

**LÍPIDOS TOTALES, COLESTEROL Y TRIGLICÉRIDOS PLASMÁTICOS  
EN CRÍAS DEL LOBO MARINO DE CALIFORNIA (*Zalophus californianus*)  
DEL GOLFO DE CALIFORNIA**

**TOTAL LIPIDS, CHOLESTEROL AND PLASMATIC TRIGLYCERIDES  
IN CALIFORNIA SEA LION PUPS (*Zalophus californianus*)  
FROM THE GULF OF CALIFORNIA**

María Isabel Castro-González<sup>1\*</sup>

David Aurióles-Gamboa<sup>2</sup>

Sara Montaña-Benavides<sup>1</sup>

Fernando Pérez-Gil Romo<sup>1</sup>

Norma López-Orea<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dirección de Nutrición

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”

Vasco de Quiroga 15

Tlalpan, C.P. 14000, México, D.F., México

\* E-mail: [siga@mx.inter.net](mailto:siga@mx.inter.net)

<sup>2</sup> 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: [dgamboa@redipn.ipn.mx](mailto:dgamboa@redipn.ipn.mx)

<sup>3</sup> Nutriología Clínica

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”

Vasco de Quiroga 15

Tlalpan, C.P. 14000, México, D.F., México

*Recibido en agosto de 2000; aceptado en mayo de 2001*

**RESUMEN**

Se cuantificó la concentración de lípidos totales, colesterol y triglicéridos plasmáticos de 30 crías de *Zalophus californianus* de Los Islotes (Baja California Sur, México) durante el verano de 1999. Los contenidos de lípidos totales y colesterol encontrados fueron semejantes entre hembras y machos, con un intervalo de 0.056 a 0.061 mg/dL y 108 a 240 mg/dL, respectivamente. El valor máximo de colesterol encontrado en machos perteneció a aquellos con menor peso (240 mg/dL: 8.1 kg); en las hembras sucedió lo contrario (112 mg/dL: 14.1 kg). Un comportamiento similar se observó al compararse el colesterol con el grosor de la capa de grasa. Los valores de triglicéridos fueron muy heterogéneos tanto en hembras

como en machos, ya que estos valores están muy influenciados por los diferentes periodos de ayuno de las crías y porque durante la lipemia alimenticia estos niveles se elevan; para las hembras se encontró un intervalo de 11 a 306 mg/dL y para los machos de 15 a 232 mg/dL. La correlación entre los parámetros morfométricos y los parámetros clínicos fue muy baja. Se detectó una mayor correlación entre el colesterol y peso en las hembras; en los machos fue casi nula. No se detectó correlación entre los triglicéridos y los parámetros morfométricos estudiados. La población de Los Islotes ha mostrado, en los últimos cuatro años, 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 quedaron dentro de los márgenes normales estimados para el Golfo de California con respecto al grosor de capa de grasa subcutánea, perímetro axilar/longitud estándar y factor de condición de Fulton. Por esta razón, se considera que el colesterol y los triglicéridos plasmáticos de crías de menos de dos meses pueden utilizarse como marco de referencia en estudios comparativos subsecuentes, particularmente durante periodos de estrés ambiental, como el fenómeno de El Niño.

*Palabras clave:* *Zalophus californianus*, lípidos totales, colesterol, triglicéridos, plasma.

## ABSTRACT

The concentrations of total lipids, cholesterol and plasmatic triglycerides of breeding pups of *Zalophus californianus* from Los Islotes (Baja California Sur, Mexico) were quantified during the summer of 1999. The contents of total lipids and cholesterol were similar between females and males, with a range of 0.056–0.061 mg/dL and 108–240 mg/dL, respectively. The maximum value of cholesterol found in males belonged to those with smaller weight (240 mg/dL: 8.1 kg); in females, the opposite occurred (112 mg/dL: 14.1 kg). A similar behavior was observed when cholesterol was compared to the thickness of the fat layer. Triglyceride values were very heterogeneous in both females and males, since these values are strongly influenced by the different fasting periods of the pups and because these levels rise during the nutritious lipemia, ranging from 11 to 306 mg/dL in females and from 15 to 232 mg/dL in males. The correlation between morphometric measurements and the clinical parameters was very low. A greater correlation was detected between cholesterol and weight in females; in males it was almost null. No correlation was detected between triglycerides and the morphometric measurements studied. The population at Los Islotes has shown good status during the last four breeding seasons (steady pup production, high pup body condition, stable female fecundity), and during the 1999 sampling, pup body conditions were within the normal values estimated for the Gulf of California in regard to axillary girth, sculp thickness and Fulton's condition factor. For these reasons, we consider that triglycerides and cholesterol in pup plasma circa two months old could provide a reference framework for subsequent comparative studies, particularly during periods of environmental stress, such as El Niño.

*Key words:* *Zalophus californianus*, total lipids, cholesterol, triglycerides, plasma.

## INTRODUCCIÓN

El lobo marino de California (*Zalophus californianus*, Lesson, 1828) se distribuye desde las costas de Columbia Británica, en Canadá, hasta las islas Tres Marías, en México, incluyendo el Golfo de California (Odell,

## INTRODUCTION

The California sea lion (*Zalophus californianus*, Lesson, 1828) is found from the coast of British Columbia, in Canada, to Tres Marías Islands, in Mexico, including the Gulf of California (Odell, 1981). In this last region,

1981). En esta última región se conocen 13 colonias reproductoras, siendo la más sureña Los Islotes. Esta colonia ha sido estudiada por más de 20 años (Aurioles-Gamboa *et al.*, 1983, 1984; Aurioles-Gamboa y Sinsel, 1988; Aurioles-Gamboa y Zavala, 1994; Harcourt *et al.*, 1994). Como consecuencia de esos estudios, se ha generado una base de datos del tamaño y estructura de la población, producción y condición corporal de las crías, hábitos y conducta alimentaria, etc., que permite utilizarla como patrón de comparación para otras colonias en México (D. Aurioles-Gamboa, CICIMAR).

En años recientes se ha buscado identificar variables biológicas y ecológicas de la población de lobo marino en el Golfo de California, que se asocien con cambios generados por la interacción con el medio, como, por ejemplo, los eventos El Niño (Aurioles-Gamboa y Le Boeuf, 1991; Samaniego, 1999), distribución y abundancia de presas (Durán-Lizárraga, 1998; García-Rodríguez, 1999) y variaciones geográficas de la condición corporal de las crías (Luque-Flores, 1999; Luque-Flores y Aurioles-Gamboa, 2001), entre otros. La condición corporal de las crías puede ser asociada con el éxito de forrajeo de sus madres y grado de la inversión materna (Boyd y McCann, 1989; Lunn y Boyd, 1993). En particular para el lobo fino antártico (*Arctocephalus gazella*), Lunn y Boyd (1993) mostraron que la variable que mejor explicó el crecimiento de las crías fue la duración de los viajes de alimentación; esto se interpretó como una medida del esfuerzo de las madres en conseguir alimento, donde a mayor duración o estancia en el mar, mayor dificultad de encontrar alimento. Una relación similar ha sido encontrada para el lobo marino de California en Los Islotes, donde las hembras que pasan más tiempo en el mar (medido con la frecuencia de los viajes de alimentación y su duración) tuvieron crías con menor crecimiento (García-Aguilar, 1999).

there are 13 breeding rookeries, the southernmost one being Los Islotes. This colony has been studied for more than 20 years (Aurioles-Gamboa *et al.*, 1983, 1984; Aurioles-Gamboa and Sinsel, 1988; Aurioles-Gamboa and Zavala, 1994; Harcourt *et al.*, 1994), and a data base has been generated regarding the size and structure of the population, production and body condition of the pups, their habits and feeding behavior, etc., which can be used to compare other colonies in Mexico (D. Aurioles-Gamboa, CICIMAR).

In recent years, researchers have tried to identify biological and ecological variables of the sea lion population from the Gulf of California, associated with changes produced by the interaction with the environment, such as, for instance, the El Niño events (Aurioles-Gamboa and Le Boeuf, 1991; Samaniego, 1999), the distribution and abundance of prey (Durán-Lizárraga, 1998; García-Rodríguez, 1999), and the geographical variations in the body condition of the pups (Luque-Flores, 1999; Luque-Flores and Aurioles-Gamboa, 2001), among others. The body condition of the pups can be associated with the foraging success of their mothers and the degree of maternal investment (Boyd and McCann, 1989; Lunn and Boyd, 1993). In particular, for the Antarctic fur seal (*Arctocephalus gazella*), Lunn and Boyd (1993) showed that the variable that best explained the growth of the pups was the duration of the feeding trips. This was interpreted as a measure of the effort of the mothers to obtain food, where the longer the stay at sea, the greater the difficulty to find food. A similar relationship has been found for the California sea lions at Los Islotes, where females spending more time at sea (measured by the frequency of the foraging trips and their duration) had pups with lesser growth (García-Aguilar, 1999).

