tanos. (1984). Prey of the California sea lion (*Zalophus californianus*) in the Bay of La Paz, Baja California Sur, México. *J. Mammal.*, 65(3): 519–521.
- Auriolos-Gamboa, D. (1988). Behavioral ecology of the California sea lion in the Gulf of California. Ph.D. Thesis, University of California, Santa Cruz, 175 pp.
- Auriolos-Gamboa, D., García, F. y Ramírez, M. (1997). Comparación de la biomasa y composición específica extraída or la población del lobo marino y por la pesquería artesanal en Bahía de La Paz, B.C.S. México. XXII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Nuevo Vallarta, Nayarit, México, p.14.
- Bonner, N.W. (1984). Lactation strategies in Pinnipeds: problems for a marine mammalian group. *Symp. Zool. Soc. Lond.*, 51: 253–272.
- Bossart, G.D. and Dierauf L.A. (1990). Marine mammal clinical laboratory medicine. In: L.A. Dierauf (ed.) *Handbook of Marine Mammal Medicine: Health Disease and Rehabilitation*. USA. CRC Press. 735 pp.
- Castro-González, M.I., Auriolos-Gamboa, D., Pérez-Gil, R.F., Montaña, B.S. y López-Orea, N. (2001). Lípidos totales, colesterol y triglicéridos plasmáticos en crías del lobo marino de California (*Zalophus californianus*) del Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 27(3): 375–396.
- Conquer, J.A., Cheryk, L.A., Chan, E., Gentry, P.A. and Holub B.J. (1999). Effect of supplementation with dietary seal oil on selected cardiovascular risk factors and hemostatic variables in healthy male subjects. *Thrombosis Res.*, 96: 239–250.
- Deutch, B., Bonefeld, J.E. and Hansen, J.C. (2000). N-3 PUFA from fish or seal oil reduce atherogenic risk indicators in danish women. *Nutrition Res.*, 20(8): 1065–1077.

- García, M.C. y Auriolles-Gamboa, D. (1997). Patrones de conducta en hembras reproductoras de lobo marino de California (*Zalophus californianus*) en la lobera Los Islotes, Bahía de La Paz, México. XXII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Nuevo Vallarta, Nayarit, México, 57 pp.
- Grompone, M.A., Sienna, B. and Quilez, J.L. (1990). Fatty acids composition of fats from the Uruguayan fur seal (*Arctocephalus australis* Zimmerman). Mar. Mamm. Sci., 61(1): 48–53.
- Guitart, R., Martínez-Silvestre, A., Guerrero X. and Mateo, R. (1999). Comparative study on the fatty acid composition of two marine vertebrates: striped dolphins and loggerhead turtles. Comp. Biochem. Physiol. B. Biochem. Molec. Biol., 124(4): 439–443.
- Hodgson, J. and Wahlqvist, M. (1998). Health effects of n-6 polyunsaturated fatty acids. En: M.J. Sadler (ed.), Encyclopedia of Human Nutrition. Academic Press. USA, pp. 751–756.
- Käkelä R., Ackman R. and Hyvärinen, H. (1995). Very long chain polyunsaturated fatty acids in the blubber of ringed seals (*Phoca hispida* sp.) from Lake Saimaa, Lake Ladoga, the Baltic Sea, and Spitsbergen. Lipids, 30(8): 725–731.
- Kris-Etherton, P.M., Shaffer, T.D., Yu-Poth, S., Huth, P., Moriarty, K., Fishell, V., Hargrove, R., Zhao, G. and Etherton, D. (2000). Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. Am. J. Clin. Nutr., 71(suppl.): 179S–88S.
- Leo-Ortiz, C., LeBoeuf, B.J. and Costa, D.P. (1984). Milk intake of elephant seal pups: an index of parental investment. Amer. Natur., 124(3): 416–422.
- Neville, M.C. and Picciano, M.F. 1997. Regulation of milk lipid secretion and composition. Annu. Rev. Nutr., 17: 159–84.
- Ochoa-Acuña, H., Francis, J. M. and Oftedal, O.T. (1999). Influence of long intersuckling interval on composition of milk in the Juan Fernández fur seal, *Arctocephalus philippii*. J. Mammal. 80(3): 758–767.
- Orta, D.F. (1988). Hábitos alimenticios y censos globales del lobo marino (*Zalophus californianus*) en el Islote El Racito. Bahía de las Animas, Baja California, México, durante octubre 1986–1987. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Marinas. UABC, 59 pp.
- Puppione, D.L. (1983). Marine mammalian lipoproteins. En: CRC Handbook of Electrophoresis. CRC Press. pp.79–100.
- Riedman, M. (1990). The Pinnipeds. Seals, Sea Lions and Walruses. U. of California Press. Berkeley, USA, 441 pp.
- Sadler, M.J. (1998). Health effects of *trans* fatty acids. En: M.J. Sadler (ed.), Encyclopedia of Human Nutrition. Academic Press. USA, pp. 769–776.
- Sánchez, A.M. (1992). Contribución al conocimiento de los hábitos alimentarios del lobo marino (*Zalophus californianus*) en las Islas Ángel de la Guarda y Granito, Golfo de California, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, 63 pp.
- Smith, S.J., Iverson, S.J. and Bowen, W.D. (1997). Fatty acid signatures and classification trees: new tools for investigating the foraging ecology of seals. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 1377–1386.
- Umemura, U., Koike, K.A., Iso, H., Sankai, T., Shimamoto, T., Sato, S., Lida, M., Handa, K. and Komachi Y. (1993). Population-based comparative study on dietary habits and serum fatty acid composition. Jpn. J. Hyg., 48: 939–954.
- Vidal, O. and Gallo, J.P. (1996). Die-offs of marine mammals and sea birds in the Gulf of California, México. Mar. Mamm. Sci. 12(4): 627–635.
- Yurkows, M. (1987). Composition of major fatty acids in triglycerides from selected tissues of Harp seal (*Phoca groenlandica*) mother-pup pairs during lactation and in pups during fasting. JAOCS., 64(5): 660.