The maternal milk of the marine mammals has a high fat content and, in pinnipeds in

La leche materna de los mamíferos marinos tiene un alto contenido de grasa y puede variar, en particular para los pinnípedos, entre un 30% y 60% de su composición. La grasa forma parte importante de distintas funciones, ya que se emplea como fuente de energía, proporciona flotabilidad y sirve como aislante térmico (Young, 1976). No se conocen reportes sobre los componentes lipídicos de la grasa de la leche y aquella que se encuentra en el plasma y la grasa subcutánea de las crías del lobo marino de California, siendo ésta una línea de investigación que puede ayudar a explicar diferencias en el crecimiento de crías de distintas localidades.

Los constituyentes bioquímicos plasmáticos son frecuentemente empleados en el diagnóstico y manejo de una gran variedad de enfermedades, tanto en humanos como en animales. Así mismo, se emplean como indicadores del estado de salud (Cargill *et al.*, 1979; Geraci *et al.*, 1979; Bossart y Dierauf, 1990; Roletto, 1993). En los mamíferos marinos en cautiverio, niveles altos o bajos de colesterol son indicadores de desórdenes metabólicos (Bossart y Dierauf, 1990). En los pinnípedos, la grasa de la leche representa el constituyente más abundante después del agua y se sugiere que este contenido de grasa se relaciona directamente con la composición de la dieta de las madres. Los pinnípedos lactantes son extremadamente eficientes para la digestión de los lípidos, comparados con otras especies (Oftedal *et al.*, 1987; Riedman, 1990).

El objetivo de este trabajo fue cuantificar el contenido de lípidos totales, colesterol y triglicéridos presentes en el plasma de crías de lobo marino de Los Islotes, Baja California Sur (México), durante el periodo en el que dependen exclusivamente de la leche materna y durante un año (1999) en que las condiciones ambientales se reflejaron en una alta producción de crías y condición corporal. Los valores plasmáticos cobran importancia en este

particular, it may constitute from 30% to 60% of its composition. Fat plays an important role in several functions, since it is used as a source of energy, it provides buoyancy and works as a thermal insulator (Young, 1976). There are no reports about the lipidic components of the milk fat and the fat found in the plasma and sculp of the California sea lion pups. This line of research may help to explain the differences in pup growth at different localities.

The biochemical constituents of the plasma are frequently used in the diagnosis and handling of a wide variety of diseases in both humans and animals. Moreover, they are used as indicators of the health condition (Cargill *et al.*, 1979; Geraci *et al.*, 1979; Bossart and Dierauf, 1990; Roletto, 1993). In marine mammals in captivity, high or low levels of cholesterol are indicators of metabolic disorders (Bossart and Dierauf, 1990). In pinnipeds, the milk fat represents, after the water, the most abundant component and it has been suggested that this fat content is directly related to the composition of the mother's diet. Compared to other species, lactating pinnipeds are extremely efficient in regard to the digestion of lipids (Oftedal *et al.*, 1987; Riedman, 1990).

The aim of this work is to quantify the content of total lipids, cholesterol and triglycerides found in the plasma of the sea lion pups from Los Islotes, Baja California Sur (Mexico), during the period when they depend exclusively upon maternal milk, and during a year (1999) in which the environmental conditions were reflected in high pup production and body condition. In this context, the plasmatic values become important, since they can be compared to values obtained during years of low productivity, such as El Niño years (Samaniego, 1999), or during events of massive mortality (Vidal and Gallo, 1996).

contexto, ya que pueden ser comparados con valores obtenidos durante años de baja productividad, como El Niño (Samaniego, 1999), o durante eventos de mortandad masiva (Vidal y Gallo, 1996).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Zona de recolección

La Bahía de La Paz se localiza en la parte suroccidental del Golfo de California, aproximadamente entre los 24°15' y 24°45' N y entre los 110°17' y 110°45' W. El régimen de marea de este cuerpo de agua es semidiurno. Las velocidades más altas de flujo y reflujos de marea se observan en la parte norte de la Isla Partida, en el Canal de San Lorenzo y en la Ensenada de La Paz (Jiménez, 1996). En los límites de la bahía y al norte del complejo insular Espíritu Santo/La Partida, se encuentra Los Islotes, que es una isla rocosa de aproximadamente 250 m de longitud. En esta pequeña isla, además del lobo marino habitan varias aves marinas regionales, como gaviotas (*Larus occidentalis*), alcatraces (*Sula leucogaster* y *S. nebouxi*), tijaletas (*Fregata magnificens*) y petreles (*Oceanodroma microsoma*) (Aurioles-Gamboa, 1988). Los lobos marinos se distribuyen principalmente en dos zonas de la lobera: la primera se localiza en la parte este y es una zona de reproducción y donde se capturaron los animales para el presente estudio; la segunda se localiza en la parte oeste y es una zona de solteros (Hernández, 1996).

### Estimación de la producción de crías

Debido a que los censos de crías de lobo marino en áreas rocosas realizados desde la embarcación causan una subestimación de por lo menos 50%, todos los censos para estimar la producción total de crías fueron directos y

## MATERIALS AND METHODS

### Collection area

La Paz Bay is located in the southwestern part of the Gulf of California, approximately between 24°15' and 24°45' N and between 110°17' and 110°45' W. The tide regime in this embayment is semi-diurnal. The highest velocities of tidal ebb and flow are observed in the northern part of Partida Island, in the San Lorenzo Channel and in the Ensenada de La Paz (Jiménez, 1996). Los Islotes, an approximately 250-m-long rocky island, is located in the limits of the bay and north of the Espíritu Santo/La Partida island complex. Apart from the sea lion, several regional marine birds inhabit this small island, such as seagulls (*Larus occidentalis*), gannets (*Sula leucogaster* and *S. nebouxi*), frigatebirds (*Fregata magnificens*) and petrels (*Oceanodroma microsoma*) (Aurioles-Gamboa, 1988). The sea lions are mainly distributed in two areas of the rookery: the first, located in the eastern part of the island, is a breeding area and where the animals for this study were captured; the second, located in the western part, is where single sea lions occur (Hernández, 1996).

### Pup production estimate

An underestimation of at least 50% can occur in the censuses of sea lion pups in rocky areas if they are conducted from the boats; therefore, the censuses to determine the total production of pups were made directly on land to obtain a more accurate estimate (Le Boeuf *et al.*, 1983). The pups at Los Islotes are born between the end of May and the end of June (Aurioles-Gamboa and Le Boeuf, 1991), so in order to estimate the total number of pups born each year, the censuses are carried out during the first week in July, which is when most pups have already been born and the accumulated

desde tierra para lograr una estimación más exacta (Le Boeuf *et al.*, 1983). Las crías en Los Islotes comienzan a nacer a finales de mayo y terminan a finales de junio (Aurioles-Gamboa y Le Boeuf, 1991), por lo que para obtener la estimación del total de crías nacidas cada año, el censo se realiza durante la primera semana de julio, ya que en este momento han nacido casi todas las crías y la mortalidad acumulada es todavía muy baja (Aurioles-Gamboa y Sinsel, 1988).

#### **Toma de medidas morfométricas**

Se capturaron 35 crías lactantes de lobo marino al azar. Cada una se pesó (con ayuda de una bolsa y un dinamómetro) y se determinó el sexo. Posteriormente, se trasladaron al cubículo de contención donde se les aplicó anestesia con isoflurano; se mantuvo el registro de los signos vitales y la temperatura. Una vez relajada la cría, se le tomó las siguientes medidas básicas: (1) longitud estándar, con cinta métrica; (2) circunferencia o perímetro axilar, con cinta métrica; y (3) grosor de la capa de grasa, mediante un adipómetro (Lange, Betha Technology, Inc.) que mide el grosor de la piel y la capa de grasa subcutánea a nivel del esternón (Luque-Flores y Aurioles-Gamboa, 2001). Con base en los datos anteriores, se calcularon los siguientes índices morfométricos: (1) factor de condición de Fulton (FCF) =  $\text{peso} \times 10^5 / \text{longitud}^3$ , el cual es un índice adecuado para comparar el peso de las crías de lobo marino de diferentes longitudes estándar hasta un mes de edad, durante una temporada reproductora determinada; este índice elimina el efecto de la talla sobre el peso. (2) Índice del perímetro axilar/longitud estándar (PA/LE) =  $\text{PA/LE} \times 100$ ; este índice se emplea para eliminar el efecto de la talla sobre el grosor o circunferencia del animal. (3) Grosor de la capa de grasa (GCG), medida directa explicada anteriormente.

mortality is still very low (Aurioles-Gamboa and Sinsel, 1988).

#### **Morphometric measurements**

Thirty-five lactating sea lion pups were caught at random. Each of them was weighed (using a bag and a dynamometer) and their sex was determined. They were placed in the holding compartment, where they were anesthetized with isofluorene; a record was kept of the vital signs and temperature. Once the pup relaxed, the following basic measurements were taken: (1) standard length, with a measuring tape; (2) axillary girth, with a measuring tape; and (3) sculp thickness, with an adipometer (Lange, Betha Technology, Inc.), which measures the thickness of the skin and the sculp at the sternum (Luque-Flores and Aurioles-Gamboa, 2001). Based on these data, the following morphometric indexes were calculated: (1) Fulton's condition factor (FCF) =  $\text{weight} \times 10^5 / \text{length}^3$ , which is a suitable index to compare the weight of sea lion pups of different standard lengths up to one month old, within a given reproductive season; this index eliminates the effect of size on weight. (2) Axillary girth/standard length index (PA/LE) =  $\text{PA/LE} \times 100$ ; this index is used to eliminate the effect of the size on the thickness or the circumference of the animal. (3) Sculp thickness (GCG), a direct measurement that has already been explained.

#### **Blood sampling**

The blood samples were taken from the jugular area with a Vacutainer system (Becton-Dickinson), sometimes with a holder and sometimes with a butterfly, depending on the depth of the vein. Two 7-mL tubes of blood were collected; they were shaken in order to homogenize the EDTA and placed on the racks of an ice-chest with gels and ice,

### Toma de muestras sanguíneas

Las muestras de sangre se tomaron de la región yugular con el sistema Vacutainer (Becton-Dickinson), en ocasiones con *holder* y en otras con mariposa, dependiendo de la profundidad de la vena. Se recolectaron dos tubos de 7 mL de sangre, se agitaron suavemente para homogeneizar el EDTA y se colocaron en las charolas en la hielera con los geles y hielo, evitando poner los tubos en contacto directo con el hielo. Posteriormente, se trasladaron al barco en donde se continuó su manejo.

### Manejo a bordo

Los tubos con sangre se centrifugaron a 3500 rpm durante 15 minutos. El plasma se separó con pipetas Pasteur y se guardó en crioviales que contenían los siguientes reactivos: aprotinina, benzamidina y etoxiquin (Merck Co.) en diferentes soluciones, con una breve agitación. Las muestras se guardaron en congelación a  $-10^{\circ}\text{C}$  durante el resto del crucero y hasta la realización de los análisis.

### Análisis químicos

#### Lípidos totales

Las muestras se descongelaron a temperatura ambiente. Se sometió una alícuota de 500  $\mu\text{L}$  de plasma a la técnica de extracción de lípidos totales en plasma, descrita por Umemura *et al.* (1993).

#### Coolesterol

Se empleó el reactivo Cholesterol Reagent (CHOL) de Beckman, número de *kit* 442735, en conjunto con el sistema multicalibrador Synchron CX para la determinación cuantitativa de la concentración total de colesterol

avoiding direct contact with the ice. They were then transferred to the vessel for further handling.

### Handling on board

The tubes with blood were centrifuged at 3500 rpm for 15 minutes. The plasma was separated with Pasteur pipettes and kept in cryovials that contained the following reagents: aprotinin, benzamidine and ethoxyquin (Merck Co.) in different solutions, with slight agitation. The samples were kept frozen at  $-10^{\circ}\text{C}$  for the rest of the cruise and until the analyses were carried out.

### Chemical analyses

#### Total lipids

The samples were thawed at room temperature. The extraction technique of total lipids in plasma, described by Umemura *et al.* (1993), was applied to a 500- $\mu\text{L}$  aliquot of plasma.

#### Cholesterol

Beckman's Cholesterol Reagent (CHOL), kit number 442735, was used together with the Synchron CX multicalibrator system for the quantitative determination of the total cholesterol concentration in plasma. This reagent was used to measure the concentration with the final point method. In the reaction, the cholesterol esterase (CE) hydrolyzes the cholesterol esters to free cholesterol and fatty acids. The free cholesterol is oxidized to cholestane-3- $\beta$  and hydrogen peroxide by the cholesterol oxidase (CO). The peroxidase catalyzes the reaction of the hydrogen peroxide with 4-aminoantipyrine and phenol to produce a colored quinoneimine product.

en plasma. Este reactivo se empleó para medir la concentración por medio del método de punto final. En la reacción, el colesterol esterasa (CE) hidroliza los ésteres de colesterol a colesterol libre y ácidos grasos. El colesterol libre es oxidado a colestano-3-1 y peróxido de hidrógeno por el colesterol oxidasa (CO). La peroxidasa cataliza la reacción de peróxido de hidrógeno con 4-aminoantipirina y fenol para producir un producto quinoneimínico colorido.

#### Triglicéridos

El reactivo Triglycerides GPO (TG-B con corrección de blanco) de Beckman, número de *kit* 445850, en conjunto con el sistema multicalibrador Synchron CX se empleó para la determinación cuantitativa de la concentración total de triglicéridos en plasma. Este reactivo se empleó para medir la concentración de triglicéridos a través de un método de punto final. Los triglicéridos en la muestra fueron hidrolizados a glicerol y ácidos grasos libres por la acción de una lipasa. Una secuencia de tres pasos pareados enzimáticos empleando glicerol quinasa (GK), glicerofosfato oxidasa (GPO) y peroxidasa Horseradish (HPO) ocasiona el acoplamiento oxidativo de 3,5-dicloro-ácido 2-hidroxibenzenosulfónico (DHBS) con 4-aminoantipirina para formar un precipitado rojo quinoneimínico.

El sistema Synchron CX proporcionó automáticamente los volúmenes de muestra y reactivo apropiados dentro de un vial. La proporción empleada fue de 1:100. El sistema monitoreó el cambio en la absorbancia a 520 nm a un tiempo de intervalos dados. Este cambio en la absorbancia es directamente proporcional a la concentración de colesterol y triglicéridos en la muestra y es usado por el sistema Synchron CX para calcular y expresar la concentración de colesterol y triglicéridos (Beckman, 1993).

#### Triglycerides

Beckman's Triglyceride GPO reagent (TG-B), kit number 445850, was used together with the Synchron CX multicalibrator system for the quantitative determination of the total concentration of triglycerides in plasma. This reagent was used to measure the triglyceride concentration with the final point method. The triglycerides in the sample were hydrolyzed to glycerol and free fatty acids by the action of a lipase. A sequence of three paired enzymatic steps using glycerokinase (GK), glycerophosphate oxidase (GPO) and horseradish peroxidase (HPO) causes the oxidative coupling of 3,5-dichloro-2-hydroxy-benzenesulfonic acid (DHBS) with 4-aminoantipyrine to form a red quinoneiminic precipitate.

The Synchron CX system automatically provides the appropriate volumes of sample and reagent in a vial. The ratio used was 1:100. The system monitored the shift in the absorbance at 520 nm at given time intervals. This shift in absorbance is directly proportional to the concentration of cholesterol and triglycerides in the sample and is used by the Synchron CX system to calculate and express the concentration of cholesterol and triglycerides (Beckman, 1993).

#### Statistical analysis

With the results obtained, a descriptive statistical analysis, Student's *t*-test, was made, as well as a correlation analysis using the Stat100 and Stata (Biosoft) computer packages, both for Windows.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Characteristics of the population studied

In the last four years, the population from Los Islotes has shown good conditions (steady



### **Análisis estadístico**

Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de estadística descriptiva, prueba *t* de Student, y un análisis de correlación con los paquetes Stat100 y Stata (Biosoft), ambos para Windows.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Características de la población estudiada**

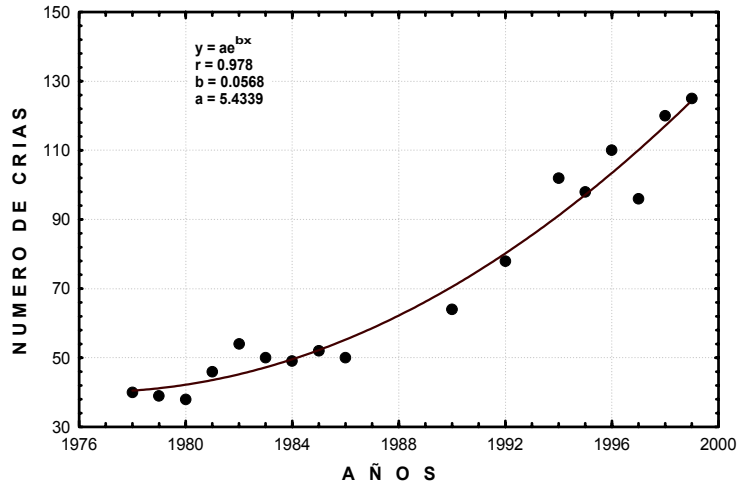
En los últimos cuatro años, la población de Los Islotes ha mostrado condiciones de bienestar (producción de crías estable, condición corporal de crías alta, fecundidad de hembras estable). En este muestreo en particular, todas las crías se observaron en buena condición corporal y mostraron mucha vitalidad durante la captura, tuvieron buena respuesta a la anestesia y una buena recuperación de la misma; así mismo, no se encontraron animales con efectos negativos posteriores a la toma de muestra, al menos durante varias horas posteriores al manejo.

La producción de crías en Los Islotes ha mostrado un crecimiento continuo y por lo menos desde los años noventa, este crecimiento ha sido notable (fig. 1). De 1978 a 1990, el número de crías nacidas aumentó 60%, mientras que entre 1990 y 1999, el número se duplicó. El aumento en el número de crías está asociado con un aumento de la población (Aurioles-Gamboa, datos no publicados). Otra característica de las crías de Los Islotes es la condición corporal que se ha mantenido más o menos estable en los últimos años, a partir de 1995 (fig. 2). En esta gráfica se puede notar que la condición corporal de las crías aumentó de 1992 a 1995 y que después se ha mantenido entre valores de 2.2 y 2.4 (valor adimensional que varía entre 1.5 y 3). Tanto el aumento en el número de crías en la última década como los valores de condición corporal de las mismas

pup production, high pup body condition, stable female fecundity). In this sampling in particular, all the pups showed good body condition and great vitality during their capture; they responded well to the anesthesia and recovered well from it. Furthermore, none of the animals presented negative effects after the sampling, at least within several hours after being handled.

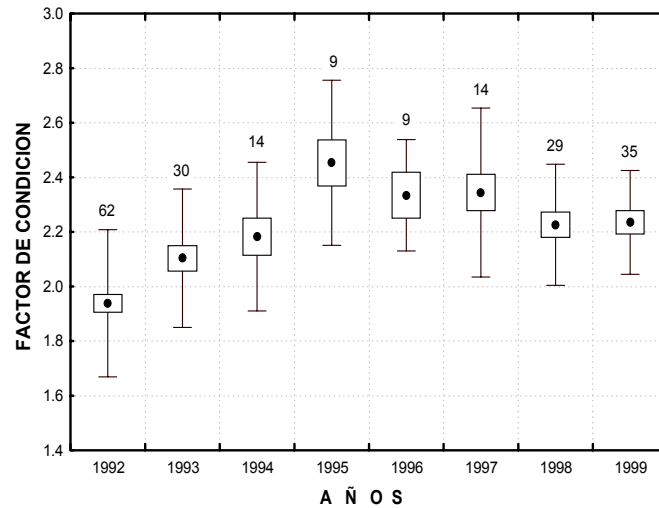
Pup production at Los Islotes has grown continuously and, at least since the 1990s, this growth has been remarkable (fig. 1). From 1978 to 1990, the number of pups born increased 60%, whereas between 1990 and 1999, the number doubled. The increase in the number of pups is associated with an increase in the population (Aurioles-Gamboa, unpublished data). Another characteristic of the pups from Los Islotes is the body condition, which has remained more or less stable since 1995 (fig. 2). This figure shows that the body condition of the pups increased from 1992 to 1995 and since then has remained stable with values between 2.2 and 2.4 (nondimensional value that varies from 1.5 to 3). Both the increase in the number of pups in the last decade and their body condition values indicate that the condition of the pup population at Los Islotes has been good over the past few years, including 1999.

In addition to the observation of these tendencies, the values obtained from the morphometry of the pups from Los Islotes were compared with equivalent values obtained from different rookeries in the Gulf of California (Luque-Flores and Aurioles-Gamboa, 2001). The standard deviations of each parameter estimated were calculated by these authors based on the samplings that group together around 600 individuals. The groups of different body condition were considered as follows: group 1, in bad condition, composed of individuals with values smaller than the mean minus the standard deviation; group 2, in good



**Figura 1.** Número máximo de crías (producción anual) de lobo marino de California *Zalophus californianus* en Los Islotes (Baja California Sur, México). El aumento en la producción de crías se ha sostenido desde 1990.

**Figure 1.** Maximum number of pups (annual production) of California sea lion (*Zalophus californianus*) at Los Islotes (Baja California Sur, Mexico). The increase in pup production has been sustained since 1990.



**Figura 2.** Condición corporal (factor de condición de Fulton, FCF) en crías de lobo marino *Zalophus californianus* de Los Islotes en diferentes años. A mayor valor de FCF, mejor condición corporal. Los círculos llenos indican el valor de la media, la caja representa el valor del error estándar y las líneas el de la desviación estándar.

**Figure 2.** Body condition (Fulton's condition factor, FCF) in California sea lion (*Zalophus californianus*) pups from Los Islotes in different years. The higher the FCF value, the better the body condition. Filled circles indicate the value of the mean, the box represents the value of the standard error and the lines that of the standard deviation.

nos permiten considerar a la población de crías de Los Islotes en buenas condiciones para los últimos años, incluido 1999.

Además de la observación de estas tendencias, se compararon los valores obtenidos de la morfometría de crías en Los Islotes con valores equivalentes y obtenidos de distintas colonias del Golfo de California (Luque-Flores y Auriolles-Gamboa, 2001). Se calcularon las desviaciones estándar para cada parámetro estimado por los mencionados autores basados en muestreos que agrupan alrededor de 600 individuos y se consideraron grupos de distinta condición corporal de la siguiente manera: grupo 1, de mala condición, conformado por individuos con valores menores a la media menos el valor de la desviación estándar; grupo 2, de buena condición, conformado por individuos con valores mayores o iguales que el valor anterior y menores o iguales que la media más la desviación estándar; y grupo 3, de excelente condición, con individuos con valores mayores que la media más la desviación estándar.

Los resultados de la estadística descriptiva de los índices morfométricos (FCF, PA/LE y GCG) de las crías de la lobera Los Islotes desde 1981 hasta 1998 (Luque-Flores, 1999) y durante 1999, año en que se realizó el muestreo para el presente trabajo, se presentan en la tabla 1. Con relación a esta comparación, se pudo calificar a las crías de Los Islotes durante 1999 dentro del grupo 2 o en condición corporal buena.

En la tabla 2 se observan las medidas morfométricas, que presentaron una menor variación numérica en comparación con los parámetros lipídicos; del total de crías capturadas, 14 fueron hembras y 21 machos. Los valores mínimo y máximo del peso en las hembras fueron 8.4 y 14.2 kg, respectivamente, mientras que en los machos fueron 6.9 y 13.9 kg, respectivamente. Para la longitud estándar, se obtuvieron valores muy parecidos

condition, formed by individuals with values greater than or equal to the former value and smaller than or equal to the mean plus the standard deviation; finally, group 3, in excellent condition, formed by individuals with values greater than the mean plus the standard deviation.

The results of the descriptive statistics of the morphometric indexes (FCF, PA/LE and GCG) of the pups at the Los Islotes rookery from 1981 to 1998 (Luque-Flores, 1999), and during 1999, when the sampling for this work was carried out, are shown in table 1. According to this comparison, it was possible to classify the pups from Los Islotes during 1999 in group 2, or in normal body condition.

The morphometric measurements are presented in table 2, showing a smaller numerical variation in comparison to the lipidic parameters; 14 of the total number of pups captured were females and 21 were males. The minimum and maximum weight values for females were 8.4 and 14.2 kg, respectively, and 6.9 and 13.9 kg, respectively, for males. Similar values were obtained for the standard length of both groups (72–84 cm for females and 70.5–84 cm for males); therefore, this can be considered a less variable parameter for pups less than one month old. On average, both weight and length were similar between males and females, and no significant differences were found ( $P > 0.05$ ); however, the confidence intervals tend to be higher in males for both variables. The combination of these variables in the FCF suggests very similar values between sexes. In pinnipeds, this value is used as an indicator of body condition, where the higher the value, the better the condition (Luque-Flores and Auriolles-Gamboa, 2001). The FCF value obtained in this study is among the values calculated for Los Islotes in recent years (fig. 2). The PA/LE and GCG were similar between males and females, with very small standard deviations and confidence intervals.

**Tabla 1.** Índices morfométricos de crías de *Zalophus californianus* del Golfo de California en diferentes años. FCF = factor de condición de Fulton, PA/LE = perímetro axilar/longitud estándar, GCG = grosor de la capa de grasa, DE = desviación estándar y EE = error estándar.

**Table 1.** Morphometric indexes of *Zalophus californianus* pups from the Gulf of California in different years. FCF = Fulton's condition factor, PA/LE = axillary girth/standard length, GCG = sculp thickness, DE = standard deviation and EE = standard error.

Índice	<i>n</i>	Media	Media - DE	Media + DE	Varianza	DE	EE
FCF* (1981-1998)	617	2.27	2.05	2.49	0.0477	0.218	0.0088
PA/LE* (1996-1998)	593	65.03	61.03	69.03	16.04	4.00	0.1644
Islotes 1999							
FCF	35	2.23	2.04	2.42	0.036	0.19	0.032
PA/LE	35	63.41	60.09	66.73	11.03	3.32	0.56
GCG (cm)	35	14.61	11.01	18.21	13.04	3.6	0.61

\* Luque-Flores y Auriolos-Gamboa (2001).

**Tabla 2.** Medidas morfométricas de crías de *Zalophus californianus* de Los Islotes durante el periodo reproductivo de 1999. Se presenta la media, desviación estándar e intervalo de confianza (95%). No se detectó una diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre columnas. LE = longitud estándar, FCF = factor de condición de Fulton, PA/LE = perímetro axilar/longitud estándar y GCG = grosor de la capa de grasa.

**Table 2.** Morphometric measurements of *Zalophus californianus* pups from Los Islotes during the 1999 breeding season. The mean, standard deviation and confidence interval (95%) are presented. There was no significant difference ( $P > 0.05$ ) between columns. LE = standard length, FCF = Fulton's condition factor, PA/LE = axillary girth/standard length and GCG = sculp thickness.

Medidas	Hembras <i>n</i> = 14	Machos <i>n</i> = 21	Total
Peso (kg)	10.54 ± 1.84 (8.7-10.6)	11.21 ± 1.77 (9.65-11.4)	10.34 ± 1.8 (9.75-10.9)
LE (cm)	76.54 ± 3.99 (73.8-77.9)	77.55 ± 3.34 (75.8-79.0)	77.14 ± 3.6 (75.95-78.3)
FCF	2.2 ± 0.22 (2.07-2.33)	2.25 ± 0.19 (2.16-2.33)	2.23 ± 0.19 (2.17-2.3)
PA/LE	63.84 ± 2.8 (62.2-65.4)	62.9 ± 3.8 (61.1-64.7)	63.41 ± 3.32 (62.3-64.5)
GCG (cm)	14.04 ± 4.17 (11.7-16.4)	13.9 ± 3.11 (12.5-15.4)	14.61 ± 3.6 (13.4-15.8)

entre grupos (72 a 84 cm para hembras y 70.5 a 84 cm para machos), por lo que se puede considerar como un parámetro menos variable en crías de menos de un mes de nacidas. Tanto el peso como la longitud, en promedio, fueron semejantes entre machos y hembras, y no se detectó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ); sin embargo, en ambas variables se puede observar que los valores de los intervalos de confianza tienden a ser más altos en los machos. La combinación de estas variables en el FCF sugiere valores muy semejantes entre sexos. En pinnipedos este valor se emplea como un indicador de la condición corporal, donde a mayor valor, mejor es la condición (Luque-Flores y Auriolles-Gamboa, 2001). El valor del FCF obtenido en esta recolección se encuentra entre los valores calculados para Los Islotes en los últimos años (fig. 2). El PA/LE y GCG fueron muy semejantes entre machos y hembras, con desviaciones estándar e intervalos de confianza muy pequeños.

#### Parámetros químicos de la población

Del número total de animales capturados (35), sólo en 30 fue posible realizar una toma de muestra sanguínea exitosa, ya que en algunos animales las venas estaban más profundas y, por tanto, más difíciles de encontrar. La concentración de lípidos totales se presenta en la tabla 3, en donde se puede observar que este parámetro es bastante parecido entre hembras (0.059 g/dL) y machos (0.058 g/dL), con desviaciones estándar muy pequeñas (0.007 y 0.009) y con valores extremos muy semejantes (0.048–0.072 para hembras y 0.044–0.074 para machos). No se encontró una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los grupos. Los lípidos totales cuantifican en forma gruesa el contenido de ácidos grasos libres, triglicéridos, colesterol y vitaminas liposolubles, aunque con este solo valor no se puede diferenciar la cantidad correspondiente a

#### Chemical parameters of the population

A total of 35 animals were captured, but it was only possible to successfully obtain a blood sample from 30, because in some animals the veins were deeper and, therefore, more difficult to find. The concentration of total lipids is shown in table 3. This parameter is similar for females (0.059 g/dL) and males (0.058 g/dL), with very small standard deviations (0.007 and 0.009), and with very similar extreme values (0.048–0.072 for females and 0.044–0.074 for males). No significant difference ( $P < 0.05$ ) was found between the groups. Total lipids roughly quantify the content of free fatty acids, triglycerides, cholesterol and liposoluble vitamins, although only with this value it is not possible to differentiate the amount corresponding to each group. The results of the correlation are presented in table 4, which show that the highest correlation between lipidic parameters was between the total lipids and the cholesterol ( $r = 0.54$ ;  $r^2 = 0.29$ ), suggesting that 29% of the total lipid concentration of the plasma from the California sea lion pups responds to a variation in the cholesterol content. In other words, as the cholesterol content in the plasma increases, the amount of total lipids increases. The correlation between lipidic parameters and morphometric indexes was low and not significant. A possible explanation is that in otariids, morphometric parameters like weight vary according to rhythms of several days (Goebel and Calambokidis, 1998) that are probably related to the length of the foraging trips of the females. As the weight varies, the condition factor changes, so that a pup that has been fasting for three days (with low condition value) may show high lipid values if the blood sample is collected right after being fed.

On the other hand, the quality of the food ingested by the mother can affect the values of fat or lipids in the milk and, therefore, in the

cada grupo. En la tabla 4 se presentan los resultados de correlación y se observa que la correlación más alta, entre parámetros lipídicos, fue entre los lípidos totales y el colesterol ( $r = 0.54$ ;  $r^2 = 0.29$ ), lo que sugiere que el 29% de la concentración de lípidos totales del plasma de crías de lobo marino de California responde a una variación del contenido de colesterol. En otras palabras, conforme aumenta el contenido de colesterol en el plasma se eleva la cuenta de lípidos totales. La correlación entre parámetros lipídicos e índices morfométricos fue baja y no significativa. Una posible explicación es que en otáridos, los parámetros morfométricos como el peso varían de acuerdo con ritmos de varios días (Goebel y Calambokidis, 1998) que probablemente estén relacionados con la duración de los viajes de alimentación de las hembras. Al variar el peso, cambia el factor de condición, de modo que una cría que ha pasado por un ayuno de tres días (con factor de condición bajo), puede tener valores lipídicos altos si la muestra de sangre se toma justo después de haber sido alimentada.

Por otra parte, la calidad del alimento consumido por las madres puede afectar los valores de grasas o lípidos en la leche y, por tanto, en la sangre de las crías. Esto se debe a que el contenido de energía varía entre las presas; por ejemplo, 2 kg de anchoveta con 18% de lípidos aporta un valor energético de 21.7 MJ, mientras que 2 kg de capelín con 3% de lípidos aporta 9.5 MJ de energía (Worthy, 1990).

El colesterol plasmático fue diferente entre sexos (tabla 3); sin embargo, la diferencia no fue significativa. El intervalo de confianza fue mayor en las hembras, así como los valores extremos (112/240 para hembras y 108/214 para machos). En general y para ambos grupos, el valor máximo de colesterol encontrado perteneció a los animales con el menor peso (240/8.15 y 214/6.9, respectivamente), aunque hubo algunas excepciones (139/8.15). Este mismo comportamiento se observó al comparar

pup's blood. This is because the content of energy varies among different prey. For example, 2 kg of anchovies with 18% lipids yield an energetic value of 21.7 MJ, whereas 2 kg of capelin with 3% lipids yield 9.5 MJ of energy (Worthy, 1990).

The plasmatic cholesterol was different between sexes (table 3), though the difference was not significant. The confidence interval was greater in females, as were the extreme values (112/240 for females and 108/214 for males). In general, for both groups, the maximum cholesterol value belonged to the animals that weighed less (240/8.15 and 214/6.9, respectively), although there were some exceptions (139/8.15). The same behavior was observed when cholesterol was compared to the CGC; the highest cholesterol concentration was associated with the smallest CGC values (in females it was the second smallest value) (240/9.5 and 214/9.0).

Table 4 shows that the statistical correlation ( $r$ ) between cholesterol and the other morphometric parameters is low and not significant. In all the correlation analyses carried out, negative values were found. The highest correlation calculated for all the pups was the one that appeared with the weight, with a determination coefficient ( $r^2$ ) of 0.165, indicating that only 17% of the cholesterol concentration in the plasma of the California sea lion pups responds to a variation in weight. The lowest correlation occurred between cholesterol and the levels of triglycerides, even though both of them probably come, at least partially, from the same food source.

The correlation between cholesterol and weight was calculated for males (-0.25) and females (-0.57), showing a more than two-fold difference in females, but with no difference between means, which suggests that the plasmatic cholesterol concentration in *Z. californianus* pups is not related to sex. All the values obtained in this work came from

**Tabla 3.** Lípidos totales, colesterol y triglicéridos en el plasma de crías de *Zalophus californianus* de Los Islotes durante 1999. Se presenta la media, desviación estándar e intervalo de confianza (95%). No se detectó una diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre columnas.

**Table 3.** Total lipids, cholesterol and triglycerides in the plasma of *Zalophus californianus* pups from Los Islotes during 1999. The mean, standard deviation and confidence interval (95%) are presented. There was no significant difference ( $P > 0.05$ ) between columns.

Fracción lipídica	Hembras	Machos	Total
Lípidos totales (g/dL)	0.059 ± 0.007 (0.055–0.063)	0.058 ± 0.009 (0.054–0.062)	0.058 ± 0.008 (0.056–0.061)
Colesterol (mg/dL)	163.9 ± 37.9 (143–185)	154.1 ± 29.8 (140–168)	158 ± 33 (146–170)
Triglicéridos (mg/dL)	75.3 ± 86.7 (26–124)	74.3 ± 66.9 (43–105)	74.7 ± 74 (48–101)

**Tabla 4.** Resultados del análisis de correlación entre las diferentes variables de las crías de *Zalophus californianus* de Los Islotes durante 1999. Col. = colesterol, Trig. = triglicéridos, Lip. tot. = lípidos totales, P = peso, LE = longitud estándar, FCF = factor de condición de Fulton, PA/LE = perímetro axilar/ longitud estándar y GCG = grosor de la capa de grasa.

**Table 4.** Results of the correlation analysis among the different variables of *Zalophus californianus* pups from Los Islotes during 1999. Col. = cholesterol, Trig. = triglycerides, Lip. tot. = total lipids, P = weight, LE = standard length, FCF = Fulton's condition factor, PA/LE = axillary girth/standard length and GCG = sculp thickness.

	Col.	Trig.	Líp. tot.	P	LE	FCF	PA/LE	GCG
Col.	1.0							
Trig.	-0.16	1.0						
Líp. tot.	0.54	0.30	1.0					
P	-0.41	-0.09	-0.18	1.0				
LE	-0.32	-0.27	-0.22	0.86	1.0			
FCF	-0.33	0.22	-0.02	0.65	0.18	1.0		
PA/LE	-0.37	0.02	-0.02	0.85	0.71	0.57	1.0	
GCG	-0.32	-0.06	-0.05	0.72	0.59	0.51	0.70	1.0

el colesterol con el GCG; la mayor concentración de colesterol se asoció con los valores menores del GCG (en las hembras fue el segundo valor menor) (240/9.5 y 214/9.0).

Como se puede observar en la tabla 4, la correlación estadística ( $r$ ) entre el colesterol y los demás parámetros morfométricos es baja y no significativa. En todos los análisis de correlación realizados se encontraron valores negativos. La correlación más alta calculada para todas las crías fue la que se presentó con el peso, en la cual el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) fue de 0.165, lo cual significa que sólo el 17% de la concentración de colesterol en el plasma de crías de lobo marino de California responde a una variación del peso. La correlación más baja se dio entre el colesterol y los niveles de triglicéridos, a pesar de que ambos probablemente provengan, al menos en parte, de la misma fuente alimenticia.

La correlación entre el colesterol y el peso se calculó para machos (-0.25) y hembras (-0.57), observándose una diferencia de más del doble en las hembras, pero sin diferencia entre medias; esto sugiere que la concentración de colesterol plasmático en crías de *Z. californianus* no está relacionada con el sexo. Todos los valores obtenidos en este estudio provienen de muestras en buen estado; sin embargo, existe un reporte de que la hemólisis de las muestras eleva los valores de colesterol cuando se emplean pruebas colorimétricas (Bossart y Dierauf, 1990). Por otro lado, estos autores mencionan que no existe reporte de que situaciones de estrés en los animales eleven los niveles de colesterol, lo cual sí ocurre con otros analitos. En estudios realizados en mamíferos marinos en cautiverio (Bossart y Dierauf, 1990), se ha detectado que el colesterol se eleva si hay hipotiroidismo, diabetes mellitus, obstrucción del conducto biliar, exceso de corticosteroides, consumo excesivo de grasa y preñez, y disminuye si hay hipertiroidismo, mala nutrición y mala absorción; por estos dos

samples in good condition; nevertheless, hemolysis in samples has been reported to raise the cholesterol values when colorimetry tests are used (Bossart and Dierauf, 1990). On the other hand, these authors mention that there is no record that situations of stress in animals increase the levels of cholesterol, which does occur in other analytes. In studies carried out on marine mammals in captivity (Bossart and Dierauf, 1990), cholesterol has been found to increase if there is hypothyroidism, diabetes mellitus, bile duct obstruction, excess of corticosteroids, excessive fat consumption and pregnancy, and to decrease if there is hyperthyroidism, deficient nutrition and bad absorption; because of these last two issues, it is important to determine this compound when studying the health condition of the California sea lion, as well as the levels of reference for the population from the Gulf of California.

Puppione (1983) reports a cholesterol concentration of 253.8 mg/dL in a *Zalophus* adult male, which is 68 mg/dL more than the maximum reported in this work, suggesting a wide variation between pups and adults (table 5). When the values of the pups under survey are compared with those of other species of pinnipeds, in this case seals (table 5), the values of the *Z. californianus* pups represent less than 50% of the cholesterol reported for seal pups, which also show a wide variation (*Phoca groenlandica*). This difference may also be related to the fat concentration in the milk of seals and sea lions. The fat concentration in five species of seals was 54.4% in the northern elephant seal, *Mirounga angustirostris*; 40.4% in the hooded seal, *Cystophora cristata*; 46.9% in the grey seal, *Halichoerus grypus*; 45% in the harp seal, *Phoca groenlandica*; and 42% in the Wedell seal, *Leptonychotes weddelli* (Worthy, 1990). These values are equivalent to a mean of  $45.7 \pm 4.8\%$ . In four otariid species studied, the concentration of fat in milk was



últimos puntos, es importante la determinación de este compuesto en el estudio sobre el estado de salud del lobo marino de California, así como los niveles de referencia para la población del Golfo de California.

Puppione (1983) informa una concentración de colesterol en un macho adulto de *Zalophus* de 253.8 mg/dL; esto es, 68 mg/dL más que el máximo reportado en este trabajo, lo cual sugiere gran variación entre crías y adultos (tabla 5). Cuando los valores de las crías estudiadas se comparan con las de otras especies de pinnípedos, en esta caso de focas (tabla 5), los valores de las crías de *Z. californianus* significan menos del 50% del colesterol reportado para las crías de focas, que además muestran también una gran variación (*Phoca groenlandica*). Esta diferencia puede, en parte, estar relacionada con la concentración de grasas en la leche de focas y lobos marinos. La concentración de grasas en la leche de cinco especies de focas fue de 54.4% en el elefante marino del norte, *Mirounga angustirostris*; 40.4% en la foca capuchina, *Cystophora cristata*; 46.9% en la foca gris, *Halichoerus grypus*; 45% en la foca de harpa, *Phoca groenlandica*; y 42% en la foca de Wedell, *Leptonychotes weddelli* (Worthy, 1990). Estos valores equivalen a una media de  $45.7 \pm 4.8\%$ . En cuatro especies de otáridos estudiados, la concentración de grasa en leche fue de 20.5% en el lobo marino del norte, *Eumetopias jubatus*; 36.5% en el lobo marino de California, *Z. californianus*; 53.3% en el oso marino del norte, *Callorhinus ursinus*; y 26.4% en el lobo fino antártico, *Arctocephalus gazella* (Worthy, 1990), es decir una media de  $34.1 \pm 12\%$ . La leche de los fócidos fue 1.34 veces más concentrada en grasa que la de los otáridos.

Por otra parte, los triglicéridos de hembras y machos (tabla 3) tuvieron medias semejantes, con desviaciones estándar e intervalos de confianza muy grandes; los mayores valores extremos correspondieron a las hembras

20.5% in Steller's sea lion, *Eumetopias jubatus*; 36.5% in the California sea lion, *Z. californianus*; 53.3% in the northern sea bear, *Callorhinus ursinus*; and 26.4% in the Antarctic fur seal, *Arctocephalus gazella* (Worthy, 1990), that is a mean of  $34.1 \pm 12\%$ . The concentration of fat in the milk of the phocids was 1.34 times higher than in the milk of the otariids.

On the other hand, the triglycerides in females and males (table 3) had similar means, with large standard deviations and confidence intervals; the highest extreme values corresponded to females (26–124 and 43–105, respectively). According to some authors (Puppione, 1983; Bossart and Dierauf, 1990), the reason for this variation may be that there are less triglycerides in the serum or plasma of animals that have been fasting and that the levels of triglycerides rise during the nutritious lipemia.

Seals with food in their stomach have lipemic serum that is high in triglycerides; harbor seals and California sea lions that have just been born or that have not consumed food have very low triglyceride values. Likewise, pregnant harbor seals have higher triglyceride values than non-pregnant seals. On the other hand, if feeding precedes the sampling, the serum becomes lipemic and the triglycerides will be the dominant fraction. Stress has not been reported to affect the triglyceride levels (Bossart and Dierauf, 1990). Even in cases of low activity, as in pinniped fasting, the triglyceride-rich lipoproteins are probably the energy source for these animals (Puppione, 1983). Table 4 shows that the triglyceride content in the plasma of the newborn pups of the California sea lion at Los Islotes had no significant correlation with any of the morphometric parameters, nor with the cholesterol. The large variations found for this analyte may be due basically to whether the pups were fasting or not, since it is known that

**Tabla 5.** Triglicéridos, colesterol y glucosa (mg/dL) en adultos de *Zalophus californianus* y en crías de otros pinnípedos (Bossart y Dierauf, 1990; \* Puppione, 1983). 1 = adultos, 2 = recién nacidos (<2 meses) y nd = no determinado.

**Table 5.** Triglycerides, cholesterol and glucose (mg/dL) in adults of *Zalophus californianus* and pups of other pinnipeds (Bossart and Dierauf, 1990; \* Puppione, 1983). 1 = adults, 2 = newly born (<2 meses) and nd = not determined.

	<i>Zalophus californianus</i> <sup>1</sup>	<i>Phoca vitulina</i> <sup>2</sup>	<i>Phoca groenlandica</i>	<i>Cystophora cristata</i>
Triglicéridos	6–277	53	Nd	Nd
Colesterol	253.8*	302	221–576	336–352
Glucosa	17–205	108	Nd	59–123

(26–124 y 43–105, respectivamente). Esta variación puede deberse, según algunos autores (Puppione, 1983; Bossart y Dierauf, 1990), a que los triglicéridos son menores en el suero o plasma de animales que han ayunado y que durante la lipemia alimenticia, los niveles de triglicéridos se elevan.

Las focas con alimento en su estómago presentan el suero lipémico que es alto en triglicéridos; la foca de puerto y el lobo marino de California, recién nacidos y sin haber consumido alimento, tienen valores de triglicéridos muy bajos. Así mismo, las focas de puerto preñadas tienen valores de triglicéridos más altos que las focas no preñadas. Por otro lado, si la alimentación precede a la toma de muestra, el suero se vuelve lipémico y los triglicéridos serán la fracción predominante. Tampoco se ha reportado que el estrés afecte los niveles de triglicéridos (Bossart y Dierauf, 1990). Aun en casos de poca actividad, como en el caso del ayuno en los pinnípedos, las lipoproteínas ricas en triglicéridos son probablemente las proveedoras de energía para estos animales (Puppione, 1983). En la tabla 4 se puede observar que el contenido de triglicéridos en el plasma de crías recién nacidas del lobo marino de California de Los Islotes, no tuvo correlación significativa con ninguno de los

triglyceride levels in adults may shift considerably with changes in the diet and that a lipemic serum may also raise these levels. Another possible cause may be associated with the quality of the mothers' milk due to the food consumed, although in terms of lactation effort, no noticeable differences were observed among the adult females at Los Islotes (García-Aguilar, 1999).

In marine mammals in captivity, the triglycerides have been found to increase when: (1) the food remains in the stomach, (2) there is pancreatitis and (3) there is presence of lipemic serum; these levels decrease when fasting occurs for a long time. This last point can be explained because pinnipeds lack suitable lipases to break the triglycerides in their blood (Bossart and Dierauf, 1990). This low lipase activity suggests that fat is not the preferred energy source, which is understandable in a diving mammal, in which only glycogen can be used in case of a lack of oxygen (Bossart and Dierauf, 1990). The triglyceride concentration values are given in table 5 and a large variation in their levels is observed. Finally, as a result of the differences in the triglyceride values obtained in this study, one could speculate about the fasting conditions: for the females, only three organisms had probably eaten before

parámetros morfométricos, ni con el colesterol. Las grandes variaciones encontradas para este analito se pueden deber básicamente al ayuno o no ayuno al que las crías seguramente estuvieron sometidas, debido a que se sabe que en los adultos los niveles de triglicéridos pueden variar ampliamente con cambios en la dieta y que también un suero lipémico puede elevar estos niveles. Otra posible causa puede estar asociada con la calidad de la leche de las madres debido al alimento consumido, aunque en términos de esfuerzo de lactancia no se observaron diferencias marcadas entre las hembras adultas en Los Islotes (García-Aguilar, 1999).

En mamíferos marinos en cautiverio, se ha encontrado que los triglicéridos se elevan cuando: (1) el alimento permanece en el estómago, (2) existe pancreatitis y (3) hay presencia de suero lipémico; estos niveles disminuyen cuando hay un ayuno prolongado. Este último punto se puede explicar porque los pinnípedos carecen de lipasas adecuadas para romper los triglicéridos en su sangre (Bossart y Dierauf, 1990). Esta baja actividad de las lipasas sugiere que la grasa no es la fuente de energía preferida, lo cual es comprensible en un mamífero buceador, donde sólo el glicógeno puede ser empleado en ausencia de oxígeno (Bossart y Dierauf, 1990). En la tabla 5 se dan los valores de concentración de triglicéridos y se observa una gran variación en los niveles de triglicéridos. Finalmente, por la diferencia entre los valores de triglicéridos que se obtuvieron en el presente estudio, se podría especular sobre el estado de ayuno: para las hembras, sólo tres organismos podrían haberse alimentado poco antes de su captura (con valores de triglicéridos entre 134 y 306 mg/dL), encontrándose las demás en diversos grados de ayuno (con valores entre 11 y 75 mg/dL); para los machos, cuatro individuos podrían haberse alimentado poco antes de la captura (con concentraciones de triglicéridos entre 135 y

capture (with triglyceride values between 134 and 306 mg/dL) and the rest were in different degrees of fasting (with values between 11 and 75 mg/dL); for the males, four individuals had probably eaten shortly before their capture (with triglyceride concentrations between 135 and 232 mg/dL) and the rest were in different degrees of fasting, with an interval of values greater than that of the females, from 15 to 93 mg/dL.

## CONCLUSIONS

Under the criteria established to qualify the body condition of sea lion pups in the Gulf of California (Aurioles-Gamboa, 1996; Luque-Flores, 1999; Luque-Flores and Aurioles-Gamboa, 2001), the results presented herein correspond to a population that was in an acceptable nutritional status. The pup production in 1999 suggests that the population also had a successful reproductive period. The use of anesthesia optimized the sampling of blood and the measurement of the morphometric parameters. There was no difference between sexes regarding the contents of total lipids, cholesterol or triglycerides; of these, there was a closer relationship between the first two. Hence, in the future it will be possible to use mixed samples (given the difficulty of getting them) that will help to interpret, together with other variables, the nutritional status of the sea lion pups, based on chemical parameters of the plasma. A greater correlation between cholesterol and weight was detected in females, while in males it was almost null. The levels of plasmatic triglycerides are, until now, the lipidic fraction with the greatest variation as to concentration, but they are also the ones that provide most information regarding the feeding activity between mothers and offspring, so they could be considered as a nutritional indicator associated with FCF.

232 mg/dL) y el resto estaban en diversos grados de ayuno, con un intervalo de valores mayor al de las hembras, de 15 a 93 mg/dL.

### CONCLUSIONES

Bajo los criterios establecidos para calificar la condición corporal de las crías de lobo marino en el Golfo de California (Auriolos-Gamboa, 1996; Luque-Flores, 1999; Luque-Flores y Auriolos-Gamboa, 2001), se considera que los resultados aquí presentados corresponden a una población que se encontraba en estado nutricional aceptable. La producción de crías en 1999 sugiere que la población también tuvo un periodo reproductivo exitoso. El empleo de la anestesia optimizó la toma de muestra sanguínea y de parámetros morfométricos. No existió diferencia entre sexos para el contenido de lípidos totales, colesterol o triglicéridos; de éstos, los dos primeros tuvieron una mayor relación entre sí. Esta ausencia de diferencia sexual permitirá, en el futuro, utilizar muestras mixtas (dada la dificultad en la obtención de las mismas), que puedan ayudar a interpretar, junto con otras variables, el estado de nutrición de las crías de lobo marino basado en parámetros químicos en plasma. Se detectó una correlación mayor entre el colesterol y el peso en las hembras; en machos fue casi nula. Los niveles de triglicéridos plasmáticos son hasta el momento la fracción lipídica con más variación en cuanto a concentración, pero también son los que aportan más información en cuanto a la actividad alimenticia entre madres y crías, por lo que pudieran considerarse como un indicador nutricional asociado con el FCF.

### 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,

### ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank CONACYT for financial support (project 26430-N) and for the scholarship given to the first author for her doctoral studies, and SEMARNAP (Instituto Nacional de Ecología) for the research permits issued (DOO 750.-4172/97 and DOO 750.-4443/98). They also thank the following people that participated in the field work: Sebastián Luque-Flores, Carlos Godínez-Reyes, Claudia Hernández-Camacho and Manolo Alvarez. Special thanks to Alberto Parás (AFRICAM-SAFARI) for his excellent work in giving the anesthesia.

English translation by Manuel Gardea.

---

así como a la SEMARNAP (Instituto Nacional de Ecología) los permisos de investigación otorgados (DOO 750.-4172/97 y DOO 750.-4443/98). También agradecen a las siguientes personas que participaron en el trabajo de campo: Sebastián Luque-Flores, Carlos Godínez-Reyes, Claudia Hernández-Camacho y Manolo Álvarez. Muy especialmente agradecen el apoyo de Alberto Parás (AFRICAM-SAFARI), quien llevó a cabo las anestésicas tan adecuadamente, lo que posibilitó la calidad y cantidad de muestras obtenidas.

### REFERENCIAS

- Auriolos-Gamboa, D. (1988). Behavioral ecology of California sea lions in the Gulf of California. Ph.D. thesis, University of California, Santa Cruz, 175 pp.
- Auriolos-Gamboa, D. (1996). Variaciones en el factor de condición de crías de lobo marino (*Zalophus californianus*) en el Golfo de California. Resúmenes, XXI Reunión Internacional para el estudio de los Mamíferos

- Marinos. 8–12 abril 1996, Chetumal, Quintana Roo, p. 39.
- Aurioles-Gamboa, D. and Sinsel, F. (1988). Mortality of California sea lion pups at Los Islotes, Baja California Sur, Mexico. *J. Mammal.*, 69(1): 180–183.
- Aurioles-Gamboa, D. and Le Boeuf, B.J. (1991). Effects of the El Niño 1982–1983 on California sea lions in Mexico. In: F. Trillmich and K.A. Ono (eds.), *Pinnipeds and El Niño*. Springer-Verlag, pp. 112–118.
- Aurioles-Gamboa, D. y Zavala, G.A. (1994). Algunos factores ecológicos que determinan la distribución y abundancia del lobo marino *Zalophus californianus*, en el Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 20(4): 535–553.
- Aurioles-Gamboa, D., Sinsel, F., Fox, C., Alvarado, E. and Maravilla, O. (1983). Winter migrations of subadult male California sea lions *Zalophus californianus* in the southern part of Baja California. *J. Mammal.*, 64(3): 513–518.
- Aurioles-Gamboa, D., Fox, C., Sinsel, F. and Tanos, G. (1984). Prey of the California sea lion (*Zalophus californianus*) in the Bay of La Paz, Baja California Sur, Mexico. *J. Mammal.*, 65(3): 519–521.
- Beckman (1993). Synchron CX Systems Chemistry Information. Beckman Instruments Inc., USA. Chol1-Chol5/TG1-TG5.
- 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*. CRC Press, 735 pp.
- Boyd, I.L. and McCann, T.S. (1989). Pre-natal investment in reproduction of female Antarctic fur seals. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 24: 377–385.
- Cargill, C.F., Needham D.J. and Judson, G.J. (1979). Plasma biochemical values of clinically-normal Australian sea lions (*Neophoca cinerea*). *J. Wildlife Dis.*, 15: 105–110.
- Durán-Lizárraga, M.E. (1998). Caracterización de los buceos de alimentación del lobo marino *Zalophus californianus* y su relación con variables ambientales en la Bahía de La Paz, BCS. Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional, CICIMAR, La Paz, BCS, México, 82 pp.
- García-Aguilar, M.C. (1999). Estrategias de conducta de hembras reproductoras de lobo marino de California (*Zalophus californianus*) en la lobera Los Islotes, Bahía de La Paz, México. Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional, CICIMAR, México, 49 pp.
- García-Rodríguez, F.J. (1999). Cambios espaciales y estacionales en la estructura trófica y consumo del lobo marino de California, *Zalophus californianus*, en la región de las Grandes Islas, Golfo de California. Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional, CICIMAR, México, 89 pp.
- Geraci, J.R., St. Aubin, D.J. and Smith, T.G. (1979). Influence of age, condition, sampling time and method on plasma chemical constituents in free-ranging ringed seals, *Phoca hispida*. *J. Fish. Res. Board Can.*, 36: 1278–1282.
- Goebel, M.E. and Calambokidis, J. (1998). Neonatal growth and behavior. In: R.L. Gentry (ed.), *Behavior and Ecology of the Northern Fur Seal*. Princeton Univ. Press, pp. 232–242.
- Harcourt, R., Aurioles-Gamboa, D. and Sánchez, J. (1994). Entanglement of California sea lions at Los Islotes, Baja California Sur, Mexico. *Mar. Mammal Sci.*, 10(1): 122–125.
- Hernández, C.C.J. (1996). Dinámica poblacional del lobo marino de California *Zalophus californianus*, en la lobera Los Islotes, Golfo de California, México. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, 105 pp.
- Jiménez, I.A. (1996). Análisis de procesos barotrópicos y baroclínicos en la Bahía de La Paz, BCS. Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México, 193 pp.
- Le Boeuf, B.J., Aurioles-Gamboa, D., Condit, R., Fox, C., Gisiner, R., Romero, R. and Sinsel, F. (1983). Size and distribution of the California sea lion population in Mexico. *Proc. Calif. Acad. Sci.*, 43(7): 77–85.
- Luque-Flores, S. (1999). Comparación de la condición corporal de crías de lobo marino, *Zalophus californianus*, en once colonias reproductivas del Golfo de California. Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional, CICIMAR, La Paz, BCS, México, 109 pp.
- Luque-Flores, S. and Aurioles-Gamboa, D. (2001). Sex differences in body size and body condition

- of California sea lion (*Zalophus californianus*) pups in the Gulf of California. *Mar. Mammal Sci.*, 17(1): 147–160.
- Lunn, N.J. and Boyd, I.L. (1993). Effects of maternal age and condition on parturition and the perinatal period of Antarctic fur seals. *J. Zool. Lond.*, 229: 55–67.
- Odell, D.K. (1981). California sea lion *Zalophus californianus* (Lesson, 1828). In: S.H. Ridgway and R. Harrison (eds.), *Handbook of Marine Mammals. Vol. I. The Walruses, Sea Lions, Furseals, and Sea Otter*. Academic Press, London, pp. 67–97.
- Oftedal, O.V., Iverson, S. and Boness, D.J. (1987). Milk and energy intakes of suckling California sea lion *Zalophus californianus* pups in relation to sex, growth, and predicted maintenance requirements. *Physiol. Zool.*, 60(5): 560–575.
- Puppione, D.L. (1983). Marine mammalian lipoproteins. In: *CRC Handbook of Electrophoresis*. CRC Press, pp. 79–100.
- Riedman, M. (1990). *The Pinnipeds: Seals, Sea Lions and Walruses*. Univ. California Press, Berkeley.
- Roletto, J. (1993). Hematology and serum chemistry values for clinically healthy and sick pinnipeds. *J. Zoo Wildlife Med.*, 24(2): 145–157.
- Samaniego, H.A. (1999). El efecto de El Niño (1997–1998) sobre la población de lobo marino (*Zalophus californianus*, Lesson, 1828) en la Bahía de La Paz, BCS, México. Tesis de licenciatura, Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, 54 pp.
- Umemura, U., Koike, K., Iso, H., Sankai, T., Shimamoto, T., Sato, S., Iida, M., Handa, K. and Komachi, Y. (1993). Population-based comparative study on dietary habits and serum fatty acid compositions. *Jpn. J. Hyg.*, 48: 939–959.
- Vidal, O.Y.P. and Gallo, R. (1996). Die-offs of marine mammals and sea birds in the Gulf of California, Mexico. *Mar. Mammal Sci.*, 12(4): 627–635.
- Worthy, G.A. (1990). Nutritional energetics of marine mammals. In: L.A. Dierauf (ed.), *Handbook of Marine Mammal Medicine: Health Disease and Rehabilitation*. CRC Press, pp. 489–520.
- Young, R.A. (1976). Fat, energy and mammalian survival. *Am. Zool.*, 16: 699–710.